

FRIEDEMANN KLENKE

## Wirtswahl und Wirtswechsel mitteleuropäischer Rostpilze (*Pucciniales*) – eine Literaturlauswertung

KLENKE F (2017): Host specificity and host alternation of rust fungi (*Pucciniales*) in Central Europe - a literature study. -*Boletus* **38**(1): 35-42.

**Keywords:** basidiomycetes, rust fungi, host alternation, Central Europe

**Abstract:** The host specificity of heteroecious and autoecious rust fungi in Central Europe is analysed and illustrated. In Central Europe more than half of all species of rust fungi are autoecious. About a quarter of the species are heteroecious. The life cycle is unknown or doubtful for less than 20 % of the species. In Central Europe, about 40 % of the rust fungus species are heteroecious. This proportion of heteroecious species is similar in North America and Japan.

**Zusammenfassung:** Die Wirtswahl der heterözischen und autözischen Roste Mitteleuropas wird analysiert und grafisch dargestellt. In Mitteleuropa lebt deutlich mehr als die Hälfte der Rostpilzarten autözisch. Etwa ein Viertel der Arten sind heterözisch. Für knapp 20 % der Arten ist der Entwicklungsgang unbekannt oder unsicher. Der Anteil heterözischer Rostpilzarten erreicht in etwa 40 %. Auswertungen der Rostpilzfloren von Nordamerika und Japan ergeben ganz ähnliche Prozentanteile.

### Einleitung

Bereits im Alten Testament der Bibel werden Pilze als Ursache für Getreidekrankheiten erwähnt. Auch die römischen Dichter Ovid und Plinius der Ältere berichten von der Robigalia, einem Opferfest, das die Gottheit der Getreidekrankheiten, Robigus, gnädig stimmen sollte und schon um 700 v. Chr. initiiert wurde. Dagegen ist der Wirtswechsel der Rostpilze erst in der Neuzeit bekannt geworden. 1864/65 bewies Anton de Bary (1831-1888) den Zusammenhang zwischen dem Getreide-Schwarzrost (*Puccinia graminis* Pers.) und Infektionen auf Sträuchern der Berberitze (*Berberis vulgaris*) (DE BARY 1865). Fast zeitgleich entdeckte Anders Sandøe Ørsted (1778-1860) die Verbindung zwischen dem Birnen-Gitterrost (*Gymnosporangium sabinae* (Dicks.) G. Winter) und dem Sadebaum (*Juniperus sabina*) (ØRSTED 1865). Eine detaillierte Chronologie der Entdeckung der Heterözie findet sich bei Heinrich Klebahn (1859-1942), dessen Buch „Die wirtswechselnden Rostpilze“ bis heute einzigartig ist (KLEBAHN 1904). Zum Nachweis des Wirtswechsels wurden damals zahlreiche Infektionsversuche in beiden Richtungen durchgeführt (Aecien- zu Telienwirt und umgekehrt). Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurden Infektionsversuche immer seltener, heute stellen sie die absolute Ausnahme dar. Wichtig ist auch das Buch des Schweizer Mykologen Ernst Gäumann (1893-1963) über die Rostpilze Mitteleuropas (GÄUMANN 1959), in dem er 834 Arten aufführt. Sein enges Artkonzept gewinnt in unserer molekular-taxonomischen Zeit wieder an Bedeutung.

**Autor:** Friedemann Klenke, Grillenburger Straße 8c, D-09627 Naundorf, Gemeinde Bobritzsch-Hilbersdorf, E-Mail: friedemann.klenke@smul.sachsen.de

Die Anzahl der aktuell bekannten Rostpilzarten (*Pucciniales*) wird weltweit mit 7.798 Arten angegeben, verteilt auf 166 Gattungen aus 14 Familien (KIRK et al. 2008). Allein in der Gattung *Puccinia* Pers. wurden etwa 4.000 Arten beschrieben. Andererseits ist der Anteil der noch unbekannteren Rostpilzarten sehr hoch. Allein in der Neotropis sind vermutlich 70-90 % der Rostpilze noch unbeschrieben (HENNEN & MCCAIN 1993). Aber auch für Mitteleuropa ist davon auszugehen, dass künftige molekulargenetische Untersuchungen unser Artkonzept stark reformieren werden.

Für den deutschsprachigen Raum Mitteleuropas bietet ein neues Bestimmungsbuch Schlüssel und Abbildungen für zahlreiche pflanzenparasitische Kleinpilze, darunter auch für Rostpilze (KLENKE & SCHOLLER 2015). Das ermöglicht eine aktuelle Bilanz der zentraleuropäischen Rostpilze und ihrer Verteilung auf Wirtspflanzenfamilien, aber auch Vergleiche mit klimatisch ähnlichen Regionen (temperate Zone) in Japan und Nordamerika. Dabei wird unterschieden zwischen wirtswechselnden (heterözischen) und nicht wirtswechselnden (autözischen) Arten.

Fast alle Rostpilzarten sind hochgradig auf bestimmte Wirtspflanzenarten spezialisiert. Während autözische Roste sämtliche Sporenstadien an derselben Wirtspflanzenart ausbilden, sind heterözische Roste für ihren vollständigen Entwicklungsgang auf einen Wirtswechsel angewiesen: Sie bilden die Spermogonien (0) und Aecien (I) am sogenannten Aecienwirt (Haplonten- oder „Sommerwirt“), die Uredinien (II) und Telien (III) am Telienwirt (Dikaryonten- oder „Winterwirt“) aus. Das bedeutet jedoch nicht, dass dieser Wirtswechsel obligatorisch ist. Viele heterözische Roste können sich über Urediniosporen des Winterwirts ausbreiten und neue Wirtspflanzen infizieren. Damit kürzen sie den Entwicklungsgang ab und verzichten auf den Wirtswechsel (faktative Heterözie). Heterözische Roste sind makro- oder demizyklisch.

Zu den autözischen Rostpilzen gehören die Arten, von denen man weiß oder ziemlich sicher annimmt, dass sie keinen Wirtswechsel durchführen. Darunter sind sowohl Arten mit vollständigem (makrozyklisch: 0 I II III IV) als auch unvollständigem Entwicklungsgang (hemizyklisch: I fehlt, demizyklisch: II fehlt, mikrozyklisch: I und II fehlen, endozyklisch: nur 0 und I<sup>III</sup>).

Die Wirtswahl der heterözischen und autözischen Roste wird jeweils getrennt grafisch dargestellt. Die Ergebnisse werden mit zwei anderen Rostpilzfloren der temperaten Zone (Japan - HIRATSUKA (1992); Nordamerika - ARTHUR & CUMMINS (1962)) verglichen.

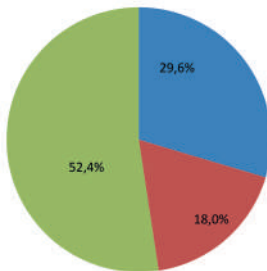
## Ergebnisse und Diskussion

KLENKE & SCHOLLER (2015) schlüsseln 710 Rostpilzarten für Mitteleuropa auf, weitere 188 Arten sind als potentiell vorkommend mit aufgenommen. Nicht für alle dieser Sippen ist der Entwicklungsgang vollständig bekannt.

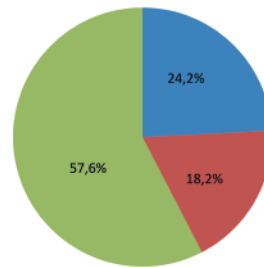
Unter den mitteleuropäischen Rostpilzarten sind 409 autözisch (57,6 %) (Abb. 1), von denen 147 Arten (20,7 %) als mikrozyklisch gelten. Deren Verteilung auf die Rostpilzgattungen und Pflanzenfamilien zeigt Tab. 1. Demnach gehören zur Gattung *Puccinia* 293 Arten und zu *Uromyces* (Link) Unger 75 Arten. Die übrigen 41 Arten verteilen sich auf andere Gattungen. Häufigste Wirtsfamilien sind die *Asteraceae* (108 Arten) und *Apiaceae* (50 Arten).

Zu den heterözischen Arten werden in der vorliegenden Arbeit nur die Rostpilze gezählt, deren Wirtswechsel gesichert bekannt ist. Unter den mitteleuropäischen Arten betrifft dies mindestens 172 Rostpilze (24,2 %) (Abb. 2). Auch hier dominieren die Gattungen *Puccinia* und *Uromyces*, vor allem die Grasroste (Winterwirte *Poaceae* oder *Cyperaceae*), gefolgt von Arten der Gattung

**Rostpilze Nordamerikas**  
FARR et al. (1995)



**Rostpilze Mitteleuropas**  
KLENKE & SCHOLLER (2015)



**Rostpilze Japans**  
HIRATSUKA (1992)

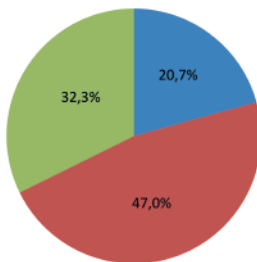


Abb. 1: Zuordnung der Rostpilze entsprechend dem Entwicklungsgang in ausgewählten Regionen der Nordhemisphäre:

blau - heterözisch, rot - unbekannt, grün - autözisch  
Grafik: F. Klenke

*Melampsora* (Castagne) mit II und III auf *Salicaceae*. Die Verteilung auf die Rostpilzgattungen und Pflanzenfamilien zeigt Abb. 2. Der Wirtswechsel findet stets zwischen Arten verschiedener Pflanzenfamilien statt, die nicht eng miteinander verwandt sind. In der Regel gehören sie sogar verschiedenen systematischen Unterklassen von Pflanzen an, nur selten der gleichen Unterklasse (*Rosidae*: *Melampsora*-Arten mit Wirtswechsel von *Salicaceae* zu *Euphorbiaceae* und *Euonymus*). Das unterscheidet die Rostpilze deutlich von der Ascomyzeten-Gattung *Monilinia* Honey, aus der Arten mit Wirtswechsel innerhalb derselben Pflanzenfamilie (*Ericaceae*) bekannt sind (BATRA 1991).

Als Rostpilze mit unbekanntem oder nicht eindeutig ermitteltem Entwicklungsgang verbleiben 129 Arten (18,2 %) (Abb. 1). Ein Großteil davon betrifft Taxa, bei denen man aus Analogieschlüssen annimmt, dass sie heterözisch sind, jedoch wurde der Wirtswechsel bisher nicht nachgewiesen. Artenreiche Beispiele dafür sind Grasroste (Winterwirte *Poaceae* oder *Carex*) mit mutmaßlichem Wirtswechsel zu Zweikeimblättrigen, gefolgt von *Uromyces*-Arten auf Fabaceen aus dem *Uromyces-pisi*-Komplex mit mutmaßlichem Wirtswechsel zu *Euphorbia* (v. a. *E. cyparissias*). Es sind jedoch auch einzelne, vermutlich autözische Arten darunter, deren I bisher nicht beobachtet wurden, oder Sippen, von denen man nur die Aecien kennt. Hier eingegliedert wurden auch heterözische Rostpilze, die in Europa autözisch leben, weil ihr Wirtswechselfartner in Europa nicht vorkommt.

## Autözische Rostpilze in Mitteleuropa

	Unterklasse, Familie	P	U	andere Gattungen (n)
Nacktsamer (Nadelgehölze)	<i>Pinaceae:</i>			
	<i>Pinus</i>			<i>Endocronartium</i> (1)
	<i>Picea</i>			<i>Chrysomyxa</i> (1)
Bedecktsamer Zweikeimblät- trige	<i>Ranunculidae:</i>			
	<i>Ranunculaceae</i>	13	4	<i>Tranzschelia</i> (2), <i>Triphragmiopsis</i> (1)
	<i>Berberidaceae: Mahonia</i>	1		
	<i>Trochodendridae:</i>			
	<i>Buxaceae: Buxus</i>	1		
	<i>Caryophyllidae:</i>			
	<i>Caryophyllaceae</i>	6	6	
	<i>Polygonaceae</i>	2	2	
	<i>Tamaricaceae: Myricaria</i>	1		
	<i>Amaranthaceae s.l.</i>		4	
	<i>Plumbaginaceae</i>		2	
	<i>Rosidae:</i>			
	<i>Grossulariaceae: Ribes</i>	1		
	<i>Saxifragaceae</i>	8		<i>Melampsora</i> (1)
	<i>Crassulaceae</i>	3	1	<i>Endophyllum</i> (1)
	<i>Geraniaceae</i>	2	4	
	<i>Onagraceae</i>	6		
	<i>Anacardiaceae: Pistacia</i>			<i>Pileolaria</i> (1)
	<i>Malvaceae</i>	1		
	<i>Santalaceae: Thesium</i>	3		
	<i>Linaceae: Linum</i>			<i>Melampsora</i> (2)
	<i>Hypericaceae: Hypericum</i>			<i>Melampsora</i> (1)
	<i>Violaceae: Viola</i>	4		
	<i>Euphorbiaceae: Euphorbia</i>		13	<i>Melampsora</i> (5), <i>Endophyllum</i> (1)
	<i>Rosaceae: Gehölze</i>			<i>Gymnoconia</i> (1), <i>Kuehneola</i> (1), <i>Phragmidium</i> (9)
	<i>Rosaceae: Krautige</i>	2		<i>Phragmidium</i> (5), <i>Trachyspora</i> (3), <i>Triphragmidium</i> (2), <i>Xenodochnus</i> (1)
	<i>Fabaceae</i>		15	
<i>Brassicaceae</i>	7			

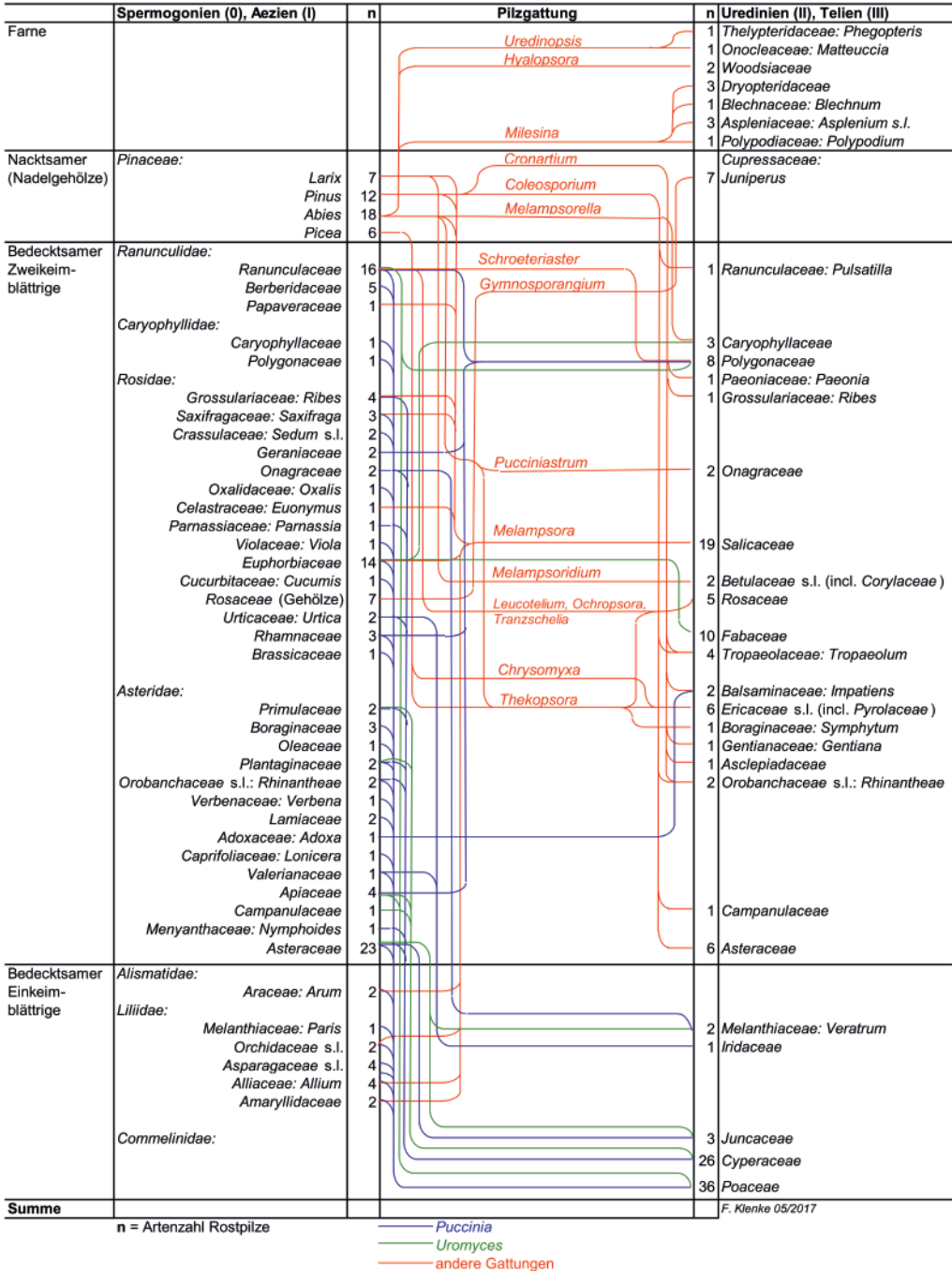
Fortsetzung Tabelle	Unterklasse, Familie	P	U	andere Gattungen (n)
	<i>Asteridae:</i>			
	<i>Balsaminaceae: Impatiens</i>	1		
	<i>Polemoniaceae: Polemonium</i>	1		
	<i>Primulaceae</i>	4	5	
	<i>Rubiaceae</i>	14		
	<i>Gentianaceae</i>	2		
	<i>Apocynaceae: Vinca</i>	3		
	<i>Convolvulaceae</i>	1		
	<i>Oleaceae: Jasminum</i>	1		
	<i>Plantaginaceae</i>	7		
	<i>Scrophulariaceae</i>		2	
	<i>Orobanchaceae: Pedicularis</i>	1		<i>Melampsora</i> (1)
	<i>Lamiaceae</i>	17		
	<i>Adoxaceae: Adoxa</i>	2		
	<i>Valerianaceae: Valeriana</i>	2	1	
	<i>Araliaceae: Hydrocotyle</i>	1		
	<i>Apiaceae</i>	48	1	<i>Nyssopsora</i> (1)
	<i>Campanulaceae</i>	4		
	<i>Asteraceae</i>	106	2	
Bedecktsamer Magnolien- ähnliche	<i>Magnoliidae:</i>			
	<i>Aristolochiaceae</i>	2		
Bedecktsamer Einkeim- blättrige	<i>Alismatidae:</i>			
	<i>Araceae</i>		1	
	<i>Liliidae:</i>			
	<i>Colchicaceae: Colchicum</i>		1	
	<i>Liliaceae</i>	4	4	
	<i>Asparagaceae s.l.</i>	4	3	
	<i>Alliaceae: Allium</i>	2	3	
	<i>Amaryllidaceae</i>	2		
	<i>Asphodelaceae: Asphodelus</i>	2		
	<i>Iridaceae: Crocus</i>	1	1	
<b>Summe</b>	<b>409</b>	<b>293</b>	<b>75</b>	<b>41</b>

P = Anzahl *Puccinia*-ArtenU = Anzahl *Uromyces*-Arten

n = Anzahl Wirtswechsel in anderen Gattungen

**Tab. 1:** Autözische Rostpilze in Mitteleuropa.

**Heterözische Rostpilze**



**Abb. 2:** Heterözische Rostpilze in Mitteleuropa

Grafik: F. KLENKE

Zusammenfassend kann man für Mitteleuropa abschätzen, dass heterözische Rostpilze einen Anteil von etwa 40 % aller Rostpilzarten erreichen.

Für die Rostpilze der USA wurde die Checkliste von FARR et al. (1995) ausgewertet. Von 905 US-Rostpilzarten sind 268 heterözisch und 475 autözisch (Abb. 1). So lassen sich die Prozentanteile vergleichen: 52,4 % sind als autözisch und 29,6 % als gesichert heterözisch eingestuft. Ein unbekannter Entwicklungsgang liegt für 18,0 % vor. Leider sind die Sporenstadien in FARR et al. (1995) nicht angegeben, so dass sich mikrozyklische Roste nicht gesondert darstellen lassen. Damit scheint der Anteil heterözischer Rostpilze in den USA geringfügig höher zu sein als in Mitteleuropa. Insgesamt entsprechen die Prozentanteile der Lebensformen nordamerikanischer Rostpilzarten jedoch in etwa denen der mitteleuropäischen.

Die Rostpilzflora von Japan stellte HIRATSUKA (1992) zusammen. Sie enthält 793 Arten, von denen 164 als heterözisch gelten (20,7 %), während 256 Arten autözisch sind (32,3 %), darunter 113 mikrozyklische Arten (14,2 %) (Abb. 1). Die Anzahl von 373 Arten (47,0 %) mit unbekanntem Entwicklungsgang ist recht hoch und muss sicher unterteilt werden. Einerseits werden allein 46 *Aecidium*- und 65 *Uredo*-Sippen aus Japan aufgeführt; auch weitere mutmaßlich autözische Arten dürften sich hier verbergen. Andererseits gehören zu den 373 Arten mit unbekanntem Entwicklungsgang auch viele mutmaßlich heterözische Grasroste. Somit ist auch in Japan ein ähnlicher Anteil der heterözischen Rostpilzarten wie in Europa und Nordamerika wahrscheinlich.

## Schlussfolgerungen

Rostpilze erreichen in gemäßigten Breiten höhere Artenzahlen als in tropischen Ländern, soweit diese hinreichend erforscht sind (BERNDT 2012). Gerade heterözische Roste kommen hauptsächlich in gemäßigten Breiten vor und fehlen in den Tropen weitgehend (PIEPENBRING et al. 2011). Die temperate (nemorale) Zone hat für wirtswechselnde Rostpilze folglich eine besondere Bedeutung. Zwar sind die Ursachen und Entstehung des Wirtswechsels der Rostpilze noch immer nicht geklärt, doch lassen sich verschiedene Hypothesen mit dem Vegetationszyklus in gemäßigten Breiten in Zusammenhang bringen (Diskussion bereits in KLEBAHN 1904: Kapitel XVI). Jedenfalls ist der Prozentanteil der heterözischen Rostpilze eine interessante und wichtige Bezugsgröße. In der temperaten Zone sind, soweit bekannt, ungefähr 40 % aller Rostpilzarten heterözisch.

Der Zusammenhang zwischen mikrozyklischen (autözischen) und makrozyklischen heterözischen Arten ist Gegenstand des sogenannten Tranzschelschen Gesetzes. Der deutsch-russische Mykologe Woldemar Tranzschel (1868-1942), dessen Geburtstag sich am 16. Januar 2018 zum 150. Male jährt, stellte fest, dass die Telien mancher mikrozyklischer (autözischer) Roste eine starke morphologische Ähnlichkeit mit Telien verschiedener heterözischer Roste haben und vermutete, dass sich die mikrozyklischen Roste aus den heterözischen entwickelt haben. Er beschrieb außerdem die erstaunliche Tatsache, dass diese Telien stets an den Aecien-Wirtspflanzen der heterözischen Roste auftreten (TRANZSCHEL 1904). Dieser Zusammenhang ist inzwischen molekularanalytisch bestätigt (SHATTOCK & PREECE 2000). Er hebt damit den Wert der Ökologie in der modernen Taxonomie hervor, bietet jedoch auch bei Rostpilzen mit unvollständig bekanntem Entwicklungsgang für die Suche nach unbekanntem Wirtswechelpartnern Hinweise auf potentielle Wirtspflanzen.

## Danksagung

Mein herzlicher Dank für Hinweise zum Manuskript und auf Literaturquellen geht an Dr. Volker Kummer, Institut für Biochemie und Biologie der Universität Potsdam, an Prof. Dr. Meike Piepenbring, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität der Goethe-Universität Frankfurt am Main, sowie an Dr. Markus Scholler, Kustos Mykologie am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe. Für Unterstützung bei der Literaturbeschaffung sei auch Susanne Schumann, Fachbereichsleiterin Pflanzenschutz in der Staatlichen Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Nossen, gedankt.

## Literatur

- DE BARY A (1865): Neue Untersuchungen über die Uredineen, insbesondere die Entwicklung der *Puccinia graminis* und den Zusammenhang derselben mit *Aecidium Berberidis*. – Monatsbericht der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin: 25.
- BATRA L (1991): World species of *Monilinia* (Fungi): Their ecology, biosystematics and control. – Berlin, Stuttgart, J. Cramer. 246 p.
- BERNDT R (2012): Species richness, taxonomy and peculiarities of the Neotropical rust fungi: are they more diverse in the Neotropics? – Biodiversity Conservation **21**: 2299-2322.
- FARR F, BILLS GF, CHAMURIS GP, ROSSMAN AY (1995): Fungi on plants and plant products in the United States. – St. Paul, APS Press. 2<sup>nd</sup> printing. 1252 p.
- GÄUMANN E (1959): Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz. (Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz **12**). – Bern, Buehler & Co. 1.407 S.
- HENNEN JF, McCAIN JW (1993): New species and records of *Uredinales* from the Neotropics. – Mycologia **85**(6): 970-986.
- HIRATSUKA N (1992): The Rust Flora of Japan. – Ibaraki: Tsukuba Shuppankai. 1205 p.
- KIRK PM, CANNON PF, MINTER DW, STALPERS JA (eds.) (2008): Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 10<sup>th</sup> ed. – CABI Wallingford. 771 p.
- KLEBAHN H (1904): Die wirtswechselnden Rostpilze. Versuch einer Gesamtdarstellung ihrer biologischen Verhältnisse. – Berlin, Borntraeger. 447 S.
- KLENKE F, SCHOLLER M (2015): Pflanzenparasitische Kleinpilze. Bestimmungsbuch für Brand-, Rost-, Mehltau-, Flagellatenpilze und Wucherlingsverwandte in Deutschland, Österreich, der Schweiz und Südtirol. – Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. 1172 S.
- ØRSTED AS (1865): VORLÄUFIGE BERICHTERSTATTUNG ÜBER EINIGE BEOBACHTUNGEN, WELCHE BEWEISEN, DASS *Podisoma sabinae* und *Roestelia cancellata* wechselnde Erzeugnisse derselben Pilzart sind. – Botanische Zeitung **23**: 291-293.
- PIEPENBRING M, HOFMANN TA, KIRSCHNER R, MANGELSDORFF R, PERDOMO O, RODRÍGUEZ JUSTAVINO D, TRAMPE T (2011): Diversity patterns of Neotropical plant parasitic microfungi. – Ecotropica **17**: 27-40.
- SHATTOCK RC, PREECE TF (2000): Tranzschel revisited: modern studies of the relatedness of different rust fungi confirm his Law. – Mycologist **14**(3): 113-117.
- TRANZSCHEL W (1904): Über die Möglichkeit, die Biologie wirtswechselnder Rostpilze auf Grund morphologischer Merkmale vorauszusehen. Vorl. Mitt. – Arbeiten der Kaiserlichen St. Petersburger Naturforschenden Gesellschaft **35**: 311-313.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Boletus - Pilzkundliche Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Klenke Friedemann

Artikel/Article: [Wirtswahl und Wirtswechsel mitteleuropäischer Rostpilze \(Pucciniales\) – eine Literaturlauswertung 35-42](#)