download www.zobodat.at

Die Moosvegetation einiger Höhlen im Bayreuther Stubensandstein.

Die Aulacomnium androgynum—Schistostega osmundacea-Soziation.

Von K. Kronberger (Bayreuth) und K. Höfler (Wien).

(Mit Tafel I und II.)

I. Geologischer Vorbericht.

Zwischen den Muschelkalkbergen des Bindlacher-, Oschen- und Rodersberges einerseits und dem Jurarand mit seinen dunkelbewaldeten Doggerhöhen und den aus der Ferne grüßenden Weißjurakuppen andererseits liegt die Keupermulde des Bayreuther Talkessels. Die einzelnen Keuperschichten sind zwar vielfach gestört und weichen von der normalen Ausbildung oft stark ab; doch finden sich überall lohnende Aufschlüsse. Im folgenden soll von der Stufe des Burgsandsteins aus dem mittleren bunten Keuper oder Sandsteinkeuper des näheren die Rede sein.

1. Der Burgsandstein im Stadtkreis Bayreuth.

Im Westen der Stadt Bayreuth erhebt sich der Rote Hügel 92 m über den Talgrund des Roten Mains. Sein breiter Sockel besteht aus Burgsandstein. Dieser bildet die erste Steilstufe im weiten Rund des Bayreuther Talkessels. Auf seinen obersten Schichten steht im Norden der Stadt das Festspielhaus als Bekrönung. Markgraf Georg wählte vor über 200 Jahren als Baugrund für sein Schloß und die sich anschließende Siedlung, das jetzige St. Georgen, einen gleichfalls aus oberen Burgsandstein gebildeten Hügel im Nordosten des Stadtkerns. Im Westen stehen die Stadtteile Kreuz und Herzoghöhe ebenfalls auf Burgsandstein.

Da der Burgsandstein nicht sehr hart ist und mehr gegraben als gebrochen wird, konnten, vor allem dort, wo die oft bis zu 15 m mächtigen Schichten anstehen, zahlreiche, teils sehr geräumige und tiefe Felsenkeller angelegt werden. Wir finden sie besonders in St. Georgen (Kellerstraße!), in der Herzoghöhe, vom Kreuz über 99 Gärten bis zur westlichen Ausmündung der St.-Nikolaus-Straße; aber auch im Stadtinnern selbst. Nicht umsonst haben die Bayreuther Felsenkeller eine gewisse Berühmtheit erlangt. In Hetzennest zwischen 99 Gärten und Westende der St.-Nikolaus-Straße liegen die im folgenden behandelten bryologisch interessanten Höhlen.

download www.zobodat.at

Die Stadt Bayreuth selbst steht auf mittlerem und die tiefer liegenden Teile auf unterem Burgsandstein. Der untere Burgsandstein bildet auch jenen Talsporn, der einerseits zum Main, andererseits zum Sendel- und Mistelbach verhältnismäßig steil abfällt. Der dadurch an drei Seiten gesicherte Geländevorsprung gab einst Anlaß zur ersten Burgsiedelung der Grafen von Meran und damit zur Gründung unserer Stadt.

Aufschlüsse im Burgsandstein sind im inneren Stadtgebiet hauptsächlich bei Anlegung von Baugruben und Entwässerungsarbeiten zu erwarten und zu beobachten. Die Schichten des Burgsandsteins finden wir aber auch am Stadtrande vielfach freigelegt, so bei Wendelhöfen und, besonders schön, im Mistelbachtal mit geringen Unterbrechungen vom Stadtteil Kreuz westwärts bis zum Braunhof. Ein eigenartiger Aufschluß findet sich hinter dem Anwesen St.-Nikolaus-Straße 40 am Fuße des Roten Hügels. Dort steht rein weißer weicher Sandstein an. Er wurde seit längerer Zeit als Sand gegraben. Teils fand er als Feg- und Mauersand und teils zur Bestreuung der Stuben Verwendung. Es handelt sich wohl um die oberen Schichten des unteren Burgsandsteins, den man auch mit „Stubensandstein" im engeren Sinne bezeichnet. Lebhaft rot gefärbte Tonbänder und rote und grüne Tongallen durchziehen die Schichten. Nach oben schließt ihn hier am Hetzennest eine schwache Ton- und Humusschicht ab. Gegen den Nordrand des Aufschlusses finden sich in den Diluvialtonen spärliche Geröllagen von Eisensandstein aus dem Braunen Jura, die Diluvialgewässer einst aus diesen Erdschichten heraustrugen. Etwas weiter nördlich, wo bei der Anlegung des Entwässerungskanals zur Dankopfersiedlung am Roten Hügel eine stärkere Geröllschicht angeschnitten wurde, konnten mehrere Belegstücke des Angulaten- und Arietensandsteins aus dem Schwarzen Jura festgestellt werden.

Die Aufschlüsse nördlich und südlich des Hetzennestes zeigen ein härteres Gestein. Doch sind diese, gegen den oberen Rand rötlich oder gelblich getönten Schichten auch noch dem unteren Burgsandstein zuzurechnen. Auch sind größere Quarzeinlagerungen hier nicht festzustellen, wie dies im mittleren Burgsandstein, den man auch dolomitische Arkose nennt, der Fall ist. So findet man in jenen Schichten, die besonders um Gut Birken und dem südlich sich anschließenden Übungsplatz der Wehrmacht anstehen, zahlreiche Chalzedone und bunt gefärbte Hornsteinknollen, nicht selten auch verkieseltes Holz. Die den Sandsteinschichten zwischengelagerten bunten Letten stellen ausgezeichnete Wasserbänke dar. Über ihnen sammelt sich das Grundwasser in einer großen Zahl von Weihern vornehmlich im Gelände südlich der Stadt.

2. Entstehung der Schichten des Burgsandsteins.

Die mit dem Blasensandstein einsetzende Hebung der fränkischen Keupersenke brachte einen neuerlichen Rückzug des Meeres mit sich. In das nunmehr entstehende Neuland ergossen sich, hauptsächlich von Süden her, zahlreiche Flüsse und lagerten ihren Schutt in Form von Sand in dem fränkischen Becken ab. Sie kamen aus dem Vindelizischen Gebirge, das sich damals an Stelle der heutigen Schwäbisch-Bayerischen Hochebene auftürmte und gegen Süden — der Wall der Alpen bestand damals noch nicht — dem vordringenden Tethysmeer Halt gebot. Der vermutliche Nordrand dieses Gebirgsstockes dehnte sich von der Gegend des heutigen Bodensees bis zum Gebirgswall des Bayerischen und Böhmer Waldes.

Gewaltige Schichten türmten sich auf. Wir bezeichnen sie heute als Burgsandstein. Chemische Zersetzung, Wolkenbrüche und wilde Stürme waren weiterhin an der Gestaltung des Landschaftsbildes beteiligt. Die Einlagerungen in den Sandschichten geben Zeugnis von diesem Geschehen. Wir finden außer erbsen- bis über

download www.zobodat.at

faustgroßen Tongallen kräftig rot gefärbte und zartgrüne Tonbänder, besonders in den unteren Schichtenstößen. Meist sind die Toneinlagerungen am Hetzennest im Gegensatz zu dem Gelände im südlichen Stadtkreis von geringer Ausdehnung. Doch konnten sie auch hier örtliche Quellhorizonte bilden. 240 m südwestlich tritt bei dem Anwesen St.-Nikolaus-Straße 45 eine ziemlich starke Quelle zutage. Im Volksmund wird sie Osterbrunnen genannt. Sie spielte einst im Brauchtum eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Die Toneinlagerungen sind wohl in Niederungen zusammengewehter Tonstaub, der sich im Windschatten hoher Dünen ablagerte und durch weitere Wüstenstürme mit Sandmassen überdeckt wurde, oder, nach M. Schuster 1938, feinste Flußtrübe, die in Altwässern sich niederschlug und ebenfalls rasch eingebettet wurde. Wo dies aber nicht schnell genug geschah, trocknete die Glut der Wüstensonne kleinere Tümpel bald aus. Die Tonschicht bekam Risse und rollte sich, wie wir dies heute immer wieder beobachten können, wie Hobelspäne zusammen. Der nächste Windstoß wehte diese nach Größe sehr verschiedenen Tonkugeln in die nächsten Mulden und bedeckte sie wieder mit Sand. Heute finden wir sie als Tongallen in dem Gestein. So verrät uns der Aufschluß am Hetzennest mancherlei über die Entstehungsgeschichte des Stubensandsteins. Durch unsere, im folgenden mitzuteilenden Beobachtungen sind diese Gallen aber auch in botanischer Hinsicht bedeutungsvoll.

II. Erste Beobachtung des Leuchtmooses.

Durch die Einstellung der Sandgewinnung konnte sich in den Grabungsnischen eine reiche Moosflora ansiedeln. 1935 machte der erstgenannte Verfasser die erfreuliche Entdeckung, daß in der Höhle unmittelbar hinter dem Anwesen St.-Nikolaus-Straße 40 (im folgenden Vegetationsbericht als Höhle 1 bezeichnet) das Leuchtmoos (*Schistostega osmundacea* [Dicks.] Mohr) Fuß gefaßt hatte. Dies in so reichem Maße, daß die klassischen Fundorte im Fichtelgebirge auf der Luisenburg und im Bayreuther Rhätsandstein, wo schon Walther und Molendo (1868, S. 138) das Moos für die Hohe Warte, den Buchstein, das Salamandertal und das Teufelsloch angeben, weit übertroffen wurden. Es leuchtete fast der ganze Höhlengrund und ein Teil der Seitenwände in einer Ausdehnung von weit über einen Quadratmeter. Die strengen Winter 1939/40 und 1940/41 bewirkten im Verein mit den vorhergegangenen kühlen und feuchten Sommern, in welchen sich die Moosrasen tragende Schicht des verwitterten Sandsteins besonders stark mit Wasser ansaugte, ein verstärktes Abwittern. Trotzdem ist erfreulicherweise noch eine verhältnismäßig umfangreiche Siedlung von Leuchtmoos in der Höhle erhalten geblieben.

Die Erforschung der merkwürdigen Moosflora der höhlenförmigen Sandgruben in Hetzennest erschien schon lange wünschenswert. Dies um so mehr, als diese beachtenswerte Moosgesellschaft nicht etwa an unzugänglichen Stellen zerklüfteter Felsen wächst, die erst

download www.zobodat.at

nach mühevollen Wanderungen und Aufstiegen erreichbar sind, sondern weil es sich um einen Standort im Weichbild der Stadt Bayreuth handelt.

Bei einem Aufenthalt des zweitgenannten Verfassers in Bayreuth bot sich im Sommer 1941 Gelegenheit zu gemeinsamer Begehung und Untersuchung. Tatsächlich boten die verschiedenen Höhlen, Halbhöhlen und Nischen eine reiche und recht einzigartige Moosvegetation, wie aus dem folgenden Bericht hervorgeht.

Bayreuth ist klassischer Boden der bryologischen Forschung. Walther und Molendo haben die Laubmoose Oberfrankens im Jahre 1868 grundlegend bearbeitet. Daß mit der folgenden vegetationskundlichen Studie ein weiterer Beitrag zur Bayreuther Heimatforschung geliefert werden kann, begrüßen beide Verfasser besonders lebhaft.

III. Vegetationsaufnahme.

In den Stubensandsteinschichten liegen neun Höhlungen bzw. Nischen. Sie sind nichts anderes als Reste früherer Keller. Der am südwestlichen Ende des Aufschlusses gelegene hatte eine Länge von 20 m. Durch Baumaßnahmen wurde er 1934 völlig freigelegt, doch war ein Teil der Decke bereits mehrere Jahre früher eingestürzt, so daß Licht eindringen konnte. Der Eingang liegt nach Südosten. Die übrigen Kellerreste lassen erkennen, daß ihr Eingang nach Osten gerichtet war. Durch Bausandgewinnung wurden die ebenfalls recht ansehnlichen Keller im Laufe der letzten Jahrzehnte größtenteils abgetragen.

Die höhlenartigen Kellerreste beherbergen keine Blütenpflanzen, wohl aber eine reiche Vegetation von Moosen und Algen. Die Begehung und Aufnahme erfolgte am 13. August 1941 und am 1. September 1941. Die Moose wurden lebend, nach Standplätzen getrennt, eingesammelt und mikroskopisch untersucht. Die Bestimmung erfolgte nach Limpricht, Mönkemeyer und Lorch.

Höhle 1.

(Eingang 2,35 m hoch, 2,40 m breit, 3,10 m tief; Öffnung nach Südosten; vgl. Abb. 2.)

Die Decke der Höhle ist von einem weicheren Sandstein gebildet. Verschiedentlich sind rote und grüne Tongallen eingelagert. Bis zur Höhe von einem Meter über dem Boden ist der Sandstein fester und deshalb auch weniger tief ausgehöhlt. Die Rückwand dieses Sockels ist mit Moosen dicht bewachsen. Die Hauptmasse

download www.zobodat.at

bilden niedrige, lebhaft dunkelgrüne Decken von *Aulacomnium androgynum* (L.) Schwäg., die mehr als 80% der Fläche überziehen. Dazwischen finden sich vielfach gut entwickelte Rasen von *Schistostega osmundacea*, Initialstadien von *Catharinea undulata* W. et M. (oder *Hausknechtii*?) und *Brachythecium albicans* Br. eur. Große Flächen sind bedeckt mit Protonema von *Aulacomnium*.

Das Leuchtmoos bevorzugt die Stellen, wo der anstehende Sandstein von einer $^1/_2$—$1\,^1/_2$ cm dicken Verwitterungsschicht bedeckt ist. *Aulacomnium androgynum* wächst gleichfalls an solchen Stellen, aber auch noch auf hartem Fels. An der Decke der Höhle im Hintergrund, etwa $1\,^1/_2$ m hoch, finden sich auf kahlem Grund drei handflächengroße Flecken, anscheinend aus reiner *Schistostega*. Die flachen, zweizeilig beblätterten Stämmchen wachsen von oben nach unten und stellen ihre Flächen senkrecht zum einfallenden gedämpften Licht. Die Verwitterungsschicht des Sandsteins ist hier $^1/_2$—1 cm dick und der Gefahr des Abbröckelns ausgesetzt. Ein großer Teil des vormaligen Bestandes ist wohl in den kalten Wintern 1940 und 1941 verlorengegangen.

An der Rückwand der Höhle tritt das Leuchtmoos auch fruchtend auf. Im Hintergrund der dunklen Höhlendecke, am Sockel und in der dunklen Rinne oberhalb des Sockels leuchtet stellenweise das Protonema in smaragdgrüner Farbe.

Höhle 2.

(Öffnung nach Osten, 4 m tief, 2,40 m hoch und 3,40 m breit; vgl. Taf. I, Abb. 1.)

Der ganze Hintergrund ist mit prächtigster, leuchtend grüner *Schistostega* bedeckt. Bis zu 80 cm Höhe deckt das Leuchtmoos etwa die Hälfte der Höhlenrückwand ganz. Darüber ist es in zahlreiche handgroße oder größere Flächen zerteilt. Weiter oben auf der Hinterwand leuchten zahlreiche smaragdgrüne Kolonien Leuchtmoosprotonema von wenigen Quadratzentimetern Größe bis Handtellergröße. Das Leuchtmoos scheint hier rein aufzutreten. Oben an den Seiten der Rückwand ist wieder der Sandstein von einer lockereren, leicht abbröckelnden, zusammenhängenden Verwitterungsschicht bedeckt. Diese trägt dichte, zusammenhängende *Aulacomnium*-Decken, die aber hier im Hintergrund der Höhle durchweg abgestorben sind. Dazwischen steht aber überall frisches Leuchtmoos. Teilweise sind es nur leuchtende Protonemaflecken, vielfach aber auch einzelne Stämmchen oder ganze Räschen mit großen, zweizeilig beblätterten Schattensprossen.

download www.zobodat.at

In dem kahlen Querstreifen weicheren, leicht ausgehöhlten Sandsteins sind viele rote Tongallen eingelagert. Dort fehlen an der Rückwand größtenteils entwickelte Moosrasen. Auch *Aulacomnium* fehlt; es treten aber wie Leuchtbakterien auf der Agarplatte zahlreiche zarte, strahlend grüne Protonemaflecken von durchschnittlich 1—2 cm Durchmesser regellos verteilt auf der kahlen Sandsteinwand und auch auf der Fläche der lebhaft roten Tongallen auf, wo das Leuchten besonders auffällt.

Nur an einem Teil der Rückwand, der genau senkrecht steht und das meiste Licht empfängt, finden sich einige $^1/_2$—$1^1/_2$ qdm große reine, grüne, nicht leuchtende Flecken, die aus jungen lockeren Rasen von *Aulacomnium androgynum* (Schattenform mit schrägen Köpfchenträgern) bestehen; sie sind von breiten Säumen, wohl aus *Aulacomnium*-Protonema, umgeben. Im obersten Teil der Wölbung finden wir wieder dichte braungrüne, tote *Aulacomnium*-Decken, dazu reichlich Schattenräschen und Protonemakolonien vom Leuchtmoos.

10 cm unter der Decke konnte eine kleine lebende *Aulacomnium*- und eine schöne Leuchtmooskolonie festgestellt werden. Die Höhlendecke selbst bekleiden zerrissene Überreste einer Moosdecke, bestehend aus lebendem Leuchtmoos und zusammenhängenden, mehrere Quadratdezimeter großen lockeren Rasen von totem *Aulacomnium*. $1^1/_2$ m vom Eingang der Höhle entfernt steht an der Überwölbung der Seitenwände schönes lebendes *Aulacomnium*, auch hier noch vergesellschaftet mit Leuchtmoos.

Vermutlich war der Hintergrund der Höhle ursprünglich besser beleuchtet, so daß dort *Aulacomnium* wie in den anderen Höhlen gedieh. Durch die Errichtung des Holzgatters und durch die Einlagerung von Holz und Kohlen wurde das Licht vermindert; infolgedessen starb wahrscheinlich *Aulacomnium* im Hintergrunde ab, während *Schistostega* sich im verminderten Licht ungehindert weiter entwickelt. Das Überwiegen der Protonemen gegenüber den ausgebildeten Schattenrasen steht wohl damit im Zusammenhang, daß die Beleuchtung, verglichen mit der anderer Höhlen, hier am ungünstigsten ist. Die vordersten Leuchtmoosrasen reichen bis einen halben Meter an den Höhleneingang.

Außerhalb des Holzgatters im vollen Licht stehen *Catharinea undulata* in saftigen sterilen Rasen, ferner *Funaria hygrometrica* und schöne fruchtende, lockere Decken von *Bryum argenteum*. Eine Verunreinigung ist am Standplatz nicht ausgeschlossen. 30 cm höher, im reinen Sand, wächst *Bryum argenteum* mit einzelnen Stämmchen kümmerlicher *Dicranella heteromalla*. Darüber ist die Wand frei von

download www.zobodat.at

Moosen. In 70 cm Höhe stehen in einem Querband mit Toneinlagerungen wieder üppig *Catharinea* und *Bryum argenteum*, und 40 cm weiter nach innen ist in 80 cm Höhe über dem Boden noch ein zarter dunkelgrüner Moosanflug zu beobachten, der gleichfalls aus zarten Stämmchen des *Bryum* besteht; *Aulacomnium* fehlt hier.

Höhle 3[1]).

(2,20 m hoch, 2 m breit und 2,40 m tief; Eingang nach Osten geöffnet.)

Hier fällt der reiche Bestand von *Aulacomnium androgynum* mit seinen zierlich gestalteten Brutköpfchen, sowie ein gelber lockerer Flechtenanflug auf, ferner tote Rasen von *Catharinea undulata*. Das „Brutköpfchenmoos" kommt hier vorwiegend in kleinen Kolonien von etwa 1 cm Durchmesser vor. An dieser Stelle fehlt das Leuchtmoos. Das *Aulacomnium* ist zweifellos der erste Pionier auf dem verwitternden Sandstein. Es reicht auch noch auf die obere Wölbung. Hellgrüne Flecken reichen bis an die Decke der Höhle. Sie bestehen aus Protonema von *Aulacomnium*.

Der Hintergrund der Höhle hat Morgensonne, das ist wohl die Ursache, daß hier *Aulacomnium* noch gedeiht. In der verwitterten Schicht am Eingang der Höhle findet sich bis zu 2 m Höhe eine reichere Moosvegetation, ähnlich wie vor den folgenden Höhlen, worin das Brutköpfchenmoos vorherrscht. Mit Lupenvergrößerung sieht man zwischen hellgrünem *Aulacomnium* Rasen dunkelgrüner kleiner Kügelchen einer nicht bestimmten Alge.

Höhle 4.

Der Eingang ist von Osten belichtet, aber wohl nur kurze Zeit besonnt. — Wieder sind die verwitterten Sandsteinschichten von Vegetation bedeckt. Es finden sich Krusten einer bräunlichen Alge (*Chlorococcus humicola* Rabenh.[2]); dazwischen zahlreiche, kräftige und ausgedehnte Kolonien des *Aulacomnium androgynum*, dessen Brutblattträger hier orthotrop stehen und eine Höhe von 1 cm erreichen.

---

[1]) Die Höhlen 3 und 4 mußten auf Veranlassung der Baupolizei wegen Einsturzgefahr am 3. Dezember 1941 gesprengt werden. Es zeigte sich dabei, daß die Sandsteinmassen doch noch außerordentlich fest waren und erst nach viermaliger Sprengung zusammenbrachen. Die westlichen Höhlenwände blieben jeweils erhalten. Wenn auch der Schuttkegel sie zur Zeit noch größtenteils deckt, kann die Moosflora sich dort weiterentwickeln. Um jedoch den ganzen Aufschluß am Hetzennest für alle Zukunft sicherzustellen, wurden sämtliche Kellerreste als Standort des Leuchtmooses als Naturdenkmal unter gesetzlichen Schutz gestellt. Damit ist auch eine weitere Nutzung zur Gewinnung von Sand unterbunden.

[2]) Freundlich bestimmt von Herrn Hofrat Dr. K. v. Keißler, Wien.

download www.zobodat.at

Am Grund und bis zu $^1/_2$ m Höhe konnten an den Sandsteinwänden festgestellt werden: Zusammenhängende Rasen steriler, aber gut entwickelter *Tortula muralis* var. *aestiva* Brid., teilweise vergesellschaftet mit *Brachythecium albicans* Br. eur., dazwischen einzeln alte Pflänzchen des „Rauchmooses" *Funaria hygrometrica* (L.) Sibth. mit entleerten Kapseln und an einigen Stellen schöne, lockere, gekräuselte Rasen von *Barbula cylindrica* (Tayl.) Schimp. (= *Barbula vinealis* var. *cylindrica* Boul.), nächst *Schistostega* dem interessantesten Moos des Stubensandsteins.

Höhle 5.

Der nach Südosten gerichtete Eingang war vordem etwa 4—5 m breit und ebenso hoch. Bei einer Tiefe von 12 m handelt es sich hier um die ansehnlichste Höhle. Im Frühjahr 1940 jedoch stürzte der vordere Teil zusammen. Die verbliebene mächtige Wölbung hat immerhin noch eine Tiefe von 6 m. Sie ist mit der Höhle 4 durch einen künstlichen Gang verbunden, der auf eine kleine Terrasse führt, die auch von vorne zugänglich ist und von dem eingestürzten Material gebildet wurde. Die noch vorhandene Wölbung läuft nach hinten in einem spitzen Winkel aus. Der Moosbewuchs ist zur Zeit spärlich. Er beginnt sich aber an der ganzen Fläche, die nunmehr dem Lichte ausgesetzt ist, zu entwickeln. Im Hintergrund der Höhle, 0—20 cm über dem Boden, finden sich handgroße grüne Rasen und zusammenhängende, etwa 5 cm breite Streifen. Sie scheinen aus reinem *Aulacomnium* gebildet, das hier wieder, wie in Höhle 1, in der flachrasigen Schattenform auftritt. Doch ergab die mikroskopische Untersuchung reichlich beigemengte Stämmchen von *Schistostega*. Die anderen, für die früheren Höhlen erwähnten Moose fehlen.

In geologischer Hinsicht handelt es sich um einen ähnlichen Horizont wie in Höhle 1. Über dem Sandstein, der die typischen Mischrasen von *Aulacomnium* und *Schistostega* trägt, lagert auch hier die mit roten Tongallen reich durchsetzte Schicht.

Höhle 6.

(Eingang von Osten; 3,20 m hoch, 2,40 m breit und 6 m tief.)

Die senkrechte Wand ist ähnlich wie bei Höhle 4 von einer etwa 1 cm dicken Verwitterungsschicht mit großen reinweißen Quarzkörnern bedeckt. Schon im vordersten, der Sonnenbestrahlung zeitweilig ausgesetzten Teil findet sich sehr reichlich, ja bestandbildend, das Brutköpfchenmoos; dazwischen vereinzelt die *Catharinea* und *Webera nutans* (Schreb.) Hedw.

download www.zobodat.at

Vom Eingang der Höhle nach einwärts verschwindet *Webera* alsbald und *Catharinea* wird ganz spärlich, während *Aulacomnium* auch bei geschwächtem Licht unvermindert reichlich gedeiht.

Im Hintergrund der Höhle, 6 m tief, findet sich in der Ecke eine dichte Moosvegetation. Vermutlich erhält dieser Fleck Morgensonne. Die Moosdecke steht auf verwittertem Sandstein und enthält zum Hauptteil *Aulacomnium*-Lichtform, die Seitenwandung *Aulacomnium*, das sich der Schattenform nähert, *Catharinea* und *Brachythecium albicans*.

Von einer senkrechten Linie an beginnt dann der gelbgrüne Flechtenüberzug, untermischt mit der niederliegenden Schattenform von *Aulacomnium androgynum*.

Höhle 7.

Von dem etwa 6 m tiefen, im Hintergrunde vermauerten, nach Osten offenen Kellerrest ist nur ein kleiner Vorraum von 2 m Höhe, 2,20 m Breite und 1,50 m Tiefe zugänglich.

Höhle 7 zeigt wiederum in der senkrechten, leicht überhängenden Seitenwand des gut belichteten Eingangs vorne das Brutköpfchenmoos sowie *Catharinea* und etliche Kolonien feinblätterige, sterile *Dicranella heteromalla* Schimp. Dieses gemeine Moos sandiger Böden steht hier auf 1—2 cm dicker, feuchter Verwitterungsschicht des reinweißen Quarzsandsteins. Zum Fruchten kommt die Art auf dem kümmerlichen Substrat freilich nicht.

Catharinea ist stellenweise sehr üppig. Es handelt sich um eine weiche, freudig grüne, hygrophile Schattenform mit schwach ausgebildeter Blattzähnung. Wo kleine senkrechte Flächen der verwitterten Felswand dem Höhleneingang und der Morgensonne zugekehrt sind, sind die Spitzen der *Catharinea*-Blättchen vielfach eingetrocknet und gebräunt.

Im ganzen vorderen Höhlenteil ist bestandbildend unser Brutköpfchenmoos. Eingeschaltet ist *Webera nutans* und zumal im unteren Teil der Wand bis 30 cm über dem Grund die zarte, sterile *Dicranella heteromalla*. Gegen den Höhleneingang zu steht dieses Moos in bis zu 1 qdm großen Rasen zwischen *Aulacomnium*.

Auch *Webera nutans* bildet hier gut entwickelte, reich fruchtende Rasen mit 2 cm hohen Kapselstielen.

Im oberen Teil der Sandsteinwand am Höhleneingang fand sich außerdem in der *Aulacomnium*-Decke noch ein kleines, dichtes, blaugrünes Moospolster im Ausmaß von etwa 6 : 4 cm, das völlig

download www.zobodat.at

fremdartig aussah. Ein Blick ins Mikroskop ergab nachher, daß es sich um eine Lichtform des Leuchtmooses *Schistostega osmundacea* handelte.

Höhle 8.

Eine ziemlich flache Nische, rechts neben Höhle 7, öffnet sich nach Südost und ist 1,90 m hoch, 2,50 m breit und 1,30 m tief. Vgl. Taf. I, Abb. 1.

Die rückwärtige Wand liegt nur 1,30 m tief und ist noch gut belichtet. Sie zeigt üppige Rasen von *Aulacomnium* und im unteren Teil *Catharinea*. Auch auf der Decke findet sich das Brutköpfchenmoos noch reichlich. Der Vergleich der *Aulacomnium*-Bestände in Höhle 6, 7, 8 und 9 läßt erkennen, daß die aufrechten Brutblattträger, die Pseudopodien, dort um so größere und dickere, pulverige Köpfchen tragen, wo der Lichtgenuß vermindert ist. Die eigentliche Schattenform von *Aulacomnium* in Höhle 1, 2 und 5, worin sich, wie erwähnt, *Schistostega* findet, hat hingegen bloß niederliegende oder leicht ansteigende Brutblattträger mit kleinen verarmten Köpfchen. Die Schattenform fehlt hier in Nische 8. An der Decke und auch an der Rückwand ist *Dicranella heteromalla* spärlich anzutreffen.

Am Grunde der Rückwand sind mehrere breite, quer verlaufende Tongallenbänder ausgebildet. *Catharinea* bevorzugt dieselben. Außerdem findet sich auf den roten Tongallen ein Moosanflug, der fast ganz aus zarten, einzeln wachsenden *Aulacomnium*-Pflänzchen besteht. Diese sind im Habitus etwas abweichend, dicht beblättert und haben kurze Pseudopodien von nur 1,6 mm. Daneben finden sich kümmerliche *Dicranella*-Stämmchen.

Im unteren Teil der senkrechten Sandsteinwände bildet wieder zwischen *Aulacomnium* und *Dicranella* die braune Alge *Chlorococcus humicola* zusammenhängende Krusten.

Tortula und *Brachythecium albicans* fehlen; *Webera nutans* ist vorhanden. Sie zeigt im Halbschatten der Seitenwandung eine auffällig verspindelte Form.

An der senkrechten Sandsteinwand am linken Außenrand der Höhle, der Morgensonne voll ausgesetzt, findet sich ein kleiner, 2 qcm großer Rasen der Lichtform von *Schistostega*. Bei weiterem Suchen konnten bei der zweiten Begehung noch drei schöne Kolonien auf gleichem Substrat in den seichten senkrechten Rillen im Sandstein entdeckt werden. Meist sind diese Stellen aber ausschließlich von *Aulacomnium* besetzt.

download www.zobodat.at

Höhle 9.

Noch flacher und lichter ist Nische 9. Sie ist nur 1,80 m hoch, 1,70 m breit und 0,70 m tief und hat Öffnung nach Südost.

Im geneigten Überdach finden sich *Aulacomnium androgynum* und *Dicranella heteromalla*, ferner *Catharinea undulata* und *Polytrichum juniperinum* Willd. Im senkrechten Teil der Einbuchtung in die Felswand herrscht *Dicranella* und eine dichtrasige sterile *Webera nutans* vor. 40 cm über dem Grund verläuft horizontal eine 20 cm einspringende Rinne im Gestein. Sie kennzeichnet eine weichere Schicht unter hartem Sandstein. Im Grund der Rinne tritt *Catharinea* auf und ein breites Band einer grasgrünen Alge (*Cladophora* sp.). Die Schicht unter der Alge ist nicht rein sandig, sondern weich und mergelig. Nur hier in der Algendecke stehen Einzelpflänzchen von *Pogonatum aloides* (Hedw.) P. B., einem Moos, das das sandige Substrat streng meidet. Im Tonmergelband stehen als einzige Blütenpflanzen auch einige Individuen von *Senecio viscosus* und *Polygonum aviculare*.

Am interessantesten ist die auch in dieser Nische auftretende Lichtform des Leuchtmooses. *Schistostega* steht auf lockerer, sandiger Verwitterungsschicht dort, wo die Rückwand der Nische zur Wölbung übergeht. Ein Rasen steht in einem 30 cm langen, 10 cm breiten Teppich des Köpfchenmooses, andere isoliert. Am Rand des Bestandes ist *Schistostega* sogar ausnahmsweise mit *Dicranella* und *Polytrichum* vergesellschaftet.

10 cm von einem isolierten Leuchtmoosrasen entfernt findet sich auch ein Polster von *Webera nutans*. In den Rillen der Überdachung der Nische konnte *Schistostega* auch mit transversal phototrop abwärts wachsenden Stämmchen, die der Schattenform nahe kommen, festgestellt werden.

An den senkrechten Wänden außerhalb der Höhlen steht auf gleichem Gestein, dem Licht voll ausgesetzt, nur spärlich *Catharinea undulata* und etwas *Polytrichum juniperinum*. *Aulacomnium androgynum* und *Dicranella heteromalla* fehlen.

IV. Die Lichtform von Schistostega.

Der interessanteste Fund, den die Moosvegetation des untersuchten Höhlengebietes bot, war die Lichtform des Leuchtmooses. *Schistostega* ist als ausgesprochen, ja extrem schattenliebend bekannt. Limpricht (1895) sagt an der Spitze seiner Diagnose: „Gegen die direkten Sonnenstrahlen sehr empfindliche Schattenpflanze!" ... „An beschatteten Orten, ... immer das Licht fliehend." Nach

download www.zobodat.at

Gams (1928, S. 12) ist *Schistostega* ein „Höhlenmoos, dem sogar, im Gegensatz zu den meisten anderen Höhlenpflanzen, direktes Sonnenlicht unmittelbar, nicht nur durch die Verdunstung, schadet. Sie ist somit, ohne an eigentliche Höhlen gebunden zu sein, ähnlich wie *Tetrodontium*, stenoligophot, nicht wie die Mehrzahl der Höhlenmoose euryphot." Nach Richards (1932, S. 372) gibt es nur sehr wenige Bryophyten, die gänzlich auf Höhlen beschränkt sind; er nennt als solche das tropische Lebermoos *Cyathotium cavernarum* und die Laubmoose *Tetrodontion Brownianum* und *Schistostega osmundacea*. Als Mindestbelichtung, bei der das Leuchtmoos gedeihen kann, wird der relative Lichtgenuß $l = \frac{1}{500}$ angegeben. Lundegårdh fand es in Höhlen bei einer Belichtung von $\frac{1}{650}$. — *Schistostega* gilt demnach als obligate Schattenpflanze; Toda (1918) u. a. zeigten, daß starkes Licht eine tödliche Wirkung hat. Der eine von uns hatte *Schistostega* (aus Vorau in der Oststeiermark) seit nahezu zwei Jahren im Wiener Pflanzenphysiologischen Institut kultiviert und die Empfindlichkeit des im übrigen recht dauerfähigen Mooses gegen starke Belichtung kennengelernt.

Das Vorkommen des Leuchtmooses vorn am Eingang der Höhle 7 und in den flachen, nach Südosten offenen Nischen 8 und 9 ist daher überraschend und völlig neu. Es handelt sich bei den im vorigen Abschnitt erwähnten Rasen um eine Lichtform, die schon habituell von der gewohnten Schattenform stark abweicht. Unsere Abbildung 3 stellt den vor Höhle 7 gesammelten Lichtrasen, Abbildung 4 zum Vergleich einen Schattenrasen aus Höhle 2 dar. Da die Lichtform unseres Wissens bisher in der Natur noch nicht beobachtet wurde, soll sie kurz beschrieben werden (vgl. auch Höfler 1942).

Es handelt sich um dichten blaugrünen Moosrasen mit reichlichem braunen Rhizoidenfilz. Während bei der Schattenpflanze die zweizeilig beblätterten Wedel senkrecht zum einfallenden Licht und daher bei allen Pflänzchen desselben Rasens meist in streng parallelen Ebenen liegen, ist bei der Lichtform die Stellung der Stämmchen anders. Sie stehen dicht gedrängt und orthotrop (nicht negativ geotrop). Die Wedel stehen senkrecht zur Rasenoberfläche, doch in beliebiger Ebene und unter sich nicht parallel. Die Pflänzchen gliedern sich wie bei der Schattenpflanze in eine nackte Stengelbasis und eine beblätterte Stengelspitze (die wir als Wedel bezeichnen). Bei der Lichtpflanze ist aber das Längenverhältnis von Stengelbasis und Wedel wesentlich zuungunsten des letzteren verschoben. Mes-

download www.zobodat.at

sungen zeigten, daß der nackte Stengelteil stark überverlängert, die Wedel aber wesentlich kürzer und auch schmäler sind als bei der normalen Schattenform. Schon makroskopisch unterscheidet sich die Lichtform durch die viel kleineren und zarteren Blättchen. Da die Lichtrasen reichlich fruchten und die fertilen Stämmchen von *Schistostega* bekanntlich nicht 2zeilig, sondern allseits 5zeilig beblättert sind, müssen für den Vergleich mit der Schattenpflanze sterile Stämmchen des Lichtrasens mit 2zeilig flachem Blattsystem ausgelesen werden. Die Vergleichsmessungen ergaben für die Blattwedel der Schattenpflänzchen durchschnittlich Längen von 1,58 mm, Breiten von 1,15 mm, bei den Lichtpflanzen entsprechend 1,22 und 0,65 mm.

Auffällig ist an den reichlich fruchtenden Lichtrasen die morphologische Mannigfaltigkeit der Stämmchen. Außer den 5zeilig fertilen und den sterilen 2zeiligen finden sich zahlreiche Stämmchen, deren Wedel am Grund 2zeilig beblättert sind und nach oben zur 5zeiligen Beblätterung übergehen. Daß solche Zwischenformen vorkommen, wird im Schrifttum mehrfach erwähnt. Hier im Lichtrasen sind sie der häufigere Typ. Schon Leitgeb (1874) hat dargetan, daß es alle möglichen Übergänge zwischen der Wuchsform steriler und fertiler Pflanzen gibt, so daß ein durchgreifender Unterschied in morphologischer Hinsicht zwischen den beiden nicht besteht; vgl. auch von der Dunks Monographie des Leuchtmooses (1921, S. 29). Vereinzelt finden sich schließlich in unseren Lichtrasen auch große, breitblättrige Stämmchen mit 2zeiliger Beblätterung, die den Schattenpflanzen ähnlich sind und bloß relativ längere, aufrechte Stiele besitzen, mit denen sie bis in die Schicht der Blätterschöpfe der übrigen fertilen und sterilen Pflänzchen aufragen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Licht- und Schattenpflanzen fiel vor allem die viel geringere Größe der Chloroplasten bei den ersten auf. Die Plastiden sind durchschnittlich in Lichtblättern 4—5½ μ breit, in Schattenblättern aber 6—9 μ breit (nähere Angaben bei Höfler 1942).

Kein Unterschied findet sich hingegen in der Ausbildung des Wachsüberzuges und in der Unbenetzbarkeit der Schatten- und Lichtrasen. Diese sind ebenso schwer benetzbar wie jene. Wassertröpfchen, die wir dem in Abbildung 4 dargestellten Lichtpolster aufsetzten, rollten wie Quecksilbertröpfchen ab. Der Rasen wurde eingesammelt und in Kultur genommen. Tropfen, die wir daheim bei genau horizontaler Lage der Polsteroberfläche aufsetzten, waren am nächsten Morgen unverändert erhalten.

download www.zobodat.at

Es handelt sich bei der beschriebenen Lichtform von *Schistostega* trotz der abweichenden morphologischen und anatomischen Eigenschaften wahrscheinlich doch bloß um eine modifikative Abänderung. Wir zweifeln kaum, daß Sporen von fruchtenden Stämmchen des Lichtrasens, die in die Tiefe der Höhlen gelangen, sich dort zu typischen Schattenrasen entwickeln. Wünscht man gleichwohl für die beschriebene Pflanze einen Namen, so schlagen wir als solchen

Schistostega osmundacea forma *photophila*

vor. Diagnose: Rasen dicht, bläulich grün, mit braunem Rhizoidenfilz, alle Stämmchen orthotrop, unbeblätterte Stengelbasis meist länger, oft doppelt so lang wie bei der Stammform, beblätterter Wedel kürzer, Blättchen schmäler, die unteren oft abgerückt, am Grunde nicht zusammenfließend. Übergangsformen mit unten 2zeiligem, oben ringsum beblättertem Wedel auch bei sterilen Pflänzchen häufig. Chlorophyllärmer als die Schattenform, Chloroplasten bedeutend kleiner. Wachsüberzug und Unbenetzbarkeit gegenüber der Stammform unverändert.

V. Zur pflanzensoziologischen Wertung des Bestandes.

Die Aulacomnium androgynum—Schistostega osmundacea-Soziation.

Von Interesse sind die Moosbestände des Stubensandsteins auch in soziologischer Hinsicht. Wer die Bayreuther Keuperlandschaft und die Moosvegetation des Rhätsandsteins kennt, die wenige Kilometer weiter westlich in den Schluchten und Höhlungen des Salamandertales, Arzlochs, des Teufelslochs, Aftergrabens sich prächtig entfaltet, dem wird zunächst die relative Armut der Moosdecke im Stubensandstein auffallen. Gleichwohl erscheint die Moosgesellschaft der Höhlen und Höhleneingänge als wohl ausgeprägte soziologische Individualität. Es handelt sich um eine neue, im moossoziologischen Schrifttum noch nicht behandelte Vegetationseinheit, die schon als Heimat der Lichtform von *Schistostega* Beachtung verdient.

Bezüglich der soziologischen Terminologie wollen wir hier und in weiteren Beiträgen der Entschließung des VI. Internationalen Botanischen Kongresses zu Amsterdam vom Jahre 1935 folgen. Auf Vorschlag von J. Braun-Blanquet, G. E. Du Rietz und R. Nordhagen empfiehlt die geobotanische Sektion des Kongresses:

„1. Den Terminus Soziation für insbesondere durch Dominanz in den verschiedenen Schichten gekennzeichnete Vegetations-

download www.zobodat.at

einheiten im Sinne der skandinavischen Pflanzensoziologen zu verwenden.

2. Den Terminus Assoziation für insbesondere durch Charakterarten und Differentialarten gekennzeichnete Vegetationseinheiten im Sinne der Zürich-Montpellier Pflanzensoziologen oder wenigstens für Einheiten derselben begrifflichen Größenordnung zu verwenden."

Moosgesellschaften von der Rangstufe der uns hier beschäftigenden sind früher meist Assoziationen genannt und auch durch Namen, die man durch Anhängen der Endung -etum an den Stamm des Moosgattungsnamens bildete, bezeichnet worden (vgl. z. B. Gams 1932). Dies ist mit den angeführten Regeln nicht mehr vereinbar, denn es handelt sich um Vegetationseinheiten niedrigerer Rangstufe. Herzog spricht mit Recht von Mikroassoziationen oder Kleinpflanzengesellschaften; ebenso seine Schülerin Stodiek (1937, S. 6), der wir eine gründliche soziologische Untersuchung der xerotopen Moos- und Flechtenvegetation des Muschelkalkes um Jena verdanken. Nach Du Rietz (1930, S. 492) ist Mikroassoziation (bzw. Assoziation) die frühere Bezeichnung der Skandinavier für die jetzt von ihnen als Soziation bezeichnete Einheit. — Die Moosbestände auf Stubensandstein sind einschichtige Pflanzengesellschaften. Blütenpflanzen fehlen auf dem mageren Substrat, auch wo die Licht- und Wasserverhältnisse ihr Wachstum zuließen; eine Kraut- (und Baum-) schicht ist nicht ausgebildet. Es fällt daher für einschichtige Phytocoenosen die Du Rietz sche „Soziation" dem Begriffsumfang (nicht dem Begriffsinhalt) nach mit der „Sozion" zusammen (denn bloß als Sozion wäre die Moosgesellschaft als solche zunächst zu bezeichnen; vgl. Du Rietz 1932, S. 304, 333).

Trotz des relativ geringen Alters des Standorts kann die Phytocoenose als „stabil" — in Du Rietz' (S. 305), nicht Clements' Sinne — gelten, denn mit ihrem gegenwärtigen Standort ist die beschriebene Moosvegetation im Gleichgewicht.

Schon Herzog (1926, S. 44) hat darauf hingewiesen, „daß feste Verbände von mehreren Moosarten in dem Sinne, daß aus dem Vorhandensein des einen mit einem hohen Grad von Sicherheit auf das des anderen geschlossen werden kann, außerordentlich zahlreich sind und in ihrer Artfestigkeit den entsprechenden Phanerogamenverbänden nichts nachgeben". Stodiek hat bei ihrer Beschreibung der Mikroassoziationen die Braun-Blanquetsche Methode der Gesamtschätzung als Kombination von Deckungsgrad und Individuenzahl mittels der bekannten 6teiligen Skala mit Erfolg angewandt. Wir müssen vorläufig auf diese Darstellung verzichten,

download www.zobodat.at

da unsere Unterlagen nicht ausreichen. Wir vermerken in der folgenden, am 13. August und 1. September 1941 am Standort aufgenommenen Tabelle bloß die Häufigkeit des Vorkommens bzw. die Dominanz der einzelnen Arten.

Die bei weitem dominante Art auf dem Stubensandstein ist *Aulacomnium androgynum*, das „Brutköpfchenmoos". Es beherrscht an den lichten Höhleneingängen und in den Nischen die Vegetation und reicht weit bis in die Höhlen hinein. Vielleicht helfen Spinnentiere, die Brutkörperchen zu verbreiten. Licht- und Schattenform sind auch bei diesem Moos verschieden, aber viel mehr als beim

	Dunkel			Hell					
	Höhle								
	1	2	5	2	4	6	7	8	9
Dicranella heteromalla				†		+	+	+	++
Barbula cylindrica					+				
Tortula aestiva				.	++				+
Funaria hygrometrica				†	+				
Schistostega osmundacea:									
Lichtform							+	+	+
Schattenform	++	++	+						+
Webera nutans						+	++	+	+
Aulacomnium androgynum:									
Lichtform					+++	+++	+++	++	+++
Schattenform	++	+	++			++			
Brachythecium albicans	+	+		.	++				.
Catharinea undulata	+			†		+	+	+	++
Polytrichum juniperinum				.					+
Bryum argenteum				†					

Leuchtmoos durch fließende Übergänge verbunden. *Schistostega* ist nun mit *Aulacomnium* meist innig vergesellschaftet[1]). Unser Photo 3 zeigt das Lichtpolster des Leuchtmooses, von *Aulacomnium*-Brutköpfchen umsäumt. Nach mehrmonatiger Kultur waren auch aus dem in Photo 4 dargestellten Schattenpolster einzelne *Aulacomnium*-Stämmchen emporgewachsen. Nur im dunkelsten Grund der Höhlen

[1]) In der Literatur werden als häufige Begleitmoose von *Schistostega* genannt *Calypogeia trichomanes*, *Calypogeia Neesiana* und *Isopterygium elegans* (v. d. Dolk, S. 52, Gams 1928, S. 12). An ähnlichen Standorten im Bayreuther Rhätsandstein sind *Calypogeia* und *Lepidozia reptans* häufig; hier auf dem Stubensandstein fehlen diese Lebermoose. — In alten Kellern wurde *Schistostega* auch schon im Schwarzatal (Thüringen) von Röll (1915) gefunden.

download www.zobodat.at

bleibt *Aulacomnium* zurück, und dort wächst *Schistostega* in reinen Rasen.

Zum charakteristischen Artverband der Soziation zählen wir außer *Aulacomnium androgynum* und *Schistostega osmundacea* noch: *Dicranella heteromalla, Webera nutans, Brachythecium albicans, Catharinea undulata, Tortula aestiva, Barbula cylindrica*; dazu die Alge *Chlorococcus humicola.*

Alle diese Moose kommen an den Höhleneingängen vor, während nach dem dunklen Höhleninnern zu in der beschriebenen Weise eine Art nach der anderen zurückbleibt. Die quantitative Messung des minimalen Lichtgenusses der einzelnen Arten steht noch aus, da Photozellen im Sommer 1941 nicht zur Hand waren. Die Messungen sollen bei künftiger Gelegenheit nachgetragen werden. — Es scheint uns vom soziologischen Standpunkt im übrigen nicht gerechtfertigt, die Moosvegetation des Höhleninneren von der der lichten Eingänge als eigene Einheit zu trennen, wiewohl das quantitative Verhältnis der Artenmischung sich mit der Belichtung natürlich stark verändert. Wir möchten vielmehr die Licht- und Schattenvegetation im soziologischen Sinne als Varianten der gleichen Soziation (Sozion) auffassen.

Dagegen rechnen wir die Ubiquisten *Bryum argentum* und *Funaria hygrometrica*, die an exponierten und vielleicht durch Verunreinigung nährstoffreicheren Plätzen vor Höhle 2 standen, nicht zu unserer als Soziation bezeichneten Vegetationseinheit.

Auch die mergelige Rinne in Nische 9 mit der Grünalge *Cladophora* sp. und *Pogonatum aloides* ist als Unterlage vom Stubensandstein ganz verschieden. Hier wachsen als einzige Blütenpflanzen auf anstehendem Substrat *Senecio viscosus* und *Polygonum aviculare.* Es handelt sich um ein Vegetationsfragment einer eigenen Soziation. Nur in ihr wächst das Moos *Pogonatum aloides*, das den eigentlichen Stubensandstein meidet.

Die *Aulacomnium androgynum—Schistostega osmundacea*-Soziation ist allem Anschein nach an leicht verwitterten Stubensandstein gebunden. Die bodenkundliche Untersuchung dieses Substrats ist eingeleitet. Schon jetzt läßt sich aber wohl folgendes aussagen:

Der weiße, grobkörnige Quarzsand, der als primäres Verwitterungsprodukt den freigelegten Stubensandstein alsbald bedeckt, ist dank der Lage am Steilabbruch unter feuchten Wiesen (vgl. Abb. 1) dauernd von Wasser durchtränkt. Die günstigen Feuchtigkeitsverhältnisse sind verbunden mit hoher Wasserergiebigkeit im bodenkundlichen Sinne. Die leicht saure Reaktion (pH = 5,8) und

download www.zobodat.at

ständige Durchströmung muß den Quarzsand sehr nährstoffarm machen. Vermutlich hindert diese Salzarmut das Gedeihen von Blütenpflanzen und gibt so den Standort den Moosen frei.

Wahrscheinlich ist durch diesen Faktorenkomplex auch das einzigartige Vorkommen der Leuchtmoospolster am Lichte bedingt. Wir erkennen, daß *Schistostega* an sich nicht so lichtscheu ist, wie man bisher angenommen hat. Daß die Angaben über die tödliche Wirkung starken Lichtes auf Schattenpflanzen von *Schistostega* richtig sind, ist nicht zu bezweifeln. Doch vermag das Leuchtmoos, wenn es am Lichte erwächst, modifikativ die beschriebene Lichtform auszubilden, und diese ist selbst gegen direkte Sonnenbestrahlung resistent. Die orthotrope Stellung des Stämmchens und vor allem die Kleinheit der Chloroplasten, der eine relativ verminderte Lichtabsorption entsprechen muß, kann vor allem die höhere Lichtresistenz verständlich machen.

Warum kommt nun *Schistostega* anderwärts am Lichte nicht vor? Die Art ist an lichten Standorten offenbar nur schwer lebensfähig bzw. konkurrenzfähig. Daran sind aber in erster Linie wohl nicht so sehr die Licht- als die Wasserverhältnisse schuld. Das Leuchtmoos wird, als nicht austrocknungsfähiges Moos, vor allem dauernd hohe Ansprüche an die Wasserführung des Bodens stellen und an sonnigen Standorten schon darum nur ausnahmsweise vorkommen. Die volle Unbenetzbarkeit schließt ja die direkte Ausnutzung atmosphärischer Niederschläge aus. Der dicke Wachsüberzug bleibt aber, wie wir zeigten, als konstantes Speziesmerkmal auch an lichten Standorten, wo Ausnützung des Niederschlagswassers an sich vorteilhaft wäre, unverändert erhalten. Aus solchen anatomischen Gründen kommt auch bei *Schistostega* die äußere (kapillare) Wasserhebung nicht in Betracht, die nach Mägdefrau (1935) bei der Wasserversorgung anderer Moose meist die Hauptrolle spielt.

Der aus fast reinen Quarzkörnern aufgebaute Boden des verwitternden Stubensandsteins mit seiner Nährstoffarmut, ständigen Durchfeuchtung und guten Wasserführung läßt nur wenige andere Moosarten zur Besiedelung zu; er läßt für *Schistostega* ein Plätzchen am Licht frei und damit wird zur Ausbildung der beschriebenen Lichtmodifikation die Möglichkeit geboten.

download www.zobodat.at

Schrifttum.

Frosch, H., Reuter und Wurm, 1922. Führer zu geologischen Ausflügen in die Umgebung von Bayreuth und Berneck. (Bayreuth.)

Freytag, Heinz, 1929. Die geologischen Verhältnisse in der südöstlichen Umgebung Bayreuths. (Abh. d. Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F. 126.)

Scherzer, H., 1920. Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland. 1. Teil. (Wunsiedel.)

Schuster, M., 1928. Abriß der Geologie von Bayern r. d. Rh. VI. Abt. (München.)

Thürach, H., 1888/89. Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken.

— 1900. Beiträge zur Kenntnis des Keupers in Süddeutschland.

Braun-Blanquet, J., Du Rietz, G. E., und Nordhagen, R., 1935. Entschließungen der geobotanischen Sektion des 6. Internationalen Botanischen Kongresses. Nr. 11. (Zesde Intern. Botanisch Congres, Amsterdam, Proceedings, 1, S. 402 — vgl. auch Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 53, S. 775.)

v. d. Dunk, K., 1921. Monographie des Leuchtmooses (Schistostega osmundacea Web. et Mohr). (Frankfurt.) — [Diss.]

Gams, H., 1928. Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr. (Die Pflanzenareale, 2. Reihe, Heft 1.)

— 1932. Bryo-Cenology (Moss-Societies). (Manual of Bryology, p. 323.)

Herzog, Th., 1926. Geographie der Moose. (G. Fischer, Jena.)

Höfler, K., 1942. Eine Lichtform von Schistostega osmundacea. (Ber. d. Deutsch. Botan. Ges., 61.)

Leitgeb, H., 1874. Das Wachstum von Schistostega. (Mitteilung d. Naturw. Vereins f. Steiermark, S. 1.)

Limpricht, K. G., 1890—1904. Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. (Rabenhorsts Kryptogamenflora, 2. Aufl., Bd. IV.)

Lorch, W., 1913. Die Laubmoose. (Lindaus Kryptogamenflora für Anfänger, 5.)

Mägdefrau, K., 1935. Untersuchungen über die Wasserversorgung des Gametophyten und Sporophyten der Laubmoose. (Zeitschr. f. Bot., 29, S. 337.)

Molendo, L., 1875. Bayerns Laubmoose (vgl. S. 156). (Leipzig.)

Mönkemeyer, W., 1927. Die Laubmoose Europas. (Ergänzungsband.)

Richards, P. W., 1932. Ecology. (Manual of Bryology, p. 367.)

Du Rietz, G. E., 1930. Classfication and nomenclature of vegetation. (Svensk Bot. Tidskr., 24, p. 489.)

— 1932. Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage. (Abderhaldens Handb. biol. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 5, S. 293.)

Röll, J., 1915. Die Thüringer Torfmoose und Laubmoose und ihre geographische Verbreitung. (Mitteilung d. Thür. Bot. Vereins, 32.)

Stodiek, E., 1937. Soziologische und ökologische Untersuchungen an den xerotopen Moosen und Flechten des Muschelkalkes in der Umgebung Jenas. (Diss. Jena und Fedde Rep. Beih., 99.)

Toda, Y., 1918. Physiological studies on Schistostega osmundacea (Dicks.) Mohr. (Journ. Coll. Science Imp. Univ. Tokyo, 5.)

Walther, A., und Molendo, L., 1868. Die Laubmoose Oberfrankens. (Leipzig.)

---

download www.zobodat.at

Erklärung der Tafeln I und II.

Tafel I.

Höhlen im Bayreuther Stubensandstein:

Abb. 1: In der Wand des Aufschlusses, unter dem weißen Giebel des Häuschens links vom Baum, liegt Höhle 1. Unter dem Baum ist die mit einem Gatter versehene Höhle 2 sichtbar. Höhle 3, 4 und 5 sind von der Schupfe verdeckt. Nach rechts folgen die großen, dunklen Öffnungen der Höhlen 6 und 7 und weiter rechts die Nischen 8 und 9.

Abb. 2: Höhle 1. Bestand von *Schistostega* und *Aulacomnium androgynum*.

Tafel II.

Abb. 3: Lichtform von *Schistostega osmundacea* (umsäumt von Brutköpfchen tragendem *Aulacomnium androgynum*).

Abb. 4: Schattenform von *Schistostega osmundacea* (aus Höhle 2), in gleichem Maßstab.

download www.zobodat.at

Höhle 1 2 6 7 8 9

Abb. 1.

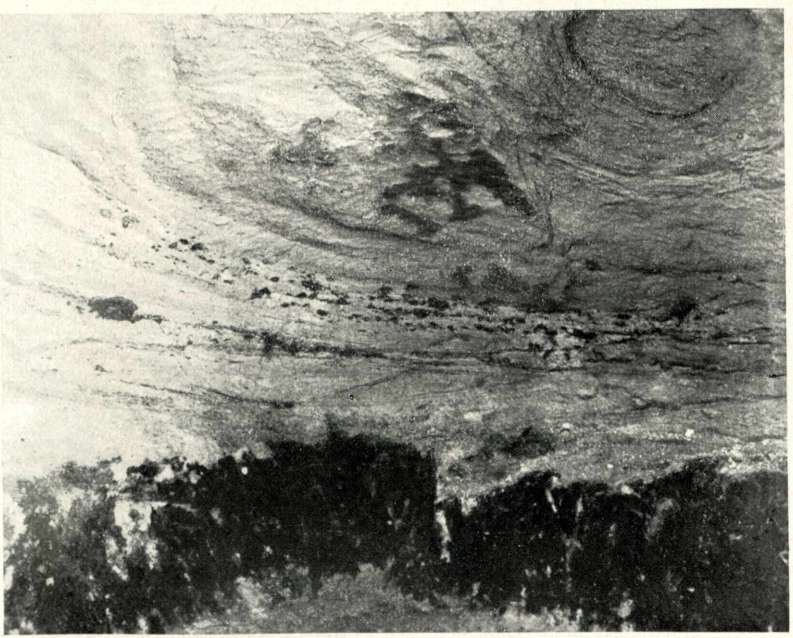

Abb. 2.

download www.zobodat.at

download www.zobodat.at

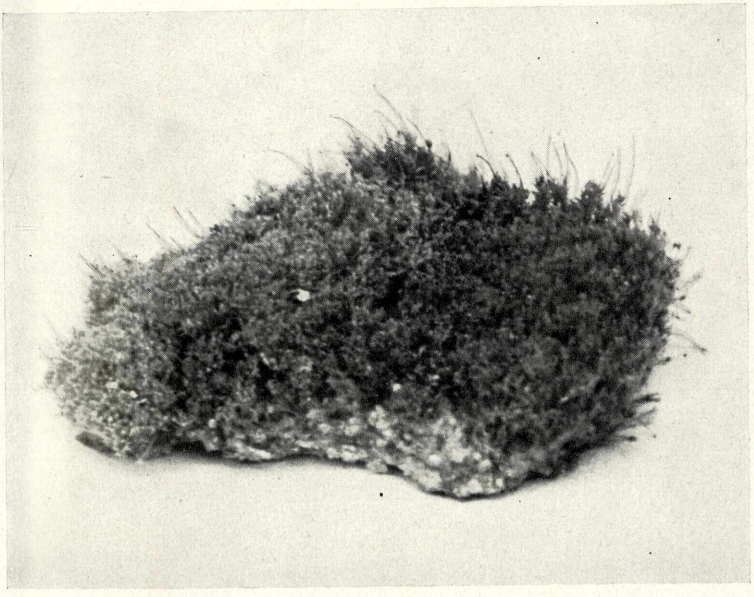

Abb. 3.

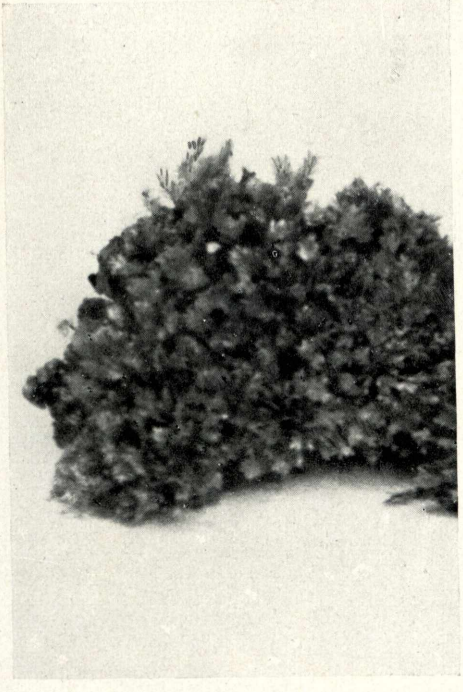

Abb. 4.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hedwigia

Jahr/Year: 1942

Band/Volume: 81_1942

Autor(en)/Author(s): Kronberger Karl, Höfler Karl

Artikel/Article: Die Moosvegetation einiger Höhlen im Bayreuther Stubensandstein. Die Aulacomnium androgynum—Schistostega osmundacea-Soziation 75-94