© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Beitr. Naturk. Oberösterreichs	9	705-728	2000

Die aero-aquatischen Pilze des Sauwaldgebietes

H. VOGLMAYR

A b s t r a c t : The ecological group of the aero-aquatic fungi was investigated from 24 different sites in the Sauwald-region in Upper Austria. These fungi share two main features: vegetative growth on leaf and twig litter submerged in stagnant water bodies like ponds and ditches, and the formation of floating multicellular dispersal units which are only formed above the water level, enclosing air between their cells and therefore being well buoyant. These dispersal show a fascinating range of different construction principles, which are described and illustrated. Due to diversity of small water bodies investigated, ranging from eutrophic woodland ponds to oligotrophic ditches in peat bogs, 36 taxa could be identified, documented and isolated in pure culture, which is almost half of all known taxa of this group world-wide. Before the present investigation, only three aero-aquatic taxa were known from Austria, which once again demonstrates the urgent need of throrough mycological studies. This is even more evident by the fact that eight taxa represented new species, which could be described as new in the course of the study.

K e y w o r d s : Aero-aquatic fungi, Sauwald, stagnant water bodies.

Einleitung

Obwohl durch eine Vielzahl ökologisch interessanter Standorte gekennzeichnet, ist das Sauwaldgebiet gerade in pilzkundlicher Hinsicht noch immer recht mangelhaft erforscht. Das gilt natürlich nicht nur für die meisten Großpilzgruppen, sondern in noch weit größerem Ausmaß für die Mikropilze. So nimmt es nicht Wunder, daß es bei Untersuchungen von Mikropilzen noch immer möglich ist, unbeschriebene neue Arten oder sogar Gattungen zu entdecken. Beispielhaft dafür steht die ökologische Gruppe der aero-aquatischen Pilze, deren genauere Untersuchung eine Reihe von interessanten Ergebnissen lieferte und die im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen soll. So konnten im Sauwaldgebiet acht neue Arten und eine neue Gattung festgestellt und in der Folge neu beschrieben werden. Diese Tatsache sollte ein Ansporn sein, gerade auch in unseren Breiten die Pilze diverser ökologischer Nischen genauer zu untersuchen; es gibt noch genug zu entdecken!

Die aero-aquatischen Pilze lassen sich wie folgt kurz charakterisieren: Sie sind eine rein ökologische (also nicht systematische!) Gruppe von wasserlebenden Pilzen, die speziell an das Leben in stehenden Gewässern angepaßt sind. Sie leben saprotroph in und von submersem toten Pflanzenmaterial wie Blätter und Zweige, können aber ihre Ausbreitungseinheiten nur an der Luft ausbilden; diese sind vielzellig, durch Lufteinschluß zwischen den Zellen schwimmfähig und werden an der Wasseroberfläche ausgebreitet.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Deshalb können diese Ausbreitungseinheiten, die in der Regel aus asexuellen Sporen (meist Konidien) bestehen, nur im Uferbereich gebildet werden, wo durch periodische Wasserstandsschwankungen das besiedelte Substrat für einige Zeit trockenfällt und an die Luft gelangt.

Diese ökologisch Nische bringt eine ganze Reihe von Problemen mit sich, deren Bewältigung eine Grundvoraussetzung für ein Überleben ist. Wenn Bestandesabfall der umgebenden Vegetation in das Gewässer fällt und zu Boden sinkt, wird durch mikrobielle Aktivitäten Sauerstoff verbraucht, und da in der Detritusschicht durch das dichtgepackte Substrat die Sauerstoffdiffusion sehr behindert ist, kommt es rasch zu Sauerstoffzehrung. Zusätzlich wird in stehenden Gewässern durch die geringe bis fehlende Wasserbewegung Sauerstoff nicht rasch genug nachgeliefert, was den Sauerstoffmangel noch verstärkt. So herrschen in der Detritusschicht zumindest phasenweise mikroaerobe bzw. anaerobe Verhältnisse, die nun ihrerseits die Entstehung von Schwefelwasserstoff bewirken. Dieser ist für fast alle höheren Organismen stark giftig. Diese beiden lebensfeindlichen Faktoren, Sauerstoffmangel in Kombination mit hohen Schwefelwasserstoffkonzentrationen, sind ein Grund dafür, daß in der Detritusschicht nur eine geringe Zahl von höheren Organismen überleben können, die spezielle Anpassungen erworben haben. Unter den Pilzen sind das die aero-aquatischen Pilze, die sich dadurch eine konkurrenzarme ökologische Nische erschlossen haben. Deren physiologischen Anpassungen bestehen in der Hauptsache darin, daß sie besonders sauerstoffarme und schwefelwasserstoffreiche Phasen im Latenzzustand relativ gut überdauern können; sie stellen dann das Wachstum ein und warten auf bessere Zeiten, eine Strategie, die andere Pilze nicht verfolgen können (FIELD & WEBSTER 1983, FIELD & WEBSTER 1985). Außerdem können sie auch bei geringen Sauerstoffkonzentrationen wachsen, und es kommt so zur allmählichen Verdrängung anderer Pilze, die nicht so gut an diese lebensfeindlichen Bedingungen angepaßt sind (FIELD & WEBSTER 1983).

Die Verhältnisse werden nun dadurch kompliziert, daß sich in den verschiedenen stehenden Gewässern sauerstoffreichere und sauerstoffärmere Phasen in unterschiedlichem Rhythmus abwechseln. Außerdem sind oligotrophe Gewässer in der Regel viel besser mit Sauerstoff versorgt als etwa eutrophe Gewässer (FISHER & WEBSTER 1981). Da die verschiedenen aero-aquatischen Pilze nun ihrerseits unterschiedlich gut an Sauerstoffarmut und hohe Schwefelwasserstoffkonzentrationen angepaßt sind, können wir in der Regel charakteristische Vergesellschaftungen von Arten beobachten, die sich zwischen den verschiedenen Habitaten beträchtlich unterscheiden können. Dazu kommt oft auch noch eine ausgeprägte Substratspezifität; so ist die Artengarnitur von Laubholz und -blättern gänzlich anders zusammengesetzt wie die von Koniferenzweigen und -blättern, und auch die Arten auf Grasartigen bilden eine eigene, gut abgegrenzte Gruppe. Die meisten aero-aquatischen Pilze sind also sehr stark eingenischt, und nur relativ wenige Arten sind Generalisten und kommen in fast allen Gewässern bzw. auf den unterschiedlichsten Substraten vor.

Das faszinierendste Merkmal der aero-aquatischen Pilze betrifft allerdings die Ausbreitungseinheiten. Sie werden, wie bereits erwähnt, nur an der Luft ausgebildet, sind vielzellig, schließen Luft ein und sind deshalb schwimmfähig. Es gibt nun viele verschiedene Bauprinzipien, um diesen Lufteinschluß zwischen den Zellen zu erreichen, und dies ergibt eine faszinierende Vielfalt an bizarren und ausgesprochen ästhetischen Ausbrei-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

tungseinheiten, wie etwa durchbrochene Hohlkugeln („Golfbälle"), hohle Tonnen aus dreidimensional gewundenen Hyphen („Bienenkörbe"), etc. (siehe Abb. 1-30). Allen gemeinsam ist, daß der Lufteinschluß sehr effizient ist und die Luft in der Regel nur durch ein starkes Detergenz verdrängt werden kann. Zusätzlich wird die Schwimmfähigkeit oft auch noch durch Warzen oder hydrophobe Kristallauflagerungen erhöht. Im Lebenszyklus der aero-aquatischen Pilze sind schwimmfähige Ausbreitungseinheiten deshalb von entscheidender Bedeutung, da neu ins Gewässer fallendes Substrat wie Blätter oder Zweige zuerst ebenfalls an der Wasseroberfläche schwimmt, bevor die Luft der Interzellularen verdrängt wird und es zu Boden sinkt. Auf der Wasseroberfläche kommt das neue Substrat mit den schwimmenden Ausbreitungseinheiten der aero-aquatischen Pilze in Kontakt; diese keimen dann sofort aus und beginnen, das Substrat noch unter guter Sauerstoffversorgung zu besiedeln. Dies ist ganz entscheidend für die erfolgreiche Etablierung des Myzels und wird auch durch die großen, vielzelligen Ausbreitungseinheiten unterstützt, die die rasche Besiedlung durch Ausbildung vieler Keimhyphen erst ermöglichen.

Material und Methoden

Probenentnahmestellen: Es wurden 24 unterschiedliche stehende oder leicht fließende Gewässer (z. B. Waldtümpel und -teiche, Altarme von Bächen, wassergefüllte Schottergruben, Mergelgruben, Steinbrüche, Entwässerungsgräben und Torfstiche) im weiteren Sauwaldbereich besammelt; einige Stellen liegen eigentlich bereits außerhalb des Sauwaldes in der Molassezone, sie wurden der Vollständigkeit halber aber trotzdem aufgenommen. Als besonders hilfreich für das Auffinden von geeigneten Probestellen erwiesen sich dabei die Pionierarbeit über die Sauwaldmoore von GRIMS (1969) und die Arbeit über die Moore Oberösterreichs von KRISAI & SCHMIDT (1983).

1 Bez. Schärding, Gemeinde Raab, Rothmayrberg, 420 m s. m., Quadrant 7648/1. Ehemaliger, aufgelassener Granitsteinbruch, ca. 7 m Ø, bis zum Rand mit Wasser gefüllt, umgeben von Laubwald (*Carpinus*, *Quercus*, *Fraxinus*), einzelne Fichten. Entnahmestelle in 10-30 cm Wassertiefe. Im Sommer stark beschattet, sehr große Mengen an Detritus, eutroph.

2 Bez. Schärding, Gemeinde St. Willibald, Große(r) Sallet(wald), 460 m s. m., Quadrant 7648/3. Aufgelassene Schottergrube, ca. 15 m Ø, ca. 3 m tief, bis zum Rand mit Wasser erfüllt, umstanden von *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Salix caprea*, *Picea abies*. Entnahmestellen am Rand (bis zu einer Wassertiefe von 30 cm), dort Detritus 10 bis 20 cm dick. Wenig beschattet, Wasser trüb gelblich, eutroph.

3 Bez. Schärding, Gemeinde St. Willibald, Große(r) Sallet(wald), 460 m s. m., Quadrant 7648/3. Kleine Wasserlöcher (ca. 1-2 m Ø, 1 m tief) und Entwässerunsgräben (Wassertiefe 20-40 cm) in einer Mischwald-Jungschonung, z. T. mit *Sphagnum girgensohnii* bewachsen. Verschiedene Laub- und Nadelbäume (z. B. *Picea abies*, *Betula pendula*, *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus rubra*, etc.), ausgesprochen viel Detritus von Grasartigen (*Calamagrostis epigejos*, *Carex brizoides*) stammend; Detritus ca. 5-10 cm dick. Flachere Gräben im Sommer regelmäßig austrocknend, über das Winterhalbjahr stets mit Wasser gefüllt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

4 Bez. Schärding, Gemeinde St. Willibald, Große(r) Sallet(wald), 430 m s. m., Quadrant 7648/1. Breitere und tiefere Stelle eines Entwässerungsgrabens („Landgraben"), ca. 1 m breit und 50 cm tief, umgeben von Fichtenforst, vereinzelt *Betula pendula* und *Alnus glutinosa*. Wasser langsam fließend, Graben im Sommer oft weitgehend austrocknend, Detritus häuptsächlich aus Fichtennadeln und -ästen bestehend; außerdem *Carex brizoides*, Birkenblätter, Erlenblätter und -äste; 5-10 cm dick.

5 Bez. Schärding, Gemeinde St. Willibald, Große(r) Sallet(wald), 450 m s. m., Quadrant 7648/1. Entwässerungsgraben in Fichtenforst bzw. -aufforstung (eine Quelle des Wiesbaches), ca. 50 cm breit, 1 m tief, Wassertiefe 10-30 cm; künstlich stark eingetieft, im Sommer austrocknend. Detritus hauptsächlich aus Fichtennadeln und -ästen, reichlich *Carex brizoides* und *Calamagrostis epigejos*; *Salix cinerea*, *Betula pendula*, *Alnus glutinosa*, *Frangula alnus*, ca. 5 cm dick.

6 Bez. Schärding, Gemeinde St. Willibald, Auwald bei Geiselham, 415 m s. m., Quadrant 7648/3. Flache, zumindest im Winterhalbjahr überflutete Tümpel und Mulden bei Quellaustritten, ca. 10-20 cm tief; manchmal tiefer und mit schwarzem Schlamm erfüllt. Umgebende Vegetation eine Bachau an einem kleinen Bach, aus *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Prunus padus*, etc. bestehend. Detritus schwarz, oft mit violettlichen Bakterien überzogen, wenig strukturiert, rasch zersetzt (relativ sauerstoffreich).

7 Bez. Schärding, Gemeinde Raab, Erlenbruch bei Aichet, 400 m s. m., Quadrant 7648/1. Flache, stets überflutete Tümpel in einem Erlenbruchwald, ca. 20-50 cm tief und 2-4 m breit, Detritus von *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus padus*, rasch zu schwarzem, stark zersetzten Bruchwaldtorf zerfallend, relativ sauersoffreich (Quellaustritte in der Nähe).

8 Bez. Schärding, Gemeinde Andorf, zwischen Wienertsham und Andorf, 340 m s. m., Quadrant 7647/1. Altarm der Pram (durch die Regulierung entstanden), ca.10 m lang und 2 m breit, bis 1,5 m tief, von Laubwald umgeben (*Alnus glutinosa*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia*, *Acer*, etc.), dadurch viel Detritus anfallend, vermischt mit blaugrünem Schlamm. Entnahmestelle am Rand in ca. 20 cm Wassertiefe.

9 Bez. Schärding, Gemeinde Andorf, Moosleiten, westlich Hebertspram und nördlich Wienertsham, 340 m s. m., Quadrant 7647/1. Verlandende Altarme der Pram in einer Talvermoorung (siehe KRISAI & SCHMIDT 1983, S. 94: Nr. 29.10), 1-4 m lang, 0,5-2 m breit, 20-60 cm tief, Entnahmestellen in 10-15 cm Wassertiefe. Vegetation ein Erlenbruchwald, Detritus von *Alnus incana*, *A. glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Quercus robur* stammend, 5-10 cm dick, schwarz, nach Schwefelwasserstoff riechend.

10 Bez. Schärding, Gemeinde Kopfing, am Gr. Schefberg bei Ahörndl, 715 m s. m., Quadrant 7547/2. Schmale Entwäserungsgräben im Zentrum einer locker bewaldeten Moorfläche mit Hochmooranflügen (s. KRISAI & SCHMIDT 1983, S. 96-97: Nr. 30.20), Breite 20-50 cm, Wassertiefe 10-30 cm, Wasser stehend bis langsam fließend, bräunlich, klar. Detritus hauptsächlich von *Betula pendula* und *Picea abies* stammend.

11 wie 10, aber flache Mulde am Rand des Moores, ca. 5 m im Durchmesser, Wassertiefe im Winter 10-40 cm, im Sommer austrocknend, Wasser klar, relativ oligotroph. Stark beschattet von umstehenden Buchen und Fichten; Detritus hauptsächlich von Buche stammend.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

12 Bez. Schärding, Gemeinde Kopfing, am Gr. Schefberg zwischen Ahörndl und Simling am Kreuzbach, 700 m s. m., Quadrant 7548/1 bzw. 7547/2. Schmale Gräben und Mulden in anmooriger Fläche westlich des von Ahörndl kommenden Zubringers zum Kreuzbach, ca. 100 m vor der Mündung; Wassertiefe 10-20 cm. Locker mit Moorbirken, Schwarzerlen und Fichten bestanden, stellenweise *Sphagnum*; sauer und relativ oligotroph. Detritus von Erlen, Birken, Eichen und Fichten stammend.

13 Bez. Schärding, Gemeinde Kopfing, am Feichtberg bei Hötzenedt, 720 m s. m., Quadrant 7548/1. Schmale Gräben am Rand eines bewaldeten Hochmoores (Filzmoos, siehe KRISAI & SCHMIDT 1983, S. 94-96: Nr. 30.10), 20-50 cm breit und 20-50 cm tief, Wassertiefe 5-30 cm, von Fichtenwald umgeben. Wasser langsam fließend, von Huminsäuren braun gefärbt, klar. Detritus aus Fichtennadeln und -zweigen bestehend, hellbraun, kaum abgebaut, stellenweise akkumuliert und bis 15 cm dick, stark nach H_2S riechend, stark sauer und nährstoffarm.

14 Bez. Schärding, Gemeinde Kopfing, am Feichtberg bei Hötzenedt, 725 m s. m., Quadrant 7548/1. Torfstich in Fichtenaufforstung auf anmoorigem Untergrund, ca. 200 m südlich des Filzmooses (s. KRISAI & SCHMIDT 1983, S. 96: Nr. 30.11), in dünner Torfschicht, 2 m lang, 1 m breit, ca. 70 cm tief, wassergefüllt, nie vollständig austrocknend. Detritus von jungen Fichten und älteren Birken stammend, ca. 10 cm dick.

15 Bez. Schärding, Gemeinde St. Aegidi, ca. 500 m westlich Walleiten, 580 m s. m., Quadrant 7548/1. Flache Mulden in einem Erlenbruch am Rand einer Sumpfwiese (siehe KRISAI & SCHMIDT 1983, S. 97-98: Nr. 30.30), Wasser langsam fließend (Quellaustritte!), sehr seicht (Wassertiefe 10 cm). Detritus an der Entnahmestelle hauptsächlich von *Alnus glutinosa* und *Betula pendula* stammend, maximal 5 cm dick.

16 Bez. Schärding, Gemeinde Engelhartszell, Kleines Kößlbachtal, 300 m s. m., Quadrant 7548/2. Wassergefüllte, kleine Altarme des Kleinen Kößlbaches, 1-2 m lang und 0,7-1 m breit, ca. 30-50 cm tief, auch im Sommer nicht austrocknend, bei Hochwasser manchmal zeitweilig von Kößlbach überschwemmt und dann Laubmassen ausgeräumt, Wasserkörper klar, kalt. Umstanden von Rotbuchen-Hainbuchenmischwald mit sehr viel Bestandesabfall; Detritus haupsächlich von *Fagus* und *Carpinus* stammend, 10-20 cm dick, mittelbraun, wenig zersetzt und nach H_2S (Jauche) riechend.

17 Bez. Schärding, Gemeinde Waldkirchen, Kleines Kößlbachtal, 300 m s. m., Quadrant 7548/2. Stark sumpfige Stelle an Quellaustritt am Talgrund des Kleinen Kößlbachtales ca. 500 m vor der Mündung in die Donau, ca. 1 m ∅, mit Schlamm erfüllt, im Sommer periodisch austrocknend. Detritus von *Acer pseudoplatanus*, *Corylus*, *Picea* stammend, 5-10 cm dick.

18 wie 17, aber im Bachbett des Kleinen Kößlbaches, Wasser sehr schnellfließend, klar, kalt, sauerstoffreich. Proben aus zwischen Granitsteinen eingeklemmten, submersen Ästen und Stämmen verschiedener Laub- und Nadelbäume bestehend.

19 Bez. Grieskirchen, Gemeinde Natternbach, Erlenbruch bei Haibach, 440 m s. m., Quadrant 7648/1. Kleine, flache und wassergefüllte Mulden in einem Erlenbruchwald (Erlenbruch bei Moosmann, s. KRISAI & SCHMIDT 1983, S. 98-99: Nr. 30.40), um 1-2 m ∅, 10-30 cm tief, im Sommer oft austrocknend, im Winterhalbjahr stets wasser-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

gefüllt. Vegetation aus üppigem Erlenbruchwald bestehend, reichlich *Urtica dioica*. Sehr nährstoffreich, Detritus hauptsächlich von *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Urtica dioica*, *Salix cinerea*, *S. aurita*, *Sambucus nigra* stammend, 5-10 cm dick, bald in stark zersetzten, schwarzen Bruchwaldtorf umgewandelt.

20 wie 19, aber am nährstoffärmeren und trockeneren Randbereich des Erlenbruches, Detritus wenigerer zersetzt und nicht so stark nach H_2S riechend, größtenteils von *Quercus robur*, *Picea abies* und nur zu einem geringen Teil *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* stammend. Der Unterschied zu 18 kommt hauptsächlich durch die schwer abbaubaren Eichenblätter zustande.

21 Bez. Grieskirchen, Gemeinde Natternbach, Erlenbruch nordwestlich Untertresleinsbach, 430 m s. m., Quadrant 7648/1. Stark verlandete flache ehemalige Schliergruben (siehe Grims, 1969: Moor1), eutroph, Wassertiefe 10-40 cm, im Sommer zeitweilig austrocknend. Vegetation aus üppigem Erlenbruchwald bestehend, Detritus hauptsächlich von *Alnus glutinosa* und *Prunus padus* stammend, 5-10 cm dick, rasch in stark zersetzten Bruchwaldtorf umgewandelt.

22 Bez. Grieskirchen, Gemeinde Natternbach, westlich Oberned, 430 m s. m., Quadrant 7648/1. Flache Mulden in einem kleinen Erlenbruch mit eingestreuten Eichen, von Fichtenforst umgeben, Wasser langsam fließend (Quellaustritte!), sehr seicht (Wassertiefe 10 cm). Detritus an der Entnahmestelle hauptsächlich von *Quercus robur* und *Picea abies* stammend, ca. 5 cm dick, schwärzlich.

23 Bez. Grieskirchen, Gemeinde Natternbach, südwestlich Obertresleinsbach, 430 m s. m., Quadrant 7648/1. Verlandete Schliergrube in lichtem Fichtenforst mit eingestreuten Eichen, ca. 3 m ∅, Wassertiefe ca. 20 cm, relativ oligotroph, im Zentrum mit *Sphagnum* sp., Detritus hauptsächlich von *Carex brizoides*, *Carex rostrata* und *Quercus robur* stammend, ca. 10-15 cm dick.

24 nahe und ähnlich 23, aber von Buche umstanden, Wassertiefe ca. 30 cm, stärker beschattet, ohne *Sphagnum*, Detritus hauptsächlich von *Fagus sylvatica* stammend, ca. 15 cm dick, stark nach Schwefelwasserstoff riechend.

Probenentnahme und Inkubation: Zur Untersuchung wurde untergetauchter Detritus aus einer Wassertiefe von 10-20 cm entnommen, in Plastiksäcke verpackt und ins Labor gebracht. Dort wurden die Blätter und Zweige unter fließendem Wasser gewaschen, in mit feuchtem Filterpapier ausgelegten Petrischalen ausgebreitet und bei 10-20° C unter Tageslicht aufgestellt. Der in Petrischalen befindliche Detritus wurden ab dem dritten Tag bis zu drei Monaten regelmäßig unter dem Auflichtmikroskop auf Vorhandensein von Ausbreitungseinheiten geprüft; in der Regel konnte das vollständige Artenspektrum allerdings bereits nach einer bis zwei Wochen festgestellt werden. Um Austrocknen zu verhindern, war es notwendig, regelmäßig Wasser zugegeben; im Hochsommer wurde aufgrund der hohen Temperatur die Besammlung ausgesetzt.

Sporenuntersuchung und Bestimmung: Sobald sich nach einigen Tagen vollständige Sporen gebildet hatten, wurden diese mit dem Durchlichtmikroskop untersucht und bestimmt. Die sporenbildenden Strukturen mitsamt den Sporen wurden dabei mit Hilfe einer Präpariernadel oder feinen Pinzette vom Substrat entnommen und in einen detergenzhaltigen Wassertropfen auf einem Objektträger überführt, ein Deckglas aufgelegt und mit dem 100X Ölimmersionsobjektiv mikroskopiert. Das Detergenz erwies sich dabei als unerläßlich, um die Sporen benetzbar zu machen und die in den Sporen enthal-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

tene Luft zu vertreiben, die sonst zu sehr störenden Brechungserscheinungen führen würde. Die genauere Analyse mit Messungen wurde bei insgesamt 800-facher Vergrößerung durchgeführt, und die Strukturen mit einem Zeichenspiegel dokumentiert und mit Beschreibungen der Merkmale festgehalten. Zur Bestimmung dienten, sofern vorhanden, die jeweils aktuellsten Monographien; außerdem wurden stets auch die Erstbeschreibung herangezogen.

Agarkulturen: Für die Bestimmung der aero-aquatischen Pilze spielen auch die Merkmale von Agarkulturen eine wichtige Rolle; sie erleichtern zumindest oft die Artzuordnung, wenn sie bei den meisten Taxa auch nicht unbedingt notwendig für eine eindeutige Bestimmung sind. Die Kulturmerkmale wurden dabei standardmäßig von 0,1% bzw. 2% Malzextraktagar erhoben. Da die meisten Arten auch auf Agarmedien sporulieren, ergibt sich daraus eine gute Möglichkeit, die Sporenontogenie und -merkmale im Detail zu untersuchen.

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 enthält die Auflistung der in den verschiedenen beprobten Gewässern festgestellten Arten. Insgesamt konnten im weiteren Sauwaldgebiet 36 Arten nachgewiesen werden. Von diesen waren acht Arten überhaupt neu für die Wissenschaft und konnten in der Folge neu beschrieben werden (VOGLMAYR 1997a, b, c, 1998; VOGLMAYR & KRISAI-GREILHUBER 1997b). Auch von den übrigen Arten waren vor dieser Untersuchung für Österreich nur drei (*Aegerita candida*, *Aegeritina tortuosa* und *Helicodendron tubulosum*) nachgewiesen. Daß im Untersuchungsgebiet so viele Arten festgestellt werden konnten, ist auf die große Diversität an verschiedenen eu-, dys- und oligotrophen Kleingewässern zurückzuführen: es konnten von langsam fließenden Gräben in Wäldern, nur im Winterhalbjahr durchgehend wassergefüllten flachen Waldtümpeln, kleinen eutrophen Waldteichen über kleine Altarme in Auwäldern und versumpfte Mulden in Erlenbrüchen bis hin zu wassergefüllten, extrem sauren, oligotrophen Torfstichen, Gräben und Schlenken in Hochmooren besammelt werden.

Da die entsprechenden Habitate sehr unterschiedlich oft besammelt wurden (von ein- bis ca. 20-mal), sind die Artenlisten mancher Habitate sicherlich nicht vollständig, da nicht immer alle vorhandenen Arten in einer Probe festgestellt werden können; außerdem ergeben sich jahreszeitliche Unterschiede in der Häufigkeit mancher Arten, die ein mehrmaliges Besammeln notwendig machen. Allerdings können die dominierenden wichtigen Arten in jeder Probe festgestellt werden, wodurch dieses Problem nicht so ins Gewicht fällt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 1. Artenliste der in den verschiedenen beprobten Gewässern gefundenen Taxa. Die Nummern für die Entnahmestellen beziehen sich auf die Auflistung im Kapitel Material und Methoden.

Taxon	Entnahmestelle																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Aegerita candida		+															+	+						
Aegeritina tortuosa								+	+									+	+	+		+		
Akenomyces costatus											+													
Beverwykella pulmonaria																					+	+		
Candelabrum brocchiatum																					+			
Candelabrum clathrosphaeroides			+								+													+
Candelabrum desmidiaceum			+								+												+	+
Candelabrum spinulosum	+	+	+	+	+					+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Clathrosphaerina zalewskii	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	
Helicodendron conglomeratum	+	+						+								+	+			+		+		+
Helicodendron giganteum	+	+	+	+							+					+	+			+		+		+
Helicodendron longisporum									+															
Helicodendron longitubulosum	+																+							
Helicodendron luteoalbum		+							+										+	+		+		
Helicodendron multiseptatum											+					+								+
Helicodendron praetermissum			+																					

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Taxon	Entnahmestelle																							
Helicodendron triglitziense	+	+	+			+	+	+	+	+				+		+	+		+	+	+			
Helicodendron tubulosum	+	+				+	+	+	+										+	+		+		
Helicodendron westerdijkae		+				+	+												+		+			
Helicoon chlamydosporum																+								
Helicoon dendroides										+		+	+	+										
Helicoon fuscosporum	+	+					+									+	+		+	+	+	+		+
Helicoon myosuroides											+			+										
Helicoon pluriseptatum										+	+	+	+	+	+									
Helicoon richonis		+																	+	+				+
Helicoon sessile		+																	+	+				
Limnoperdon incarnatum	+																							
Peyronelina glomerulata																	+							
Pseudaegerita cf. *corticalis*														+				+						
Pseudaegerita viridis		+				+	+	+	+							+	+		+	+	+	+		+
Pseudaegerita sp.				+	+					+		+	+											
Pseudoclathrosphaerina evamariae			+								+													
Spirosphaera beverwijkiana			+									+								+		+	+	
Spirosphaera carici-graminis			+	+	+										+					+			+	
Spirosphaera floriformis				+	+		+				+				+	+	+			+	+	+		
Spirosphaera minuta			+	+	+					+	+	+	+	+	+		+			+			+	

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Anmerkungen zu den festgestellten Gattungen und Arten

Aegerita candida PERS.: FR.

Diese Art bildet kugelige, weiße, bis 400 µm große Ausbreitungseinheiten und wurde mehrmals auf submersen dickeren Zweigen und Holzstücken gefunden. Luft wird dabei zwischen den dicht gepackten Zellen eingeschlossen. Sie ist aber nicht nur auf aero-aquatische Habitate beschränkt, sondern kommt auch auf feucht liegendem modernden Holz vor. Dort findet man auch die Hauptfruchtform *Bulbillomyces farinosus*, einen corticioiden Basidiomyzeten (ERIKSSON & RYVARDEN 1976: 554-557); sie konnte einmal auf einem sehr feucht liegendem Holzstamm am Gewässerufer festgestellt werden.

Aegeritina tortuosa (BOURDOT & GALZIN) JÜLICH

Auch diese Art ist die Nebenfruchtform eines corticoiden Basidiomyzeten, *Subulicystidium longisporum* (ERIKSSON & al. 1984: 1445), bei der die Luft ebenfalls zwischen den spiralig gewundenen Hyphen eingeschlossen wird. Sie wurde regelmäßig auf submersem Holz in stehenden und fließenden Gewässern gefunden und scheint in aero-aquatischen Habitaten häufig zu sein. Bemerkenswert sind die einzigartigen mit Kristallen besetzten Zystiden, die die Ausbreitungseinheiten unbenetzbar machen und damit die Schwimmfähigkeit gewährleisten. Sie sind auch in der Hauptfruchtform vorhanden, die im Rahmen dieser Studien nie festgestellt werden konnte; sie scheint auf feuchte terrestrische Standorte beschränkt zu sein.

Akenomyces costatus HORNBY

Auch dieser Pilz ist die Nebenfruchtform eines Basidiomyzeten; in diesem Fall ist allerdings die Hauptfruchtform nach wie vor unbekannt. Der Lufteinschluß wird durch die dicht geschlossenen Sklerotien erreicht, wobei die Hydrophobie durch äußere mit stark hydrophoben Kristallen besetzte Hyphen verstärkt wird (siehe Abbildungen in VOGLMAYR & KRISAI-GREILHUBER 1997a). Sie konnte im Sauwaldgebiet nur einmal auf *Carex brizoides* in einem flachen Waldtümpel nachgewiesen werden. Der betreffende Fund stellt den Zweitnachweis für Österreich dar; zum Erstfund in Mitterndorf, Niederösterreich siehe VOGLMAYR & KRISAI-GREILHUBER (1997a). Interessanterweise ist *Akenomyces costatus* nicht auf aero-aquatische Habitate beschränkt; sie wurde oft auch aus Böden von Getreideäckern isoliert (HORNBY 1984, CBS 1994) und scheint damit auf Detritus von Grasartigen eine breite ökologische Amplitude zu haben.

Beverwykella pulmonaria (VAN BEVERWIJK) TUBAKI (Abb. 1)

Diese Art zeichnet sich durch schwarze, linsenförmige Konidien aus; der Lufteinschluß erfolgt durch eine äußere Schicht von dicht aneinandergepreßten Zellen, die eine Luftblase im Zentrum einschließen. Sie scheint bei uns selten zu sein und konnte im Gebiet nur zweimal aus flachen, eutrophen Tümpeln in Erlenbrüchen nachgewiesen werden. Bezüglich des Substrates stellt sie keine großen Ansprüche; sie wurde sowohl auf Fichtenzweigen als auch diversen Laubblättern festgestellt.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

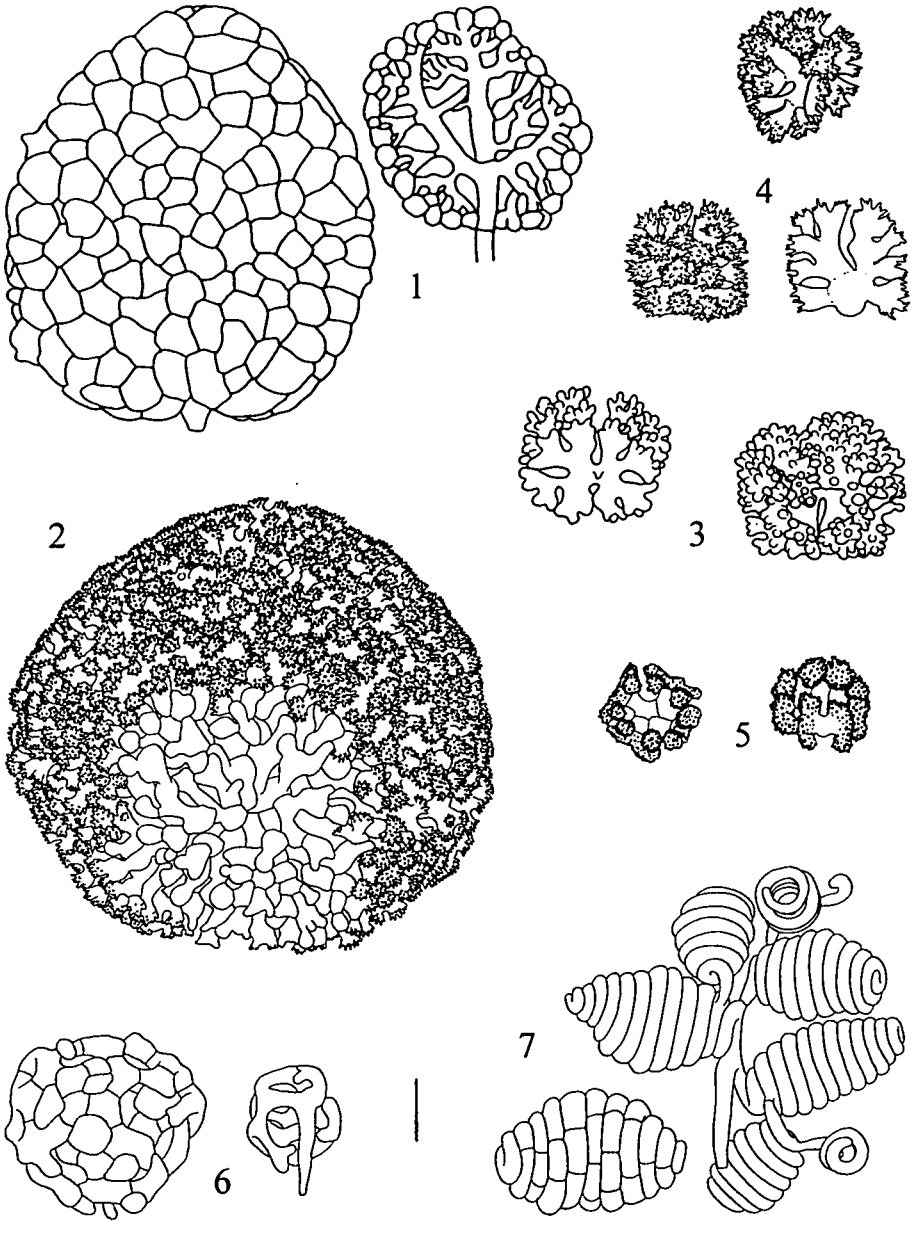

Abb. 1-7: Sporen von aero-aquatischen Pilzen. **1** – *Beverwykella pulmonaria* (rechts: junge Konidie im optischen Querschnitt, links: ausgewachsene Konidie); **2** – *Candelabrum brocchiatum*; **3** – *Candelabrum clathrosphaeroides* (links: Konidie von unten, rechts: Konidie von oben); **4** – *Candelabrum desmidiaceum* (oben: Konidie von oben, unten links: Konidie seitlich, unten rechts: Konidie im optischen Querschnitt); **5** – *Candelabrum spinulosum* (links: Konidie von oben, rechts: Konidie seitlich); **6** – *Clathrosphaerina zalewskii* (rechts: junge Konidie, rechts: ausgewachsene Konidie); **7** – *Helicodendron conglomeratum*. Balken: **1, 2, 7**: 15 µm; **3-6**: 10 µm.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Candelabrum VAN BEVERWIJK

Diese Gattung enthält insgesamt 7 Arten, von denen vier im Untersuchungsgebiet vorkommen. Charakteristisch ist die dichotome (selten trichotome) Verzweigung des Konidienfilaments in Verbindung mit warzigen peripheren Endzellen, die für die wasserabweisenden Eigenschaften verantwortlich sind. Literatur: VAN BEVERWIJK (1951), VOGLMAYR (1998).

Candelabrum brocchiatum TUBAKI (Abb. 2)

Diese Art konnte im Sauwaldgebiet nur einmal festgestellt werden und dürfte in Österreich insgesamt selten sein. Sie ist mit ihren großen hellgelben, warzigen Konidien eine sehr auffällige und leicht bestimmbare Art; der Lufteinschluß erfolgt zwischen den kugeligen Zellen, wobei die warzigen Endzellen die Hydrophobie stark erhöhen. Sie hat eine offenbar weltweite Verbreitung und ist eine der wenigen aero-aquatischen Arten, die sowohl in den Tropen als auch in der temperaten Zone vertreten sind.

Candelabrum clathrosphaeroides VOGLMAYR (Abb. 3)

Diese Art ist offenbar auf dystrophe Gewässer beschränkt und besiedelt vor allem gerbstoffreiche und schwer abbaubare Laubblätter, hauptsächlich von Eichen und Buchen. Sie wurde im Rahmen dieser Studie zuerst im Sauwaldgebiet entdeckt und in der Folge auch oftmals in den östlichen USA nachgewiesen (VOGLMAYR 1998); der Typus stammt aus Lokalität 24. Bei ihren Konidien wird die Luft als kleine zentrale Luftblase zwischen den emporragenden warzigen Seitenästen eingeschlossen, die für die Hydrophobie verantwortlich sind.

Candelabrum desmidiaceum VOGLMAYR (Abb. 4)

Auch diese Art wurde im Rahmen dieser Untersuchungen aus dem Sauwaldgebiet neu beschrieben und konnte bisher außerhalb noch nicht gefunden werden. Sie ist ebenfalls eine Bewohnerin dystropher Gewässer, ist oft mit *Candelabrum clathrosphaeroides* vergesellschaftet und wurde in der Regel von Buchenblättern isoliert (VOGLMAYR 1998). Luft wird ähnlich wie bei der vorigen Art zwischen den Seitenästen im Zentrum der Konidie eingeschlossen.

Candelabrum spinulosum VAN BEVERWIJK (Abb. 5)

Sie zählt zu den häufigsten aero-aquatischen Pilzen mit sehr breiter Ökologie, sowohl was Substrat als auch Trophie des Gewässers betrifft; sie fehlt nur in den extrem sauren oligotrophen Hochmoorgewässern. Sie ist nicht nur auf stehende Gewässer beschränkt, sondern kommt auch auf submersem Holz in Fließgewässern vor und wurde auch aus verschiedenen terrestrischen Habitaten isoliert. Einzelne Konidien sind in der Regel sehr unauffällig und können leicht übersehen werden; in der Regel treten sie aber in großen Mengen auf, sodaß das Substrat wie mehlig bestäubt wirkt. Der Lufteinschluß ist bei dieser Art nicht perfektioniert und findet in der schalenartigen Vertiefung der Konidie statt; allerdings sind die Konidien durch die warzigen Seitenzellen stark hydrophob.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Clathrosphaerina zalewskii VAN BEVERWIJK (Abb. 6)

Auch sie ist, ähnlich der vorigen Art, eine der häufigsten Arten mit sehr breiter Substratökologie. Sie fehlt allerdings in extrem eutrophen, sauerstoffarmen und extrem sauren Gewässern und scheint sauerstoffreichere Habitate zu bevorzugen. Sie ist oft mit *Spirosphaera minuta* vergesellschaftet, die ein ähnlich breites Substratspektrum hat. Die Hauptfruchtform von *Clathrosphaerina zalewskii* ist *Hyaloscypha zalewskii* DESCALS & WEBSTER, ein inoperkulater Diskomyzet (DESCALS & WEBSTER 1976). Luft wird im Zentrum der gitterförmig durchbrochenen kugeligen Konidien eingeschlossen, wobei die Hydrophobie durch Wandauflagerungen erhöht wird (siehe Abbildungen in VOGLMAYR & KRISAI-GREILHUBER 1997b). Eine ähnliche Art ist *Pseudoclathrosphaerina evamariae* (siehe unten), die sich allerdings durch eine völlig andere Konidienontogenie unterscheidet (VOGLMAYR & KRISAI-GREILHUBER 1997b).

Helicodendron PEYRONEL

Die Gattung *Helicodendron* ist durch dreidimensional gewundene, schalen- bis tonnenförmige Konidien charakterisiert, die ihrerseits durch Proliferation direkt Tochterkonidien bilden. Dadurch kommt es zur Ausbildung mehr oder weniger großer Konidienhaufen; Luft wird einerseits im Zentrum der Konidien, aber auch zwischen den dichtgepackten Konidien eingeschlossen. Oft wird die Hydrophobie durch Kristallauflagerungen des Konidienfilaments erhöht. Wichtig für die Bestimmung sind vor allem Drehrichtung, Anzahl der Windungen Färbung und Dicke des Konidienfilaments und Maße der Koniden. Die Drehrichtung der Konidien ist bei fast allen Arten mit mehr als fünf Konidienwindungen streng fixiert; bei Arten mit bis zu vier Windungen meistens variabel. Eine von der Konidienform her sehr ähnliche Gattung ist *Helicoon* (siehe unten), die sich aber durch nicht proliferierende Konidien unterscheidet. Literatur: GOOS & al. (1985), LINDER (1929), VOGLMAYR & FISHER (1997).

Helicodendron conglomeratum GLEN-BOTT (Abb. 7)

Sie ist in eutrophen Gewässern sehr häufig und oft mit der ähnlichen *Helicodendron tubulosum* vergesellschaftet, die sich aber durch das gegen den Uhrzeigersinn gewundene Konidienfilament unterscheidet. Als Substrat besiedelt sie diverse Laubblätter.

Helicodendron giganteum GLEN-BOTT (Abb. 8)

Diese Art hat, wie der Name schon sagt, die gößten Konidien der Gattung. Sie ist häufig mit der vorigen Art vergesellschaftet, bevorzugt aber eher sauerstoffreichere Bedingungen und kommt auch in langsam fließenden Gewässern vor. Sie hat eine breite Substratökologie und besiedelt Detritus sowohl von Laub- als auch Nadelbäumen. Die Hauptfruchtform von *Helicodendron giganteum* ist ein inoperkulater Diskomyzet, *Mollisia gigantea* FISHER & WEBSTER (1983).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

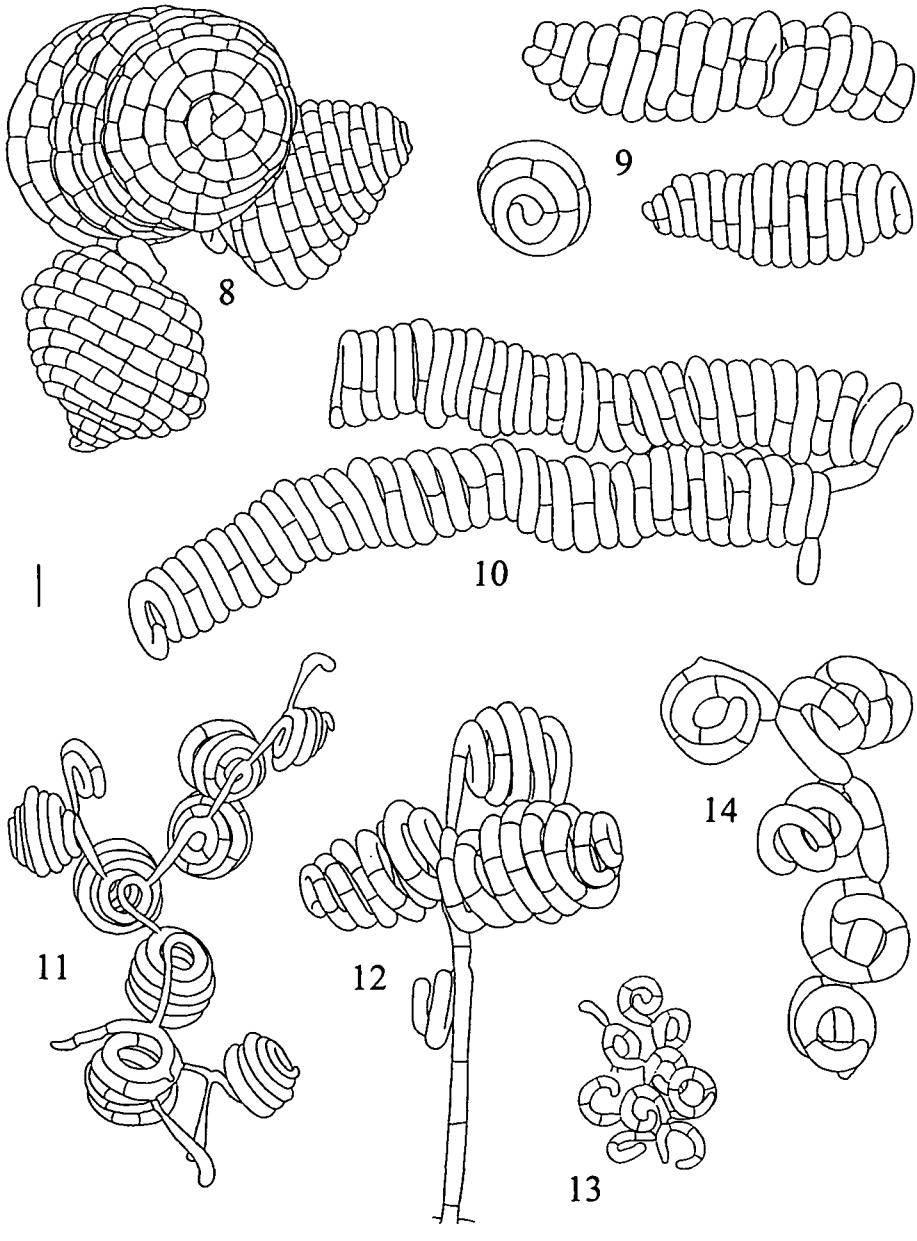

Abb. 8-14: Sporen von aero-aquatischen Pilzen. **8** – *Helicodendron giganteum*; **9** – *Helicodendron longisporum*; **10** – *Helicodendron longitubulosum*; **11** – *Helicodendron luteoalbum*; **12** – *Helicodendron multiseptatum*; **13** – *Helicodendron praetermissum*; **14** – *Helicodendron triglitziense*. Balken: 10 µm.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Helicodendron longisporum **ABDULLAH (Abb. 9)**

Diese Art wurde unlängst aus Japan beschrieben (ABDULLAH 1987) und war bisher außerhalb Japans nicht nachgewiesen. Sie ist im jungen Zustand nur schwer von *Helicodendron conglomeratum* zu unterscheiden; ausgewachsen sind jedoch die langen Konidien mit den vielen Windungen (12-23) für diese Art charakteristisch. Genauere Angaben können aufgrund des einzigen Fundes keine detaillierteren Angaben gemacht werden; sie dürfte aber eutrophe Gewässer besiedeln.

Helicodendron longitubulosum **VOGLMAYR (Abb. 10)**

Diese Art konnte im Rahmen meiner Studien neu entdeckt werden und zeichnet sich durch sehr lange Konidien mit vielen Windungen (12-40) aus; sonst ist sie ähnlich *Helicodendron tubulosum* und hat auch ähnliche Habitatansprüche. Sie dürfte ziemlich selten sein, konnte von mir aber mittlerweile auch aus den USA nachgewiesen werden.

Helicodendron luteoalbum **GLEN-BOTT (Abb. 11)**

Diese Art ist im Untersuchungsgebiet nicht allzu häufig und fast ausschließlich auf flache Gewässer in Erlenbruchwäldern beschränkt, wo sie hauptsächlich auf stark zersetzten, schwarzen Laubblättern zu finden ist. In ihren Habitaten tritt sie meist sehr häufig auf und ist in der Regel mit *Helicodendron tubulosum* vergesellschaftet.

Helicodendron multiseptatum **ABDULLAH (Abb. 12)**

Diese Art ist durch ihr locker gewundenes, braunes Konidienfilament gekennzeichnet. Sie zählt zu den selteneren Arten und konnte im Untersuchungsgebiet nur dreimal auf Buchenblättern in dystrophen Gewässern nachgewiesen werden. Eine oberflächlich ähnliche Art ist *Helicoon fuscosporum*, die aber eine andere Konidienentstehung hat; außerdem ist ihr Konidienfilament regelmäßig und dicht gewunden (siehe unten).

Helicodendron praetermissum **VOGLMAYR (Abb. 13)**

Auch diese Art war vor meinen Studien noch unbekannt und konnte im Gebiet aus wassergefüllten, tiefen Spurrillen in einer Fichtenschonung isoliert werden; dieser Standort ist auch die Typuslokalität (VOGLMAYR 1997c). Sie ist eine der wenigen Arten, die nur auf Detritus von Grasartigen (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*) gefunden wurde, im konkreten Fall von *Calamagrostis epigejos* und *Carex brizoides*; außerdem kommt sie nur in oligotrophen, anmoorigen, seichten Gewässern vor. Sie ist immer mit *Spirosphaera carici-graminis* vergesellschaftet, einer etwas häufigeren Art mit gleichen Substratansprüchen (siehe unten). Insgesamt wurde sie bisher nur von zwei österreichischen und einer niederländischen Lokalität isoliert, ist also sehr selten. Die Hydrophobie wird in dieser Art durch Kristallauflagerungen am Konidienfilament verstärkt; ein Merkmal, das sie von ähnlichen Arten unterscheidet.

Helicodendron triglitziense **(JAAP) LINDER (Abb. 14)**

Sie ist die häufigste Art der Gattung und kommt in dys- bis eutrophen Gewässern vor; sie fehlt nur in stark sauren Hochmoorgewässern und in besser belüfteten Gräben. Sie zählt zu den ersten Arten, die auf frisch in das Gewässer gefallenen Blättern sporulieren. Ihre

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Konkurrenzkraft spiegelt sich auch in den sehr raschwüchsigen Agarkulturen wider, die sie nur mit der ähnlichen *Helicodendron paradoxum* PEYRONEL teilt, einer Art, die bisher aus dem Untersuchungsgebiet noch nicht nachgewiesen werden konnte. Letztere ist ihr auch morphologisch sehr ähnlich, unterscheidet sich allerdings durch graugrünliche Konidien. Der Lufteinschluß wird in beiden Arten wegen der wenigen Windungen des Konidienfilaments (1,5-3,5) vor allem zwischen den Konidien gewährleistet; diese Konidienhaufen sind sehr groß und machen die Kolonien sehr auffällig.

Helicodendron tubulosum **(REISS) LINDER (Abb. 15)**

Sie ist die einzige Art der Gattung, die bereits vor meinen Studien aus Österreich bekannt war; sie wurde im Wienerwald von Höhnel gesammelt (LINDER 1929). Sie kommt im Untersuchunsgebiet in fast allen eutropheren Gewässern auf verschiedenen Laubblättern vor und ist insgesamt häufig. Als Hauptfruchtform wurde *Lambertella tubulosa* Abdullah & Webster, ein inoperkulater Diskomyzet, beschrieben (ABDULLAH & WEBSTER 1981). Ähnliche Arten sind *Helicodendron conglomeratum*, die allerdings ein im Uhrzeigersinn gewundenes Konidienfilament besitzt, und *Helicodendron longitubulosum*, die sich durch die viel größere Anzahl von Windungen unterscheidet (siehe oben).

Helicodendron westerdijkae **VAN BEVERWIJK (Abb. 16)**

Diese Art ist im Gebiet relativ selten, kann aber aufgrund der braunen Konidien und der oft nur kurzen Konidienketten leicht übersehen werden. Sie konnte auffälligerweise nur aus kleinen stehenden Gewässern in Bachauen oder Erlenbrüchen isoliert werden. Diese Art ist auch insofern bemerkenswert, als sie in Agarkultur Chlamydosporen ausbildet.

Helicoon **MORGAN**

Die Gattung *Helicoon* ist, wie die vorhergehende Gattung *Helicodendron*, durch tonnenförmigen Konidien charakterisiert, die durch ein dreidimensional gewundenes Konidienfilament gebildet werden. Im Gegensatz zu *Helicodendron* werden allerdings die Konidien ausschließlich am Konidiophoren gebildet; es gibt also keine Proliferation der Konidien. In manchen Arten ist allerdings der Konidiophor stark verzweigt, wodurch es ebenfalls zur Ausbildung von großen Konidienhaufen kommen kann. Literatur: GOOS & al. (1986).

Helicoon chlamydosporum **ABDULLAH & WEBSTER (Abb. 17)**

Diese Art dürfte bei uns selten sein; sie wurde nur einmal isoliert. Sie ist sehr ähnlich *Helicoon fuscosporum* (siehe unten), diese hat aber mehr Windungen (6-12). Aufgrund des einzigen Fundes können zur Ökologie keine genaueren Angaben gemacht werden.

Helicoon dendroides **VOGLMAYR (Abb. 18)**

Diese Art wurde im Rahmen der vorliegenden Studie neu beschrieben (VOGLMAYR 1997b); sie ist eine typische Art von Hochmoorgewässern und besiedelt dort berindete Zweige von Fichte, Föhre und Birke. Sie ist in den entsprechenden Gewässern nicht selten und durch die stark verzweigten Konidiophore und die daraus resultierenden Konidienhaufen relativ auffällig.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

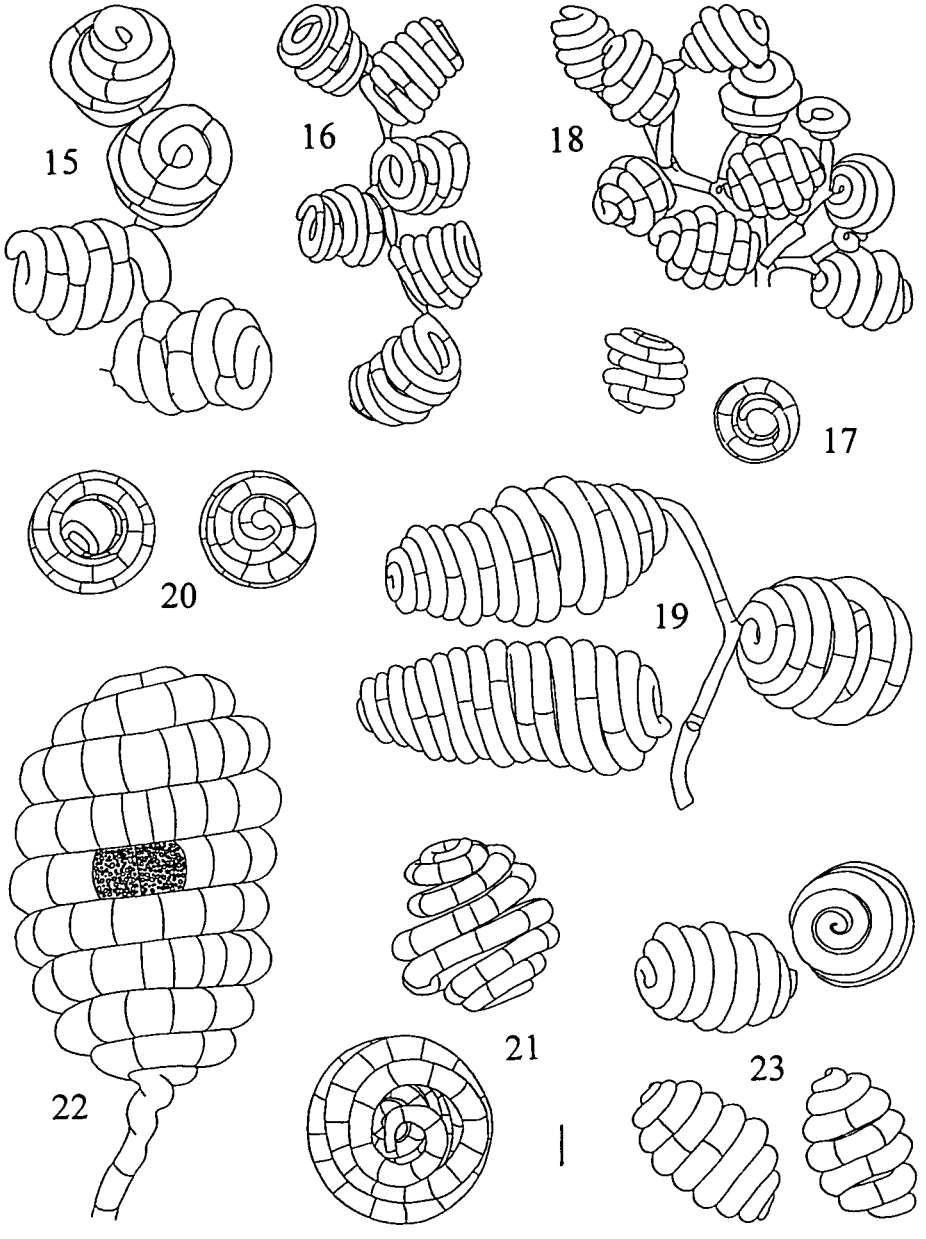

Abb. 15-23: Sporen von aero-aquatischen Pilzen. **15** – *Helicodendron tubulosum*; **16** – *Helicodendron westerdijkae*; **17** – *Helicoon chlamydosporum*; **18** – *Helicoon dendroides*; **19** – *Helicoon fuscosporum*; **20** – *Helicoon myosuroides*; **21** – *Helicoon pluriseptatum*; **22** – *Helicoon richonis*; **23** – *Helicoon sessile*. Balken: 10 µm.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Helicoon fuscosporum **LINDER (Abb. 19)**

Sie ist die bei weitem häufigste Art der Gattung und ein typischer Bewohner von Laubblättern in eutrophen Gewässern. Sie scheint sehr konkurrenzkräftig zu sein und zählt neben *Helicodendron triglitziense* zu den Pionieren auf frisch in ein Gewässer gefallenen Blättern.

Helicoon myosuroides **VOGLMAYR (Abb. 20)**

Sie ist die zweite aus Hochmooren neu beschriebene Art der Gattung (VOGLMAYR 1997b) und wurde auf Blättern und berindeten Zweigen von Birke und auf Buchenblättern gefunden. Sie konnte im Gebiet zweimal festgestellt werden; sonst ist nur ein weiterer Fund aus dem Wiehlmoos am Mondseeberg bekannt, sie scheint also sehr selten zu sein. Ihre Konidien sind relativ unauffällig und können leicht übersehen werden; charakteristisch ist das distal allmählich sehr dünn werdende Konidienfilament. Im Auflichtmikroskop sehr ähnlich ist *Helicoon pluriseptatum* (siehe unten), eine in Moorgewässern sehr häufige Art; sie unterscheidet sich durch größere Konidien, und das Konidienfilament ist am distalen Ende nicht sehr viel dünner als in der Mitte.

Helicoon pluriseptatum **VAN BEVERWIJK (Abb. 21)**

Diese Art ist in Hochmoorgewässern sowohl auf Nadel- als auch Laubblättern überaus häufig und ist oft mit *Helicoon dendroides* vergesellschaftet, die aber nur berindete Ästchen besiedelt (siehe oben). Ihre Konidien sind in der Regel viel breiter als lang und haben in etwa die Form einer Mandarine.

Helicoon richonis **(BOUDIER) LINDER (Abb. 22)**

Diese Art ist durch ihre sehr großen, schwarzen Konidien leicht kenntlich; sie scheint relativ selten zu sein und wurde im Untersuchungsgebiet nur viermal gefunden, dort jedoch stets in großen Mengen. Sie besiedelt sowohl Laubholzäste als auch diverse Laubblätter. Ihre Habitate waren meist seichte, dys- bis eutrophe, wassergefüllte Mulden in Erlenbruchwäldern; einmal wurde sie auch aus einer wassergefüllten Schottergrube isoliert.

Helicoon sessile **MORGAN (Abb. 23)**

Diese Art konnte nur dreimal nachgewiesen werden; interessanterweise war sie im Gebiet stets mit *Helicoon richonis* vergesellschaftet, scheint also ähnliche Habitatansprüche zu haben. Möglicherweise bevorzugt sie sauerstoffreichere Bedingungen und kommt in diversen aquatischen Habitaten vor (PFISTER 1997). Sie wurde sowohl von sehr morschem Laubholz als auch -blättern isoliert. Ein noch ungelöstes Problem besteht bezüglich der Windungsrichtung der Konidien; die Isolate sind nämlich entweder konstant im oder gegen den Uhrzeigersinn gewunden, sonst finden sich allerdings keine nennenswerten Unterschiede. Da in der Gattung *Helicoon* sonst die Windungsrichtung stets fixiert ist, stellt sich die Frage, ob nun beide Formen eigene unabhängige Taxa darstellen oder ob es innerhalb derselben Art beide Typen gibt. Sie ist die einzige Art der Gattung, von der die Hauptfruchtform bekannt ist; sie gehört in die Verwandtschaft um *Orbilia luteorubella*, einem inoperkulaten Diskomyzeten (PFISTER 1997).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Limnoperdon incarnatum ESCOBAR

Diese Art ist besonders bemerkenswert, da ihre Ausbreitungseinheiten aus 0,3-1 mm großen Bauchpilzfruchtkörpern bestehen, die als Ganzes schwimmfähig sind. Diese Art konnte bisher nur einmal festgestellt werden und scheint zwar relativ selten, aber weltweit verbreitet zu sein (ESCOBAR & al. 1976, MICHAELIDES & KENDRICK 1982, NAKAGIRI & ITO 1991, WEBSTER & al. 1993). Nähere Angaben zu diesem Fund finden sich in Voglmayr (1994).

Peyronelina glomerulata FISHER, WEBSTER & KANE (Abb. 24)

Diese Art konnte im Gebiet nur einmal, und das erst nach mehrmonatiger Inkubation des Substrates festgestellt werden. Bemerkenswert ist die Differenzierung der Konidienzellen in keimfähige zentrale, kugelige Zellen und in sterile äußere, einhüllende Hyphen, die durch die Kristallinkrustation die Hydrophobie und damit die Schwimmfähigkeit gewährleisten.

Pseudaegerita CRANE & SCHOKNECHT

Die Konidien dieser Gattung bestehen nur aus sich zentrifugal verzweigenden Ketten von kugeligen Zellen, wodurch eine große Kugel entsteht; Luft wird dabei zwischen den Zellen eingeschlossen. Obwohl vom Bauplan eigentlich recht einfach, ist diese Strategie durchaus sehr effizient; die Luft kann nur durch ein sehr starkes Detergenz verdrängt werden. Literatur: ABDULLAH & WEBSTER (1983).

Pseudaegerita cf. *corticalis* (PECK) CRANE & SCHOKNECHT

Diese Art konnte zweimal auf Fichtenholz nachgewiesen werden. Bemerkenswert sind die unregelmäßigen Konidien, die einen Farbpolymorphismus aufweisen; in der Regel findet man sowohl gelb, braune und graue Konidien nebeneinander. Die aus ihnen herangezogenen Agarkultur hingegen haben völlig einheitliche Merkmale. Ähnliche Beobachtungen wurden auch aus England berichtet (ABDULLAH & WEBSTER 1983) und scheinen damit für die Art charakteristisch zu sein. Da die Merkmale der europäischen Isolate etwas von den nordamerikanischen abweichen, wäre es möglich, daß die europäischen Isolate eine eigene Art repräsentieren; deshalb erfolgt die Zuordnung zu *Pseudaegerita corticalis* vorläufig nur mit Vorbehalten. Die Hauptfruchtform ist *Hyaloscypha lignicola* ABDULLAH & WEBSTER, ein inoperkulater Diskomyzet (ABDULLAH & WEBSTER 1983).

Pseudaegerita viridis (BAYLISS ELLIOT) ABDULLAH & WEBSTER (Abb. 25)

Sie zählt in eutrophen Gewässern zu den häufigsten Arten und kommt sowohl auf Blättern als auch Zweigen von Laubgehölzen vor.

Pseudaegerita sp. (Abb. 26)

Diese Art konnte bisher mit keiner beschriebenen Art identifiziert werden und stellt wahrscheinlich ein noch unbeschriebenes Taxon dar; sie wurde ausschließlich auf wenig zersetzten Fichten- oder Föhrenästchen in oligotrophen Gewässern gefunden und hat einen Schwerpunkt in sauren, huminsäurereichen Moorgewässern. Besonders häufig kommt sie in langsam fließenden Gräben vor.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

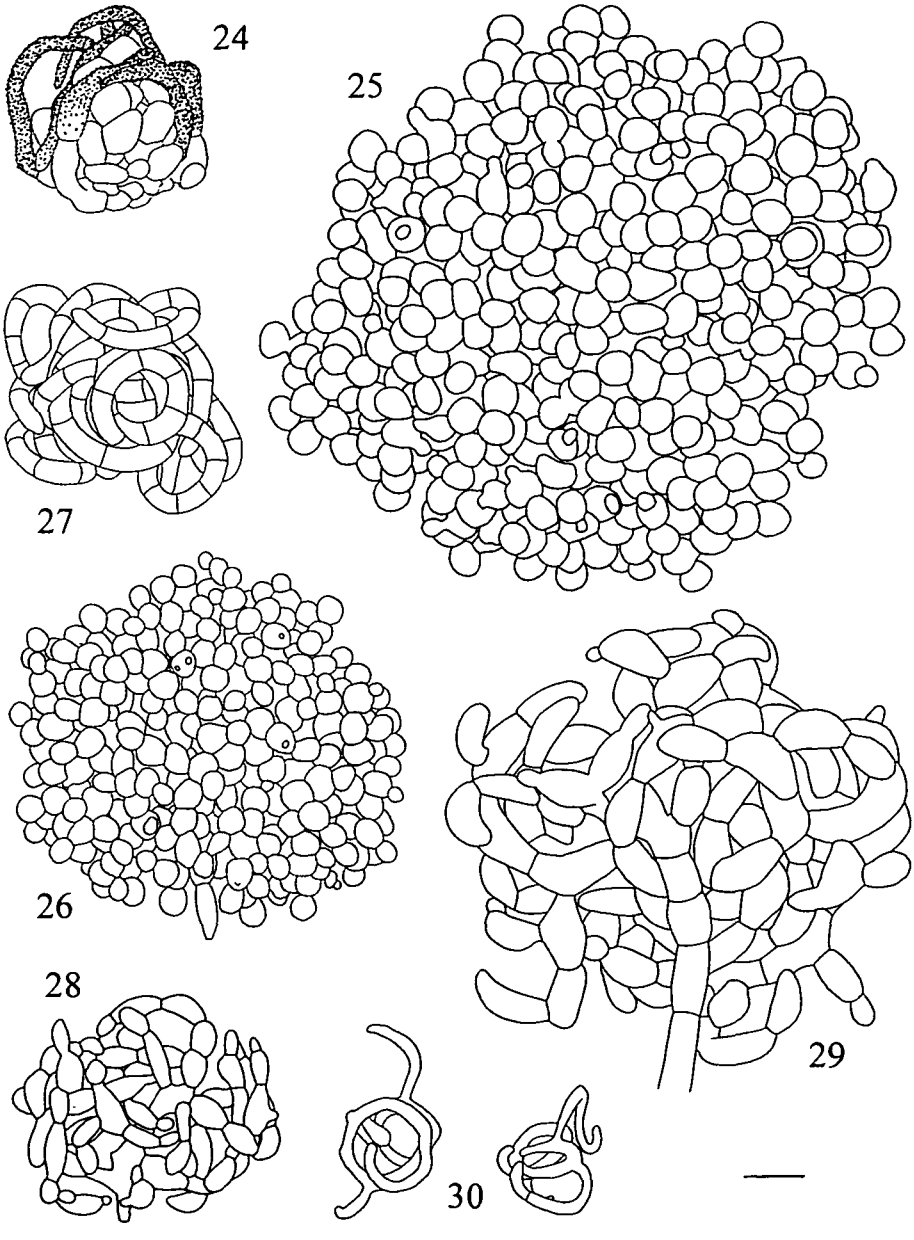

Abb. 24-30: Sporen von aero-aquatischen Pilzen. **24** – *Peyronelina glomerulata*, **25** – *Pseudaegerita viridis*; **26** – *Pseudaegerita* sp.; **27** – *Spirosphaera beverwijkiana*; **28** – *Spirosphaera carici-graminis*; **29** – *Spirosphaera floriformis*; **30** – *Spirosphaera minuta*. Balken: 10 µm.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Pseudoclathrosphaerina evamariae VOGLMAYR

Auch diese Art wurde im Rahmen dieser Untersuchungen entdeckt und neu beschrieben. Sie ist oberflächlich *Clathrosphaerina zalewski* sehr ähnlich, unterscheidet sich von dieser aber grundlegend in der völlig verschiedenen Konidienontogenie und dem nur locker verwobenen, dichotom verzweigten Konidienfilament (VOGLMAYR & KRISAI-GREILHUBER 1997b). Sie wurde im Gebiet nur zweimal gefunden und ist wesentlich seltener als *Clathrosphaerina zalewskii*; allerdings ist nicht auszuschließen, daß sie zu Beginn der Studie mit ihr verwechselt wurde.

Spirosphaera VAN BEVERWIJK

Diese Gattung ist durch kugelige, dicht verwobene Konidien aus einem spiralig gewundenen, verzweigten und ineinander verflochtenen Konidienfilament charakterisiert; Luft wird zwischen den Zellen eingeschlossen. Literatur: ABDULLAH & al. (1986), HENNEBERT (1968).

Spirosphaera beverwijkiana HENNEBERT (Abb. 27)

Diese Art ist durch die sehr regelmäßigen Windungen des Konidienfilaments und die unregelmäßigen Konidien sofort kenntlich und kann mit keiner anderen Art verwechselt werden. Sie ist charakteristisch für flache, dystrophe bis oligotrophe, im Sommer oft austrocknende Waldtümpel und scheint nur unter guter Sauerstoffversorgung zu gedeihen; außerdem wurde sie nur auf Eichenblättern gefunden. Sie ist oft mit *Spirosphaera minuta* vergesellschaftet.

Spirosphaera carici-graminis VOGLMAYR (Abb. 28)

Diese Art besiedelt, wie der Name schon sagt, ausschließlich submersen Detritus von Grasartigen und wurde im Rahmen meiner Studien neu beschrieben (VOGLMAYR 1997c). Sie kommt, ähnlich der vorigen Art, hauptsächlich in flachen, relativ sauerstoffreichen und im Sommer zeitweilig austrocknenden Gewässern vor, aber auch in wassergefüllten Gräben. In allen Fällen war das Substrat entweder *Calamagrostis epigejos* oder *Carex brizoides*. Sie ist meist mit *Spirosphaera minuta* vergesellschaftet.

Spirosphaera floriformis VAN BEVERWIJK (Abb. 29)

Diese Art ist in dys- bis eutrophen Gewässern sehr häufig und besiedelt sowohl Äste als auch Blätter diverser Nadel- und Laubbäume, hat also ein sehr breites Substratspektrum. Sie ist sehr variabel, sowohl was Konidienfarbe, -größe als auch Kulturmerkmale betrifft und stellt womöglich eine Sammelart von verschiedenen Taxa dar.

Spirosphaera minuta HENNEBERT (Abb. 30)

Sie ist durch ihre hyalinen, kleinen Konidien eine zwar unauffällige, aber sehr häufige Art, mit einem Schwerpunkt in flachen, sauerstoffreicheren, im Sommer austrocknenden, dys- bis oligotrophen Gewässern. Bezüglich des Substrats stellt sie keinerlei besonderen Ansprüche und ist eine der wenigen Arten, die sowohl auf Detritus von Laub-, Nadel-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bäumen als auch Grasartigen vorkommt. Sie ist oft mit *Clathrosphaerina zalewskii* vergesellschaftet, die ein ähnlich breites Substratspektrum hat. Eine sehr ähnliche Art, *Spirosphaera dimorpha* MARVANOVÁ & BÄRLOCHER, wurde aus Flüssen in Kanada beschrieben (MARVANOVÁ & BÄRLOCHER 1998); interessanterweise hat diese Art als Synanamorph einen aquatischen Hyphomyzeten mit tetraradiaten Sporen aus der Formgattung *Lambdasporium*.

Zusammenfassung

Die ökologische Gruppe der aero-aquatischen Pilze wurde anhand von 24 verschiedenen stehenden Gewässern des Sauwaldgebietes untersucht. Diese Pilze sind durch zwei ökologische Hauptmerkmale charakterisiert: vegetatives saprotrophes Wachstum in submersen Blättern und Zweigen in Kombination mit der Ausbildung von vielzelligen, schwimmfähigen Ausbreitungseinheiten, die nur über der Wasseroberfläche gebildet werden können. Sie schließen zwischen den Zellen Luft ein, was für die Ausbreitung nötig ist, die auf der Wasseroberfläche erfolgt. Um diesen Lufteinschluß möglichst effizient zu machen, hat sich diese Pilzgruppe eine faszinierende Mannigfaltigkeit an Bauprinzipien zunutze gemacht, die in der vorliegenden Arbeit beschrieben und illustriert werden. Aufgrund der Vielfalt an untersuchten stehenden bis langsam fließenden Gewässern, die von eutrophen Waldteichen und -tümpeln bis zu extrem oligotrophen Torfstichen in Hochmooren reicht, war es möglich, 36 Arten dieser Gruppe nachzuweisen, was fast der Hälfte an weltweit beschriebenen Arten entspricht. Vor diesen Untersuchungen waren nur drei aero-aquatische Arten aus Österreich bekannt, was eindrucksvoll unser nach wie vor sehr fragmentarisches Wissen und die Dringlichkeit von eingehenden mykologischen Untersuchungen demonstriert. Dies wird auch dadurch deutlich, daß im Rahmen der Untersuchungen acht neue Arten beschrieben werden konnten.

Danksagung

Ich möchte Irmgard Krisai-Greilhuber für ihre großzügige organisatorische und fachliche Hilfe herzlich danken, ohne die die vorliegende Untersuchung nie zustandegekommen wäre.

Literatur

ABDULLAH S.K. (1987): Two new species of *Helicodendron*. — Nova Hedwigia **44**: 339-343.

ABDULLAH S.K. & J. WEBSTER (1981): *Lambertella tubulosa* sp. nov., teleomorph of *Helicodendron tubulosum*. — Transactions of the British Mycological Society **76**: 261-263.

ABDULLAH S.K. & J. WEBSTER (1983): The aero-aquatic genus *Pseudaegerita*. — Transactions of the British Mycological Society **80**: 247-254.

ABDULLAH S.K., HORIE Y. & S. UDAGAWA (1986): New or interesting aero-aquatic conidial fungi from Japan. — Nova Hedwigia **43**: 507-513.

BEVERWIJK A.L. VAN (1951): *Candelabrum spinulosum* a new fungus species. — Antonie van Leeuwenhoek **17**: 278-284.

CBS (1994): List of cultures. Fungi and yeasts, 33rd Edn. — Baarn: Centraalbureau voor Schimmelcultures.

DESCALS E. & J. WEBSTER (1976): *Hyaloscypha*: perfect state of *Clathrosphaerina zalewskii*. — Transactions of the British Mycological Society **67**: 525-528.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ERIKSSON J. & L. RYVARDEN (1976): The Corticiaceae of North Europe, vol. **4**. — Oslo: Fungiflora.

ERIKSSON J., HJORTSTAM K. & L. RYVARDEN (1984): The Corticiaceae of North Europe, vol. **7**. — Oslo: Fungiflora.

ESCOBAR G.A., MCCABE D.E. & C.W. HARPEL (1976): *Limnoperdon*, a floating gasteromycete isolated from marshes. — Mycologia **71**: 899-907.

FIELD J.I. & J. WEBSTER (1983): Anaerobic survival of aquatic fungi. — Transactions of the British Mycological Society **81**: 365-369.

FIELD J.I. & J. WEBSTER (1985): Effects of sulfide on survival of aero-aquatic and aquatic hyphomycetes. — Transactions of the British Mycological Society **85**: 193-199.

FISHER P.J. & J. WEBSTER (1981): Ecological studies on aero-aquatic hyphomycetes.–In WICKLOW D.T. & G.C. CARROLL (Eds.): The fungal community, pp. 709-730. — New York, Basel: Dekker.

FISHER P.J. & J. WEBSTER (1983): The teleomorphs of *Helicodendron giganteum* and *H. paradoxum*. — Transactions of the British Mycological Society **81**: 646-659.

GOOS R.D., ABDULLAH S.K., FISHER P.J. & J. WEBSTER (1985): The anamorph genus *Helicoron*. — Transactions of the British Mycological Society **87**: 115-122.

GOOS R.D., ABDULLAH S.K., FISHER P.J. & J. WEBSTER (1986): The anamorph genus *Helicodendron*. — Transactions of the British Mycological Society **84**: 423-435.

GRIMS F. (1969): Die Vegetation der Flach- und Hochmoore des Sauwaldes. Eine floristische Studie. — Jahrbuch des oberösterreichischen Musealvereins **114**/1: 273-286.

HENNEBERT G.L. (1968): New species of *Spirosphaera*. — Transactions of the British Mycological Society **51**: 13-24.

HORNBY D. (1984): *Akenomyces costatus* sp. nov. and the validation of *Akenomyces* ARNAUD. — Transactions of the British Mycological Society **82**: 653-664.

KRISAI R. & R. SCHMIDT (1983): Die Moore Oberösterreichs. — Linz: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung.

LINDER D.H. (1929): A monograph of the helicosporous fungi imperfecti. — Annals of the Missouri Botanical Garden **16**: 227-389.

MARVANOVÁ L. & F. BÄRLOCHER (1998): Hyphomycetes from Canadian streams. IV. *Spirosphaera dimorpha* sp. nov. — Mycotaxon **68**: 33-40.

MICHAELIDES J. & B. KENDRICK (1982): The bubble-trap propagules of *Beverwykella*, *Helicoon* and other aero-aquatic fungi. — Mycologia **14**: 247-260.

NAKAGIRI A. & T. ITO (1991): Basidiocarp development of the cyphelloid gasteroid aquatic basidiomycetes *Halocyphina villosa* and *Limnoperdon incarnatum*. — Canadian Journal of Botany **69**: 2320-2327.

PFISTER D.H. (1997): Castor, Pollux and life histories of fungi. — Mycologia **89**: 1-23.

VOGLMAYR H. (1997): *Limnoperdon incarnatum*, ein aero-aquatischer Gasteromyzet neu für Europa. — Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde **3**: 71-76.

VOGLMAYR H. (1997a): Two new aero-aquatic species of the hyphomycete genus *Helicodendron*. — Plant Systematics and Evolution **205**: 185-193.

VOGLMAYR H. (1997b): *Helicoon myosuroides* sp. nov. and *Helicoon dendroides* sp. nov., two new aero-aquatic hyphomycetes. — Mycological Research **101**: 337-340.

VOGLMAYR H. (1997c): *Helicodendron praetermissum* sp. nov. and *Spirosphaera caricigraminis* sp. nov., aero-aquatic fungi on monocotyledonous debris. — Canadian Journal of Botany **75**: 1772-1777.

VOGLMAYR H. (1998): *Candelabrum desmidiaceum* and *Candelabrum clathrosphaeroides* spp. nov., additions and key to *Candelabrum*. — Mycological Research **102**: 410-413.

VOGLMAYR H. & P.J. FISHER (1997): *Helicodendron fuscum* and its allies. — Transactions of the British Mycological Society **101**: 1122-1126.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

VOGLMAYR H. & I. KRISAI-GREILHUBER (1997a): *Akenomyces costatus*, an interesting basidiomycetous anamorph with unknown affinities. — Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde **6**: 61-66.

VOGLMAYR H. & I. KRISAI-GREILHUBER (1997b): *Pseudoclathrosphaerina evamariae* gen. et sp. nov. and *Sympodioclathra globosa* gen. et sp. nov., two aeroaquatic fungi similar to *Clathrosphaerina*. — Mycologia **89**: 942-951.

WEBSTER J., KOCK A.N. de & A. EICKER (1993): *Limnoperdon incarnatum*, a gasteromycete from submerged twigs in South Africa. — South African Journal of Botany **59**: 519-521.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hermann VOGLMAYR
Institut für Botanik der Universität Wien
Abteilung Mykologie und Kryptogamenkunde
Rennweg 14, A-1030 Wien, Österreich

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 0009

Autor(en)/Author(s): Vogelmayr Hermann

Artikel/Article: Die aero-aquatischen Pilze des Sauwaldgebietes 705-728