

Pilzbestimmung im 21. Jahrhundert oder „interessante“ Zeiten für Amateurmykologen?

Vergleichen wir zwei fiktive Spaziergänge, bei denen es um die von uns so geliebten Pilze geht – worum auch sonst? Nun, irgendwann im 20. Jahrhundert ist ein kleines Grüppchen Pilzbegeisterter unterwegs. „*Schaut mal!*“, ruft plötzlich eine Teilnehmerin der Exkursion. „*Haben wir den überhaupt schon hier im Gebiet gefunden?*“ – „*Wen denn, was denn?*“ – „*Den Kornblumenröhrling!*“.



Das kleine Grüppchen bestaunt den etwas blassen Röhrling, der von außen ja so unscheinbar aussieht, im Schnitt aber tief kornblumenblau anläuft. Gehen wir davon aus, dass es ein Neufund war, sodass sich die Kartierer der erdachten Szenerie ganz besonders an diesem Röhrling erfreuten.

Zudem: Chemie kann so schön sein. Wenn man live (oder besser: in vivo?) beobachtet, wie das gelbe Gyrocyanin mit Hilfe des Luftsauerstoffs zum tief blauen Gyrocyanin-Monoanion oxidiert wird (vgl. BESL et al. 1973), kann man sich der Faszination dieses Farbenspiels kaum entziehen.

Schauen wir uns nun eine entsprechende Situation im Jahr 2018 an. Das Grüppchen ist nach der Rekordhitze unterwegs und freut sich über wirklich jeden Fund, auch über Einzelfruchtkörper. Und siehe da, die Kartierungspartie wird auch bei dieser Szene durch einen unscheinbaren, blass gelben, im Schnitt tief blauenden Röhrling aufgehalten. Hören wir in das entstehende Gespräch hinein...

„*Schaut mal, ein blauender Gyroporus.*“ – „*Hat er einen Scheinring oder ist der Stiel glatt?*“ – „*Schwer zu sagen, es ist ja nur ein Einzelfruchtkörper, aber es sieht eher aus, als hätte er einen Scheinring. Ich meine jedenfalls, eine angedeutete Ringzone zu erkennen.*“ – „*Hm, dann muss man den sequenzieren. So geht da gar nichts.*“ – „*Was machen wir jetzt?*“ – „*Schreiben wir Gyroporus cyanescens agg. auf oder haben wir noch Budget offen, um den einzuschicken?*“ – „*Da wir bisher nur braune, nicht blauende Gyroporus-Aufsammlungen haben, die man ja im Moment gar nicht mehr bestimmen kann, sollten wir den hier schon sequenzieren. Hat ja Zeit. Ich probiere erstmal was mit dem Mikroskop rauszubringen, vielleicht geht da doch was. Und sequenzieren können wir ihn auch später noch.*“

Steigen wir aus der Szenerie aus und beleuchten den Hintergrund, der nur beispielhaft für viele andere, analoge Fälle stehen soll. Aktuell sind in Europa vier blauende *Gyroporus*-Arten beschrieben und genetisch bestätigt worden: *Gyroporus cyanescens* Bull., *G. pseudocyanescens* G. Moreno, Carlavilla, Heykoop, Manjón & Vizzini, *G. lacteus* Quél. und *G. pseudolacteus* G. Moreno, Carlavilla, Heykoop,

Manjón & Vizzini – siehe VIZZINI et al. (2015), CROUS et al. (2016) und CROUS et al. (2017). Spannende Sache! *Gyroporus cyanescens* und *G. pseudocyanescens* haben eine angedeutete Ringzone als Abrisskante des Velum universale (siehe Abb. 1), das sehr stark reduziert ist (vergleichbar mit dem Fastberingten Ritterling, *Tricholoma batschii*, der auch so einen Scheinring am Stiel zeigt), während die anderen beiden Arten keine solche Zone zeigen. Dank der Genetik kann man nun dieses Merkmal des Scheinrings bei *Gyroporus* hoch gewichten – früher hat man darauf wohl kaum geachtet, weil die „Art“ ja auch so unverwechselbar, also leicht bestimmbar war. Wie schön, wenn klassische Morphologie und moderne genetische Phylogenie zusammenpassen und sich ergänzen bzw. bestätigen! Nur ist die Phylogenie anhand der Sequenzen einzelner DNA-Abschnitte schneller und leichter auszuführen als jahrelange Feldstudien um abzusichern, ob ein vermeintliches Merkmal auch stabil ist und mit anderen Merkmalen korrespondiert.

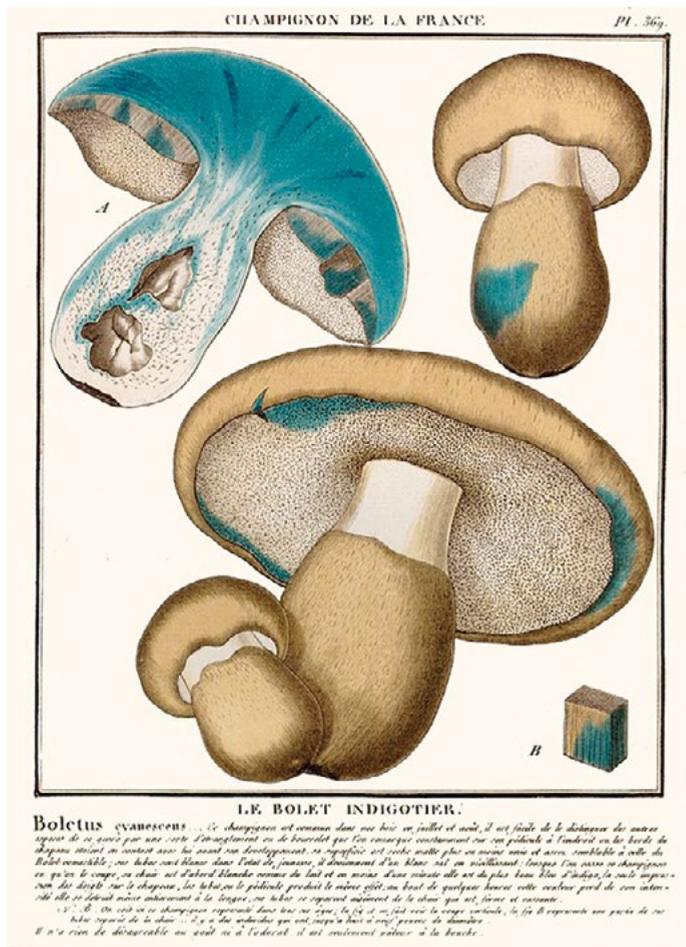


Abb. 1 – Iconotypus von *Gyroporus cyanescens* (BULLIARD 1788: plate 369) – mit deutlich hervorgehobener Abrisskante des Velum universale.

Das könnte jetzt fast nach Neid klingen, doch weit gefehlt. Es ist ja ungemein praktisch, dass Gattungen oder Sektionen durchgescreent werden, die Sequenzierer heiß laufen und immer neue Publikationen generiert werden, die einen ungemeinen Wissenszuwachs bringen. Nein, Halt! Praktisch ist es nicht immer, obwohl es das durchaus sein könnte. Also zurück zu den schönen Kornblumenröhrlingen. ..

Wissen wächst ja Schritt für Schritt. Manchmal wäre es wirklich sinnvoll, erst ein Bissel an neuem Wissen anzusammeln, um dieses erst dann in einem Guss zu publizieren, wenn sich aus den Mosaiksteinen ein Bild ergeben hat. Wenn aber die reine Anzahl an Publikationen für den beruflichen Erfolg wichtig ist, dann schreibt man eben lieber mehrere, kürzere Paper als wenige längere. So wohl auch hier.

Schauen wir uns alles der Reihe nach an: Erst wurde festgestellt, dass es zwei Kornblumenröhrlinge gibt – einen mit und einen ohne Scheinring. Man kann dank guter Tafeln und Beschreibungen zudem klar zuordnen, dass es für beide jeweils einen publizierten, historischen Namen gibt. *Gyroporus cyanescens* hat einen Scheinring am Stiel (vgl. BULLIARD 1788), *Gyroporus lacteus* fehlt dieser (vgl. LÉVEILLÉ 1848, QUELÉT 1886). Von beiden Arten gibt es allerdings nur einen Iconotypus (also eine Farbtafel), der aber jeweils deutlich den Stiel (mit bzw. ohne Scheinring) zeigt. Was macht man also? Man epitypisiert! Es wird also je eine Kollektion mit und ohne Scheinring sequenziert, die Sequenzen unterscheiden sich deutlich und die Kollektionen werden als ergänzendes Typusmaterial definiert, also als Epitypen. Diese Epitypen sind nun als „Blaupause“ für die beiden Arten gültig.

Der Epitypus soll natürlich in allen Merkmalen der Originalbeschreibung und den zugehörigen Abbildungen entsprechen. Das Epitypisieren sollte also mit Bedacht passieren, denn es ist nicht rücknehmbar. Idealerweise sollte der Epitypus auch aus der Region stammen, aus der die Art im Original beschrieben wurde.

Beginnen wir nun mit *Gyroporus lacteus*, um das Problem einer vorschnellen Typisierung aufzuzeigen. Relativ kurz nach der Epitypisierung von *Gyroporus lacteus* stellte man fest, dass es sogar zwei genetisch trennbare Kornblumenröhrlinge ohne Scheinring in Europa gibt. Einer der beiden war folglich noch unbeschrieben. Also beschreibt man eine neue Art – das geht ja relativ einfach, da *Gyroporus lacteus* mittlerweile durch seinen Epitypus festgelegt ist. Es wird also *Gyroporus pseudolacteus* geboren. Und – ein Glück für die Kartierer – es geht hier makroskopisch (zumindest vermutlich, denn die Konstanz der Merkmale ist ja nicht ausreichend gesichert): *Gyroporus lacteus* ist gemäß Epitypus kompakt und relativ zur Hutbreite kurzstielig, während *Gyroporus pseudolacteus* langstielig ist und einen kleinen Hut im Vergleich zur Stiellänge aufweist:

„*Gyroporus pseudolacteus* is morphologically characterised by its large size, the long stipe in relation to the pileus diameter (1.5-2 times longer)[...] *Gyroporus lacteus*, however, differs from *G. pseudolacteus* because of the shorter stipe in relation with the pileus diameter (same length or shorter than pileus diameter) and the pileus, which at maturity is ochraceous and covered by large and irregular scales.“ (MORENO et al. in CROUS et al. 2016: 247).

Es gibt aber ein Problem... Da bei der Epitypisierung von *Gyroporus lacteus* noch nicht klar war, dass es eine zweite, ähnliche Art gibt, wurde leider nicht darauf geachtet, eine Kollektion auszuwählen, die auch wirklich der Originaltafel entspricht. Die Originaltafel von *Gyroporus lacteus* (Abb. 2) zeigt nämlich genau den Habitus, der der neuen Art *Gyroporus pseudolacteus* zugeschrieben wird, nämlich einen langstieligen Fruchtkörper (!) und einen glatten, blassen, weißen Hut!

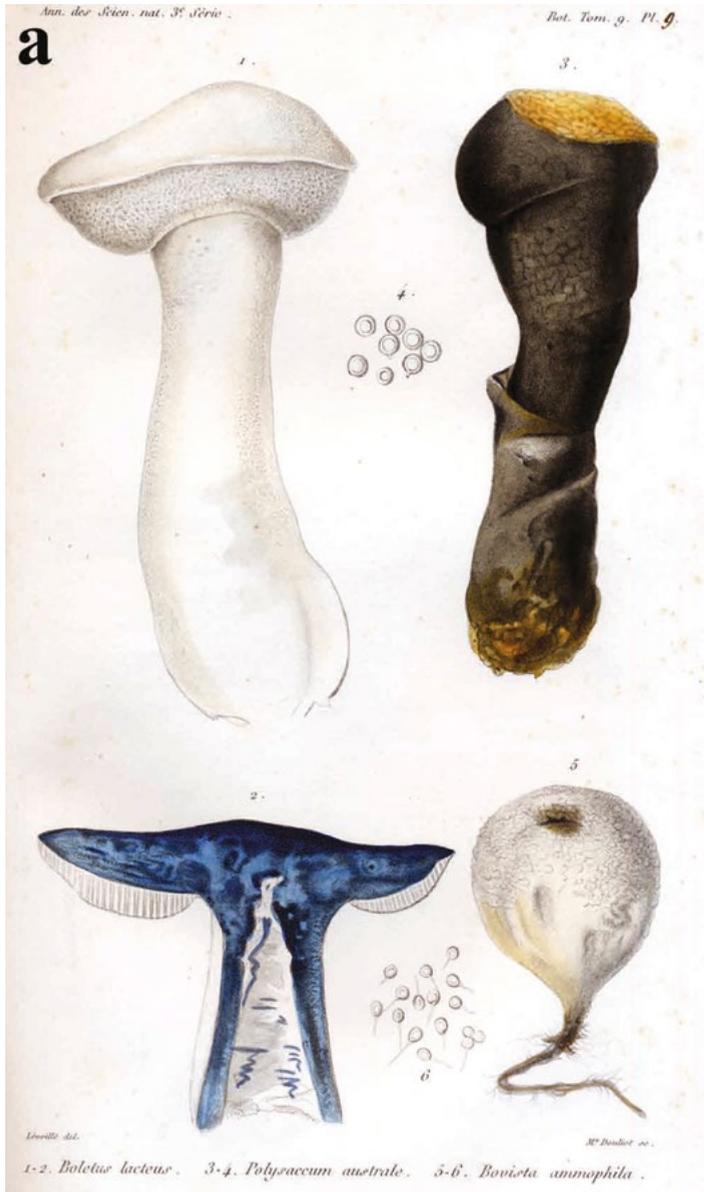


Abb. 2 – Iconotypus von *Gyroporus lacteus* (LÉVEILLÉ 1848: plate 9, 1-2) – ohne Scheinringzone und mit auffallend langstieligem Fruchtkörper und glattem, weißen Hut.

Dumm gelaufen, könnte man sagen. Man müsste jetzt nur die beiden Typen vertauschen und das, was als *Gyroporus pseudolacteus* beschrieben wurde, einfach als den echten *Gyroporus lacteus* bezeichnen (und dessen Typus als Epitypus von *Gyroporus lacteus* verwenden) und das, was als *Gyroporus lacteus* epitypisiert wurde, als neuen Typus von *Gyroporus pseudolacteus* heranziehen... Leider darf man das aber nicht. Hätten die Autoren nur ein Jahr gewartet, bevor sie mit Typisierung und Neubeschreibung beginnen...

Wie kann man das nun reparieren? Den Epitypus nicht anerkennen, da er nicht mit dem Iconotypus übereinstimmt, *Gyroporus pseudolacteus* als Synonym von *Gyroporus lacteus* einstampfen und die kompakte Art nochmal neu beschreiben und dafür nochmal *Gyroporus lacteus* richtig epitypisieren? Und was würde sich durchsetzen?

Das Chaos ist perfekt, aber es hält sich zum Glück in Grenzen. Man kann ja zumindest die beiden Arten erkennen und bestimmen, auch wenn die Namenszuordnung völlig unklar bleibt. Nebenbei angemerkt – die Epitypisierung von *Gyroporus cyanescens* erfolgte sogar, ohne dass auch nur eine einzige Beschreibung, weder morphologisch noch anatomisch, oder auch nur eine Abbildung des Epitypus erfolgte. Man muss den Autoren also „glauben“, dass diese Aussage stimmt:

„Therefore, Bulliard’s Plate 369 (in *Herbier de la France* 8, 1788) is here selected as lectotype (iconotype, see Fig. 3a) and a recent sequenced collection (MCVE 17184) is defined as epitype; this collection was chosen as epitype because it agrees well with the brief original diagnosis, the iconotype as well as with descriptions by several authoritative authors (e.g.: Alessio 1985; Lannoy & Estadès 2001; Muñoz 2005; Watling & Hills 2005; Knudsen & Taylor 2012).“ (VIZZINI et al. 2015: 35)

Die Folge? *Gyroporus cyanescens* wird aktuell nur durch eine Sequenz definiert – die Beschreibung beinhaltet nur die Aussage „entspricht dem gängigen Konzept der Art“. Ist das erlaubt? So ganz ohne jede Beschreibung? Was ist denn, wenn es sich herausstellt, dass es mehr Arten gibt? Wie kann man die neuen dann von dem „echten“ Kornblumenröhrling unterscheiden? Anhand der historischen Originalbeschreibung? Man kennt ja die historischen, „ausführlichen“ Umschreibungen – hier als „brief original diagnosis“ umschrieben. Na klar, es gibt ja die Sequenz, wozu da noch Zeit mit solchen „Banalitäten“ wie Merkmalen vergeuden?

Und dann kam, was eben kommen musste. Kurze Zeit später wurde *Gyroporus pseudocyanescens* beschrieben (MORENO et al. in CROUS et al. 2017). Diesmal wurde fotografiert, mikroskopiert, die Morphologie beschrieben – klar, es ist ja eine Neubeschreibung. Nur ist es offenbar nicht möglich gewesen, zu erklären, wie sich diese neue Art von *Gyroporus cyanescens* unterscheidet. Oder doch? Man hätte dafür ja nur den Epitypus nachuntersuchen müssen, also die Hausaufgaben der Autoren, die ohne Beschreibung epitypisiert haben, nachträglich erledigen müssen. Ist nicht schön, aber nötig. Die genaue Makroskopie ist hingegen vielleicht wirklich nicht mehr reproduzierbar, wenn es nur ein Herbarbeleg ist?! Und nun? Es wurde eine neue Art beschrieben, aber inwieweit man sie morphologisch / anatomisch von *Gyroporus cyanescens* s.str. unterscheiden kann, ist komplett offen. Sollte es keine erkennbaren

Unterschiede geben, so könnte man das zumindest angeben. Das würde das Bestimmungsproblem zwar nicht bessern, aber dann wüsste man wenigstens, dass die beiden Arten klassisch nicht trennbar sind. Aber selbst das weiß man im Moment nicht.

Zurück zu den zwei Ausgangsszenarien... Im 20. Jahrhundert war es noch so schön einfach. Man findet einen „Kornblumenröhrling“ und nennt ihn „Kornblumenröhrling“. Man kartiert ihn als „Kornblumenröhrling“ (bzw. als *Gyroporus cyanescens*) und die Verbreitungskarte dieser Art hat einen Punkt mehr. Und das direkt durch Ansprechen im Gelände, so ganz ohne Mikroskop, geschweige denn per Sequenzer. Nur was bringt die einfache Bestimmung, wenn das Ergebnis nicht reproduzierbar ist? Blieb es bei dem Eintrag in die Fundliste ohne Beleg (und dank der leichten Bestimmbarkeit ohne Beschreibung), wird die Bestimmung nachträglich nicht überprüfbar sein, kann nicht revidiert werden. Der Kartierungspunkt wäre hinfällig bzw. nur auf Aggregatsebene verwendbar.

Und im 21. Jahrhundert? Genauer gesagt im Jahr 2018? Man steht jetzt vor dem Problem, dass (in Mitteleuropa) im Moment vier „Kornblumenröhrlinge“ beschrieben sind, von denen bei zwei Arten die Benennung Probleme macht, weil falsch epitypisiert und als Folgefehler unpassend neu beschrieben wurde, und man von einer Art nur die Sequenz von kleinen Teilen der DNA kennt. Dass es hier vielleicht sogar Differentialmerkmale geben könnte, es aber eben keine entsprechend ausführliche Beschreibung gibt (also nicht mal den Versuch dazu), ist ärgerlich. Der „echte“ Kornblumenröhrling mit Scheinring ist damit also ohne Sequenz nicht mehr bestimmbar. Und die bestimmbareren ohne Scheinring versinken im Chaos, weil vorschnell epitypisiert wurde.

„Der Kornblumenröhrling“ dient hier nur als Beispiel für viele andere Fälle, teils noch viel kompliziertere, weil er eben genau einen Extremfall darstellt – lange Zeit nur „eine Art“, die jedem bekannt war und die immer makroskopisch bestimmt wurde, aus der jetzt aber vier Arten wurden, die mindestens zum Teil ohne Sequenzierung (im Moment) nicht bestimmbar sind.

Wir sind in einer Umbruchsphase. Früher sagte man „den muss man mikroskopieren“. Heute sagt man „den muss man sequenzieren“. Geschichte wiederholt sich, so auch hier. Die Sequenzierung als neues Merkmalsgebiet führt zu einer ganzen Welle von Auftrennungen, Neuinterpretationen, Namensänderungen. Und so war es auch, als man vor langer Zeit anfang, das Mikroskop zu nutzen. Und in beiden Fällen waren normale Pilzkundler erstmal ausgeschlossen, da Mikroskope erst zu teuer waren und später eben Sequenzierungen unbezahlbar waren und als sie günstiger wurden, nicht privat als Leistung einkaufbar waren.

Jetzt ist das anders – Sequenzierung ist bezahlbar und auch kommerziell einkaufbar geworden. Mikroskope kann man sich schon lange auch als Privatnutzer leisten. Man kann sich jetzt Bestimmungen (sofern die zugehörigen Typen sequenziert sind) bestätigen oder widerlegen lassen, indem man eben doch mal die DNA untersuchen lässt (beim Mikroskop hat man da noch selbst gearbeitet). Oder noch extremer – es gibt ja bereits Bestimmungsschlüssel, in denen ITS-Sequenzen als

Schlüsselmerkmal gefragt und somit verlangt werden (so ganz klassisch als Abfolge der vier Basen...). Ich erwähne nur nebenbei mal „*Agaricus*“.

Was also tun? Man kann ja nicht alles sequenzieren lassen. Ein Mikroskop kauft man einmal, dann halten sich die Kosten in Grenzen. Aber jede Sequenz kostet immer wieder aufs Neue. Also nicht mehr bestimmen? Was, wenn auch der Fliegenpilz aufgesplittet wird? Und wenn man nur noch Aggregate bestimmt? *Gyroporus cyanescens* agg. oder gleich *Gyroporus spec.*? Jeden Pilz belegen, also trocknen, Etikett schreiben, an eine Sammlung abgeben (oder ständig neuen Wohn- bzw. Sammlungsraum zukaufen), bis auch die öffentlichen Sammlungen vor den Tausenden „Kornblumenröhrlingen“, „Fliegenpilzen“, „Waldfreundrühlingsbelegen“ und Co. in die Knie gehen? Oder ganz aufhören?

Nein, Frust ist sicher nicht der richtige Weg. Wie so oft ist es wohl eine Mischung aus mehreren Dingen, die die wissenschaftliche Beschäftigung mit Pilzen auch für Amateure weiterhin interessant und wertvoll macht. Einerseits ist es für Rote Listen (als ein Beispiel) auch wichtig, ob ein ganzes Aggregat seltener wird. Das Aufdröseln in Kleinarten können dann die Spezialisten übernehmen. Es ist also gar nicht so schlimm, wenn man ein „agg.“ oder ein „s.l.“ hinter den Namen schreibt – es bleibt eine Information, nur bezieht sie sich nicht auf die Rangstufe der Art. Wer sich z.B. mit Käferfreunden unterhält, wird feststellen, dass hier oft nur bis zur Gattung bestimmt wird. Und andererseits bleiben ja auch genug Pilzarten, die auch nach einer genetischen Revision klassisch bestimmbar bleiben.

Und was man nie vergessen sollte: Was ist denn der unschlagbare Faktor der Amateurmykologie? Die große Zahl der Beteiligten und deren jahrelang aufgebaute Felderfahrung! Das alles jetzt brach liegen zu lassen, wäre fatal. Damit sich Arten getrennt entwickeln, müssen sie sich ja irgendwie abgegrenzt haben. Das Besiedeln einer neuen ökologischen Nische wäre so eine Möglichkeit. Dass Arten wirklich ununterscheidbar sind (abgesehen vom genetischen Code), sich also weder in der Lebensweise, in der Habitatswahl (bis hin zu Details) oder in manchen Merkmalen unterscheiden, ist doch recht unwahrscheinlich. Und gerade die ökologische Einnischung, die zur Artentstehung geführt hat, könnte ein Schlüssel sein, um später doch wieder (zumindest mit recht hoher Wahrscheinlichkeit) Arten sogar im Gelände erkennen zu können. Und wer kann sowas am besten prüfen? Menschen mit der Gabe, genau beobachten zu können, Felderfahrung zu haben und auch die ökologischen Merkmale zu beachten und zu erkennen! Und je mehr, umso besser!

Um ein letztes Mal zu den Kornblumenröhrlingen zu kommen – findet man Unterschiede zwischen Laubwaldfunden und Funden aus Kiefernwäldern? Oder zwischen Funden auf sandigen Böden im Vergleich zu denen von Lehmböden? Oder gibt es regionale Unterschiede?

So fällt mir auf, dass im Bayerischen Wald die Kornblumenröhrlinge anders verfärben als die, die ich aus den Sandkiefernwäldern bei Abensberg kenne. Nur habe ich persönlich zu wenig Stichproben, um eine Aussage zu treffen. Gemeinsam wäre man aber stark. Jeder kann aktiv mithelfen. Das geht bei jeder Gattung – was noch

nicht revidiert wurde, wird noch unter den Sequenzer kommen. Und wenn man dann vorher oder nachträglich anhand der vielen Kollektionen der aktiven Amateure Merkmalskorrelationen findet – z.B. zwischen Morphologie und Bodentyp – dann kann man sicher eine Möglichkeit finden, das durch Sequenzierung zu testen. Vielleicht entspricht es nicht den Clades des Kladogramms, dann weiß man es aber. Oder eben doch und ein Knoten lässt sich lösen. Es ist auch nur eine Möglichkeit von vielen, wie man sich als klassischer Geländegänger wissenschaftlich einbringen kann und dabei fast schon detektivisch spannend der Artentstehung auf der Spur sein könnte. Vielleicht begreift man dann evolutiv, wieso sich wann zwei Arten auseinanderentwickelten? Nur von dem Glauben, weiterhin wie gehabt Arten im Gelände direkt ansprechen zu können, müssen wir uns wohl ein zweites Mal verabschieden. Und das vielleicht auch nur zeitweise, bis eben auch zu den neuen Konzepten die passenden Merkmale gefunden werden.

Bleibt zu hoffen, dass vorschnelles Typisieren und die Unsitte, Beschreibungen und Merkmalsanalysen zu vernachlässigen (bis ganz wegzulassen) und nur noch mit Sequenzen zu hantieren, nicht Schule macht. Und dass sowohl die einschlägigen Journals als auch der Nomenklaturcode einen Riegel vor zu schludriges Schnellschießen legen. Und bleibt zu hoffen, dass gerade jetzt in der Phase des Umbruchs möglichst viele Amateure (die aus der Liebe heraus sich mit Pilzen beschäftigen) darin eine Chance sehen, wirklich Spannendes und Faszinierendes beizutragen.

Es gibt so viel Neues zu entdecken. Merkmale, die man früher nicht beachtet hat, können jetzt entscheidende Differentialmerkmale darstellen. Eine Liste an Beispielen, in denen genau das der Fall ist, wäre länger als das ganze Editorial – viel länger sogar. Jetzt kennt man seit Jahrhunderten die Kornblumenröhrlinge. Und immer noch kann man sogar makroskopisch selbst hier wirklich Neues entdecken. Hand auf's Herz: welcher Leser hat bisher auf die angedeutete Ringzone geachtet und sie bewusst als Merkmal wahrgenommen?

Es ist also fast so, als müsste man wieder ganz von vorne anfangen und die makroskopischen Basics nachbearbeiten. Wir alle sind also irgendwie Pioniere der modernen Mykologie. Da verzeiht man so Nebensächlichkeiten wie ein Bissel Chaos in der Gattung *Gyroporus*. Oder das, was bei den Hasenröhrlingen noch kommen mag. Nur als Spoiler: Hier geht es neben Feinmerkmalen wie Fleischverfärbung oder so klaren Dingen wie Habitat und Klimazone sogar um so „profane“ Dinge wie den Speisewert (stark giftig bis essbar).

Es gibt noch viel zu tun. Packen wir's an! Oder: Uns Pilzfreunden wird nie langweilig.

In diesem Sinne wünsche ich viel Freude mit der Lektüre der in dieser Ausgabe der *Mycologia Bavarica* vorgestellten Beiträge.

Christoph Hahn

Literatur

- BESL H, BRESINSKY A, STEGLICH W, ZIPFEL K (1973) – Pilzpigmente, XVII. Über Gyrocyanin, das blauende Prinzip des Kornblumenröhrlings (*Gyroporus cyanescens*), und eine oxidative Ringverengung des Atromentins. Chem. Ber. **106**: 3223-3229.
- BULLIARD JBF (1788) – Herbar de la France **8**: 337-384.
- CROUS PW, WINGFIELD MJ, BURGESS TI, HARDY GEST.J, CRANE C, BARRETT S, CANO-LIRA JF, LE ROUX JJ, THANGAVEL R, GUARRO J, STCHIGEL AM, MARTÍN MP, ALFREDO DS, BARBER PA, BARRETO RW, BASEIA IG, CANO-CANALS J, CHEEWANGKON R, FERREIRA RJ, GENÉ J, LECHAT C, MORENO G, ROETS F, SHIVAS RG, SOUSA JO, TAN YP, WIEDERHOLD NP, ABELL SE, ACCIOLY T, ALBIZU JL, ALVES JL, ANTONIOLLI ZI, APLIN N, ARAÚJO J, ARZANLOU M, BEZERRA JDP, BOUCHARA J-P, CARLAVILLA JR, CASTILLO A, CASTRO-AGUDÍN VL, CERESINI PC, CLARIDGE GF, COELHO G, COIMBRA VRM, COSTA LA, DA CUNHA KC, DA SILVA SS, DANIEL R, DE BEER ZW, DUEÑAS M, EDWARDS J, ENWISTLE P, FIUZA PO, FOURNIER J, GARCÍA D, GIBERTONI TB, GIRAUD S, GUEVARA-SUÁREZ M, GUSMÃO LFP, HAITUK S, HEYKOOP M, HIROOKA Y, HOFMANN TA, HOUBRAKEN J, HUGHES DP, KAUTMANOVÁ I, KOPPEL O, KOUKOL O, LARSSON E, LATHA KPD, LEE DH, LISBOA DO, LISBOA WS, LÓPEZ-VILLALBA Á, MACIEL JLN, MANIMOHAN P, MANJÓN JL, MARINCOWITZ S, MARNEY TS, MEIJER M, MILLER AN, OLARIAGA I, PAIVA LM, PIEPENBRING M, PVEDA-MOLERO JC, RAJ KNA, RAJA HA, ROUGERON A, SALCEDO I, SAMADI R, SANTOS TAB, SCARLETT K, SEIFERT KA, SHUTTLEWORTH LA, SILVA GA, SILVA M, SIQUEIRA JPZ, SOUZA-MOTTA CM, STEPHENSON SL, SUTTON DA, TAMAKEAW N, TELLERIA MT, VALENZUELA-LOPEZ N, VILJOEN A, VISAGIE CM, VIZZINI A, WARTCHOW F, WINGFIELD BD, YURCHENKO E, ZAMORA JC, GROENEWALD JZ (2016) – Fungal Planet description sheets: 469-557. *Persoonia* **37**: 218-403.
- CROUS PW, WINGFIELD MJ, BURGESS TI, HARDY GESTJ, BARBER PA, ALVARADO P, BARNES CW, BUCHANAN PK, HEYKOOP M, MORENO G, THANGAVEL R, VAN DER SPUY S, BARILI A, BARRETT S, CACCIOLA SO, CANO-LIRA JF, CRANE C, DECOCK C, GIBERTONI TB, GUARRO J, GUEVARA-SUAREZ M, HUBKA V, KOLAŘÍK M, LIRA CRS, ORDOÑEZ ME, PADAMSEE M, RYVARDEN L, SOARES MA, STCHIGEL AM, SUTTON DA, VIZZINI A, WEIR BS, ACHARYA K, ALOI F, BASEIA IG, BLANCHETTE RA, BORDALLO JJ, BRATEK Z, BUTLER T, CANO-CANALS J, CARLAVILLA JR, CHANDER J, CHEEWANGKON R, CRUZ RHSF, DA SILVA M, DUTTA AK, ERCOLE E, ESCOBIO V, ESTEVE-RAVENTÓS F, FLORES JA, GENÉ J, GÓIS JS, HAINES L, HELD BW, HORTA JUNG M, HOSAKA K, JUNG T, JURJEVIĆ Ž, KAUTMAN V, KAUTMANOVA I, KIYASHKO AA, KOZANEK M, KUBÁTOVÁ A, LAFOURCADE M, LA SPADA F, LATHA KPD, MADRID H, MALYSHEVA EF, MANIMOHAN P, MANJÓN JL, MARTÍN MP, MATA M, MERÉNYI Z, MORTE A, NAGY I, NORMAND AC, PALOI S, PATTISON N, PAWŁOWSKA J, PEREIRA OL, PETTERSON ME, PICILLO B, RAJ KNA, ROBERTS A, RODRÍGUEZ A, RODRÍGUEZ-CAMPO FJ, ROMAŃSKI M, RUSZKIEWICZ-MICHALSKA M, SCANU B, SCHENA L, SEMELBAUER M, SHARMA R, SHOUCHE YS, SILVA V, STANIASZEK-KIK M, STIELOW JB, TAPIA C, TAYLOR PWJ, TOOME-HELLER M, VABEIKHOKHEI JMC, VAN DIEPENINGEN AD, VAN HOA N, VAN TRI M, WIEDERHOLD NP, WRZOSEK M, ZOTHANZAMA J, GROENEWALD JZ (2017) – Fungal Planet description sheets: 558-624. *Persoonia* **38**: 240-384.
- LÉVEILLÉ JH (1848) – Fragments mycologiques. *Annls. Sci. Nat. Bot.*, sér. 3, **9**: 119-144.
- QUÉLET L (1886) – *Enchiridion Fungorum in Europa media et praesertim in Gallia Vigentium*. Paris, 352 pp.
- VIZZINI A, ANGELINI C, ERCOLE E (2015) – Molecular confirmation of *Gyroporus lacteus* and typification of *Boletus cyanescens*. *Phytotaxa* **226(1)**: 27-38.