

***Hydnum elliposporum* spec. nov.**
(Basidiomycetes, Cantharellales) – ein Doppeltgänger
von *Hydnum rufescens* Fr.

HARALD OSTROW & LUDWIG BEENKEN

OSTROW, H. & L. BEENKEN (2004): *Hydnum elliposporum* spec. nov. (Basidiomycetes, Cantharellales) – a double of *Hydnum rufescens* Fr. Z. Mykol 70(2): 137-156

Key Words: *Hydnum elliposporum* spec. nov., Basidiomycetes, Cantharellales, Hydnaceae, key, ITS nrDNA.

Summary: The new species *Hydnum elliposporum* is described from Germany. It differs from the very similar *Hydnum rufescens* mainly by the shape and length of the spores. The hitherto known distribution is provided. Aids for determination and a key for the European species of *Hydnum* are given. Furthermore, the species rank of *Hydnum repandum* and *Hydnum rufescens* is confirmed by macroscopical differences and DNA-analysis. Using sequences of the ITS1, 5.8S, and ITS2 regions of the nuclear ribosomal DNA of *Hydnum albidum*, *H. repandum*, *H. rufescens* and *H. elliposporum* cladistic analysis result in only one tree. The three species of the *H.-repandum*-complex are closely related. *Hydnum elliposporum* and *H. rufescens* are sister species. Spore sizes and types of basidia are analysed for one sample per species and discussed.

Zusammenfassung: *Hydnum elliposporum* wird als eine neue *Hydnum*-Art aus Deutschland beschrieben. Sie unterscheidet sich von der sehr ähnlichen *Hydnum rufescens* Fr. vor allem durch die Sporenform und -größe. Die bisher bekannte Verbreitung wird vorgestellt. Bestimmungshilfen und ein Schlüssel zu den europäischen Arten werden gegeben. Ferner wird durch die Beschreibung makroskopischer Unterschiede sowie mit Hilfe von DNA-Analysen der Artrang von *Hydnum repandum* und *Hydnum rufescens* bestätigt. Hierfür wurden ITS1, 5.8S und ITS2 Regionen der ribosomalen Kern-DNA aller vier europäischen Arten (*Hydnum albidum*, *H. repandum*, *H. rufescens* und *H. elliposporum*) sequenziert und verrechnet. Daraus ergibt sich nur ein möglicher Baum, der zeigt dass die Arten des *H.-repandum*-Komplexes nahe miteinander verwandt und *H. elliposporum* und *H. rufescens* Schwesterarten sind. Die Sporengrößen und Basidientypen werden für je eine Aufsammlung pro Art statistisch erfasst und verglichen.

Anschrift der Autoren: Harald Ostrow, Blumenstraße 14, D–96271 Grub am Forst; e-mail: Harald.Ostrow@t-online.de; Ludwig Beenken, Ludwig-Maximilian Universität München, Department Biologie I, Bereich Biodiversitätsforschung, Systematische Mykologie, Menzinger Str. 67, D–80638 München; e-mail: ludwig.beenken@lrz.uni-muenchen.de

Einleitung

Systematische Stellung der Gattung *Hydnum* L.

Bei JÜLICH (1984) steht die Familie der Hydnaceae Chev. mit nur einer Gattung *Hydnum* L. in der Formordnung Aphyllophorales. KREISEL (1969) stellt die Familie Hydnaceae (incl. Cantharellaceae J. Schroet.) in die Ord. Cantharellales Gäum. KREISEL (1969) unterscheidet innerhalb der Ordnung Familien mit Stichobasidien (Hydnaceae und Clavulinaceae Donk) und solche mit Chiasmobasidien. Im Gegensatz zu den Chiasmobasidien liegt bei den Stichobasidien die erste Kernteilung in der Mitte der Basidie, die zweite Teilung liegt nie apical (CLÉMENÇON 1997).

Dieses zellbiologische Merkmal greifen auch PINE et al. (1999) auf. Sie geben folgende Gattungen mit Stichobasidien an: *Cantharellus* Fr., *Craterellus* Pers., *Clavulina* J. Schröt., *Multiclavula* R.H. Petersen (als *Stichoclavaria* Ulbr.), *Clavulicium* Boidin, *Sistotrema* Fr. und *Hydnum*.

Auch molekulare Untersuchungen an verschiedenen DNA-Abschnitten belegen diese Gruppierung. PINE et al. (1999), HIBBETT & THORN (2001), sowie THACKER & HENKEL (2004) sehen in *Cantharellus* und *Craterellus* die nächst verwandten Gattungen zu *Hydnum*. Unter den coralloiden Pilzen zählen *Clavulina* und *Multiclavula* (= *Stichoclavaria*) (PINE et al. 1999, HIBBETT & THORN 2001, THACKER & HENKEL 2004), unter den corticioiden *Sistotrema* (THACKER & HENKEL 2004) und *Botryobasidium* DONK (HIBBETT & THORN 2001) zum „Cantharelloid clade“.

Ein weiteres gemeinsames Merkmal, das häufig in den Gattungen *Cantharellus*, *Hydnum*, *Multiclavula*, *Sistotrema* und *Botryobasidium* vorkommt, sind Basidien mit mehr als vier (bis zu acht) Sterigmen (z. B. BREITENBACH & KRÄNZLIN 1986). In den Gattungen *Clavulina* und *Craterellus* sind dagegen zwei Sterigmen pro Baside häufig (z.B. CORNER 1950, BREITENBACH & KRÄNZLIN 1986).

Für die Gattungen *Hydnum* (AGERER et al. 1996, HARRINGTON & MITCHELL 2002), *Cantharellus* (DANELL 1994a, b, MLECZKO 2002a) und *Craterellus* (MLECZKO 2002b) wurden konkret Ektomykorrhizen nachgewiesen. Hyphen mit aufgeblähten Bereichen an den Septen sind gemeinsame Merkmale der Ektomykorrhizenmäntel der drei untersuchten Arten *Hydnum rufescens* (RAIDL & AGERER 1992, AGERER et al. 1996), *Cantharellus cibarius* Fr. (MLECZKO 2002a) und *Craterellus tubaeformis* (Fr.) QuéL. (MLECZKO 2002b). Die beiden ersten zeigen dieses Merkmal auch in den Rhizomorphen (RAIDL & AGERER 1992, AGERER et al. 1996, MLECZKO 2002a). Diese Gemeinsamkeiten in den unterirdischen Teilen der Pilze unterstreichen nochmals die nahe Verwandtschaft der Hydnaceae und den Cantharellaceae.

Mindestens zwei Arten der Gattung *Sistotrema* bilden ebenfalls Ektomykorrhizen (NILSSON et al. 2002). Dagegen gibt es Hinweise, dass *Clavulina cristata* (Holmsk.: Fr.) J. Schroet. saprotroph sein könnte (HOBBIE et al. 2002). *Multiclavula* ist eine der wenigen Gattungen aus den Basidiomyceten mit lichenisierten Arten.

Die Familie Hydnaceae steht heute zusammen mit den Cantharellaceae, Clavulinaceae und weiteren kleinen Familien in der Ordnung Cantharellales (KIRK et al. 2001).

Geschichte

Die Problematik *Hydnum repandum* L. ex Fr. und *Hydnum rufescens* Fr. bzw. *Hydnum repandum* var. *rufescens* (Fr. 1821) Barla beschäftigte schon viele Mykologen – mit sehr kontroversen Er-

gebnissen. FRIES (1821) beschrieb zwar zwei verschiedene Arten, sah aber in *H. rufescens* eine Varietät von *H. repandum*. BOURDOT & GALZIN (1927) übernahmen diese Sichtweise. MAAS GEESTERANUS (1975) führte in seiner Monografie zwei Arten auf, die sich nur durch makroskopische Merkmale unterscheiden lassen. Er berichtete aber auch von großen Unsicherheiten bei der Artabgrenzung (besonders in Südeuropa). G. J. KRIEGLSTEINER (1991) sah entsprechend seinem strafferen Artkonzept in *Hydnum rufescens* Fr. nur eine Varietät von *Hydnum repandum* L. ex Fr. OTTO (1997) vertrat die gleiche Meinung. Er verwarf aber die makroskopischen Merkmale als Bestimmungskriterien praktisch völlig, da es viele Zwischenformen gäbe. JÜLICH (1984) und KREISEL (1987) folgten dagegen der traditionellen Auffassung von FRIES (1821) und MAAS GEESTERANUS (1975) von zwei verschiedenen Arten. L. KRIEGLSTEINER (1999) führte erstmals zytologische Untersuchungen (Fluoreszenzmikroskopie) durch, die auf verschiedene Polyploidiestufen in der Gattung hinweisen. Er legte sich aber wegen der nicht ganz sicheren Methode und der zu wenigen Proben nicht endgültig fest. Unter dem Strich blieb es jedem Pilzkundler selbst überlassen, welcher Meinung er sich anschließen wollte.

Zielsetzung

Dieser unbefriedigende Zustand veranlasste mich (H. Ostrow), der Problematik erneut nachzugehen. Dazu sammelte ich über mehrere Jahre viele Fruchtkörper aller Arten in Deutschland und Österreich und untersuchte genau ihre makroskopischen und mikroskopischen Merkmale. Des Weiteren wurden vom Zweitautor (L. Beenken) bei mehreren dieser Aufsammlungen durch Sequenzierung der ITS-Region der ribosomalen Kern-DNA molekular untersucht und die Verteilung der Sporengrößen und Basidientypen je einer Aufsammlung pro Art ausgewertet.

Entdeckung

Die makroskopische Vergleichsuntersuchung ergab eine Reihe recht gut fassbarer Unterschiede zwischen den verschiedenen *Hydnum*-Arten. Beim Mikroskopieren aber sah ich immer Sporen von gleicher Form und Größe (rundlich bis oval, 7 bis 8 µm groß) und keine sonstigen Differenzen. Doch bei einer vermeintlichen *Hydnum-rufescens*-Probe vom 12.9.98 gab es eine Überraschung: Die Sporen waren nicht rundlich bis oval, sondern mehrheitlich deutlich elliptisch. Mit 9–11,5 µm Länge übertrafen sie auch signifikant die Maße der vorigen Arten. Als ich wenig später von Frau I. Meinunger (Steinach) eine Zusendung aus dem Thüringer Raum bekam, bei der das gleiche Phänomen zu beobachten war, gab es keinen Zweifel mehr: Es gibt neben *Hydnum repandum* und *H. rufescens* noch eine weitere Art, die an den deutlich größeren und elliptischen Sporen zu erkennen ist. Die makroskopischen Merkmale sind *Hydnum rufescens* sehr ähnlich, allerdings in allen Dimensionen noch schwächer. Da in der Literatur keine derartige *Hydnum*-Spezies bekannt ist, wird sie nachfolgend mit der Erstbeschreibung vorgestellt.

Hydnum ellipsosporum H. Ostrow & L. Beenken spec. nov.

Abb. 1–3, Farbabb. 1–4

Diagnosis latina: Pileus: 30–50 mm latus, rotundus ad enormiter sinuatus et undose lobatus, raro infundibuliformis et in centro depressus, margine non late eminente, plerumque mesopodius, etiam in crescentia obliqua paulum excentricus et a stipite significanter discontinuus; carposoma est tenuiter molle; pileocutis tincto forte flavo ad aurantiaco est, tomentosa et velutina, in statu maturo laevigata; nonnumquam in latere

superiore sunt pilei secundarii cum aculeis sursum crescentibus. – **Stipes:** glaber, 40–60 mm longus, 5–10 mm latus, tantummodo ad 20 mm crassus in sporocarpis robustis, procerus cylindricusque, raro paulum clavatus, colore albido ad pallide flavo est. – **Aculei:** in margine aequales subulatique, sed in parte posteriore inaequales acutique vel irregulariter labyrinthiformes; eodem tincto ut pileocutis sunt, id est, forte flavo ad aurantiaco colore; aculei tantum latus inferius pilei tegunt neque sunt decurrentes. – **Caro:** mollis, in statu iuvenili albida, in statu maturo pallide incarnata; sapor mitis; odor inconspicuus est. – **Signa microscopio accepta:** systema hypharum monomiticum, hyphae in hymenio et in stipite tenuiter tunicatae proceraeque; 3,5–5 μm latae, in trama pilei inflatae et ad 20 μm latae; basidiae clavatae cylindricaeque sunt, plerumque tetrasporae, etiam bisporae vel unisporae, 35–50 \times 10 μm ; cystidia desunt; sporae ellipsoideae, 9–11,0 (12) \times 6,0–7,5 μm , laeves, hyalinae neque amyloidae.

Locus repertionis: in fageto vel pineto gregarius, saepe in solo acido, etiam in fastigiis viarum nudis.

Typus: Deutschland/Thüringen/Steinach (west) 'Steinheider Berg'; auf Urgestein; 600 m NN; MTB 5532/4; 25.09.00 leg. I. Meinunger, det. H. Ostrow; Beleg: Os 5579, Holotypus in der Botanischen Staatssammlung München (M), Isotypus im Privatherbar Ostrow.

Etymologie: Der Artname bezieht sich auf die Sporenform.

Beschreibung:

Hut: 3–5 cm Durchmesser; kreisrund bis unregelmäßig buchtig-lappig, selten trichterförmig mit lochartig vertieftem Zentrum; der Hut-Stiel-Übergang ist abrupt (meist im rechten Winkel); Fruchtkörper dünnfleischig; Oberseite blass bis kräftig orange, erst fein filzig, später glatt; meist zentral gestielt, nur bei schrägem Wachstum etwas exzentrisch; gelegentlich kommen entgegengesetzt geotrop wachsende Sekundärhütchen auf der Hutoberseite mit Stacheln nach oben angeordnet vor (Abb. 1). – **Stiel:** schlank und zylindrisch, selten etwas keulig; weißlich bis blass orange-farben; glatt; 4–6 cm lang, 0,5–1,0 cm dick, nur bei sehr üppigen Fruchtkörpern bis 2 cm dick werdend. – **Stacheln:** jung regelmäßig pfriemförmig, bald jedoch unregelmäßig mehrspitzig oder plattig bis irregulär labyrinthisch wachsend (besonders am Stielansatz); blass bis kräftig orange; 4–7 mm lang; am Stielansatz abrupt endend, nicht herablaufend. – **Fleisch:** weich; jung weißlich, später blass fleischfarben; Geschmack mild; Geruch unauffällig.

Mikroskopische Merkmale: Hyphensystem monomitisch, Septen mit Schnallen, generative Hyphen im Hymenium (Abb. 2C) sowie im Stiel dünnwandig und schlank, 3,5–5 μm breit, in der Huttrama (Abb. 2D) aufgeblasen und bis 20 μm breit; Basidien (Abb. 2B): keulig-zylindrisch, meist 3- und 4-sporig, oft aber auch 2-, selten 5- und 1-sporig; 35–50 \times 10 μm ; Zystiden: fehlend; Sporen (Abb. 2A) ellipsoid, 9–11,0 (12) \times 6,0–7,5 μm ; glatt, hyalin, nicht amyloid.

Vorkommen: Gesellig im Buchen- oder Fichtenwald bei Heidelbeere auf saurem Ausgangsgestein; meist auf kahlem Boden an Böschungen oder Wegrandkanten, von Anfang August bis in den November hinein gefunden.

Die bisherigen Funde liegen zwischen 260 und 900 m Meereshöhe. Besonders viele Aufsammlungen stammen aus dem submontanen Bereich des Thüringer Waldes, doch konnte die Art auch in der Rhön (s. a. L. KRIEGLSTEINER 2004), im Bayerischen Wald, bei Regensburg und im Raum Augsburg nachgewiesen werden. Der westlichste Fund stammt aus Rheinland-Pfalz. *Hydnum elliposporum* scheint also weit verbreitet und nicht selten zu sein. Dagegen konnte ich die Art in Österreich noch nicht feststellen. Als anstehende Gesteinsarten wurden festgestellt: Schiefer, Gneis, Buntsandstein, Basalt.

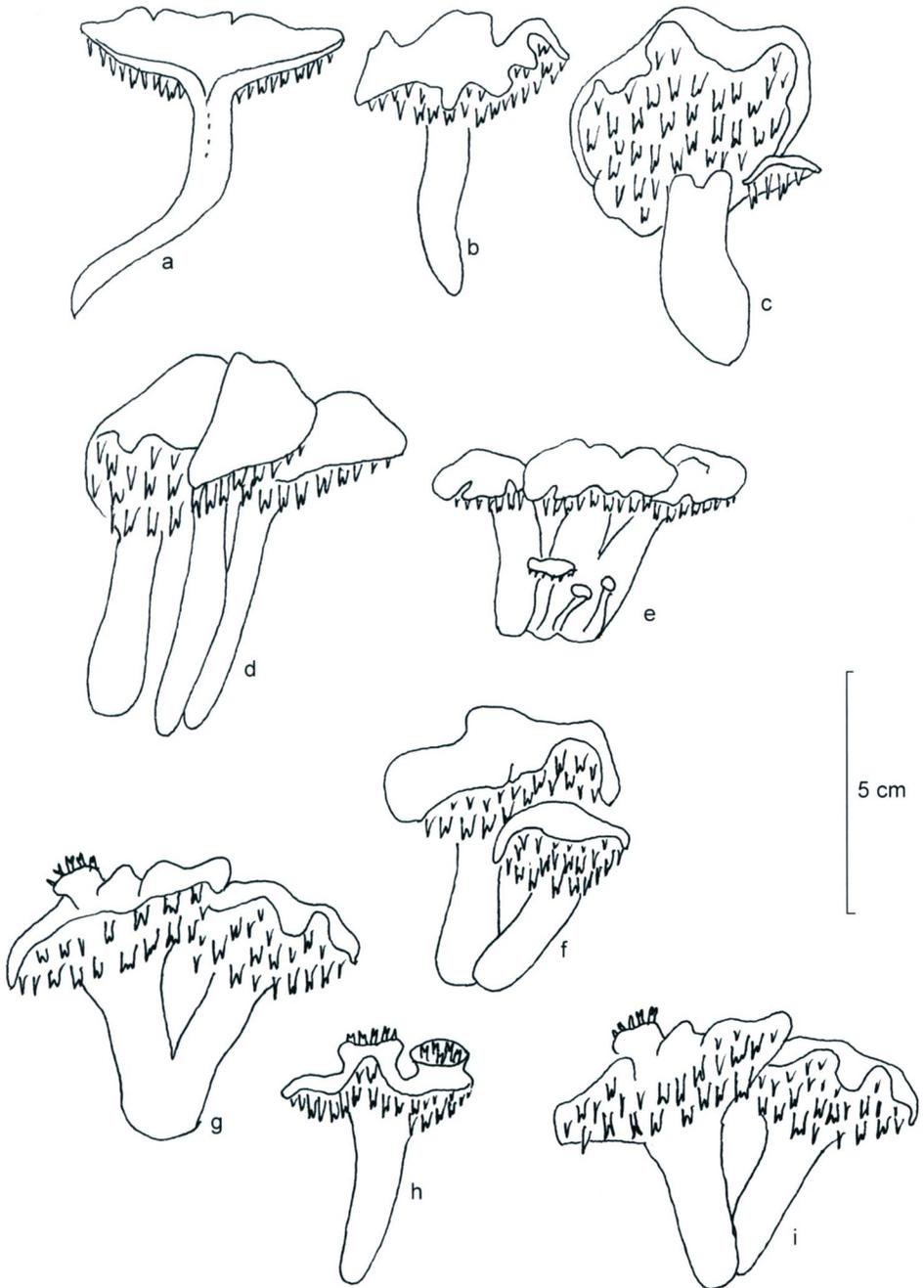


Abb. 1: *Hydnum ellipsosporum*: Zu sehen sind einzeln wachsende Fruchtkörper (a,b,c,f); gruppenweise wachsende, z. T. miteinander verwachsene Fruchtkörper (d,e); Fruchtkörper mit sekundären, entgegengesetzt geotrop wachsenden kleinen Hütchen, bei denen die Stacheln ebenfalls nach oben gerichtet sind (g,h,i) (hauptsächlich nach Fund Os 6241).

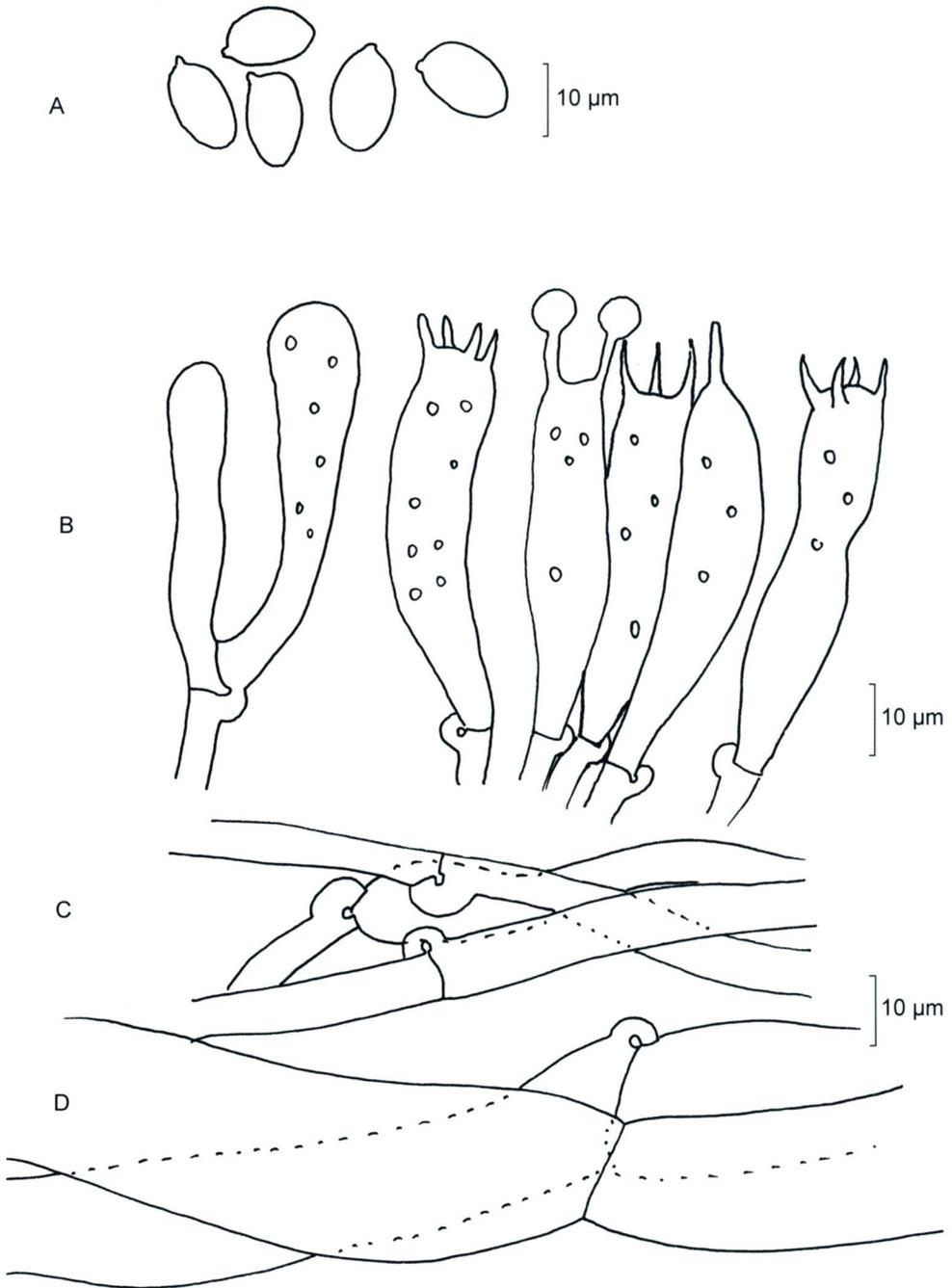


Abb. 2: *Hydnum elliposporum*: A. Sporen – B. Basidien – C. Hymenialhyphen – D. Aufgeblasene Tramhyphen in der Huthaut (alle Os 6241).

Bisherige MTB-Nummern:

Thüringen: 5128/1; 5330/4; 5331/3; 5426/1; 5430/2; 5431/1; 5433/1; 5532/2,3,4; 5533/1; 5535/3; 5633/1;
 Bayern: 5525/4; 5632/3; 5726/1; 6131/1,2; 7144/2; 7246/1; 7530/3;
 Hessen: 5425/3; 5425/4;
 Rheinland-Pfalz: 6811/3.

Verteilung der Funde auf die Monate:

Monat	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Anzahl der Funde	–	(1)	–	–	–	–	–	10	12	13	9	(5)

Verteilung der Funde auf die Höhenstufen:

Höhenstufe (m)	-100	-200	-300	-400	-500	-600	-700	-800	-900	-1000
Anzahl der Funde	–	–	1	3	3	18	15	6	2	1

Bisherige Funde von *Hydnum ellipsosporum*:

(Os = Herbarium Harald Ostrow, LB = Herbarium Ludwig Beenken, SR = Herbarium Stephan Raidl, M = Botanische Staatssammlung München)

- MTB 5128/1: D/TH/Ruhla(s)/'Sprungschanze'; 540 m NN; bei Buchen; 31.08.02; leg. unbekannt/det. H. Ostrow.
- MTB 5330/4: D/TH/Schmiedefeld(nw)/'Gr. Finsterberg'; 900 m NN; auf Urgestein; 13.08.02; leg. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5331/3: D/TH/Allzunah(ö); 775 m NN; bei Buchen; auf Urgestein; 14.08.02; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5425/3: D/HE/Gersfeld(sw)/'Rommerser Wasser'; 500 m NN; Luzulo-Fagetum; Buntsandstein; bei Buchen; 09.10.01; leg./det. L. Krieglsteiner.
- MTB 5425/3: D/HE/Kleinsassen(sö)/'Biebertal'; 550 m NN; Galio-Fagetum; Buntsandstein/Basalt; bei Buchen; 16.08.02; leg./det. L. Krieglsteiner.
- MTB 5425/4: D/HE/NSG Schafstein; 750 m NN; Hordelymo-Fagetum über Basalt; bei Buche; 06.10.02; leg. L. Krieglsteiner et Os/det. H. Ostrow.
- MTB 5426/1: D/TH/Frankenheim/'Rhönwald'; 770m NN; Fichtenforst; Basalt; 02.11.01; leg./det. L. Krieglsteiner.
- MTB 5430/2: D/TH/Vesser(s)/'Vessertal'; 575 m NN; blanke Erde unter *Fagus* und *Picea*, auf Urgestein; 03.08.00; leg./det. H. Ostrow; Beleg: Os 5583.
- MTB 5431/1: D/TH/Frauenwald(sö); 775 m NN; bei Fichten; auf Urgestein; 14.08.02; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5431/3: D, BY, Biberau(nö) „Hohe Warth“, 660 m, auf Böschung an Forstweg, *Fagus*, 28.7.1999, leg. Meinunger, det. L. Beenken. Os5572 (in M).
- MTB 5432/4: D/TH/Neuhaus(nw)/'Bärenbach'; 675 m NN; auf kahler Erde an Böschung, auf Urgestein; 01.11.99; leg. I. Meinunger, det. H. Ostrow; Beleg: Os 5300.
- MTB 5433/1: D/TH/Meura(sö)/'Brandistal'; 550 m NN; vermooste Wegböschung unter *Picea*, auf Urgestein; 28.08.99; leg./det. H. Ostrow; Beleg: Os 5234 (in M).
- MTB 5525/4: D/BY/Bischofsheim(nw)/'Steizbrunngraben'; 600 m NN; Hordelymo-Fagetum; Basalt; bei Buchen; 01.10.02; leg./det. L. Krieglsteiner.

- MTB 5531/2: D/TH/Saargrund(ö)/*Rüttelsberg*(sw); auf Urgestein; 19.11.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/2: D/TH/Steinach(n)/*Großer Tierberg*⁺; 800m NN; Wegrand unter *Picea*, auf Urgestein; 16.10.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach/,Steinheider Berg*⁺; 550–600 m NN; Wegböschung im saueren Fichten-Buchen-Wald auf Schiefer; 06.10.2000; Os 6241.
- MTB 5532/4: D/TH/Hämmern(ö); 625 m NN; auf Urgestein; 04.12.03; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(nw)/*Goldbach*⁺; 560 m NN; auf Erde unter *Picea*, auf Urgestein; 12.10.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4719.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(nw)/*Goldbach*⁺; 570m NN; auf blanker Erde, auf Urgestein; 28.11.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4787.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(nw); 525 m NN; bei Buchen; auf Urgestein; 09.12.01; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(sw)/*Hämmerer Ebene*⁺; 650 m NN; blanke Erde unter *Picea* und *Fagus*, auf Urgestein; 11.08.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5582.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(sw)/*Gr. Mühlberg*⁺; 650 m NN; auf Urgestein; 29.10.2003; leg. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Abfahrtsstrecke*⁺; 625 m NN; moosiger Wegrand, auf Urgestein; 27.12.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4857.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*NSG Leierloch*⁺; 600 m NN; kahle bemooste Böschung unter *Fagus* und *Picea*, auf Urgestein; 26.09.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5588.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Schmidtsbruch*⁺; 560 m NN; an Wegböschung unter *Fagus* auf Urgestein; 26.10.95; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4769.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Schmidtsbruch*⁺; 560 m NN; auf Erde unter *Fagus*, auf Urgestein; 18.12.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4774.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Schmidtsbruch*⁺; 560 m NN; auf Erde zwischen Moos, auf Urgestein; 28.12.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4855.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Steinheider Berg*⁺; 600 m NN; kahler Boden unter *Picea* und *Fagus*, auf Urgestein; 24.09.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5587.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Steinheider Berg*⁺; 600 m NN; Wegböschung unter *Picea* und *Fagus*, auf Urgestein; 25.09.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5585.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/*Steinheider Berg*⁺; 600 m NN; Wegböschung unter *Picea* und *Fagus*, auf Urgestein; 25.09.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5586.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w)/NSG'Leierloch*⁺; 600 m NN; 06.08.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4771.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w); 575 m NN; bei Buchen; auf Urgestein; 16.02.02; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach(w); 575 m NN; bei Buchen; auf Urgestein; 01.11.02; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5532/4: D/TH/Steinach/*Kupp*⁺; 700 m NN; auf Urgestein; 18.10.00; leg. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5533/1: D/TH/Haselbach(w)/*Breiter Berg*⁺; 650 m NN; auf Erde, auf Urgestein; 02.11.99; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5277.
- MTB 5533/1: D/TH/Steinach(nö)/*Bergmannsklause*⁺; 690 m NN; auf Erde, Wegböschung auf Urgestein; 02.08.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4770.
- MTB 5535/3: D/TH/Rodacherbrunn(sö)/NSG'Jägersruh*⁺; 600 m NN; auf Urgestein; 12.10.2002; leg. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5632/3: D/BY/Höhn(ö)/*Brüxer Forst*⁺; 480 m NN; auf Nadelstreu, auf Buntsandstein; 12.9.98; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 4535.
- MTB 5632/3: D/BY/Höhn(ö)/*Brüxer Forst*⁺; 480 m NN; blanke Erde unter *Fagus*, *Picea*, *Pinus*, auf Buntsandstein; 17.09.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5584.

- MTB 5633/1: D/TH/Judenbach(ö)/westl. Abhang zur Tettau; 550 m NN; Böschung an Forststraße unter *Picea* und *Fagus*, auf Urgestein; 30.10.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 5726/1: D/BY/Bad Bocklet(nw)'/Klauswald'; 400 m NN; Luzulo-Fagetum; Buntsandstein; bei Buchen; 15.09.02; leg./det. L. Krieglsteiner.
- MTB 6131/1: D/BY/Bamberg(s); 300 m NN; auf Buntsandstein; 18.09.00; leg. I. Krommer-Eisfelder/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5581.
- MTB 6131/2: D/BY/Bamberg(sw)'/Hauptsmoorwald-Muna'; auf Buntsandstein; 260 m NN; 15.09.00; leg. G. Engel/det. H. Ostrow; Beleg: Os 5580 (in M).
- MTB 6811/3: D/RP/Sodenau/'Rote Hohl'; 330 m NN; auf Urgestein; 29.09.01; leg. Meinunger/det. H. Ostrow.
- MTB 7144/2: D/BY/Lalling/'Totenauer Moor'; 720 m NN; Böschung an Waldweg unter *Picea* und *Fagus*, auf Urgestein; 07.10.00; leg. G. Engel, det. H. Ostrow.
- MTB 7246/1: D/BY/Tittling; 520 m NN; Böschung an Waldweg unter *Fagus* u.a., auf Urgestein; 07.10.00; leg. G. Engel/det. H. Ostrow; Os 5589 (in M). – Deutsche Tagung in Regensburg; auf Urgestein; 19.-23.9.00; leg. I. Meinunger/det. H. Ostrow; Beleg: Os.
- MTB 7530/3: D/BY/Regierungsbezirk Schwaben, Landkreis Augsburg, westliche Wälder bei Batzenhofen, Holzhauser Wald, bei Lärche, Buche, Fichte, 48°26'N 10°48'O, ca. 510 m; 13.11.1999. leg. S. Raidl/det. L. Beenken, SR 926 (in M).

Untersuchte Belege von *H. repandum*:

- MTB 5731/1: D/BY/Schlettach (n) „Bausenberg“ 375 m, auf Erde unter *Fagus*, *Picea*, *Pinus*. 15.10.1999, leg. Meinunger/det. H. Ostrow. Os5569 (in M).
- MTB 5731/1: D/BY/Schlettach/'Bausenberg'; 390 m NN; Erde und Streu an Waldweg; saurer Buchen-Kiefern-Mischwald; Keupersandstein; 6.9.2000 leg./det. Ostrow (Dia);
- MTB 5631/4: D/BY/Taimbach „Hohe Rod“ 450-475 m, unter *Fagus*, *Picea*, *Pinus*. 28.10.2000, leg. Meinunger/det. H. Ostrow. Os5590 (in M).
- MTB 8432: D/BY/Lkr. Garmisch-Partenkirchen, Gmd. Farchant, Estergebirge, Wanderweg „Oberauer Steig“ von Oberau auf den Krottenkopf über die Weilheimer Hütte, unter *Picea abies* (L.) H. Karsten in Fichtenwald, 47°32'30" N, 11°09'30" O, 1500 m über NN, W-Hang, 28.07.2002, leg./det. L. Beenken, LB 4166 (in M).
- D/BY/Regierungsbezirk Oberbayern, Landkreis Tölz, zw. Geretsried und Königsdorf, nördlich vom Eglsee, bei Fichte, ca. 600 m NN 23.08.1998 leg./det. S. Raidl, SR 521 (in M).

Untersuchte Belege von *H. rufescens*:

- MTB 8232: D/BY/Bez. Oberbayern, Lkr. Weilheim-Schongau, Gmd. Huglfing, Grasleiten, Schweinmoos, an Straße von Grasleiten nach Schöffau, ca. 1,5 km SW von Grasleiten, ca. 2,5 km von Schöffau, sumpfiger Erlen-Wald unter *Picea abies* (L.) H. Karsten und *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. 44°44'05" N, 11°05'08" O, 700 m, 21.10.1998, leg./det. L. Beenken, LB 804 (in M).
- MTB 6130/2: D/BY/Walsdorf, Achatzwald, 315-330 m, Kiefernwald mit Fichten, Eichen, Buchen, leg. Fiebiger/det. H. Ostrow 27.10.2000, Os 5592 (in M).
- MTB 5731/1: D/BY/Schlettach/'Bausenberg'; 390 m NN; Erde und Streu; saurer Buchen-Eichen-Kiefern-Mischwald; Keupersandstein; 3.10.2000; leg./det. Ostrow (Dia). – BY/Schlettach/'Bausenberg'; 375 m NN; unter *Fagus*, *Quercus* und *Pinus*; 2.10.2000; leg./det. Ostrow. Os 5591 (in M).

Untersuchte Belege von *H. albidum*:

- MTB 5631/4: D/BY/Tiefenlauter, Hühnerberg, 375 m, bemooste Böschung unter *Picea* und *Fagus*, Kalk. leg./det. Ostrow, 21.10.2000. Os 5593 (Dia) (in M).
- MTB 5933/2: D/BY/Weismain, Niesten, 380 m, auf Erde (Kalk) leg./det. Tüngler & Engel, 10.10.1998, Os 4608 (in M).

Festgestellte Unterschiede zwischen *H. repandum*, *H. rufescens* und *H. ellipsosporum*

Da in der Vergangenheit die Arten nicht sauber getrennt wurden, müssen die makroskopischen Beschreibungen neu spezifiziert werden. So erklären sich die bei *H. repandum* angegebenen unregelmäßigen Stachelformen, die ich nur bei *H. rufescens* und *H. ellipsosporum* kenne.

Nach meinen Beobachtungen makroskopischer Merkmale lassen sich folgende Unterscheidungsmöglichkeiten finden:

Hutdurchmesser: *H. repandum* bildet mit 8–15 cm die größten Fruchtkörper. *Hydnum rufescens* (–8 cm) und *Hydnum ellipsosporum* (–5 cm) liegen deutlich darunter.

Hutfarben: sind bei *H. repandum* viel heller semmelfarben als bei den beiden kleineren Arten, die kräftig orangefarbene Töne aufweisen.

Quotienten der Hutbreite und Stiellänge: machen einen weiteren Unterschied deutlich. Bei *H. repandum* weist er mit 1,95 auf die im Vergleich zum Stiel doppelte Breite des Hutes hin, während bei *H. rufescens* und *H. ellipsosporum* der Quotient 0,65 beträgt und besagt, dass hier der Stiel fast doppelt so lang ist wie der Hutdurchmesser.

Hut-Stiel-Übergang: geschieht bei *H. repandum* weich und allmählich (bogig herabziehend!), während dieser bei den beiden anderen Spezies hart und abrupt (meist in einem rechten Winkel!) gestaltet ist.

Stacheln: erscheinen bei *H. repandum* gleichmäßig pfriemförmig zugespitzt und weißlich-creme getönt. Dagegen weisen *H. rufescens* und *H. ellipsosporum* pfriemförmige, meist jedoch unregelmäßig zählig-plattige Stacheln auf (besonders zum Stielansatz hin), die orangefarben aussehen.

Nach meinen Erfahrungen lassen sich *Hydnum rufescens* und *Hydnum ellipsosporum* makroskopisch gut von *H. repandum* trennen. Dagegen gelingt die Differenzierung der beiden kleineren orangefarbenen Arten nur durch die mikroskopische Kontrolle der Sporenform und -maße sicher.

Tab. 1: Artunterscheidung

Merkmale	<i>H. albidum</i>	<i>H. repandum</i>	<i>H. rufescens</i>	<i>H. ellipsosporum</i>
Hutbreite	5–8 cm	10–15 cm	5–8 cm	3–5 cm
Hutfarbe	weiß	creme-blass orange	kräftig orange	kräftig orange
Hut-Stiel-Übergang	weich-geschwungen	weich-geschwungen, Stacheln herablaufend	hart-rechtwinklig, Stacheln nicht herablaufend	hart-rechtwinklig, Stacheln nicht herablaufend
Stiel	mittellang-keulig, meist zentral	kurz-keulig, zentral bis exzentrisch	lang-zylindrisch, meist zentral	lang-zylindrisch, meist zentral
Hut-Stiel-Quotient	1,00	1,95	0,65	0,65
Form der Stacheln	pfriemförmig, sehr eng stehend	pfriemförmig,	pfriemförmig bis unregelmäßig, gröber	pfriemförmig bis unregelmäßig, gröber
Farbe der Stacheln	weißlich	weißlich-creme	orangefarben	orangefarben
Sporen [µm]	4,5–5,0/3,0–4,0 rundlich-elliptisch	6,5–9,0/5,5–7,0 rundlich-breit oval	6,5–9,0/5,5–7,0 rundlich-breit oval	9,0–11/6,0–7,5 elliptisch
Standort	Laub- u. Nadelwald, Kalk, neutral-basisch	Laub- u. Nadelwald	Laub- und Nadelwald	Buche und Fichte, saurer Untergrund

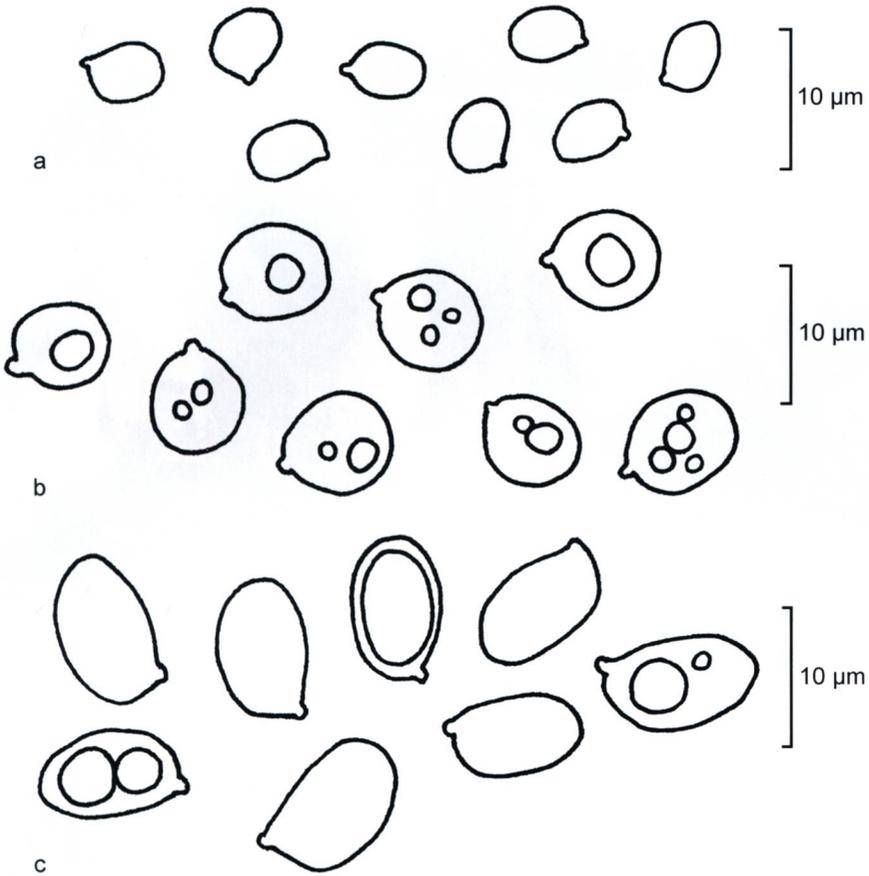


Abb. 3: Sporen-Vergleichsbilder: a. *Hydnum albidum* – b. *Hydnum repandum* und *Hydnum rufescens* – c. *Hydnum ellipso sporum*

Bestimmungsschlüssel

1. Fruchtkörper weißlich-cremefarben; Sporen 4–5,5 × 3–4 µm ***Hydnum albidum* Peck**
1. Fruchtkörper blass bis kräftig orange; Sporen länger als 5,5 µm **2**
2. Fruchtkörper groß, Hut 8-15 cm Durchmesser, blass semmelfarben; Stiel keulig verdickt, relativ kurz, Hut-Stiel-Quotient ca. 2; Stacheln pfriemförmig zugespitzt, blass cremefarben; ***Hydnum repandum* L. ex Fr.**
2. Fruchtkörper schwächtiger, Hut 3–5 (8) cm Durchmesser, kräftig orangefarben; Stiel zylindrisch, relativ lang, Hut-Stiel-Quotient < 1, Stacheln pfriemförmig, zum Stielansatz hin ± plattig-unregelmäßig, kräftig orangefarben; **3**
3. Sporen rundlich bis breit oval; 6,5–8,5 (9) × 5,5–7 µm ***Hydnum rufescens* Fr.**
3. Sporen elliptisch bis subzylindrisch; 9–11 (12) × 6–7 µm ***Hydnum ellipso sporum* spec. nov.**



Farbabb. 1: *Hydnum repandum* (D, BY/Schlettach/'Bausenberg', 6.9.2000); Dia: H. OSTROW



Farbabb. 2: *Hydnum rufescens* (D, BY/Schlettach/'Bausenberg', 3.10.2000); Dia: H. OSTROW



Farbabb. 3: *Hydnum ellipso sporum* (Os 6241); Dia: H. OSTROW



Farbabb. 4: Vergleichsbild: Links: *H. repandum* mit regelmäßig-pfriemförmigen Stacheln; rechts: *H. ellipso sporum* mit unregelmäßig-plattigen Stacheln; Dia: H. OSTROW

Analyse der Sporengrößenverteilung:

Die Sporenmessungen erfolgten in 2%iger KOH-Lösung von jenen getrockneten Belegen, die auch für die molekularen Untersuchungen herangezogen wurden (s.u.). Es wurden jeweils 50 (bei *H. elliposporum* 100) zufällig ausgewählte, reife Sporen auf 0,3µm genau vermessen. Das Volumen wurde mit der Formel für den Rotationsellipsoiden (Volumen = $\frac{3}{4} \pi \cdot \frac{1}{2} \text{ Länge} \cdot \frac{1}{2} \text{ Breite}^2$) abgeschätzt. Zusätzlich wurden 50, bei *H. elliposporum* 100 Basidien auf ihre Sterigmenzahl hin überprüft. Der Anteil der einzelnen Basidientypen (1- bis 7-sporige) wurden in Prozent umgerechnet.

Tab. 2: Sporenmessungen (in Klammern Extremwerte)

	<i>H. albidum</i> Os5593	<i>H. repandum</i> Os5590	<i>H. rufescens</i> LB804	<i>H. elliposporum</i> Typus, Os5579
Länge (µm)	4–5,5	(6) 7–9	(6) 7,5–9,5	(8) 8,5–11 (12)
Mittelwert	5,0	8,3	8,4	10,0
Breite (µm)	3–5	(6) 6,5–8	6 (7)–8,5 (9)	(5) 5,5–7,5 (9)
Mittelwert	4,3	7,33	7,8	6,6
Länge/Breite	1–1,4(1,7)	1–1,2	1–1,2(1,4)	(1,1)1,3–1,8 (1,9)
Mittelwert	1,19	1,1	1,1	1,5
Volumen (µm³)	23,6–69,4	(113,1) 154,9–301,6	(113,1) 192,4–340,5 (402,9)	117,8–324 (424,1)
Mittelwert	52,4	231,4	270,6	224,2
Sporen/Basidie	3, 4, 5, (6, 7)	(2) 3, 4, 5 (6)	(1) 2, 3, 4	(1) 2, 3, 4 (5)

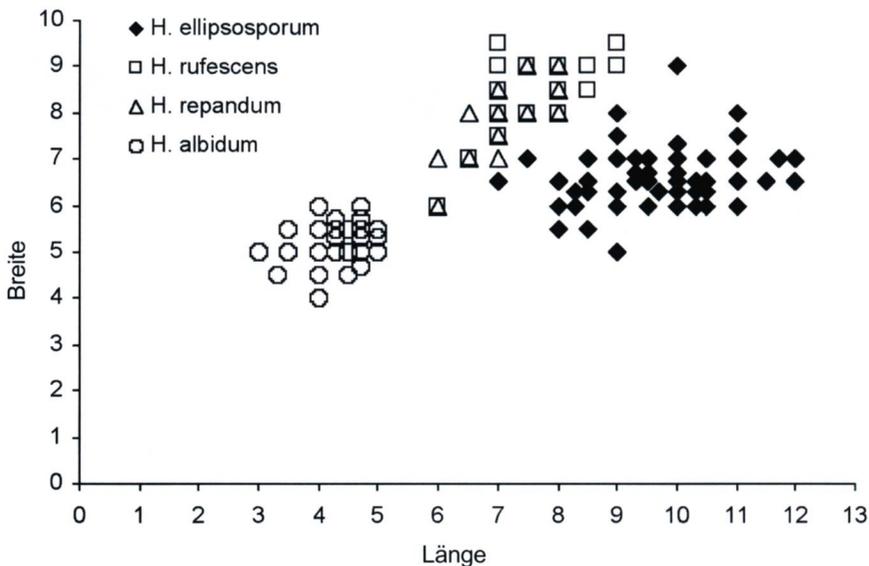


Abb. 4: Sporendiagramm

Hydnum albidum hat mit Abstand die kleinsten Sporen (Tab. 2), im Sporendiagramm (Abb. 4) sind sie deutlich von denen des *H.-repandum*-Komplexes getrennt. In der Form sind sie sehr variabel und gehen von globos bis ellipsoid, was sich in einem Längen-Breiten-Quotienten von 1 bis 1,7 ausdrückt.

Die drei Arten des *H.-repandum*-Komplexes zeigen zwar im Sporendiagramm (Abb. 4) Überlappungen, *H. elliposporum* lässt sich aber gut von den beiden anderen Arten trennen. Noch deutlicher wird die Eigenständigkeit von *H. elliposporum*, wenn man den Längen-Breiten-Quotienten betrachtet. Er erreicht bei den ellipsoiden Sporen 1,8 und beträgt im Durchschnitt 1,5. Es finden sich jedoch auch vereinzelt subglobose Sporen. *H. repandum* und *H. rufescens* besitzen globose bis subglobose Sporen, selten kommen auch breit ovale vor. Im Sporendiagramm lassen sich die beide Arten nicht wirklich trennen. Unter den untersuchten Belegen weist *H. rufescens* mit im Durchschnitt $270 \mu\text{m}^3$ das größte Sporenvolumen auf. Die größte Spore wurde hingegen bei *H. elliposporum* gefunden ($424 \mu\text{m}^3$). Bei allen vier Arten schwankt das Sporenvolumen stark. Die größten und kleinsten Sporen können sich um den Faktor drei unterscheiden. Eine Erklärung hierfür sind die unterschiedlichen Sporenzahlen pro Basidie (1-7) innerhalb eines Fruchtkörpers (Tab. 2, Abb. 5).

Am deutlichsten zu sehen ist dies am Beispiel der 50 vermessenen Sporen von *H. repandum* (Abb. 6): Die meisten Sporen sind um die $200 \mu\text{m}^3$ groß, nicht viel weniger Sporen um die $270 \mu\text{m}^3$. Geht man von einem Gesamtvolumen aller Sporen einer Basidie von $800 \mu\text{m}^3$ aus, verteilt sich dieses auf vier Sporen zu je $200 \mu\text{m}^3$ und auf drei Sporen zu je $267 \mu\text{m}^3$. Dieses passt sehr gut zu den Ergebnissen der Basidienzählung (Abb. 5): Der untersuchte Fruchtkörper von *H. repandum* besitzt mehr 4- als 3-sporige Basidien.

Bei *H. rufescens* haben die Sporenvolumina ein erstes Maximum bei $190/200 \mu\text{m}^3$ (Abb. 6). Die meisten Sporen haben aber im Gegensatz zu jenen von *H. repandum* ein Volumen von ca. $270 \mu\text{m}^3$. Zusätzlich liegen viele Werte um $300 \mu\text{m}^3$ und um $340 \mu\text{m}^3$. Wie bei *H. repandum* korrespondiert in etwa der Prozentsatz der 4- bzw. 3-sporigen Basidien zu dem der Sporen mit den Volumina um 200 bzw. um $270 \mu\text{m}^3$. Die größeren Sporen lassen sich durch die 2- und 1-sporigen Basidien erklären, wobei sich deren Volumina allerdings nicht auf $800 \mu\text{m}^3$ summieren.

Der Ttypus von *H. elliposporum* zeigt eine ähnliche Verteilung der Basidientypen wie *H. rufescens* (Abb. 5). Aber im Durchschnitt sind die Sporen kleiner als jene von *H. rufescens* (Tab. 2). Auch hier kann man einen Zusammenhang zwischen Verteilung der Sporenvolumina (Abb. 6) und Basidientypen (Abb. 5) feststellen, obwohl die Sporenvolumina nicht so eindeutig zuzuordnen sind:

Zum ersten Maximum der Verteilung der Sporenvolumina bei $190 \mu\text{m}^3$ passen die 4-sporigen Basidien (26 %); 44 % der Basidien sind 3-sporig, mit diesen korrespondiert das zweite Maximum bei $220 \mu\text{m}^3$; den 25 % der Basidien mit zwei Sporen entspricht das Maximum um $260 \mu\text{m}^3$. Selten finden sich auch Basidien mit einer (3 %) oder fünf (2 %) Sporen. Für *H. elliposporum* ergeben die Sporen der 3- bzw. 4-sporigen Basidien mit 660 bzw. $760 \mu\text{m}^3$ kein einheitliches Gesamtvolumen pro Basidie wie bei *H. repandum* und *H. rufescens*, aber in der Tendenz ist es kleiner als bei jenen.

Hydnum albidum besitzt Basidien mit bis zu 7 Sporen, die meisten sind aber 5- und 4-sporig (Abb. 5). Die Sporenvolumina lassen sich nicht in Größenklassen einteilen, die mit den Basidientypen korrespondieren. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass bei sehr kleinen Sporen der

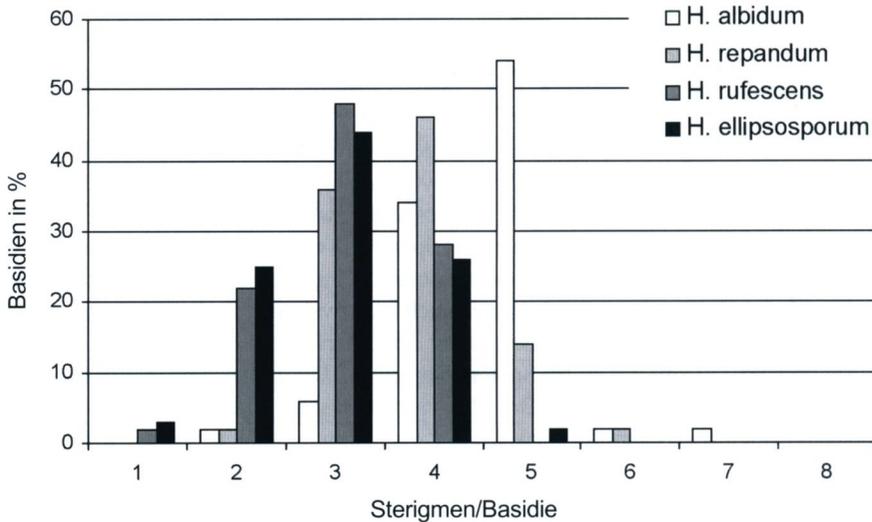


Abb. 5: Verteilung der Basidientypen im Vergleich

prozentuale Fehler in der Sporenmessung zu groß ist und sich dieser in der Volumina-Berechnung fortpflanzt. Auch lassen sich die Volumina der Sporen von *H. repandum* und *H. rufescens* auf Grund ihrer fast exakten Kugelform genauer berechnen als jene von *H. ellipsosporum* und *H. albidum*, deren Sporen nur annäherungsweise einem Rotationsellipsoiden entsprechen.

Es zeigt sich, dass die heterogenen Sporenvolumina in der Gattung *Hydnum* auf Basidien mit unterschiedlicher Sporenzahl zurückzuführen ist. Dies ist auch bei der Angabe eines Durchschnittsvolumen der Sporen zu beachten. So zeigen *H. repandum* und *H. rufescens* ein unterschiedliches Durchschnittsvolumen, obwohl die Sporen der 4- bzw. 3- sporigen Basidien bei beiden Arten das gleiche Volumen haben. Dagegen ist bei fast gleicher Verteilung der Basidientypen das Durchschnittsvolumen der Sporen von *H. ellipsosporum* kleiner als jenes von *H. rufescens*, da die entsprechenden Sporen der jeweiligen Basidientypen kleiner sind.

Inwieweit die Verteilung der Sporenvolumina und Basidientypen für eine Art konstant sind, muss noch an zusätzlichem Material untersucht werden.

Molekulare Untersuchungen

Material und Methoden

Aus dem Hymenium der getrockneten Fruchtkörper (*H. albidum* Os5593; *H. repandum* Os5569, Os5590, LB4166, SR521; *H. rufescens* LB804 und *H. ellipsosporum* Typus Os5579, Os5572, Os5584, Os5589, SR926) wurden ca. 3 mg entnommen und in flüssigem Stickstoff in einem Eppendorf Reaktionsgefäß mit einem Mikropistill fein zermörsert. Die DNA-Extraktion erfolgte dann mit dem Dynabeads DNA Direkt Universal Kit der Firma Dynalbiotech gemäß dem mitgeliefertem Protokoll für Pilze. Die PCR erfolgte mit den Primern ITS1F und ITS4B (GARDES &

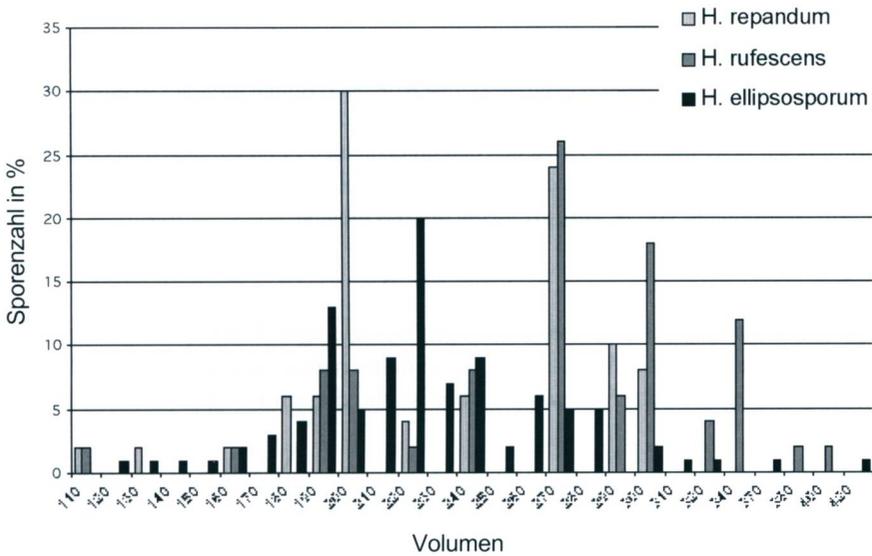


Abb. 6: Verteilung der Sporenvolumina im Vergleich (Volumen in μm^3 , auf 10 gerundet).

BRUNS 1993). Pro Ansatz wurden 15 μl steriles H_2O , 2,5 μl 10xPCR-Puffer (MBI), 1,8 μl 25 mM MgCl_2 (MBI), 1 μl 100 pM ITS1F, 1 μl 100 pM ITS4B, 2,5 μl dNTP-Mix (2 mM/Base, MBI), 0,2 μl Taq-Polymerase (5 U/ μl , MBI) und 1 μl der Proben-DNA gemischt. Die PCR lief auf einem Biometra Uno-Thermoblock mit dem Einsatz für 96 0,2 ml Reaktionsgefäße mit folgendem Programm: Deckeltemperatur: 110 °C; 94 °C 3 min, 52 °C 1 min, 72 °C 2min; 30 Zyklen mit 94 °C 30 sec, 52 °C 1 min, 72 °C 2 min; zum Schluss noch einmal 94 °C 30 sec, 52 °C 1 min und 72 °C 5 min. Die Erfolgskontrolle erfolgte in einem 1%igem Agarose Gel. Die PCR-Amplifikate wurden mit dem MinElute PCR Purification Kit von Quiagen gereinigt. Die DNA-Konzentration wurde mit einer standardisierten λ -DNA auf einem 1 %igem Agarose Gel abgeschätzt. Für die zyklische Sequenzierungsreaktion wurde der BigDye Terminator Ready Reaction Kit v3.1 (Applied Biosystems) nach Angabe des Herstellers angewandt. Die beiden gegenläufige DNA-Stränge wurden mit den Primern ITS1 und ITS3 bzw. ITS2 und ITS4 (WHITE et al. 1990) sequenziert. Die gereinigten Sequenzierungsreaktionen liefen auf einem ABI Prism 3100 Avant (Applied Biosystems).

Die mit dem Programm Sequencer 4.2 (Gen Codes Corporation) bearbeiteten Sequenzen wurden mit dem Programm MacClade 4.06 (Sinauer Associates inc., Sunderland, Mass.) manuell aligniert. Da die Sequenzen innerhalb der Arten *H. repandum* und *H. elliposporum* identisch waren, wurden je eine ausgewählt (Os5590 bzw. Os5579 Typus). Somit mussten nur noch vier Sequenzen mit dem Programm PAUP 4.0b10 (Sinauer Associates Inc., Sunderland, Mass.) verrechnet werden. Hierfür wurde eine vollständige Suche (exhaustive search) nach der Maximum Parsimony Methode mit der Standarteinstellung des Programms (Lücken im Alignment werden ausgeschlossen) durchgeführt. Der errechnete Baum wurde nicht gewurzelt (unrooted tree). Die Sequenzen werden unter folgenden Nummern (GenBank accession no.) ins Internet gestellt: *H. albidum* Os5593 = AY817136; *H. rufescens* LB804 = AY817137; *H. elliposporum* Os5579 (Typus) = AY817138.

Ergebnisse

Es ergibt sich nur ein möglicher Baum (Abb. 7). Alle vier Arten zeigen in der ITS-Region der ribosomalen Kern-DNA (nr-DNA) deutliche Unterschiede. *Hydnum albidum* ist am weitesten von den anderen Arten entfernt. Innerhalb des *Hydnum-repandum*-Komplexes sind *H. rufescens* und *H. elliposporum* Schwesterarten. Zwischen den untersuchten Populationen aus verschiedenen Gegenden der Art *H. repandum* wurden keine Sequenzunterschiede in der ITS-Region gefunden. Für die Aufsammlungen von *H. elliposporum* gilt das gleiche.

Diskussion

Die Ergebnisse der molekularen Untersuchungen ergänzen gut die morphologischen und anatomischen. Sie zeigen ebenfalls, dass es sich bei dem *Hydnum-repandum*-Komplex um drei eigenständige Arten handelt. *Hydnum albidum* ist von diesem Komplex verwandtschaftlich weiter entfernt.

Hierzu passen auch die zytologischen Untersuchungen von L. KRIEGLSTEINER (1999, S. 7). Er zeigt, dass sich die DNA-Mengen pro Zelle bei *H. albidum*, *H. repandum* und *H. rufescens* ungefähr wie 1:2:4 verhalten. Er schließt daraus, dass es sich bei *H. albidum* um eine ursprüngliche Sippe mit dem einfachen Chromosomensatz (\times) der Gattung handelt und dass *H. repandum* diploid ($2\times$) und *H. rufescens* tetraploid ($4\times$) ist.

H. repandum wäre danach aus einer Art mit einfachem Chromosomensatz durch dessen Verdoppelung ($\times + \times = 2\times$) entstanden, *H. rufescens* durch eine weitere Verdoppelung ($2\times + 2\times = 4\times$). Leider liegen für *H. elliposporum* noch keine zytologischen Untersuchungen vor.

Für Pflanzen ist schon seit langem bekannt, dass Polyploidisierung ein wichtiger Mechanismus zur Artbildung ist (SITTE et al. 1999). WITTMANN-MEIXNER (1989) konnte zeigen, dass dies auch für Pilze gilt. Sie gibt ähnliche Polyploidisierungsreihen für Pilze aus verschiedensten Verwandtschaften an (Uredinales, Polyporales, Agaricales und Boletales). Es scheint so, dass für die europäischen Arten der Gattung *Hydnum* Ähnliches vorliegt. WITTMANN-MEIXNER (1989) legt für die Boletales dar, dass in Europa die mediterranen Sippen meist einen einfachen Chromosomensatz besitzen, während die nördlich der Alpen polyploid sind. Da auch *Hydnum albidum* mediterranen Ursprungs ist (MAAS GEESTERANUS 1975), würden diese Verhältnisse auch für die Gattung *Hydnum* in Mitteleuropa zutreffen.

Die Ähnlichkeit der Arten innerhalb des *Hydnum-repandum*-Komplexes hinsichtlich ihres Aussehens und ihrer Ökologie lassen vermuten, dass die Artbildungsereignisse nicht allzu lange zurück liegen. Der Grund für die Artaufspaltung könnte in der letzten Eiszeit und der damit verbundenen geographischen Trennung der mykorrhizbildenden Pilze in die Refugien der assoziierten Bäume liegen (vgl. WITTMANN-MEIXNER 1989). Für viele Pflanzensippen ist dies belegt (SITTE et al. 1999). Andererseits ist eine Artbildung durch Polyploidisierung auch ohne geographische Trennung möglich (SITTE et al. 1999).

Diese Fragen lassen sich aber erst klären, wenn mehr Daten über das genaue Areal der Sippen, ihre Ploidiestufen und Verwandtschaftsverhältnisse vorliegen.

Weitere Untersuchungen an zusätzlichem europäischen und außereuropäischen Aufsammlungen aus der Gattung *Hydnum* sind deshalb vorgesehen.

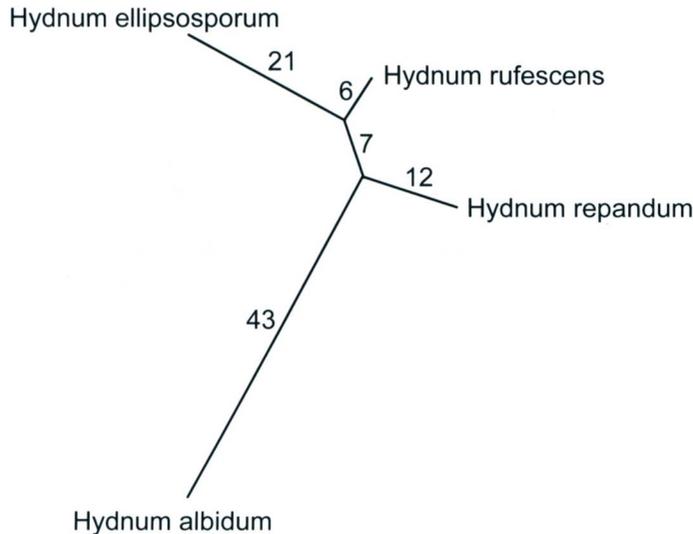


Abb. 7: Sternendiagramm, errechnet aus dem Alignment der ITS1, 5.8S und ITS2 Regionen der nr-DNA, die Zahlen an den Ästen geben die Basenunterschiede an.

Danksagung

Frau Isolde Meinunger (Steinach/Thüringen) sind wir für Sammeltätigkeit vor allem im Raum Thüringen zu besonderem Dank verpflichtet. Durch sie konnte die neue Art dort vielfach belegt werden. Auch Frau G. Engel (Bamberg) und Frau Dr. I. Krommer-Eisfelder (Bamberg) sowie Herr Dr. Stephan Raidl (Augsburg) steuerten Funddaten bei. Herrn Dr. Alexander Kocyán (München) sind wir für seine große Hilfe bei den DNA-Sequenzierungen und deren Auswertung sehr dankbar. Schließlich danken wir Herrn Dr. L. Krieglsteiner (Schwäbisch Gmünd) sowie dem Ehepaar I. und Dr. W. Tasler (Coburg), das die lateinische Diagnose erstellte. Besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Reinhard Agerer (München) für die Unterstützung der vorgelegten Arbeit.

Literatur

- AGERER, R., H. KRAIGER & B. JAVORNIK (1996) – Identification of ectomycorrhizae of *Hydnum rufescens* on Norway spruce and the variability of the ITS region of *H. rufescens* and *H. repandum* (Basidiomycetes). *Nova Hedwigia* **63**: 183-194.
- BOURDOT, H. & A. GALZIN (1927) – Hymenomycetes de France. *Bibliotheca Mycologica* **23**. Reprint 1969. New York.
- BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1986) – Pilze der Schweiz, Band 2, Nichtblätterpilze. Luzern.
- CLÉMENÇON, H. (1997) – Anatomie der Hymenomyceten. Teufen.
- COKER, W. CH. & A. H. BEERS (1951) – The Stipitate Hydnums of the Eastern United States. Chapel Hill.
- CORNER, E. J. H. (1950) – A monograph of *Clavaria* and allied genera. London.
- DANELL, E. (1994a) – *Cantharellus cibarius*: Mycorrhiza formation and Ecology. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology* **35**. 75 pp.
- (1994b) – Formation and growth of the ectomycorrhiza of *Cantharellus cibarius*. *Mycorrhiza* **5**: 89-97.

- FRIES, E. (1821) – Systema Mycologicum. Vol. 1. Greifswald.
- GARDES, M. T. & T. D. BRUNS (1993) – ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes, application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molec. Ecol.* **2**: 113-118.
- HANSEN, L. & H. KNUDSEN (1997) – Nordic Macromycetes Vol. 3: Heterobasidioid, Aphyllophoroid and Gastromycetoid Basidiomycetes. Copenhagen.
- HARRINGTON, T. J. & D. T. MITCHELL (2002) – Characterization of *Dryas octopetala* ectomycorrhizas from limestone karst vegetation, western Ireland. *Can. J. Bot.* **80**: 970-982.
- HIBBETT D. S. & R. G. THORN (2001) – Basidiomycota: Homobasidiomycetes. In McLAUGHLIN, McLAUGHLIN, LEMKE (eds.) *The Mycota VII, Part B, Systematics and Evolution*, Berlin: 121-168.
- HOBBIE, E. A., N. S. WEBER, J. M. TRAPPE & G. J. VAN KLINCKEN (2002) – Using radiocarbon to determine the mycorrhizal status of fungi. *New Phytologist*. **156**(1): 129-136.
- JÜLICH, W. (1984) – Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. Stuttgart/New York.
- KIRK, P. M., P. F. CANNON, J. C. DAVID & J. A. STALPERS (Eds.) (2001) – Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi, 9th Edition, Wallingford.
- KREISEL, H. (1969) – Grundzüge eines natürlichen Systems der Pilze. Jena.
– (1987) – Pilzflora der Deutschen Demokratischen Republik. Jena.
- KRIEGLSTEINER, G. J. (1991) – Verbreitungsatlas der Großpilze Deutschlands (West), Band 1: Ständerpilze, Teil A: Nichtblätterpilze. Stuttgart.
– (2000) – Die Großpilze Baden-Württembergs, Band 2. Stuttgart.
- KRIEGLSTEINER, L. (1999) – Pilze im Naturraum Mainfränkische Platten und ihre Einbindung in die Vegetation. Teil 1+2. *Regensb. Mykol. Schriften* **9**: 1-905.
– (2004) – Pilze im Biosphären-Reservat Rhön und ihre Einbindung in die Vegetation. *Regensb. Mykol. Schr.* **12**: 1-770.
- MAAS GEESTERANUS, R. A. (1975) – Die terrestrischen Stachelpilze Europas. Amsterdam, London
- MLECZKO, P. (2002a) – *Cantharellus cibarius*. In AGERER R (ed.) *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*, plate 160, Schwäbisch Gmünd.
– (2002b) – *Craterellus tubaeformis*. In AGERER R (ed.) *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*, plate 161, Schwäbisch Gmünd.
- NILSSON, H., K.-H. LARSSON, E. LARSSON & U. KÖLJALG (2002) – On the presence of ectomycorrhizae in the genus *Sistotrema*. Seventh International Mycological Congress, Book of abstracts. Oslo, Norway.
- OTTO, P. (1997) – Kommentierter Bestimmungsschlüssel der terrestrischen Stachelpilze Deutschlands mit taxonomischen und nomenklatorischen Anmerkungen. *Boletus* **21**: 1-21.
- PINE, E. M., D. S. HIBBETT & M. J. DONOGHUE (1999) – Phylogenetic relationships of cantharelloid and clavarioid Homobasidiomycetes based on mitochondrial and nuclear rDNA sequences. *Mycologia* **91**(6): 944-963.
- RAIDL, S. & R. AGERER (1992) – Studien an Ektomykorrhizen XLII. Ontogenie der Rhizomorphen von *Laccaria amethystina*, *Hydnum rufescens* und *Sarcodon imbricatus*. *Nova Hedwigia* **55**: 279-307.
- SITTE, P., H. ZIEGLER, F. EHRENDORFER & A. BRESINSKY (1999) – Lehrbuch der Botanik. Begründet von E. Strasburger, F. Noll, H. Schenck & A. F. W. Schimper. 34. Aufl. Heidelberg, Berlin.
- THACKER, J. R. & T. W. HENKEL (2004) – New species of *Clavulina* from Guyana. *Mycologia* **96**(2): 650-657.
- WHITE, T. J., T. BRUNS, S. LEE & J. TAYLOR (1990) – Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In INNIS, M. A., GELFAND, D. H., SNINSKY, WHITE, T. J. (eds.) *PCR protocols: A guide to methods and applications*: 315-322. New York.
- WITTMANN-MEIXNER, B. (1989) – Polyploidie bei Pilzen unter besonderer Berücksichtigung der Boletales – Möglichkeiten eines cytofluorometrischen Nachweises. *Bibliotheca Mycologica* **131**: 1-163.
- WÖLDECKE, K. (1998) – Die Großpilze Niedersachsens und Bremens. *Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs.* **39**: 1-536. Hannover.



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. Freigibiger 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: 2004

Band/Volume: [70_2004](#)

Autor(en)/Author(s): Ostrow Harald, Beenken Ludwig

Artikel/Article: [Hydnum ellipsosporum spec. nov. \(Basidiomycetes, Cantharellales\) - ein Doppelgänger von Hydnum rufescens Fr. 137-156](#)