©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Cordyceps michiganensis, eine in Europa bisher unbekannte Kernkeule

URSULA PEINTNER

REINHOLD PÖDER
Institut für Mikrobiologie
der Leopold Franzens Universität Innsbruck
Technikerstr. 25
A-6020 Innsbruck, Österreich

Eingelangt am 26. September 1996

Key words: *Ascomycetes, Clavicipitales, Cordyceps michiganensis*. - Entomogenous fungi. - Mycobiota of Europe.

Abstract: *Cordyceps michiganensis*, an entomogenous ascomycete, so far known only from North America, was collected in Tyrol (Austria) on an alpine sedge heath at an elevation of 2500 m above sea level. *Cordyceps michiganensis* grows on larvae of *Coleoptera* and is characterized by unbranched stromata with distinctly free apothezia, its ochraceous orange colours, and the cylindric asci. A full description of this first European collection is given and its delimitation from related taxa is discussed.

Zusammenfassung: *Cordyceps michiganensis*, eine bisher nur aus Nordamerika bekannte Kernkeule, wurde im Karwendelgebirge (Tirol, Österreich) in einer alpinen Grasheide auf 2500 m Seehöhe gefunden. Typisch für diese an Coleopterenlarven vorkommende *Cordyceps*-Art sind ockerlich-orange, unverzweigte Stromata mit deutlich freien Apothezien sowie zylindrische Asci. Dieser Erstfund für Europa wird ausführlich beschrieben und seine Abgrenzung zu verwandten Taxa diskutiert.

Im Juni 1993 fiel den Entomologen BARBARA und KONRAD THALER (Institut für Zoologie der Universität Innsbruck) beim Sammeln von Insekten am Solstein [Tirol, Karwendel, ÖK 117V (Zirl) R ^{2}23700, H ^{2}40800 BMN] auf ca. 2500 m Seehöhe eine von einem Pilz befallene tote Coleopterenlarve auf. Sie stellten uns diese Aufsammlung zur Bestimmung zur Verfügung. Die Zuordnung dieses Ascomyceten zur Gattung *Cordyceps* (FR.) LINK (nom. cons.) erfolgte aufgrund charakteristischer, aus dem Insektenkörper wachsender Stromata, an deren apikalen Abschnitten sich zahlreiche, freistehende Perithezien entwickelten. Weiters weist der Fund die für *Cordyceps* typischen, fadenförmigen Ascosporen auf, welche bereits im Ascus in Fragmente zerfallen.

Eine Bestimmung auf Artniveau gelang mit MAINS (1958). Die zu den *Clavicipitales* gehörende Gattung *Cordyceps* wurde von ihm folgendermaßen charakterisiert: Zylindrische, kopfige oder keulenförmige, meist unverzweigte Stromata entstehen aus dichten Myzelmassen, die sich in Insekten, Spinnen, oder in Ascomata der Gattung *Elaphomyces* NEES (Hirschtrüffel) entwickeln. Die stielförmigen Stromata werden aus parallelen bzw. aus leicht ineinander verwobenen Hyphen gebildet, die im apikalen Teil divergieren können. Die Perithezienwände sind gut entwickelt, die Perithezien frei, teilweise oder gänzlich in Stromata eingesenkt. Die Asci sind zylindrisch oder keulenförmig, weisen sehr dünne Wände auf, die sich meist an der Ascusspitze ver-

©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dicken und sogenannte "Apikalkappen" bilden. Die hyalinen Ascosporen sind fadenförmig und zerfallen im Ascus in viele, einzellige Fragmente. Von einigen *Cordyceps*-Arten wurden Imperfektstadien beschrieben: Einzellige, hyaline Konidien können an den Stromata oder am Myzel gebildet werden (KOBAYASHI 1981).

Die meisten *Cordyceps*-Arten sind entomopathogen. Sie wachsen parasitisch in bzw. an Larven, Puppen oder Imagos von Insekten. Außerdem fruktifizieren einige Arten, beispielsweise *C. ophioglossoides* (ERH.: FR.) LINK (Zungenkernkeule), an Fruchtkörpern von *Elaphomyces*-Arten. Die Wirt-Parasit-Beziehung spielt in der Klassifikation von Kernkeulen eine wichtige Rolle. KOBAYASHI (1982) erwähnt in seiner Zusammenfassung der 282 weltweit vorkommenden *Cordyceps* spp. fünf Arten an *Arachnida* (Spinnen), 39 Arten an *Coleoptera* (Käfer), 36 Arten an *Lepidoptera* (Schmetterlinge, Motten), 20 Arten an *Hymenoptera* (Wespen, Ameisen), 12 Arten an *Hemiptera* (Wanzen, Zikaden, Blattläuse), acht Arten an *Orthoptera* (Heuschrecken), drei Arten an *Diptera* (Mücken und Fliegen) und eine Art an *Isoptera* (Termiten).

Ein Vergleich der Tiroler Aufsammlung mit authentischem Material aus Nordamerika ergab eine überzeugende Übereinstimmung mit *Cordyceps michiganensis* MAINS.

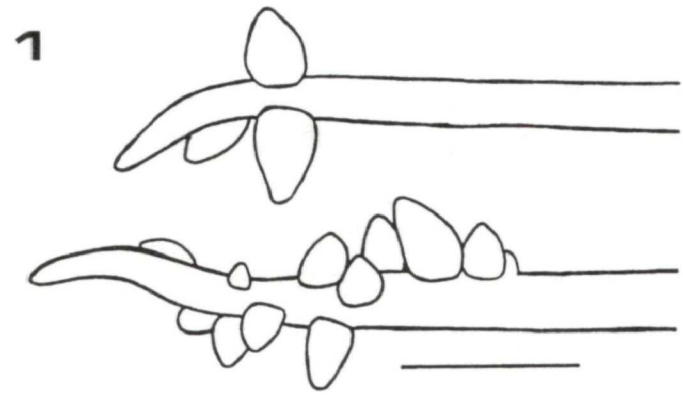
Material und Methoden

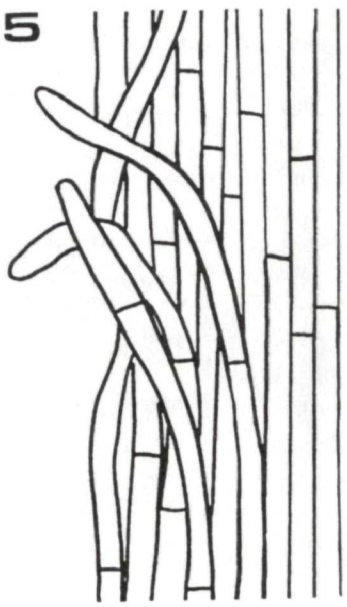
Die lichtoptischen Untersuchungen (Nomarski-Interferenzkontrast, Auflichtfluoreszenz) wurden an Herbarmaterial (Quetschpräparate und in Wasser eingebettete Kryotomschnitte) vorgenommen. Maßangaben sind in der Form (minimaler Wert-) Durchschnittswert ± Standardabweichung (-maximaler Wert) ($n \geq 20$) angegeben. Alle Messungen (Ölimmersion x 100; in aqua dest.) und Abbildungen von Mikromerkmalen wurden anhand von Videoprints vorgenommen bzw. angefertigt. Farbangaben beziehen sich auf KORNERUP & WANSCHER (1978).

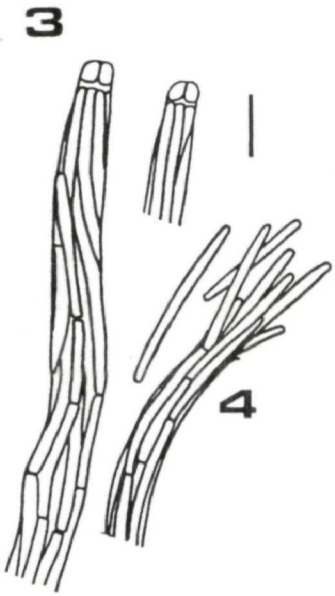
Untersuchtes Material: *Cordyceps michiganensis* - Austria, Tirol (Karwendelgebirge), alpine Grasheide mit reicher Schuttauflage am Solstein, (ca. 2500 m ü. NN), an Carabidenlarve (*Coleoptera*), 18. 06. 1993, leg. B. & K. THALER, det. U. PEINTNER & R. PÖDER (IB 93/620). *C. michiganensis* (Holotypus) - USA, Michigan, Alger County, Rock River, "on larvae of beetle in a swampy place", 28. 08. 1932, leg. & det. E. B. MAINS & E. E. MAINS (32-391 bzw. MICH 14364). *C. michiganensis* (Paratypus) - USA, Michigan, Livingston Co., leg. & det. E. B. MAINS (33-379 bzw. MICH 18684). *C. michiganensis* (Paratypus) - USA, Michigan, Alger county, leg. & det. E. B. MAINS (33-148 bzw. MICH 18671). *C. michiganensis* - USA, Michigan, Luce County, leg. & det. A. H. SMITH (36-909 bzw. MICH 18668). *C. capitata* (HOLMSH.: FR.) LINK. - Austria, Tirol, Gnadenwald, leg. & det. M. MOSER (IB 88/1341). *C. militaris* (L. ex ST. AMANS) LINK. - Austria, Oberösterreich, Almsee im Almtal, auf Schmetterlingspuppe, 03. 10. 1984, leg. & det. M. MOSER (IB 84/268). *C. ophioglossoides* (ERH.: FR.) LINK. - Austria, Tirol, Pillberg bei Schwaz, auf *Elaphomyces* sp., 26. 08. 1995, leg. & det. M. KIRCHMAIR (IB 95/1061). *C. sphecocephala* KLOTSCH - Austria, Tirol, Sellrain, an vergrabener Wespe, 23. 07. 1993, leg. & det. U. PEINTNER (IB 93/621). *Epichloe typhina* (PERS.: FR.) TUL. - Austria, Tirol, Kufstein, Innpromenade auf Grashalmen, 17. 06. 1995, leg. & det. P. HOLZKNECHT (IB 95/910).

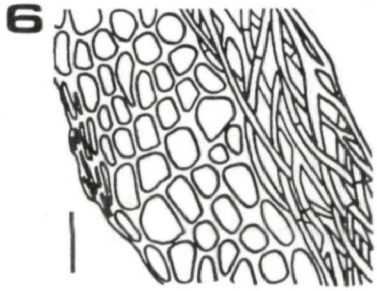
Abb. 1-7. *Cordyceps michiganensis*. 1. Stromata mit freien Perithezien; 2. Asci. 3. Asci mit Apikalkappen und bereits im Ascus zerfallenden Ascosporen. 4. Aus einem aufgebrochenen Ascus ragendes Sporenbündel. 5. Längsschnitt durch die äußere Schicht eines Stroma. 6. Querschnitt durch die Perithezienwand. 7. Aufsicht auf die Perithezienwand; Maß: (1) = 1 mm, (2-7) = 10 µm.

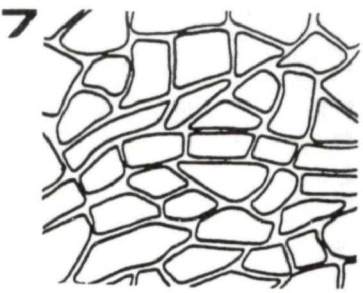
©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at











©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Cordyceps michiganensis **MAINS,** Proc. Amer. Philos. Soc. **74**: 266, 1934 (Farbige Abb. I, Abb. 1-7)

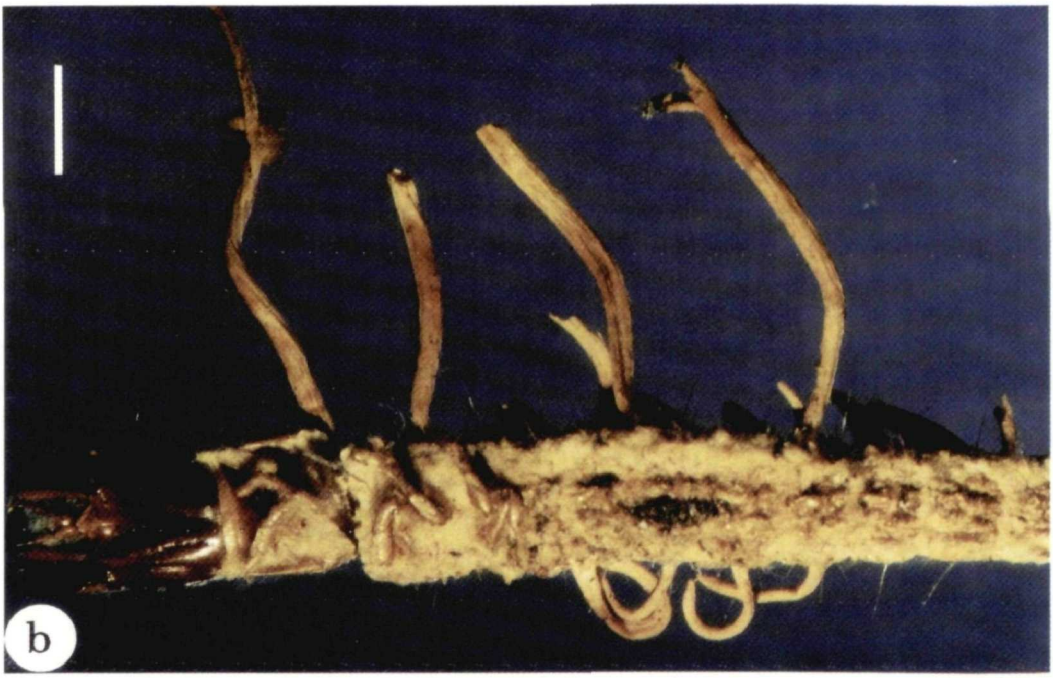
Makroskopische Merkmale
Zahlreiche **Stromata** (ca. 10) an der Coleopterenlarve beidseitig aus den Pleuralmembranen entspringend, unverzweigt, gerade bis etwas wellig, z. T. gegen die Längsachse verdreht, im apikalen Teil zylindrisch bis acuminat, bis 15 mm lang und 0,2-0,3 mm breit; Oberfläche leicht filzig, samtig, zum Teil leicht längsfaserig gestreift, ockergelb-orange (KORNERUP & WANSCHER 1978: 6C8 bis 6C7). Junge Stromata mit eingekrümmtem Ende. **Perithezien** in allen Stadien deutlich frei, meist gesellig (3-15) rund um den apikalen Teil der Stromata sitzend, birnenförmig, 240-270 µm breit und 320-390 µm hoch, dem Stroma gleichfarben bzw. mit etwas dunklerer Spitze (KORNERUP & WANSCHER 1978: 6C8, 6C7, 6B7), Oberfläche leicht filzig, samtig.

Mikroskopische Merkmale
Stromata aus einem kompakten zentralen Gewebe parallel verlaufender Hyphen bestehend, dem eine dünne, 25-30 µm breite corticale Schicht von ineinander verwobenen, kurzzelligen Hyphen aufgelagert ist. **Perithezienwand** ca. 60-75 µm dick, im Längsschnitt außen mit pseudoparenchymatischer Struktur aus breit elliptischen bis rundlichen Zellen, diese in eine innere, ca. 15 µm dicke Schicht aus irregulär verwobenen, verzweigten Hyphen übergehend. **Asci** zylindrisch, 150-230 µm lang und (5-)5,8 ± 0,4(-6,6) µm (n = 40) breit; Holotypus: (4-)5 ± 0,6(-6,3) µm (n = 22); Paratypus MICH 18684: (3,2-)4,3 ± 0,6(-5) µm (n = 24). Ascusspitzen mit apikaler, ausgeprägter Wandverdickung (= ca. 4 µm hohe Apikalkappen), nicht amyloid. **Ascosporen** fadenförmig, so lang wie der Ascus, im Ascus relativ spät in 12-45 µm lange und (1,5-)1,8 ± 0,2(-2,1) µm breite (n = 31) Segmente zerfallend. Sporenfragmente durchschnittlich gleich lang, im Holotypus (1,3-)1,6 ± 0,2(-2,1) µm (n = 20), im Paratypus MICH 18684: (1,5-)1,8 ± 0,1(-2,1) µm (n = 25) breit. Ascosporen bei Blauanregung (450-490 nm) mit deutlicher, gelber Autofluoreszenz.

Ökologie und Verbreitung
Cordyceps michiganensis ist bisher nur aus den USA (Michigan und North Carolina) bekannt. Der Holotypus wurde 1932 von E. B. MAINS "an einer sumpfigen Stelle" am Rock River in Michigan gesammelt. 26 Jahre später, nach zahlreichen weiteren Belegen, stellt MAINS (1958) fest: "This species is usually found on beetle larvae in rotten logs."
Die hier beschriebene Aufsammlung stammt vom Solstein im Karwendelgebirge (Tirol); der Pilz wurde auf einer Carabidenlarve (*Coleoptera*) nahe der Gipfelkuppe auf 2500 m Seehöhe in einer alpinen Grasheide mit reicher Schuttauflage gefunden. Die Larve wurde dort unter einer Steinplatte entdeckt. Weitere Funde aus Europa sind uns nicht bekannt.

Diskussion
Charakteristisch für die Gattung *Cordyceps* sind meist vollkommen in Stromata eingesenkte Perithezien, zylindrische Asci und fadenförmige Ascosporen, welche schon im Ascus in Fragmente zerfallen. Deutlich bzw. gänzlich freie Perithezien kommen relativ selten vor. Ähnliche Merkmale weisen Arten der Gattung *Barya* FUCKEL auf: die

©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at



Farbige Abb. I. *Cordyceps michiganensis* auf einer Carabidenlarve (*Coleoptera*). Die Stromata entwikkeln sich vorwiegend aus den Pleuralmembranen. *a* Dorsalansicht der befallenen Käferlarve, *b* Ventralansicht. Maß: 1 mm. - Phot. U. PEINTNER.

©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Perithezien sind nicht eingesenkt und entwickeln sich meist auf einem weißen Subiculum; die fadenförmigen Ascosporen zerfallen jedoch bei *Barya* spp. nicht. Auch für die Gattung *Torrubiella* BOUD. sind freie Perithezien charakteristisch, die sich jedoch auf einem watteartigen Subiculum entwickeln, wobei keine Stromata gebildet werden.

Der Vergleich des Tiroler Fundes mit dem Typusmaterial ergab eine sehr gute Übereinstimmung in allen morphologisch-anatomischen Merkmalen: Die typische Form und Farbe der Perithezien sowie das Vorkommen an Käferlarven erlauben die eindeutige Zuordnung der am Solstein gefundenen Kernkeule zu *C. michiganensis*. Interessant ist, trotz der ebenfalls übereinstimmenden Substratökologie (auf Coleopterenlarven), der alpine Fundort auf 2500 m Seehöhe.

MAINS (1958) erwähnt eine von CESATI aus Italien beschriebene Kernkeule, *Cordyceps memorabilis* CES., welche *C. michiganensis* weitgehend ähnlich sein soll. SACCARDO (1882-1895) gibt folgende Beschreibung (Übersetzung aus dem Lateinischen: U. PEINTNER): "*C. memorabilis* CES. in Comm. crit. it. I, 16, *Racemella memorabilis* CES. in Comm. crit. ital. I, 65, tab. IV, f.1. - "Stromata einfach oder dichotom aufsteigend, gerade oder gebogen bzw. gewunden, 6-8 mm lang, 2/3-1/2 mm Durchmesser. Apex entweder nackt oder von Perithezien bedeckt, glatt oder leicht furchig, gelb orange, opak. Perithezien nackt und frei, 3-25, birnenförmig, 1/4-1/3 mm lang, 1/5-1/4 mm breit, gold-rostfarben, glatt, mehr oder weniger gedrängt, Spitze undeutlich perforiert. Asci zylindrisch, 100-120 x 4 µm; Sporenfragmente sehr zahlreich, sehr klein."

Da von *C. memorabilis* kein Typus existiert und keine weiteren Aufsammlungen bekannt geworden sind, kann sich eine Interpretation dieser Art nur auf die Beschreibung von CESATI berufen: die unzähligen, sehr kleinen ("minutissimis, spermatioideis") Sporenfragmente sind für *C. michiganensis* nicht typisch.

Cordyceps-Arten mit deutlich freien Perithezien sowie Asci mit kurzen zylindrischen Apikalkappen wurden von MAINS (1958) in der Untergattung *Racemella* (CES.) SACC. Syll. Fung. 2: 572. 1883 zusammengefaßt. Typus dieser Untergattung ist *C. memorabilis*, welche CESATI ursprünglich als *Racemella memorabilis* beschrieben hatte. Die Perithezien von Arten, die dieser Untergattung zugehören, entstehen schon sehr früh als freie Perithezien. Dieses Merkmal ist wichtig, da bei Vertretern der nahestehenden Untergattung *Cordyceps* freie Perithezien sekundär, infolge der Schrumpfung einer weichen, lockeren, äußeren Perithezienschicht entstehen können; sie erscheinen dann erst ab einem relativ späten Entwicklungsstadium als "frei".

KOBAYASHI (1982) faßt *Cordyceps* Arten mit freien Perithezien in der Sektion *Racemella* CESATI (Untergattung *Eucordyceps*) zusammen. *C. michiganensis* weist ebenso wie vier weitere *Cordyceps*-Arten der Subsektion *Sparsae* tuberculate, filiforme oder zylindrische Stromata mit freien Perithezien auf.

Da keinerlei Literaturhinweis auf Autofluoreszenzerscheinungen bei den Ascosporen gefunden werden konnte, wurden weitere Arten bzw. eine weitere mit *Cordyceps* verwandte Gattung bei Blau- (450-490 nm), Grün- (530-560 nm) und UV-Anregung (340-380 nm) untersucht. Die Perithezien und Sporen von *Cordyceps capitata*, *C. militaris*, *C. ophioglossoides* und *C. sphecocephala* sowie die Perithezien und Sporen von *Epichloe typhina* zeigten bei Blauanregung eine deutliche, gelbe Autofluoreszenz. Bei Grün- und UV- Anregung konnten bei keiner der untersuchten Arten nennenswerte Autofluoreszenzerscheinungen festgestellt werden. Ob solche Autofluores-

©Österreichische Mykologische Gesellschaft, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

zenzphänomene auch bei weiteren Taxa der *Clavicipitales* auftreten, haben wir nicht überprüft.

Unser Dank gilt vor allem BARBARA und KONRAD THALER am Institut für Zoologie der Universität Innsbruck, die uns die *Cordyceps*-Aufsammlung zur Verfügung stellten sowie die Bestimmung der Käferlarve vornahmen. Herrn R. L. SHAFFER, dem Kustos des Herbarium von Michigan, University of Michigan, sind wir für die Ausleihe des Typusmaterials und weiteren Vergleichsmaterials zu Dank verpflichtet.

Literatur

KORNERUP, A., WANSCHER, J. H., 1978: Methuen Handbook of Colour. 3rd edn. - Copenhagen: Politkens Forlag.

KOBAYASHI, Y., 1981: Revision of the genus *Cordyceps* and its allies. - Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo, ser. B, **7** (4): 123-129.

— 1982: Keys to the taxa of the genera *Cordyceps* and *Torrubiella*. - Transact. Myc. Soc. Japan **23**: 329-364.

MAINS, E. B., 1958: North American entomogenous species of *Cordyceps*. - Mycologia **50**: 169-222.

SACCARDO, P. A., 1882-1895: Sylloge Fungorum omnium hucusque cognitorum. Sumptibus Auctoris Typis Seminarii **II**: 572, Artikel 5032.

TENG, S. C., 1996: Fungi of China. Edited by R. P. KORF. - Ithaca, New York: Mycotaxon.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Peintner Ursula, Pöder Reinhold

Artikel/Article: Cordyceps michiganensis, eine in Europa bisher unbekannte Kernkeule. 17-22