

Zeitschrift:	Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera
Herausgeber:	Schweizerische Naturforschende Gesellschaft
Band:	9 (1939)
Heft:	3
Artikel:	Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland
Autor:	Jaag, Otto
Kapitel:	Antwort auf bereits erfolgte Kritik
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-821074

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

tensität der Färbung und die Deutlichkeit der Hüllenschichtung als der Ausdruck der Belichtungsverhältnisse.

Neben vegetativen Zuständen kennen wir Dauerformen. Diese unterscheiden sich von denjenigen der *Gloeocapsa sanguinea* nur durch die verschiedene Färbung und die etwas kleineren Ausmaße der Dauerzellen (5—7 μ).

6. Kapitel

Antwort auf bereits erfolgte Kritik

Wir haben die im Vorstehenden entwickelten Auffassungen als vorläufige Mitteilung (Jaag, 1940, Jaag und Gemseh, 1940) veröffentlicht. Im Jahre 1943 folgte alsdann die ausführliche Arbeit unseres Schülers N. Gemseh, der unter der Anleitung und Kontrolle von Prof. P. Karrer in Zürich aus rothülligen (*Gloeocapsa sanguinea*) und aus violetthülligen (*Gloeocapsa alpina*) Formen den Hüllenfarbstoff, das Gloeocapsin, isolierte und spektrometrisch untersuchte. Er gelangte dabei zu dem Schluß, daß die Farbstoffe beiderlei Herkunft identisch seien. Weiter oben haben wir aus dieser Arbeit drei der wichtigsten Kurvenbilder, in denen die Absorptionsspektren der beiderlei Farbstoffauszüge festgehalten sind, wiedergegeben.

Mit N. Gemseh und in Übereinstimmung mit der Ansicht von Herrn Prof. P. Karrer sind wir der Auffassung, daß über die Identität des Farbstoffes aus roten bzw. violetthülligen *Gloeocapsa*-Materialien Zweifel kaum mehr am Platze sein dürften. Unsere, auf der Beobachtung des Algenmaterials am natürlichen Standort und durch Farbreaktionen *in vitro* begründete Auffassung von der Identität der beiderlei Hüllenfarbstoffe erscheint uns damit bewiesen, und da, worauf wir bereits mit Nachdruck hinwiesen, andere konstante Merkmale eine Trennung der rot- und der violetthülligen Formen weder erfordern noch erlauben, so sahen wir uns genötigt, dieselben (so weit sie in unserem Untersuchungsmaterial vorhanden sind) taxonomisch zusammenfassen.

Nun haben sich bereits Stimmen gemeldet, die unsere Auffassung nicht billigen. Es sind dies L. Geitler (1942) und seine Schülerin Elisabeth Tschermak (1943). Geitler äußert sich (in Engler-Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. 1b *Schizophyceen*, 1942, S. 227) wie folgt:

« *Gloeocapsa* Sekt. *Rhodocapsa* und *Cyanocapsa*. — Eine völlig neue Auffassung hinsichtlich der Membranfärbung von *Gloeocapsa* vertritt O. Jaag (Verh. Schweiz. Nat. Ges., Locarno, 1940, 157). *Gl. alpina* mit violetten bzw. blauen und *Gl. sanguinea* mit roten Hüllen sollen identisch sein; erstere wäre die Ausbildung auf basischem, letz-

tere auf saurem Substrat. Auch die Arten *Gl. Raltsiana* und *Gl. magma*, beide mit roten Hüllen, sollen mit *Gl. alpina* identisch sein. *Gl. alpina* wäre die Standortsform mittelfeuchter bis feuchter basischer Standorte, *Gl. Raltsiana* die Form feuchtester saurer Standorte, *Gl. magma* die Form trockenster saurer Standorte. Rote oder violette (blaue) Hüllfärbung könnte demnach kein systematisches Merkmal abgeben.

Dazu ist zu bemerken, daß an dem gleichen Standort, und zwar auf kleinstem Raum und aufs innigste miteinander vermischt, Gloeocapsen mit roten und violetten Hüllen vorkommen. Schon hiernach ist es ausgeschlossen, daß die Reaktion des Milieus allein für die Membranfärbung maßgebend ist. Außerdem kommen Vertreter von *Gl. alpina* s. lat. mit gleichgefärbten Hüllen auf saurem Rohhumus, aber auch unmittelbar auf Kalkstein, also im alkalischen Medium, vor. Ferner bildet *Gl. alpina* die Gonidienalge der Flechte *Synalissa violacea*, *Gl. sanguinea* die von *Synalissa ramulosa*, die beide auf Kalk leben.

Zur Stützung seiner Ansicht führt Jaag (O. Jaag und N. Gemsech, ebenda 158) an, daß die chemische und spektroskopische Untersuchung der Farbstoffe von *Gl. alpina* und *Gl. sanguinea* ihre Identität erweist. Abgesehen davon, daß das angewandte Verfahren vielleicht nicht ausreicht, um nahe verwandte Farbstoffe zu trennen, könnte auch ihre tatsächliche Identität nicht die Identität der Arten beweisen; denn der in der Membran auftretende Farbstoff könnte spezifisch durch das lebende Plasma sauer oder alkalisch beeinflußt werden. Jedenfalls erscheint die von Jaag vertretene Auffassung unbewiesen, bevor eine Art mit roten Hüllen in eine solche mit violetten (oder umgekehrt) in Reinkultur übergeführt ist; Jaag schreibt, daß „die Methode der Reinkulturen auf diesem Gebiet bisher unbefriedigende Resultate zeitigte“.

Die übrigen Befunde Jaags (Abhängigkeit der Hüllfärbung von der Belichtung, Abhängigkeit der Dicke der Hüllen von der Feuchtigkeit, Schwankungen der Hülenschichtung mit dem Lebensrhythmus der Zelle) sind eine Bestätigung der bisherigen Kenntnisse. Die allgemeine Folgerung aus der Inkonsistenz dieser Merkmale auf ihre systematische Unbrauchbarkeit ist jedoch nicht zwingend; es handelt sich bloß darum, die Variabilität — wie auch sonst — richtig zu verstehen und entsprechend zu berücksichtigen.»

Hiezu haben wir folgendes zu bemerken: Wir sind mit Herrn Kollegen L. Geitler durchaus einverstanden, daß unsere Auffassung von der Identität der durch uns zusammengefaßten *Gloeocapsa*-Arten erst definitiv erbracht sein wird, wenn es gelungen ist, auf experimentellem Wege eine violetthüllige *Gloeocapsa* in eine rothüllige überzuführen und umgekehrt. Wir haben uns über diese Frage bereits im Vorwort ein-

gehend geäußert und waren uns dieser Notwendigkeit vom Anfang unserer Untersuchungen an vollkommen bewußt. Auch haben wir es an Versuchen nicht fehlen lassen, von denen wir auf experimentellem Wege die strikte Beweisführung erhoffen konnten. Wir mußten aber bereits 1940 mitteilen, daß diese Versuche nicht den gewünschten Erfolg zeitigten, weil die betreffenden Algen in der Kultur nicht in befriedigender Weise zur Entwicklung zu bringen waren, und bis heute sind wir in diesem Punkte — wenigstens was *Gloeocapsa* betrifft — keinen Schritt weiter gekommen. Das hängt aber in keiner Weise mit der Frage der Identität oder Nicht-Identität zusammen, sondern lediglich mit der Erfolglosigkeit in den Kulturversuchen mit den betreffenden Algen.

Nun erlauben wir uns, an unsere Kritiker die Gegenfrage zu richten: Ist etwa durch die Reinkultur der betreffenden *Gloeocapsa*-Arten der Beweis erbracht worden, daß sie systematisch nicht zusammengehören? Sind die Autoren, die unsere Auffassung angreifen, in der Lage, die ihrige irgendwie zu beweisen? Uns sind derartige Versuche oder gar Versuchserfolge nicht bekannt. Oder liegen von irgendeiner Seite entsprechende Beweisführungen vor über den systematischen Wert der Intensität der Hüllfärbung, über die Abhängigkeit derselben von der Belichtungsintensität, über die Hüllenweite oder die Hüllenschichtung? Die Erkenntnis solcher Abhängigkeit, deren Richtigkeit kaum angezweifelt werden kann, ist erarbeitet worden auf Grund von Beobachtungen am natürlichen Standort, keineswegs aber durch experimentelle Beweisführung. Wenn wir also die Identität der beiderlei Farbstoffe mit einwandfreien chemisch-physikalischen Methoden ermittelten und wenn diese Tatsache mit den Beobachtungen in der Natur sich vollkommen deckt (aus diesem heraus hat ja die Forderung der Identität aufgestellt werden müssen), so steht unsere Beweisführung doch gewiß auf wesentlich sichereren Füßen als die Argumentation der genannten Autoren.

Was sollen wir beispielsweise sagen zu Schlußfolgerungen folgender Art? E. Tschermak schreibt (Wiener Botanische Zeitschrift, 1943, 92, S. 16): «... An diese Beispiele läßt sich nun ein weiteres von einer neuen *Pyrenopsis*-Art: *Pyrenopsis melaena* anfügen.

Die leider durchwegs sterilen Thalli dieser Flechte stammen von zahlreichen Standorten aus der näheren und weiteren Umgebung der Biologischen Station in Lunz (Niederdonau). Sie bilden dort dünne, grauschwarze, pulvri ge Überzüge an Kalkfelsen und lassen sich mit unbewaffnetem Auge kaum von den Lagern freilebender *Gloeocapsa*-Arten mit dunklen Hüllen unterscheiden. Daß es sich um eine *Pyrenopsis*-Art handelt, geht aus der zwischen blaß bis intensiv rotviolett und schwarz schwankenden Hüllfärbung der *Gloeocapsa*-Gonidien und der

krustigen Beschaffenheit des Lagers hervor. Die Gonidienalge besitzt jedoch im Vergleich zu den Gonidien der bekannten *Pyrenopsis*-Arten stets sehr enge Hüllen, und auch die Farbe ihrer Hüllen unterscheidet sich durch ihren violetten Ton sehr deutlich von der blutroten Hüllfärbung der Flechtenalge von *Pyrenopsis pulvinata* und andern Arten. Infolge dieser Beschaffenheit der Hüllen ist der Thallus bei *Pyrenopsis melaena* dünn, körnig und matt und quillt auch beim Befeuchten nicht auf, während er bei den übrigen *Pyrenopsis*-Arten dick, gallertig, glänzend, leicht quellend und im ganzen viel auffallender ist. »

Wesentlich in dem bisher Gesagten ist also: daß eine Flechte gefunden wurde, deren Gonidien sich durch die Enge und den violetten Farbton ihrer Gallerthüllen von den *Gloeocapsa*-Gonidien der bisher beschriebenen *Pyrenopsis*-Arten unterscheiden und daß deshalb eine neue Art aufgestellt werden müsse.

Dann berichtet E. Tschermak weiter:

« Eine Artbestimmung der Gonidienalge ist nicht durchführbar. Algenzellen in der Nähe der Thallusoberfläche zeigen infolge Einlagerung von dunklen Körnchen in den Hüllen — die bis zur völligen Schwarzfärbung führen kann — manchmal eine entfernte Ähnlichkeit mit gewissen Entwicklungsstadien von *Gloeocapsa alpina* Näg. Daß es sich jedoch nicht um diese Art handeln kann, erkennt man an etwas tiefer im Thallus liegenden Algenzellen, die im Unterschied von dem ins Graublau spielenden Ton der Hüllen von *Gloeocapsa alpina*, Hüllen von deutlich rotvioletter Farbe haben. Sie sind auch nie so weit und völlig farblos wie bei *Gloeocapsa alpina*. Auch wurden die für *Gloeocapsa alpina* charakteristischen *Aphanocapsa*-Stadien nie beobachtet. »

Hierzu haben wir folgendes zu bemerken: Die Einlagerung von « dunklen Körnchen » in die Gallerie der Algenzellen der Thallusoberfläche ist nichts anderes als die Ausscheidung von *Gloeocapsin* durch die lebenden Zellen an die Gallerthüllen. Entsprechend der Kalkunterlage muß nach unserer Auffassung dieser Farbstoff violett in Erscheinung treten, und da die Zellen unmittelbar unter der Oberfläche des Flechtenkörpers liegen, also von sehr intensiver Belichtung getroffen werden, so muß die Färbung auch intensiv sein. Dies führt zu der Dunkelfärbung (von vollkommener Schwarzfärbung kann indes nicht gesprochen werden) der Gallerthüllen, die die Autorin erwähnt. Im Innern des Thallus, wohin nur gesiebtes, also abgeschwächtes Licht gelangt (ein Teil wurde ja in den oberflächlichen Thallusschichten absorbiert), müssen die Gonidienhüllen weniger intensiv gefärbt sein und damit im Farbton auch etwas mehr rotviolett erscheinen. Das alles entspricht also vollkommen dem, was *Gloeocapsa sanguinea* sensu nob. immer auf Kalksubstrat aufweist und was gemäß unserer Auffassung

von der Abhängigkeit der Hüllenfärbung von den Umweltsbedingungen erwartet werden muß.

Verfasserin erinnert sich nun zwar an die ähnlichen Bilder, unter denen sie die *Gloeocapsa alpina* kennt. Aber trotzdem gelangt sie zu dem eigentümlichen Schluß, daß es sich nicht um diese Algenart handeln könne, « weil die etwas tiefer im Thallus liegenden Algenzellen, im Unterschied von dem ins Graublau spielenden Ton der Hüllen von *Gloeocapsa alpina*, Hüllen von deutlich rotvioletter Farbe haben ». Dieser Schluß ist sicher verkehrt. Wenn man denn schon bei *Gloeocapsa*-Arten zwischen violetten und graublauen (stahlblauen) Farbtönen unterscheiden und ihnen systematische Bedeutung beimessen will (wie zum Beispiel Geitler dies tut, und wie dies vielleicht berechtigt ist), so gehört *Gloeocapsa alpina* Nág. ganz bestimmt in die erstere, sicher aber nicht in die letztere Gruppe, denn ihre Farbtöne sind ausgesprochen rotviolett auf basischem Substrat. Und was hat die « völlige Farblosigkeit » der Hüllen von *Gloeocapsa alpina* hier zu tun ? Wenn diese Art in völlig farblosen Hüllen auftritt, so heißt dies nichts anderes, als daß sie unter sehr geringem Lichtgenuss steht, und es hat den Anschein, daß alle *Gloeocapsa*-Arten unter genügend schwacher Belichtung farblose Hüllen haben, wenn auch die Schwelle, bei der die Färbung der Hüllen beginnt, von Art zu Art verschieden sein mag. Wenn die Hüllen der in Frage stehenden Gonidienalge in den tieferen Lagen des Flechtenthallus nicht vollkommen farblos sind, so heißt dies eben, daß der Flechtenthallus nicht dick genug sei, um das Licht in genügendem Maße zurückzuhalten.

Daß die Autorin im Flechtenthallus keine *Aphanocapsa*-Stadien feststellt, ist wiederum keineswegs verwunderlich. Dort geht der Teilungsrhythmus wohl regelmäßiger vor sich als im pilzfreien Zustande, wo die Benetzungsverhältnisse weniger ausgeglichen sind als im Geflecht des Flechtenpilzes, und Nannozytenbildung bedeutet wohl nichts anderes als das plötzliche Erwachen eines von außen oder von innen heraus angeregten Teilungsreizes, wobei die Zellen nicht Zeit haben, zur normalen Größe heranzuwachsen, bis ein neuer Teilungsschritt erfolgt. Dem Fehlen bestimmter Entwicklungszustände im Flechtenthallus darf nicht systematischer Wert beigemessen werden. Bei manchen Gonidienalgen aus dem Bereich der Chlorophyceen ist in gleicher Weise die Zoosporenbildung im Flechtenthallus unterdrückt, während sie alsbald in Erscheinung tritt, wenn die Gonidien, vom Pilz befreit oder mit diesem zusammen, in ein geeignetes flüssiges Medium gebracht werden.

Daß die Gonidienalge der von E. Tschermak aufgestellten neuen Flechtenart im Vergleich zu denjenigen anderer *Pyrenopsis*-Arten dünnere Hüllen aufweist, und daß darum der Flechtenkörper dünner und matter erscheint und beim Befeuchten nicht aufquillt, kann durch-

aus mit dem Standort zusammenhängen, indem, je trockener dieser ist, d. h. je länger die Perioden der Trockenheit im Vergleich zu denjenigen der Benetzung sind, auch die Hüllen entsprechend weniger weit und um so zäher ausgebildet werden. Es scheint uns, daß in dieser Hinsicht vergleichende Untersuchungen notwendig wären, um die Konstanz oder Abhängigkeit dieses Merkmals festzulegen. Nur wenn sich eine Unabhängigkeit vom Benetzungsgrad feststellen ließe, dürfte diese Eigenschaft der Algenhüllen als Artmerkmal der Flechte verwendet werden.

E. Tschermak glaubt also die frei vorkommende Alge *Gloeocapsa alpina* und die im Flechtenthallus eingeschlossene Gonidienalge auf Grund der vorerwähnten Beobachtungen und Deutungen als distinkte Arten auffassen zu müssen. Sie fährt in ihrer Beschreibung nun weiter :

« Außer den beiden erwähnten *Gloeocapsa*-Arten kommt an den gleichen Standorten noch eine weitere Art vor, die der Gonidienalge in allem bis auf ihre stets mehr ins Terracotta spielende Hüllenfärbung gleicht, die sie auch in den obersten Thallusschichten beibehält. Abgesehen von ganz seltenen Ausnahmefällen wird sie nie vom Pilz befallen und besitzt daher durchschnittlich kleinere Zellen als die Gonidienalge. Da die drei *Gloeocapsa*-Arten auf engstem Raum nebeneinander und in den gleichen Thallusschichten, also unter völlig einheitlichen Bedingungen, vorkommen und dabei stets die geschilderten Unterschiede aufweisen, kann man wohl nicht annehmen, daß es sich um bloße Standortsmodifikationen einer einzigen Art handelt. »

Halten wir also wiederum das Wesentliche dieser Beschreibung fest. Der Vegetation der freien Alge *Gloeocapsa alpina* und der neuen Flechte *Pyrenopsis melaena* (in der eine neue *Gloeocapsa*-Art eingeschlossen sein soll) war eine dritte *Gloeocapsa*-Art beigemischt, die den Gonidien der genannten Flechte in allem glich, bis auf die mehr ins Terracotta spielende Färbung ihrer Hüllen. Diese Hüllenfärbung hielt sich auch in den äußeren Thallusschichten konstant. Mit dieser Konstanz der Hüllenfärbung scheint es indessen nicht eben weit her zu sein. Denn die Verfasserin betont ja wohl nicht ohne Grund, daß die Farbe in den oberflächlichen Thallusschichten beibehalten wurde (das ist durchaus zu erwarten). In den tieferen Schichten aber wird die Hüllenfärbung wie bei *Pyrenopsis melaena* infolge des geringeren Lichtgenusses verblaßt sein. Doch darüber schweigt sich die Verfasserin aus. Daß dieses Festhalten der so charakteristischen Hüllenfärbung im Flechtenthallus statistisch schlecht fundiert sein muß, geht aus der Tatsache hervor, daß, « abgesehen von ganz seltenen Ausnahmefällen, die Alge nicht vom Pilz befallen wird ». Daß sie kleinere Zellen besitzt als die im

Thallus der neu beschriebenen Flechte eingeschlossene Gonidienalge, entspricht darum wiederum dem, was zum vornehmerein zu erwarten ist.

Was wir mit dem folgenden Satz anfangen sollen, ist uns nicht recht klar: « Da die drei *Gloeocapsa*-Arten auf engstem Raum nebeneinander » (frei oder verpilzt?) « und in den gleichen Thallusschichten » (ein- und desselben Lagers oder verschiedener Lager einer Species oder verschiedener Lager verschiedener Flechtenarten?), « also unter völlig einheitlichen Bedingungen vorkommen und dabei stets die geschilderten Unterschiede aufweisen, kann man wohl nicht annehmen, daß es sich um Standortsmodifikationen einer einzigen Art handelt. » Es ist hierzu zu sagen, daß weder innerhalb eines und desselben Flechtenthallus einheitliche Bedingungen vorkommen (verschiedene Lichtintensität, eventuell auch verschiedene Reaktion bei Gegenwart bestimmter lokalisierter Flechtenstoffe) noch in den oberflächlichen bzw. tieferen Schichten verschiedener Arten. Das Material, das E. Tschermak vorlag, wurde ja an verschiedenen Wuchsarten (daher wahrscheinlich auch mit nicht völlig identischen Standortsbedingungen wie Insolation, Exposition, Reaktion) und nicht durch die Autorin selbst, sondern durch Herrn Prof. Geitler in der näheren und weiteren Umgebung der Station Lunz (Niederdonau) gesammelt. Es dürfte der Autorin somit nicht leicht sein, von « völlig einheitlichen Bedingungen », unter denen die genannten Algen lebten, zu sprechen.

Auf diesen äußerst vagen, weder statistisch noch experimentell gesicherten Angaben (die im obigen von uns wörtlich und ohne Auslassung wiedergegeben sind) zieht die Verfasserin den Schluß, daß es sich in ihrem *Gloeocapsa*-Material um drei distinkte Arten handelte, die wohl kaum als Standortsmodifikationen einer Art zusammengefaßt werden dürften, und daraus zieht sie den Schluß, sei es demnach auch « sehr fraglich, ob es berechtigt ist, mehrere *Gloeocapsa*-Arten, die noch deutlichere Unterschiede aufweisen, nämlich *Gl. alpina*, *Gl. sanguinea*, *Gl. magma* und *Gl. Ralfsiana* als Standortsformen zusammenzuziehen, wie J a a g (1940) dies vorschlägt ».

Das im Bereiche der Blaualgen sozusagen einzige bisher mit gutem Gewissen verwendbare Artmerkmal, die Größe der Protoplasten, in den verschiedenen Entwicklungszuständen wird beim Vergleich ihrer drei *Gloeocapsa*-«Arten» von der Verfasserin nicht einmal herangezogen, geschweige denn statistisch ausgewertet. Sie begnügt sich vielmehr mit der Aufnahme der Zellgrößen « mit Hülle » (2,8—9,6) und « ohne Hülle » (2,4—8 !) in der Diagnose.

Vom Pilz, der mit der Alge zusammen die Flechte bildet, weiß die Autorin nichts (die Flechte fruchtet ja nicht), und die Alge vermag sie auch nicht zu bestimmen. Uns will scheinen, daß auf Grund derart spär-

licher Befunde, wie sie der Autorin vorliegen, eine neue Flechtenart aufzustellen heute nicht mehr zulässig ist, und uns scheint die Frage berechtigt, ob es auf diesem Wege möglich sei, die so sehr im argen liegenden Verhältnisse im Bereiche der Systematik der primitiveren Flechten und derjenigen der Blaualgen zu fördern.

Worauf es uns bei der Besprechung des vorliegenden Beispiels einzig ankommt: Die Argumentation, die von der Verfasserin gegen unsere Auffassung angeführt wird, stellt keine Beweisführung dar. Gewiß, unsere Betrachtungsweise ist als eine Arbeitshypothese aufzufassen, die noch der experimentellen Bestätigung bedarf. Mit Überlegungen, wie sie unsere sehr geschätzte Kritikerin ins Feld führt, kann sie aber doch wohl nicht widerlegt werden.

Wenn L. Geitler unsere Auffassung von der Abhängigkeit der Hüllenfärbung von der Reaktion des Substrats mit dem Hinweis abtun will, daß auf einem Gestein öfters violetthüllige und rothüllige Formen vermischt vorliegen, so müssen wir auch an diesen Kollegen — dem wir übrigens für mancherlei Hilfe zu Beginn unserer Blaualgenuntersuchungen zu hohem Dank verpflichtet sind und dessen Kompetenz in Fragen der Algologie wir hoch schätzen — die Frage stellen, ob er in den Fällen, auf die er sich beruft, die Reaktion des den Fels benetzenden Wassers bestimmt habe. Es scheint uns wahrscheinlich, daß in solchen Fällen eben, wie wir dies in unserm Untersuchungsgebiet vielfach konstatierten, die Reaktion im Bereiche des Umschlagspunktes des Glœocapsins lag. Dann können violett und rot gefärbte Hüllen nebeneinander vorliegen. Eine Bestimmung der Reaktion ist, namentlich bei nur gelegentlicher Anhandnahme der Frage, vielfach nicht leicht, ganz einfach deshalb, weil wochenlang der betreffende Wuchsstand nicht benetzt wird. Wenn die Beobachtung aber zur Kritik der Ergebnisse einer eingehend geführten Untersuchung herangezogen wird, so sollte eine solche Prüfung doch wohl versucht werden.

Ähnliche Fälle kennen wir ja auch aus manchen Formenkreisen von Blütenpflanzen. So blühen z. B. die Garten-Hortensien je nach dem Willen des Gärtners rot oder blau, wenn dieser nur den Boden in entsprechender Weise herrichtet. Ja, es liegt in seiner Hand, ein und dieselbe Pflanze zu zwingen, auf der einen Seite ihres Laubwerks einheitlich rote, auf der andern Seite dagegen einheitlich blaue Blüten auszubilden, indem er die eine Hälfte des Wurzelstockes in einem für « Rot », die andere Hälfte in einem für « Blau » hergerichteten Boden sich verwurzeln läßt, wobei durch eine Trennungswand innerhalb des Versuchstopfes die beiden Hälften der Wurzelsphäre voneinander getrennt werden (Demonstration der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, anlässlich der Schweizerischen Landesausstellung

1939 in Zürich). Nun kommt es, wie uns der Direktor dieser Versuchsanstalt, Herr Prof. Dr. F. K o b e l, mitteilte, oft genug vor, daß der Gärtner in seinem Bemühen, einheitlich rote oder einheitlich blaue Hortensien heranzuziehen, insofern einen Mißerfolg erleben kann, als ihm, ausgehend von einem genetisch einheitlichen Pflanzenmaterial, mitten unter roten auch violett blühende Individuen aufgehen. Dies ist dann der Fall, wenn die die rote bzw. violette Blütenfarbe auslösende Reaktion des Substrats im Bereich des Umschlagspunktes für die Bildung der roten bzw. der blauen Modifikation des betreffenden Anthocyans liegt. Die Unterschiede in der Reaktion können in solchen Fällen kleiner sein, als wie wir sie mit unsren Bestimmungsmethoden zu erfassen vermögen.

Gleichzeitig rote und blaue Blüten an ein und demselben Individuum beobachteten wir vielfach auch bei *Myosotis*-Arten, z. B. bei *Myosotis palustris* und *Myosotis Rehsteineri* (vom Bodensee) sowie bei verschiedenen Kulturprimeln. Meist blühen diese rot auf und blau ab. Dabei handelt es sich um genetisch einheitliches Material. Wir wüßten darum derartige unterschiedliche Blütenfarbe nicht anders zu erklären als durch eine außerordentlich geringe Verschiedenheit der Reaktion im Zellsaft der Blütenblätter, deren pH-Wert im Bereich des Umschlagspunktes des betreffenden Anthocyans liegen dürfte.

Mögen auch bei den Blütenflanzen die Verhältnisse nicht ganz so einfach liegen wie bei den einzelligen (koloniebildenden) Blaualgen und mögen auch die in Frage stehenden Farbstoffe verschiedener Art sein, so zeigen die genannten Beispiele doch, daß im Bereich des Umschlagspunktes des betreffenden Blütenfarbstoffes außerordentlich geringe pH-Unterschiede genügen können, um im einen Fall rote, im andern Fall violette bzw. blaue Blütenfärbung zu bewirken und daß auf kleinstem Raume, ja an ein und demselben Individuum beiderlei Färbungen vorkommen können.

Den Anstoß zu unserm Versuch, die rote bzw. violette Hüllfärbung durch die Reaktion des Substrates zu erklären, ging ja gerade von einem Material aus, in dem blaue und violette Farbtöne durch alle mittleren Farb-Nuancen verbunden waren, so daß es vielfach nicht möglich war, eine Kolonie als rot- bzw. als violetthüllig zu erklären. Dabei wiederholen wir, daß die Beeinflussung des Hüllenzuckers durch das den Wuchsraum der Alge benetzende Wasser nicht unbedingt eine unmittelbare sein muß; sie kann auch auf indirektem Wege erfolgen. Der Anstoß zur Rot- oder Violettfärbung der Hüllen müßte trotzdem in irgendeiner Weise auf die Reaktion des Substrates zurückgeführt werden.

Es wird sich bei *Gloeocapsa sanguinea* mit der Abhängigkeit der Hüllenspaltung vom pH-Wert des Biotops wohl ähnlich verhalten wie mit derjenigen der Thallusfarbe einer Reihe von Blaualgen, die der sogenannten rotbunten Tiefenbiozönose angehören. Unter dem Einfluß geschwächten und (durch Absorption im Wasser) filtrierten Lichtes verändern die betreffenden Cyanophyceen ihre Lagerfarbe (chromatische Adaptation), und die Entdecker dieser interessanten Microphytengesellschaft, L. Geitler und F. Ruttner (1935, S. 587—602), schreiben die charakteristische Rotfärbung der Algenlager den speziellen Lichtverhältnissen im Biotop zu.

Dies hindert nun freilich nicht, daß nicht nur verschiedene Arten sich gegenüber der Intensität und der Qualität des Lichtes unterschiedlich verhalten, sondern daß nicht einmal alle Angehörigen ein und derselben Art dem von den Autoren festgestellten Prinzip gehorchen. «Selbst ein und dieselbe Art kann an einem Fundort sehr verschiedene Färbungen aufweisen. So wurden braunviolette, rote und dunkelblau-grüne *Pleurocapsa*, rote und stahlblaue *Croococcopsis* beieinander beobachtet. Die Ursache dieser Erscheinung kann einerseits in der verschiedenen Adaptationsfähigkeit der einzelnen Individuen, anderseits in einem verschiedenen Lichtgenuss begründet sein. Die Mosaike sind ja dreidimensional entwickelt, die tiefer gelegenen Individuen erhalten Licht von anderer Intensität und auch von anderer Zusammensetzung als die oberflächlichen.» (Geitler und Ruttner, l. c. S. 601.) Die genannten Autoren nehmen also zu genau derselben Erklärung Zuflucht, um das unterschiedliche Verhalten einzelner Individuen einer Art verständlich zu machen, die auch wir anwenden, um zu erklären, daß im pH-Bereiche des Umschlagspunktes des *Gloeocapsins* rot- und violett-pigmentierte Lager nebeneinander vorhanden sein können.

Wie aus dem weiter oben angeführten Zitat Geitlers ersichtlich ist, teilt dieser Autor unsere Auffassung, nach der die Intensität der Hüllenspaltung abhängig sei von der Belichtung, die Dicke der Hüllen von der Feuchtigkeit, und daß die Schichtung der Hüllen mit dem Lebensrhythmus der Zellen in Beziehung stehe. Er hat, wenigstens was die Intensität der Hüllenspaltung anbetrifft, diese Auffassung in seinen Werken vielfach vertreten. Doch finden wir auf Schritt und Tritt in der Artsystematik der Blaualgen, insbesondere der *Gloeocapsa*-Arten, daß diese variablen Verhältnisse als Artmerkmale zur Trennung von Arten, ja sogar von Gattungen, beibehalten werden, selbst wenn außer ihnen keine anderen wirklich konstanten Merkmale eine Trennung verlangen oder erlauben. In solchen Fällen, und dazu scheinen uns unbedingt die von uns genau untersuchten und auf Grund der dabei erzielten Ergebnisse zusammengelegten Arten: *Gloeocapsa san-*

guinea, *Gl. magma*, *Gl. Ralssiana* und *Gl. alpina* zu gehören, glauben wir, diese Konsequenz aus unseren Befunden ziehen zu müssen.

Wenn Geitler den Algologen den Rat gibt, « diese Variabilität nur richtig zu verstehen und entsprechend zu berücksichtigen », so sind wir seiner Auffassung und glauben, eben diese Art der Betrachtung auch konsequent befolgt zu haben.

7. Kapitel

Weitere Untersuchungen über die Systematik von Gattungen und Arten aus verschiedenen Formenkreisen

a) Der Formenkreis von *Scytonema-Petalonema*

Nachdem sich gezeigt hatte, daß die « scytonemoide » und die « petalonemoide » Ausbildung der Scheiden an ein und demselben Faden vertreten sein kann, lag es nahe, den systematischen Wert dieses Merkmals einer eingehenden Prüfung zu unterwerfen, die Konstanz bzw. Veränderlichkeit der Scheidenbreite bei einigen Arten in Abhängigkeit von den ökologischen Gegebenheiten des Wuchsortes zu prüfen. (Vgl. S. 175.)

In der oben erwähnten Studie verglichen wir je einen extrem stark und einen extrem schwach benetzten Algenstandort auf die Art der Ausbildung des jeweils vertretenen *Scytonema*-Materials. Alle unsere Untersuchungen im Gelände hatten uns gelehrt, daß an trockenen Wuchsarten weithülliges *Scytonema* oder gar *Petalonema* umsonst gesucht werden. Umgekehrt können wir mit Sicherheit erwarten, an einem Wuchsorthe hohen Benetzungsgrades *Scytonema* mit weit abstehenden Scheiden und echte *Petalonema*-Formen zu treffen, und wir würden auf das höchste überrascht sein, hier Formen mit eng anliegenden, zähen Scheiden zu finden. Versuchen wir die *Scytonema*-Lager eines extrem trockenen Wuchsorthes auf dem nackten Gestein, wie wir ihn z. B. auf den senkrechten Kalkwänden am Lac de Barberine vor uns hatten, systematisch zu fassen, so gelangen wir in der Bestimmung der Arten zu *Scytonema myochrous* oder zu *Sc. crustaceum*.

Bei genauem Zusehen erkennt man nun, daß diese beiden Algen in typischer Ausbildung auf ökologisch verschiedenenartigen Wuchsarten der Gesteinsoberfläche anzutreffen sind: *Scytonema crustaceum* an Stellen extremer Trockenheit, also solchen, die nur zur Zeit der Niederschläge benetzt werden, während *Sc. myochrous* auf Standorte angewiesen ist, die noch während längerer Perioden nach Regenfällen durch Sickerwasser aus Spaltfugen und Rissen des Gesteins naß oder feucht erhalten bleiben. Solche Standorte können dicht nebeneinander und u. U. nur wenige Millimeter voneinander entfernt liegen. Die lokalen Lebens-