

Ramaria kafaensis spec. nov. (Gomphales, Basidiomycetes) – eine neue Korallenpilzart aus den Nebelwäldern Äthiopiens

ANDREAS GMINDER, SEBASTIAN PLOCH, SYLVIA HEIDEMANN, HABTAMU DERIBE BEKILA, MARCO THINES & JOSEF CHRISTAN

GMINDER A, PLOCH S, HEIDEMANN S, DERIBE BEKILA H, THINES M, CHRISTAN J (2020) *Ramaria kafaensis* spec. nov. (Gomphales, Basidiomycetes) - a new coralloid fungus species from the cloud forests of Ethiopia. *Zeitschrift für Mykologie* **86/2**:211-228.

Abstract: *Ramaria kafaensis* spec. nov., a hitherto undescribed species from coffee forests of Ethiopia is introduced on the basis of fruit body morphology, microscopical characteristics and ITS-based phylogenetics. Phylogenetics and the bluish-grey reaction on TL4 indicate a close relationship to the monotypic genus *Schildia*. However, the new species is described in the genus *Ramaria* as the generic delimitation within the *Gomphales* seems far from being resolved. *Ramaria kafaensis* spec. nov. is characterised by unique crystal needles in the hyphae of the basal mycelium and rhizomorphs.

Keywords: Basidiomycota, Gomphales, *Ramaria kafaensis*, afroontane cloud forests

Zusammenfassung: *Ramaria kafaensis* spec. nov., eine bislang unbeschriebene Art aus den Kaffee-Wäldern Äthiopiens wird makroskopisch wie mikroskopisch sowie mittels ITS-barcoding vorgestellt. Obwohl phylogenetische Rekonstruktionen und die graubläuliche Verfärbung mit TL4 eine nahe Verwandtschaft zur monotypischen Gattung *Schildia* nahelegen, wird die neue Art in der Gattung *Ramaria* beschrieben, da uns die infragenerische Gliederung der *Gomphales* noch ungenügend geklärt scheint. *Ramaria kafaensis* zeichnet sich durch bislang einzigartige Kristallnadeln in den Hyphen des Basalmyzels und der Rhizomorphen aus.

Schlüsselwörter: Basidiomycota, Gomphales, *Ramaria kafaensis*, Afroontane Nebelwälder

Einleitung

Äthiopien gilt sowohl als Biodiversitäts-Hotspot, als auch als eines von acht Genzentren für Kulturpflanzen weltweit [„Vavilov-Zentren“, z.B. VAVILOV (1992), HUMMER (2015)]. Während der größte Teil des Landes zum Biodiversitäts-Hotspot

Anschriften der Autoren: Andreas Gminder, Claustorwall 24, D-38640 Goslar, andreas@mollisia.de (korrespondierender Autor); Dr. Sebastian Ploch, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main; Sylvia Heidemann, Claustorwall 24, D-38640 Goslar; Habtamu Deribe Bekila, Bonga University, College of Agriculture and Natural Ressource, Dept. of Plant Science, P.O. Box 334, Bonga (Ethiopia); Dr. Marco Thines, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am Main; Josef Christan, Wiesbachhornstr. 8, D-81825 München, Josef.Christan@gmail.com

„Horn of Africa“ gehört, zählt der montane Westen und Südwesten zum Hotspot „Eastern Afromontane“ (MITTERMEIER et al. 2005). Das Land beherbergt ca. 7.000 Pflanzenarten, von denen ca. 850 endemisch sind (TADEG et al. 2005). Es ist daher sehr zu erwarten, dass die Diversität der Pilze in Äthiopien hoch sein wird. Das Verhältnis Pflanzenarten zu Pilzarten wird auf 1:5 bis 1:6 geschätzt und ist in den Tropen eher noch höher (z.B. HAWKSWORTH 2001). Damit erreicht Äthiopien eine zu erwartende Anzahl von etwa 40.000 – 50.000 Pilzarten, wobei der Anteil an endemischen Arten analog dem der Pflanzen sein dürften. Insbesondere in den letzten noch existierenden natürlichen Berg-Nebelwäldern sind noch viele unbekannte Pilzarten zu erwarten.

Im Dezember 2014 und August 2019 organisierte der NABU Deutschland eine Inventarisierung der einzigartigen Flora, Fauna und Funga der Kafa-Region, ein UNESCO Biosphären-Reservat seit 2010 (UNESCO 2020) und vor allem als Ursprungsregion des Arabica-Kaffees bekannt. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Auffinden von wertgebenden Arten der feuchten Nebelwälder mit *Coffea arabica* L. und der montanen Bambuswälder mit *Yushania alpina* (K. Schum.) W.C. Lin gelegt. Lediglich 3 % der ursprünglichen Waldfläche ist erhalten geblieben und der Druck durch die expandierende Bevölkerung auf das Gebiet ist immens. Für beide Waldtypen wird das Fehlen von Ektomykorrhiza bildenden Pilzarten als kennzeichnend angesehen, da bei insgesamt 20 Exkursionen in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten keine der rund 200 gefundenen Boden bewohnenden Arten als Ektomykorrhiza bildend bekannt wären oder aufgrund der Verwandtschaft eine solche Verbindung zu vermuten wäre. Auch KOST (2002) fand in Kenia in entsprechenden Waldtypen keine Mykorrhizapilze.

Im Rahmen der Exkursion wurde ein koralloider Pilz gefunden, der bereits makroskopisch eine Zugehörigkeit zur Gattung *Ramaria* Fr. ex Bonord. erwarten ließ, aber Merkmalskombinationen aufwies, die mit keiner beschriebenen Art der Gattung übereinstimmten. Ziel dieser Untersuchung war es, die Identität des Pilzes zu klären und diesen gegebenenfalls als neue Art zu beschreiben.

Material und Methoden

Molekularphylogenie

Aus dem bei 30° C mittels Trockenapparat getrockneten Material wurde ein ca. 1 mm³ großes Stück zur Extraktion der DNA verwendet. Die DNA wurde mittels eines Mag-Bind Plant DNA DS 96 Kit (Omega Bio-tek Inc., Norcross, USA) und einem KingFisher Flex Extraktionsroboter (Thermo Fisher Scientific, Waltham, USA) nach Herstellerangaben extrahiert. Die Amplifikation der ITS-Region wurde mit den Primern ITS1-F und ITS4-B (GARDES & BRUNS 1993) durchgeführt, wobei die Reaktionsbedingungen wie folgt definiert wurden: 1x Mango Taq Puffer, 200 µM dNTPs, 2 mM MgCl₂ und 0,375 U Mango-Taq Polymerase (Bioline, Luckenwalde, Deutschland) sowie 400 µM beider Primer und 0,8 mg/ml⁻¹ Rinderserumalbumin

(Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) und 0,5 µl des DNA-Eluates. Die PCR wurde in einem Eppendorf Mastercycler ProS durchgeführt. Das auf GARDES & BRUHNS (1993) basierende, modifizierte PCR-Programm ist in Tab. 1 angegeben. Die Sequenzierung der PCR-Fragmente wurde im Laborzentrum des Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrums (SBIK-F, Frankfurt am Main, Deutschland) mit den Primern ITS1 und ITS4 (WHITE et al. 1990) durchgeführt. Die resultierenden, bidirektionalen Sequenzen wurden mittels Geneious (vers. 6.0.6) zusammengefügt und der Datensatz mit Sequenzen aus der NCBI-GenBank ergänzt (Tab. 2). Anschließend wurden die Sequenzen mit muscle (EDGAR 2004) aliniert. Die phylogenetischen Berechnungen wurden mittels RAXML über den Trease Webserver (MISHRA et al. 2020, <http://www.thines-lab.senckenberg.de/trease/>) unter Verwendung der Standardparameter und mittels Minimum Evolution (Tamura-Nei-Modell und Pairwise deletion) mit dem Programm Mega7 (KUMAR et al. 2016) durchgeführt.

Tab. 1.: PCR-Programm

PCR-Programm modifiziert nach GARDES & BRUHNS (1993). Die Annealingtemperatur wurde für die angegebenen Zyklen reduziert, während parallel die Elongationszeit erhöht wurde.

Schritt	Temperatur	Zeit	Zyklen
Initiale Denaturierung	96°C	85 s	
Denaturierung	96°C	35 s	1-13 / 14-26 / 27-35
Annealing	62°C / 61°C / 60°C	55 s	
Elongation	72°C	30 s / 45 s / 60 s	
Finale Elongation	72°C	240 s	
Lagerung	10°C	Halten	

Tab. 2.: Liste der für den phylogenetischen Baum benutzten Taxa

GenBank-Zugangsnummern, Herkunft und zugehörige Quellen werden angeführt. Typuskollektionen (Holo-, Iso-, Lecto- oder Epitypus) sind fett gedruckt. Neu generierte Sequenzen sind mit * gekennzeichnet.

Art	ITS Akz.-Nr.	Herbar-nummer	Land	Erst-veröffentli- chung
<i>Clavariadelphus sachalinensis</i>	EU624410	-	USA	GORDON (unpubl.)
<i>Clavariadelphus</i> cf. <i>truncatus</i>	MN202791	Mush. Obs. 291428	USA	CLEMENTS (unpubl.)
<i>Gautiera</i> sp.	KC152098	GO-2009-207	Mexiko	GARIBAY et al. (unpubl.).

Art	ITS Akz.-Nr.	Herbar-nummer	Land	Erst-veröffentli- chung
Gautieria xinjiangensis	NR_153450 (= JX860192)	HMJAU 6009	China	BAU & LIU (2013)
<i>Gomphus clavatus</i>	EU118628	EL 64/03 (GB)	Schweden	LARSSON (2007)
<i>Hallingea</i> cf. <i>purpurea</i>	MH930247	MES-2500	Chile	MUJIC & SMITH (unpubl.)
<i>Hydnocristella himantia</i>	KY769580	2543	Russland	VINER & KOKAEVA (unpubl.)
<i>Hysterangium</i> sp.	JN022511	SOC1306	USA	FRANK & SOUTHWORTH (unpubl.)
<i>Kavinia alboviridis</i>	GQ981505	KM82737	?	BIDARTONDO & DORING (unpubl.)
<i>Lentaria patouillardii</i>	AJ292290	MA-Fungi 48032	Spanien	DANIELS et al. (unpubl.)
<i>Phaeoclavulina flaccida</i>	MN992241	MQ18R020- QFB30103	Kanada	LANDRY & BERUBE (unpubl.)
<i>Ramaria abetonensis</i>	NR_155721 (= KT357472)	MCVE 28638	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2015)
<i>Ramaria apiculata</i>	MK779797	AMB 17576	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (unpubl.)
<i>Ramaria apiculata</i>	MF288927	AMB 18207	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (unpubl.)
<i>Ramaria apiculata</i>	AJ408385	MA-Fungi 48064	Spanien	DANIELS et al. (unpubl.)
<i>Ramaria araiospora</i>	KY354758	OSC 134758	USA	GORDON (unpubl.)
<i>Ramaria atkinsonii</i> aff.	KJ655560	TENN 069160	USA	PETERSEN et al. (unpubl.)
<i>Ramaria barenthalsensis</i>	MK493039	AMB 17386	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2019)

Art	ITS Akz.-Nr.	Herbar-nummer	Land	Erst-veröffentli- chung
<i>Ramaria clavodistalis</i>	NR_137861 (= KJ416132)	TENN 69095	USA	PETERSEN et al. (2014)
<i>Ramaria cystidiophora</i>	EU597077	UBCOGTR0419s	Kanada	JONES et al. (2008)
<i>Ramaria flava</i>	KY626146	ZT Myc 55613	Deutschland	FRANCHI & MARCHETTI (2019)
<i>Ramaria flava</i>	MK557953	AMB 17841	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (unpubl.)
<i>Ramaria flava</i>	MK578702	JLH MyCoPortal 6604751	USA	RUSSELL & HORMAN (unpubl.)
<i>Ramaria flavescentoides</i>	MG760618	LAHMH1789.1	Pakistan	HANIF et al. (2019)
<i>Ramaria flavigelatinosa</i>	AJ408357	MA-Fungi 48083	Spanien	DANIELS et al. (unpubl.)
<i>Ramaria flavosalmonicolor</i>	KY626135	ZT Myc 54973	Schweiz	FRANCHI & MARCHETTI (unpubl.)
<i>Ramaria gelatiniaurantia</i> var. <i>violeitingens</i>	KX574475	WTU-F-063053	USA	GORDON (unpubl.)
<i>Ramaria gracilis</i>	KY354745	OSC 112168	USA	GORDON (unpubl.)
<i>Ramaria gracilis</i>	JX310399	OSC 134659	USA	GORDON (unpubl.)
<i>Ramaria gracilis</i>	MK791724	AMB 17580	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (unpubl.)
<i>Ramaria ignicolor</i>	AJ408386	MA-Fungi 47978	Spanien	DANIELS et al. (unpubl.)
<i>Ramaria kafaensis</i> *	MT542981	FR-0246021	Äthiopien	
<i>Ramaria magnipes</i>	MK493040	WTU 063057	USA	FRANCHI & MARCHETTI (2019)

Art	ITS Akz.-Nr.	Herbar-nummer	Land	Erst-veröffentli- chung
<i>Ramaria pallidosaponaria</i>	MK493041	AMB 17469	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2019)
<i>Ramaria pinicola</i>	DQ365649	isolate 139.1	USA	DUNHAM et al. (2007)
<i>Ramaria primulina</i>	MK493043	AMB 17480	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2019)
<i>Ramaria pseudoflava</i>	MK493045	AMB 17390	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2019)
<i>Ramaria rubribrunnescens</i>	KT307882	CB08392	Mexiko	GARIBAY (unpubl.)
<i>Ramaria sandaracina</i> var. <i>sandaracina</i>	EU525992	OSC 1064136	USA	SMITH et al. (2002)
<i>Ramaria sanguinea</i>	AJ408373	MA-Fungi 48080	Spanien	DANIELS et al. (unpubl.)
<i>Ramaria sanguinea</i>	KY626161	AMB 18206	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2019)
<i>Ramaria stricta</i>	DQ367910	OUC 97191	Kanada	DURALL et al. (2006)
<i>Ramaria verlotensis</i>	KX574480	WTU-F-063047	USA	GORDON (unpubl.)
<i>Schildia sancti-luxurii</i>	NR_154421 (= KT357473)	MCVE 28639	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2015)
<i>Schildia sancti-luxurii</i>	KT357474	Marchetti & Franchi n. 141120/IR	Italien	FRANCHI & MARCHETTI (2015)

Morphologische und chemische Charakterisierung

Die makroskopische Beschreibung einschließlich der chemischen Reaktionen (außer TL4) erfolgte anhand von Frischmaterial am Tag des Sammelns. Die Farbangaben entsprechen der Farbtabelle in CHRISTAN (2008: 352).

Ein Beleg des Pilzes wurde im Herbarium Senckenbergianum in Frankfurt am Main (internationale Kodierung FR) unter der Nummer FR-0246021 abgelegt.

Die mikroskopischen Merkmale wurden von Herbarmaterial unter Verwendung eines Olympus BX40 (Plan-Objektive 10x, 40x und 100x Öl, Unendlichoptik) und eines Olympus CHT (Plan-Objektive 10x, 40x und 100x Öl, sowie Zeiss 40x Öl), umgerüstet auf LED-Beleuchtung, erhoben. Hierzu wurde ein Fruchtkörperfragment zunächst in KOH aufgequollen, dann mit Kongorot gefärbt. Präparate in BWB (Färbung des Sporenornamentes) und in Melzers (Test auf Amyloidität) wurden nicht mit KOH vorbehandelt. Die gesehenen Merkmale wurden frei Hand gezeichnet, teilweise auch mit einer Einsteckkamera (Fa. Breuckhoven, 5 MP) fotografiert.

Die Sporenmaße wurden mit SMAFF (WILK 2012) auf ihre Normalverteilung getestet und die absoluten Werte sowie das 95%-Konfidenzintervall berechnet.

Folgende Chemikalien wurden für die Charakterisierung verwendet:

Baumwollblau (0,5 % in 90 % Milchsäure aq.); FeSO_4 = Eisensulfat (10 % in wässriger Lösung mit einigen Tropfen H_2SO_4 konz. zur Stabilisierung); Guajak (5 % gelöst in 80 % Ethanol aq.); KOH (3 % in wässriger Lösung für die Mikroskopie, 20 % in wässriger Lösung für makrochemische Reaktionen); Kongorot (ca. 0,7 % gelöst in 10 % Ammoniak aq.); TL4 = Thalliumoxyd-Lösung nach HENRY (AZEMA 1986); Melzers Reagenz (nach CLÉMENÇON 2009).

Ergebnisse

Molekularphylogenie

Die phylogenetische Analyse der ITS-Genregion zeigte keine signifikanten Unterschiede in den Topologien zwischen den beiden verwendeten Berechnungsmethoden. Der phylogenetische Baum auf Basis der Maximum Likelihood Rekonstruktion ist in Abb. 1 dargestellt. Der untersuchte Pilz gruppiert mit maximalem Support in beiden Analysen mit zwei Referenzsequenzen von *Schildia sanctiluxurii* Franchi & M. Marchetti, trennt sich aber mit deutlicher genetischer Distanz von diesen ab.

Morphologische und chemische Charakterisierung

Fruchtkörper (Abb. 2) jung 5-7 cm hoch, ausgewachsen bis 12 cm hoch und 8 cm breit; Mycel in stark mit Mulm durchsetztem Boden, daher unklar ob terricol oder lignicol. **Strunk** 1,5-1,9 x 0,8 cm, zylindrisch bis leicht konisch, dem restlichen Fruchtkörper gleichfarben orangeocker (Y50-55 M25-30), fein samtig überzogen, ohne Astansätze. **Äste** rund, voll, gerade oder wenig verbogen, mehrfach verzweigt; Astgabelungen ausgewachsen deutlich U-förmig abgerundet, meist zweifach, zur Spitze hin selten dreifach aufgeteilt, Astabschnitte nach oben hin kürzer werdend; Astenden fein spitz, in der Reife etwas abgestumpft. **Astfarben** bei jungen wie älteren Fruchtkörpern im gesamten einheitlich orangeocker (Y50-55 M25-30), basal mit leichter fleischfarbener Tönung (Y50 M45), in den Astspitzen etwas reiner gelbocker (Y60 M20). **Trama** (Abb. 3) orangeocker (Y65-70 M40-45),

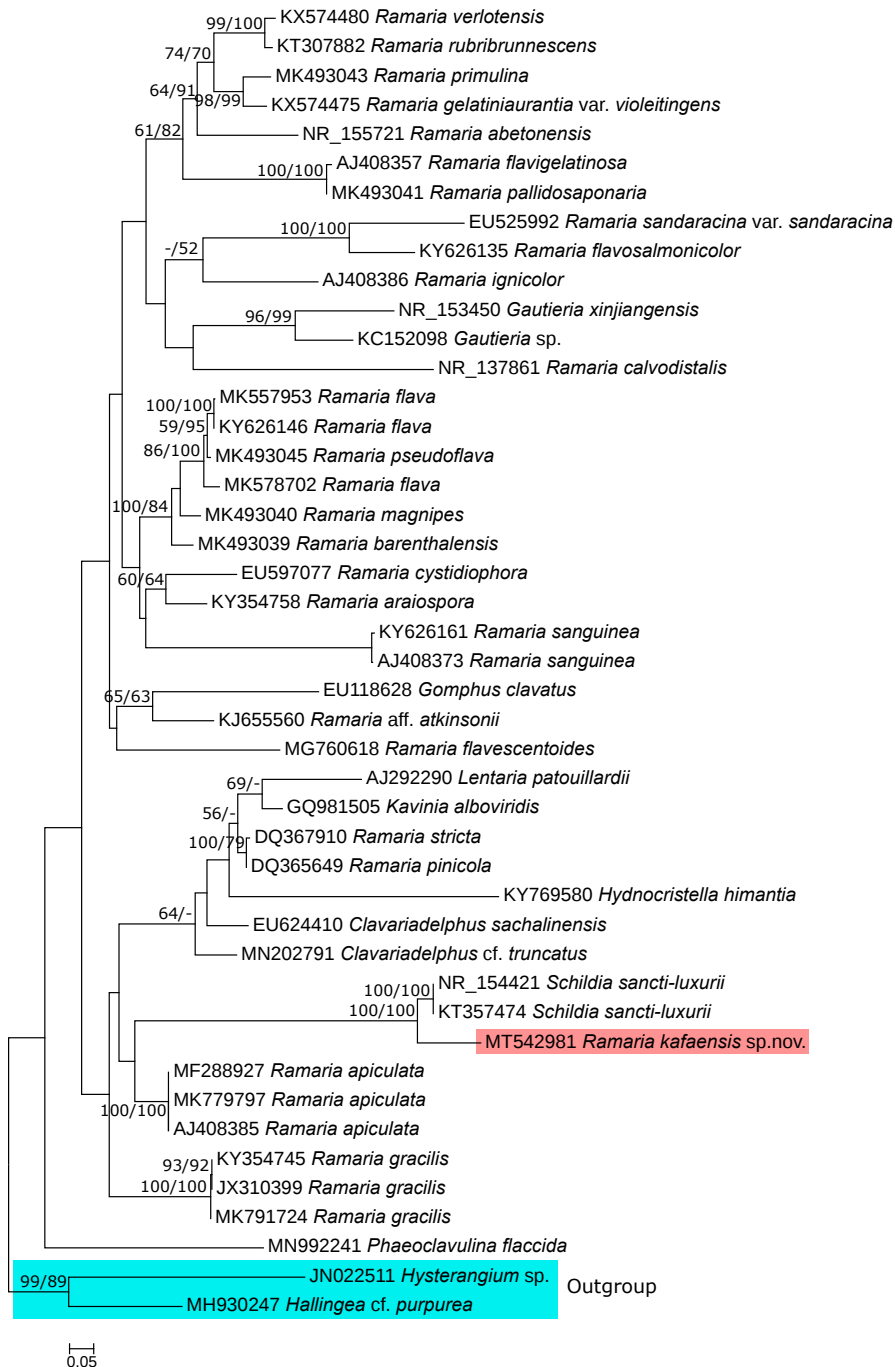


Abb. 1: Phylogenetischer Baum der ITS-Region von Arten der Gomphales basierend auf der RAxML-Methodik gewurzelt mit zwei Spezies der Hysterangiales. Die Zahlen an den Knoten repräsentieren RAxML- und Minimum Evolution-Bootstrapwerte.

im gleichen Farbton wie die Äste gefärbt aber etwas intensiver, in den oberen Ästen im Mark heller, ohne Verfärbung bei Anschnitt. **Geschmack** nicht getestet. **Geruch** uncharakteristisch. **Basalmycel/Rhizomorphen** weißlich, keine auffallenden Myzelstränge.

Makrochemische Reaktionen (Abb. 4): FeSO_4 auf den Ästen und in der Trama graugrün. KOH 20 % auf den Ästen orange, in der Trama deren ockerliche Färbung deutlich intensivierend. Guajak auf den Ästen und in der Trama stark positiv, innerhalb von wenigen Sekunden tief blaugrün. Mit TL4 am Exsikkat schmutzig grünlich-violettgrau auf den Ästen und im Fleisch (nicht abgebildet).

Sporen (Abb. 5) $7,6\text{--}8,69\text{--}10,5$ ($-11,2$) $\times$ $2,6\text{--}3,13\text{--}3,5$ μm , 95%-Konfidenzintervall $7,4\text{--}10,0 \times 2,7\text{--}3,6$ μm , $Q_m = 2,4\text{--}2,79\text{--}3,3$ (60 Sporen aus zwei Fruchtkörpern, normalverteilt); im Profil langgezogen-ellipsoid mit oft deutlicher supraapikularer Depression, gelegentlich gibt es Sporenformen mit dorsalem oder deutlich ausgezogenem Apikalbereich (länglich tropfenförmig), Oberfläche in BWB mit cyanophilem, zerstreut-warzigem Ornament, mit stumpfen Warzen unterschiedlicher Form und Größe, gelegentlich zu sehr kurzen Wülsten verlängert. Das Ornament tritt erst bei völlig ausgereiften Sporen richtig hervor und wirkt bei unreifen Sporen eher dicht spitzwarzig. **Basidien** (Abb. 6a) $55\text{--}62 \times 8\text{--}9$ μm , langgestielt-keulig, farblos, viersporig, mit Schnallen; Sterigmen 5–6 μm lang. **Hyphen** (Abb. 6b) in den Ästen und im Strunk monomitisch, 3–9 μm breit, farblos, Wände dünn, stellenweise bis ca. 0,2 μm verdickt; gelegentlich mit ampulliformen Septenübergängen ohne Ornament. Schnallen gut zu sehen, nur teilweise vorhanden. **Basalmycel** (Abb. 7a) Hyphen verschlungen 3–5 μm breit, dünnwandig, mit aufgeblasenen Bereichen bis 8 μm Breite, teilweise ampulliforme Septenübergänge ohne Inhalt (nicht abgebildet); mit zerstreuten gestielt-kopfigen Auswüchsen mit 4–6 μm breitem Kopf die in KOH 3 % etwas gelblich glänzen. **Rhizomorphen** (Abb. 7b) monomitisch, in der äußeren Schicht ummantelt mit von einer kristallinen Schicht umgebenen Hyphen, die in hohle, bis zu 100 μm lange Kristallnadeln auslaufen. Dazwischen sind einzelne gelbbraunliche, lichtbrechende Hyphen mit kopfigem Apex zu sehen. Hyphen in der Tiefe 2–6 μm breit, glatt, dünnwandig, farblos, etwas verschlungen bis fast parallel; mit ampulliformen Septenübergängen (dünnwandig, ohne Ornament); mit Schnallen.

Vorkommen: terrestrisch oder Streuhorizont mit mulmigen Holzanteilen, afro-montaner immergrüner Primär-Regenwald mit *Coffea arabica* im Unterwuchs, stellenweise leicht beeinträchtigt durch Sammler von Wildkaffee, Begleitbäume u.a. *Millettia ferruginea* (Hochst.) Baker, *Olea welwitschii* (Knobl) Gilg & Schellenb. und *Scheffleria abyssinica* (Hochst. ex A. Rich) Harrms (vgl. auch LESSMEISTER et al. 2017), begleitende Pilzarten u.a. *Clavaria* cf. *fragilis* Holmskj. : Fr., *Geoglossum* spp. und *Hygrocybe* aff. *conica* (Schaeff. : Fr.) P. Kumm.



Abb. 2: *Ramaria kafaensis*, Standortaufnahme

Foto: A. GMINDER



Abb. 3: *Ramaria kafaensis*, Schnitt durch den Strunk, die nicht verfärbende, orangeockerfarbene Trama zeigend

Foto: A. GMINDER



Abb. 4: *Ramaria kafaensis*, Reaktion der Astoberfläche mit FeSO_4 (oben), Guajak (Mitte) und KOH 20 % (unten)

Foto: A. GMINDER

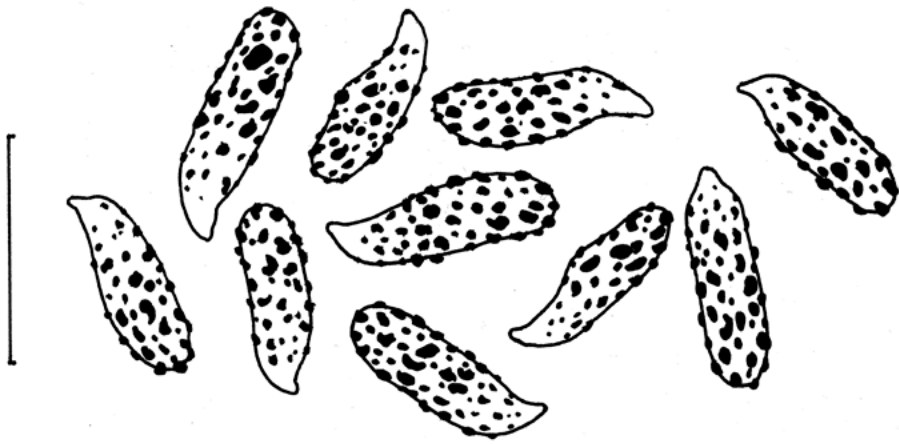


Abb. 5: *Ramaria kafaensis*, Sporen. Der Messstrich entspricht jeweils 10 µm

Zeichnung: S. HEIDEMANN

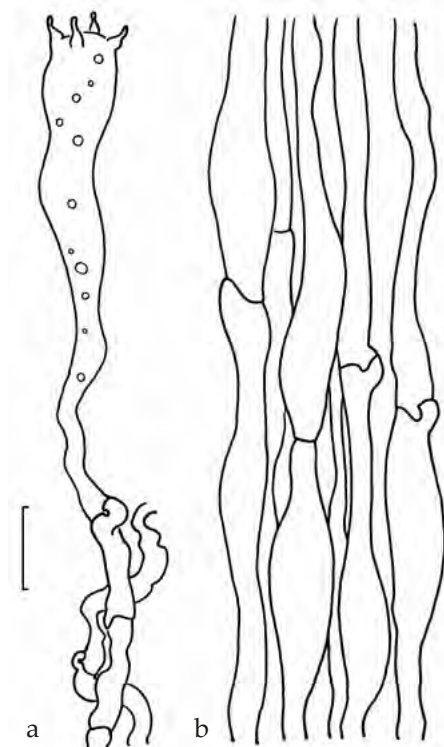


Abb. 6: *Ramaria kafaensis*, a) Basidie mit Basalschnalle, b) Hyphen der Ast-Trama, teils mit Schnalle. Der Messstrich entspricht jeweils 10 µm

Zeichnung: S. HEIDEMANN

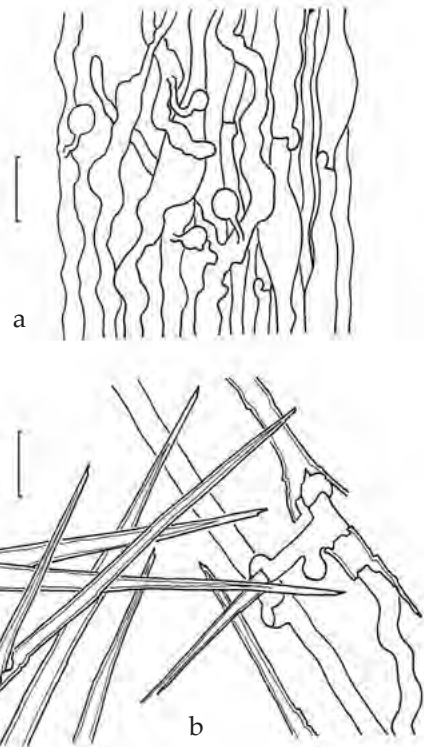


Abb. 7: *Ramaria kafaensis*, a) Hyphen des basalen Myzelfilzes, teils mit Schnalle und mit knapfigen Auswüchsen, b) Hyphen des Myzels, mit kristalliner Ummantelung Nadelspitzen. Der Messstrich entspricht jeweils 10 µm

Zeichnung: S. HEIDEMANN

Untersuchte Kollektion

Äthiopien, Southern Nations, Nationalities and People's Region (SNNPR), Kafa Biospärenreservat, 25 km WNW Bonga, WushWush, Komba Forest (7° 18' 31'' N, 36° 04' 72'' E), 1900 m NN, immergrüner afromontaner Nebelwald mit u.a. *Coffea arabica*, 4.8.2019, leg. H. Deribe & A. Gminder (= Holotypus, FR-0246021).

Isotypen dieser Kollektion befinden sich im Privatherbar des Erstautors unter der Nummer ETH-530, sowie mit gleicher Kennzeichnung an einem bislang nicht näher spezifizierten Aufbewahrungsort in Äthiopien.

Taxonomie

Da unser Fund auch morphologisch weder mit *Schildia sancti-luxurii* noch mit einer in der Literatur beschriebenen *Ramaria*-Art (im weiteren Sinne) identifiziert werden konnte (vgl. Diskussion unten), beschrieben wir sie im Folgenden als neu für die Wissenschaft. Darin bestärken uns insbesondere die einzigartigen Kristallnadeln an den Hyphen der Rhizomorphen, die so auffällig sind, dass sie sicherlich keinem Bearbeiter von Korallen entgangen wären.

Ramaria kafaensis Gminder & Christan spec. nov.

Registration number: MB 835476

Holotype: Deposited in the Herbarium Senckenbergianum (FR) under the accession number FR-0246021.

Diagnosis: Fruit bodies up to 12 cm high and 8 cm wide, ochraceous-orange, tips yellowish ochraceous. Base up to 2 cm high and 0.8 cm wide, concolorous. Branches ochraceous-orange, dichotomous. Trama concolorous, in the center of the branches slightly paler, no significant smell. Chemical reactions: greyish-green with FeSO_4 , immediately deep blue with Guajak, orange with KOH 20 %, dull greenish-grey with TL4.

Spores 7.6-10.5 (-11.2) $\times$ 2.6-3.5 μm , long-ellipsoid to cylindrical, rarely tear-shaped, with prominent supra-apicular depression, ornamented by low warts. Basidia 55-65 $\times$ 8-9 μm , four-spored, with basal clamps. Hyphae in trama smooth, thin-walled, 3-7 μm broad, parallel to slightly divergent, some with ampulliforme swelling at the septae, in basal mycelium thin-walled, clamped, irregularly swollen to 12 μm , sometimes with ampulliforme swellings without visible content, with scattered globose yellowish cells up to 6 μm in diam., end cells often surrounded by a crystalline amorphous matter forming long needle-like crystals up to 100 μm long and 4-5 μm broad.

Etymology: named after the type locality, the Kafa Biosphere Reserve.

Da die in der phylogenetischen Rekonstruktion nächststehende Art *Schildia sancti-luxurii* ist, wurde *Ramaria kafaensis* zunächst mit dieser bzw. der Gattung *Schildia*

verglichen. Die monotypische Gattung *Schildia* wurde von FRANCHI & MARCHETTI (2015) mit dieser einen Art innerhalb der *Gomphales* Jülich beschrieben. Nach den Autoren unterscheiden sich *Schildia* und *Ramaria* - neben genetischen Merkmalen der ITS - vor allem durch eine blaugraue Reaktion auf TL4 ersterer, die von keiner *Ramaria*-Art bislang bekannt sei. Dieses Reagenz ist aber aufgrund seiner starken Toxizität und schwierigen Herstellung selbst in Europa kaum in Benutzung. Amerikanische, asiatische und insbesondere tropische Arten sind sicherlich kaum einmal darauf getestet worden, so dass es verfrüht scheint, dies als Gattungsmerkmal heranzuziehen. Die von FRANCHI & MARCHETTI (2015) präsentierten molekularen Ergebnisse lassen unseres Erachtens nicht sicher erkennen, ob *Schildia sancti-luxurii* tatsächlich eine so deutlich getrennte eigene Linie innerhalb der polyphyletischen *Gomphales* bildet, dass eine eigene Gattung gerechtfertigt ist. Die Auflösung aller bislang publizierten Phylogenien der Gruppe ist nicht ausreichend, um auf die Verwandtschaftsverhältnisse auf Gattungsebene zu schließen. Die tatsächlichen Verwandtschaftsbeziehungen sind vermutlich nur mit einer Multi-Locus-Analyse einer großen Zahl von Taxa dieser Gruppe aufzulösen.

Die Einreihung von *Schildia* in die *Cantharellales* Gäum. (unter incertae sedis) durch HE et al. (2019), während gleichzeitig *Clavariadelphus* Donk, *Gomphus* Pers. und *Ramaria* in den *Gomphales* geführt wird, erscheint widersprüchlich und ist nach der momentanen Datenlage fraglich, auch wenn dies von INDEX FUNGORUM (2020) und MycoBANK (2020) so übernommen wurde. HE et al. (2019) haben für ihre Phylogenie drei Familien der *Gomphales* berücksichtigt, aber als Repräsentant der Ordnung *Cantharellales* nur die als incertae sedis geführte Gattung *Schildia*. Diese gruppiert eng mit *Clavariadelphus* (*Clavariadelphaceae* Corner, *Gomphales*) und bildet eine Gruppe mit den weiteren Repräsentanten der Ordnung *Gomphales* (HE et al.: fig. 2).

MARCHETTI & FRANCHI (2015) vermuten *Schildia* als basal zu *Ramaria*, was jedoch bislang phylogenetisch nicht gestützt ist.

Bis zu einer besseren Klärung ziehen wir es vor, den Gattungsnamen *Ramaria* im weiteren traditionellen Sinn zu verwenden, wie er von CHRISTAN & HAHN (2005) unter Berücksichtigung bisheriger Konzepte diskutiert wird. Auch wenn wir, wie oben dargestellt, von einer Eigenständigkeit der Gattung *Schildia* nicht überzeugt sind, belassen wir vorerst *Schildia sancti-luxurii* in der Gattung *Schildia*, bis die phylogenetische Stellung der Gruppe eindeutig geklärt ist.

Wie schon erwähnt unterscheidet sich unsere äthiopische Art von allen bisher bekannten Korallenpilzen durch die kristallin ummantelten nadelförmigen Hyphenenden in den Rhizomorphen und im Basalmyzel. Diese Nadelkristalle im unteren Basalmyzel und den Rhizomorphen sind bislang in dieser Form von keiner anderen *Ramaria*-Art bekannt. Nadelförmige Kristalle wie sie z.B. bei *Ramaria bataillei* (Maire) Corner und *Ramaria testaceoflava* (Bres.) Corner vorkommen (vgl. CHRISTAN 2008: 93, Abb. 105) sind flach, nicht röhrig-hohl und nicht als Hyphenenden ausgebildet.

Ramaria kafaensis unterscheidet sich von *Schildia sancti-luxurii* außerdem durch eine unveränderliche statt sich braunrötlich verfärbende Trama, stärker suprahilar eingedellte Sporen und ein Sporenornament aus im Vergleich unregelmäßigeren Warzen. Letztlich sind auch die leeren ampulliformen Septenübergänge ein Unterschied, da diese bei *S. sancti-luxurii* als mit granulärem Inhalt gefüllt beschrieben werden.

Eine gewisse makroskopische Ähnlichkeit besteht nach CORNER (1950) und PETERSEN (1975) z.B. mit *Ramaria moelleriana* (Bres. & Roum.) Corner, *Ramaria kisantuenensis* (Sacc.) Corner und *Ramaria africana* R.H. Petersen, die von ROBERTS (1999) für synonym angesehen werden. Sie gehören jedoch in die Artengruppe um *Ramaria stricta* (Pers. : Fr.) Quél. und haben somit teils dickwandige Hyphen in der Trama sowie Skelethypen vor allem in den Rhizomorphen (PETERSEN 1975), ferner breitere Sporen mit einem niedrigeren Q-Wert.

Arten aus den Untergattungen *Echinoramaria* Corner und *Asteroramaria* Christan & Hahn sind durch stacheliges Sporenornament und meist tropfenförmige Sporenformen unterschieden (vgl. CHRISTAN & MATA 2012).

Danksagung

Der Erstautor dankt dem NABU für die Möglichkeit zur Inventarisierung der Pilze im Kafa BR. Damit verbunden ist zum einen der Dank an die für das Projekt verantwortlichen Personen beim NABU Deutschland, insbesondere Svane Bender, Steffanie Brandes, Marie Schoroth und Anteneh Tamirat Bogale, zum anderen aber auch an die Organisation durch die NABU-Mitarbeiter vor Ort, insbesondere Mesfin Tekle und Mitarbeiter, sowie den Rangern Abebe Belachew und Wodajo Kebede. Für die Erteilung eines Material Transport Agreements danken wir dem Äthiopischen Institut für Biodiversität (EBI) sehr herzlich. Die Finanzierung des Gesamtprojekts wurde dankenswerterweise vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), insbesondere Ludwig Schindler (Berlin) genehmigt. Ebenso gilt der NABU International Naturschutzstiftung Dank für die Sicherstellung der Inventarisierung durch internationale Experten. Mauro Marchetti (Pisa) danken wir für Diskussionen über *Schildia sancti-luxurii*.

Stellungnahme

Finanziert wurde die Inventarisierung im Kafa BR durch das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ), als Teil des Projektes „Community Action for Biodiversity and Forest Conservation and Adaptation to Climate Change in the Wild Coffee Forests (CAFA)“.

Für das Sammeln im Biosphärenreservat Kafa lag eine vom NABU beantragte Genehmigung für das gesamte Projekt vor. Die Ausfuhr und molekulare Bearbeitung der Proben wurde durch ein MTA des EBI (Ethiopian Biodiversity Institute) genehmigt.

Literatur

- AZEMA R-C (1986) Les reactions macrochimiques chez les Cortinaires. Les Editions Billes, 240 S.
- BAU T, LIU Y (2013) A new species of *Gautieria* from China. *Mycotaxon* **123**:289-292.
- CHRISTAN J (2008) Die Gattung *Ramaria* in Deutschland. IHW-Verlag, Eching, 352 S.
- CHRISTAN J, HAHN C (2005) Zur Systematik der Gattung *Ramaria* (Basidiomycota, Gomphales). *Zeitschrift für Mykologie* **71**(1):7-42
- CHRISTAN J, MATA M (2012) *Ramaria isaaci* sp. nov. und *Ramaria gracilispora* sp. nov., zwei neue *Ramarien* aus Costa Rica, mit Bemerkungen zur Gattung *Phaeoclavulina* Brinkmann (1897) ss. Giachini 2011. *Mycologia Bavarica* **13**:45-57.
- CLÉMENÇON H (2009) Methods of working with Macrofungi. IHW-Verlag, Eching, 80 S.
- CORNER EJH (1950) A monograph of *Clavaria* and allied genera. Dawson of Pall Mall, London, reprint 1967, 740 S. + 16 Tf.
- DUNHAM SM, LARSSON KH, SPATAFORA JW (2007) Species richness and community composition of mat-forming ectomycorrhizal fungi in old- and second-growth Douglas-fir forests of the HJ Andrews Experimental Forest, Oregon, USA. *Mycorrhiza* **17**(8):633-645
- DURALL DM, GAMIET S, SIMARD SW, KUDRNA L, SAKAKIBARA SM (2006) Effects of clearcut logging and tree species composition on the diversity and community composition of epigeous fruit bodies formed by ectomycorrhizal fungi. *Canadian Journal of Botany* **84**:966-98
- EDGAR RC (2004) MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research* **32**:1792-1797.
- FRANCHI P, MARCHETTI M (2015) *Schildia*, un nuovo Genere delle *Gomphales* e due nuove *Ramaria* della Toscana. *Funghi clavarioidi - VIII. Revista di Micologia* **58**(2):99-130.
- FRANCHI P, MARCHETTI M (2019 "2018") I funghi clavarioidi in Italia: due nuove specie e un nome nuovo nelle *Ramaria* di colore giallo. *Revista di Micologia* **61**(3):195-221.
- GARDES M, BRUNS TD (1993) ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes – application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* **2**:113-118
- HANIF M, KHALID AN, EXETER RL (2019) *Ramaria flavescentoides* sp. nov. with clamped basidia from Pakistan. *Mycotaxon* **134**(2):399-406. doi.org/10.5248/134.399
- HAWKSWORTH DL (2001) The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* **105**(12):1422-1432
- HE et al. (2019) Notes, outline and divergence times in Basidiomycota. *Fungal Diversity* **99**(1):105-367. DOI: 10.1007/s13225-019-00435-4
- HUMMER KE (2015) In the footsteps of Vavilov: Plant Diversity Then and Now. *HortScience* **50**(6):784-788
- INDEX FUNGORUM (2020): www.indexfungorum.org (abgerufen 15.06.2020)
- JONES MD, TWIEG BD, DURALL DM AND BERCH SM (2008) Location relative to a retention patch affects the ECM fungal community more than patch size in the first season after timber harvesting on Vancouver Island, British Columbia. *Forest Ecology and Management* **255**(3-4):1342-1352

- KOST G (2002) Contributions to tropical fungi I. Ecology and distribution of fungi in Kenya (East Africa). *Feddes Repertorium* **113**(1-2):132-151
- KUMAR S, STECHER G, TAMURA K (2016) MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. *Molecular Biology & Evolution* **33**(7):1870-1874. doi:10.1093/molbev/msw054
- LARSSON KH (2007) Re-thinking the classification of corticioid fungi. *Mycological Research* **111**(9):1040-1063
- LESSMEISTER A, KIDANE K, WOLDEGEBRIEL T, HUNDERA K, HUNDE D, MONTERO JC (2017) Vascular plants at the Kafa Biosphere Reserve. In: NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (NABU) (Hrsg.): NABU's Biodiversity Assessment at the Kafa Biosphere Reserve. Berlin, Addis Ababa. S. 54-81
- MITTERMEIER RA, ROBLES GIL P, HOFFMANN M, PILGRIM J, BROOKS T, GOETSCH-MITTERMEIER, C, LAMOREUX J, DA FONSECA GAB (2005 "2004") Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. CEMEX, Mexico, 392 S.
- MYCOBANK (2020): www.mycobank.org (abgerufen am 15.06.2020)
- PETERSEN RH (1975) *Ramaria* subgenus *Lentoramaria* with Emphasis on North American Taxa. *Bibliotheca Mycologica* Band 43. Verlag J. Cramer Vaduz, 162 S. + 6 Tf.
- PETERSEN RH, HUGHES KW, JUSTICE J (2014) Two new species of *Ramaria* from Arkansas. *MycoKeys* **8**:17-29
- ROBERTS P (1999) Clavarioid species from Korup National Park, Cameroon. *Kew Bulletin* **54**:517-539
- SMITH JE, MOLINA R, HUSO MMP, LUOMA DL, MCKAY D, CASTELLANO MA, LEBEL T, VALACHOVIC Y (2002) Species richness, abundance, and composition of hypogeous and epigeous ectomycorrhizal fungal sporocarps in young, rotation-age, and old-growth stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Cascade Range of Oregon, USA. *Canadian Journal of Botany* **80**:186-204
- TADEG H, MOHAMMED E, ASRE K, GEBRE-MARIAM T (2005) Antimicrobial activities of some selected traditional Ethiopian medicinal plants used in the treatment of skin disorders. *Journal of Ethnopharmacology* **100**(1-2):168-175.
- UNESCO (2020) Liste aller UNESCO-Biosphärenreservate. <https://www.unesco.de/kultur-und-natur/biosphaerenreservate/biosphaerenreservate-weltweit/liste> (abgerufen am 25.04.2020)
- VAVILOV NI (1992) Origin and geography of cultivated plants. In: DOROVEYEV VF (Hrsg.) englische Übersetzung der Originalwerke Vavilovs. Cambridge University Press, 498 S.
- WHITE TJ, BRUNS T, LEE S, TAYLOR J (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS MA, GELFAND DH, SNINSKY JJ, WHITE TJ (eds) PCR Protocols: a guide to methods and applications. Academic Press, San Diego, CA, S. 315-322
- WIKIPEDIA (2020) Äthiopien. <https://de.wikipedia.org/wiki/Äthiopien> (abgerufen am 25.04.2020)
- WILK J (2012) SMAFF: Statistische Messreihenauswertung für Fungi (mit zusätzlicher Notation), Version 3.2d. Freeware

Andreas Gminder

seit 2004 freiberuflicher Mykologe.
Sein besonderes Interesse gilt neben den Blätterpilzen
insbesondere der Gattung *Mollisia*, der Ökologie von
Pilzen und ihre Anwendbarkeit im Naturschutz,
sowie den Pilzen tropischer Bergregenwälder.

**Sebastian Ploch**

ist promovierter Biologe und arbeitet als Labormanager
bei der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung in
Frankfurt. Schwerpunkte seiner Arbeit sind molekulare
Phylogenie und Evolution phytoparasitischer Pilze.

**Sylvia Heidemann**

Pilzsachverständige und PilzCoach der DGfM.
Ihr Interesse gilt Pilzen aller
Verwandtschaftskreise, insbesondere ihren
Mikrostrukturen, aber auch dem Färben mit
Pilzen und dem Aquarellieren.



Habtamu Deribe Bekila

hält an der Universität von Bonga Kurse für Erstsemester zu den Themen Agrar-Mikrobiologie, Bodenbewirtschaftung, Kaffeeproduktion, -verarbeitung und Qualitätskontrolle.

Interesse an Sammeln und Bestimmen von Pilzen in Naturwäldern, sowie der Rolle von Pilzen und anderen Mikroorganismen zur Bodenverbesserung.

**Marco Thines**

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

**Josef Christan**

interessiert sich vor allem für die *Gomphales*, insbesondere die Gattungen *Gomphus* und *Ramaria*, sowie für die *Psathyrellaceae*.





Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

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

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

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



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

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigegebiger 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: 2020

Band/Volume: [86_2020](#)

Autor(en)/Author(s): Gminder Andreas, Ploch Sebastian, Heidemann Sylvia, Bekila Habtamu Deribe, Thines Marco, Christan Josef

Artikel/Article: [Ramaria kafaensis spec. nov. \(Gomphales, Basidiomycetes\) – eine neue Korallenpilzart aus den Nebelwäldern Äthiopiens 211-228](#)