

***Cordyceps myrmecophila* Ces. (Ascomycetes),
eine Ameisen parasitierende Kernkeule
in den niedersächsischen Küstendünen**

Bausteine zur Pilzflora der Ostfriesischen Inseln (4)

JÖRG ALBERS & BERNT GRAUWINKEL

ALBERS, J. & B. GRAUWINKEL (2007): *Cordyceps myrmecophila* Ces., a parasitic ascomycete living on ants from costal dunes in Lower Saxony (Germany). Contribution to a checklist of fungi of the East Frisian Islands (4). Z. Mykol. 73/2: 203-212

Key words: *Cordyceps myrmecophila*, Ascomycetes, Clavicipitaceae, insects, ants, coastal sand dunes, Germany, Lower Saxony, Ostfriesische Inseln, Hyphenkörper.

Summary: A recent collection of *Cordyceps myrmecophila* Ces. (Ascomycetes) from the East Frisian Island Spiekeroog (Germany) is presented, probably at the first time in Germany. Macroscopic and microscopic details and the interesting ecology of this species living on dead ants are discussed. The results of the investigations are reflected with history, concepts of determination and distribution in Europe.

Zusammenfassung: *Cordyceps myrmecophila* Ces. (Ascomycetes) wird anhand einer Kollektion von der ostfriesischen Insel Spiekeroog vorgestellt. Es handelt sich offenbar um einen Erstnachweis für Deutschland. Makroskopische und mikroskopische Details sowie Beobachtungen zum Verhalten des Pilzes in Bezug auf seinen Wirt werden dargestellt und visuell veranschaulicht. Außerdem wird die Ökologie dieser interessanten ameisenbewohnenden Kernkeule vorgestellt. In der Diskussion werden Historie, verwandtschaftliche Stellung und Determinierungsprobleme der Art reflektiert. Gedanken zu ihrer Verbreitung und Gefährdung vervollständigen die Arbeit.

1 Einführung

In der Gattung *Cordyceps* Fr. (Clavicipitaceae) kommen ausschließlich Arten mit parasitischer, oft wirtsspezifischer Lebensweise vor, sie leben entweder auf anderen Pilzen (*Elaphomyces*-Arten) oder aber Insekten, selten auch anderen Tiergruppen. Weltweit geht man derzeit von etwa 450 Arten aus (PIEPENBRING 2007), in Mittel- und Nordeuropa sind kaum mehr als 20 Taxa nachgewiesen (DISSING in HANSEN & KNUDSEN 2000, GHYSELINCK 2004). Am bekanntesten und auch verbreitetsten sind sicherlich *C. ophioglossoides* (Ehrh.: Fr.) Link und *C. capitata*/*C. canadensis*/*C. longisegmentis* auf verschiedenen Hirschtrüffeln (*Elaphomyces*) sowie *C. militaris* (L.) Link,

Anschrift der Autoren: Jörg Albers, Königsberger Straße 4, 21255 Tostedt;
Bernt Grauwinkel, Hiddigwarder Straße 23, 27804 Berne

parasitierend auf Schmetterlingspuppen. Letztere wurde von der Deutschen Gesellschaft für Mykologie (DGfM) als „Pilz des Jahres 2007“ ausgewählt. Auf verschiedenen weiteren, auch adulten Insekten, z. B. Käfern, Fliegen, Wespen, Ameisen, Zikaden, Schildläusen und sogar Spinnen kommt jedoch noch eine große Zahl weiterer Arten vor (DISSING in HANSEN & KNUDSEN 2000; LASSØE 1982; MAINS 1940, 1954, 1958; KOBAYASI 1982; SMITH & SMITH 1973). Diese Arten sind in der Literatur weit weniger berichtet worden, was nicht zuletzt auch an ihrer meist geringen Größe und der versteckten Lebensweise liegt. Dass in Mitteleuropa immer wieder Arten als neu für bestimmte Regionen/Länder nachgewiesen werden, zeigten beispielsweise LASSØE (1982 & 1993) und PEINTNER & PÖDER (1997). Auch im nordwestdeutschen Raum ist schon in früherer Zeit durch KLEVENHUSEN (1926) und WAGNER (1935) auf insekten- bzw. käferbewohnende *Cordyceps*-Arten aufmerksam gemacht worden, namentlich *Cordyceps cinera* (Tul.) Sacc. (= *C. entomorrhiza*). SCHATTEBURG (1956) erwähnt in seiner umfassenden Pilzflora des Unterweserraumes allerdings nur die bekannte Puppenkernkeule [*Cordyceps militaris* (L.) Link]. WÖLDECKE & MITARB. (1998) nennen für Niedersachsen neben *C. entomorrhiza* und *C. militaris* noch *C. gracilis* Mont. & Dur-sieu und *C. sphecocephala* (Klotzsch) Berk. & Curt. als insektenparasitierende Arten.

In dieser Arbeit wird mit *Cordyceps myrmecophila* Ces. eine bislang aus Niedersachsen und Deutschland nicht bekannte Art (WÖLDECKE 1998, ALBERS & GRAUWINKEL 2003, KRIEGLSTEINER 1993) mit bemerkenswerter Lebensweise auf adulten Ameisen vorgestellt und diskutiert.

Die Arbeit ist in unsere Reihe „Bausteine zur Pilzflora der Ostfriesischen Inseln“ einzureihen (ALBERS & GRAUWINKEL 2005a, 2005b, 2006). Die Kollektion stammt aus den Krähenbeer-Küstenheiden (*Empetrium nigrum*), also aus der gleichen Vegetationseinheit, wo auch die seltene *Clavicornia taxophila* (Zwerg-Becherkoralle) mehrfach nachgewiesen werden konnte (ALBERS & GRAUWINKEL 2006).

2 Material und Methodik

Anhand einer Frischpilz-Kollektion wurden makro- und mikroskopische Merkmalsstudien durchgeführt. Die lichtmikroskopischen Untersuchungen wurden mit den Objektiven Plan-Apochromat 40fach, numerische Apertur 0,85; Achromat 60fach, numerische Apertur 0,8 und Flurit-System-Ölimmersionsobjektiv 100fach/1,3 durchgeführt. Die Zeichnungen entstanden nach visuellen Abbildungen mit den beiden erstgenannten Objektiven. Als Medium für die Messungen diente Leitungswasser. Als Färbesubstanz fand Baumwollblau-Milchsäure am Exsikkat Verwendung. Mindestens zwanzig Sporen in zwei Fruchtkörpern wurden gemessen, darunter auch die in den Präparaten subjektiv erkannten jeweiligen Extremgrößen. Ökologische Parameter zu Begleitpflanzen und -pilzen wurden am Standort notiert.

Die Zeichnung von Fruchtkörpern und Ameise entstand am getrockneten Beleg.

Beleg-Exsikkate der Kollektion sind in der Privat-Sammlung des Erstautors hinterlegt (Albers/1996/2801).

3 Ergebnisse

3.1 Funddaten und Ökologie

Auf einer „Inselexkursion“ nach Spiekeroog fiel dem Erstautor während der Nachsuche nach Fruchtkörpern des in größerer Zahl tief im Moos wachsenden kleinen Helmlings *Mycena san-*

guinolenta ein blass orange gefärbter Pilz auf, den er zunächst für eine weitere kleine *Mycena* oder *Rickenella* hielt. Bei näherem Hinsehen und nach vorsichtigem Ausgraben mit anhaftender Ameise war aber sofort zu erkennen, dass es sich hierbei um eine kleine Kernkeule handelt, was auch die spätere mikroskopische Untersuchung bestätigte. Nach weiterem Suchen kamen in etwa einem halben Meter Entfernung zwei weitere Fruchtkörper zum Vorschein, welche aus einem einzigen Insekt entsprangen.

Funddatum: 03.09.1996

leg.: Albers; det.: Grauwinkel/Albers

Fundort: Spiekeroog (Deutschland, Niedersachsen, Ostfriesische Inseln). MTB 2212/1/1 MF 08

Standort und Ökologie des untersuchten Fundes: *Empetrum*-Braundüne (*Empetrium nigri*) über stark entkalktem Sand (Tertiärdüne), auf zwei ca. 15 cm tief im Moos und der Streu liegenden toten Ameisen (*Formica rufa* Linné und *Formica polyctena* Förster), je einmal ein und einmal zwei Fruchtkörper pro Insekt. Die Fruchtkörper entspringen diesem seitlich-unterseits zwischen Kopf und erstem Thorax-Segment, exakt zwischen den Vordercoxen im Bereich des Prosternums.

Begleitpflanzen: *Empetrum nigrum* (Deckungsgrad 100%), *Polypodium vulgare* (wenige Pflanzen), *Salix repens* (wenige Pflanzen in geringer Entfernung), indet. Moose (stark entwickelte Moos-schicht).

Begleitpilze der Streu in unmittelbarer Nähe: *Mycena sanguinolenta*, *Rickenella fibula*.

3.2 Fundbeschreibung

Fruchtkörper aus einem 1,5–3,5 cm langen Stiel und einem 2–3 × 1–1,5 mm großen Köpfchen bestehend. **Stiel** fädig (bis 0,5 mm dick) blassgelblich-creme, gleichdick. **Köpfchen** oval, nach oben leicht zugespitzt, wie der Stiel gefärbt oder etwas dunkler orange; durch die Perithezien-mündungen erscheint die Oberfläche leicht faltig-wellig (Lupe!), trocken sind die Perithezien kaum sichtbar und die Oberfläche wird deutlich längsrunzelig; im Innern ohne erkennbaren Zentralkern. Die Fruchtkörper sitzen direkt dem Insekt auf und entspringen zwischen Kopfteil und 1. Thoraxsegment.

Sporen im Mikroskop hyalin; lange Ketten bildend, die in Einzelsporen zerfallen; **Einzelsporen** lang spindelig („getreidekornartig“), oft an einem oder beiden Enden abgestutzt, bisweilen leicht gebogen. **Größe der Einzelsporen:** 6,6–10,0 × 1,5–2,6 µm. Ausgewählte Messungen: 9,1 × 2,2; 9,8 × 2,6; 8,5 × 1,6; 6,6 × 1,5; 7,8 × 2,0; 8,6 × 2,0; 9,1 × 2,0; 9,1 × 2,3; 10,0 × 2,0; 9,3 × 2,0. Einige Einzelsporen an der Ascusbasis deutlich länger, 12–13 µm lang und meist unter 2,0 µm breit. **Asci** zylindrisch, achtsporig (?); die Achtsporigkeit ist im Präparat kaum zu erkennen, da die langen Sporenketten häufig tauartig verdreht im Ascus angeordnet zu sein scheinen; bei der Exsikkat-Untersuchung an „Fruchtkörper 2“ im Jahr 2007 lagen sie regelmäßiger und durch Färbung in Baumwollblau-Milchsäure somit besser erkennbar vor. Asci sehr lang, 500–680 × (4,5)5–7(8) µm. **Paraphysen** nicht beobachtet. **Stielhyphen** 20–40 × 4–8 µm. **Hyphen im fertilen Kopf-Teil** kurzgliedrig 6–16 × 4–16 µm.

Untersuchung des Ameisen-Körpers (am Exsikkat, 2007): Das Innere von Kopf, Hinterleib und Bein eines Tieres wurde aufgeschnitten. Die untersuchten Teile sind mit einem weißwattigen Myzellofilz sklerifiziert. Die äußere Chitinhülle ist nicht von Pilzhypen durchwuchert und macht einen vollkommen unversehrten Eindruck. Nur an einer Stelle zwischen den Vordercoxen und dem Pro-



Abb. 1: *Cordyceps myrmecophila* Ces. Fruchtkörper auf toter Ameise. Detail: Zwei verschiedene fertile Kopfteile mit herausragenden Perithezien. Maßstab = 1 mm. (Zeichnung vom Exsikkat: H. Riemann).

sternum tritt der Stiel des Pilzfruchtkörpers nach außen. Die Hyphen im Innern der Ameise bilden an vielen Stellen dickwandige sogenannte „Hyphenkörper“ (Definition nach DÖRFELT 1988). Diese Hyphenkörper (Abb. 2B) sind zylindrisch, langoval bis breitellipsoidisch; an beiden Enden befindet sich eine deutliche Papille (Abbruchstelle von der Hyphe).

Größe der Hyphenkörper: 21–35 × 8–13 µm. Ausgewählte Messungen: 32 × 8; 21,5 × 8; 35 × 12; 25 × 13 µm.

4 Diskussion

4.1 Taxonomische Einordnung

C. myrmecophila wurde in die Wissenschaft eingeführt durch den italienischen Botaniker VINCENTO CESATI (1846) mit einer recht ausführlichen makroskopischen und mikroskopischen lateinischen Diagnose und nicht durch CAESALPINUS wie dieses fälschlich zum Beispiel bei SMITH & SMITH (1973) angegeben ist. ANDREA CAESALPINUS lebte von 1524 bis 1603 (DÖRFELT & HEKLAU 1998), also etwa 300 Jahre vor CESATI. Das Manuskript Cesati's wurde durch RABENHORST (1846) innerhalb der elften Centurie des „Klotzschii Herbarium Mycologicum“ mit der Nummer 33 (gemeint 1033) in der Botanischen Zeitung publiziert (CESATI in RABENHORST 1846). Wir geben die Originaldiagnose hier aufgrund ihrer schwierigen Zugänglichkeit wieder:

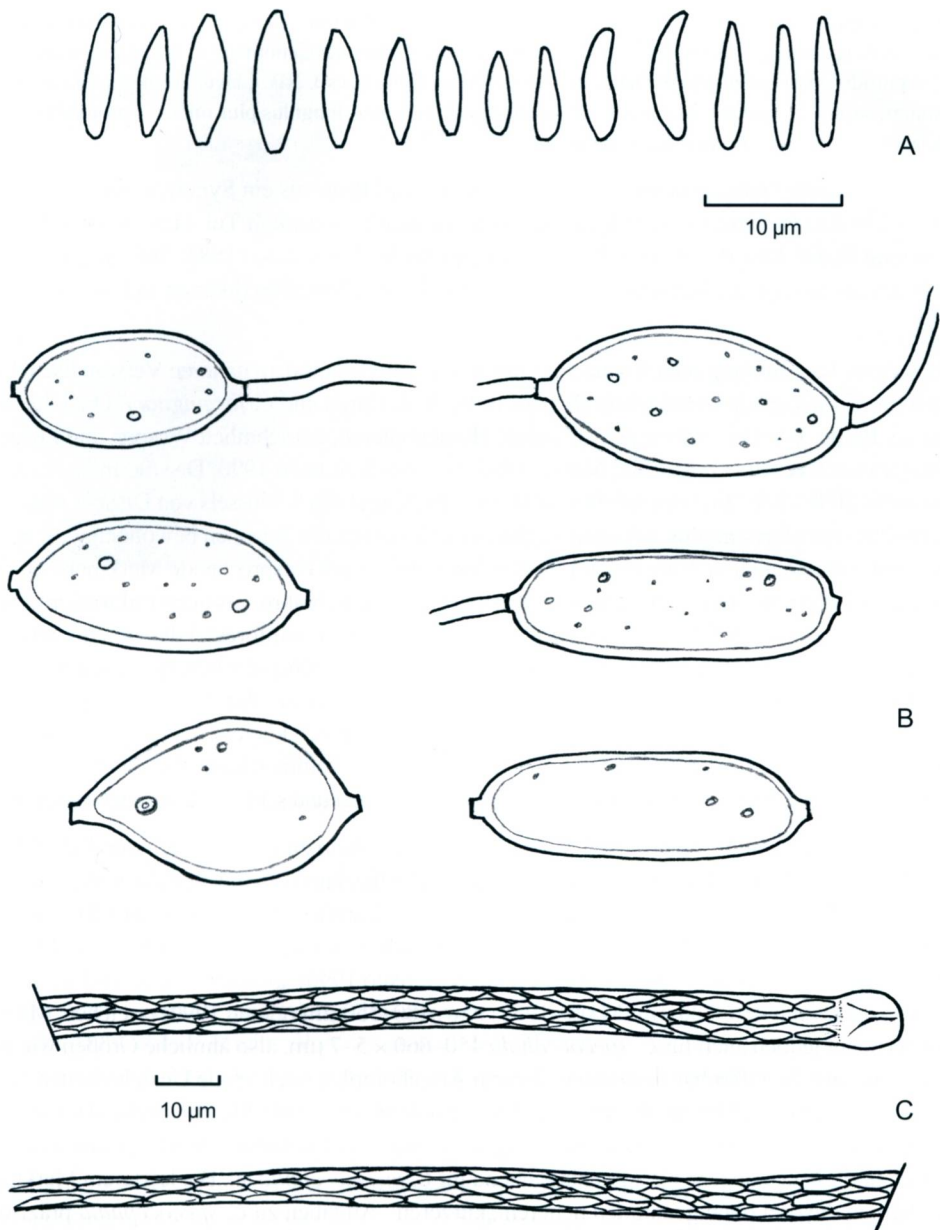


Abb. 2: *Cordyceps myrmecophila* Ces. A: Teilsproren. B: Hyphenkörper des Myzels im Innern der Ameise. C: Ascus mit Sporen und „Apikalkappe“.

Hypocrea (Cordyceps) myrmecophila Ces. Mspt. H. ochroleuca; stipite filiformi tenacello; clavula ovoidea ad basin sterili, superne costata acutiuscula e peritheciis summo ostiolo gibberulosa. An gen. nov.? *Campylothecium* Ces. herb. et mspt. Perithecia immersa, nisi summo ostiolo leberata. Asci hyalini filiformes paelongi arcuati, diffuentes in sporidia numeroissima moniliformi – pluriseriata brevissima subteretia non septata (continua). – Septa huc usque videre non contigit. Brixiae (Cenoman.) in formicis emortuis sub foliis putridis enascentem legi per nemora, exeunte Majo 1846. (Ces.). NB. Clavulae color immutatus per aetatum; stipitis longitudo variat prout cadaver unde oritur elegans fungillus plus minusve profunde sepultus jacet; sporidia floccorum instar expelluntur.

Der oben zitierte Gattungsname „*Campylothecium*“ wird heute als ein Synonym für *Cordyceps* angesehen. Ein weiteres späteres Synonym ist *Torrubia myrmecophila* Tul. (TULASNE 1865). Erwähnung findet die Art mit einer Beschreibung später bei SACCARDO (1883: 566) mit Angaben zu Wirtsameisen (u. a. „*Myrmicae/Formicae rufae*“) sowie Nennung diverser weltweiter Fundorte.

Bei unserer Bestimmung schien zunächst einiges auf eine Art aus dem näheren Verwandtschaftskreis um *Cordyceps spekeocephala* (Klotzsch) Berk. & Curtis und *C. forquignonii* Qué. hinzuweisen. Beide Arten bewohnen jedoch andere Hymenopteren, vornehmlich Wespen und Fliegen (BREITENBACH & KRÄNZLIN 1981; MOSER 1963; SCHMID & SCHMID 1990; DISSING in HANSEN & KNUDSEN 2000). Mit Hilfe der Arbeit von MAINS (1958) und des Schlüssels von DISSING sind wir schließlich zur Überzeugung gekommen, dass es sich nur um die Ameisen bewohnende *C. myrmecophila* handeln kann. Eine unserer Kollektion ziemlich gut entsprechende Merkmalskombination besitzt ein australischer Fund (CRIBB 1990), sowohl in makro- als auch mikroskopischer Hinsicht und scheint folglich trotz des völlig anderen Biotops („rainforest“) die gleiche Art darzustellen. RYMAN & HOLMÄSEN (1992) erwähnen auf Ameisen neben der beschriebenen Art noch *C. formicivora* (Schroet.) Sacc. – bei MAINS als *C. unilateralis* geführt. Sie unterscheidet sich durch braunschwarze, kurzgestielte Fruchtkörper sowie wesentlich kürzere Asci ($125\text{--}250 \times 8\text{--}10 \mu\text{m}$), so dass sie bei den vorliegenden Funden nicht in Frage kommen kann. GHYSELINCK (2004) sieht in *C. myrmecophila* nur eine Form von *C. spekeocephala* und schlüsselt sie unter dieser auf.

Am nächsten verwandt scheint nach MAINS *C. spekeocephala* zu sein, die sich durch dunklere Perithezienmündungen, kürzere Asci sowie einen im Perithezium vorhandenen Zentralkern unterscheidet; außerdem werden die Fruchtkörper in der Regel größer ($2\text{--}8 \times 1,5\text{--}3 \text{ mm}$). Die Ascuslängen werden bei dieser Art – wie auch für *C. forquignonii* – nur mit $180\text{--}250 \times 6\text{--}8 \mu\text{m}$ (DENNIS 1981; BREITENBACH & KRÄNZLIN 1981; SCHMID & SCHMID 1990) angegeben, während sie bei *C. myrmecophila* mit $480\text{--}720 \mu\text{m}$ (MAINS 1958) bzw. $480\text{--}550 \mu\text{m}$ (CRIBB 1990) erreichen. MAINS (1958) nennt jedoch auch für *C. spekeocephala* $450\text{--}660 \times 5\text{--}7 \mu\text{m}$, also ähnliche Größen wie für *C. myrmecophila*. Offenbar bestehen in diesem Artenkomplex noch große Unsicherheiten, was nicht zuletzt an der relativen Seltenheit und der unscheinbaren Fruktifikationsweise der meisten Vertreter liegt. Wir sehen bei der Benennung des Fundes die Merkmale „Wirt“, „Fruchtkörpergröße“ und „Asci-Längen“ als ausschlaggebend für *C. myrmecophila* an. Bei letzterem Merkmal erscheinen die drei oben genannten neueren „kürzeren“ Angaben zu *C. spekeocephala* präziser, nicht zuletzt weil sie auf unabhängig voneinander gemachten Beobachtungen beruhen und somit ein Indiz darstellen für tatsächlich signifikant kürzere Asci von *C. spekeocephala* gegenüber *C. myrmecophila*. Die Größe der Einzelsporen wird in verschiedener Literatur für beide Taxa mit ähnlichen Dimensionen angegeben. Ein prägnantes Merkmal (beider Arten) ist die bei Exsikkaten entstehende deutliche Längsrundung des Kopfteles, wie dieses auch MAINS (1958) dokumentiert.



Abb. 3: Standort von *Cordyceps myrmecophila*: Tertiärdünen, Empetrum-Heiden (Braundünen) auf Spiekeroog, Deutschland. (Foto: Albers).

4.2 Verbreitung, Gefährdung und Ökologie der vorgestellten Art

Cordyceps myrmecophila Ces. ist in Europa bislang nur sehr wenige Male beobachtet worden (RYMAN & HOLMÅSEN 1992). Neuere Nachweise liegen z. B. aus Skandinavien vor (DISSING in HANSEN & KNUDSEN 2000; KORHONEN 1993). Aus Niedersachsen und Deutschland wurde sie bislang nicht berichtet (WÖLDECKE 1998; KRIEGLSTEINER 1993). Außerhalb Europas ist die Art mehrfach für Nordamerika (MAINS 1958, SMITH & SMITH 1973) sowie aus Thailand, Australien und Neuguinea berichtet worden (HYWEL-JONES 1996; CRIBB 1990; KOBAYASI & SHIMIZU 1976).

In den Roten Listen der gefährdeten Großpilze ist *C. myrmecophila* weder für Niedersachsen noch Gesamt-Deutschland geführt (WÖLDECKE & al. 1995; DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MYKOLOGIE & NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND 1992). Auch in anderen umfangreichen (Regional-)Floren fehlt die Art (KREISEL 1987; KRIEGLSTEINER 1999; ENDERLE 2004; LÜDERITZ 2001).

Die Ursache liegt gewiss mitbegründet in ihrer ungenügenden Kenntnis und der Unscheinbarkeit ihrer Fruchtkörper. Häufig ist die Art aber gewiss nicht. Zukünftig sollte insbesondere darauf geachtet werden, inwieweit diese *Cordyceps*-Art neben ihrer Wirts-Spezifität auch an ihr Biotop oder eine Pflanzengesellschaft gebunden ist. Sollte dies der Fall sein, so wäre hiermit ein zusätzliches Argument für eine etwaige Gefährdung gegeben. In unserem Fall liegt eine Einbindung in die Krähenbeerheiden der Küstendünen vor, vgl. *Empetrium nigri* mit dem *Polypodio-Empetretum* (ELLENBERG 1996: 548, 728f) und *Hieracio-Empetretum* (POTT 1992: 321-323). Diese Pflanzengesellschaften sind weitgehend auf die Küstendünen beschränkt und auch dort nicht

auf allen Inseln gut ausgebildet. Die beiden Wirts-Ameisen, *Formica rufa* und *Formica polyctena*, sind in der Roten Liste für Deutschland jeweils in der Vorwarnstufe geführt (SEIFERT in BINOT & al. 1998). Beide Arten stehen sich verwandtschaftlich sehr nahe (SEIFERT 1996, RIEMANN & HOHMANN 2005). Sie kommen in Nordwestdeutschland an verschiedenen geeigneten Standorten durchaus noch vor (RIEMANN & HOHMANN 2005).

Unter Abwägung all dieser Gesichtspunkte erscheint uns eine zukünftige Einstufung von *Cordyceps myrmecophila* in den Roten Liste Niedersachsens und Deutschlands in der Gefährdungskategorie 3 („gefährdet“) angebracht zu sein.

4.3 Anmerkungen zu den Untersuchungsergebnissen

Schon bei der Aufsammlung von Fruchtkörpern und Ameisen fiel die völlige Unversehrtheit der äußeren Chitinhülle der Insekten auf, das Innere ist dagegen vollständig von einem weißwatigen Myzel durchwachsen. Nach Absterben des Insektes bildet dieser Myzelfilz durch Septierung sogenannte Hyphenkörper aus (Definition nach DÖRFELT 1988), die der Überdauerung und Vermehrung des Pilzes dienen. Sie werden auch als Dauerkörper bezeichnet und sind mit Gemmen vergleichbar (DÖRFELT 1988).

Aufgefallen ist auch, dass die Pilzfruchtkörper bei beiden Tieren an einer ganz bestimmten Stelle zwischen Kopf und Thorax nach außen treten. CRIBB (1990) machte bei seinem Fund eine ähnliche Beobachtung („arising from head of host“). Dies lässt die Vermutung zu, dass gerade an dieser Stelle zwischen Vordercoxen und Prosternum eine Schwachstelle an den Gliedersegmenten des Insektes besteht und sie deswegen als Austrittsstelle für den Pilz dient.

5 Dank

Wir danken Herrn Helmut Riemann (Bremen) für die Anfertigung und Überlassung der Zeichnungen, die Bestimmung der Ameisen und für Hinweise zu ihrer Anatomie. Herrn Holger Sonnenburg (Höxter) sei gedankt für Revision und die kritische Überprüfung der beiden nahe verwandten Ameisen-Arten. Frau Heidrun Reif (Bremen), Herrn Till R. Lohmeyer (Taching am See) und Herrn Klaus Wöldecke (Hannover) gebührt für die Bereitstellung und Deutung von schwer zugänglicher Literatur ein herzlicher Dank.

6 Literatur

- ALBERS, J. & B. GRAUWINKEL (2003) – Aufzeichnungen des Bremer Pilzkundlers Wilhelm Syamken als Baustein zur Pilzflora der Nordwestdeutschen Tiefebene. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **45(2)**: 211-350.
- ALBERS, J. & B. GRAUWINKEL (2005a) – Erstnachweis von *Campanella caesia* Romagnesi (Tricholomataceae) in Deutschland. Bausteine zur Pilzflora der ostfriesischen Inseln (1). Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **45(3)**: 697-700.
- ALBERS, J. & B. GRAUWINKEL (2005b) – Pilzkundliche Studien – Auswertung einer Mellumexkursion. Bausteine zur Pilzflora der ostfriesischen Inseln (2). Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat) **4(1)**: 23-27.
- ALBERS, J. & B. GRAUWINKEL (2006) – Kritische Betrachtung zu *Clavicornia taxophila* (Thom) Doty im Vergleich mit *C. tuba*, *C. mairei* und *Clavaria corbieri*. Bausteine zur Pilzflora der ostfriesischen Inseln (3). Zeitschrift für Mykologie **72(2)**: 153-166.

- ARNOLDS, E., T. W. KUYPER & M. E. NOORDELOOS (1999). Overzicht van de paddestolen in Nederland. 2. ed. Nederlandse Mycologische Vereniging. 879 S.
- BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1981) – Pilze der Schweiz, Band 1 – Ascomyceten. Verlag Mykologia, Luzern. 313 S. S.
- CESATI, V. (1846) – *Hypocrea (Cordyceps) myrmecophila* Ces. Mspt. In Rabenhorst, L.: Klotzschii Herbarium Vivum Mycologicum. Botanische Zeitung 4: 877.
- CRIBB, A. B. (1990) – *Cordyceps myrmecophila* from iron range. Queensland Naturalist 30(1-2): 23-24.
- DENNIS, R. W. G. (1981) – British Ascomycetes. J. Cramer, Vaduz. 585 S.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MYKOLOGIE & NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (1992) – Rote Liste der gefährdeten Großpilze in Deutschland. – IHW-Verlag, Eching. 144 S.
- DÖRFELT, H. (1988) – Lexikon der Mykologie. Leipzig. 432 S.
- DÖRFELT, H. & H. HEKLAU (1998) – Die Geschichte der Mykologie. Einhorn, Schwäbisch-Gmünd. 573 S.
- ELLENBERG, H. (1996) – Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Auflage. Eugen Ullmer, Stuttgart. 1095 S.
- ENDERLE, M. (2004) – Die Pilzflora des Ulmer Raumes. Süddeutsche Verlagsgesellschaft, Ulm. 521 S.
- GHYSELINCK, D. (2004) – Les *Cordyceps* de Belgique. www.daniel.ghyselinck3/Cordyceps.htm
- HANSEN, L. & H. KNUDSEN (2000) – Nordic Macromycetes Vol. 1. – Ascomycetes. Nordsvamp, Copenhagen. 309 S.
- HYWEL-JONES, N. L. (1996) – *Cordyceps myrmecophila*-like fungi infecting ants in the leaf-litter of tropical forest in Thailand. Mycological research 100(5): 613-619.
- KLEVENHUSEN, W. (1926) – Über ein mit *Cordyceps* besetzten *Carabus*. Jahresbericht des Entomologischen Vereins in Bremen 14: 17.
- KOBAYASI, Y. (1982) – Keys to the taxa of the genera *Cordyceps* and *Torrubiella*. Transact. Myc. Soc. Japan 23: 329-364.
- KOBAYASI, Y. & D. SHIMIZU (1976) – The Genus *Cordyceps* and its allies from New Guinea. Bull. natn.. Sci. Mus. Tokyo, Ser. B. (Bot.) 2(4): 133-151.
- KORHONEN, M. (1993) – Muurahaisloisikka, *Cordyceps myrmecophila*. Sienilehti 45(4): frontcover, inside frontcover.
- KREISEL, H. (1987) – Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik. Basidiomycetes (Gallert-, Hut- und Bauchpilze). Gustav Fischer, Jena. 281 S.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (1993) – Verbreitungsatlas der Großpilze Deutschlands, Band 2: Schlauchpilze. Eugen Ulmer-Verlag, Stuttgart. 596 S.
- KRIEGLSTEINER, L. (1999) – Pilze im Naturraum Mainfränkische Platten und ihre Einbindung in die Vegetation. Regensburger Mykologische Schriften 9, I-II. 905 S.
- LASSØE, T. (1982) – Snyltekølle [*Cordyceps* (Fr.) Link] I Danmark. Svampe 6: 73-83.
- LASSØE, T. (1993) – Atter en ny snyltekølle for Danmark. Svampe 28: 59-60.
- LÜDERITZ, M. (2001) – Die Großpilze Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Band 1, Grundlagen und Schlauchpilze (Ascomycetes). Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), Flintbek. 77 S.
- MAINS, E. B. (1940) – Species of *Cordyceps*. Mycologia 32: 611-617.
- MAINS, E. B. (1954) – Species of *Cordyceps* on spiders. Bul. Torrey Bot. Club 78: 122-133.
- MAINS, E. B. (1958) – North American entomogenous species of *Cordyceps*. Mycologia 50: 169-222.
- MOSER, M. (1963) – Ascomyceten. In H. Gams: Kleine Kryptogamenflora Bd. II a. Gustav Fischer-Verlag, Jena und Stuttgart. 127 S.

- PEINTNER, U. & R. PÖDER (1997) – *Cordyceps michiganensis*, eine in Europa bisher unbekannte Kernkeule. Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde **6**: 17-22.
- PIEPENBRING, M. (2007) – Pilz des Jahres 2007: Puppenkernkeule – *Cordyceps militaris*. Zeitschrift für Mykologie **73**(1), DGfM-Mitteilungen: 22-24.
- POTT, R. (1992) – Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Eugen-Ulmer, Stuttgart. 427 S.
- RABENHORST, L. (1846) – Klotzschii Herbarium Mycologicum, sistens Fungorum per totam Germaniam crescentium collectionem perfectam. Centuria undecima*¹. Botanische Zeitung **4**: 876-880.
- RIEMANN, H. & H. HOHMANN (2005) – Die Bienen, Wespen und Ameisen (Hymenoptera: Aculeata) der Stadt Bremen und ihres niedersächsischen Umlandes. Faunistisch-ökologische Ergebnisse aus drei Jahrzehnten Bestandsaufnahme. Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen **45**(3): 505-620.
- SACCARDO, P. A. (1883) – *Cordyceps*. Sylloge fungorum II: 566-578.
- SCHATTEBURG, G. A. F. (1956) – Die höheren Pilze des Unterweserraumes. Walter Dorn, Bremen. 441 S.
- SCHMID, I. & H. SCHMID (1990) – Ascomyceten im Bild. 1. Lieferung. IHW-Verlag, Eching. Tafeln 1-50.
- SEIFERT, B. (1996) – Ameisen: beobachten, bestimmen. Naturbuch-Verlag, Augsburg. 351 S.
- SEIFERT, B. (1998) – Rote Liste der Ameisen (Hymenoptera: Formicidae). – In: BINOT, M., R. BLESS, P. ROYE, H. GRUTKE & P. PRETSCHER (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **55**: 130-133.
- SMITH, H. V. & A. H. SMITH (1973) – How to know the non-gilled fleshy fungi. Wm. C. Brown Co., Dubuque. 402 S.
- TULASNE, L. R. (1865) – Selecta Fungorum Carpologia 3. 221 S.
- WAGNER, A. (1935) – Über einen mit einem Pilz behafteten *Carabus violaceus* L. Mitteilungen aus dem entomologischen Verein Bremen **23**: 6
- WÖLDECKE, KN. und Mitarbeiter (1995) – Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Großpilze. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen **5/95**: 102-132. Hannover.
- WÖLDECKE, KN. (1998) – Die Großpilze Niedersachsens und Bremens. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen **39**: 1-536. Hannover.

*¹ Über die komplizierten Zusammenhänge der Veröffentlichung des Klotzschs Herbariums durch Rabenhorst siehe DÖRFELT & HEKLAU (1998): 173, 366, 406, 560.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

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

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

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



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

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

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [73_2007](#)

Autor(en)/Author(s): Albers Jörg, Grauwinkel Bernt

Artikel/Article: [Cordyceps myrmecophila Ces. \(Ascomycetes \), eine Ameisen parasitierende Kernkeule in den niedersächsischen Küstendünen Bausteine zur Pilzflora der Ostfriesischen Inseln \(4\) 203-212](#)