

Studien an Heterobasidiomyceten, Teil 12* Brandpilze auf Polygonaceen – Arten

G. DEML, A. POHL und F. OBERWINKLER

Institut für Biologie I, Lehrstuhl Spezielle Botanik,
Auf der Morgenstelle 1, D-7400 Tübingen.

Eingegangen am 23.3.1981

Deml G., A. Pohl & F. Oberwinkler (1981) – Studies in Heterobasidiomycetes, part 12 Investigations on smut fungi (*Ustilaginales*) parasitic on species of *Polygonaceae*. *Z. Mykol.* 47 (2): 257–270.

Key Words: *Sphacelotheca hydropiperis*, *Ustilago anomala*, *U. bistortarum*, *U. cordai*, *U. inflorescentiae*, *U. marginalis*, *U. reticulata*, *U. tenuispora*, host plant, key, sori, spore morphology, light microscopy, scanning electron microscopy.

Abstract: 85 collections of smut fungi, parasitic on species of *Polygonaceae* have been investigated. The results of light and scanning electron microscopy show unquestionable delimitations of species by the morphology of the smut spores and the sori and by their host plants. A species concept for smut fungi is discussed.

Zusammenfassung: 85 Aufsammlungen von Brandpilzen, die auf Arten der Polygonaceen parasitieren, wurden untersucht. Die licht- und rasterelektronenmikroskopischen Ergebnisse zeigen, daß eine eindeutige Artabgrenzung nach Wirtspflanzenspektrum, Befallsbild und Morphologie der Dauersporen durchgeführt werden kann. Ein Artkonzept für Brandpilze wird diskutiert.

Die Rasterelektronenmikroskopie bietet eine exzellente Möglichkeit, mit relativ geringem präparativen Aufwand einen Einblick in die Feinstruktur der Sporenoberfläche von Pilzen zu bekommen. Gute Informationen erhält man bereits, wenn Herbarmaterial, ohne Fixierung und ohne spezielle Trocknung besputtert und mikroskopiert wird.

Obwohl die Oberfläche der Dauersporen wichtige Merkmale für die Taxonomie der Brandpilze liefern kann, wurden ihre Exosporskulpturen bisher nur in wenigen Gruppen vergleichend untersucht. Schwin (1969) zeigt an *Tilletia caries* (DC.) Tul., *Urocystis ranunculi* (Lib.) Moesz., *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr., *U. tragopogonis-pratensis* (Pers.) Rouss. und *U. reticulata* Liro, daß mit dem Rasterelektronenmikroskop weitere morphologische Unterschiede gefunden werden können. Einen Überblick über die Formenvielfalt der Sporenoberflächen bei den Brandpilzen geben Zogg & Schwin (1971) bei der Bearbeitung von 15 Gattungen mit 33 Arten dieser Pilze. Als Merkmal zur Artcharakterisierung setzen Kukonen (1969), Zambettakis (1978) und Fineran (1978)

* OBERWINKLER, F. & R. J. BANDONI – Studies in Heterobasidiomycetes, part 11. – *Nordic J. Bot.* (eingereicht).

die Feinstruktur der Sporenoberfläche ein. Die ultrastrukturellen Exosporstrukturen einiger Polygonaceen-Parasiten haben Durrieu & Rajerison (1968) dargestellt.

Die auf Polygonum parasitierenden Brandpilze bieten ein Beispiel dafür, welche unterschiedliche Ansichten über die Abgrenzung und Benennung von Arten vertreten werden können. In den Tabellen 1 und 2 sind Brandpilze der Gattung *Ustilago*, sowie die Typusart von *Sphacelotheca* mit ihren wichtigsten Wirten nach Arbeiten von Liro (1924, 1938), Zundel (1953), Savile (1953, 1957) und Lindeberg (1959) einander gegenübergestellt.

Aus den zitierten Arbeiten wurden mit einer Ausnahme nur die Arten bzw. Varietäten ausgewählt, deren Wirtspflanzen in Europa vorkommen. Liro (1924) hat den Brand auf *Polygonum senegalense* als *Ustilago ravidia* Liro beschrieben. Da eine Aufsammlung dieses Pilzes zur Verfügung stand, wurde er in die Untersuchungen mit aufgenommen.

Die Zusammenstellungen zeigen ein allgemeines Problem der Taxonomie der Brandpilze auf. Wie ist eine Art bei diesen Pilzen zu definieren? Liro (1924, 1938) stellt auf Grund einer Vielzahl von Infektionsversuchen eine größere Zahl neuer Arten auf. Er ist der Ansicht, daß mangelnde Infektiosität für bestimmte Wirtspflanzen neben morphologischen Unterschieden als Abgrenzungskriterium zu gelten hat. Andererseits hat Kniep (1926) gezeigt, daß Sporidien innerhalb weiter Grenzen – bezogen auf das Wirtsspektrum – in vitro nahezu uneingeschränkt kopulationsfähig sind. Dies deckt sich mit den Ergebnissen neuerer Untersuchungen über Enzymaktivitäten an ausgewählten *Ustilago*-Arten von Bradford et al. (1975) und Baird & Garber (1979). Diese zeigen auffällige Übereinstimmung bei den Arten, die Poaceen bzw. Magnoliatae befallen. Da einige Genetiker die Ansicht vertreten, daß Kopulationen nur zwischen Stämmen einer Art durchgeführt werden (Essef & Hoffman 1977), lägen bei den von Kniep untersuchten Brandpilzen nur zwei Arten vor. Einen anderen Vorschlag machen Fischer & Shaw (1953) bei ihrem Artkonzept für Brandpilze. Danach sollen Brände, deren Wirte unterschiedlichen Familien angehören, immer als eigene Art aufgefaßt werden. Innerhalb einer Wirtspflanzenfamilie wären für die Artabgrenzung ausschließlich morphologische Kriterien zu wählen. Morphologisch nicht oder schwer unterscheidbare Brandpilze sind dann als Varietäten einer kollektiven, morphologischen Art zu bezeichnen, wenn sie auf verschiedene Gattungen der Wirtsfamilie spezialisiert sind. Physiologische Rassen von Arten und Varietäten sollen mit Nummern bezeichnet werden. Dieses Verfahren deckt sich weitgehend mit der bei *Uredinales* angewendeten Artumgrenzung. Inwieweit dieses Konzept geeignet ist, die tatsächlichen Verwandtschaftsverhältnisse der Brandpilze widerzuspiegeln, sei in diesem Zusammenhang dahingestellt. Doch scheint diese Artabgrenzung beim gegenwärtigen Stand der Kenntnisse geeignet, wenigstens eine gewisse Klarheit in die noch unübersichtliche Taxonomie einiger Brandpilzgruppen zu bringen. Deshalb wurde dieses Konzept für die Benennung der hier untersuchten Arten angewendet.

Anhand der Sporenlager und der Sporenmorphologie soll unter Berücksichtigung der Verwandtschaftsverhältnisse der Wirtspflanzen überprüft werden, ob eines der in den Tabellen 1 und 2 aufgeführten Konzepte beibehalten werden kann, oder ob sich auf Grund der Feinstruktur der Brandsporenoberfläche neue Gruppierungen ergeben. Die Benennung der Wirtspflanzen erfolgt nach der Flora Europaea I (Tutin et al. 1964).

Material und Methoden

Belege der Herbarien C, GZU, M und UPS wurden untersucht. Außerdem standen Aufsammlungen aus folgenden Privatherbarien zur Verfügung:

Herb GD – Dr. G. Deml, Tübingen, BR Deutschland; Herb JP – Prof. Dr. J. Poelt, Graz, Österreich; Herb KV – Dr. K. Vanky, Gagnef, Schweden.

Für die Überlassung des Materials sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt.

Tabelle 1: Auf *Bilderdykia* und *Polygonum* parasitierende *Ustilago*-Arten mit netzförmiger Oberfläche der Brandsporen*)

Liro	U. anomala Kunze P. dumetorum L.	U. carnea Liro P. convolvulus L.	U. avicularis Liro P. aviculare L.	U. cordai Liro P. hydropiper L.	U. scutulata Liro P. foliosum L.	U. microspora Liro P. acre L.	U. muricata Liro P. mite Schrank	U. polygoni- minoris Liro P. minus Huds.	U. reticulata Liro P. tomentosum Schrank	U. ravida Liro P. senegalense Meissn.
Zundel	U. anomala Kunze P. dumetorum L.; P. convolvulus L.; P. aviculare L.; P. serrulatum Lag.;			U. utriculosa (Nees) Unger P. hydropiper L.; P. acre HBK; P. aviculare L.; P. barbatum L.; P. calcatum Lindm.; P. lapathifolium L.; P. mite Schrank; P. senegalense Meissn.; P. tomentosum Schrank						
Savile	U. anomala Kunze var. anomala P. dumetorum L.	carnea (Liro) Hirschhorn P. convolvulus L.	cordai (Liro) Savile P. hydropiper L.	U. tenuispora Ciferri P. punctatum Ell. P. acre HBK;				U. reticulata Liro P. lapathifolium L. P. scabrum Moench.		
Lindeberg	U. anomala Kunze var. anomala P. dumetorum L.	carnea (Liro) Hirschhorn P. convolvulus	avicularis (Liro) B. Lindeberg P. aviculare L.	cordae (Liro) Savile P. hydropiper L.; P. foliosum Lindm.;			muricata B. Lindeberg P. minus Huds.; P. persicaria L.	U. reticulata Liro P. tomentosum Schrank		

*) Nach der Flora Europaea I (Tutin et al. 1964) müssen *Polygonum dumetorum* L. und *P. convolvulus* L. in *Bilderdykia dumetorum* (L.) Dumort. und *B. convolvulus* (L.) Dumort. umbenannt werden.

Alle Belege waren als *Ustilago*-Arten bezeichnet. Zunächst wurden sie nach Befallstypen und Wirtspflanzen geordnet und lichtmikroskopisch untersucht. Um den Größenverlust luftgetrockneter Proben gegenüber Frischmaterial abschätzen zu können, wurden die Sporen einiger Aufsammlungen in Kaliumhydroxid oder Lactophenol gegeben. Nach einer Quellzeit von einer Stunde bzw. drei Tagen wurden die Proben lichtmikroskopisch vermessen und mit den Angaben über Frischmaterial verglichen.

Für die Rasterelektronenmikroskopie wurden die luftgetrockneten Sporen auf den Probenplatten befestigt und unmittelbar vor der Untersuchung in einer Gleichstrom-Kathoden-Zerstäubungsanlage bei einem Kippwinkel von 60° mit einer Gold-Palladium-Legierung kegelbesputtert. Die Präparate wurden mit einem Cambridge Stereoscan S 4-10 bei 20 KV Beschleunigungsspannung und 30° Kippwinkel mikroskopiert.

Neben dem Durchmesser (SD) wurden bei den Sporen mit netzförmiger Oberfläche Maschenweite (MW), Leistenhöhe (LH) und Leistendicke (LD) ermittelt, bei den Sporen mit warziger Oberfläche Warzenhöhe (WH), Warzendurchmesser (WD) und Anzahl der Warzen pro Flächeneinheit (W/FE). Um die Variationsbreite zu erhalten, wurden Mittelwert und Standardabweichung berechnet. Die angegebenen Werte entsprechen dem Vertrauensintervall der doppelten Standardabweichung. Bei der Auswertung der Sporen mit warziger Oberfläche wurden Unterschiede in der Warzendichte mit Hilfe der U-Tests von Wilcoxon (Sachs 1974) auf Signifikanz geprüft.

Tabelle 2: Auf *Polygonum* parasitierende Arten von *Sphacelotheca* und *Ustilago* mit warziger Oberfläche der Brandsporen.

Liro	S. <i>hydropiperis</i> (Schum.) de Bary P. <i>hydropiper</i> L.; P. <i>foliosum</i> Lind.; P. <i>minus</i> Huds.; P. <i>persicaria</i> L. P. <i>tomentosum</i> Schrank	U. <i>ustilaginea</i> (DC.) Liro P. <i>viviparum</i> L.;	U. <i>pustulata</i> (DC.) Winter P. <i>bistorta</i> L.; P. <i>viviparum</i> L.;	U. <i>marginalis</i> (DC.) Léveillé P. <i>bistorta</i> L.;
Zundel	S. <i>hydropiperis</i> (Schum.) de Bary P. <i>hydropiper</i> L.; P. <i>acre</i> HEK; P. <i>alpinum</i> All. P. <i>minus</i> Huds.; P. <i>persicaria</i> L.; P. <i>viviparum</i> L.;	S. <i>inflorescentiae</i> (Trel.) Maire P. <i>viviparum</i> L.;	U. <i>pustulata</i> (DC.) Winter P. <i>bistorta</i> L.;	U. <i>marginales</i> (DC.) Léveillé P. <i>bistorta</i> L.;
Savile	U. <i>bistortarum</i> (DC.) Körnicke P. spp. sekt. <i>Bistorta</i>			
Lindeberg	U. <i>hydropiperis</i> (Schum.) de Bary P. <i>hydropiper</i> L.; P. <i>minus</i> Huds.; P. <i>persicaria</i> L.;	U. <i>bistortarum</i> (DC.) Körnicke var. <i>ustilaginea</i> (DC.) B. Lindeberg P. <i>viviparum</i> L.; (P. <i>bistorta</i> L.)	<i>pustulata</i> (DC.) B. Lindeberg P. <i>viviparum</i> L.; P. <i>bistorta</i> L.;	<i>marginalis</i> (DC.) B. Lindeberg P. <i>bistorta</i> L.;

Ergebnisse und Diskussion

I. Befallstypen und lichtmikroskopische Auswertung

Nach Lage der Sori auf den Wirtspflanzen lassen sich drei Befallstypen unterscheiden:

- a) Infloreszenz: Anstelle der Blüten sind nur noch hellbraune bis schwarze Anschwellungen erkennbar. Die Sporenlager verändern die Blüte so, daß die Blütenorgane nicht mehr zu identifizieren sind.
- b) Brutknospe: Bei einem Teil der untersuchten *Polygonum viviparum* Pflanzen waren die Sori in den Brutknospen angelegt.
- c) Blatt: Die Sori sind entweder als pustelförmige Anschwellungen über die Blattspreite verteilt, oder ausschließlich am Blattrand lokalisiert.

Die lichtmikroskopische Analyse der Brandsporen läßt netzförmig und warzig strukturierte Oberflächen erkennen. Die Sporen mit netzförmiger Oberfläche zeigen zwei unterscheidbare Maschenweiten. Nicht zu erkennen ist, ob sich innerhalb der Maschen noch weitere Strukturen befinden. Bezüglich ihrer Exosporstrukturen sind die Sporen mit warziger Oberfläche mehr oder weniger einheitlich.

Brandsporen mit netzförmigen Oberflächen entstehen nur in Blüten. Daneben kommen in den Infloreszenzen einiger Arten Brandpilze mit warziger Oberfläche der Dauersporen vor. Für die in Brutknospen und Blättern auftretenden Parasiten sind warzige Sporenoberflächen charakteristisch. Diese Befunde sind in Abbildung 1 zusammengefaßt.

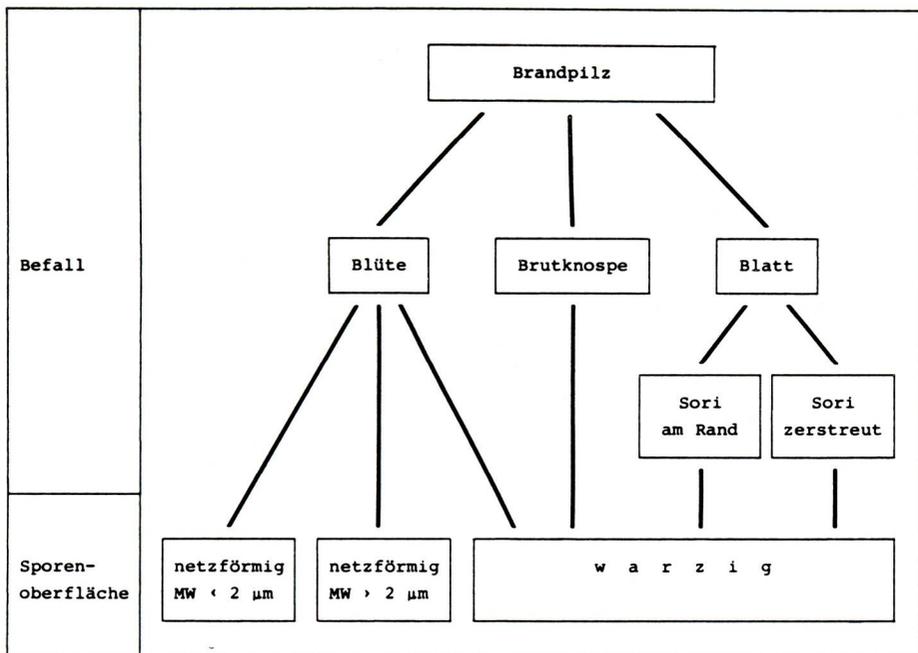


Abb. 1: Einteilung der Brandpilze nach Befallsbild und Oberflächenstruktur der Dauersporen

II. Rasterelektronenmikroskopische Auswertung und Nomenklatur

Für die Benennung der Arten wird im wesentlichen das von F i s c h e r & S h a w (1953) eingeführte Artkonzept angewendet. Danach sind für die Unterscheidung von Arten, die auf Vertretern einer Wirtsfamilie parasitieren, ausschließlich morphologische Kriterien anzuwenden.

1. Brandpilze mit netzförmiger Oberfläche der Brandsporen

Die rasterelektronenmikroskopische Untersuchung der Brandpilze mit netzförmiger Oberfläche der Dauersporen ergab die in Tafel 1 dargestellten Oberflächentypen A (a, b), B (c, d) und C (e, f). Die Typen A und B lassen sich bei gleicher Maschenweite im feinstrukturellen Bild eindeutig an Hand der, nur bei Typ B innerhalb der Maschen vorhandenen, warzigen Strukturen unterscheiden. Die bereits lichtmikroskopisch erkennbare größere Maschenweite trennt C vom Oberflächentyp B. Bezieht man die in Tabelle 3 zusammengefaßten Meßergebnisse mit ein, zeigen sich beim Oberflächentyp B zwei Formen mit unterschiedlichem Sporendurchmesser.

Nach dem hier akzeptierten Konzept, sind diese Brandpilze, die ihre Sporenlager in den Blüten von *Bilderdykia*- und *Polygonum*-Arten bilden, auf Grund morphologischer Merkmale als vier Arten abzugrenzen. Entsprechend der Arbeiten von L i r o (1924, 1938), S a v i l e (1953, 1957) und L i n d e b e r g (1959) sind sie wie folgt zu benennen:

Ustilago anomala Kunze, F. sel. exs. 23, 1875 (nom. nudum).

Typuswirt: *Bilderdykia dumetorum* (L.) Dumort.

Sporendurchmesser 9–14 μm ; Sporenoberfläche netzförmig (Tafel 1, a + b), Maschenweite $< 2 \mu\text{m}$, innerhalb der Maschen glatt, Leistenhöhe 0,4–0,7 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Bilderdykia dumetorum* (L.) Dumort., *B. convolvulus* (L.) Dumort., *Polygonum aviculare* L., *P. arenastrum* Boreau (= *P. aequale* Lindman)

Ustilago cordai Liro, Ann. Acad. Sci. Fenn. A 17: 12, 1924.

Typuswirt: *Polygonum hydropiper* L.

Sporendurchmesser 9–14 μm ; Sporenoberfläche netzförmig (Tafel 1, c), Maschenweite $< 2 \mu\text{m}$, innerhalb der Maschen warzige Strukturen, Leistenhöhe 0,4–0,7 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum hydropiper* L.

Ustilago tenuispora Cif., Ann. Myc. 29: 58, 1931.

Typuswirt: *Polygonum acre* H. B. K.

Sporendurchmesser 6–9 μm ; Sporenoberfläche netzförmig (Tafel 1, d), Maschenweite $< 2 \mu\text{m}$, innerhalb der Maschen warzige Strukturen, Leistenhöhe 0,5–0,6 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum minus* Hudson, *P. mite* Schrank, *P. persicaria* L.

Ustilago reticulata Liro, Ann Acad. Sci. Fenn. A 17: 20, 1924.

Typuswirt: *Polygonum tomentosum* Schrank.

Sporendurchmesser 9–14 μm ; Sporenoberfläche netzförmig (Tafel 1, e + f), Maschenweite $> 2 \mu\text{m}$, innerhalb der Maschen Alveolen, Leistenhöhe 0,5–0,7 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum lapathifolium* L., *P. senegalense* Meissn.

Betrachtet man diese Brandpilze unter dem Gesichtspunkt der Taxonomie ihrer Wirtspflanzen, zeigt sich eine klare Bestätigung der morphologischen Ergebnisse. Während *Ustilago anomala* auf *Bilderdykia* und *Polygonum* sekt. *Polygonum* parasitiert, kommen die drei restlichen Brandpilze nur auf Vertretern von *Polygonum* sekt. *Persicaria* vor. Entgegen dem Anschein ist die Zuordnung dieser Brandpilze zu Wirtspflanzenarten eindeutig möglich. Nach L i n d e b e r g (1959) sind alle Berichte von brandpilzbefallenen *Polygonum persicaria* aus Skandinavien nicht richtig. Bei den Wirten handelt es sich um

falsch bestimmte Exemplare von *Polygonum lapathifolium*, was durch die Sporenmorphologie des Parasiten bestätigt wird. Es ist daher anzunehmen, daß gleiches für die in Tabelle 3 angegebenen Belege von *Polygonum persicaria* gilt.

Der von Liro als *Ustilago ravida* beschriebene Brandpilz entspricht nach seinen morphologischen Merkmalen dem Sporentyp C. Diese Übereinstimmung rechtfertigt seine Zuordnung zu *Ustilago reticulata*. Zusätzlich kann dieser Pilz als Bestätigung für das auf der Morphologie beruhende Artkonzept angesehen werden. Die fehlende Infektionsfähigkeit für andere Polygonaceen-Arten mag als Isolationsmechanismus gewertet werden.

2. Brandpilze mit warziger Oberfläche der Brandsporen

Die rasterelektronenmikroskopischen Bilder der Brandsporen mit warziger Oberfläche sind in den Tafeln 2 und 3 zusammengestellt. Die Meßeergebnisse finden sich in Tabelle 4. Entsprechend der in Abbildung 3 gezeigten Anordnung nach Lage der Sori, können den Befallsbildern Brandpilze mit charakteristischen Oberflächen der Dauersporen zugeordnet werden.

Eine Ausnahme sind anscheinend jene Pilze, die ihre Sporenlager in den Brutknospen und auf den Blättern von *Polygonum viviparum* ausbilden. Doch rechtfertigen die weitgehende Übereinstimmung der morphologischen, inklusive der feinstrukturellen Merkmale und das Auftreten auf ein und derselben Wirtspflanze die Aussage, diesen Pilz als eine Art anzusehen. Nach den Arbeiten von Langdon & Fullerton (1975, 1978) über die Ontogenie der Sporenlager und die Sporenbildung bei *Ustilago* und *Sphacelotheca* muß dieser Pilz als Vertreter der Gattung *Ustilago* bezeichnet werden.

Ustilago inflorescentiae (Trel.) Maire, Österr. Bot. Zeitschr. 57: 273, 1907.

Typuswirt: *Polygonum viviparum* L.

Sporenlager in den Brutknospen oder auf der Blattspreite; Sporendurchmesser 10–18 μm ; Sporenoberfläche dicht warzig (Tafel 2, c + d; Tafel 3, a + b), Warzenhöhe 0,3–0,6 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum viviparum* L.

Mit ihren typisch unterschiedlichen Befallsbildern – Sporenlager auf der Blattspreite verteilt oder Sori nur am Blattrand – und der unterschiedlichen Oberfläche der Dauersporen sind die Brandpilze auf *Polygonum bistorta* jeweils als eigene Art anzuerkennen.

Ustilago bistortarum (DC.) Körnicke, Hedwigia 16: 38, 1877.

Typuswirt: *Polygonum bistorta* L.

Sporenlager auf der Blattspreite verteilt; Sporendurchmesser 12–18 μm ; Sporenoberfläche warzig (Tafel 3, c + d), Warzenhöhe 0,4–0,6 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum bistorta* L.

Ustilago marginalis (DC.) Lev., D'Orbigny in Dict. Univ. Hist. Nat. 12: 778, 1848.

Typuswirt: *Polygonum bistorta* L.

Sporenlager am Blattrand; Sporendurchmesser 10–15 μm ; Sporenoberfläche warzig (Tafel 3, e + f), Warzenhöhe 0,3–0,4 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum bistorta* L.

Während die Wirte der bisher besprochenen Parasiten *Polygonum* sekt. *Bistorta* angehören, scheint nach den vorliegenden Untersuchungen das Wirtspflanzenspektrum der Brandpilze, die ihre warzigstrukturierten Dauersporen in den Blüten von *Polygonum*-Arten ausbilden, nur Vertreter von *Polygonum* sekt. *Persicaria* zu umfassen. Die Untersuchungen von Langdon & Fullerton (1978) haben die Eigenständigkeit der Gattung *Sphacelotheca* bestätigt. Nach den vorliegenden Ergebnissen, die mit den Literaturangaben übereinstimmen, müssen diese Brandpilze auf *Polygonum* sekt. *Persicaria* der Gattung

Tabelle 3: Untersuchte Brandpilze mit netzförmiger Oberfläche der Dauersporen auf *Bilderdykia* (B.) und *Polygonum* (P.)*

Wirt	Herbar	SD	MW	LH	LD
Sporentyp_A					
B. dumetorum	GZU Typus	8-9	1,2-1,6	0,5	0,2
	M 120/8	7	1,0-1,7	0,4	0,2
	M 105/2	8-9	1,0-1,7	0,5	0,1
	M 120/1	8	1,1-1,7	0,5	0,1
	C Sept. 1915	8-9	1,7-2,0	0,4	0,2
	C Ljus 7/9 1887	8-9	1,3-1,9	0,5	0,1
	M 105/1	8-10	1,3-1,7	0,4	0,1
B. convolvulus	M 120716	8	1,3-1,8	0,5	0,2
	C 20.09.1960	7-10	1,2-1,7	0,4	0,1
	M 120/26	7	1,1-1,8	0,5	0,1
	M 120/27	9	1,4-1,9	0,5	0,1
	M 120/28	9	1,6-2,1	0,5	0,1
	Herb. GD 744	7-9	1,4-2,1	0,5	0,2
	M 120/29	9	1,5-2,0	0,4	0,1
	M 120/25	9	1,0-2,0	0,4	0,1
P. aviculare	UPS (KV 857)	9-10	1,3-1,9	0,6	0,2
	UPS 1296	11-13	1,3-2,0	0,6	0,2
(= P. heterophyllum)	UPS 13.08.1916	9-11	1,3-1,9	0,6	0,1
P. aequale	C 24.08.1960	7-11	1,2-1,8	0,5	0,2
Sporentyp_B					
P. hydropiper	M 120/30	9	1,5-1,7	0,5	0,2
	M 120/31	9	1,7-2,1	0,5	0,2
	M 120/32	9	1,3-1,8	0,4	0,1
	GZU 15/1-78 (KV 162)	10	1,6-2,0	0,6	0,2
	M 120/36	10	1,1-1,8	0,5	0,1
P. minus	UPS Herb Norm. IV:76	8-9	1,2-1,6	0,5	0,1
P. mite	UPS 1095	7-9	1,2-1,6	0,6	0,1
	UPS 57	6-8	1,2-1,7	0,5	0,1
	UPS 1693 Isotypus	7-10	1,1-2,0	0,5	0,2
P. persicaria	M 120/40	8-9	1,2-1,6	0,6	0,2
	M 120/35	9	1,0-1,5	0,6	0,2
	M 120/18	8	1,0-1,6	0,5	0,2
Sporentyp_C					
P. lapathifolium	GZU 215	8	2,2-3,4	0,5	0,2
	GZU 15/1-78 (KV 199)	9	2,3-2,5	0,7	0,1
	GZU 22	9	1,7-2,3	0,7	0,1
	M 120/49	8-10	2,3-2,6	0,6	0,1
P. persicaria	GZU Herb. H. Pritt. 23.09.1973	9	2,2-2,8	0,7	0,1
	M 120/42	7-10	2,0-2,7	0,6	0,2
	M 120/43	9-11	2,4-2,8	0,7	0,1
	M 120/44	8-11	1,8-2,6	0,7	0,2
P. senegalense	Herb KV 244	8-10	1,6-2,5	0,6	0,1

* Die Messungen wurden an luftgetrocknetem Herbarmaterial nach rasterelektronenmikroskopischen Bildern vorgenommen. Quellungsversuche haben ergeben, daß die Größenangaben ca. 10-30% geringer sind als bei gequollenem Herbarmaterial.

Sphacelotheca zugerechnet werden. Ob sie alle der unten angegebenen Art angehören, kann auf Grund der geringen Zahl von bearbeiteten Aufsammlungen nicht entschieden werden.

Sphacelotheca hydropiperis (Schum.) de Bary, Vergl. Morph. d. Pilze 187, 1884.

Typuswirt: *Polygonum hydropiper* L.

Sporenlager in den Fruchtknoten; Sporendurchmesser 9–14 μm ; Sporenoberfläche warzig (Tafel 2, a + b), Warzen zum Teil ineinander verlaufend, Warzenhöhe bis 0,2 μm .

Untersuchte Wirtspflanzen: *Polygonum hydropiper* L., *P. mite* Schrank, *P. persicaria* L., *Polygonum* spec.

3. Bestimmungsschlüssel der mittel- und nordeuropäischen *Ustilago*-Arten auf *Bilderdykia* und *Polygonum* (nach licht- und rasterelektronenmikroskopischen Merkmalen).

- 1 Sporenlager in den Infloreszenzen
 - 2 Oberfläche der Brandsporen dicht warzig
U. inflorescentiae
 - 2 Oberfläche der Brandsporen netzförmig
 - 3 Maschenweite $> 2 \mu\text{m}$
U. reticulata
 - 3 Maschenweite $< 2 \mu\text{m}$
 - 4 Innerhalb der Maschen glatt
U. anomala
 - 4 Innerhalb der Maschen Alveolen
 - 5 Sporendurchmesser 9–14 μm
U. cordai
 - 5 Sporendurchmesser 6–9 μm
U. tenuispora
- 1 Sporenlager auf den Blättern
 - 6 Sporenlager am Blattrand
U. marginalis
 - 6 Sporenlager auf der Blattspreite
 - 7 Oberfläche der Brandsporen dicht warzig
U. inflorescentiae
 - 7 Oberfläche der Brandsporen locker warzig
U. bistortarum

4. Wirt-Parasiten-Liste der mittel- und nordeuropäischen *Ustilago*-Arten auf *Bilderdykia* und *Polygonum*

Bilderdykia

B. convolvulus

– *Ustilago anomala*

B. dumetorum

– *Ustilago anomala*

Tabelle 4: Untersuchte Brandpilze mit warziger Oberfläche der Dauersporen auf *Polygonum* (P.)*

Wirt	Herbar	SD	WH	WD	W/FE
<u>Blüte</u>					
<i>P. hydropiper</i>	M 120/52	10	0,1-0,2	0,2x0,5	29
<i>P. mite</i>	M 120/33	10	0,2	0,2x0,3	25
<i>P. persicaria</i>	M 120/41	10-11	0,2	0,2x0,3	30
<i>P. spec.</i>	M 120/38	8	0,2	0,2x0,4	33
<u>Brutknospe</u>					
<i>P. viviparum</i>	UPS 1928/6 46	9-11	0,6	0,4	27
	UPS 1929/6 20	10-12	0,4	0,4	21
	UPS 196 /7 20	10-11	0,4	0,3	26
	UPS 1920/7 18	9-12	0,5	0,4	33
	UPS 1920/11	7-10	0,4	0,4	39
	UPS 12.07.1975 (9841)	10-12	0,3	0,3	41
	UPS 23.06.1933	9-11	0,4	0,3	40
	UPS 11.07.1928	11	0,5	0,3	37
	UPS 06.07.1927	10	0,5	0,3	32
	UPS 1925/7 11	10-11	0,4	0,3	42
	Herb JP 5323	10	0,4	0,4	36
	C 93730	10-14	0,6	0,5	32
	C 93728	10-13	0,6	0,5	29
	UPS 1923/7 11	10-12	0,5	0,4	22
	UPS 26.06.1975	10-13	0,4	0,3	29
	UPS 08.08.1946	11-13	0,5	0,4	24
<u>Blatt - Sori zerstreut</u>					
<i>P. bistorta</i>	Herb JP 4487	14	0,2	0,3	10
	GZU 224	15	0,4	0,4	16
	C 3252	11-15	0,6	0,4	14
	C 26/5 1894	12-16	0,6	0,4	12
	C Mai 1902	12-16	0,4-0,6	0,3	20
	C 3	10-12	0,4	0,3	18
	C 1868	10-13	0,5-0,6	0,4	18
	C 11	10-12	0,5	0,3	22
<i>P. viviparum</i>	UPS 23.07.1962	12-16	0,3	0,2	27
	UPS 16.06.1923	9-15	0,3	0,4	25
	UPS 1810/6 92	9-13	0,3	0,3	30
	UPS 1926/6 11	13	0,3	0,3	29
	UPS 198/7 12	12	0,4	0,3	28
	UPS 1929/6 50	10-12	0,4	0,3	26
	UPS 1816/7 85	10-15	0,4	0,4	26
	UPS 1923/6 11	13-14	0,6	0,4	24
	UPS 195/7 11	12-16	0,4	0,3	27
	UPS 1923/7 11	10-15	0,5	0,3	21
	UPS 15.06.1923	11-12	0,5	0,3	35
	UPS 26.07.1953	9-13	0,4	0,4	22
	<u>Blatt - Sori am Rand</u>				
<i>P. bistorta</i>	GZU 252	10	0,4	0,4	22
	UPS 165	8-13	0,3	0,3	23
	UPS 29.06.1943	9-14	0,5	0,4	15
	UPS 167	9-14	0,5	0,3	17
	UPS 11.06.1898	8-13	0,4	0,3	24

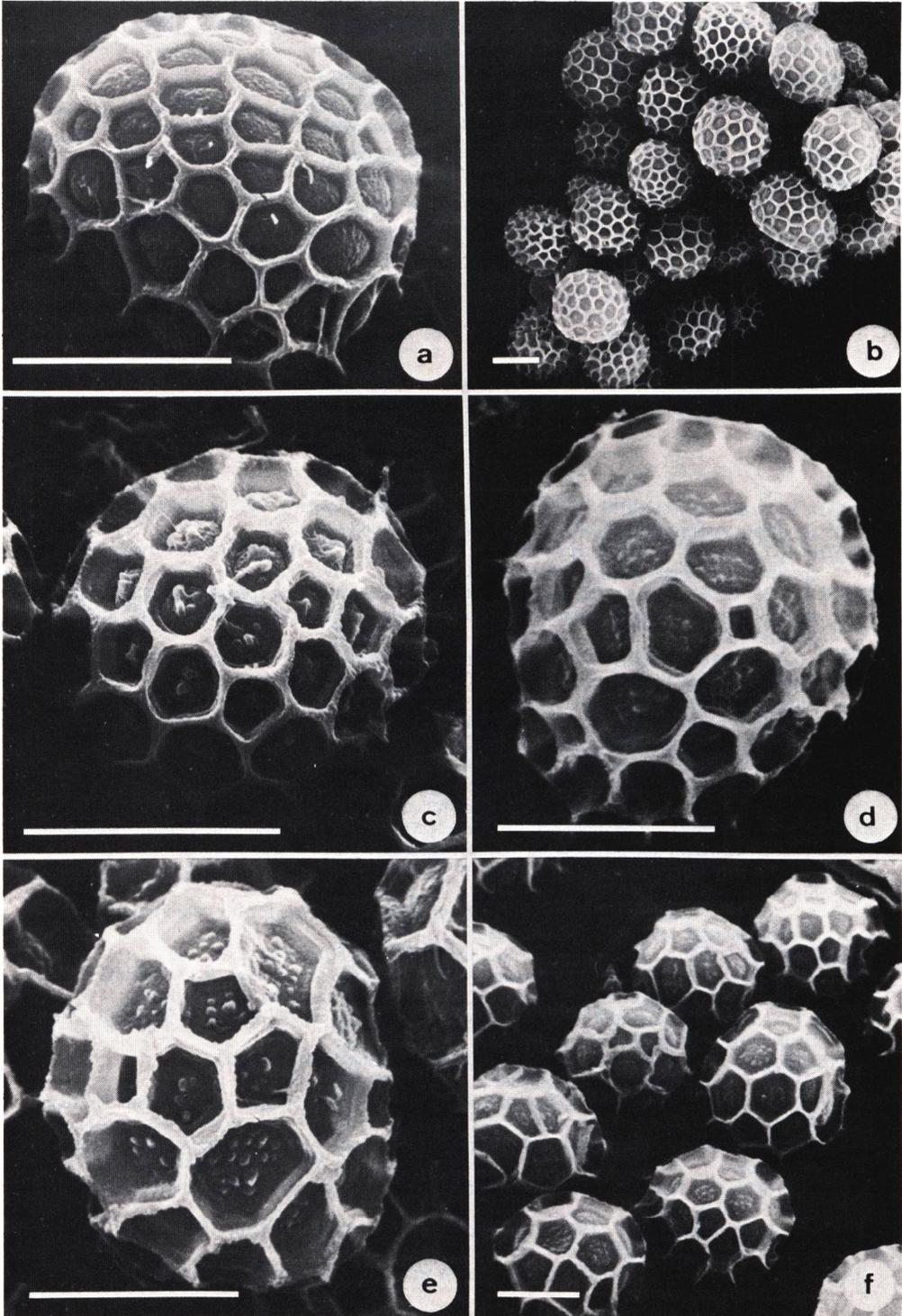
* Bemerkung siehe Abbildung 4.

Polygonum

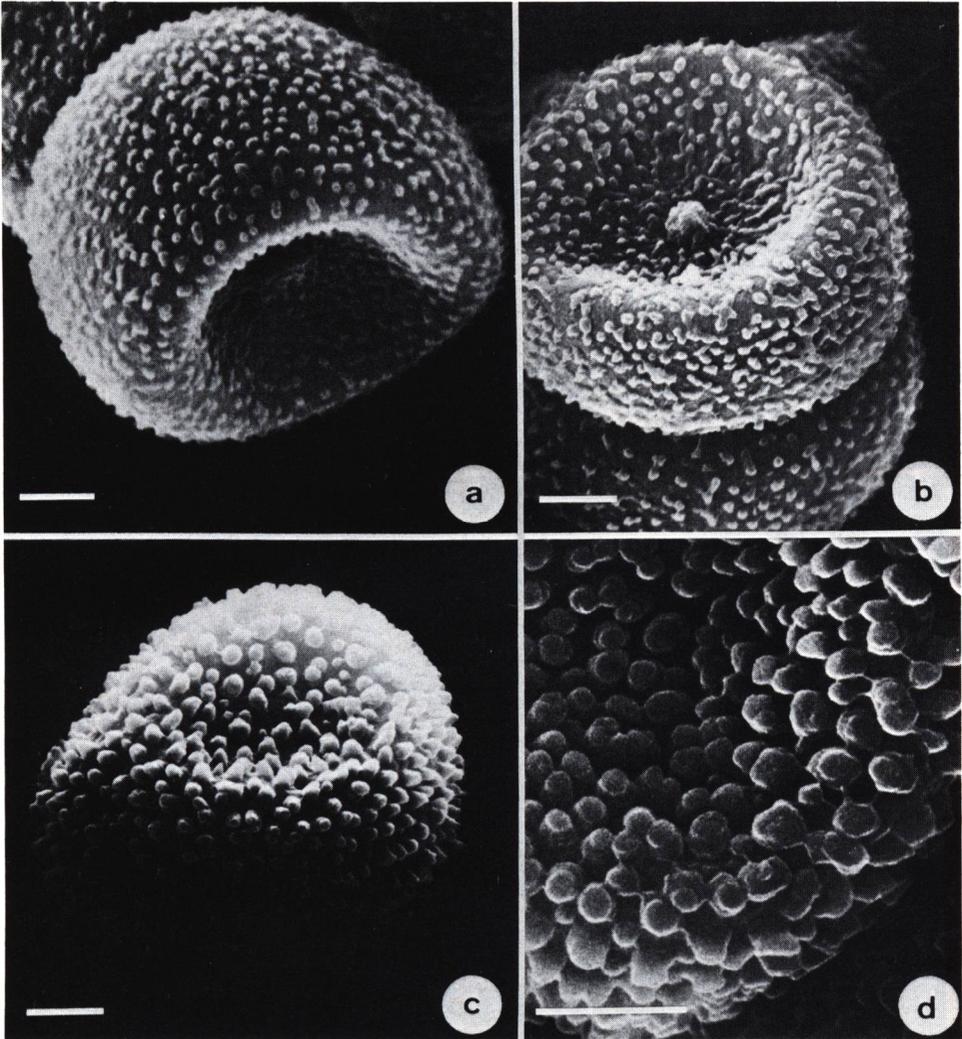
<i>P. arenastrum</i>	– <i>Ustilago anomala</i>
<i>P. aviculare</i>	– <i>Ustilago anomala</i>
<i>P. bistorta</i>	– <i>Ustilago bistortarum</i> <i>Ustilago marginalis</i>
<i>P. hydropiper</i>	– <i>Ustilago cordai</i>
<i>P. lapathifolium</i>	– <i>Ustilago reticulata</i>
<i>P. minus</i>	– <i>Ustilago tenuispora</i>
<i>P. mite</i>	– <i>Ustilago tenuispora</i>
<i>P. persicaria</i>	– <i>Ustilago tenuispora</i>
<i>P. viviparum</i>	– <i>Ustilago inflorescentiae</i>

Literatur

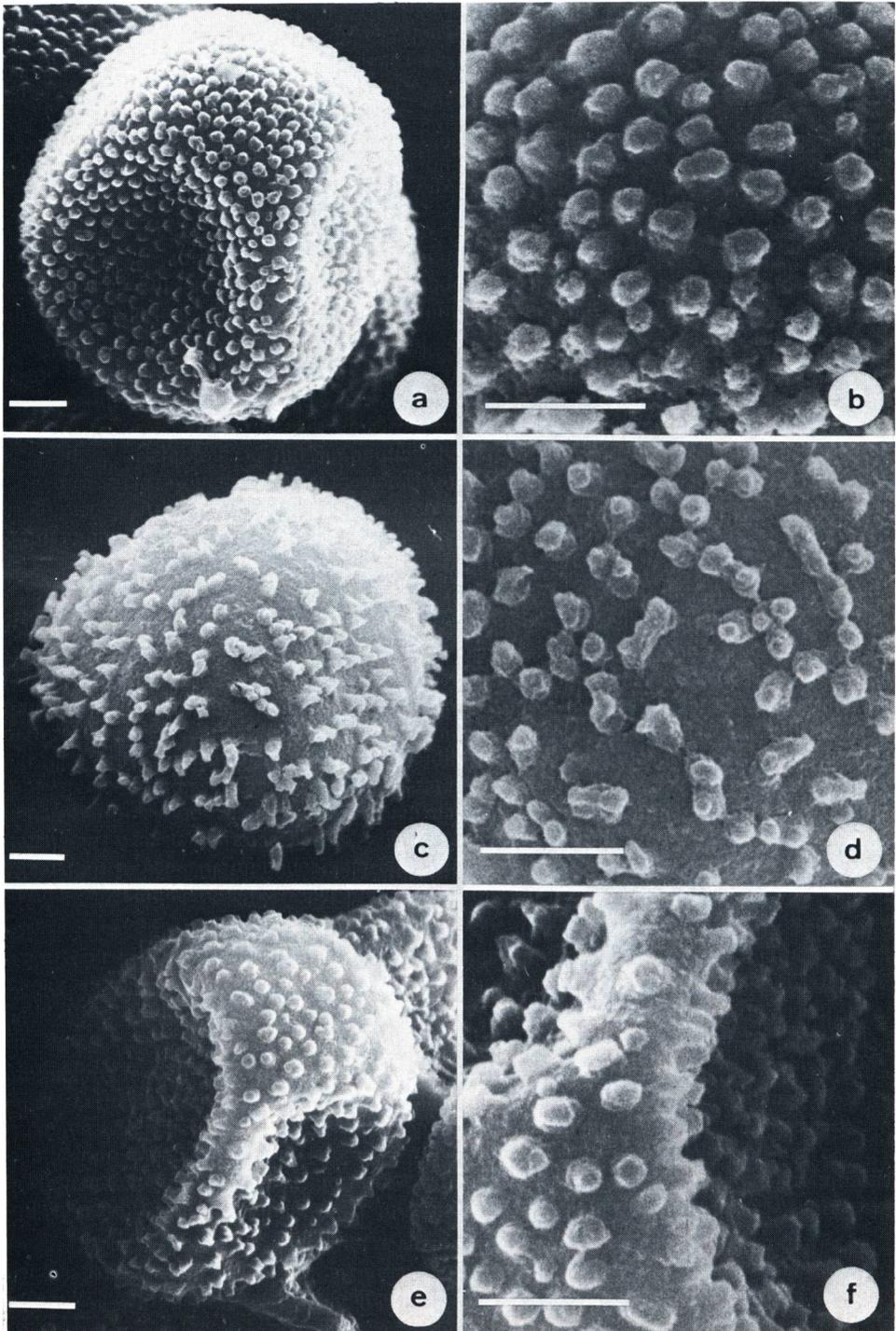
- BAIRD, M. L. & E. D. GARBER (1979) – Genetics of *Ustilago violacea* IV. An electrophoretic survey for urease variants in wild strains. Bot. Gaz. 140: 84–88.
- BRADFORD, L. S., R. J. JONES & E. D. GARBER (1975) – An electrophoretic survey of fourteen species of the fungal genus *Ustilago*. Bot. Gaz. 136 (1): 109–115.
- DURRIEU, M. G. & CH. RAJERARISON (1968) – L'ornementation sporale des *Ustilago* parasites des Polygonacées (observations en microscopie électronique). C. R. Acad. Sci. Paris, f 267: 1940–1942.
- ESSER, K. & P. HOFFMANN (1977) – Genetic basis for speciation in higher Basidiomycetes with special reference to the genus *Polyporus*. in H. Cléménçon, The species concept in Hymenomycetes, J. Cramer, Vaduz, 189–203.
- FINERAN, J. M. (1978) – A scanning electron microscope study of teleospore in *Entorrhiza* C. Weber (Ustilaginales). Nova Hedwigia Z. Kryptogamenkd. 29: 825–845.
- FISCHER, G. W. & CH. E. SHAW (1953) – A proposed species concept in the smut fungi, with application to North American species. Phytopathology 43: 181–188.
- KNIEP, H. (1926) – Über Artkreuzungen bei Brandpilzen. Z. Pilzkd. 5: 217–247.
- KUKKONEN, J. (1969) – The spore surface in the *Anthracoidea* section *Echinosporeae* (Ustilaginales). A study with light and electron microscopy. Ann. Bot. Fenn. 6: 269–283.
- LANGDON, R. F. N. & R. A. FULLERTON (1975) – Serus Ontogeny and Sporogenesis in some Smut Fungi. Aust. J. Bot. 23: 915–930.
- & – (1978) – The genus *Sphacelotheca* (Ustilaginales): Criteria for its delimitation and consequences thereof. Mycotaxon 4, 421–456.
- LINDBERG, B. (1959) – Ustilaginales of Sweden. Symb. Bot. Ups. XVI: 2.
- LIRO, J. I. (1924) – Die Ustilagineen Finnlands I. Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A 17, Helsinki.
- (1938) – Die Ustilagineen Finnlands II. Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A 42, Helsinki.
- SACHS, L. (1974) – Angewandte Statistik, Planung und Auswertung, 4. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- SAVILE, D. B. O. (1953) – Notes on Boreal Ustilaginales. Can. J. Bot. 31: 663–675.
- (1957) – Notes on Boreal Ustilaginales II. Can. J. Bot. 35: 279–286.
- SCHWINN, F. J. (1969) – Die Darstellung von Pilzsporen im Rasterelektronenmikroskop. Phytopath. Z. 64: 376–379.
- TUTIN, T. G. (1964, ed.) – *Polygomaceae*, in Tutin et al., Flora Europaea I, University Press, Cambridge.
- ZAMBETTAKIS, CH. (1978) – Les *Anthracoidea* des *Carex* et les Ustilaginees aberrantes. Bull. Soc. Myc. Fr. 94: 1–152.
- ZOGG, H. & F. J. SCHWINN (1971) – Surface structures of spores of the Ustilaginales. Trans. Br. Mycol. Soc. 57: 403–410.
- ZUNDEL, G. L. (1953) – The Ustilaginales of the World. Bot. Dept. Penn. State College 176, 410 pp.



Tafel 1: Brandsporen mit netzförmigem Exospor; Sori in den Blüten (Meßstrich = 5 μ m).
 Oberflächentyp A: *Ustilago anomala* auf *Bilderdykia dumetorum* (a), auf *B. convolvulus* (b).
 Oberflächentyp B: *U. cordai* auf *Polygonum hydropiper* (c), *U. tenuispora* auf *P. mite* (d).
 Oberflächentyp C: *U. reticulata* auf *P. lapathifolium* (e + f).



Tafel 2: Brandsporen mit warzigem Exospor; Sori in den Infloreszenzen (Meßstrich = 2 μm).
Sphacelotheca hydropiperis auf *P. hydropiper* (a), auf *P. persicaria* (b).
U. inflorescentiae auf *P. viviparum* (c + d)



Tafel 3: Brandsporen mit warzigem Exospor; Sori auf den Blättern (Meßstrich = 2 μ m).

U. inflorescentiae auf *P. viviparum* (a + b)

U. bistortarum auf *P. bistorta* (c + d).

U. marginalis auf *P. bistorta* (e + f).



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [47_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Deml Günther, Pohl A., Oberwinkler Franz

Artikel/Article: [Studien an Heterobasidiomyceten, Teil 12. Brandpilze auf Polygonaceen - Arten 257-270](#)