

Inocybe heidelbergensis, eine neue Risspilz-Art der Untergattung *Inocybe*

DITTE BANDINI, BERND OERTEL,
SEBASTIAN PLOCH & MARCO THINES

BANDINI D, OERTEL B, PLOCH S, THINES M (2019) *Inocybe heidelbergensis*, a new species of *Inocybe*, subgenus *Inocybe*. Zeitschrift für Mykologie 85/2: 195-213.

Abstract: A new smooth-spored species of the subgenus *Inocybe* is described. It was found in Germany in the Sandgrube Grafenrain, a sand pit where once the mandible of *Homo heidelbergensis* was discovered. It belongs to the subsection *Splendentinae* Bon, and is morphologically and phylogenetically closely related to *I. alluvionis* Stangl & Veselský, *I. splendens* R. Heim, *I. splendentoides* Bon and *I. terrifera* Kühner, as well as phylogenetically to *I. serotina* Peck. The differences between these species are discussed and a key is given, including also the morphologically somewhat similar *I. splendidissima* Carteret & Reumaux, an isotype of which has been examined. Photographs of almost all and microplates of all discussed species are given.

Keywords: Agaricales, Inocybaceae, Taxonomy, Molecular phylogeny, ITS

Zusammenfassung: Eine neue glattsporige Art des Subgenus *Inocybe* wird auf der Basis von morphologischen und phylogenetischen Untersuchungen beschrieben. Sie wurde in Deutschland in der Sandgrube Grafenrain in Mauer bei Heidelberg gefunden, wo einst der Unterkiefer des *Homo heidelbergensis* entdeckt wurde. Sie gehört zur Subsektion *Splendentinae* Bon und ist morphologisch und genetisch eng verwandt mit *I. alluvionis* Stangl & Veselský, *I. splendens* R. Heim, *I. splendentoides* Bon und *I. terrifera* Kühner sowie phylogenetisch auch mit *I. serotina* Peck. Die Unterschiede zwischen den genannten Arten sowie zu *I. splendidissima* Carteret & Reumaux, einer morphologisch ähnlichen Art, von der ein Isotypus untersucht wurde, werden diskutiert und in einem Schlüssel dargelegt. Fotos von fast allen und Mikrotafeln von allen genannten Arten werden präsentiert.

Schlüsselwörter: Agaricales, Inocybaceae, Taxonomie, Molekulare Phylogenie, ITS

Einleitung

Die Gattung *Inocybe* ist neben *Cortinarius* und *Entoloma* eine der größten Gattungen innerhalb der Ordnung der Agaricales. Während die geschätzte Anzahl der Arten noch vor wenigen Jahren bei ca. 500 weltweit lag (vgl. Details hierzu bei BANDINI et al. 2017), wird durch zunehmende umfassende genetische und morphologische

Anschriften der Autoren: Ditte Bandini, Panoramastr. 47, 69257 Wiesenbach, E-Mail: Ditte.Bandini@gmx.de (korrespondierende Autorin); Bernd Oertel, Höhenweg 15, 53347 Alfter; Sebastian Ploch, Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main; Marco Thines, Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main und Goethe Universität, Fachbereich Biowissenschaften, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Max-von-Laue-Str. 13, 60438 Frankfurt am Main.

Untersuchungen klar, dass diese Schätzung bei weitem zu niedrig war. Allein in Deutschland und angrenzenden Ländern konnten wir inzwischen mehr als 450 Arten identifizieren (BANDINI, OERTEL und THINES, unveröffentlicht).

Die Gattung wird gegenwärtig in drei Untergattungen gegliedert: *Mallocybe* Kuyper, *Inosperma* Kühner und *Inocybe*. Die ersteren beiden haben dünnwandige Cheilozystiden und keine Pleurozystiden, während die Arten der Untergattung *Inocybe* in der Regel dickwandige Zystiden, und zumeist Pleurozystiden aufweisen (KUYPER 1986, STANGL 1989, BON 1997).

Die hier neu beschriebene glattsporige Art gehört zur Untergattung *Inocybe* und wird im Schlüssel von BON (1997) in die Sektion *Splendentes* Singer gestellt, die Arten mit ganz oder wenigstens bis zur Stielmitte bereiften Stielen umfasst und ebenso wie andere Untergliederungen der Gattung (siehe BANDINI et al. 2019) revidiert werden muss, da sie polyphyletisch ist. Die Sektion *Splendentes* wurde von Bon in drei Untersektionen gegliedert: die *Splendentinae* Bon, die *Phaeoleucinae* Bon und die *Subbrunneinae* Bon. Erstere sind definiert durch eine mehr oder weniger gerandet knollige Stielbasis, die *Phaeoleucinae* durch eine höchstens verdickte Stielbasis und einen weißen, subconcoloren, aber nicht rosalichen Stiel, während die *Subbrunneinae* sich durch einen mehr oder weniger rosalichen Stiel auszeichnen, wobei das Rosaliche, wenn schon nicht immer äußerlich, dann zumindest im Stielfleisch zu sehen ist.

Zu den *Splendentinae* zählt BON (1997) außer *I. splendens*, *I. splendentoides* und *I. alluvionis* allerdings auch etliche Arten, die gänzlich andere Mikro- und Makromerkmale aufweisen und die sich auch genetisch deutlich abgrenzen lassen, wie etwa *I. pelargonium* Kühner, *I. angulatosquamulosa* Stangl oder *I. diabolica* Vauras. Hinzu kommt, dass die knollige Stielbasis nicht unbedingt ein durchgängiges Merkmal ist. Die Definition der Subsektion *Splendentinae* ist daher hinfällig und zeigt einmal mehr, dass die herkömmlichen Untergliederungen der Gattung kein natürliches System darstellen.

Material und Methoden

Die Fotos der makroskopischen Merkmale von *I. heidelbergensis* und allen anderen gezeigten Arten wurden mit einer Panasonic Lumix GH2 mit einem Leica DG Macro-Elmarit 1:2,8/45 Objektiv am jeweiligen Standort fotografiert.

Vor Ort wurden von den eigenen Aufsammlungen Frischpilzbeschreibungen angefertigt. Die Kollektionen der *I. heidelbergensis*, darunter die Typus-Kollektion, wurden in frischem Zustand mit einem Leica DM 750-Mikroskop untersucht. Die mikroskopischen Strukturen wurden von D. Bandini mit einer Zeiss AxioCam ERc5s fotografiert und die Bilder auf einen PC übertragen. Die Maße der Sporen und Zystiden wurden mit Hilfe des Programmes Zeiss Axiovision Version 4.8 ermittelt. An Reagenzien für die Mikroskopie wurde lediglich KOH 3 % aq. verwendet.

Die Farbangaben gehen auf Munsells Farbatlas zurück (MUNSELL 2009), die Terminologie folgt VELLINGA (1988) und KUYPER (1986). Die Sporen wurden ohne Apikulus, Zystiden ohne Kristalle, und Basidien ohne Sterigmen gemessen. Die Sporengröße

wird als Länge mal Breite angegeben. Der Q-Wert bezeichnet das Verhältnis von Sporenlänge zu Sporenbreite (ausgerechnet für jede einzelne Spore). Die Anzahl der gemessenen Sporen wird jeweils in Klammern angegeben. Akronyme von Herbarien werden nach HOLMGREN et al. (1990) angegeben, das private Herbar von D. Bandini wird mit DB gekennzeichnet, gefolgt von der jeweiligen Herbarnummer.

DNA der Belege wurde wie in BANDINI et al. (2019) beschrieben extrahiert. Auch PCR und die Sequenzierung wurden vorgenommen, wie in BANDINI et al. (2019) beschrieben. Die erhaltenen Sequenzen wurden mit Geneious, Version 6.1.2 (Biomatters, Wellington, Neuseeland) editiert und die gegenläufigen Sequenzen je Fragment verschmolzen. Die Alinierung wurde auf Basis von MAFFT (KATO et al. 2017) mit dem TrEase Webserver durchgeführt (<http://thines-lab.senckenberg.de/trease/>), unter Anwendung der Standardeinstellungen, außer der Nutzung des Q-INS-i Algorithmus. Phylogenetische Rekonstruktionen auf der Basis von Minimum-Evolution Annahmen wurden mit MEGA6.0 (TAMURA et al. 2013) durchgeführt, unter Auswahl des Tamura-Nei Substitutionsmodells und mit einer Berechnung von 500 Bootstrap-Replikaten. Phylogenetische Rekonstruktionen auf Basis von Maximum-Likelihood Annahmen wurden berechnet wie in BANDINI et al. (2019) beschrieben. Die GenBank Akzessionsnummern sind im Abschnitt zur Taxonomie bei den jeweiligen Belegen angegeben.

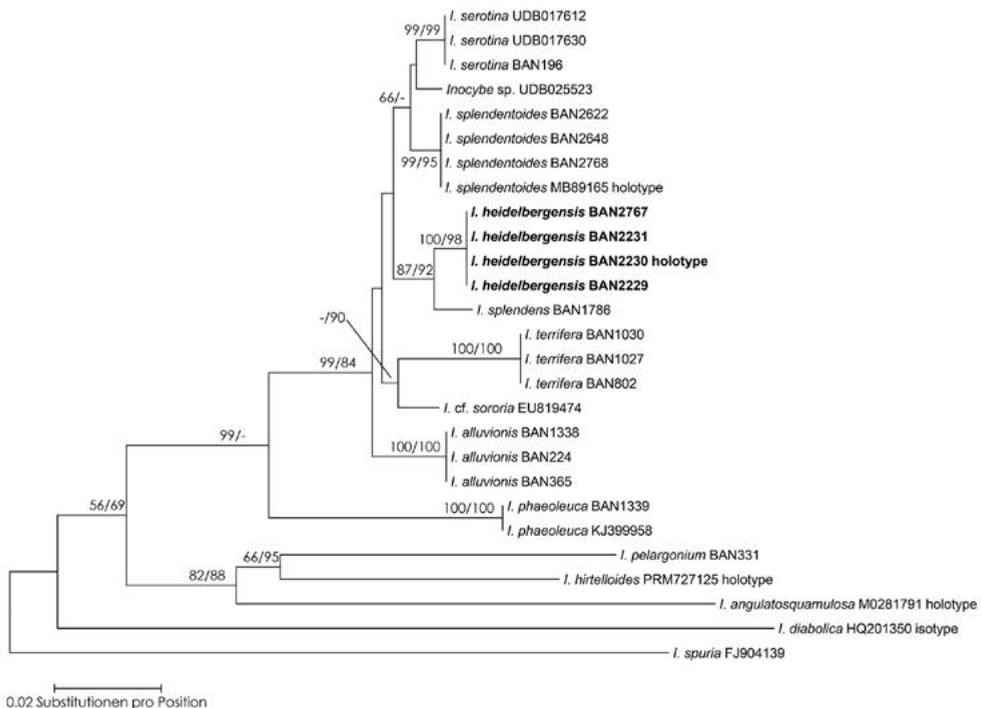


Abb. 1: Phylogenetische Rekonstruktion (Minimum Evolution) auf Basis von partiellen ITS-Sequenzen, mit den Bootstrap Unterstützungswerten aus 500 Replikaten auf Basis von Minimum Evolution und Maximum Likelihood (in der entsprechenden Reihenfolge).

Tabelle 1: Aufzählung der in der phylogenetischen Rekonstruktion (Abb. 1) erwähnten Sequenzen (Außengruppe: *I. spuria*); DB = Privat-Herbar Ditte Bandini

Epitheton (<i>I. = Inocybe</i>)	Beleg- nummer	Herba- rium	Ergänzende Beleg- nummern	Land	GenBank/ UNITE (ITS)
<i>I. alluvionis</i> Stangl & J. Veselský	BAN224	DB	DB10-8-12-1	Deutschland	
<i>I. alluvionis</i>	BAN365	DB	DB6-8-11-8	Deutschland	
<i>I. alluvionis</i>	BAN1338	DB	DB10-10-15-3	Deutschland	MH807260
<i>I. angulatosquamulosa</i> Stangl	M-0281791 Holotypus	M		Deutschland	MG012474
<i>I. diabolica</i> Vauras	JV5712F Isotypus	WTU		Norwegen	HQ201350
<i>I. heidelbergensis</i> Bandini & B. Oertel spec. nov.	BAN2230 Holotypus	FR	FR-0246020/ DB20-10-17-4	Deutschland	MN086891
<i>I. heidelbergensis</i>	BAN2229	DB	DB20-10-17-2	Deutschland	MN103746
<i>I. heidelbergensis</i>	BAN2231	DB	DB20-10-17-14	Deutschland	MN103747
<i>I. heidelbergensis</i>	BAN2767	DB	DB20-10-17-10	Deutschland	MN103748
<i>I. hirtelloides</i> Stangl & J. Veselský	PRM727125 Holotypus	PRM		Deutschland	MG012471
<i>I. pelargonium</i> Kühner	BAN331	KR	DB17-09-08- Dondl/ KR-M- 0038058	Deutschland	
<i>I. phaeoleuca</i> Kühner	BAN1339	DB	DB10-10-15-5	Deutschland	
<i>I. phaeoleuca</i>	EL297-08			Ungarn	KJ399958
<i>I. serotina</i> Peck	BAN196	KR	DB19-9-11-1/ KR-M-0038266	Niederlande	MH366584
<i>I. serotina</i>	L036	O		Norwegen	UDB017612
<i>I. serotina</i>	L055	O		Norwegen	UDB017630
<i>I. splendens</i> R. Heim	BAN1786	DB	DB16-10-15-1b	Deutschland	MH366583

<i>I. splendentoides</i> Bon	MB89165 Holotypus	LIP		Frankreich	MG012470
<i>I. splendentoides</i>	BAN2622	DB	DB20-9-18-17	Deutschland	
<i>I. splendentoides</i>	BAN2648	DB	DB23-9-18-1	Deutschland	
<i>I. splendentoides</i>	BAN2768	DB	DB20-10-17-9	Deutschland	
<i>I. spuria</i> Jacobsson & E. Larss.	Stordal 18318				FJ904139
<i>I. terrifera</i> Kühner	BAN802	KR	DB31-8-14-6/ KR-M-0042366	Deutschland	MH366582
<i>I. terrifera</i>	BAN1027	KR	KR-M-0044137	Deutschland	MH366580
<i>I. terrifera</i>	BAN1030	KR	KR-M-0044139	Deutschland	MH366581
<i>Inocybe</i> spec. als „cf. <i>sororia</i> “	JMP0032			USA	EU819474
<i>Inocybe</i> spec.	TU116746	TU(M)		Marokko	UDB025523

Ergebnisse

Die im folgenden Taxonomieteil neu beschriebene Art, *Inocybe heidelbergensis*, ist eine auffällige, voluminös wirkende Art mit einem sehr klobigen weißen Stiel, der in allen vier bislang gefundenen Kollektionen oben breiter ist als unten und der bei einigen Fruchtkörpern deutlich abgeflacht ist. Selbst junge Fruchtkörper sind außerordentlich brüchig, die Lamellen sind bei jungen Exemplaren auffällig weiß und dicklich. Die Huthaut ist sehr dünn und daher oft an einigen Stellen abgerieben, weshalb die Hutfärbung wie schlierig oder fein streifig und oft teilweise löchrig wirkt und von hellbraun bis dunkel rotbraun variiert. Die Oberfläche ist leicht schmierig-klebrig und daher teilweise mit Erd- und Pflanzenresten behaftet. Auffällig ist der deutliche, süßlich-aromatische Geruch. Mikroskopisch zeichnet sich die neue Art vor allem durch die oft plumpen Hymenialzystiden mit abgerundeter oder trunkenartiger Basis aus. Die phylogenetische Rekonstruktion zeigt *I. splendens* als Schwesterart der neu entdeckten Art. Diese Gruppe ist eng mit weiteren, morphologisch ähnlichen Arten verbunden, nämlich *I. alluioinis*, *I. terrifera* und *I. splendentoides* sowie einer morphologisch stärker abweichenden Art, *I. serotina*. Des Weiteren sind in dieser Gruppe Sequenzen von zwei nicht exakt bestimmten Arten platziert. Im Falle der Sequenz EU819474 wurde in der Genbank-Deposition mit „cf. *sororia*“ versehentlich ein Name einer *Inocybe*-Art des Subgenus *Inosperma* angeschrieben (s. in der Diskussion). Die Gesamtgruppe bildet ein Monophylum mit maximaler statistischer Absicherung, die Auflösung innerhalb der Gruppe ist weniger gut und erlaubt keine weitergehenden Interpretationen.

Taxonomie

Inocybe heidelbergensis Bandini & B. Oertel spec. nov.

Abb. 2-5

Mycobank MB 831558, ITS Barcode GenBank: MN086891

Etymologie: „heidelbergensis“ nach der Nähe des Fundortes zur Stadt Heidelberg und weil *I. heidelbergensis* in der gleichen Grube gefunden wurde, wo einst der rund 600.000 Jahre alte Unterkiefer des *Homo heidelbergensis* entdeckt wurde.

Holotypus: GERMANY, Baden-Württemberg, Rhein-Neckar-Kreis, Mauer, NSG Sandgrube Grafenrain, TK25 6618/4, 150 m ü NN, *Populus* sp., *Salix* sp., *Prunus avium*, 20. Oktober 2017, leg. D. Bandini (Holotypus FR-0246020, BAN2230, Isotypus DB20-10-17-4, GenBank MN086891).

Diagnosis: *Inocybe heidelbergensis* differs from other species of the clade that could define the core of subsection *Splendentinae* Bon, i.e. *I. splendens*, *I. alluvionis*, *I. splendentoides* and *I. terrifera*, mainly by the combined characteristics of mottled colours of the pileus, thin cuticula, rather thick lamellae, smaller spores, as well as by the often broadly truncate or rounded base of the often plump hymenial cystidia.

Description

Pileus 25–50 mm wide, at first broadly convex, then convex or expanded, without or with only low large umbo with age, margin at first slightly decurved, later straight or even uplifted, and then pileus depressed around the centre; young basidiomata without or with only faint whitish remnants of a velipellis; colour always somehow mottled or finely streaky brownish, nut-brown, to reddish-brownish (Mu 10YR 5/6–5/8, 4/6, 7.5YR 5/4–5/8, 4/4–4/6, 5YR 4/4–4/6); surface at first, in some basidiomata also when older, glabrous and smooth, slightly sticky, later remaining glabrous or becoming rimulose to rimose towards the margin, but because of a very thin and thus occasionally partially vanishing cuticula the paler trama is visible in some small spots or between diverging fibres; due to its stickiness the cuticula is covered with soil particles to a varying degree; no remnants of a cortina observed. **Lamellae** subdistant to moderately crowded (ca. 40–60, l = 1–3), rather thick, adnate to broadly adnate, sub-ventricose, at first pure whitish later up to dingy whitish or very pale greyish-brownish; edge often irregular, fimbriate, whitish. **Stipe** 40–50 × 25–150 mm, very stout, mostly wider at the apex, and sometimes flattened, mostly not bulbous, sometimes with rather small bulb, glabrous, pure white to whitish or very pale greyish; pruinose on the entire length of the stipe. **Context** whitish in the pileus and the stipe and extraordinarily brittle. **Smell** of varying intensity sweetish-aromatical. **Colour of exsiccata** pileus brown with reddish hue (Mu 7/5YR 4/4–4/6, 3/4–3/6), lamellae concolorous or a little lighter in colour, stipe concolorous or a little darker in colour, but not explicitly darkening, and without blackening while drying.

Spores 8.2–10.5 μm (av. 9.3 μm , SD 0.6 μm) \times 5.0–6.3 μm (av. 5.6 μm , SD 0.3 μm); Q = 1.4–1.8 (av. 1.7, SD 0.1) (n = 120 of 3 coll.); smooth, (sub)amygdaloid, with or without a faint suprahilar depression, apex (sub)acute, sometimes subpapillate, sometimes also (sub)obtuse. **Basidia** 22–38 \times 7–11 μm , often with granulose yellowish-greenish content, generally 4-spored, seldom also 2-spored, and then with some larger and mostly deformed spores. **Lamellae edges** sterile, composed of cheilocystidia and numerous colourless, (sub)clavate, cylindrical or subglobose, usually thin-walled paracystidia, but sometimes also in slightly thick-walled intermediate states. **Pleurocystidia** 34–88 μm (av. 61 μm , SD 11 μm) \times 12–28 μm (av. 16 μm , SD 3 μm); Q = 1.9–6.3 (av. 3.8, SD 0.9) (n = 45 of 3 coll.), (sub)cylindrical or (sub)utriform or almost "sac-shaped", sometimes also sublageniform, at the apex generally wide, often without pedicel and with broadly truncate or rounded base, sometimes also with short pedicel, apex usually crystalliferous, walls 1.0 (bulge)–3.0 (3.5) μm (neck) thick, weakly positive reaction with 3 % KOH. **Cheilocystidia** similar in appearance and size, more variable in shape. **Pileipellis** constituted by an epicutis made up of parallel hyphae 4–10 μm wide, with faintly encrusting and parietal brownish pigment, subcutis with wider and paler to colourless elements, up to 15 (20) μm wide, epicutis in young basidiomata sometimes covered with thin colourless hyphae (belonging to velipellis remnants). **Caulocystidia** on the entire length of the stipe, 45–80 \times 10–20 μm , (sub)cylindrical, (sub)lageniform, or (sub)utriform, or deformed, often with undulate walls, mostly without pedicel and with truncate or rounded base, apex usually crystalliferous, walls 1.0 (bulge)–2.5 (3.0) μm (neck) thick, weakly positive reaction with 3 % KOH; intermixed with numerous subclavate cauloparacystidia. **Clamp-connections** abundant in all tissues.

Beschreibung

Hut 25–50 mm breit, anfangs breit konvex, später konvex oder ausgebreitet, zunächst ohne, dann teilweise mit niedrigem, breitem Buckel, Rand erst mehr oder weniger nach unten gebogen, dann eben oder nach oben gebogen und dann mit eingesenkter Mitte; junge Fruchtkörper ohne oder lediglich mit einem sehr feinen Hauch weißlicher Velipellis-Reste; Farbe stets mehr oder weniger fein gestreift oder wie schlierig sich vermischt in verschiedenen Brauntönen, nussbraun, rötlich braun bis rotbraun (Mu 10YR 5/6–5/8, 4/6, 7.5YR 5/4–5/8, 4/4–4/6, 5YR 4/4–4/6); Oberfläche zunächst, bei manchen Fruchtkörpern auch später, glatt und feinfaserig, leicht schmierig, bei älteren Fruchtkörpern manchmal zum Rand hin subrimulos bis rimos, aufgrund einer sehr dünnen Huthaut aber an manchen Stellen abgerieben, weshalb dann dort, bzw. zwischen den feinen divergierenden Fasern die hellere Trama sichtbar wird; aufgrund der leichten Klebrigkeit teilweise mit Erd- und/oder Pflanzenresten behaftet; ohne Reste einer Cortina. **Lamellen** etwas entfernt bis schwach gedrängt stehend (ca. 40–60, l = 1–3), dicklich, angewachsen bis breit angewachsen, wenig bauchig, anfangs rein weiß, dann schmutzig weißlich oder hell graulich; Schneide oft unregelmäßig, gezähnt, weißlich. **Stiel** 40–50 \times 25–150 mm, sehr stumpig, zum oberen Stielende verbreitert, manchmal abgeflacht, Basis meist nicht knollig verdickt, zuweilen aber mit kleiner Knolle, glatt, rein weiß bis weißlich oder hell



Abb. 2: *Inocybe heidelbergensis*, Holotypus (DB20-10-17-4, BAN2230).

Foto: D. BANDINI



Abb. 3: *Inocybe heidelbergensis* (DB20-10-17-14, BAN2231).

Foto: D. BANDINI

graulich-bräunlich; auf ganzer Länge bereift. **Fleisch** in Hut und Stiel weißlich und außerordentlich brüchig (siehe Abb. 3). **Geruch** mehr oder weniger intensiv süßlich-aromatisch. **Farbe des Exsikkats** Hut braun mit rötlichem Hauch (Mu 7/5YR 4/4–4/6, 3/4–3/6), Lamellen von gleicher Farbe oder etwas heller, Stiel von gleicher Farbe oder ein wenig dunkler, aber nicht grauend oder schwärzend beim Trocknen.

Sporen 8,2–10,5 μm (av. 9,3 μm , SD 0,6 μm) \times 5,0–6,3 μm (av. 5,6 μm , SD 0,3 μm); Q = 1,4–1,8 (av. 1,7, SD 0,1) (n = 120 von 3 Koll.); glatt, (sub)amygdaloid, mit oder ohne schwache Hilardepression, Apex (sub)konisch, manchmal schwach ausgezogen, zuweilen auch (sub)obtus. **Basidien** 22–38 \times 7–11 μm , oft mit körnigem, gelblich-grünlichem Inhalt, meist 4-sporig, selten auch 2-sporig und dann mit einigen größeren und deformierten Sporen. **Lamellenschneide** steril, bestehend aus Cheilozystiden und meist zahlreichen, farblosen, subclavaten, zylindrischen oder subglobosen, in der Regel dünnwandigen Parazystiden, manchmal aber auch schwach dickwandig in intermediären Stadien. **Pleurozystiden** 34–88 μm (av. 61 μm , SD 11 μm) \times 12–28 μm (av. 16 μm , SD 3 μm); Q = 1,9–6,3 (av. 3,8, SD 0,9) (n = 45 von 3 Koll.), (sub)zylindrisch oder (sub)utriform oder beinahe „sackförmig“, manchmal auch sublageniform, am Apex in der Regel weit, meistens mit nur kurzem Hals oder halslos, oft mit trunkater oder abgerundeter Basis, zuweilen auch mit kurzem Fuß, Apex in der Regel mit Kristallen, Wände 1,0 (Bauch)–3,0(–3,5) μm (Hals) dick, schwach positive

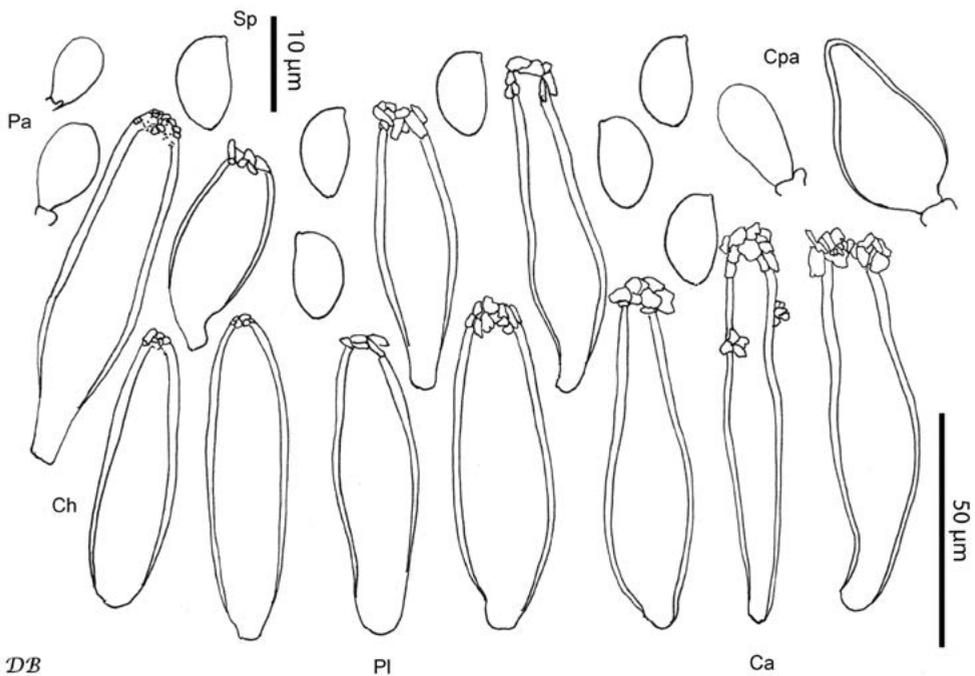


Abb. 4: *Inocybe heidelbergensis*, Mikroskopische Merkmale des Holotyps von *I. heidelbergensis*; Ca: Caulozystiden, Ch: Cheilozystiden, Cpa: Cauloparazystiden, Pa: Parazystiden, Pl: Pleurozystiden, Sp: Sporen.
Zeichnung: D. BANDINI

Reaktion mit 3 % KOH. **Cheilozystiden** ähnlich in der Größe, und ähnlich, aber variabler, in der Form. **Pileipellis** sich zusammensetzend aus der Epicutis, bestehend aus 4–10 µm breiten, zumeist schwach mit bräunlichem, parietalem Pigment inkrustierten Hyphen und der Subcutis mit breiteren und helleren bis farblosen Hyphen, bis ca. 15 (–20) µm breit; die Epicutis ist bei jungen Fruchtkörpern zuweilen mit dünnen farblosen Hyphen, Resten der Velipellis, bedeckt. **Caulozystiden** auf ganzer Stiellänge, 45–80 × 10–20 µm, (sub)zylindrisch, (sub)lageniform oder (sub)utriform oder deformiert, oft mit welligen Wänden, meist ohne Fuß und mit trunkater oder abgerundeter Basis, Apex in der Regel mit Kristallen, Wände 1,0 (Bauch)–2,5 (–3,0) µm (Hals) breit, schwach positive Reaktion mit 3 % KOH; vermischt mit zahlreichen subclavaten Cauloparazystiden. **Schnallen** überall vorhanden.

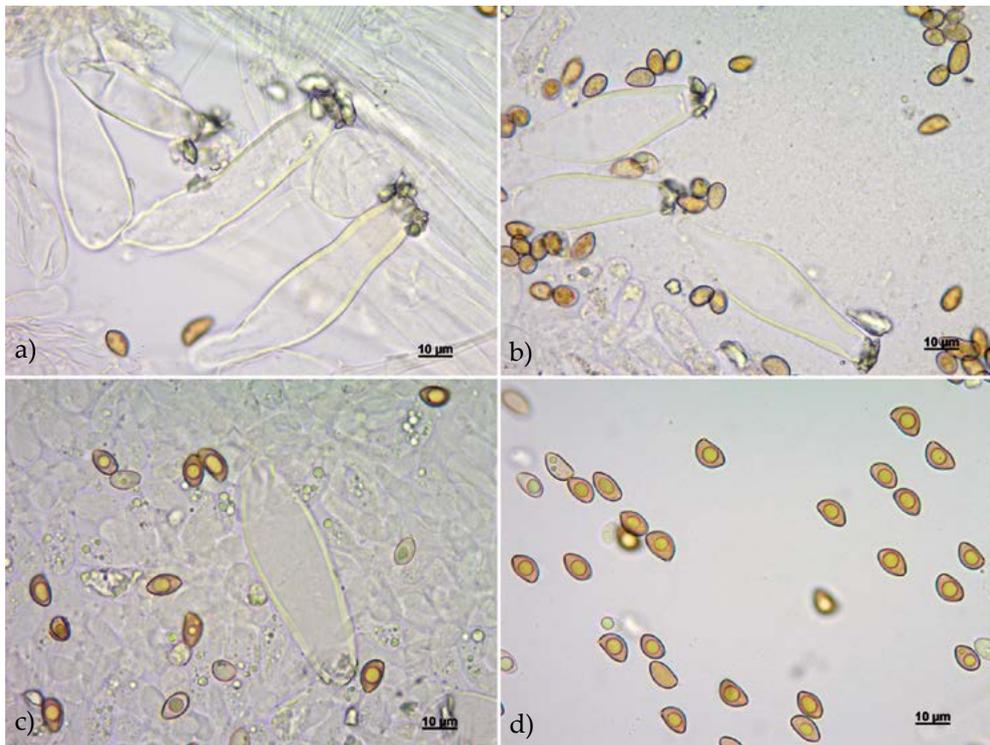


Abb. 5 a-d: *Inocybe heidelbergensis*, Fotos der mikroskopischen Merkmale des Holotyps von *I. heidelbergensis*: a: Caulozystiden, b: Cheilozystiden, c: Pleurozystide, d: Sporen. Fotos: D. BANDINI

Habitat und Verbreitung

Inocybe heidelbergensis wurde in der Sandgrube Grafenrain bei Mauer, in der Nähe von Heidelberg, gefunden, die gleichzeitig auch der Fundort des Unterkiefers des *Homo heidelbergensis* ist. Es handelt sich hier um eine ehemalige Schleife des Neckars, der Sand ist kalkhaltig und enthält zahlreiche Fossilien. Das Habitat ist schattig, zeitweilig relativ feucht, mit Pappeln in der unmittelbaren Umgebung von drei und

Weide in der Nähe von allen vier Aufsammlungen der *I. heidelbergensis*, die räumlich deutlich voneinander getrennt wuchsen. Ob Weiden also kontinuierliche Mykorrhizapartner dieser Art sind/ist, müssen weitere Funde der Art zeigen. Weitere Fundorte und Sequenzen der Art in GenBank oder UNITE sind bislang nicht bekannt.

Weitere untersuchte Kollektionen

DEUTSCHLAND, Baden-Württemberg, Rhein-Neckar-Kreis, Mauer, NSG Sandgrube Grafenrain, TK25 6618/4, 152 m ü. NN, in einiger Entfernung zur Holotyp-Kollektion, bei *Populus* sp., *Salix* sp., *Carpinus betulus*, 20. Oktober 2017, leg./det. D. Bandini (DB20-10-17-2, BAN2229, GenBank MN103746).- Ibidem, in einiger Entfernung, 153 m ü. NN, *Salix* sp., *Quercus robur*, 20. Oktober 2017, leg./det. D. Bandini (DB20-10-17-10, BAN2767, GenBank MN103748). Ibidem, in einiger Entfernung, 155 m ü. NN, *Salix* sp., *Populus tremula*, 20. Oktober 2017, leg./det. D. Bandini (DB20-10-17-14, BAN2231, GenBank MN103747).

Diskussion

Es konnte morphologisch und phylogenetisch eine neue Art der Untergattung *Inocybe* abgegrenzt werden, die zu einer Untersektion gehört, deren namengebende Art *I. splendens* ist. Diese Gruppe, zu der des Weiteren *I. splendentoides*, *I. alluvionis*, *I. terrifera*, *I. serotina* und *I. splendidissima* gehören, zeichnet sich durch zumeist stämmige und teilweise sehr große Fruchtkörper, durch einen aromatischen Geruch und ganz bereifte, oft in einer mehr oder weniger knolligen Basis endende Stiele aus. Die Arten sind nicht immer leicht voneinander zu unterscheiden, weshalb *I. alluvionis* und *I. terrifera* von KUYPER (1986) mit *I. splendens* synonymisiert wurden. Wie bereits von KROPP et al. (2010) vermutet, und wie unsere eigenen Holotypuntersuchungen gezeigt haben (hierzu ausführlich BANDINI et al. 2019), handelt es sich allerdings bei beiden um gute, eigenständige Arten, und gleiches gilt auch für *I. splendentoides*. Abbildungen mit der Bezeichnung „*I. splendens*“ in manchen Werken zeigen also teilweise zwei oder drei Arten (z.B. STANGL 1989, LUDWIG 2017). Andere Arten, die von BON (1997) zu dieser Untersektion gerechnet wurden, können durch abweichende morphologische Merkmale, wie etwa deutlich kleinere Sporen (z.B. *I. pelargonium*, *I. angulosquamulosa*) oder teilweise fast höckerige Sporen (*I. diabolica*), zum anderen in genetischer Hinsicht abgegrenzt werden. Die Sequenzierung eines Stückchens vom Isotypus von *I. splendidissima* schlug fehl, da die Probe durch Schimmelpilzbefall kontaminiert war. Die Art ähnelt in den Merkmalen der Art, die wir für *I. splendens* halten, und es ist nicht auszuschließen, dass es sich hier um eine einzige Art handelt (s.u.).

Von *I. splendens* (Abb. 6d, 7d) gibt es keinen Typusbeleg, sondern nur einen Iconotyp, eine Abbildung im Buch von HEIM (1931), die von KROPP et al. (2010, siehe auch CONSIGLIO et al. 2014) als Lectotyp gewählt wurde, da sie aussagekräftig und die Beschreibung von Heim zudem sehr detailliert ist. Da die Merkmale unserer eigenen als *I. splendens* bezeichneten Kollektionen mit denjenigen von Heim gut

übereinstimmen, gehen wir davon aus, dass es sich bei unseren Aufsammlungen um die von Heim gemeinte Art handelt. Sie ist mit *I. heidelbergensis* genetisch am engsten verwandt: Die ITS-Sequenz von *I. heidelbergensis* unterscheidet sich auf Basis des in dieser Studie genutzten Alignments (in Annex) durch 6 Basenpaare und 2 Indels von der Sequenz von *I. splendens*; die Sequenzen aller anderen Vertreter der *Splendentinae* sind noch unähnlicher als die Sequenz von *I. splendens*.

Von *I. heidelbergensis* unterscheidet sich *I. splendens* zum einen durch ein anderes, weniger feuchtes Habitat. Zum anderen sind die Hüte ausgewachsener Exemplare von *I. splendens* stark rimos, so dass die hellere Trama deutlich zu sehen ist. Ein gutes Unterscheidungsmerkmal ist weiterhin die Form der Hymenialzystiden, die bei *I. splendens* zumeist deutlich (sub)fusiform, bei *I. heidelbergensis* aber (sub)zylindrisch, (sub)utriform oder beinahe sackförmig sind. Außerdem haben die Zystiden von *I. heidelbergensis* oft eine trunkate oder abgerundete Basis, während die Zystiden von *I. splendens*, wie schon HEIM (1931) in der Originalbeschreibung betont, einen deutlichen Fuß haben. Die Sporen von *I. heidelbergensis* sind schließlich mit durchschnittlich $9,3 \times 5,6 \mu\text{m}$ kleiner und ein wenig schmaler als die von *I. splendens* mit $10,2 \times 6,0 \mu\text{m}$ (jeweils $n = 120$ von 3 Koll.).

Inocybe alluvionis (Abb. 6a, 7a) bevorzugt ein ähnliches Habitat wie *I. heidelbergensis*, denn sie wächst an eher feuchten Standorten, in Auwäldern oder an in der Regel selten austrocknenden schattigen Stellen mit Auwald-Charakter. Sie zeichnet sich aber durch ein Merkmal aus, das bei *I. heidelbergensis* nicht zu beobachten war: durch eine üppige, sich in der Hutmitte konzentrierende, weißliche bis silbergraue Velipellis (siehe auch STANGL 1976). Junge Fruchtkörper wirken daher oft auffällig zweifarbig. Die Hutoberfläche ist bei älteren Exemplaren oft stärker rimos als dies bei *I. heidelbergensis* der Fall ist. Die Sporen von *I. alluvionis* sind mit im Durchschnitt $9,7 \times 5,7 \mu\text{m}$ ($n = 120$ von 3 Koll.) geringfügig größer als die von *I. heidelbergensis* (vgl. auch die Maße bei STANGL 1976), die Hymenialzystiden unserer eigenen Kollektionen waren dagegen mit $51 \times 17 \mu\text{m}$ ($n = 45$ von 3 Koll.) meist kürzer als die von *I. heidelbergensis*.

Inocybe splendentoides (Abb. 6e, 7e) wächst oft in nassem Terrain, etwa an Fluss- oder Seeufern oder sumpfigen Stellen, und sie scheint stets *Salix* als Mykorrhiza-Partner zu haben. Anlässlich der Bayerischen Mykologischen Tagung von 2013 in Mamming wurde sie in großen Mengen am Ufer der Isar gefunden. Sie ist gegen *I. heidelbergensis* vor allem durch ein in der Originalbeschreibung von BON (1990) hervorgehobenes Merkmal abzugrenzen: Bei ausgewachsenen Exemplaren ist der Hutrand deutlich abgerieben bzw. abgefasert und daher sichtlich heller als der übrige Hut. Zudem ist die Hutfarbe insgesamt einheitlicher, und die Lamellen sind nicht dicklich. Die Sporen sind mit $10,0 \times 6,0 \mu\text{m}$ ($n = 120$ von 3 Koll.) auch größer und etwas breiter als die von *I. heidelbergensis*. Die Hymenialzystiden sind zum Apex hin oft leicht kopfig verengt, was bei *I. heidelbergensis* nicht der Fall ist.

Inocybe terrifera (Abb. 6f, 7g) bevorzugt ein eher trockenes Habitat, wie etwa kurzrasige Parks, und scheint gern bei Eichen zu wachsen. KÜHNER (1955) fand die

Holotyp-Kollektion im Bois de Vincennes, einem typischen Pariser Park. Sie unterscheidet sich außerdem von *I. heidelbergensis* durch die meist gelblich-ockerliche Hutfarbe ohne Rottöne sowie durch oft deformierte Fruchtkörper. Die Sporen sind mit $10,3 \times 6,0 \mu\text{m}$ ($n = 120$ von 3 Koll.) wiederum größer und etwas breiter als die von *I. heidelbergensis*, und die Hymenialzystiden sind meist (sub)utriform mit leicht verengtem kurzem Hals und nicht plump sackförmig, die Reaktion der Zystidenwände mit 3 % KOH ist (sub)null.

Bei der erwähnten, wenig bekannten Art, *I. splendidissima* (Abb. 7f), die von CARRET & REUMAUX (2001) anhand einer einzigen Kollektion beschrieben wurde und von den Autoren der Subsektion *Splendentinae* zugerechnet wird, könnte es sich möglicherweise ebenfalls um *I. splendens* handeln. In der Erstbeschreibung wird die gelbe Stielfarbe als abgrenzendes Merkmal hervorgehoben. Da es sich aber, der Abbildung nach zu schließen, bei der Aufsammlung um ältere Fruchtkörper handelte, passt dies zu unserer Beobachtung, dass auch die Stiele älterer Fruchtkörper von unserer *I. splendens* gelblich waren. Äußerlich ähneln sich die beiden Arten, die Form der Sporen und der Zystiden ist ebenfalls ähnlich.

Allerdings sind die Zystiden des Isotyps der *I. splendidissima* in der Regel kürzer und im Durchschnitt mit nur $14 \mu\text{m}$ Breite weniger breit als diejenigen unserer *I. splendens*-Aufsammlungen, die einen Mittelwert von $20 \mu\text{m}$ aufweisen - was zur Originalbeschreibung der *I. splendens*, in der die Breite der Zystiden mit $17\text{-}20 \mu\text{m}$ angegeben wird, deutlich besser passt. Wesentlicher noch ist die Sporenbreite. Bei Heim wird die Sporenbreite von *I. splendens* mit $5,5\text{-}6,2 \mu\text{m}$ angegeben, bei dem Isotyp von *I. splendidissima* hat sie dagegen einen Durchschnittswert von nur $5,2 \mu\text{m}$ (bei 40 gemessenen Sporen), während der Mittelwert der Sporen unserer *I. splendens*-Aufsammlungen bei 120 gemessenen Sporen dreier Kollektionen $6,0 \mu\text{m}$ beträgt. Da die Sequenzierung des Isotyps aufgrund von Schimmelbefall leider fehlschlug, behalten wir beide Arten solange als eigenständig bei, bis weitere DNA-geprüfte Kollektionen „unserer“ *I. splendens* Zystiden- und Sporenmaße zeigen, die mit denjenigen der *I. splendidissima* identisch wären. In einem solchen Fall wäre dann, um die gut beschriebene namengebende Art einer ganzen Sektion zu erhalten, die *I. splendidissima* als Synonym von *I. splendens* aufzufassen.

Gegenüber *I. heidelbergensis* ist *I. splendidissima* durch die stark rimose Hutoberfläche, den gelblichen Stiel und die nie beinahe sackförmigen, sondern überwiegend (sub) fusiformen Hymenialzystiden abzugrenzen.

Genetisch verwandt mit den genannten Arten ist schließlich noch *I. serotina* (Abb. 6c, 7c), eine Art, deren bevorzugtes Habitat weiße und graue Dünen mit Kriechweide ist. Dort ist sie bis in den Dezember hinein oft in großer Anzahl zu finden. Auch sie hat stets robuste und oft große Fruchtkörper. Charakteristisch ist die sehr üppige weißliche Velipellis, die auch bei alten Exemplaren noch in der Hutmitte als heller Fleck zu sehen ist (vgl. KUYPER 1986). Wie bei *I. alluvionis* wirken die Hüte daher oft zweifarbig. Die mikroskopischen Merkmale der Art weichen dagegen so deutlich von denen der anderen genannten Arten ab, dass sie mit keiner von ihnen zu verwechseln ist.

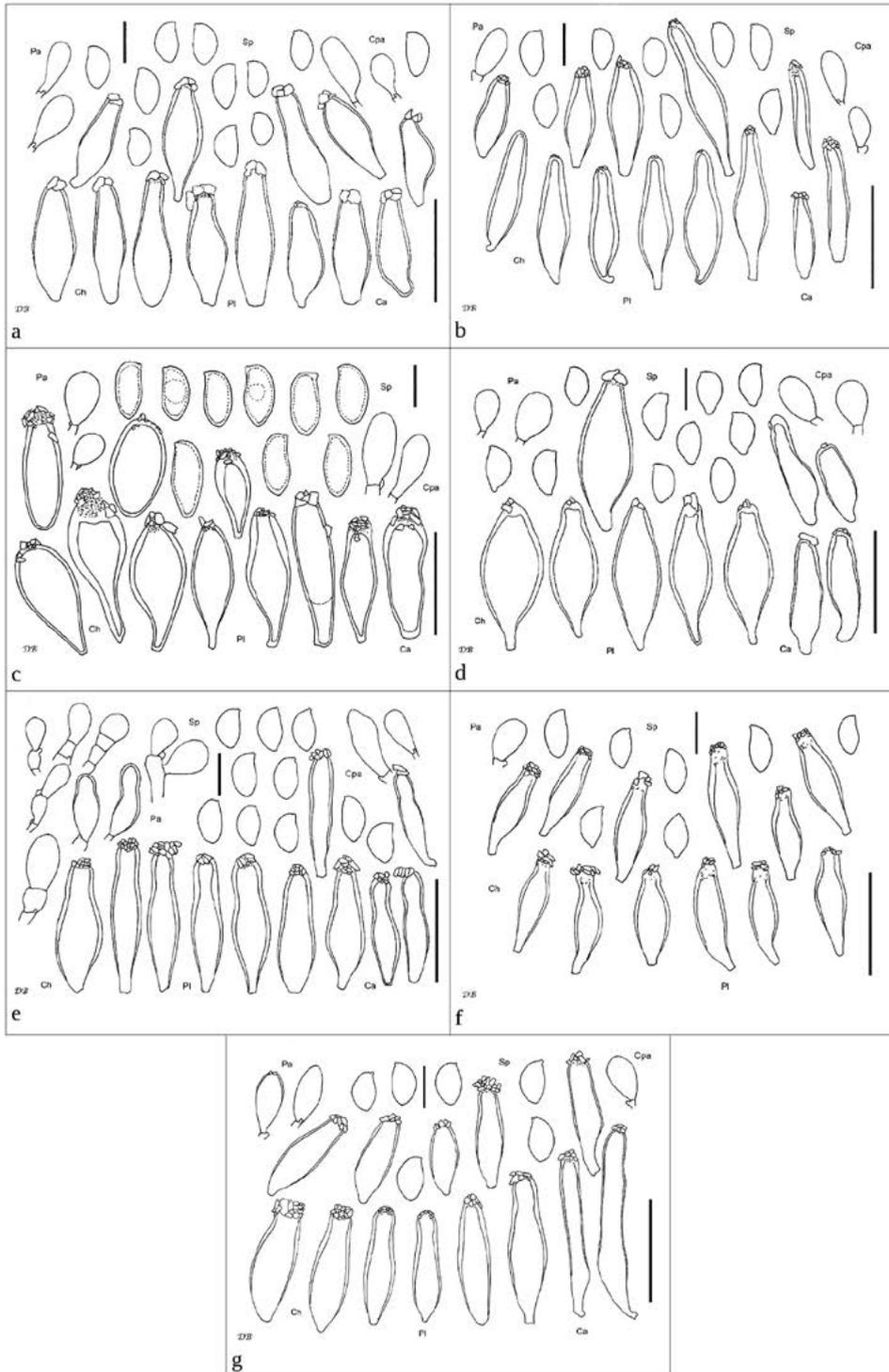


Abb. 6 a-f: a: *Inocybe alluvionis* (DB10-8-12-1, BAN224); b: *I. phaeoleuca* (DB17-9-11-1, BAN143); c: *I. serotina* (DB16-10-14-2); d: *I. splendens* (DB28-9-11-9, BAN231); e: *I. splendentoides* (DB4-10-13-1, BAN1839); f: *I. terrifera* (DB1-8-14-13); Maßstab: 1 cm.

Fotos: D. BANDINI

Abb. 7 a-g: Tafeln der mikroskopischen Merkmale von a: *Inocybe alluvionis* (DB10-8-12-1, BAN224); b: *I. phaeoleuca* (DB13-10-13-2, BAN466); c: *I. serotina* (DB19-9-11-1, BAN196); d: *I. splendens* (DB28-9-11-9, BAN231); e: *I. splendentoides* (DB4-10-13-1, BAN1839); f: *I. splendidissima* (Isotyp, XC99042207); g: *I. terrifera* (DB12-9-11-1, BAN105); Ca: Caulozystiden, Ch: Cheilozystiden, Cpa: Cauloparazystiden, Pa: Parazystiden, Pl: Pleurozystiden, Sp: Sporen; Maßstab bei Sporen: 10 µm, bei Zystiden: 50 µm.

Zeichnungen: D. BANDINI



Die Hymenialzystiden sind zumeist (sub)clavat, die Sporen sind mit im Durchschnitt $13,6 \times 6,9 \mu\text{m}$ ($n = 120$ von 3 Koll.) erheblich größer und breiter, sie sind dickwandiger und haben einen stumpfen Apex.

Zu erwähnen ist hier schließlich auch noch die von KUYPER (1986) zu einer Varietät von *I. splendens* herabgestufte *I. phaeoleuca* Kühner (Abb. 6b, 7b), die tatsächlich aber eine gute eigene Art, mit den oben genannten anderen Arten allerdings genetisch nicht eng verwandt ist. Sie unterscheidet sich von *I. heidelbergensis* durch einen gleichmäßig hell- bis dunkelbraunen oder fast schwarzbraunen meist lange glatten Hut mit mehr oder weniger graulicher Velipellis, die oft in der Hutmitte zu sehen ist. *Inocybe phaeoleuca* wächst an Wegrändern, bei Laub- und Nadelbäumen, überwiegend auf eher trockenen basischen Böden. Von Kühner wurde sie, wie *I. terrifera*, im Bois de Vincennes gefunden. Die Fruchtkörper sind oft eher schwächlig, die Sporen mit im Durchschnitt $10,4 \times 5,6 \mu\text{m}$ deutlich größer als die von *I. heidelbergensis* (vgl. auch KÜHNER 1955), und die Zystiden sind nie beinahe sackförmig.

Aufgrund der Synonymisierung mehrerer Arten der Gruppe in der deutsch- bzw. englischsprachigen Literatur lässt sich nicht sagen, wie häufig *I. heidelbergensis* in der Vergangenheit schon gefunden, aber nicht als eigene Art identifiziert wurde (KUYPER 1986, STANGL 1989). Mit dem französischsprachigen Schlüssel von Marcel Bon gelangt man in etwa nur zum Umfeld seiner eigenen Art *I. splendentoides*, also dürften auch bei den Nutzern dieses Schlüssels bisher keine Ideen von der Art *I. heidelbergensis* entwickelt worden sein (BON 1997). Hierzu passend wurde ein Fruchtkörper der *I. splendentoides* am selben Tag am Fundort der *I. heidelbergensis* gefunden. Eine Verwechslung der beiden Arten ist bei oberflächlicher Betrachtung also durchaus möglich. Künftige Funde werden hoffentlich weitere Details zum Bild der Art hinzufügen und etwa auch Aufschluss darüber geben, ob Weide tatsächlich ein konstanter Mykorrhiza-Partner ist und damit auch die Abgrenzung zu anderen Arten der Gruppe festigen.

Mit *I. terrifera* verwandt ist eine Art, deren Sequenz als „cf. *sororia*“ bezeichnet wurde (EU819474). Die Art wurde laut Angaben in der GenBank in den USA, in Western Wisconsin bei *Castanea dentata* gefunden. Bei *I. sororia* Kauffman handelt es sich allerdings um eine Art, die zum Subgenus *Inosperma*, Sektion *Rimosae* (Fr.) Sacc. gehört, mithin dünnwandige Cheilozystiden hat und mit den *Splendentes* also in keinem Zusammenhang steht. Die Sequenz UDB025523 unterscheidet sich durch 5 Basenpaare, 2 Sequenz-Motive und 4 weitere Gaps von der Sequenz von *I. serotina*.

Schlüssel zu den diskutierten Arten der Subsektion *Splendentinae*

Im folgenden Schlüssel werden die diskutierten Arten der Subsektion *Splendentinae* abgehandelt. Da wir *I. splendidissima* im Gegensatz zu allen übrigen Arten nicht aus eigener mehrfacher Anschauung kennen und in der Originalbeschreibung zwar Esche, Eiche und Hainbuche erwähnt werden, aber nichts von einem feuchten Habitat gesagt wird, schlüsseln wir sie zweimal aus. Der Schlüssel ist im Hinblick auf das Gesagte also als provisorisch anzusehen.

- 1 Habitat Dünen mit Kriechweide, Sporen im Durchschnitt $> 13 \mu\text{m}$ lang,
Zystiden (sub)clavat..... *Inocybe serotina*
- 1* Habitat nicht Dünen mit Kriechweide, Sporen im Durchschnitt $< 13 \mu\text{m}$ lang,
Zystiden nicht (sub)clavat..... 2
- 2 Habitat feucht (z.B. feuchte Senken, Gewässerufer, Sümpfe, Auwälder)..... 3
- 2* Habitat eher trocken oder nicht besonders feucht (Parks, Wegränder in
Wäldern mit Laub- und Nadelbäumen etc.) 6
- 3 Habitat stets mit Weide, Hutrand bei älteren Fruchtkörpern deutlich am Rand
abgefasert/abfasernd, Parazystiden oft kettig *Inocybe splendentoides*
- 3* Habitat bei Weiden oder anderen Gehölzen, Hutrand nicht deutlich
am Rand abgefasert, Parazystiden nicht kettig 4
- 4 Hut, zumindest bei jungen Fruchtkörpern, mit auffällig viel weißlich-silbergrauer
Velipellis in der Hutmitte (Zweifarbigkeit!) *Inocybe alluvionis*
- 4* Hut auch bei jungen Fruchtkörpern mit nur dünnen Velipellis-Resten 5
- 5 Stiel bei älteren Fruchtkörpern deutlich gelblich, Stielbasis knollig, Hymenial-
zystiden meist (sub)fusiform, Sporen im Durchschnitt $> 10 \mu\text{m}$, $Q = 1,9$
..... *Inocybe splendidissima*
- 5* Stiel bei älteren Fruchtkörpern nicht deutlich gelblich, Hymenialzystiden
überwiegend (sub)zylindrisch, (sub)utriform oder beinahe „sackförmig“,
Sporen im Durchschnitt $< 10 \mu\text{m}$, $Q = 1,7$ *Inocybe heidelbergensis*
- 6 Hut zumeist gelblich-ockerlich, oft deformiert..... *Inocybe terrifera*
- 6* Hutfarbe nicht gelblich-ockerlich, nicht oft deformiert..... 7
- 7 Hut meist einheitlich hellbraun bis schwarzbraun, Stiel sehr lange fast reinweiß,
junge Fruchtkörper mit graulicher Velipellis in Hutmitte, Stielbasis meist
nicht deutlich knollig *Inocybe phaeoleuca*
- 7* Hut meist nicht einheitlich hellbraun bis schwarzbraun, sondern braun mit
Rot-, bzw. Orange- und/oder Violettönen, junge Fruchtkörper
nicht mit graulicher Velipellis in Hutmitte, Stielbasis meist deutlich knollig..... 8
- 8 Hutfarbe braun mit Rottönen, Hymenialzystiden im Durchschnitt
 $52 \times 14 \mu\text{m}$; Sporenbreite im Durchschnitt $5,2 \mu\text{m}$ *Inocybe splendidissima*
- 8* Hutfarbe braun mit Orange-, Rot-, bzw. Violettönen, Hymenialzystiden
 $65 \times 21 \mu\text{m}$; Sporenbreite im Durchschnitt $6,0 \mu\text{m}$ *Inocybe splendens*

Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich bei Xavier Carteret und Patrick Reumaux für die Zusendung eines Stückchens vom Isotyp von *I. splendidissima* sowie bei Matthias Dondl für die Zusendung einer Aufsammlung von *I. pelargonium*. Die Erstautorin bedankt sich schließlich sehr herzlich bei Tobias Wütz vom Regierungspräsidium in Karlsruhe für die Erlaubnis, in der Sandgrube Grafenrain ebenso wie in allen übrigen Naturschutzgebieten des Regierungsbezirks Karlsruhe *Inocyben* zu sammeln (Aktenzeichen 55-8841.03).

Literatur

- BANDINI D, CHRISTAN J, EBERHARDT U, PLOCH S, TAHIR A, OERTEL B, THINES M (2017) *Inocybe sphagnophila* sp. nov., eine neue Art der höckersporigen Untersektion *Napipedinae* der Gattung *Inocybe* (Agaricales), *Mycologia Bavarica* 18: 11-34
- BANDINI D, OERTEL B, PLOCH S, ALI T, VAURAS J, SCHNEIDER A, SCHOLLER M, EBERHARDT U, THINES M (2019) Revision of some central European species of *Inocybe* (Fr. : Fr.) Fr. subgenus *Inocybe*, with the description of five new species, *Mycological Progress* 18: 247-294 (publ. online 24.10.2018, <https://doi.org/10.1007/s11557-018-1439-9>)
- BON M (1990) Flore mycologique du littoral (6 - *Inocybe*, 2). *Doc Mycol* 20(79): 61–67
- BON M (1997) Clé monographique du genre *Inocybe* (Fr.) Fr. (2ème partie). *Doc Mycol* 27(108): 1–77
- CARTERET X, REUMAUX P (2001) „Briciole“ sulle *Inocybe*. *Bollettino del Gruppo Micologico G. Bresadola - Nuova Serie* 44 (3): 15-38
- CONSIGLIO G, FRANCHI P, MARCHETTI M (2014) Studi sul genere *Inocybe*, prima parte, Specie interessanti dell' Erbario AMB - 2. *Riv Micologia* 57: 9–57
- HEIM R (1931) Le genre *Inocybe*, *Encyclopédie Mycologique*, vol 1, 2nd edn. Lechevalier, Paris
- HOLMGREN PK, HOLMGREN NH, BARNETT LC (1990) *Index Herbariorum*, 8th edn. Botanic Garden, New York
- KATO H, ROZEWICKI J, YAMADA KD (2017) MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics* bbx108.
- KROPP BR, MATHENY PB, NANAGYULYAN SG (2010) Phylogenetic taxonomy of the *Inocybe splendens* group and evolution of supersection „*Marginatae*“. *Mycologia* 102: 560–573
- KÜHNER R (1955) *Inocybes léiosporés cystidiés, espèces nouvelles ou critiques*. *Bull Société Naturalistes Oyonnax* 9, Mémoire hors-sér 1 [reprint: Kühner R, Romagnesi H (1977) *Compléments à la „Flore analytique“*. Cramer, Vaduz, pp 185–277]
- KUYPER TW (1986) A revision of the genus *Inocybe* in Europe. I. Subgenus *Inosperma* and the smooth-spored species of subgenus *Inocybe*. *Persoonia Suppl* 3(1): 1–247
- LUDWIG E (2017) *Pilzkompandium*, vol 4 (parts 1 & 2). Fungicon, Berlin
- MUNSELL O (2009) *Soil Color Charts*. X-Rite, Grand Rapids
- PICÓN GONZÁLES RM (2008) Macromicetos de las dunas del litoral cantábrico III. *ZIZAK* 5: 45–73 (<http://www.micologiaportugalete.com/zizak-5/>)
- STANGL J, VESELSKÝ J (1976) *Inocybe abietis* Kühner und irgend welche der nächst Verwandten (Beiträge zur Kenntnis seltenerer *Inocyben* Nr. 7). *Česká Mykol* 30: 65–80 & pl 90

STANGL J (1989) Die Gattung *Inocybe* in Bayern. *Hoppea* 46: 5–388

TAMURA K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, and Kumar S (2013) MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725–2729

VELLINGA EC (1988) Glossary. In: Bas C, Kuyper TW, Noordeloos ME, Vellinga EC (eds) *Flora Agaricina Neerlandica*, vol 1. Balkema, Rotterdam & Brookfield, pp 54–64



Ditte Bandini

Beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Gattung *Inocybe*.



Bernd Oertel

Beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Systematik der Braunsporer, besonders mit den Gattungen *Cortinarius* und *Inocybe*.



Marco Thines

arbeitet über die Evolution, Ökologie und Taxonomie von Oomyceten und Kleinpilzen, insbesondere von obligaten Pflanzenparasiten



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: 2019

Band/Volume: [85_2019](#)

Autor(en)/Author(s): Bandini Ditte, Oertel Bernhard, Ploch Sebastian, Thines Marco

Artikel/Article: [Inocybe heidelbergensis, eine neue Risspilz-Art der Untergattung Inocybe 195-213](#)