

Die Kristallphysaliden der Hundsrute und verwandter Arten (*Phallales*)

HEINZ CLÉMENÇON

CLÉMENÇON H (2017) Crystallophysalides of *Mutinus caninus* and related species (*Phallales*). Zeitschrift für Mykologie 83/2:291-301.

Abstract: The terms radiate crystallophysalides and conglomerate crystallophysalides are introduced to describe the vesicular or spherical cells of the rhizomorphs of *Mutinus caninus*, *Mutinus (Jansia) boninensis* and *Phallus impudicus*. They are vesicular cells containing numerous crystals, arranged in a radiate or agglomerate fashion. The globular crystal agglomerations with a radiate structure are not spherocrystals and are not made of calcium oxalate, two wrong interpretations used in some older publications.

Key words: rhizomorphs, spherocrystals, crystals, calcium oxalate, *Mutinus*, *Jansia*, *Phallus*.

Zusammenfassung: Die Begriffe radiate Kristallphysaliden und konglomerate Kristallphysaliden werden eingeführt. Sie bezeichnen blasenförmige bis kugelige Zellen mit zahlreichen Kristallen im Innern, die bei den Rhizomorphen von *Mutinus caninus*, *Mutinus (Jansia) boninensis* und *Phallus impudicus* auftreten. Die kugelförmigen Kristallaggregate mit einer strahlig-faserigen Struktur sind nicht Sphärokristalle und bestehen nicht aus Kalziumoxalat, wie in älteren Veröffentlichungen oft zu lesen steht.

Stichwörter: Rhizomorphen, Sphärokristalle, Kristalle, Kalziumoxalat, *Mutinus*, *Jansia*, *Phallus*.

Einleitung

Wie schon FISCHER (1900) festhielt, besitzen die meisten *Phallales* am Basalteil ihrer Fruchtkörper gut ausgebildete, zum Teil auffallend dicke Rhizomorphen. Viele sind von einem Kristallmantel umhüllt, der aus dünnwandigen, dicht mit Kristallen besetzten Hyphen besteht. Diese geben den Rhizomorphen ihre kalkweiße Farbe, können aber leicht abgerieben werden (Abb. 1A, 5A). Auf, im oder unter dem Kristallmantel, manchmal sogar im Mark, findet man bei manchen *Phallales* blasenförmige oder kugelförmige Zellen («Physaliden») für die hier der Begriff **Kristallphysaliden** (Crystallophysalides) eingeführt wird, da in ihrem Innern Kristalle angehäuft sind.

Der erste Bericht über Kristallphysaliden stammt von DE BARY (1864), der sie bei der Hundsrute *Mutinus caninus* (Huds.) Fr. entdeckte (originale Orthographie): «... Ferner sind an den oberflächlichen Fäden oft einzelne Zellen in ihrer Mitte zu kugeligen bis 1/20 Mm. grossen Blasen angeschwollen, deren jede von einer aus oxalsaurem Kalke bestehende Kugel zum grössten Theile ausgefüllt wird. Die Kugeln sind solide oder mit einer engen centralen Höhlung versehen und von strahlig-faseriger Textur (Fig. 14)» (Abb. 1B). Im Jahr 1866 gab DE BARY folgende etwas veränderte Beschreibung, die er 1884 wortgetreu wiederholte:

Anschrift des Autoren: Heinz Clémenton, Musée botanique cantonal, Avenue de Cour 14bis, CH-1007 Lausanne, Schweiz

«An den schmalen cylindrischen Fäden ... finden sich einzelne zu grossen kugeligen oder flaschenförmigen Blasen erweiterte Zellen, welche fast ausgefüllt sind von einer grossen, aus oxalsaurem Kalk bestehenden glänzenden Kugel, die ein strahlig krystallinisches Gefüge besitzt.»

Im Laufe meiner Untersuchungen zur Anatomie der Rhizomorphen ausgewählter Phallales fand ich Kristallphysaliden mit verschieden gestalteten und unterschiedlich angeordneten Kristallen in ihrem Innern. Es geht daraus hervor, dass die von DE BARY (1864), beschriebenen Kugeln mit «strahlig-faseriger Textur» ein Spezialfall aus einer Serie verschiedenförmiger Kristallphysaliden sind, für die hier die Bezeichnung **radiate Kristallphysaliden** gebraucht wird (lat. radiatus = strahlenförmig). Die strahlenförmige Kugel dieser Physalide wird seit FISCHER (1900) Sphärokristall genannt, eine völlig unzutreffende Bezeichnung, da der Bau dieser Kugel der Definition eines Sphärokristalles widerspricht.

Die Kristallphysaliden mit verschieden grossen und scheinbar willkürlich angehäuften und ungleichmässig verteilten Kristallen werden hier **konglomerate Kristallphysaliden** genannt (lat. conglomeratus = geknäuelte, gehäuft).

In dieser Arbeit wird gezeigt, dass die Kristalle der radiaten Kristallphysaliden nicht aus Kalziumoxalat bestehen, wie dies DE BARY (1864) und FISCHER (1900) glaubten, und dass die meisten dieser Kristalle von einer organischen Substanz wenigstens teilweise umhüllt sind. Entgegen der Meinung von DE BARY (1864) kommen radiate Kristallphysaliden auch bei *Phallus impudicus* vor, wenn auch in geringerer Anzahl. Konglomerate Kristallphysaliden finden sich bei allen drei untersuchten Arten.

Material und Methoden

Mutinus caninus (Huds.) Fr. - Les Liaises nördlich von Lausanne, Schweiz, leg. H. Cléménçon 27.06.2004, Kollektion 04/003 (LAU); Trockenmaterial. - Les Croisettes, Epalinges VD, Schweiz, leg. H. Cléménçon 25.05.2016. Kollektion 16/10 (LAU); Frischmaterial.

Mutinus boninensis Llyod. - Oh-Ishi Tomikawa, Otsu, Shiga Pref. Japan, leg. H. Cléménçon 15.08.1988, det. T. Hongo. Kollektion HC 88/93 (LAU, als *Jansia boninensis* Llyod); Trockenmaterial. *Jansia* ist molekular-taxonomisch nicht von *Mutinus* trennbar (TRIERVEILER-PEREIRA & al. 2014).

Phallus impudicus L. - Les Saugealles, Petites Côtes, Lausanne, Schweiz, leg. H. Cléménçon 27.11.2011, Kollektion HC 11/092 (LAU). Frischmaterial. - Zimmerwald (Bern), leg. K. Schumacher 08.08.2016; - Moossee (Bern), leg. E. Herzig 10.08.2016; - Neuendorf (Solothurn), leg. P. Vanelli 07.08.2016; - Ziebach (Bern), leg. P. Vanelli 05.08.2016; - Lostorf (Solothurn), leg. F. Buss 20.08.2016. Die 5 letzten Aufsammlungen waren zugebrachte, trockene Rhizomorphen, die in LAU ohne Nummer aufbewahrt werden.

Das Trockenmaterial wurde vor dem Fixieren einige Stunden lang in destilliertem Wasser bei 45° C aufgeweicht. Die Kristallphysaliden und die Architektur

der Rhizomorphen sind überraschend gut erhalten geblieben. Fixierung, Entwässerung, Einbettung in Methacrylat, Schnittfärbungen und Mikrofotografie wie bei CLÉMENÇON (2013).

Beobachtungen

Zweierlei Kristallphysaliden. Neben den schon von DE BARY (1864) beschriebenen Kristallphysaliden mit „strahlig-faseriger“ Struktur kommen bei den drei untersuchten Phallaceen-Rhizomorphen auch Kristallphysaliden mit unregelmäßig angeordneten Kristallen vor, die keine radiale Struktur erkennen lassen (Abb. 2B,D, 4E,F, 5C-F, 5I,J).

Optisch aktive Kristalle. Die Kristalle der Kristallphysaliden sind doppelbrechend und leuchten im Polarisationsmikroskop hell auf. Die einzelnen Kristalle der kugelförmigen Ansammlungen mit radialer Struktur sind dann gut erkennbar (Abb. 2B,D, 3A,B,D, 4C,D, 5I,J). Diese sind nicht immer keil- oder stabförmig und radial ausgerichtet (Abb. 2E, 4E,F, 5C-J). Oft sind die Kristalle an der Peripherie gehäuft, oder sie kommen bisweilen sogar nur dort vor (Abb. 2C, 4E).

Kristalle in Laugen und Eisenchlorid löslich. Sowohl die kugelförmigen Kristallaggregate als auch die Kristalle der konglomeraten Physaliden lösen sich in Kalilauge, Natronlauge und Ammoniak langsam auf und die Doppelbrechung verschwindet (Abb. 2E, 3A,B).

Die Kristalle lösen sich auch in einer 5%igen Lösung von Eisen(III)chlorid in etwa 15-20 Minuten auf (nicht gezeigt). In einer 1%igen Lösung dauert es bis zur Auflösung eine bis anderthalb Stunden, Zeit genug um die Tannin-Eisenchlorid Färbung an Mikrotomschnitten unter Erhaltung der Kristalle möglich zu machen (Abb. 2C).

Die inkrustierenden Kristalle der kristalliferen Hyphen der Oberfläche lösen sich weder in den Laugen, noch in der Eisenchloridlösung auf.

Rest-Strukturen in Laugen beständig. Koordinierte Beobachtungen der kugelförmigen Kristallaggregate im Hellfeld und im Polarisationsmikroskop zeigen, dass während der Auflösung der Kristalle eine oft etwas unregelmäßige, radial-faserige Rest-Struktur erhalten bleibt (Abb. 3A,B). Nach dem Auflösen der kleinen, doppelbrechenden, nicht radial strahlig angeordneten Kristalle hingegen erscheint die Zelle ohne radiale Struktur, bisweilen aber mit unregelmäßigen Resten. Beide Rest-Strukturen sind mit der Tannin-Eisenreaktion färbbar. (Abb. 3D, 4G).

Färbbare Reste zwischen den Kristallen. Mit Toluidinblau gefärbte und anschließend in Hoyer's Medium oder in 4% NaOH gequetschte radiate Kristallphysaliden zeigen eine stark gefärbte netzartige Struktur in den kugelförmigen Kristallaggregaten (Abb. 3E).

Hyphen im Innern der Physaliden. Kristallphysaliden mit Aggregaten aus locker zusammengefügt oder hauptsächlich an der Peripherie liegenden Kristallen enthalten bisweilen eine interne Hyphe unbekannter Herkunft (Abb. 2C).

Kristallphysaliden bei *Mutinus boninensis* und *Phallus impudicus*.

Die Rhizomorphen von *Mutinus boninensis* tragen auf ihrer Oberfläche ebenfalls viele Kristallphysaliden mit je einem kugelförmigen Kristallaggregat im Innern (Abb. 4B). Diese sind doppelbrechend und lösen sich in Kalilauge langsam auf. Seltener sind Kristallphysaliden mit vielen, nicht strahlig angeordneten Kristallen (Abb. 4E,F). Werden diese in Lauge aufgelöst, so bleiben im Innern der Physalide einige mit der Tannin-Eisenchlorid Reaktion färbbare Rest zurück (Abb. 4G).

Kugelförmige Kristallphysaliden mit strahlig-faseriger Struktur kommen auch bei *Phallus impudicus* vor, sind jedoch selten und nicht auf der Oberfläche der Rhizomorphen, sondern innerhalb oder sogar unter dem Kristallmantel gelegen und daher schwer auffindbar (Abb. 5B).

Bei *Phallus impudicus* findet man auch Kristallphysaliden mit nicht kugelig angeordneten, auffallend großen Kristallen im Innern (Abb. 5C-J).

Diskussion

Kristalldruse, Sphärokristall oder Kristallaggregat?

Die kristallinen Kugeln der radiaten Kristallphysaliden der Phallaceen-Rhizomorphen werden von MÖLLER (1895: 87, 104) Kristalldrusen und die sie enthaltenden Zellen Kristalldrusenzellen genannt; FISCHER (1900: 277) jedoch nennt sie «Sphärokristalle in Inneren von blasenförmig angeschwollenen Zellen». AGERER & IOSIFIDOU (2004: 286) vermeiden das Wort Sphärokristall und sprechen von «spheres of radially aggregated crystals».

In einer **Kristalldruse** (im Gebrauch der Biologen) sind «zahlreiche kleine Kristallindividuen zu einem morgensternartigen Gebilde zusammengefügt» (BIEBL & GERM 1967: 74). Dadurch kann ein Gefüge entstehen, das den kristallinen Kugeln der Phallaceen-Rhizomorphen gleicht. In einer Druse jedoch sind die Kristalle miteinander verwachsen, was bei den kristallinen Kugeln der Phallaceen-Rhizomorphen nicht der Fall ist.

Sphärokristalle sind «homogene Kristallgebilde von radialfaserigem Bau und kugelförmiger, mehr oder weniger glatter Oberfläche» (MEYERS Konversationslexikon 1909). Sie sind homogene Kugeln, die «aus kleinen radialgestellten Kristallnadeln bestehen» (GILG & SCHÜRHOFF 2013), die so klein und dicht gedrängt sind, dass sie im Lichtmikroskop nicht individuell gesehen werden können. Echte, lichtoptisch homogene Sphärokristalle sind doppelbrechend, leuchten im Polarisationsmikroskop hell auf und zeigen dabei ein charakteristisches dunkles Kreuz (Abb. 2F). Echte Sphärokristalle werden von Stärke, Inulin, Chitosan und weiteren hochmolekularen Substanzen gebildet.

Die individuellen Kristalle der kugelförmigen Aggregate der Phallaceen-Rhizomorphen sind um ein Vielfaches größer als die Kristallnadeln eines echten Sphärokristalles, nicht so dicht gedrängt und im Lichtmikroskop schon bei mittlerer Vergrößerung

sichtbar; die Struktur ist nicht homogen und verhindert das Auftreten des dunklen Kreuzes im Polarisationsmikroskop. Zudem befindet sich zwischen den einzelnen Kristallen eine Schicht organischer, nicht kristallinischer Masse. Deshalb wird die Bezeichnung «kugelförmiges Kristallaggregat» der Wirklichkeit besser gerecht als die Bezeichnung Sphärokristall.

Kalziumoxalat?

DE BARY (1864) glaubte, die kugelförmigen Kristallaggregate bestünden aus Kalziumoxalat: «*Als oxalsaurer Kalk bezeichne ich die genannten Krystalle und krystallinischen Kugeln auf Grund folgender Reactionen. Sie sind unlöslich in Essigsäure, lösen sich ohne Gasbildung in Salzsäure und Schwefelsäure, in letzterer unter gleichzeitigem Anschlüssen von Gypsnadeln. Durch Glühen werden sie ohne ihre Form zu verändern gebräunt, nach dem Glühen lösen sie sich leicht und unter lebhafter Gasentwicklung in Essigsäure und den genannten Mineralsäuren.*» DE BARY's Begründung wirkte überzeugend und seine Meinung wurde allgemein angenommen, so auch von MÖLLER (1895) und FISCHER (1900). Kalziumoxalat ist in Kalilauge unlöslich (STRASBURGER-KOERNICKE 1923: 217; FRERICHS & al. 2013; und eigene Beobachtung), aber bisher prüfte niemand, ob die kugelförmigen Kristallaggregate in Kalilauge unlöslich sind. Wie oben gezeigt, sind diese Aggregate in Laugen löslich, und sie bestehen demnach nicht aus Kalziumoxalat. Ihre chemische Natur bleibt unbekannt.

Die inkrustierenden Kristalle der kristalliferen Hyphen auf der Oberfläche der Rhizomorphen sind in Kalilauge beständig und könnten demnach tatsächlich aus Kalziumoxalat bestehen.

Eine Hüllmembran?

Die mit Toluidinblau und der Tannin-Eisen-Reaktion färbbaren netzartigen und strahlenförmigen Strukturen in den kugelförmigen Kristallaggregaten und die in Mikrotomschnitten im Phasenkontrast gut sichtbaren radialen Gebilde deuten darauf hin, dass in den blasigen Zellen eine in Kalilauge beständige Masse mit radialer Struktur enthalten ist, die kleinere und größere Kristalle einschließt und diese zu einer die Zelle fast ausfüllenden Kugel zusammenfügt (Abb. 3C, D, E).

Kristallphysaliden mit strahlig-faserigem Inhalt bei *Phallus impudicus*.

DE BARY (1864) hielt fest, dass er bei den Rhizomorphen der Stinkmorchel *Phallus impudicus* keine «*Zellen, welche dieses Salz [Kalziumoxalat] in ihrem Innern enthalten*» sah. Diese Aussage bezieht sich sehr wahrscheinlich auf die strahlig-kugelförmigen Kristallaggregate, die aber in meinem Material von *Phallus impudicus* Rhizomorphen vorkommen, wenn auch selten. Auch AGERER & IOSIFIDOU (2004: 291), finden solche Zellen bei *Phallus impudicus* «*Rhizomorpha ... with globular cells containing globular crystal aggregates*». Da diese Zellen nicht auf der Oberfläche der Rhizomorphen wie bei *Mutinus caninus* vorkommen, sondern im oder sogar unter dem Kristallmantel „verborgen“ sind, entgingen sie der Aufmerksamkeit von DE BARY.

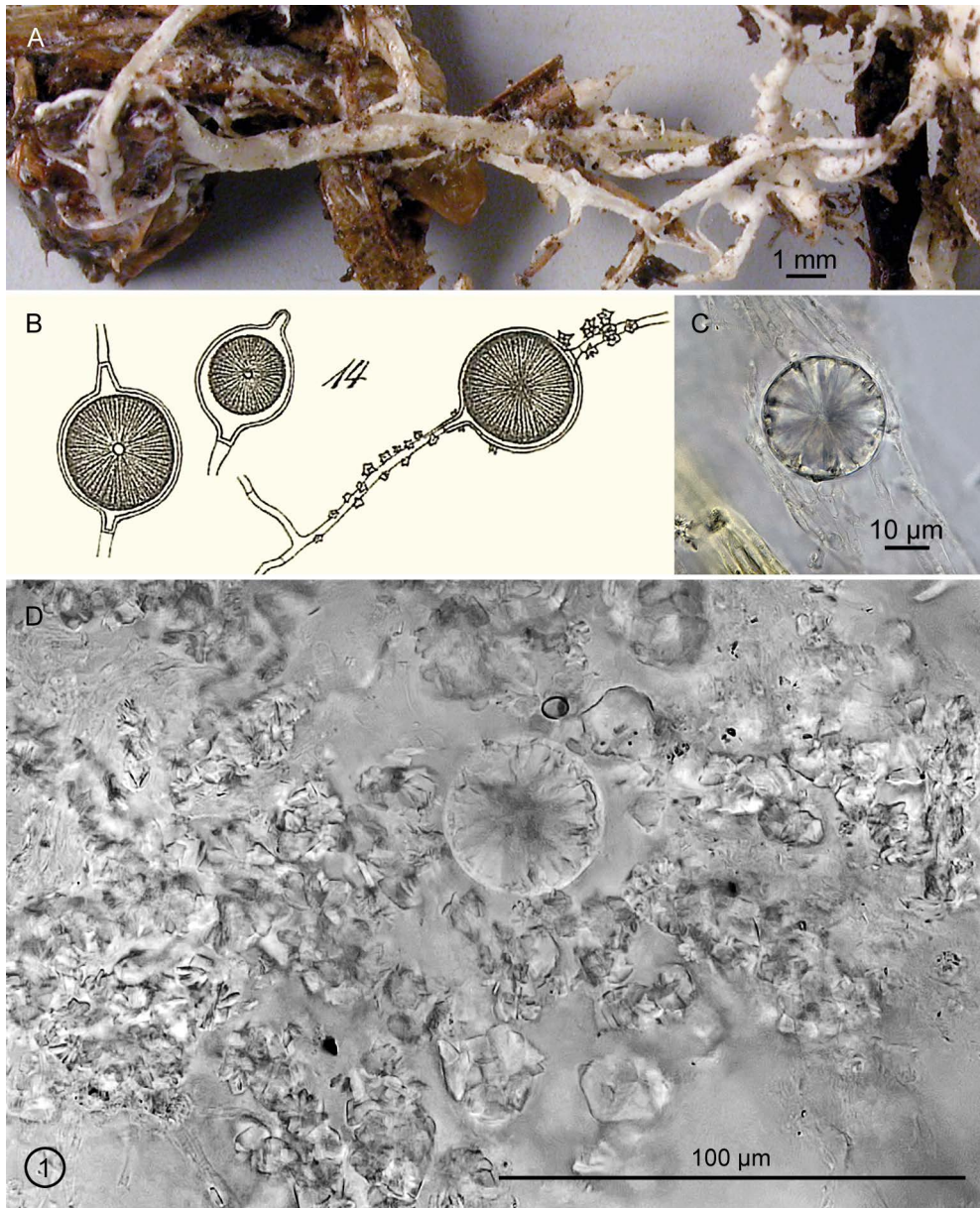


Abb. 1: *Mutinus caninus*. Rhizomorphe, radiate Kristallphysaliden und Kristallmantel. **A:** Lebende Rhizomorphe. Der weiße Kristallmantel fehlt stellenweise und lässt dort die blass hell beige Oberfläche des Markes erkennen. **B:** Historische Zeichnung (DE BARY 1864). **C:** Radiate Kristallphysalide, ungefärbt in Entellan Merck fotografiert. **D:** Eine radiate Kristallphysalide im Kristallmantel, ungefärbt in Entellan Merck fotografiert.

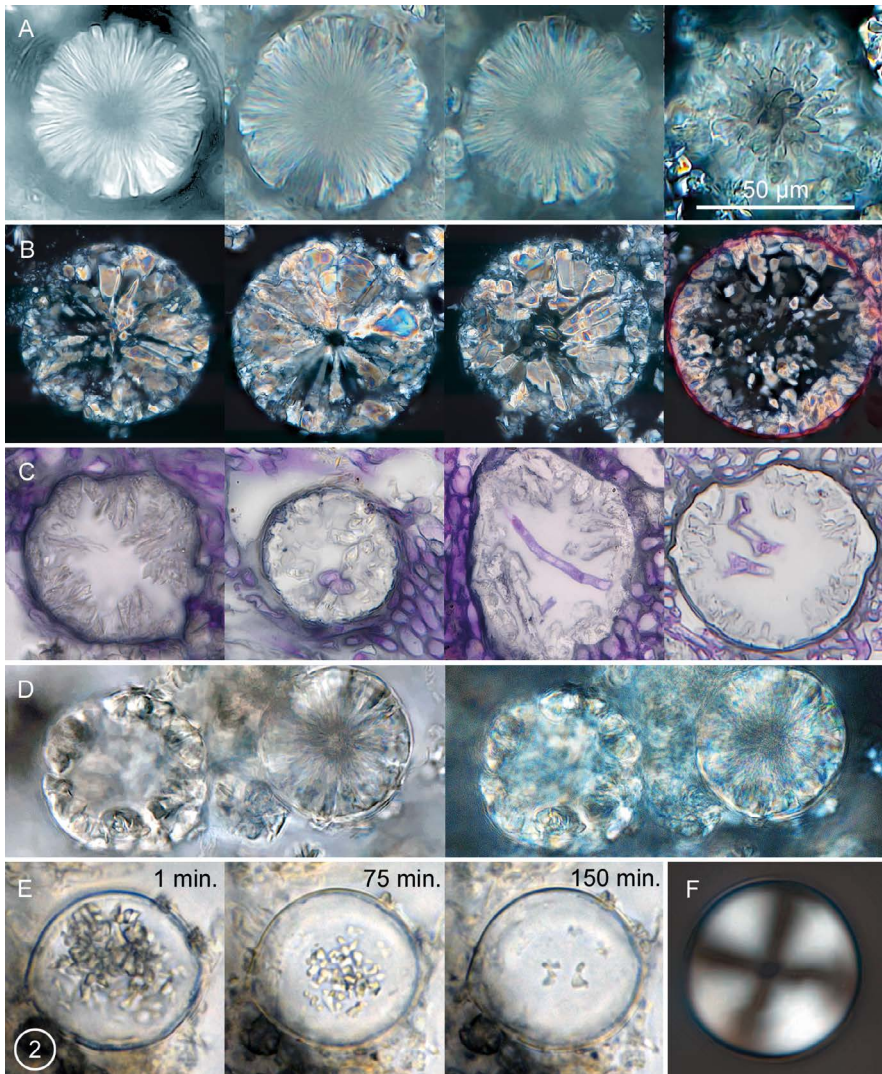


Abb. 2: *Mutinus caninus*, Radiate und konglomerate Kristallphysaliden. Maisstärke. Die Skala gilt für alle Bilder. **A:** Ganze Aggregate in Hoyer, polarisiertes Licht; drei Aufnahmen im optischen Querschnitt, die Aufnahme ganz rechts in Aufsicht. **B:** Median quer geschnittene Aggregate im polarisierten Licht. Die ersten drei Aufnahmen radiate Kristallphysaliden, ungefärbt; die vierte Aufnahme eine konglomerate Kristallphysalide, mit Safranin gefärbt. Schnittdicke 6 μm . **C:** Mediane Querschnitte hohler radiater Kristallphysaliden, drei davon mit internen Hyphen. Die Physaliden liegen in der äußersten Zone des Rhizomorphen-Markes. Säurefuchsin-Tannin-Eisenchlorid-Hämatoxylin, Schnittdicke 6 μm . **D:** Eine konglomerate und nahe daneben eine radiate Kristallphysalide, in Hoyers Medium. Links Hellfeld, rechts polarisiertes Licht. **E:** Eine konglomerate Kristallphysalide mit einem Klumpen kleiner Kristalle. In 5% Ammoniak werden die Kristalle langsam aufgelöst. Hellfeld. **F:** Ein echter Sphärokristall im polarisierten Licht. Maisstärke. Der Strukturunterschied zu den Kristallaggregaten der Physaliden ist augenfällig.

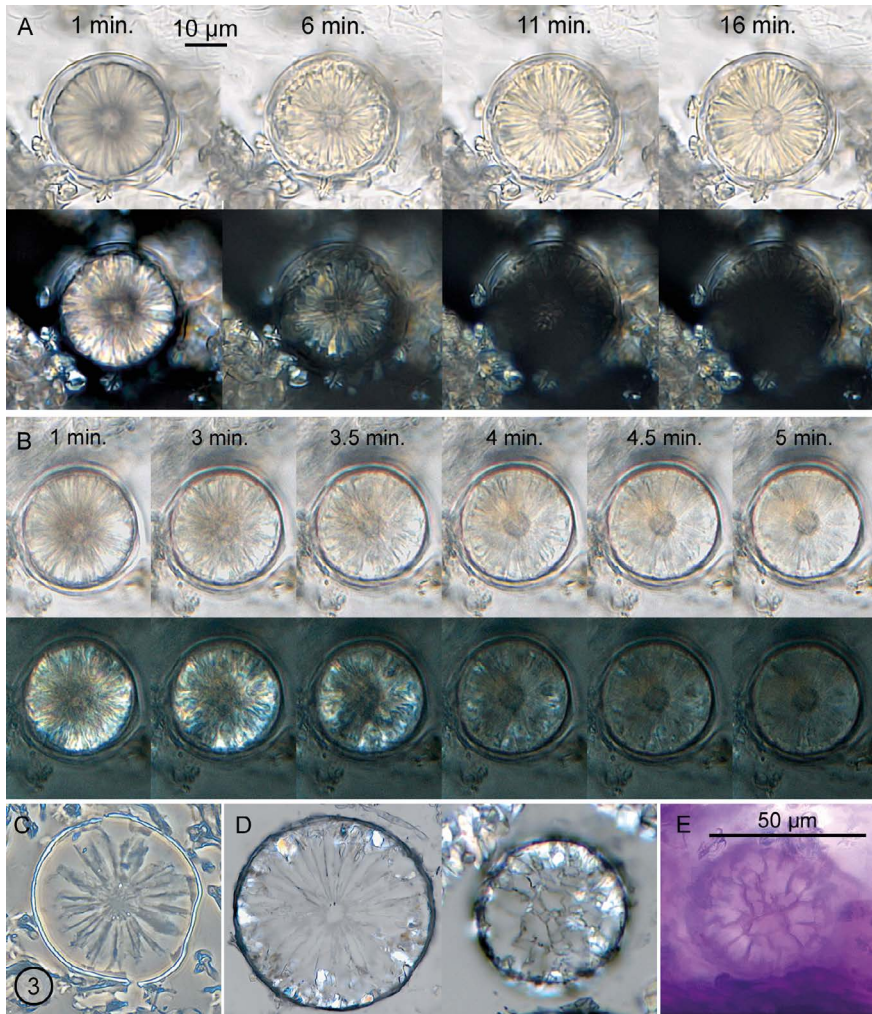


Abb. 3: *Mutinus caninus*, eine organische Substanz mit strahlenförmige Struktur umhüllt das Kristallaggregat und dringt zwischen die Kristalle der radiaten Kristallphysaliden. **A,B:** Auflösung der Kristalle in 4% Natronlauge. Zurück bleibt die strahlenförmige Struktur. Im Hellfeld (je die obere Reihe) ist das Verschwinden der Kristalle kaum erkennbar; die dazu gehörenden Bilder der unteren Reihe zeigen das Verschwinden im polarisierten Licht. Der Maßstab gilt für A und B. **C:** Medianer Schnitt einer radiaten Kristallphysalide deren Kristalle während der Behandlung mit Eisenchloridlösung aufgelöst wurden. Säurefuchsin-Tannin-Eisenchlorid-Hämatoxylin; Phasenkontrast. **D:** Medianer und tangentialer Schnitt einer radiaten Kristallphysalide mit wenigen peripheren Kristallen. Die radial-strahlförmige Struktur wurde mit Tannin-Eisenacetat-Hämatoxylin gefärbt. Der tangentialer Schnitt zeigt, dass die radialen Strukturen unregelmäßige Querschnitte haben, was im Bild als unregelmäßiges Netz erscheint. Polarisiertes Licht mit halb gekreuzten Polarisationsfiltern. **E:** Aufsicht auf eine radiate Kristallophysalide, deren organische Masse zwischen den Kristallen mit Toluidinblau gefärbt wurde. Ausgewaschen mit 4% Natronlauge und fotografiert in 20% Glycerin. Man beachte die Ähnlichkeit mit der Figur D rechts. Der Maßstab gilt auch für C und D.

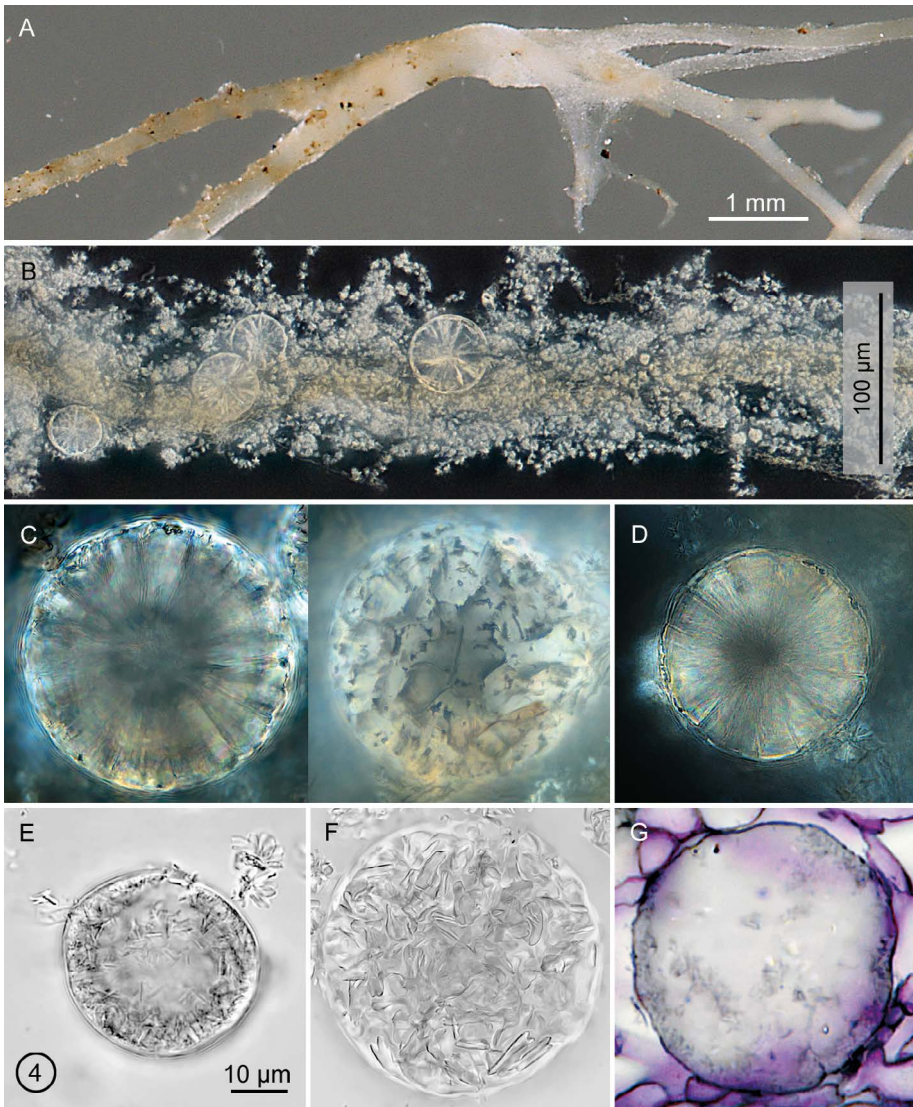


Abb. 4: *Mutinus (Jansia) boninensis*, Rhizomorphen, Kristallmantel und Kristallphysaliden. **A:** Rhizomorphe, Kristallmantel nur rechts im Bild vorhanden. Die vielen weißen Punkte sind radiate Kristallphysaliden. Wieder aufgequollenes Trockenmaterial in Wasser fotografiert. **B:** Kristallifere Hyphen und radiate Kristallphysaliden, in Wasser, polarisiertes Licht. **C:** Radiate Kristallphysalide im optischen Schnitt und in Aufsicht. Polarisiertes Licht. **D:** Radiate Kristallphysalide im optischen Schnitt. Polarisiertes Licht. **E:** Konglomerate Kristallphysalide mit kleinen, nadelförmigen, an der Peripherie gehäuften Kristallen. Hellfeld. **F:** Konglomerate Kristallphysalide mit größeren Kristallen. Hellfeld. **G:** Medianer Schnitt einer konglomeraten Kristallphysalide, deren Kristalle während der Färbung fast alle aufgelöst wurden (Eisenchlorid!) und deren Reste einer organischen Substanz grau angefärbt wurden. Diese ist den radialen Strukturen der radiaten Kristallphysaliden homolog. Säurefuchsin-Tannin-Eisenchlorid-Hämatoxylin; Hellfeld. Der Maßstab in E gilt für die Bilder C-G.

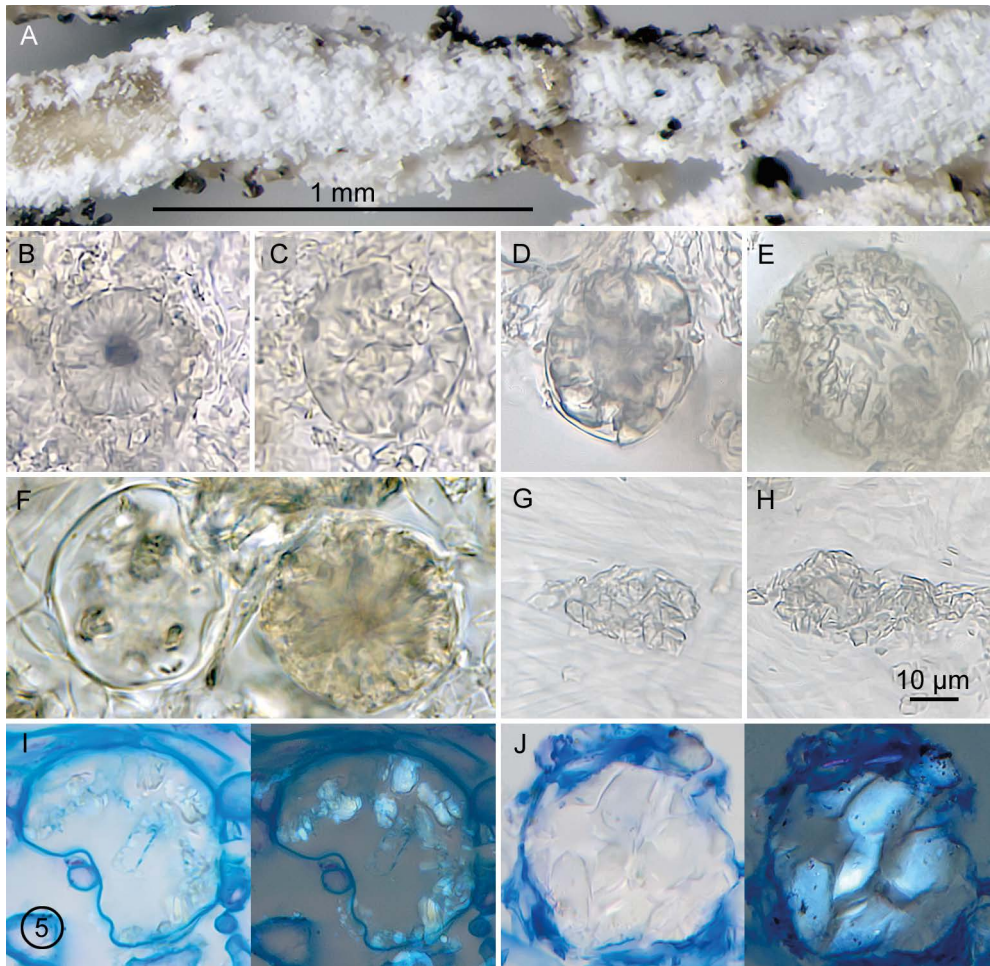


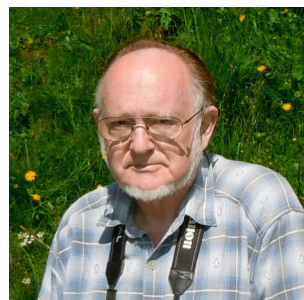
Abb. 5: *Phallus impudicus*, Rhizomorphe, Kristallmantel und Kristallphysaliden. **A:** Trockene Rhizomorphe mit Kristallmantel, links im Bild teilweise abgehoben. **B:** Optischer Schnitt einer radiaten Kristallphysalide. **C,D:** Optische Schnitte zweier konglomerater Kristallphysaliden. **E:** Aufsicht auf eine konglomerate Kristallphysalide. **F:** Eine konglomerate und eine eng benachbarte radiate Kristallphysalide. **G,H:** Blasenförmige konglomerate Kristallphysaliden im Mark der Rhizomorphe. **I:** Etwa medianer Schnitt einer konglomeraten Kristallphysalide im Hellfeld und im polarisierten Licht (Polarisationsfilter halb gekreuzt). Tannin-Azur A. **J:** Etwa medianer Schnitt einer konglomeraten Kristallphysalide mit sehr großen Kristallen im Hellfeld und im polarisierten Licht (Polarisationsfilter halb gekreuzt). Toluidinblau. Der Maßstab in H gilt für die Bilder B-J.

Literatur

- AGERER R, IOSIFIDOU P (2004) Rhizomorph structures of *Hymenomyces*: A possibility to test DNA-based phylogenetic hypotheses? In: AGERER R, PIEPENBRING M, BLANZ P (Hrsg.) *Frontiers in Basidiomycota Mycology*. IHW-Verlag, Eching. Seiten 249-302.
- BIEBL R, GERM H (1967) *Praktikum der Pflanzenanatomie*. Springer Verlag Wien. 247 Seiten.
- CLÉMENÇON H (2013) Rhizomorphen-Anatomie einiger clitocyboider *Agaricales*. *Zeitschrift für Mykologie* **79/1**: 43-77.
- DE BARY A (1864) *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze*. Heinrich Ludwig Brönner's Verlag, Frankfurt a.M.
- DE BARY A (1866) *Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten*. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- DE BARY A (1884) *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien*. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- FISCHER E (1900) Phallineae. In: ENGLER A, PRANTL K (Hrsg.) *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, I. Teil. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig; Seiten 276-346.
- FRERICHS G, ARENDS G, ZÖRNIG H (2013) *Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis: Erster Band für Apotheker, Arzneimittelhersteller, Drogisten, Ärzte und Medizinalbeamte*. Springer-Verlag. 1573 Seiten.
- GILG E, SCHÜRHOFF PN (2013) *Grundzüge der Botanik: Für den Hochschulunterricht*. Springer Verlag. 398 Seiten.
- MEYERS Großes Konversations-Lexikon, 6. Auflage, Band 18. Leipzig 1909, S. 728.
- MÖLLER A (1895) *Brasilianische Pilzblumen*. Botanische Mittheilungen aus den Tropen, Heft 7. Verlag G. Fischer Jena. 152 Seiten, 8 Tafeln.
- STRASBURGER E, KOERNICKE M (1923) *Das botanische Praktikum*. Siebente Auflage. Verlag G. Fischer Jena. 883 Seiten.
- TRIERVEILER-PEREIRA L, DA SILVEIRA RMB, HOSAKA K (2014) Multigene phylogeny of the *Phallales* (*Phallomycetidae*, *Agaricomycetes*) focusing on some previously unrepresented genera. *Mycologia* **106(5)**: 904-911.

Heinz Clémençon

Besondere Interessen: Cytologie, Anatomie, Entwicklungsbiologie und Taxonomie der Agaricomyceten; Technische Weiterentwicklung der Mikrotomie und Mikroskopie der Pilze, speziell der Methoden zur Untersuchung der Fruchtkörperentwicklung und der Anatomie der Rhizomorphen





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 Hefreihe 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: 2017

Band/Volume: [83_2017](#)

Autor(en)/Author(s): Clemencon Heinz

Artikel/Article: [Die Kristallphysaliden der Hundsrute und verwandter Arten \(Phallales\) 291-301](#)