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: Untersuchungen im Gebiete des Jura

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: 21.08.2025

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

Wir haben uns für diese letztere Deutung entschieden. Im Laufe unserer Untersuchungen kamen uns zahlreiche ähnliche Fälle zu Gesicht, durch die wir lernten, die Verschiedenartigkeit in der Ausbildung der Fäden auf die speziellen lokalen Verhältnisse des Wuchsortes, insbesondere auf dessen Benetzungs- und Belichtungsverhältnisse zurückzuführen. Darüber hinaus gelangten wir zu der Auffassung, daß sich mit den in unserm Material beobachteten Formen die Vielgestaltigkeit der Art *Scytonema myochrous* noch bei weitem nicht erschöpft, sondern daß die bisher als *Scytonema crustaceum* und *Petalonema alatum* bezeichneten Formen als die Entwicklungszustände extrem trockener bzw. extrem feuchter Standorte mit in den Formenkreis unseres weiter gefaßten *Scytonema myochrous* einzubeziehen sind.

2. Kapitel

Untersuchungen im Gebiete des Jura

20. Am Creux-du-Van (1320 m ü. M.)

Südöstlich Noiraigue im Val de Travers (Kt. Neuenburg) ist in einem Felszirkus von riesigen Ausmaßen der weiße Jura (Kimeridgien-Argovien) der Chasseral-Kette angeschnitten. Seine 166 m hohe Wand, die eine Strecke weit die waadtländisch-neuenburgische Kantonsgrenze bildet, trägt auf ihrem Scheitel die Bergweiden des Soliat. Im Innern des Felszirkus breitet sich auf Bergsturz- und Moränenmaterial Fichtenwald aus, stellenweise so weit an die Felswand herantretend, daß diese an ihrem Fuße dauernd beschattet ist. An solchen Stellen (Mat. 688) ist der Fels durch üppige Bestände von *Protococcus viridis, Trentepohlia aurea* und staubig-krustige, lepröse Flechtenlager grün, gelb und weißgrau gefärbt. Sonst aber zeigt er, wo man nur hinsehen mag, jene graublaue Patina, wie wir sie von so vielen Felswänden im Jura und im Kalkgebiet der Alpen her kennen (Mat. 689—695).

Die Oberfläche des Gesteins ist auffallend rauh, tiefgreifend korrodiert. Mäandrisch verlaufende Gänge und Furchen und halbkugelige Höhlungen von wenigen Millimetern bis zu 1 cm Durchmesser sind durch Rücken, Kämme, Riffe und Zähne von einheitlichen Ausmaßen voneinander getrennt. Bei starker Lupenvergrößerung sieht die oberste Schicht des Gesteins wie « vermorscht » aus und läßt sich mittels eines groben Pinsels als feiner, aus mikroskopisch kleinen Kalksplitterchen bestehender Detritus wegfegen.

Die gesamte Felsoberfläche ist mit einem dünnen Belag eng aneinanderschließender Algen bedeckt. Diese kleben sowohl auf Erhebungen

als auch in Vertiefungen, in Höhlen und Ritzen, ja sogar bis zu einer Tiefe von 1—2 mm im Innern des Gesteins. Die Vegetation der Oberfläche zeigt ein dunkelgraues oder blaugraues Aussehen, diejenige des Gesteinsinnern — auf Spaltflächen besonders deutlich sichtbar — ist von lebhaft blaugrüner Färbung.

Die epilithische Vegetation ist auf weite Strecken hin außerordentlich einheitlich; immer steht hinsichtlich der Individuenzahl *Gloeocapsa sanguinea* an weitaus erster Stelle. Sie ist hauptsächlich im Dauerzustande, in tief dunkelvioletten, enghülligen Einzelzellen und in wenigzelligen Lagern, in Vertiefungen des Gesteins, aber auch im vegetativen Zustande mit mittelweiten, intensiv oder schwächer gefärbten Hüllen vertreten, und zwischen ihren Lagern sind Dauerzellen von *Gloeocapsa Kützingiana* (st. *pleurocapsoides*) reichlich eingestreut. Man kann Dutzende von mikroskopischen Präparaten durchsehen, ohne neben diesen beiden Arten auf eine dritte zu stoßen. An anderen Wuchsstellen, namentlich am Grunde von Vertiefungen, gesellen sich *Scytonema myochrous* st. *crustaceus* und *Calothrix parietina* dazu. An diesen Stellen, die vor der austrocknenden Wirkung des Windes und der Besonnung geschützt sind, und an denen das abfließende Wasser etwas länger liegen bleibt als auf den Erhebungen der Felsoberfläche, zeigt sich *Gloeocapsa sanguinea* in mannigfaltigen Entwicklungszuständen. Man findet dort nebeneinander Lager mit recht weiten Hüllen von intensiver oder von schwacher Färbung und Kolonien, deren Hüllen enger und völlig farblos sind.

Sowohl *Gloeocapsa sanguinea* als auch *Gloeocapsa Kützingiana* zeigen sich in allen Stadien der Lichenisierung. Besonders reichlich sind die Anfänge des Pilzbefalles zu beobachten an Kolonien, in denen einzelne Zellen noch frei und wohlgebildet sind, während in andere Teile der Lager der Pilz eingedrungen ist, die befallenen Zellen beschädigt oder abgetötet hat, so daß diese geschrumpft in ihren Hüllen liegen.

Bei starker Lupenvergrößerung läßt sich deutlich beobachten, daß sehr viele Algenkolonien winzige Vertiefungen der Gesteinsoberfläche ausfüllen. Es stellt sich nun die Frage : Haben sich diese Algen die Vertiefungen, in denen sie sitzen, selbst gegraben, oder haben sie sich in bereits vorhandenen Höhlungen angesiedelt? Wir gelangen mit dieser Frage mitten hinein in das Problem des Gesteinsabbaues durch die Lebenstätigkeit von Mikroorganismen. Diese Frage kann ohne experimentelle Prüfung nicht beweiskräftig beantwortet werden. Die Bilder, die solche Gesteinsoberflächen darbieten, die Trichterform der Vertiefungen, an deren Grunde die Algenkolonien sitzen, und die Unmöglichkeit, für die Entstehung der Algentrichter eine andere Ursache zu

finden, vereinigen sich zu dem bestimmten Eindruck, daß die Vegetation die Löcher, in denen sie sitzt, selbst gegraben haben muß. Die Algenlager sind indessen meist verpilzt, und die Vermutung liegt daher nahe, daß es der Pilz ist, der die Auflösung des Kalkes besorgt, zum mindestens aber, daß, falls die Alge dabei mitbeteiligt ist, sie nur durch die Gegenwart des Pilzes dazu befähigt wird.

Blaualgen sitzen in großer Zahl auch im Innern des Gesteins. Sie werden als ein blaugrüner Streifen sichtbar auf Splittern, die senkrecht zur Oberfläche vom Fels abgespalten wurden. Die Algen besiedeln dort eine Schicht von 1—2 mm Tiefe und lassen sich mitsamt dem in ihrem Bereich lockeren Gesteinsmaterial verhältnismäßig leicht herausnehmen. In dieser Vegetation herrschen Lager von 1—2, in eine farblose, oft schwer sichtbare Gallerthülle eingeschlossenen Zellen vor. Daneben aber sind auch 4- bis 8- und mehrzellige Kolonien und vielzellige nannozytöse Kolonien mit vielen unregelmäßig gelagerten Zellen reichlich vertreten. In den größeren Zellen hebt sich das farblose Zentroplasma innerhalb des farbstoffreichen peripheren Chromatoplasmas deutlich ab. Die Gallerthülle ist homogen, meist völlig farblos und darum oft schwierig zu erkennen. In anderen Fällen, namentlich in 4-, 8- und mehrzelligen Kolonien, ist sie etwas dicker und deutlicher. Gelegentlich zeigt sich in ihr eine schwache, aber durchaus deutliche Violettfärbung. Diese Eigenschaft und die ausgesprochen « gloeocapsoide » Anordnung der Zellen innerhalb der Kolonie ermöglichen die Einordnung unserer endolithischen Blaualge unter *Gloeocapsa sanguinea*. Daß diese im Innern des Gesteins vornehmlich in Dauerzellen mit so wenig differenzierter Gallerthülle vorliegt, ist auf die extreme Lichtarmut und den geringen Feuchtigkeitsgrad des Standortes zurückzuführen. Beim Studium der epilithischen Algen, unter denen *Gloeocapsa sanguinea* im Dauerzustande so außerordentlich üppig vertreten ist, sind wir nie Dauerzellen mit farblosen Hüllen begegnet; daß diese im Gesteinsinnern dagegen sowohl farblos als ungeschichtet vorliegen, dürfte die Richtigkeit unserer Auffassung von der Abhängigkeit dieser Merkmale vom Belichtungsgrad aufs neue bestätigen.

In Vertiefungen und auf Erhebungen der Gesteinsoberfläche trägt der Fels in zahlreichen, dicht nebeneinander stehenden, verkalkten Pusteln von 1—3 mm Durchmesser reine Bestände der unverpilzten *Gloeocapsa Kützingiana*. Diese Pusteln sind entstanden durch die kalkfällende Wirkung der Alge. Dies zeigt uns, daß Kalkauflösung, also biogene Korrosion, und biogene Kalkbildung nebeneinander und gleichzeitig vorkommen können. Die Auflösung des Kalkes möchten wir in erster Linie den verpilzten Algen, die Kalkfällung dagegen den freien Algen zuschreiben.

Beim Studium der Algenvegetation auf senkrecht anstehenden Wänden nackten Kalkgesteins im südlichen Jura, so namentlich in der Bachschlucht von Covatannaz, die von Ste-Croix (Kt. Waadt) nach Vuiteboeuf führt (900—600 m ü. M.), und im Gebiet der Dôle (1600 m ü. M., über St-Cergue) fanden wir weitgehend dieselben Verhältnisse vor wie am Creux-du-Van. Überall notierten wir auf dem von Sicker- und Rieselwasser zeitweise benetzten Gestein die blaugrau sich am Fels hinziehenden und von weitem leicht erkennbaren, fast reinen Bestände der *Gloeocapsa Kützingiana* im status *pleurocapsoides*. An manchen Stellen lösen die (verpilzten) Zellen dieser Alge das Gestein auf und zermürben es und tragen in dieser Weise zu seinem Abbau bei; in anderen Gebieten führt dieselbe Alge zur Kalkfällung, die zur Bildung einer mehr oder weniger dicken Kruste eines porösen, tuffartigen Mantels über der Felswand führt und diese vor der Zerstörung durch die Atmosphärilien schützt.

Gegenüber dieser gelbhülligen Blaualge tritt *Gloeocapsa sanguinea* stark zurück. Wo sie vorkommt, liegt sie mit violetten Hüllen vor; die rothüllige Form dagegen fehlt im allgemeinen.

An sonngeschützten Stellen unter überhängendem Gestein und an Wuchsorten, die durch Bäume und Sträucher starker Belichtung entzogen sind, bildet die Vegetation der grünen Algen, insbesondere der *Trentepohlia aurea*, des *Pleurococcus viridis*, verschiedener *Coccomyxa*-Arten, sodann *Stichococcus*, *Hormidium* und anderer Vertreter, da und dort ausgedehnte Bestände. An mäßig trockenen und unter mittlerem Lichtgenuß stehenden Wänden stellen sich Anfangsstadien der Lichenisation, lepröse Halbflechten ein, während die trockenen und stark belichteten Felsflächen, Felskuppen, -köpfe und -gräte, sowie ruhende Gesteinssplitter verschiedenster Größe sich mehr oder weniger dicht mit wohlausgebildeten Flechtenlagern bedecken.

21. In der Taubenlochschlucht bei Biel

Betrachtet man die Algenvegetation dieses in den Malm tief eingeschnittenen Jura-Quertales, 510 m ü. M., mit derjenigen des Creux-du-Van, so erkennt man alsbald, welche Bedeutung Feuchtigkeit und Beschattung auf ein und dieselbe Gesteinsart ausüben können. Dort die nackte graublaue Patina, verursacht hauptsächlich durch *Gloeocapsa Kützingiana* im Dauerzustand, hier überall auf den feuchten Kalkwänden ein schmutzig graubrauner Überzug, der weitgehend von gallertigen Algenlagern gebildet ist.

Die Algen lassen sich leicht vom Gestein ablösen und in großer Menge in die Sammelgläser bringen. In 22 gefaßten Proben (Sammel-

material 696) wiederholte sich vielfach dasselbe Bild : *Gloeocapsa sanguinea* dominiert. Sie liegt vor in ausschließlich mittelweiten oder weit abstehenden, seltener in eng anliegenden Hüllen von immer violetter Färbung. Stellenweise herrschen die entsprechenden Dauerzustände vor. Formen mit gelben Hüllen treten mehr zurück. Doch gelangt *Gloeocapsa Kützingiana* im status *typicus* und im st. *rupestris* neben *Gloeothece rupestris* da und dort zu nennenswerter Entfaltung. *Gloeocapsa atrata* ist ihnen beigemischt.

Auffallend reichlich ist *Nostoc microscopicum* vertreten, dessen ungezählte bis stecknadelkopfgroße Lager wie Perlen glitzern und weite Gebiete der Steilwände und geneigter, von Moosen bewachsener Flächen des Gesteins bedecken. Unter ihnen finden wir fernerhin *Symploca muscorum,* oft ganze Moosrasen überwuchernd, sodann *Calothrix parietina,* mit schwach gefärbten und ziemlich weiten Scheiden, *Chroococcus tenax* und *Chroococcus turicensis* am Fuße leicht überhängenden und bergfeuchten Gesteins, weniger reichlich *Chroococcus turgidus* und unbestimmbare Schleimlager von *Plectonema.* Im weiteren notierten wir *Phormidium favosum, Scytonema mirabile, Scytonema myochrous,* st. *Petalonema* und *Lyngbya* sp.

Auffallend reichlich sind die Grünalgen im Material vertreten. Da und dort auf dem Gestein, insbesondere am Fuße von Felsgrotten unter überhängendem Fels, an Baumstämmen und größeren Geröllen, an verbautem Holz an trockenen, vor direkter Besonnung geschützten Stellen gelangen *Protococcus viridis, Chlorella lichina, Coccomyxa* sp., *Cosmarium pyramidatum* u. a. zu annähernd reinen Beständen. Im Bachbett der Schüß tragen Gesteinssplitter und Gerölle braune Krusten von *Chamaesiphon polonicus.* Vielerorts bestimmen ausgedehnte Tuffe von *Trentepohlia aurea* die Farbe der Gesteinsoberfläche.

Diese reichliche Vertretung der Grünalgen ist auf die verhältnismäßig schwache Belichtung (Stufe I) der untersuchten Standorte unserer Gesteinsvegetation zurückzuführen.

Eingehende Untersuchungen in einer Bachschlucht im Kanton Solothurn, der Teufelsschlucht bei Hägendorf, in der die Felsvegetation ähnliche Lebensbedingungen vorfindet wie in der Taubenlochschlucht, ergaben Artenlisten (Sammelmaterial 697), die mit denjenigen dieser letzteren Untersuchungsstelle sehr weitgehend übereinstimmen.

Besonders auffallend sind in diesen Materialien stark verkalkte Lager von *Chroococcus turicensis* und *Chr. helveticus,* denen *Cosmarium subpyramidatum* reichlich beigemischt ist. An trockeneren Stellen außerhalb dieser Bestände gelangen *Trentepohlia aurea* und *Plectonema cf. gracillimum* zu nennenswerter Entwicklung.

23. *Im « Felsentälchen » bei Schaffhausen (420 m ü. M.)*

Das « Felsentäli » ist ein Erosionstal, welches nördlich der Stadt Schaffhausen durch die Durach, ein kleines, zeitweise versiegendes Flüßchen, in NE-SW-Richtung in den Massenkalk (oberer Malm, Kimeridgien E) eingeschnitten ist. Zu beiden Seiten fallen die Kalkwände schluchtartig und in einer Höhe von etwa 15 m ab, um in der Talsohle neben dem Flußlauf kaum einen engen Fußpfad offen zu lassen. Da und dort weichen die Felswände auseinander, und über ihrem bewaldeten Scheitel neigen die Kronen der Buchen und Fichten zu einem stellenweise geschlossenen Laubdach zusammen. So wird das einfallende Sonnenlicht gesiebt und wesentlich geschwächt, und nur an wenigen Stellen ist der Fels direkter Belichtung ausgesetzt; durch das Flüßchen, den Wald und das Blätterdach wird um die Felswände eine stets mehr oder weniger feuchte Atmosphäre geschaffen. Diese ökologischen Verhältnisse spiegeln sich in der epilithischen Vegetation deutlich wider.

An Biotopen lassen sich auf diesen Felswänden die folgenden unterscheiden :

1. Besonnte Felsflächen (Belichtung : Stufe III), die nur von Niederschlägen, Tau usw. befeuchtet werden.

Sie sind mit Flechten bedeckt. *Placodium aurantiacum* u. a. gelangen zu reichlicher Entfaltung, während andere, meist sterile, endolithische Arten nur an den Umrissen ihrer Thalli zu erkennen sind. Gonidienalgen, insbesondere *Trentepohlia umbrina* und *Cystococcus*, treten bei der Verwitterung des Gesteins an die Oberfläche oder hinterlassen auf dem Fels gelbe bzw. grüne Flecke, wenn man mit dem Hammer darauf schlägt. Freie Algen fehlen (Material 110 bis 113).

2. Beschattete Standorte (Belichtung : Stufe I); Benetzung durch Regen, Tau und die Luftfeuchtigkeit der Waldschlucht.

Dies ist der Lebensraum der aerophilen Grünalgen, die weite Felsflächen mit bunter Farbe, gelb, orange, grün überziehen. Diese Vegetation setzt sich zusammen aus :

Protococcus viridis
Protococcus sp.
Trentepohlia aurea
Trentepohlia umbrina
Stichococcus bacillaris
Hormidium sp.
Cylindrocystis Brebissonii
Nostoc insulare
Coccomyxa thallosa
Chlorococcum humicolum
Chlorella lichina
Nostoc microscopicum
Gloeocapsa alpina
Gloeothece Kützingiana st. *rupestris*
Chroococcus tenax

Diese stets mehr oder weniger lichtscheue Vegetation (Mat. 170) findet sich außerhalb der Sicker- und Rieselwasserstreifen. Zahlreiche weiße und graue lepröse Flechtenanfänge sind den ausgedehnten und weithin sichtbaren Beständen von *Trentepohlia aurea* untermischt und leiten über zu Stellen mit etwas höherer Feuchtigkeit.

3. Besonnte und beschattete Felsflächen mit wenig Riesel- und Sickerwasser; graue Bänder, an der Felswand herablaufend.

Diese Standorte sind manchenorts mit reinen Beständen von *Gloeocapsa Kützingiana* st. *pleurocapsoides* bedeckt; an anderen Stellen ist *Gl. sanguinea* st. *col., alpinus* beigemischt, und an Orten, wo Wasser etwas reichlicher abfließt, gehen beide Algen in den entsprechenden Zustand mit weiteren Hüllen über. Diese beiden Arten stellen nach der Seite größerer Trockenheit die Grenzvegetation der Blaualgen dar. (Mat. 78 und 81.)

4. Austrittsstellen von Sickerwasser.

Das in äußerst geringer Menge nachgeschobene Wasser (vielleicht 1 Tropfen je 3 Minuten) genügt eben, um eine eng begrenzte Felsfläche dauernd feucht zu halten. Am 9. Juni 1940 beobachteten wir an 10 solcher Stellen (Mat. 82—91; pH 7,14—7,45) in ziemlich übereinstimmender Weise folgende Arten :

Gloeocapsa sanguinea, st. *col., alpinus, fam. lam.*
Gl. sanguinea, st. *col., fam. lam.*
Gl. Kützingiana, st. *col., fam. lam.*
Gl. atrata
Aphanocapsa Grevillei
Gloeothece fusco-lutea
Scytonema myochrous
Stigonema sp.
Calothrix parietina
Nostoc microscopicum
Phormidium lividum
Cylindrocystis Brebissonii

5. Austrittsstellen von Sickerwasser an der unteren Kante überhängenden Gesteins, kleiner Höhlen und Vertiefungen, Schichtfugen u. dergl.

Standort stets feucht und lichtarm; pH 7,10 (Mat. 92, 93).

Chroococcus turicensis, dominierend
Gloeothece fusco-lutea
Gloeocapsa Kützingiana
Plectonema sp.
Mesotaenium macrococcum

6. Aufprallstellen. Während und nach Niederschlägen fällt das Wasser (pH 6,68) tropfenweise aus großer Höhe auf tiefer gelegene Felspartien herunter.

An diesen (Mat. 94) entwickeln sich mehr oder weniger reine Bestände von fädigen Blaualgen, insbesondere von *Phormidium favosum*. Setzt das Wasser aus, so vertrocknen die häutigen Lager und lösen sich in Form geschrumpfter Fetzen vom Stein los, um bei wiedereintretendem Tropfwasser sich erneut auszubreiten. Gelegentlich findet sich *Cosmarium curtum* (Bréb.) Ralfs. (= *Penium curtum* Bréb.) diesen Lagern eingestreut.

Durch die spangrüne, mitunter aber auch rötliche Farbe fallen an manchen Stellen in Ritzen und Vertiefungen des Felsens ausgedehnte Lager einer anderen fädigen Blaualge auf : *Plectonema gracillimum*, deren Farbänderung offenbar auf die weiter oben beschriebene Wirkung des Stickstoffmangels zurückzuführen ist. Die Fäden dieser Alge sind so stark verkrustet, daß die Gallertscheiden, in denen der Kalk auf- und wohl auch eingelagert ist, die bis dreifache Dicke ihres kalkfreien Zustandes annehmen; infolge dieses spröden Kalkpanzers brechen sie leicht auseinander.

24. In der « Teufelsküche » bei Beringen (440 m ü. M.)

Die « Teufelsküche » stellt eine durch Erosion seitlich freigelegte Karsthöhle im Massenkalk (Kimeridgien E) dar und steht nach SW hin offen. Die sie umgebende senkrechte Felswand ist durch ziemlich dicht stehenden Wald beschattet. Trockenste Standorte, die in der ausgesprochen regenarmen Gegend (81 cm Jahresniederschlag) nur selten befeuchtet werden, wechseln ab mit feuchten und dauernd nassen Stellen, wo Riesel- und Sickerwasser die Oberfläche des Felsens benetzen. Die « Teufelsküche » gleicht also in den ökologischen Verhältnissen, die sie der Algenvegetation darbietet, weitgehend denjenigen des « Felsentälchens » bei Schaffhausen.

Hier wie dort sind die trockensten Standorte von Flechten bewachsen. Die Austrittsstellen von Sickerwasser und die Rieselwasserstreifen sind bedeckt von reinen Beständen von *Gloeocapsa Kützingiana*, st. *pleurocapsoides*. Ein solches, von weitem an seiner hellen, aschgrauen Farbe erkennbares Algenband befindet sich innerhalb des Randes der Höhle, wo Sickerwasser, aus einer Schichtfuge austretend, während nur kurzer Perioden den Stein befeuchtet. An der Grenze zwischen dem Algen- und dem Flechtenareal sind zahlreiche Fälle zu erkennen, wo *Gloeocapsa Kützingiana*, st. *pleurocapsoides* in wenigzelligen Kolonien

von Pilzhyphen ergriffen, lichenisiert und zum Teil abgetötet werden (Mat. 95 A).

Nimmt die Dauer der Benetzung zu (Mat. 95, pH 7,20), so tritt an die Stelle der genannten Art eine mehr gemischte Vegetation von dunklerer Farbe :

Gloeocapsa sanguinea,	st. *col., alpinus, perdurans* oder
» »	st. *col., alpinus, fam. lam.,*
Gloeocapsa Kützingiana,	st. *pleurocapsoides* oder
» »	st. *fam. lam.*
Scytonema myochrous,	st. *crustaceus*

Wird der Standort noch feuchter (Mat. 96), so gewinnt der Algenbelag ein gallertiges Aussehen; er setzt sich zusammen aus :

Nostoc microscopicum
Phormidium lividum
Hormotila mucigena
Mesotaenium macrococcum
und zahlreichen Kieselalgen.

An Stellen, die von geringsten Wassermengen (vielleicht 1 Tropfen je 3 Min.) gespeist, aber nie völlig trocken werden (Mat. 97, pH 6,75), finden sich:

Aphanocapsa Grevillei, dominierend *Chroococcus turicensis* *Chlorogloea microcystoides* *Chamaesiphon polonicus* *Phormidium* sp.	auf horizontalen Absätzen des Gesteins.

Die Lichtarmut des Standorts kommt in den völlig ungefärbten und ungeschichteten Hüllen von *Aphanocapsa Grevillei* zum Ausdruck.

An noch mehr sonnengeschützten und mäßig feuchten Flächen (Mat. 98) treten auf :

Aphanothece fusco-lutea, dominierend
Trentepohlia aurea
Nostoc microscopicum
Gloeocapsa sanguinea, st. *fam. lam., alpinus*
Hormotila mucigena
Protococcus viridis
Stichococcus bacillaris

Auffallend ist in dieser Liste *Aphanothece fusco-lutea.* Die Gattung *Aphanothece* gehört nach unsern sonstigen Erfahrungen eher in die Vegetation des Molassesandsteins. In unserm Material Nr. 98 ist sie aber dominierend. Geitler (1930) drückt die Ansicht aus, daß diese Art

mit *Gloeothece rupestris* identisch sein könnte. Nach unsern Beobachtungen dürfte dies nicht der Fall sein; unsere Alge entspricht völlig der Diagnose von *Gl. fusco-lutea,* erreicht aber keineswegs die Zellänge, welche für *Gl. rupestris* angegeben ist. Bei den meisten der obengenannten Cyanophyceen, insbesondere bei *Gloeocapsa, Aphanocapsa, Gloeothece, Calothrix* usw. ist die Intensität der Hüllenfärbung und die Deutlichkeit der Hüllenschichtung ein Abbild von dem mehr oder weniger starken Lichtgenuß, dem sie ausgesetzt sind.

Schlägt man Gesteinssplitter der Felsoberfläche entzwei, so erkennt man im Querschnitt eine bis in 2—3 mm Tiefe reichende blaugrüne Schicht endolithischer Algen (Mat. 99). Wir bestimmten sie als *Aphanocapsa endolithica.* Ihre Zellen messen ziemlich einheitlich 1,6 μ im Durchmesser. Diese Beobachtung unterstützt die Auffassung Geitlers, daß Ercegovič bei der Beschreibung der Art, für die er 0,8—3 μ große Zellen angibt, Material aus verschiedenen Arten vorlag. An natürlichen Bruchsteinen der Gesteinssplitter, in feinen und feinsten Ritzen und Haarspalten findet man oft reingrüne Lager von *Protococcus* sp. Diese können nicht als endolithische, sondern nur als epilithische Spaltenvegetation gedeutet werden. Nach dem Innern der Höhle zu nimmt die Algenvegetation infolge zunehmender Trockenheit der Felsoberfläche und zunehmenden Lichtmangels rasch ab.

25. An der Hardfluh bei Beringen (440 m ü. M.)

Sind die untersuchten Wände des Felsentälchens bei Schaffhausen nach E bzw. W und diejenigen der «Teufelsküche» nach S exponiert, so schaut die ebenfalls senkrechte und auf ihrem Scheitel mit lichtem Wald bestandene Hardfluh (Massenkalk, Kimeridgien E) nach Norden. Sie ist wesentlich trockener als die vorgenannten Standorte, denn das Riesel- und Sickerwasser fließt nicht oberflächlich, sondern größtenteils unter der Felsoberfläche ab, da diese durch die kalklösende Wirkung des Wassers unterhöhlt ist und darum stellenweise in 1—2 cm dicke Schichten abblättert. Vielfach ist auch diese äußerste Gesteinsschale von Erosionslöchern durchbrochen, wodurch innere Spalten und Gänge untereinander und durch kleine Fenster im Gestein mit der Oberfläche in Verbindung stehen. Diese Gänge und Spalten sind, soweit die zurückgehaltene Bergfeuchtigkeit und der Lichtzutritt genügend sind, mit einer Vegetation von Grünalgen, insbesondere *Protococcus viridis* und Blaualgen, namentlich *Aphanocapsa Grevillei,* ausgekleidet (Mat. 172). Ist aber der Lichtzutritt zu gering, so fehlen Algen vollständig, wie auch an oberflächlich gelegenen, stark belichteten Stellen, wo die Feuchtigkeit fehlt. Trotz der Vegetationslosigkeit schreitet die Erosion solcher Stellen

weiter, und es wäre verfehlt, die Auflösung des Gesteins auf die Tätigkeit der Algen zurückzuführen. Diese setzen sich in den Erosionslöchern und -gängen an, ohne am Abbau des Gesteins wesentlich beteiligt zu sein.

Die dem Licht ausgesetzte Außenfläche der Felswand zeigt dieselbe Vegetation, wie sie für die nicht beschatteten Flächen der « Teufelsküche » und des Felsentälchens beschrieben wurde : im trockensten Areal Flechten, deren endolithische, gelbe *Trentepohlia*-Gonidien auswachsen und der Felsoberfläche ihre Färbung verleihen. Aschgraue Bänder verkalkter Lager von *Gloeocapsa Kützingiana,* st. *pleurocapsoides* bilden Krusten bis zu 1 cm Dicke auf dem Fels, und *Gl. sanguinea,* st. *perdurans* und st. *fam. lam., alpinus* bedecken zusammen mit *Scytonema myochrous,* st. *crustaceus* die spärlichen Rieselwasserstreifen (Mat. 173).

3. Kapitel

Im Molassegebiet des schweizerischen Mittellandes

Die Molasse, das Sedimentgestein des mittleren Tertiärs, umfaßt den gesamten Raum des schweizerischen Mittellandes zwischen Jura und Alpenrand und erstreckt sich vom Genfersee bis zum Bodensee. Sie ist hervorgegangen aus den immer mehr zerkleinerten, geschlämmten und wieder abgesetzten Verwitterungsprodukten mächtiger Gebirgsmassen von verschiedenen Gesteinsarten, die durch Flüsse nordwärts verfrachtet, teils in marine, teils in Süßwasserbecken abgelagert und dort nachträglich verkittet wurden. Zeigt sich das Molassegestein am Alpenrand noch in Form grobkörniger Konglomerate, der sogenannten Nagelfluh, die beträchtliche Bergmassive, wie den Speer (1956 m), Rigi (1800 m), Napf (1408 m) usw. ausbildet, so nimmt die Korngröße nach N und NW zu fortschreitend ab und bildet dort zunächst grobkörnigen und noch weiter dem Jura zu den feinkörnigen Sandstein. Dieser bildet daher in der Mächtigkeit von weit mehr als 1000 m den Grundfels der zwischen 300 und 900 m ü. M. liegenden schweizerischen Hochebene.

Während die Sandsteine anderer Formationen, wie zum Beispiel des Buntsandsteins und des Keupers, sehr oft rote Farben zeigen, fehlt das Rot den Molassesandsteinen vollständig. Sie sind alle in frischem Zustande grau, in verschiedenen Nuancen variierend, in angewitterten Abänderungen dagegen mehr braungrau bis gelb. Je feiner das Korn bei den Sandsteinen der subalpinen Molasseregion ist, desto fester sind sie in der Regel und desto dünner geschichtet, je gröber das Korn, desto dickbankiger das Gestein und desto lockerer die Bindung (Gutzwiller). Kalkige Sandsteine, mit viel Kalk und kalkhaltigem Binde-