# *Cordyceps bifusispora* O. Erikss. und *Cordyceps forquignonii* Quél. Über zwei seltene insektenparasitische Kernkeulen (Ascomycetes) des Nordwestdeutschen Tieflandes

JÖRG ALBERS & BERNT GRAUWINKEL

**ALBERS, J. & B. GRAUWINKEL (2009):** *Cordyceps bifusispora* O. Erikss. and *C. forquignonii* Quél.. On two rare species from the lowland of north-western Germany. Z. Mykol. 75/2: 165-176

**Key Words:** *Cordyceps bifusispora, Cordyceps forquignonii*, Ascomycetes, Clavicipitaceae, insects, Diptera, Lepidoptera, Pilzflora des Nordwestdeutschen Tieflandes (Germany), Hyphenkörper.

**Summary:** Recent collections of *Cordyceps bifusispora* O. Erikss. and *Cordyceps forquignonii* Quél. from the Northwest lowlands of Germany are subject of this paper, two probably rare species of the genus parasiting pupae of butterflies (Lepidoptera) and adult flies (Diptera). *C. bifusispora* is noted at first time in Germany. Macroscopic and microscopic details are briefly discussed and reflected with determination-concepts of similar taxa in the genus *Cordyceps*. The results of the investigations of the inner infection by *C. forquignonii* are presented and illustrated.

**Zusammenfassung:** Vorgestellt werden mit *Cordyceps bifusispora* O. Erikss. und *C. forquignonii* Quél. zwei wenig bekannte und wahrscheinlich auch seltene *Cordyceps*-Arten mit bemerkenswerter Ökologie und parasitischer Lebensweise auf Schmetterlings-Puppen beziehungsweise Fliegen-Imagos. *C. bifusispora* stellt einen deutschen Erstnachweis dar. Anhand von Frischfunden aus dem Nordwestdeutschen Tiefland werden makro- und mikroskopische Merkmale beschrieben und ihre Abgrenzungsrelevanz gegenüber ähnlichen Taxa thematisiert. Die Ausprägung der inneren Infektion des Insekts durch *C. forquignonii* wird beleuchtet und der ähnlichen *Cordyceps myrmecophila* Ces. gegenübergestellt. Eine Merkmalstabelle makroskopisch ähnlicher *Cordyceps*-Arten stellt signifikante und bestimmungsrelevante Unterschiede heraus.

## 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 Insekten, selten auch anderen Tiergruppen. Am bekanntesten und auch verbreitetsten sind sicherlich *C. ophioglossoides* (Ehrh.: Fr.) Link und *C. capitata/C. canadensis* auf verschiedenen Hirschtrüffeln (*Elaphomyces*) sowie *C. militaris* (L.) Link auf Schmetterlingslarven

**Anschrift der Autoren:** Jörg Albers, Königsberger Straße 4, D-21255 Tostedt. – Bernt Grauwinkel, Hiddigwarder Straße 23, D-27804 Berne

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

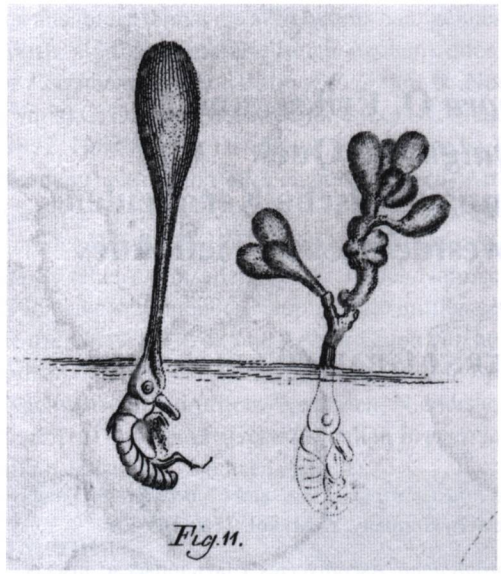


**Abb. 1:** Historische Kupferstich-Tafel von FELSING (aus MÜLLER 1804, Ausschnitt). Fig. 11, zeigt eine *Cordyceps*-Art, vermutlich *C. miltaris* von den „westlichen Inseln").

und -puppen. 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; über diese ist in der Literatur weit weniger berichtet worden, was nicht zuletzt auch an ihrer meist geringen Größe und der versteckten Lebensweise liegt. Weltweit existieren über 400 beschriebene Taxa (DISSING in HANSEN & KNUDSEN 2000; LÆSSØE 1982;MAINS 1940, 1954, 1958; KOBAYASI 1982; KOBAYASI & SHIMIZU 1977; SMITH & SMITH 1973; STENSRUD et al. 2005; SUNG et al. 2007). Aus Mittel- und Nordeuropa finden kaum mehr als fünfzehn Arten Erwähnung. Viele von ihnen sind schon früh im 19. Jahrhundert oder sogar zum Ende des 18. Jahrhunderts für die Wissenschaft beschrieben worden, etwa durch FRIES, CESATI, QUÉLET bzw. HOLMSKJOLD, EHRHARD, KLOTZSCH und selbst LINNÉ (*C. miltaris*). Von letzterer Art existiert beispielsweise eine Einzeldarstellung mit groben Fundortangaben auf einer von FELSING gestochenen Kupferstich-Tafel (MUELLER 1789-92 bzw. 1804; Abb. 1).

Eine frühe brauchbare Übersicht und einen Bestimmungsschlüssel für Deutschland und angrenzende Länder mit neun Arten lieferte MIGULA (1913); MOSER (1963) dagegen schlüsselt gerade einmal fünf Taxa auf. *Cordyceps*-Arten waren auch immer wieder Gegenstand verschiedener, teils fast populär gehaltener Publikationen (z. B. GROSSMANN 1963, EGLE 1949). Im nordwestdeutschen Raum ist ebenfalls in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts 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 Puppenkernkeule [*Cordyceps militaris* (L.) Link]. Für Niedersachsen nennen WÖLDECKE UND MITARBEITER (1998) neben *C. entomorrhiza* und *C. miltaris* noch die ebenfalls Insekten parasitierenden Arten *C. gracilis* Mont. & Dursieu und *C. sphecocephala* (Klotzsch) Berk. & Curt.. Von den Autoren (ALBERS & GRAUWINKEL 2007) wurde mit *C. myrmecophila* Ces. kürzlich bereits eine ameisenbewohnende *Cordyceps*-Art von den ostfriesischen Inseln Niedersachsens vorgestellt.

In dieser Arbeit werden mit *Cordyceps bifusispora* O. Eriksson auf Puppen des Stachelbeerspanners (*Abraxas grossulariata*) sowie *Cordyceps forquignonii* Quél. auf adulten Fliegen zwei weitere bislang aus Niedersachsen nicht bekannte Arten (WÖLDECKE 1998, ALBERS & GRAUWINKEL 2003, KRIEGLSTEINER 1993, SCHATTEBURG 1956) mit bemerkenswerter Lebensweise vorgestellt und diskutiert. Bei *C. bifusispora* handelt es sich zudem offenbar um einen deutschen Erstnachweis.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

## 2 Material und Methodik

Das untersuchte Material besteht aus eigenen Frischfunden, an denen alle makroskopischen und insbesondere mikroskopischen Untersuchungen vorgenommen wurden. An den exsikkatierten Pilzen wurden gegebenenfalls Nachuntersuchungen durchgeführt. Als Medium für die Mikroskopie diente Leitungswasser, zur besseren Kontrastierung der Präparate fand Baumwollblau-Milchsäure und L4 nach CLÉMENÇON (1977) Verwendung. Die lichtmikroskopischen Untersuchungen wurden mit einem Plan-Apochromat 40fach/0,85 oder Achromat 60fach/0,8, selten auch Flurit-System-Ölimmersionsobjektiv 100fach/1,3 durchgeführt; die Zeichnungen entstanden durch den Zweitautor mit den beiden erstgenannten Objektiven. Sämtliche Ergebnisse und Zeichnungen basieren auf eigenen Beobachtungen. Sporen-Messungen beziehen sich auf aus den Asci herausgeschleuderten Sporen. Beleg-Exsikkate der untersuchten Kollektion sind in den Privat-Herbarien der Autoren hinterlegt. Notizen zu Standort, Pflanzengesellschaft sowie Begleitpflanzen und Begleitpilzen wurden jeweils am Standort protokolliert. Die von uns erreichbare Literatur diente als Grundlage für die Diskussion. Die pflanzensoziologische Einordnung der Fundorte folgt ELLENBERG (1996).

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 *Cordyceps bifusispora* O. Erikss., Fadensporige Puppen-Kernkeule, Abb. 2, 3

Während einer Exkursion der pilzkundlichen Arbeitsgruppe des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen in das Niederungsgebiet der Oste nördlich von Heeslingen (ARBEITSKREIS PILZKUNDE BREMEN 2002) entdeckte Herr Klaus Wechsler mehrere kleine keulenartige Pilzfruchtkörper, welche auf einem toten Insekt fruktifizierten. Aufgrund der typischen Färbung des Wirtes schien es sich um eine Wespe zu handeln, doch kamen schon am Fundort Zweifel auf, ob es sich nun zwangsläufig um die Wespen-Kernkeule (*Cordyceps sphecocephala*) handele, da die Fruchtkörper für diese Art viel zu klein waren. Die Untersuchung des Wirtes durch Herrn Helmut Riemann ergab, dass es sich um eine Puppe des Stachelbeerspanners (*Abraxas grossulariata*) handelte. Die mikroskopische Untersuchung der Pilzfruchtkörper durch den Erstautor schien zunächst problematisch. Auf der Suche nach den üblicherweise typisch vielgliedrigen *Cordyceps*-Sporen war es zunächst verblüffend, derartige Formen im mikroskopischen Bild nicht zu entdecken. In Unkenntnis über die Existenz von *Cordyceps bifusispora* O. Erikss., einer Art mit charakteristischen dreiteiligen Sporen, schlugen Determinierungsversuche zunächst fehl. Literatur-Studium und die Überprüfung weiterer Merkmale führten aber schließlich schnell und sicher zu dieser selten beachteten und aus Niedersachsen und Deutschland bislang offenbar nicht nachgewiesenen Art.

#### Fundort/Kollektion

Deutschland, Niedersachsen, Steddorf, Sellhorner Bach. MTB 2622/3/2 MF 5. Naturräumlich liegt der Fundort ziemlich zentral im Weser-Elbe-Gebiet im Bereich der Zevener Geest. 15.09.2002; leg. Klaus Wechsler, det./Beleg: Albers/2804; Modell-Abguss: Wechsler. **Standort des untersuchten Fundes:** feuchter, krautreicher Schwarzerlen-Eschenwald (Alno-Fraxinetum im weiteren Sinne), mit Schutt versetzter Randbereich, Puppe auf einem alten Buchenblatt liegend; 30 m ü. NN. Auf toten Puppen des gelbschwarz gefärbten Stachelbeerspanners (*Abraxas grossulariata*) fruktifizierend, diese vollständig von Myzelhülle umgeben.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

**Abb. 2:** *Cordyceps bifusispora*. Fruchtkörper auf Puppe von *Abraxas grossulariata*; Kollektion Steddorf (Niedersachsen), 15. 09.2002. Foto: J. ALBERS

Begleitgehölze in näherer Umgebung (u. a.): *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Ribes nigrum*, *Prunus spinosa*, *Crathaegus spec.*, *Euonymus europaeus*.

Begleitpilze in unmittelbarer Nähe: *Agrocybe erebia*, *Clavulina coralloides*, *Cheilymenia vittelina*, *Entoloma undatum*.

## Beschreibung

**Fruchtkörper** (Stroma) 1,2–1,5 cm, weißlich-cremeocker, Stielteil etwas blasser als der fertile Teil (Köpfchen), wie mehlig bestäubt wirkend. **Köpfchen** länglich zylindrisch oder kurzoval bis fast kugelig-kopfig, undeutlich vom Stielteil abgesetzt, 0,3–0,5 cm. **Perithecien** locker im Köpfchen verteilt, deutlich pustelartig bis spitzwarzig herausragend, dunkler als der übrige Teil des Stromas, ockerorange-bräunlich.

**Sporen** außerordentlich lang und in drei ineinander übergehende Abschnitte gegliedert; die beiden endständigen Glieder sind mehrfach septiert, sie sind verbunden durch ein sehr langes, fädig-haarförmiges Teilstück. **Größe der Sporen**: z. B. 145 × 0,5–1 µm; 110 × 1,0 µm. Dabei sind die beiden endständigen Teile im Beispiel 35 × 1 µm, der fädige Mittelteil 75 × 0,5 µm groß. **Asci** achtsporig. **Paraphysen** nicht beobachtet.

Das **Myzel** umwuchert die Puppe äußerlich vollständig und bildet eine weiße Hülle.

## Diskussion

Bei der vorliegenden Aufsammlung handelt sich offenbar um den ersten gesicherten Nachweis der Art für Deutschland, da sie bei KRIEGLSTEINER (1993) und WÖLDECKE (1998) nicht erwähnt ist. Sie wurde von ERIKSSON (1982) aufgrund einer Kollektion mit zwei Fruchtkörpern auf einer Noctuidae-Puppe aus Nord-Schweden neu in die Wissenschaft eingeführt. In den Nachbarländern Dänemark und Niederlande ist sie bislang zumindest einmal nachgewiesen worden (LÆSSØE 1993, ARNOLDS et al. 1999). Nach DISSING (in HANSEN & KNUDSEN 2000) ist sie auch aus allen skandinavischen Ländern bekannt. Die Abbildung von *Cordyceps tuberculata* in DENNIS (1981) soll ebenfalls diese Art darstellen (BOLLMANN et al. 2007).

Aufgrund der charakteristischen Sporenmorphologie in Verbindung mit Standort, Größe der Fruchtkörper und Ausbildung des Myzels am Insekt ist die Art eindeutig festgelegt. Das Erscheinungsbild der Sporen ist nicht immer einfach und auf Anhieb zu erkennen, da diese im Ascus sehr ineinander verschlungen sind und bei dessen Verlassen leicht in ihre Einzelteile zerbrechen, so dass sorgfältiges Mikroskopieren unabdingbar ist. Die Sporengröße ist dabei durchaus variabel, ähnlich ist es beim Typus von ERIKSSON (1982), der 145–220 µm in der Länge angibt, etwas größer als der norddeutsche Fund. Die beiden Terminal-Zellen der Sporen werden von dem Autor mit 30 µm gemessen, was unseren Beobachtungen sehr nahe kommt und auch das Sporenfoto (ERIKSSON 1982: fig. 1c) deckt sich völlig mit dem hier behandelten Fund. Die kleinen Fruchtkörper mit den deutlich herausragenden Perithezien unterscheiden die Art schon makroskopisch von vielen verwandten Vertretern dieser Gattung.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Neuere gensequenzanalytische Untersuchungen durch SUNG et al. (2007) ergaben, dass *Cordyceps* keine phylogenetische Einheit darstellt und in mehrere Gattungen zerfallen muss. *C. bifusispora* und weitere parasitische Arten auf Lepidopteren und Coleopteren verbleiben dabei in der Gattung *Cordyceps* s. str.

Der vorgestellte Fund deckt sich in seiner Ökologie auffällig mit den Schilderungen von LÆSSØE (1993) und NITA & BURAKIEWICZ (2007). Letztere berichten über einen Fund aus Westpolen in einem Querco-Ulmetum bzw. Fraxino-Alnetum auf einer Microlepidopteren-Puppe. Bei unserer Kollektion ist von einem Vorkommen an ihrem natürlichen Standort auszugehen: artenreiche, feuchte Laubwälder im weiteren Sinne. Diese Waldgesellschaften und die als unmittelbare Begleitpflanze auftretende Schwarze Johannisbeere (*Ribes nigrum*) liefern auch die Basis für ein autochthones Vorkommen des Wirtes *Abraxas grossulariata*, dessen Raupenstadium Johannis-, Stachelbeeren und Schlehen bevorzugt (GAEDIKE in SEDLAG 1986, REICHHOLF-RIEHM 1983). *Ribes nigrum* wiederum gilt als Charakterart der Schwarzerlen- und Schwarzerlen-Eschenbruchwälder (ELLENBERG 1986, POTT 1992, RUNGE 1986). CORDES et al. (2006) sehen das natürliche Areal von *Ribes nigrum* (und auch *Ribes rubrum*) im Weser-Elbe-Gebiet ebenfalls in Erlenbrüchern. Der Fundort von *Abraxas* nebst *Cordyceps* liegt inmitten dieser Region.

**Abb. 3:** *Cordyceps bifusispora*. Abguss-Modell von K. & L. WECHSLER der beschriebenen Kollektion. Größenvergleich: Fruchtkörper auf infizierter Puppe, intakte Puppe und Imago von *Abraxas grossulariata*. Foto: J. ALBERS

## 3.2 *Cordyceps forquignonii* Quél. **Fliegen-Kernkeule, Abb. 4-7**

In verschiedenen artenreichen Eichen-Hainbuchenwäldern des Nordwestdeutschen Tieflandes konnte Frau Heidrun Reif die seltene Fliegen-Kernkeule (*C. forquignonii*) nachweisen. Nachdem Standort und Biotop und auch die Fruktifikation zu recht früher Jahreszeit bekannt waren, entstand quasi ein Suchbild und es gelangen beispielweise im Hasbruch bei gezielter Suche und in kurzer Zeit durch H. Reif an ca. fünf verschiedenen Stellen Funde dieser kleinen Art, stets auf adulten Fliegen (Diptera). Eine weitere Kollektion stammt aus Schweden aus der Gegend um Örebro.

### Fundorte /Kollektionen

**1**. Mansholter Holz (Deutschland, Niedersachsen). TK 2714/4 MF 08; 30.06.2003, 03.07.2003, 20.06.2004; leg./det. Heidrun Reif, inv. K. & K. Wöldecke beim Erstfund am 30.06.2003; Belege: Grauwinkel, Albers/2805 & K. Wöldecke. **Standort:** feuchter Eichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum) mit reich entwickelter Krautschicht. Insgesamt vier Fundorte im genannten Gebiet mit etwa 20 Fruchtkörpern.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

**2**. Hasbruch (Deutschland, Niedersachsen). TK 2916/2 MF 09 & 10; 05.06.2005; leg./det.: Heidrun Reif, inv. Albers. Belege: Albers, Reif (Abb. 4). **Standort:** feuchter Eichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum), an mehreren Fundstellen, auch im Waldrandbereich. Insgesamt drei Fruchtkörper.

**3**. Wedehorner Holz (Deutschland, Niedersachsen). TK 3118/3 MF 14; 16.05.2005; leg./det./Beleg: Heidrun Reif. Ein Fruchtkörper. **Standort:** feuchter Eichen-Hainbuchenwald (Querco-Carpinetum) mit reich entwickelter Krautschicht.

**4**. Brunstorpkärret NR (Schweden, Örebro Län). 59°21'55", 15°14'38"; 01.09.2004; leg./det./Beleg: Heidrun Reif. **Standort:** Fichtenwald, in der Nadelstreu. Ein Fruchtkörper.

## Beschreibung:

**Fruchtkörper** bis 30 mm lang, einzeln oder bis zu zwei Fruchtkörper pro Insekt; differenziert in einen Stielteil und einen mehr oder weniger deutlich abgesetzten, meist kugelförmigen, orangegelben und fertilen mit Perithecien besetzten Kopfteil. Kopfteil bis 2,2 mm im Durchmesser. Stiel glatt, bis 25 × 0,5 mm, hellgelb. Perithecienmündungen ungleich verstreut auf dem gesamten Kopfteil verteilt und feinst halbkugelförmig herausragend. Bei der Kollektion „Wedehorn" hell glasig schimmernd, bei Kollektion „Hasbruch" mit dunklerem Punkt auf halbkugelförmiger „Kuppel". An der Basis des Köpfchens ist meist ein am Stielteil herabhängender „Kragen" ausgebildet.

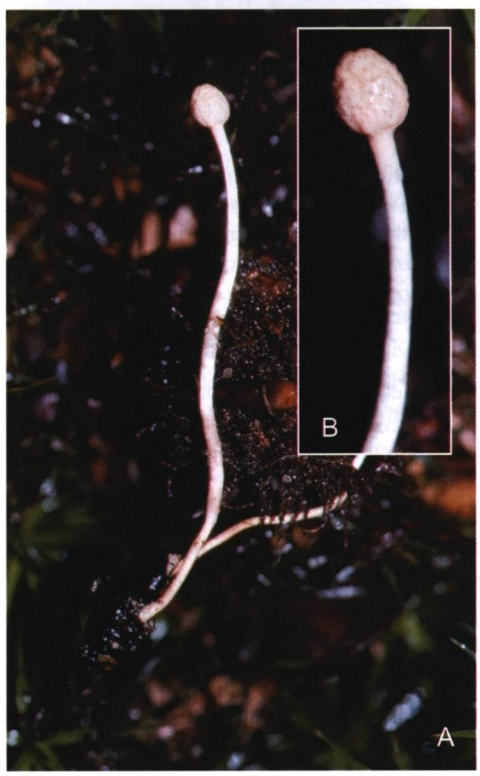


**Abb. 4:** *Cordyceps forquignonii*: **A**: Fruchtkörper auf toter Fliege. – **B**: Fruchtkörper-Detail: Stielteil und Köpfchen mit feinst herausragenden Perithecien. Kollektion Hasbruch, 05.06.2005.
Fotos: J. ALBERS

**Sporen** im Mikroskop hyalin, lange Ketten bildend (Minimum 300 µm), den Ascus ausfüllend und tauartig verdreht angeordnet, bei Reife in ihre einzelnen Segmente zerfallend. **Größe der Segmente** (6,5) 7–9 (10) × 1,5–1,8 (2,1) µm. Ausgewählte Messungen: 9 × 1,5; 8 × 1,5; 7 × 1,5; 10 × 1,8 µm. **Asci** >300 µm lang und um 7,2 µm breit. Bei Beobachtung liegen sie stets schlangenförmig gewunden im Perithecium vor, daher ist die Gesamtlänge der Asci nur abschätzbar. Ascus-Spitze und Poruskanal in Wasser wirkt stark kontrastiert; der Poruskanal ist zur Basis deutlich erweitert. Die Kontur der Ascus-Spitze erscheint ohne Absatz (Abb. 6C); in L4 nach CLÉMENÇON (1972) verändert sich die Kontur der Ascus-Spitze und erscheint mit eichelartigem Absatz. Der Porus ist nur noch als sehr blasser keilförmiger Einschnitt an der Spitze sichtbar (Abb. 6B). **Paraphysen** nicht beobachtet.

**Untersuchung des Fliegen-Körpers** (am Exsikkat, 03/02/2008): Das Innere von Kopf, Hinterleib und Bein eines Tieres wurde mit der Rasierklinge aufgeschnitten. Die untersuchten

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

**Abb. 5:** *Cordyceps forquignonii*: **A**: Fruchtkörper auf toten Fliegen. Kollektion Mansholter Holz, 20.06.2004. – **B**: Fruchtkörper zwischen Moosen. Kollektion Mansholter Holz, 03.07.2003.
Fotos: U. REIF

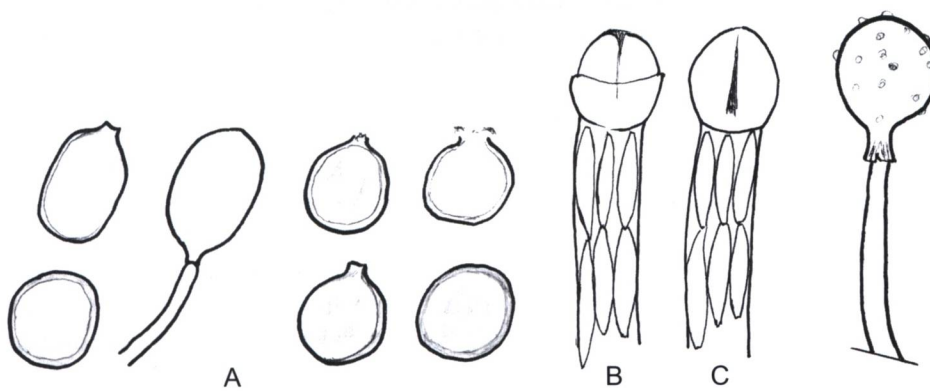


**Abb. 6:** *Cordyceps forquignonii*: Hyphenkörper im Innern der Fliege (A), Ascus-Spitze in L4 nach CLÉMENÇON (1972) (B), Ascusspitze in Wasser (C) und stark vergrößerter Fruchtkörper mit Stiel (oberes Viertel) und rundlichem Kopfteil mit „Kragen" (D). – Kollektion Mansholter Holz, 30.06.2003, leg. H. Reif.
Zeichnungen: B. GRAUWINKEL

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

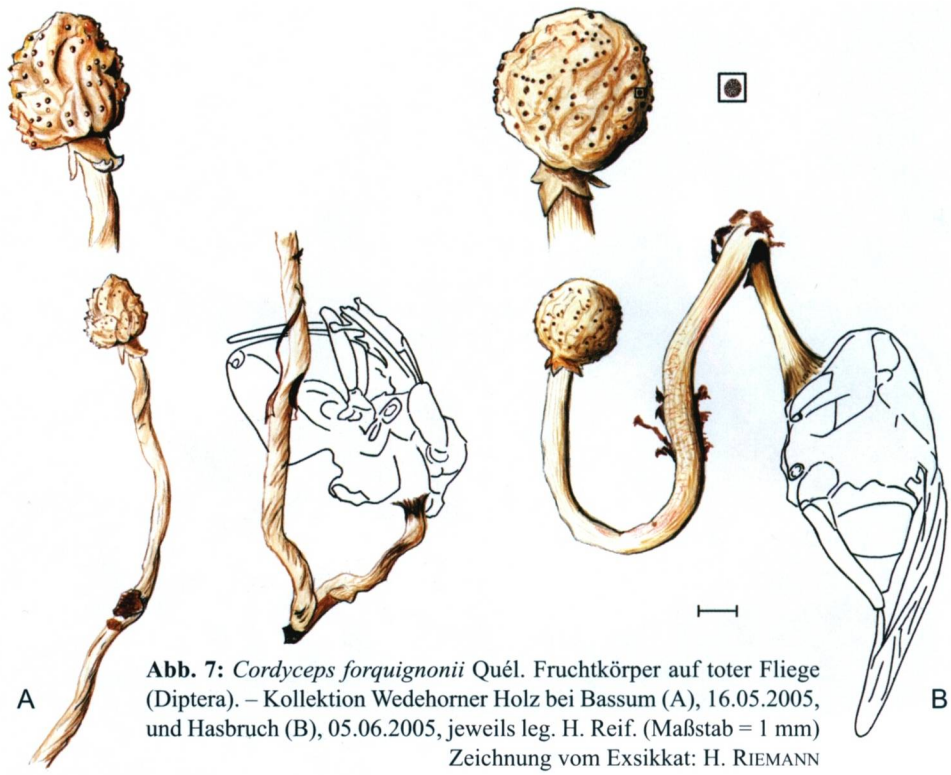


**Abb. 7:** *Cordyceps forquignonii* Quél. Fruchtkörper auf toter Fliege (Diptera). – Kollektion Wedehorner Holz bei Bassum (A), 16.05.2005, und Hasbruch (B), 05.06.2005, jeweils leg. H. Reif. (Maßstab = 1 mm) Zeichnung vom Exsikkat: H. RIEMANN

Teile sind mit einem weißwattigen Myzelfilz sklerifiziert. Wie bei *Cordyceps myrmecophila* (ALBERS & GRAUWINKEL 2007) ist die äußere Chitinhülle nicht von Pilzgewebe durchwuchert und erscheint vollkommen unversehrt. Die spiralförmig ausgebildeten Wandungen des Tracheensystems im Innern des Insektes waren in allen Körperteilen, bis in die feinsten Spitzen der Gliedmaßen, gut zu erkennen und ebenfalls nicht angegriffen. Im Myzelgewebe eingebettet befinden sich an vielen Stellen, wie bei *C. myrmecophila*, „Hyphenkörper" (Definition nach DÖRFELT 1988 und DÖRFELT in DÖRFELT & JESCHKE 2001). Diese sind meist mehr oder weniger rundlich, 12–15 µm im Durchmesser, nur zum Teil dickwandig und besitzen **eine** undeutliche Papille, besser: einseitige Ausstülpung. Selten ist einseitig ein Hyphenanhängsel zu beobachten. Etwa 5% der untersuchten „Hyphenkörper" sind kurzoval, 20–25 × 10 µm (Abb. 6A).

## Diskussion

Auch diese Art war bis vor kurzem aus Niedersachsen nicht bekannt (WÖLDECKE 1998) und auch deutschlandweit wird sie zunächst nicht erwähnt (KRIEGLSTEINER 1993). Es gelangen jedoch zwischenzeitlich wenige Nachweise an weiteren Orten Norddeutschlands (WÖLDECKE, mündl.) sowie aus Schleswig-Holstein (LÜDERITZ 2001). Abbildungen liegen mit Ausnahme der Zeichnung in DENNIS (1981), soweit uns bekannt, nicht vor (BOLLMANN et al. 2007). In den benachbarten Niederlanden ist *C. forquignonii* an wenigen Stellen gefunden worden (ARNOLDS et al. 1999). LÆSSØE (1982) stellt sie auch für Dänemark vor.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Die Bestimmung ergibt sich zunächst schon aufgrund des Wirtes (Fliegen, Diptera), doch besteht Ähnlichkeit zu der von ALBERS & GRAUWINKEL (2007) thematisierten *C. myrmecophila* Ces. auf Ameisen (Hymenoptera). Der Aufbau der Fruchtkörper ist wenig verschieden, allerdings ist *C. forquignonii* stets signifikant größer. Die rundliche Form des fertilen Teiles im Unterschied zu dem ovalen Köpfchen von *C. myrmecophila* ist ein weiteres durchaus brauchbares Merkmal, beide Arten zu differenzieren. Auch der bei *C. forquignonii* vorhandene Kragen unterhalb des Köpfchens (Kollektion Wedehorn) fehlt bei den von uns beobachteten Fruchtkörpern von *C. myrmecophila*. Ein signifikantes Trennmerkmal stellen die größtenteils kugeligen und deutlich kleineren Hyphenkörper im Innern des Insekts dar; außerdem besitzen diese bei *C. forquignonii* nur einseitig eine sogenannte Apikalkappe (Abb. 6A), während sie bei *C. myrmecophila* beidseitig vorliegt (ALBERS & GRAUWINKEL 2007). Da innerhalb der Gattung *Cordyceps* die Wirts-Spezifität weit fortgeschritten ist (z. B. MAINS 1958), muss zudem aufgrund des Vorkommens auf zwei verschiedenen Insekten-Ordnungen (Diptera und Hymenoptera) davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei auch um zwei verschiedene Arten handelt. Dieses gilt auch für die ebenfalls ähnliche *C. sphecocephala* auf Wespen (Hymenoptera), die z. B. bei WILHELM (2008 in www.pilzepilze.de), HUMBEL (2002 in www.pilz- baden.ch), SCHMID & SCHMID (1990: 29), BREITENBACH & KRÄNZLIN (1981) und LOHMEYER & KÜNKELE (2006) beschrieben und illustriert wird. MAINS (1958) akzeptierte mit *C. dipterygena* Berk. & Br. noch eine weitere fliegenbewohnende Art. Die sequenzanalytischen Untersuchungen von SUNG et al. (2007) ergeben, dass die Gattung *Cordyceps* keine phylogenetische Einheit darstellt, mit der Konsequenz, dass zahlreiche Neukombinationen vorgenommen wurden, so dass die Art *Ophiocordyceps forquignonii* (Quél.) G. H. Sung, J. M. Sung, Hywel-Jones & Spatafora heißen müsste. Diese Autoren propagieren weitergehend die neue Familie der Ophiocordycipitaceae der die Familie Cordycipitaceae gegenübersteht, beispielsweise mit *Cordyceps miltaris* (L.: Fr.) Fr. und der in dieser Arbeit behandelten *C. bifusispora* (s. o.).

## 3.3 Anmerkungen zum Erhaltungszustand der Insekten-Körper und der Strategie des Pilzes

Bewohner adulter Insekten stellen innerhalb der Gattung *Cordyceps* die Minderheit dar, zumeist werden Jugendstadien wie Larven oder Puppen infiziert und besiedelt (SUNG et al. 2007). Diese Tatsache machte es erneut interessant genauere Untersuchungen über den Zustand im Innern des scheinbar intakten Insekts anzustellen. Die äußere Chitin-Hülle der Fliege erscheint genau wie bei der ameisenbewohnenden *C. myrmecophila* völlig unversehrt (ALBERS & GRAUWINKEL 2007), während die von *C. bifusispora* parasitierte Schmetterlings-Puppe vollständig vom Myzel umhüllt und teilweise aufgezehrt ist (Abb. 2 & 3). Auffällig ist auch der gute Erhaltungszustand des für die Atmung notwendigen Tracheensystems in allen Körperteilen der ansonsten vollständig von Hyphen durchwucherten Fliege. Diese Beobachtung legt die Vermutung nahe, dass es die Strategie des Pilzes ist, die Atmung der Fliege so lange wie möglich aufrecht zu erhalten. Die Hülle des Tracheensystems bei Insekten besteht aus Chitin. Nach WEBSTER (1983: 338) besitzen Pilze die Fähigkeit, Chitin zu hydrolisieren, die Infektion des Insekts erfolgt aber in lebendem Zustand. Dass es trotzdem nicht zur Zersetzung der Insektenhülle und des Tracheensystems kommt, bestätigt obige Vermutung. MÜLLER & LÖFFLER (1971) heben hervor, dass die Fähigkeit des Chitin-Abbaus durch Pilze kaum durch andere Organismengruppen zu ersetzen ist.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

Das Vorhandensein und Aussehen der Hyphenkörper hat sich bei den untersuchten Kollektionen von *C. forquignonii* und *C. myrmecophila* als weiteres gutes anatomisches Merkmal zur Differenzierung der verschiedenen Taxa herausgestellt und könnte zur Stabilisierung des bestehenden Artenkonzeptes beitragen (vgl. Abschnitt 3.4).

Bei *C. bifusispora* haben wir auf eine Untersuchung der inneren Strukturen verzichtet, da zumindest eines der beiden Belegexemplare erhalten bleiben sollte, nachdem für die mikroskopischen Beobachtungen und die Modellbildung bereits ein Exemplar „verbraucht" wurde.

## 3.4 Merkmalstabelle (s. Tabelle 1)

**Tab. 1:** Merkmalsübersicht verschiedener, makroskopisch ähnlicher insektenbewohnender *Cordyceps*-Arten. *C. sphecocephala* nach der Literatur, *C. myrmecophila* siehe ALBERS & GRAUWINKEL (2007).

| Merkmal | *C. bifusispora* | *C. forquignonii* | *C. myrmecophila* | *C. sphecocephala* |
|---|---|---|---|---|
| **fertiler Kopfteil – Form** | schlankzylindrisch-kurzoval | stets fast kugelförmig | langoval-fast kopfig | oval |
| **Fruchtkörper-Länge Größe fertiler Kopfteil** | 12–15 mm 3–5 × 0,8–1 mm | bis 30 mm bis 2,2 mm Ø | 15–35 mm 2–3 × 1–1,5 mm | 30–35 (60) mm 2–5 × 2–3 mm |
| **Stielspitze** | | mit Kragen | ohne Kargen | mit Kragen |
| **Perithezium** | pustelig ausspitzend herausragend | feinst herausragend | länglich weit herausragend | länglich weit herausragend |
| **Sporensegmente** | 3-teilig, fädig, 110–145 × 0,5–1 µm | vielteilig, (6,5) 7–9 (10) × 1,5–1,8 (2,1) µm | vielteilig, 6,6–10 × 1,5–2,6 µm | vielteilig, 8–15 × 1,5–2,5 µm |
| **Hyphenkörper im Innern des Insekts** | nicht untersucht | fast kugelig, 12–15 µm | zylindrisch-kurzoval, 21–35 × 8–13 µm | keine Erkenntnisse |
| **Hyphengewebe** | auch außen | nur im Innern | nur im Innern | nur im Innern |
| **Wirt** | Schmetterlingspuppe (*Abraxas*, Lepidoptera) | Fliegen-Imago (Diptera) | Ameisen-Imago (*Formica*, Hymenoptera) | Wespen-Imago (*Vespa*, Hymenoptera) |

## 3.5 Gefährdung der Arten

Die vorgestellten Arten sind in den Roten Listen der gefährdeten Großpilze weder in Niedersachsen noch Gesamt-Deutschland geführt (WÖLDECKE et al. 1995, DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MYKOLOGIE & NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND 1992). Auch in anderen umfangreichen Floren fehlen sie (KRIEGLSTEINER 1999, ENDERLE 2004, SCHATTEBURG 1956). Die Ursache liegt gewiss in ihrer ungenügenden Kenntnis und der Unscheinbarkeit der Fruchtkörper. So ist es an dieser Stelle kaum sinnvoll, Vorschläge für eine etwaige Einordnung innerhalb der Gefährdungs-Kategorien zu machen. Zukünftig sollte insbesondere darauf geachtet werden, inwieweit auch diese beiden Kernkeulen neben ihrer Wirts-Spezifität auch an ein Biotop oder eine Pflanzengesellschaft gebunden sind, wie es die Autoren schon für *C. myrmecophila* vorgeschlagen

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

haben (ALBERS & GRAUWINKEL 2007). Sollte dies der Fall sein – die vorgestellten Kollektionen aus Nordwestdeutschland stammen ausnahmslos aus mesophilen, feuchteren Laubwäldern des Tieflandes –, so wäre ein zusätzliches Argument für eine etwaige Gefährdung gegeben.

## 4 Dank

Frau Heidrun und Herrn Ulrich Reif (Bremen) danken wir sehr für die Überlassung der Funde, Digital-Photos sowie detaillierte Fundbeschreibungen und Informationen zu Standorten von *C. forquignonii*. Für die Bestimmung der Schmetterlingspuppe und die Zeichnung einer Kollektion von *C. forquignonii* sei Herrn Helmut Riemann (Bremen) herzlich gedankt. Herrn Klaus Wechsler (Bremen) gebührt für die naturgetreue Modellanfertigung von *C. bifusipora* ein besonderer Dank und Herrn Georg Lakmann (Bremen) danken wir für die Überlassung der Vergleichs-Imago und -Puppe von *Abraxas grossulariata*. Weiterhin möchten wir Herrn Klaus Wöldecke (Hannover) für die Bereitstellung von schwer zugänglicher Literatur herzlich danken. Frau Dr. Monika Steinhof (Bremen) und Herrn Christian Volbracht (Hamburg) danken wir für die Recherche zur Zuordnung einzelner, alter Kupferstich-Tafeln.

## 5 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 (2007): *Cordyceps myrmecophila* Ces. (Ascomycetes), eine Ameisen parasitierende Kernkeule in den niedersächsischen Küstendünen. Bausteine zur Pilzflora der Ostfriesischen Inseln (4). – Zeitschrift für Mykologie **73**(2): 203-212.

ARBEITSKREIS PILZKUNDE BREMEN (2002): Exkursions-Programm AK Pilzkunde. – In: Naturwissenschaftlicher Verein zu Bremen von 1864. Sommerprogramm 2002: 9-11

ARNOLDS, E., T. W. KUYPER & M. E. NOORDELOOS (1999): Overzicht van de paddestolen in Nederland. 2. ed. – Nederlandse Mycologische Vereniging. 879 S.

BOLLMANN, A, A. GMINDER & P. REIL (2007): Abbildungsverzeichnis europäischer Großpilze. 4. Aufl. – Jahrbuch Schwarzwälder Pilzlehrschau Vol. 2. 301 S. + Register.

BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1981): Pilze der Schweiz, Band 1 - Ascomyceten. – Verlag Mykologia, Luzern.

CLÉMENÇON, H. (1972): Zwei verbesserte Präparierlösungen für die mikroskopische Untersuchung von Pilzen. – Zeitschrift für Pilzkunde **38**(1-4): 49-53

CORDES, H., J. FEDER, F. HELLBERG, D. METZING & B. WITTIG (2006): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen des Weser-Elbe-Gebietes. Beihefte zum Jahrbuch der Wittheit zu Bremen/II. – H. M. Hauschild, Bremen. 512 S.

DENNIS, R. W. G. (1981): British Ascomycetes. – J. Cramer, Vaduz. 585 S.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR MYKOLOGIE & NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (Hrsg.) (1992): Rote Liste der gefährdeten Großpilze in Deutschland. – IHW-Verlag, Eching.

DÖRFELT, H. (1988): Lexikon der Mykologie. – Leipzig.

DÖRFELT, H. & G. JESCHKE (2001): Wörterbuch der Mycologie. 2. Aufl. – Spektrum Akademischer Verlag, Leipzig.

EGLE, K. (1949): Pilze als Insektentöter. – Natur und Volk **70**(10): 484-487.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Auf. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

ENDERLE, M. (2004): Die Pilzflora des Ulmer Raumes. – Süddeutsche Verlagsgesellschaft, Ulm.

ERIKSSON, O. (1982): *Cordyceps bifusispora* spec. nov.. – Mycotaxon **15**: 185-188.

GROSSMANN, A. (1963): Kernkeulen-Pilze. – Natur und Museum, Senckenberg naturforschende Gesellschaft: **93**(9): 369-374.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

HANSEN, L. & H. KNUDSEN (2000): Nordic Macromycetes Vol. 1 – Ascomycetes. Nordsvamp, Copenhagen.

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 (1977): Some species of Cordyceps and its allied spiders. – Kew Bulletin **31**(3): 557-566.

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.

LÆSSØE, T. (1982): Snyltekølle (*Cordyceps* (Fr.) Link) I Danmark. – Svampe **6**: 73-83.

LÆSSØE, T. (1993): Atter en ny snyltekølle for Danmark. – Svampe **28**: 59-60.

LOHMEYER, T. R. & U. KÜNKELE (2006): Pilze. – Parragon, Bath. 256 S.

LÜDERITZ, M. (2001): Die Großpilze Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Bd 1, Grundlagen und Schlauchpilze (Ascomycetes). – Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (Hrsg.), Flintbek. 77 S.

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

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.

MIGULA, W. (1913): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Band III. Pilze: 3. Teil, 2. Abteilung. – Friedrich von Zerzschwitz, Gera. 1404 S.

MOSER, M. (1963): Ascomyceten. In H. Gams: Kleine Kryptogamenflora Bd. II a. – Gustav Fischer-Verlag, Jena und Stuttgart. 127 S.

MÜLLER, E. & W. LÖFFLER (1971): Mykologie. Grundriß der Pilzkunde. 2. Aufl. – Georg Thieme, Stuttgart.

MUELLER, J. S. (1789-92): Illustratio systema sexualis Linnaei. Hrsg.: Moritz Balthasar Borckhausen. Merck, Darmstadt.

MUELLER, J. S. (1804): Illustratio systema sexualis Linnaei. Neue Ausgabe. Hrsg.: Moritz Balthasar Borckhausen. Varrentrapp und Wenner, Frankfurt.

NITA, J. & A. BURAKIEWICZ (2007): Łęgi i olsy ostoją rzadkich i zagrożonych grzybów wielkoowocnikowych. – Studia i materiały centrum edukacji Przyrodnicza-Leśnej. R.9. Zeszyt **2/3**(16): 519-529.

POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

REICHHOLF-RIEHM, H. (1983): Schmetterlinge. – Mosaik, München.

RUNGE, F. (1986): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. – 8./9., Aufl. Aschendorff'sche Verlagsbuchhandlung, Münster. 291 S.

SCHATTEBURG, G. A. F. (1956): Die höheren Pilze des Unterweserraumes. – Walter Dorn, Bremen. 441 S.

SCHMID, I. & H. SCHMID (1990): Ascomyceten im Bild. 1. Serie. – IHW-Verlag, Eching. Tafeln 1-50.

SEDLAG, U. (1986): Insekten Mitteleuropas. – Neumann, Leipzig. 408 S.

SMITH, H. V. & A. H. SMITH (1973): How to know the non-gilled fleshy fungi. – Wm. C. Brown Co., Dubuque.

STENSRUD, Ø., N. L. HYWEL-JONES & T. SCHUMACHER (2005): Towards a phylogenetic classification of *Cordyceps*: ITS nrDNA sequence data confirm divergent lineages and paraphyly. – Mycol. Research **109**: 41-56.

SUNG, G.-H., N. L. HYWEL-JONES, J.-M. SUNG, J.-L. LUANGSA-ARD, B. SHRETHA & J.-W. SPATAFORA (2007): Phylogenetic classification of *Cordyceps* and clavicipitaceous fungi. – Studies in Mycology **57**(1): 5-59.

WAGNER, A. (1935): Über einen mit einem Pilz behafteten *Carabus violaceus* L. – Mitteilungen aus dem entomologischen Verein Bremen **23**: 6

WEBSTER, J. (1983): Pilze – Eine Einführung. Springer, Berlin – Heidelberg – New York. 641 S.

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.

© 2009, Deutsche Gesellschaft für Mykologie

DGfM 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: 2009

Band/Volume: 75_2009

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

Artikel/Article: Cordyceps bifusispora 0. Erikss. und Cordyceps forquignonii Quel. Über zwei seltene insektenparasitische Kernkeulen (Ascomycetes) des Nordwestdeutschen Tieflandes 163-174