©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 97	S. 27 - 33	Innsbruck, Juli 2011

Zur Taxonomie von *Solorina bispora* NYL. ssp. *bispora* (Ascolichenes) nach Sporenmerkmalen

von

Georg GÄRTNER, Andrea DABLANDER & Werner KOFLER *)

Taxonomy of *Solorina bispora* NYL. ssp. *bispora* (Ascolichenes) based on spore wall ornamentation

Synopsis: Morphology and structure of spores of *S. bispora* NYL. were investigated with light- and scanning electrone microscope to elucidate the taxonomy of its infraspecific taxa. A key for determination of all European taxa of the genus *Solorina* is also proposed.

Keywords: lichens, *Solorina bispora* ssp. *bispora,* spores, wall ornamentation, scanning electron microscopy, taxonomy, key

1. Einleitung:

Die arktisch-alpine Flechtengattung *Solorina* ACH. umfasst bodenbewohnende Blatt- oder Laubflechten mit flächenständigen oder in den Thallus eingesenkten Apothezien. Weltweit sind etwa 10 Arten aus montanen bis alpinen Lagen bekannt, die europäischen Sippen untersuchten HUE (1911), GILBERT (1975, 1992) und MARTINEZ & BURGAZ (1998). Bestimmungsschlüssel sind unter anderem bei POELT (1969), CLAUZADE & ROUX (1985) sowie bei MARTINEZ & BURGAZ (1998) zu finden. 8 Taxa sind für Europa akzeptiert (TÜRK & HAFELLNER 2010): *Solorina crocea* (L.) ACH., *Solorina octospora* (ARNOLD) ARNOLD, *Solorina saccata* (L.) ACH., *Solorina spongiosa* (ACH.) ANZI, *Solorina monospora* GYELN., *Solorina bispora* NYL. ssp. *bispora*, *Solorina bispora* NYL. ssp. *macrospora* (HARM.) BURGAZ & I. MARTINEZ sowie *Solorina bispora* NYL. var. *subspongiosa* (ZSCHACKE) FREY.

Die Thallusmorphologie erweist sich bei *Solorina bispora* und ihren infraspezifischen Sippen als äußerst variabel, die Ränder des Thallus neigen zu unterschiedlich starker Cephalodienbildung und sind besonders bei hochalpinen Formen oft nur mehr auf Reste um die Apothezien beschränkt. Somit kommt den Sporen in ihrer Zahl pro Ascus, ihrer Größe und Wandstruktur bei der Bestimmung eine wesentlich stärkere taxonomische

*) Anschrift der Verfasserin und der Verfasser: tit. Univ. Prof. Dr. Georg Gärtner, Andrea Dablander, Werner Kofler, Institut für Botanik der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Sternwartestraße 15, 6020 Innsbruck, Österreich; E-Mails: georg.gaertner@uibk.ac.at; andrea dablander@org; Werner.kofler@uibk.ac.at

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

Bedeutung zu (FREY 1952, MARTINEZ & BURGAZ 1998). Die Darstellung der Wandstrukturen der Sporen mittels SEM-Mikroskopie erweiterte das Spektrum diakritischer Merkmale zur Unterscheidung der Arten (THOMSON & THOMSON 1984, MARTINEZ & BURGAZ 1998). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde Material von *S. bispora* ssp. *bispora* licht-und rasterelektronenmikroskopisch untersucht, um die Taxonomie dieser Sippe weiter zu klären und die bereits vorhandenen Bestimmungsschlüssel zu ergänzen.

2. Material und Methodik:

Proben von *Solorina bispora* ssp. *bispora* wurden von Feinerdeboden auf Kalkglimmerschiefer unterhalb des Kirchenkogels (Obergurgl, Ötztal) in Nordwestexposition bei 2750 m.s.m. entnommen (Abb. 1) und im frischen Zustand bearbeitet. Zur Darstellung morphologisch-anatomischer Merkmale diente ein Stereomikroskop WILD M8 mittels Ringbeleuchtung, zur Klärung der Sporenanzahl und ihrer Strukturen wurde ein Durchlichtmikroskop MOTIC BA400 (Objektive 20x, 40x und 100x Ölimmersion) mit Digitalkamera Moticam 2.0 verwendet. Mittels Handschnitten durch die Apothezien konnte in mikroskopischen Präparaten (ohne Färbung) die Anzahl der Sporen pro Ascus ermittelt sowie bei 1000facher Vergrößerung (Ölimmersion) die innere und äußere Sporenmorphologie untersucht werden. Zur Darstellung der Sporenoberfläche im Rasterelektronenmikroskop (SEM) wurden 24 h lang bei 35°C getrocknete Sporen mit Gold/Palladium (80/20) besputtert (Schichtdicke ca. 250 – 300 nm) und mittels Philips Rasterelektronenmikroskop XL 20 bei einer Arbeitsspannung von 10kV fotografiert. Herbarbelege von *S. bispora* subsp. *bispora* sind im Herbar des Botanischen Institutes (IB) hinterlegt.

Abb 1: *Solorina bispora* ssp. *bispora* an der Probenentnahmestelle.

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

3. Ergebnisse:

Das untersuchte Belegmaterial von *Solorina bispora* ssp. *bispora* ist durch einen deutlich gelappten Thallus um die Apothezien und 2 sporigen (nur selten auch 1 sporigen) Asci ausgezeichnet, es entspricht damit dem Typus. Im frischen und feuchten Zustand ist der Thallus grün, geht im trockenen Zustand dann in graugrün über und ist am Rand teilweise weißlich bereift (Abb. 2). „Pseudocephalodien" (sensu POELT 1969) waren nicht vorhanden. Die Sporen im Ascus sind im Lichtmikroskop deutlich 2-zellig, breit spindelig mit derber brauner Membran (Abb. 3). Die Größe der Sporen liegt im Bereich zwischen 90 µm Länge und 40 µm Breite, entspricht durchaus den Angaben in der Literatur (FREY 1952, POELT 1969). Im Lichtmikroskop ist die skulpturierte bis warzige äußere Sporenhülle (Epispor) bei sorgfältiger Präparation und guter Optik (100x Ölimmersion) erkennbar, wird jedoch nicht strukturell weiter aufgelöst (Abb. 4). Abbildungen 5 – 9 zeigen im SEM die breit spindeligen bis ellipsoidischen 2-zelligen Sporen mit sanfter medianer Einschnürung im Bereich des inneren Septums und einer netzartig-wulstig strukturierten Oberfläche des Epispors (Abb. 5, 6). In Abb. 7 sind zwischen den wulstartigen Strukturen deutliche Gruben oder Lücken (Lakunen sensu THOMAS & THOMAS 1984) erkennbar, die jedoch keine Perforationen der Sporenwand darstellen. Die relativ dicke Sporenwand ist in Abb. 8 an einer aufgebrochenen Spore sichtbar. Zum erstenmal wurden bei *S. bispora* ssp. *bispora* auch unvollständig geteilte Sporen (Abb. 9) dokumentiert.

Abb 2: Eingesenktes Apothezium von *Solorina bispora* ssp. *bispora* mit deutlich entwickeltem Thallus, zum Teil am Rand etwas bereift (50 x).

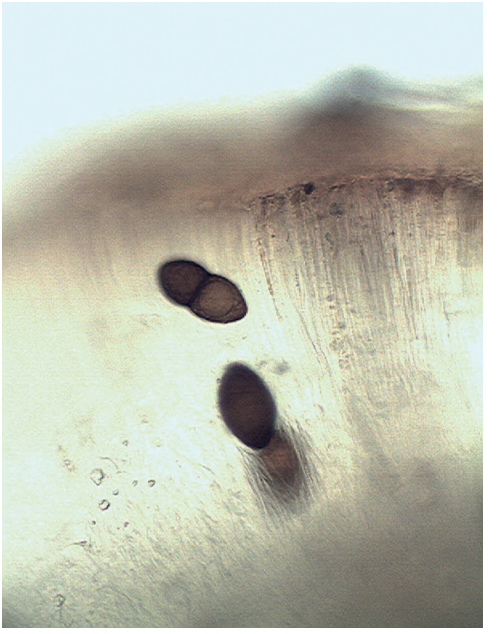

Abb 3: Querschnitt durch Apothezium mit zwei Sporen jeweils im Ascus; die Sporen selbst 2-zellig mit derber, brauner Membran (400 x).

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

Abb. 5) – 9) SEM-fotos von Sporen von *Solarina bispora* ssp. *bispora*

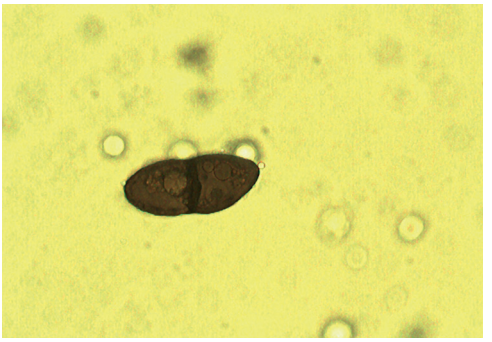

Abb 4: 2-zellige Spore mit deutlichem Septum und oberflächlicher grobwarziger Struktur (1000 x, ungefärbt).

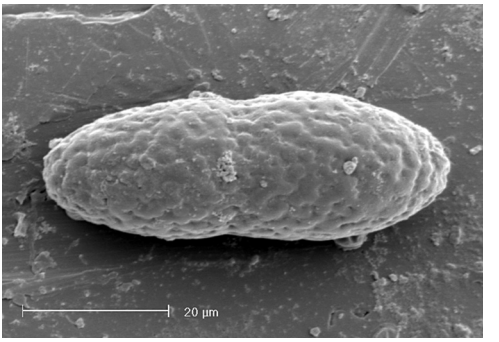

Abb 5: 2-zellige Spore mit breit abgerundeten Polen und medianer Einschnürung (inneres Septum); Epispor wulstig strukturiert, Lakunen kaum oder nur einseitig entwickelt.

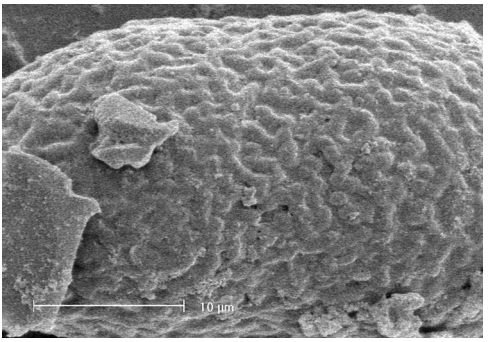

Abb 6: Sporenwandstruktur vergrößert, kaum Lakunen entwickelt.

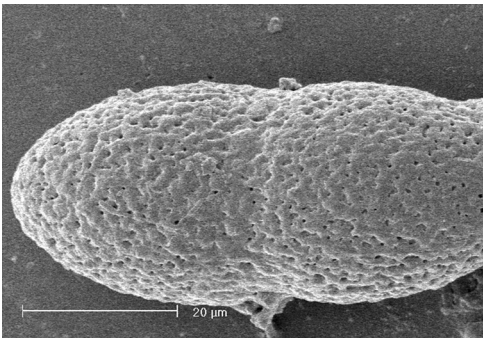

Abb 7: Spore mit deutlichen Lakunen (Gruben) im wulstig strukturierten Epispor.

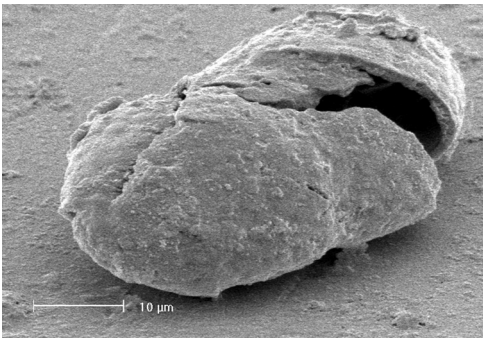

Abb 8: Im Bereich des Septums aufgebrochene Spore, Sporenwand ca. 2 µm dick.

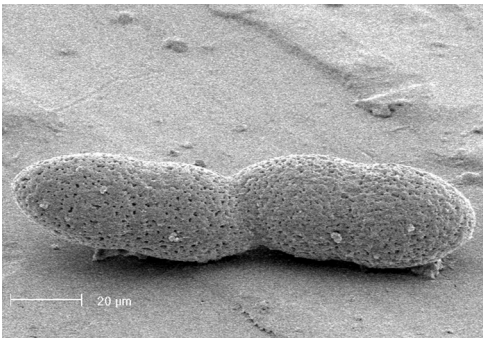

Abb. 9: Unvollständig getrennte 2-zellige Sporen mit deutlichen Lakunen im wulstig strukturierten Epispor.

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

4. Diskussion:

Innerhalb der Gattung *Solorina* bilden neben den Thallusmerkmalen die Sporengröße und -morphologie wesentliche taxonomische Kriterien der Artdifferenzierung. Form, Größe und Färbung der 2- bis 6-zelligen braunen Sporen werden in älterer Literatur immer wieder angeführt und auch abgebildet (z. B. bei BAGLIETTO & CARESTIA 1880) (Abb. 10). Die eigenartig skulpturierte bis warzige äußere Sporenhülle (Epispor) erwähnt GILBERT (1975).

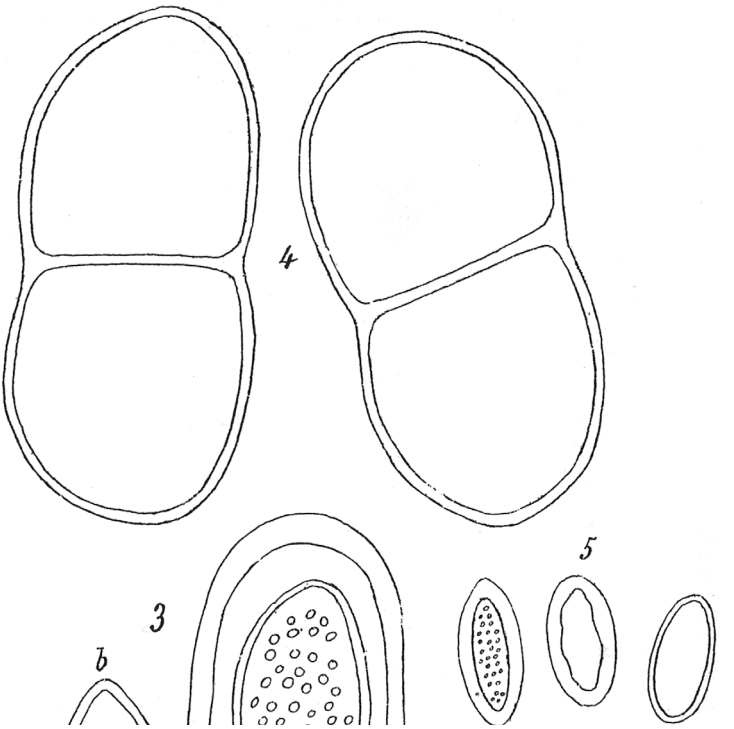

Abb 10: Sporen von *Solorina bispora* bei BAGLIETTO & CARESTIA (1880) (Tav. 1, Fig. 4).

Erst mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops (SEM) konnte die genaue Struktur der Sporenoberfläche bei *Solorina*-arten geklärt werden (erstmals bei THOMSON & THOMSON 1984). Die erstmalige Verwendung des SEM bei Flechten zur Klärung von Oberflächenstrukturen (zum Beispiel den Verlauf von Rindenhyphen) an Thalli von *Alectoria*- und *Cornicularia*-arten geht auf HAWKSWORTH (1969) zurück, die erste Darstellung von Sporenornamentationen bei *Sphaerophorus*-arten mittels SEM lieferte TIBELL (1981). MARTINEZ & BURGAZ (1998) untersuchten die Variation von Sporengröße und Wandornamentation der europäischen *Solorina*-sippen und bewerteten diese Merkmale als sehr geeignet zur Unterscheidung der Arten. Die Wandornamentation der Sporen von *S. bispo-*

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

ra ssp. *bispora* aus der vorliegenden Untersuchung stimmt allerdings nur zum Teil mit den Abbildungen bei THOMSON & THOMSON (1984) sowie bei MARTINEZ & BURGAZ (1998) überein. Ungeklärt ist das nahezu völlige Fehlen der Gruben (Lakunen) in der Oberflächenstruktur beziehungsweise das Auftreten nur an wenigen Stellen der Spore (Abb. 5 und 6). Dagegen sind in Abb. 7 und 9 die Lakunen relativ gleichmäßig über die gesamte Sporenoberfläche verteilt, wie dies auch bei THOMSON & THOMSON (1984: 152, Fig. 1) abgebildet ist. Diese Unterschiede könnten mit dem Entwicklungsstand der Sporen zusammenhängen, wobei eine Lakunenbildung erst im endgültigen Reifezustand erreicht wird.

Nach TÜRK & HAFELLNER (2010) werden *Solorina crocea*, *S. saccata, S. octospora* und *S. spongiosa* als selbständige Arten angesehen (letztgenannte Sippe gilt für POELT (1969) als fraglich und bildet Übergänge zu *S. saccata*). *S. monospora* GYELNIK gilt aufgrund der einzeln im Ascus liegenden und durch zwei oder mehr Septen charakterisierten großen Sporen ebenfalls als gute selbständige Art (Abbildungen der Sporen finden sich bei FREY (1952: 377, dort noch als *S. bispora* var. *monospora* geführt)). *S. bispora* wird nunmehr in *S. bispora* ssp. *bispora* NYL., *S. bispora* NYL. ssp. *macrospora* (HARM.) MARTINEZ & BURGAZ und *S. bispora* NYL. var. *subspongiosa* (ZSCHACKE) FREY gegliedert (TÜRK & HAFELLNER 2010). Die zuletzt genannte Unterart wird von MARTINEZ & BURGAZ (1998) nicht erwähnt und ist auch im Bestimmungsschlüssel der genannten Autoren nicht enthalten. Die äußeren Wandstrukturen der Sporen aller bisher untersuchten *Solorina*-arten sind mit Ausnahme der papillös-warzigen Oberfläche von *S. octospora* im SEM sehr ähnlich (netzartig-wulstig bis grubig mit Lakunen), sodass für eine klare taxonomische Unterscheidung stets noch weitere Merkmale wie Sporengröße, innere Septierung und nicht zuletzt die Thallusmorphologie miteinbezogen werden müssen. Ein neuer modifizierter Bestimmungsschlüssel für alle *Solorina*-arten inklusive infraspezifischer Taxa und unter Einschluss der hier vorgelegten Ergebnisse wird vorgeschlagen:

Bestimmungsschlüssel der europäischen Taxa (modifiziert nach MARTINEZ & BURGAZ 1998, überarbeitet und ergänzt):

1. Thallusunterseite orange, acidiphile Bodenflechte ..... *S. crocea*
- Thallusunterseite graubraun bis weißlich, nie orange, basiphil 2
2 Sporen zu 8 pro Ascus, Lager meist groß, dick ..... *S. octospora*
- Sporen zu 4 – 1 pro Ascus, Lager kleiner, dünner 3
3 Sporen zu 4 pro Ascus 4
- Sporen zu 2 – 1 pro Ascus 5
4 Lager deutlich entwickelt (bei hochalpinen Pflanzen oft nur ringförmig um die Apothezien ausgebildet), angefeuchtet kräftig grün ohne Cephalodien ..... *S. saccata*
- Lager nur ringförmig um die Apothezien entwickelt, in Cephalodien aufgelöst, feucht dunkelgrau bis schwärzlich, gelatinös, Sporenornamentation mit tiefen Lakunen (SEM) ..... *S. spongiosa*[*2]

[*2] Von POELT (1969) und GILBERT (1992) als unsichere Art angesehen, Übergangsformen zu *Solorina saccata* bekannt, revisionsbedürftig!

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

5 Sporen meist zu 1 (selten 2) pro Ascus, Sporen meist 3 (bis 4 oder auch 2)-zellig ..... *S. monospora*
Sporen 2 pro Ascus, stets 2-zellig 6
6 Thallus bis auf den Apothezienrand in Cephalodien aufgelöst ..... *S. bispora* var. *subspongiosa*
- Thallus ohne oder nur mit internen Cephalodien, Sporenornamentation wulstig-grubig mit Lakunen (SEM) 7
7 Sporen im Mittel bis 90µm lang ..... *S. bispora* ssp. *bispora*
- Sporen im Mittel über 100 – 110 µm lang ..... *S. bispora* ssp. *macrospora*

5. Literatur:

Baglietto F., Carestia E. A., 1880: Anacrisi dei Licheni della Valsesia. Atti della Società Crittogamologica Italiana 23: 143-254.

Clauzade G., Roux Cl., 1985: Likenoi de okzidenta Europo. Bulletin de la Società Botanique du Centre-Ouest. Nouvelle serie 7, 893 pp.

Frey E., 1952: Die Flechtenflora und –vegetation des Nationalparks im Unterengadin. I. Die diskokarpen Blatt- und Strauchflechten. Ergebnisse der wiss. Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks 3: 361-503.

Gilbert O. L., 1975: Distribution maps of lichens in Britain. Lichenologist 7: 181-188.

Gilbert O. L., 1992: *Solorina* Ach. 1808. In: Purvis O. W., Coppins B. J., Hawksworth D. L., James P. W., Moore D. M. (eds.): The lichen flora of Great Britain and Ireland: 566-567, Nat. Hist. Mus. Publ., London.

Hawksworth D. L., 1969: The scanning electron microscope. An aid to the study of cortical hyphal orientation in the lichen genera *Alectoria* and *Cornicularia*. Journal de Microscopie 8: 753-760.

Hue A., 1911: Monographiam generis Solorinae Ach. Mem. Soc. Natnl. Sci. Nat. Math. Cherbourg 38: 1-56.

Martinez I., Burgaz A. R., 1998: Revision of the genus *Solorina* (Lichenes) in Europe based on spore size variation. Ann. Bot. Fennici 35: 137-142.

Poelt J., 1969: Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. 71+757 pp., Cramer, Lehre.

Thomson N. F., Thomson J. W., 1984: Spore Ornamentation in the Lichen Genus *Solorina*. The Bryologist 87: 151-153.

Tibell L., 1981: Formation of spore ornamentation in two *Sphaerophorus* species. Nordic Journal of Botany 1: 333-340.

Türk R., Hafellner R. J., 2010: Nachtrag zur Bibliographie der Flechten in Österreich. Biosystematics and Ecology Series 27, Österr. Akad.Wiss., Wien, 381 pp.

©Naturwissenschaftlich Medizinischer Vereins in Innsbruck; download www.zobodat.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: 97

Autor(en)/Author(s): Gärtner Georg, Dablander Andrea, Kofler Werner

Artikel/Article: Zur Taxonomie von Solorina bispora Nyl. ssp. bispora (Ascolichenes) nach Sporenmerkmalen. 27-33