

Blaue Magie in der Welt der Pilze = La magie bleue dans le monde des champignons

Autor(en): **Senn-Irlet, Beatrice**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde = Bulletin suisse de mycologie**

Band (Jahr): **100 (2022)**

Heft 2

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-1033454>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Blaue Magie in der Welt der Pilze

BEATRICE SENN-IRLET

Blau, die Farbe des Meeres, der Seen, des Himmels wurde lange mit dem Göttlichen, mit dem Überirdischen in Verbindung gebracht. Blau soll Besonnenheit, Objektivität, Neutralität und Klarheit darstellen. Und der Ausdruck «blau machen» bedeutet bekanntlich frei machen. In einem Roman von Martin Suter verändert ein zyanblauer Pilz die Persönlichkeit der Hauptfigur in dramatischer Weise. Blau scheint somit insbesondere in Verbindung mit Pilzen etwas Besonderes zu sein.

Weniger spektakulär sind die Erläuterungen aus der Physik zum dieser Farbe: Blau ist der Farbreiz, der wahrgenommen wird, wenn Licht mit einer spektralen Verteilung ins Auge fällt, bei der Wellenlängen im Intervall zwischen 460 und 490 nm dominieren. Licht mit dieser Eigenschaft kann als Körperfarbe remittiert sein. Es gibt zwei blaue Grundfarben: Violettblau (B) und Cyanblau (C). Die Farbempfindung Violettblau entsteht durch ein Spektrum mit kurzwelligerem Anteil. Der Farbreiz des Cyanblau enthält einen mehr mittelwelligen Anteil (Wikipedia).

Als im Jahr 2000 Cerulean Blue (Pantone 15-4020) zur Farbe des Jahres geworden war, hiess es in der Begründung: «Blau beruhigt und vermittelt ein Gefühl von Ruhe, Harmonie und Geborgenheit. In einer Zeit, in der uns der technologische Fortschritt zu überrollen drohe, sei es laut Pantone nur natürlich, dass wir uns verstärkt zu soliden, ruhigeren Farben hingezogen fühlen.» Ob dies allerdings auch auf die Entdeckung von blauen Pilzen zutrifft, sei dahingestellt. Wahrscheinlich überwiegt jeweils die freudige Erregung, etwas Unerwartetes, Seltenes entdeckt zu haben.

Blau im Bereich der lebenden Organismen

Blau ist im Bereich der lebenden Organismen nicht sehr verbreitet. Allerdings kommen in vielen Reichen blaue Arten vor resp. Arten mit mehr oder weniger auffallenden blauen Teilen. Wer kennt nicht von den Schmetterlingen die Bläulinge (*Lysandra spec.*), oder die blauen Enzian-Arten (*Gentiana spec.*), die uns in der alpinen Zone ins Auge stechen? Zu bewundern im Internet gibt es den Blaukopfpitpit (*Dacnis spec.*) ein spatzenähnliches Vögelchen aus Südamerika, einen gänzlich blauen Seestern (*Linckia spec.*) des Indopazifiks oder den blauen Zwergkaiserfisch (*Centropyge argi*), welcher vor den Küsten Floridas anzutreffen ist.

Unter den Pilzen gibt es ebenfalls blaue Arten, jedoch ist die Farbe Blau genau so selten wie in den anderen Artengruppen. Innerhalb des Pilzreiches finden sich blaue Arten in vielen Klassen und insbesondere innerhalb der Klasse der Agaricomycetes in zahlreichen unterschiedlichen Familien (vgl. Tabelle 1). Die Farbe Blau ist auch nicht an eine bestimmte Fruchtkörperform gebunden: in der Pilzwelt Europas finden sich becherförmige, korallenartige, krustenartige und blau verfärbende kugelförmige. Insgesamt aber finden sich am meisten gänzlich blaue

La magie bleue dans le monde des champignons

BEATRICE SENN-IRLET • TRADUCTION: J.-J. ROTH

Le bleu, la couleur de la mer, des lacs, du ciel a longtemps été associé au divin, au surnaturel. On dit également que le bleu représente la prudence, l'objectivité, la neutralité et la clarté; et l'expression «rendre bleu» signifie, comme on le sait, rendre libre. Dans un roman de Martin Suter, un champignon cyan change radicalement la personnalité du personnage principal. Le bleu semble être quelque chose de spécial, surtout en relation avec les champignons.

Les explications physiques de cette couleur sont moins spectaculaires: le bleu produit un stimulus de couleur qui est perçu lorsque la lumière avec une distribution spectrale dans laquelle dominant les longueurs d'onde dans l'intervalle, entre 460 et 490 nm, tombe sur notre œil. La lumière ayant cette propriété renvoie du bleu comme couleur de l'objet. Il existe deux couleurs primaires de bleu: le bleu violet (B) et le bleu cyan (C). La sensation de couleur violet-bleu est créée par un spectre avec une composante d'onde plus courte. Le stimulus de couleur bleu cyan contient une composante d'onde de valeur plus moyenne (Wikipedia).

Lorsque le bleu céruléen (Pantone 15-4020) est devenu la couleur de l'année en 2000, l'explication liée à ce choix fut la suivante: «Le bleu est apaisant. Il transmet un sentiment de calme, d'harmonie et de sécurité. À une époque où les progrès technologiques menacent de nous submerger, Pantone dit qu'il est naturel que nous soyons attirés par des couleurs unies et plus apaisantes». Cependant, il reste à voir si cela s'applique également à la couleur des champignons bleus. L'excitation d'avoir découvert quelque chose d'inattendu et de rare domine probablement dans chaque cas.

Le bleu dans le domaine des organismes vivants

Le bleu n'est pas très courant dans le domaine des organismes vivants. Cependant, les espèces bleues sont présentes dans de nombreux secteurs du vivant, resp. chez des espèces présentant des parties bleues plus ou moins marquées. Qui ne connaît pas les papillons bleus (*Lysandra spec.*) ou les espèces de gentianes bleues (*Gentiana spec.*) qui attirent notre attention dans la zone alpine? Vous pourrez admirer le pitpit à tête bleue (*Dacnis spec.*), un oiseau ressemblant à un moineau d'Amérique du Sud, une étoile de mer complètement bleue (*Linckia spec.*) de la région Indo-Pacifique, ou encore le poisson-ange nain bleu (*Centropyge argi*), qui peut être repéré au large de la Floride (Internet).

Il existe aussi des espèces bleues parmi les champignons, mais cette teinte est tout aussi rare que dans les autres groupes d'espèces. Au sein du règne fongique, les espèces bleues se retrouvent dans de nombreuses classes, et en particulier au sein de la classe des Agaricomycètes dans plusieurs familles différentes (voir tableau 1). La couleur bleue n'est pas non plus liée à une forme spécifique de la fructification: dans le monde des champignons en Europe, il existe des espèces de formes

Tab. 1 Beispiele von blauen Pilzen in systematischer Übersicht. * Mit starkem Anteil von violett
 tab. 1 Exemples de champignons bleus (aperçu systématique). * Avec une forte proportion de violet

Ascomycota

Eurotiomycetes	Aspergillaceae: <i>Penicillium caerulescens</i>
Lecanoromycetes	Arthrorhaphidaceae: <i>Arthrorhaphis aeruginosa</i>
Sordariomycetes	Bionectriaceae: <i>Nectriopsis violacea*</i>
Leotiomycetes	Mniaeciaceae: <i>Mniaecia jungermanniae</i>
	Lachnaceae: <i>Erinella aeruginosa</i>
	Chlorociboriaceae: <i>Chlorociboria aeruginascens</i> , <i>C. aeruginosa</i>
Pezizomycetes	<i>Peziza saniosa</i>

Basidiomycota

Agaricomycetes	Atheliaceae: <i>Byssocorticium atrovirens</i> , <i>B. caeruleum</i>
	Dacrybolaceae: <i>Cyanosporus (Postia) caesius</i>
	Phanerochaetaceae: <i>Terana coerulea</i> , <i>Hjortstamia crassa</i>
	Bankeraceae: <i>Hydnellum caeruleum</i>
	Cortinariaceae: diverse Cortinarius-Arten insbesondere aus der Untergattung <i>Phlegmacium*</i> , wie diverses espèces de Cortinarius en particulier dans le sous-genre <i>Phlegmacium*</i> , comme <i>C. caerule-scens</i> , <i>C. cumatilis</i> : <i>C. salor</i> , <i>Cortinarius (Thaxterogaster) porphyroideus</i>
	Strophariaceae: <i>Stropharia coerulea</i> , <i>S. aeruginosa</i> , <i>S. pseudocyanea</i>
	<i>Psilocybe semilanceata</i> ; <i>P. cyanescens</i> (auf Druck avec pression de la chair)
	Entolomataceae: diverse Arten diverses espèces <i>E. bloxami</i> , <i>E. corvinum</i> , <i>E. dichroum</i> , <i>E. euchroum</i> , <i>E. nitidum</i> , <i>E. serrulatum</i> , <i>E. hochstetteri</i>
	Mycenaceae: <i>Mycena cyanorhiza</i> , <i>Mycena amicta</i>
	Russulaceae: <i>Lactarius indigo</i> , <i>Russula parazura</i>
	Boletaceae: zahlreiche Arten auf Druck wie de nombreuses espèces (avec pression de la chair) comme <i>Chamonixia caespitosa</i> , <i>Gyroporus cyanescens</i> , <i>Calobloetus radicans</i> , <i>Cyanoboletus pulverulentus</i>

Fruchtkörper oder solche mit zumindest auffallenden blauen Fruchtkörperteilen vor allem unter den Lamellenpilzen. Innerhalb der Lamellenpilze (Ordnung Agaricales) konzentrieren sich cyanblaue und violettblaue Fruchtkörper in den Gattungen *Entoloma* (Rötlinge) und *Cortinarius* (Schleierlinge).

Einen spektakulär blauen Pilz, nämlich *Entoloma hochstetteri*, findet sich auf einer Banknote von Neuseeland. Dieser auffallende Rötling, welcher nur in Neuseeland vorkommt, mit einem sehr spitzen Hut findet sich in ursprünglichen Wäldern mit Südbuchen (*Nothofagus spec.*) und Steineiben (*Podocarpus spec.*).

Die blaue Farbe zeigt sich oft auch in Pilzkulturen. Der Blaue Rindenpilz (*Terana coerulea*) und der Blaufüssige Helmling (*Mycena cyanorhiza*) sind Beispiele von Arten, deren Mycel auf Nährmedien in der Petrischale blau ist.

Arten aus der Gattung *Psilocybe* (Kahlköpfe) zeigen erst im Alter oder auf Druck hin blaue Verfärbungen, ebenso zahlreiche Vertreter der Röhrlinge, die teilweise spektakuläre Blauverfärbungen zeigen wie der Kornblumenröhrling (*Gyroporus cyanescens*), aber immer nur im Schnitt resp. auf Druck.

Ein interessantes Phänomen ist, dass vereinzelt erst unter Einwirkung eines Parasiten der befallene Wirt blaue Verfärbungen zeigt. Dies ist der Fall bei einem kleinen, unscheinbaren Ascomyceten mit dem Namen *Arthrorhaphis aeruginosa*, ein Flechtenparasit. Er befällt hellgraue Schuppen von *Cladonia*-Arten und erst diese infizierten *Cladonia*-schuppen verfärben sich blau. Dieser Flechtenparasit ist selten fertil und

globulären, in Form von Scheiben, in Form von Korallen, in Form von Kruste farbige blau. Dans l'ensemble, cependant, on trouve des fructifications complètement bleues ou avec des parties de fructification bleues au moins visibles, en particulier parmi les champignons à lamelles. Au sein de ses espèces lamellaires (ordre des Agaricales), les fructifications bleu cyan et bleu violacé sont concentrées dans les genres *Entoloma* et *Cortinarius*.

Un champignon bleu spectaculaire, à savoir *Entoloma hochstetteri*, se retrouve sur un billet de banque de Nouvelle-Zélande. Cet entolome remarquable, qui n'existe qu'en Nouvelle-Zélande, présente un chapeau très pointu, se trouve dans les forêts primaires abritant des hêtres du sud (*Nothofagus spec.*) et des ifs verts (*Podocarpus spec.*).

La couleur bleue est également souvent observée dans les cultures fongiques. *Terana coerulea* et *Mycena cyanorhiza* sont des exemples d'espèces dont le mycélium est bleu sur les milieux de culture en boîte de Pétri.

Les espèces du genre *Psilocybe* ne présentent une décoloration bleue que lorsqu'elles sont âgées, blessées ou sous la pression, tout comme de nombreux représentants des cèpes, dont certains présentent une décoloration bleue spectaculaire, comme *Gyroporus cyanescens*, mais seulement lorsque le spécimen est l'objet de pression de la chair ou coupé.

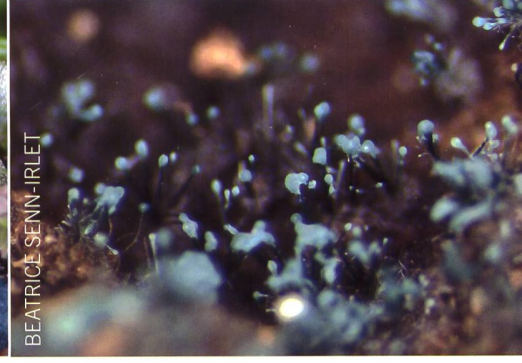
Un phénomène intéressant est à évoquer: parfois l'espèce hôte affecté ne présente une décoloration bleue que sous l'influence d'un parasite. C'est le cas d'un petit ascomycète dis

1. **Blau als Eigenfarbe** (als Pigment)
Le bleu comme coloration propre
 (comme pigment)

MNIAECIA JUNGERMANNIAE Blauer Lebermoos-Becherling



DENDROSTILBELLA SMARAGDINA



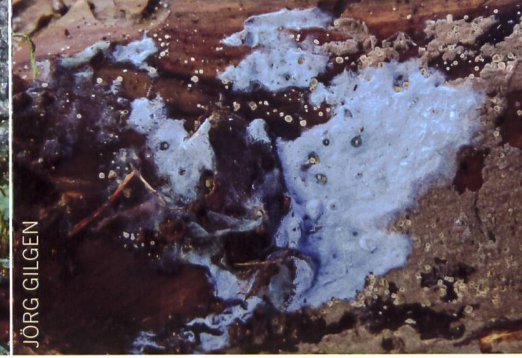
ERINELLA AERUGINOSA Smaragdgrüner Eichenbecherling



CHLOROCIBORIA AERUGINASCENS Grünspanbecherling



BYSSOCORTICIUM ATROVIRENS Grün-schwarzer Filzrindenpilz



CYANOSPORUS (POSTIA) CAESIUS Blauer Saftporling



TERANA COERULEA Blauer Rindenpilz



HYDNELLUM CAERULEUM Bläulicher Korkstacheling



CORTINARIUS (THAXTEROGASTER) PORPHYROIDEUS Lila-Beutelpilz (Neuseeland)



CORTINARIUS CAERULESCENS Blaufleischiger Klumpfuss



STROPHARIA CAERULEA Grünblauer Träuschling



STROPHARIA AERUGINOSA Grünspan-Träuschling



ENTOLOMA NITIDUM Stahlblauer Rötling



ENTOLOMA CORVINUM Schwarzblauer Rötling



bildet dann schwarze, deutlich berandete Ascomata mit hyalinen, nadelförmigen mehrfach septierten Sporen.

Blaue Verfärbungen unbekannter Herkunft (Bakterien?) sind auch vereinzelt an der Basis von Ritterlingsfruchtkörpern, beispielsweise beim Seidigen Ritterling (*Tricholoma columbetta*) oder beim Rötenden Ritterling (*T. orirubens*), beobachtet worden (vgl. Abb.), wie auch beim Grünrandigen Ritterling (*Tricholoma viridilutescens*) (Feusi 2004).

Blaue Pigmente

Bei *Entoloma hochstetteri* ist das blaue Pigment gut untersucht. Es handelt sich um ein Azulen-Pigment, das bei diesem Pilz für die auffallende Farbe verantwortlich ist. Genauso wie bei einem blauen Milchling aus Nordamerika, *Lactarius indigo*, wo ein (7-Isopropenyl-4-methylazulen-1-yl) methyl-Stearat für die Farbe auf dem Hut, in den Lamellen, am Stiel verantwortlich sein soll. Vorstufen von dieser Substanz finden sich auch in anderen Pilzarten wie beispielsweise im Edelreizker (*Lactarius deliciosus*).

Blaue Verfärbungen

Etliche Pilze, darunter viele Röhrlinge oder die psychotropen Kahlköpfe (z. B. *Psilocybe semilanceata*, *P. cyanescens*) zeigen erst auf Verletzungen (Schnitt!) und Druck eine blaue Verfärbung, die oft rasch auch wieder verschwindet. Bei den bisher untersuchten Pilzen mit dieser Reaktion scheint es sich stets um Verbindungen zu handeln, die unter Einfluss von Sauerstoff zeigen.

Solche blauen Oxydationsprodukte kommen insbesondere bei Röhrlingen vor und sind dort relativ gut untersucht.

Die Kenntnis der eigentlichen Strukturen der Verbindungen, die die kurzzeitige Blaufärbung vieler *Boletus*- und *Suillus*-Arten verursachen, basiert auf Untersuchungen vor ca. 50 Jahren (Beaumont et al. 1968). Diese Forschergruppe zeigte, dass die Blaufärbung durch die enzymatische Oxidation eines stärker hydroxylierten Pulvinsäurederivats, nämlich der Variiegatsäure, verursacht wird. Diese Verbindung wurde danach bei über 100 Arten der Boletales gefunden.

Innerhalb der Röhrlinge gibt es zwei verschiedene Typen der Blauverfärbung, einen sogenannten Variiegatsäure-Typ und einen Gyrocyanintyp (Bresinsky & Besl 1978). Bei ersterem verfärbt sich das mehr oder minder gelb gefärbte Fleisch erst intensiv blau, entfärbt sich aber bald zu blass schmutzigen braunen Tönen, so etwa beim Flockenstielligen Hexenröhrling (*Neoboletus erythropus*) und beim Netzstielligen Hexenröhrling (*Suillellus luridus*).

Beim Gyrocyanintyp zeigt sich eine kornblumenblaue intensive Färbung, die ziemlich lange hält. Zu finden ist sie beim Kornblumenröhrling (*Gyroporus cyanescens*), in einigen Raufuss (*Leccinum*)-Arten und in der Blauenden Bergtrüffel (*Chamonixia caespitosa*).

Einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Inhaltsstoffe und Farben bei Grosspilzen lieferte der Chemiker W. Steglich (Steglich et al. 1968, Gill & Steglich 1987), Professor am Institut für Organische Chemie der Universität München. Zusammen mit Prof. A. Bresinsky von der Universität Regensburg postulierten sie früh evolutionsbiologische Zusammenhänge innerhalb der Röhrlinge aufgrund von Pigmentverwandtschaften. So wurde postuliert, dass auch Pilzarten mit Lamellen wie das

cret nommée *Arthrorhaphis aeruginosa*, ein Parasit des Lichen. Il attaque les écailles gris clair des espèces de *Cladonia* et seules ces écailles de *Cladonia* infectées deviennent bleues. Ce parasite du lichen est rarement fertile; il forme alors des ascômes noirs, clairement bordés, avec des spores hyalines en forme d'aiguilles multicloisonnées.

Des décolorations bleues d'origine inconnue (bactéries?) ont également été observées occasionnellement à la base des fructifications de *Tricholoma columbetta* ou *T. orirubens* (voir figure), ainsi que chez *Tricholoma viridilutescens* (Feusi 2004).

Pigments bleus

Chez *Entoloma hochstetteri*, le pigment bleu a été bien étudié. C'est un pigment d'azulène qui est responsable de la couleur frappante de ce champignon. Tout comme un lactaire bleu d'Amérique du Nord, *Lactarius indigo*, dans lequel un stéarate de méthyle (7-isopropényl-4-méthylazulène-1-yl) serait responsable de la couleur de la chair, dans les lamelles et le stipe. Des molécules analogues de cette substance peuvent également être trouvées dans d'autres espèces de champignons, tels que le *Lactarius deliciosus*.

Décoloration bleue

Un certain nombre de champignons, dont de nombreux bolets ou les quelques espèces de psilocybes, *Psilocybe semilanceata*, *P. cyanescens* ne présentent une décoloration bleue qu'après une blessure (coupure!) ou une pression de la chair, coloration qui disparaît souvent rapidement. Ces champignons avec cette réaction ont été étudiés jusqu'à présent; ils semblent toujours contenir des composés chimiques qui déclenchent une décoloration bleue sous l'influence de l'oxygène.

De tels produits d'oxydation bleue se rencontrent particulièrement chez les bolets; ils ont été relativement bien étudiés.

La connaissance des structures réelles des composés qui causent cette brève coloration bleue chez de nombreuses espèces de *Boletus* et de *Suillus* est décrite dans des recherches présentées il y a environ 50 ans (Beaumont et al. 1968). Ce groupe de chercheurs a montré que la coloration bleue est causée par l'oxydation enzymatique d'un dérivé d'acide hydro-pulvinique, à savoir l'acide variégatique. Cette combinaison a ensuite été trouvée dans plus de 100 espèces de bolets.

Dans la chair des espèces de ce genre, il existe deux types différents de décoloration bleue, un type dit acide variégatique et un type gyrocyanine (Bresinsky & Besl 1978). Chez le premier, la chair de couleur plus ou moins jaune vire d'abord au bleu intense, mais s'estompe rapidement vers des tons bruns pâles et sales, comme chez *Neoboletus erythropus* et *Suillellus luridus*.

Le type gyrocyanine montre une intense coloration bleue qui persiste assez longtemps. On le trouve dans *Gyroporus cyanescens*, dans certaines espèces de *Leccinum* et dans *Chamonixia caespitosa*.

Le chimiste W. Steglich (Steglich et al. 1968, Gil & Steglich 1987), professeur à l'Institut de chimie organique de l'Université de Munich, a apporté une contribution importante à la recherche sur les composants et les couleurs des grands champignons. En collaboration avec le professeur A. Bresinsky de l'Université de Ratisbonne, ils ont postulé des liens évolutifs biologiques précoces au sein des bolets sur la base des relations pigmentaires. Il a été postulé que les espèces fongiques

2. Blau auf Druck (chemische Reaktion mit Sauerstoff) | Coloration bleue avec pression (réaction chimique avec oxygène)

NEOBOLETUS LURIDIFORMIS



RUBROBOLETUS SATANAS



CHAMONIXIA CAESPITOSA



GYROPORUS CYANESCENS



PSILOCYBE CYANESCENS



PSILOCYBE CYANESCENS



3. Infektionen, welche eine blaue Verfärbung hervorrufen | Infections avec pour conséquence, une coloration bleue

Schuppen einer hellgrauen Cladonia, befallen von *Arthrographis aeruginosa*, ein Ascomycet, welcher eine blaugrüne Verfärbung im Wirt hervorruft.

Lobes d'un Cladonia gris clair infesté d'*Arthrographis aeruginosa*, un ascomycète qui provoque une décoloration en bleu-vert chez l'hôte.

TRICHOLOMA COLUMBETTA Seidiger Ritterling mit einer blaugrünen Infektion an der Stielbasis | avec une infection bleu-vert à la base du stipe



Kuhmaul (*Gomphidius glutinosus*) oder der Muschelkrempling (*Tapinella panuoides*) und selbst der Echte Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) mit wulstig-aderiger Oberfläche aufgrund der Pigmente verwandt sein müssen.

Bei den psychotropen Kahlköpfen (*Psilocybe*) stellte sich heraus, dass es sich um ein komplexes Gemisch aus miteinander verbundenen Psilocin-Oxidationsprodukten handelt. Die meisten von ihnen sind chinoide Psilocyl-Oligomere. Es sind dies Verbindungen, die Indigo, einem tiefblauen Pigment zum Färben von Jeans, nicht unähnlich sind. Die blauen Verbindungen und Indigo haben strukturelle Ähnlichkeiten im Indolkern, und in beiden ist die Grundlage für die Farbe ein Chinoid (Lenz et al. 2019).

Sinn und Zweck von blauer Farbe bei Pilzen

Warum gibt es blaue Arten? Was ist der biologische Sinn von blau? Wann wäre eine blaue Farbe ein selektiver Vorteil? Zu diesen grundlegenden Fragen der Biologie gibt es keine gesicherten Antworten. Wir wissen es nicht! Eine gängige Hypothese ist, dass diese Farbe eine schützende Funktion haben könnte, sozusagen ein Abwehrmittel, aber bisher ist dies rein spekulativ.

Zum Vorkommen von dunklen Farben in der Biologie gibt es die Theorie des thermischen Melanismus, welche besagt, dass dunkel gefärbte wechselwarme Organismen bei niedrigen Temperaturen aufgrund der stärkeren Erwärmung im Vorteil sind. Diese Theorie wird für wechselwarme (ektotherme) Tiere allgemein unterstützt, aber die Funktion der Farben im Pilzreich ist weitgehend unbekannt. Eine Studie von Krahl et al. (2019), worin auch Daten aus der Schweiz (Swissfungi) verwendet wurden, untersuchte, ob die Helligkeit von Pilzfruchtkörpern mit dem Klima zusammenhängt. Mit einem Datensatz von 3,2 Mio. Beobachtungen von 3054 Arten aus ganz Europa zeigte sich, dass in Gebieten mit kaltem Klima die Pilzfruchtkörper deutlich dunkler sind. Aber auch die Lebensweise und die Saisonalität scheinen eine Rolle zu spielen. Die Farbe Blau wurde dabei nicht gesondert betrachtet.

Dank

Ein grosser Dank geht an Markus Wilhelm, Max Danz und Barbara Zoller für Bilder und Ideen, Jörg Gilgen für einen ganzen Strauss an Bildern, Erich Zimmermann für den Beitrag zum Flechtenparasiten, Otmar Zoller für das kritische Durchlesen des Manuskriptes und Heinz Clémenton für den Einblick in sein damaliges Labor mit diversen Pilzzuchten.

à lamelles telles que *Gomphidius glutinosus* ou *Tapinella panuoides* et même *Serpula lacrymans* doivent être apparentées en raison des pigments.

Les psilocybes se sont révélées être un mélange complexe de produits d'oxydation de la psilocine. La plupart d'entre eux sont des oligomères de psilocylquinoïdes. Ce sont des composés qui ressemblent à l'indigo, un pigment bleu foncé utilisé pour teindre les jeans. Les composés bleus et l'indigo partagent des similitudes structurelles dans le noyau indole, et dans les deux cas, la base de la couleur est un quinoïde (Lenz et al. 2019).

But de la couleur bleue dans les champignons

Pourquoi y a-t-il des espèces bleues? Quelle est la signification biologique du bleu? La couleur bleue donnerait-elle un avantage sélectif? Il n'y a pas de réponses certaines à ces questions fondamentales de la biologie. Nous ne le savons pas! Une hypothèse courante est que cette couleur pourrait avoir une fonction protectrice, un répulsif pour ainsi dire, mais jusqu'à présent cela reste purement spéculatif.

L'apparition de couleurs sombres en biologie est basée sur la théorie du mélanisme thermique, qui stipule que les organismes à sang froid de couleur sombre ont un avantage, en cas de basse température, face à un réchauffement plus conséquent. Cette théorie est généralement soutenue pour les animaux à sang froid (ectothermes), mais la fonction de la couleur dans le règne fongique est largement inconnue. Une étude de Krahl et al. (2019), qui ont aussi utilisé des données de l'Atlas de répartition suisse (Swissfungi), a cherché à savoir si la luminosité des fructifications fongiques était liée au climat. Avec un ensemble de données de 3,2 millions d'observations de 3054 espèces de toute l'Europe, il a été démontré que les fructifications des champignons sont nettement plus sombres dans les zones à climat froid. Mais le mode de vie et la saisonnalité semblent également jouer un rôle. La couleur bleue n'a pas été prise en considération pour elle-même.

Remerciements

Un grand merci à Markus Wilhelm, Max Danz et Barbara Zoller pour les photos et les idées, à Jörg Gilgen pour de nombreuses photos et Erich Zimmermann pour sa contribution concernant les parasites du lichen, à Heinz Clémenton pour la perspicacité déployée dans son laboratoire d'alors, dans l'examen de diverses cultures de champignons. Je tiens à remercier Otmar Zoller pour la lecture critique du manuscrit.

Literatur | Bibliographie

BEAUMONT P.C., EDWARDS R.L. & G.C. ELSWORTHY 1968. Constituents of Higher Fungi VIII. The Blueing of Boletus species. Variogatic acid, a Hydroxytetroneic acid from Boletus Species and a Reassessment of the structure of Boletol. Journal of the Chemical Society (London) C: 2968.

BRESINSKY A. & H. BESL 1978. Notizen über Vorkommen und systematische Bewertung von Pigmenten in Höheren Pilzen (3) – Untersuchungen an Boletales aus Amerika. Z. Mykol 45(2): 247–264.

FEUSI S. 2004. *Tricholoma viridilutescens* mit blau-violetten Flecken. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde 82: 168-169.

GALERINA CERINA Wachs-Häubling | Galère cirée



MARKUS WILHELM

GALERINA MARGINATA Gift-Häubling | Galère marginée



MAX DANZ