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: Was sind Lithophyten?

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: 20.08.2025

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

In der in unserm Zusammenhang interessantesten erstgenannten Zone der endolithischen Algen liegen ganz andere Formen vor als in unserm eigenen Untersuchungsgebiet, auch sind die ökologischen Verhältnisse ganz andere. Ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse Ercegovićs mit den unsrigen erübrigt sich daher. Doch werden wir auf die interessanten Beobachtungen dieses Autors an anderer Stelle mehrfach zurückzukommen Gelegenheit haben.

10. Kapitel

Was sind Lithophyten?

Max Oettli (1905) der u. W. als einer der ersten Botaniker die Felsvegetation einer grundlegenden Betrachtung unterzog, bezeichnet als « Felspflanzen » oder « Petrophyten » : « alle diejenigen auf Felswänden oder Blöcken wachsenden Pflanzen, welche imstande sind, als erste unter ihresgleichen den Fels dauernd zu besiedeln und in Verbreitung oder Bau eine mehr oder weniger ausgeprägte Abhängigkeit von dem Fels als Unterlage erkennen lassen ». Sie lassen sich gliedern in « Lithophyten » und « Chomophyten ». Die ersteren leben auf dem nackten Fels und rekrutieren sich ausschließlich aus dem Reiche der Kryptogamen, die letzteren, die Chomophyten, bedürfen eines Felsstandortes, auf dem sich anorganischer oder organischer Detritus angesammelt hat. Solches Feinmaterial kann auf dem Fels liegen, und die darauf hochkommenden Pflanzen sind dann « Exochomophyten », oder es kann Vertiefungen, Risse und Spalten erfüllen, und die dort wachsenden Pflanzen werden dann « Chasmophyten » genannt. Unter den Exochomophyten und den Chasmophyten sind neben Kryptogamen viele Phanerogamen vertreten.

Mit Recht schließt Oettli (l. c., S. 19) ausdrücklich vom Begriff « Felspflanzen » aus : « alle Arten, die wohl auf der Felswand vorkommen, aber nicht unter den oben umschriebenen Begriff fallen. *Parnassia palustris* z. B., die sich hie und da vereinzelt in Spalten findet, wird wohl niemand zu den Felsenpflanzen zählen wollen; denn ihr eigentlicher Standort ist der geschlossene Raum feuchter, sumpfiger Wiesen. »

Oettli schloß nur die Chomophyten und Chasmophyten und unter ihnen wiederum nur die Blütenpflanzen in seine Untersuchungen ein. Die von uns durchgeführten Erhebungen über die Algen, also einen wesentlichen Teil der Lithophytenvegetation, sind darum geeignet, Oettlis Studie zu ergänzen, und dies ist von besonderem Interesse, weil die

Felswände der Churfirsten in den eingehenden Arbeiten von Düggeli und Blöchliger auch mit Hinsicht auf die Bakterienflora einer eingehenden Untersuchung unterzogen wurden. Indessen geben die zitierten Arbeiten Anlaß zu kritischen Betrachtungen nach mancher Richtung hin.

Oettli (l. c.) schreibt: « Der nackte Fels ist bei uns für keine Gefäßpflanzen bewohnbar. Über 40° geneigte, spaltenlose und glatte Felsflächen sind scheinbar völlig unbesiedelt. Beim Aufschlagen mit dem Hammer entsteht aber allenthalben auch auf dem allerkahlsten Fels, außer in Schneelöchern der Karren, ein lebhaft chlorophyllgrüner Fleck, der darauf schließen läßt, daß das, was wir Felsoberfläche nennen, nicht Gestein ist, sondern ein feiner Kryptogamenüberzug. »

Diese Mitteilung Oettlis hat auffallend große Beachtung gefunden und ist in einen großen Teil der Literatur über Vegetationsforschung eingegangen. Aus dieser Beobachtung schloß man gerne auf eine auf jedem Gestein vorhandene, üppige Vegetation endolithischer Algen.

Wir haben in allen unsern Untersuchungen der Frage endolithischer Algen viel Aufmerksamkeit gewidmet, aber eigentlich nirgends im Innern des kompakten Gesteins freilebende Algen mit Sicherheit nachweisen können. Gewiß beobachteten wir vielerorts auf den Innenflächen großer, kleiner und kleinster Spalten im Gestein eine reiche Vegetation grüner und blaugrüner Algen. Wir sahen uns aber immer genötigt, diese Vegetation als diejenige von Feinspalten, Ritzen und Rissen zu deuten. Zerschlagen wir mit dem Hammer einen Stein, so spaltet er ja in erster Linie längs bereits vorhandenen Rissen. Dies ist gewiß in den meisten Fällen der Grund, warum der Rand und die tieferliegenden Zonen von Bruchflächen mit Algen bedeckt sind.

Vielfach freilich durchsetzen Grün- und Blaualgen auch die periphere Gesteinsschicht bis in die Tiefe von mehreren Millimetern, was in einer horizontalen Zone von grüner Färbung makroskopisch sichtbar ist. In allen von uns beobachteten derartigen Fällen lagen aber Flechtenlager, also Thalli endolithischer Flechten vor. Solche sind für das Kalksubstrat seit langem bekannt. Freilebende endolithische, also sich selbsttätig in den Fels hineinbohrende Algen dürften dagegen recht selten sein.

Wie steht es nun mit dem grünen Fleck, der nach Oettli auf dem Gestein entstehen soll, wenn man mit dem Hammer darauf schlägt? Er wird überall da in Erscheinung treten, wo der Hammer auf endolithische Flechten mit grünen Gonidien *(Cystococcus, Pleurococcus, Coccomyxa, Coccobotrys* usw.) trifft. Aber überall da, wo diese fehlen, wird sich die Gesteinsoberfläche auch beim stärksten Hammerschlag

nicht färben. Selbst auf Graubändern oder Tintenstrichen, also in dichten Blaualgenbeständen, tritt keine Grünfärbung ein, sofern nicht (wie z. B. an sonngeschützten Stellen) Grünalgen in reichlicher Menge oberflächlich und darum ohne weiteres sichtbar beigemischt sind; noch weniger ist dies natürlich der Fall an Felsflächen, die vegetationsfrei sind, wie dies unter überhängendem Gestein, in Grotten und Höhlen vielfach der Fall ist. Der grüne Fleck auf der mit dem Hammer angeschlagenen Gesteinsoberfläche ist darum durchaus keine allgemeine Erscheinung, sondern beschränkt sich wie in andern Untersuchungsgebieten so auch in demjenigen der Churfirsten auf ganz bestimmte und meist engbegrenzte Stellen. Es ist darum nicht verwunderlich, daß andere Forscher, wie z. B. Diels in den Südttiroler Dolomitriffen, umsonst danach suchten. Dieser Autor (l. c. S. 509) äußert sich dazu in folgender Weise: « Diese Bemerkung » (daß beim Anschlagen mit dem Hammer ein grüner Fleck entstehe) « veranlaßte mich, genau darauf zu achten, ob der Schlerndolomit ähnliches wahrnehmen ließe. Ich kann bestimmt versichern, daß dies nicht der Fall ist. Es bleibt also zu untersuchen, wie sich die verschiedenen Kalkgesteine in andern Gebieten verhalten. Die senkrechten Dolomitwände besitzen jedenfalls ausgedehnte Oberflächenteile, die wirklich Gestein sind, und zwar nur Gestein, ohne jegliche Vegetation. » Unsere eigenen Untersuchungen bestätigen also Diels' Ergebnisse für das Gebiet der Schweiz, wenn auch hier infolge der verschiedenen ökologischen Gegebenheiten das Verhältnis algenbewachsener zu vegetationsfreier Felsoberfläche ein anderes ist als in den Dolomiten.

Auch durch die Untersuchungen von G. Blöchliger (1931), die die Bakterienflora der Schrattenkalkfelsen der Churfirsten zum Gegenstand hatten, wurden Fragen geprüft und beantwortet, die mit den unsrigen in engstem Zusammenhang stehen. Dieser Autor hat festgestellt, daß auf der scheinbar nackten Felsoberfläche Bakterien leben und daß ihre Zahl mit fortschreitendem Verwitterungsgrad sehr rasch zunimmt. Diese beiden Tatsachen konnten indes nicht überraschen. Auf allen Felsflächen wird ja vom ersten Tage an, da sie der Besiedelung offen stehen, Flugstaub, anorganischer und organischer Detritus angeweht, von Riesel- und Sickerwasser aus höhern Lagen zugeführt und abgesetzt, und ein großer Teil dieses Feinmaterials bleibt in größeren, kleineren und kleinsten Vertiefungen und Ritzen und in mikroskopischen Haarrissen festgehalten.

Wo aber organisches Material vorhanden ist, da stellt sich auch alsbald das Heer der Bakterien ein, und da an der Gesteinsoberfläche mit zunehmender Verwitterung der Gehalt an organischem Material zunimmt, so ist zu erwarten, daß in entsprechendem Maße auch die Bakterienzahl rasch ansteigt.

In seinen Untersuchungen berücksichtigt Blöchliger zunächst « die nackte, rauhe Oberfläche » und stellt diese in betonten Gegensatz zur « nackten, glatten Oberfläche », wie sie etwa Gletscherschliffen, bloßgelegten Rutschflächen usw. eigen ist. Diese wurden in die Untersuchung nicht einbezogen. Über die Bakterienflora der frühesten Verwitterungsstadien des Schrattenkalks gibt uns Blöchligers Arbeit also nicht Auskunft. In der ersten von diesem Autor untersuchten Verwitterungsstufe der « rauhen, nackten Oberfläche » handelt es sich also bereits um « alte », das heißt seit langer Zeit der Verwitterung ausgesetzte Gesteinsflächen mit kleinen oder kleinsten Erhebungen und Vertiefungen, also Flächen, die geeignet sind, Flugstaub und Suspensionen aus dem Sicker- und Rieselwasser festzuhalten, sei es auch in derart geringen Mengen, daß davon von bloßem Auge nicht viel zu sehen ist.

Wie weitgehend im Material der ersten Stufe Blöchligers « der nackten, rauhen, von netzartigen Skulpturen oder wulstigen oder knolligen Vorwölbungen bedeckten, makroskopisch staublosen Felsflächen » Detritus, Algen oder endolithische Flechten enthalten waren, geht aus der Beschreibung leider nicht hervor, auch nicht, ob es sich dabei um horizontal liegenden oder schräg oder gar senkrecht anstehenden Fels handelte, ob dieser von Riesel- oder Sickerwasser oder nur von Regen benetzt wurde, oder ob er gar unter überhängendem Gestein zurücktrat und auch der Benetzung durch die Niederschläge entzogen war.

Als zweite Stufe der Verwitterung verwendet Blöchliger «Abschabsel», also Material, das mit dem Schabeisen verhältnismäßig leicht von der Gesteinsoberfläche abgekratzt werden kann. Aus des Autors Mitteilungen geht hervor, daß dieses Material von Algen ziemlich stark durchsetzt war. Kollege Blöchliger hatte überdies die Freundlichkeit, uns einen Teil seiner Materialien zur Einsicht und zur Bestimmung der darin enthaltenen Algen vorzulegen; dabei hatten wir Gelegenheit, uns von der großen Zahl der in seinen Untersuchungsmaterialien eingeschlossenen Felsalgen persönlich zu überzeugen. Es waren dieselben Arten, die wir weiter oben bei der Beschreibung der Felsvegetation der Churfirsten aufführten, also insbesondere *Gloeocapsa Kützingiana,* st. *pleurocapsoides, Gloeocapsa sanguinea,* st. *col., alpinus, perdurans* und *Scytonema myochrous.* Diese Sachlage wird bestätigt durch Blöchligers Mitteilung « bei Zusatz von Salzsäure färbt sich die aufschäumende Flüssigkeit grünlich oder bräunlich ». Es sind die ursprünglich gelbbraunen Hüllen der *Gloeocapsa Kützingiana,* die sich unter der Einwirkung der Salzsäure grün färben.

Die Kalkkruste, in der die genannten Algen enthalten sind und deren Bakterienflora von Blöchliger untersucht wurde, ist aber, wenigstens teilweise, von diesen selbst, d. h. als Folge ihrer Kohlen-

säureassimilation gefällt worden, und die bakteriologischen Untersuchungen Blöchligers wurden also nicht auf der nackten Oberfläche, sondern in einem üppigen, verkalkten Algenbestande untersucht. Die ursprüngliche Oberfläche des kompakten Gesteins liegt tiefer. Sie kann meist sichtbar gemacht werden, wenn man die dünne (Bruchteile eines Millimeters) oder dicke (bis mehrere Zentimeter) Kruste des Algentuffs abhebt. Tuff und kompakter Fels unterscheiden sich durch Farbe und Festigkeit. Die verkalkte Algenkruste ist meist von hellerer Farbe, porös, durchlöchert und von Gängen durchzogen, je nach der Dichte und Größe der Kalkpusteln der verschiedenen Arten von Blaualgen, die an der Kalkfällung beteiligt sind.

Die weiter fortgeschrittenen, in Blöchligers Untersuchungen einbezogenen Verwitterungsstadien, wie sie die Füllung von Fein- und Grobspalten darstellt, können wir in diesem Zusammenhang unberücksichtigt lassen, ebenso Schutthalden, Erde und Boden, da sie einen von den Gesteinsoberflächen durchaus verschiedenen Lebensraum darstellen.

Aus je 6—10 Versuchsreihen ermittelte Blöchliger je Gramm lufttrockenen Gesteinsmaterials nachstehend zusammengestellte Mittelzahlen des Bakteriengehalts.

	Gelatinewüchsige Keime	Agarwüchsige Keime
Felsoberfläche und Feinspalten	73 320	67 790
Abschabsel	452 000	267 800
Felsschutt	762 778	813 333
Erde (Boden)	2 306 250	2 723 750

Blöchliger zieht aus diesen Ergebnissen den Schluß, « daß der nackte, kahle Fels sowie das makroskopisch humusfreie Abschabsel schon von einer beträchtlichen Zahl von Mikroorganismen belebt ist. Manche Bakterien und Strahlenpilze müssen somit zu den Lithobionten gezählt werden. »

Heben wir noch die Angabe Blöchligers hervor : « Eine ganz gewaltige Zunahme der Bakterienzahl zeigte sich beim Abschabsel, wenn dasselbe beim Anschlagen mit dem Hammer einen grünen Fleck oder gar schon ohne weiteres einen feinen grünen Belag aufwies. » Der Autor belegt dies mit folgenden Zahlen :

Gelatinewüchsige Keime je Gramm Material bei der Hauptuntersuchung:

durchschnittlich		452 000	Keime
beim Anschlagen mit dem Hammer einen grünen Fleck erzeugend	1. Probe	625 000	»
	2. »	1 080 000	»
makroskopisch sichtbarer grüner Belag .	1. »	1 780 000	»
	2. »	6 400 000	»

Es ist ohne weiteres klar, daß Blöchliger in den beiden letzteren, mit je zwei Proben durchgeführten Versuchen die Bakterienflora nicht der Gesteinsoberfläche an sich, sondern diejenige einer Vegetation von Flechten bzw. Algen untersuchte. Der grüne Fleck, der beim Aufschlagen mit dem Hammer auf die Gesteinsoberfläche entsteht, stellt die ca. 1 mm dicke Gonidienschicht einer endolithischen Flechte dar; der grüne oberflächliche Belag freier Algen hat eine Dicke von höchstens Bruchteilen eines Millimeters. Ein solcher Bestand, in dem Algenzellen andauernd absterben und Zersetzungsprodukte liefern, stellt aber für Bakterien einen Nährboden dar, vergleichbar etwa demjenigen einer Wiese, eines Kartoffelackers oder gar eines Waldes z. B. für ein blattfressendes Insekt. Die im oben beschriebenen Versuch ermittelten Bakterienzahlen beziehen sich also auf die Bakterienflora eines Algen- bzw. eines Flechtenbestandes, und wenn diese Bestände auch die Gesteinsoberfläche bedecken oder durchwuchern, so können die in ihnen lebenden Bakterien doch wohl kaum als Lithophyten im Sinne Oettlis bezeichnet werden. Es sind Mikroorganismen, deren Lebenstätigkeit nicht vom Gestein, sondern vom Algen- bzw. Flechtenbestand abhängig ist.

Wenn sich für den oberflächlich liegenden Grünalgenbestand größere Bakterienzahlen ergaben als für den « grünen Fleck », so ist diese Tatsache unschwer zu erklären. Grünalgen trockener Standorte gelangen nur an Stellen zur Entwicklung, die vor direkter Besonnung geschützt sind. Flechten dagegen sind auf starke Belichtung angewiesen. Die Großzahl der Bakterien aber wird durch direktes Sonnenlicht, wenn nicht abgetötet, so doch in ihrer Entwicklung gehemmt. Die geringeren Bakterienzahlen im Bestand der Flechtengonidien sind darum auf die bakterizide Wirkung des Sonnenlichtes und wohl auch auf die geringere Feuchtigkeit des Standortes zurückzuführen. Der Verwitterungszustand der Gesteinsoberfläche unter dem Bestand freier Algen braucht keineswegs weiter fortgeschritten zu sein als diejenige des Flechtenstandortes (des grünen Flecks). Im Gegenteil, auf Friedhöfen sehen wir vielfach, daß spiegelglatt geschliffene Flächen von Diabas und andern kompakten Gesteinen, die nach einer Expositionsdauer von mehreren Jahrzehnten noch keine Spuren der Verwitterung aufweisen, in einen Mantel grüner Algen eingehüllt sind, während Flechten, die einer rauheren Oberfläche bedürfen, dort noch nicht Fuß zu fassen vermochten. Sie nehmen von einem solchen Substrat erst Besitz, wenn auf seiner Oberfläche die Verwitterung ein weiter fortgeschrittenes Stadium erreicht hat. So braucht die höhere Bakterienzahl auf dem « grünen Fleck » an der Gesteinsoberfläche keineswegs einen höheren Verwitterungsgrad anzuzeigen.

Daß die Großzahl der von Blöchliger ermittelten Bakterien nicht als Lithobionten angesprochen werden kann, geht aus den Befunden dieses Autors deutlich hervor, wenn er schreibt : « Die häufigsten, auf dem Fels beobachteten Bakterien sind gemeine Bodenbakterien. Alle diese Arten sind typische Saprophyten, die also ihren Kohlenstoff- und Stickstoffbedarf aus toter organischer Substanz decken. »

Lithophyten sind wohl nur diejenigen Organismen, die imstande sind, ohne die Hilfe anderer Lebewesen oder standortsfremder Stoffe sich auf dem Fels dauernd zu erhalten. Es kommen darum nur autotrophe Pflanzen in Frage. Alle andern gehören zu den zufälligen Felsbesiedlern. Wer sind nun diese autotrophen Pflanzen ? Es sind Algen und Flechten, eventuell, was aber noch zu beweisen ist, autotrophe, kalkzersetzende Bakterien. Wir können nicht von Gesteins-Bakterien sprechen, wenn die betreffenden Mikroben ihren Hauptlebensraum im Boden oder im Wasser oder auf organischer Substanz haben. Wohl erfüllen viele Bakterienzellen den freien Luftraum. Und doch gehören sie nicht einer besonderen Kategorie von « Luftbakterien » an. Sie gelangen in die Luft, weil sie durch Luftströmungen verschiedener Art aufgewirbelt wurden; sie halten sich auch eine Zeitlang am Leben, können diesen Lebensraum aber nur ertragen, wenn sie vor dem Verhungern wieder auf einen günstigen Nährboden gelangen.

Unter den echten Lithophyten kennen wir bisher also nur Algen und Flechten (eventuell auch autotrophe Bakterien). Die « endolithischen Algen » mancher Autoren (Diels u. a.), die Feinspalten und Haarrisse im Gestein besiedeln, möchten wir dagegen den Chasmophyten Oettlis zuordnen und in Gegenüberstellung zu den Bewohnern größerer, von Detritus und Humus erfüllten Spalten als Mikrochasmophyten bezeichnen.