

ein und das Volumen habe sich bei der Grenzplasmolyse von 100 auf 80 verkleinert. Wenn sich nun vor dem Einlegen in das Plasmolytikum das Volumen durch Wasserabgabe von 100 auf 90 reduziert, so wird die Grenzplasmolyse — ceteris paribus — trotzdem wieder in a Mol Rohrzucker erfolgen. Ist aber die Grenzkonzentration größer als a Mol Rohrzucker, so weist dies auf Eintritt oder Erzeugung osmotischer Substanz, bzw. auf Umwandlung vorhandener Stoffe in osmotisch wirksamere hin.

12. Karl Müller: Über Anpassungen der Lebermoose an extremen Lichtgenuß.

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 20. Februar 1916)

Die Lebermoose kann man im allgemeinen zu den Schattenpflanzen rechnen, denn sie finden sich ja in der Regel nur an Stellen mit geringer Lichtintensität. Es gibt aber auch eine Anzahl Arten, die bei ausnehmend geringem Lichtgenuß, wie z. B. im Innern von Höhlen, noch leben und andererseits solche, die an Stellen mit stärkster Insolation noch gedeihen können, in Europa also z. B. in den Mediterrangebieten und im Hochgebirge.

Da über Anpassungen an ausnahmsweise niedere oder hohe Lichtstärken bisher nur wenig bekannt wurde, sollen in folgendem einige verbreitete Fälle geschildert werden. Es wird sich dabei zeigen, wie ähnlich die zu gleichem Zwecke vorhandenen Anpassungen bei Lebermoosen und höheren Pflanzen mitunter sind.

I. Anpassungen zur Lichtausnützung.

Bei Untersuchungen, die LÄMMERMAYR in zahlreichen Höhlen angestellt hat, konnten Vegetationen von *Fegatella conica* noch bei einer Lichtstärke von $L = \frac{1}{300}$ festgestellt werden. Leider gibt aber der Verf. keinen Aufschluß über die gewiß interessante Morphologie des Thailus, der bei so geringer Beleuchtung gewachsen ist. KAALAAS hat jedoch *Fegatella*-Pflanzen ähnlicher Standorte beschrieben, ohne daß er allerdings ihre Zugehörigkeit, infolge der abnormen Ausbildung, richtig erkannt hätte, denn er glaubte eine neue Art der Gattung *Fimbriaria* vor sich zu haben, die er *Asterella*

Kiaerii nannte. Nach ihm weist der äußerst zarte, nur wenige Zellagen dicke Thallus kein Luftkammerngewebe und nur vereinzelte Atemöffnungen auf, die jedoch nicht, wie bei normalen Pflanzen, auf einer kugelförmigen Emporwölbung des Thallus liegen. Infolge reduzierten Lichtgenusses hat also diese Marchantiacee einen ähnlichen Thallusaufbau erlangt, wie er z. B. bei *Dumortiera* stets vorkommt, d. h. die Assimilationsfäden in den Luftkammern verschwinden, und diese selbst werden stark reduziert oder fehlen ganz. Der Assimilationsapparat wird in die oberste Zellschicht verlegt, um die geringe Lichtmenge ohne weitere Abschwächung aufnehmen zu können. Neuerdings wurde dann, ohne die KAALAAS'sche Mitteilung zu kennen, von MAYBROOK nochmals ein bei geringerer Lichtintensität im feuchten Raume aus Brutkörpern erzogener Thallus der *Fegatella* beschrieben. Bei derartigen Kulturen konnte auch die Bildung von Atemöffnungen unterdrückt werden.

Auch *Cyathodium*, eine Marchantiacee, von der ich Material aus Ceylon durch Dr. HERZOG erhielt, wächst an sehr lichtarmen Stellen. Der Thallus ist hier nur zwei Zellagen dick, die durch niedere Wände auseinandergehalten werden. In den so entstehenden niederen Kammern fehlen chorophyllhaltige Zellsprossungen vollkommen. Die Chloroplasten sind wie bei den schon erwähnten Gattungen in die Oberflächenzellen verteilt, und zwar bei *Cyathodium* in sehr zweckentsprechender Weise, worauf ich schon in meiner Bearbeitung der europäischen Lebermoose hingewiesen habe. (Bd. I. S. 235.)

Die Oberflächenzellen sind kugelig, und die Chloroplasten liegen in dem unteren Teil der Kugel beisammen. Das eintretende Licht wird durch den wässerigen Inhalt der kugeligen Zellen auf das Chlorophyll konzentriert, in genau der gleichen Weise, wie es z. B. von dem Leuchtmoos *Schistostega* und der Goldglanzalge (*Chromulina Rosanoffii*) bekannt ist. Und ebenso wie bei diesen wird auch ein Teil des Lichtes nach dem Durchgang durch das Chlorophyll an der dahinter liegenden Zellwand reflektiert und läßt den Thallus darum bei richtiger Stellung des Beobachters smaragdgrün leuchtend erscheinen.

Jungermanniaceen zeigen an lichtarmen Stellen immer starke heliotropische Krümmungen. Sie sind ferner mehr oder weniger etioliert oder rudimentär entwickelt, vor allem immer sehr zart gebaut und äußerst schwach kutikularisiert. Viele sind bläulichgrün gefärbt, was wohl von den spärlichen Chloroplasten herührt, und die Blattzellen wölben sich uhrglasartig vor, wodurch ebenso wie bei *Cyathodium* stärkere Lichtausnutzung möglich wird.

Wo Jungermannien an schattigeren Plätzen gedeihen als sie es sonst gewohnt sind, vergrößern sie vielfach die Blattfläche, ebenso wie höhere Pflanzen, und weisen fast immer reichliche Gemmenbildung auf, wie z. B. *Calypogeia Neesiana*, die in Höhlen in Buntsandsteingebirgen häufig ist.

Wir finden also ebenso wie bei den Marchantien auch bei den Jungermannien ähnliche Reaktionen auf Lichtentzug, vor allem stimmt die Vorwölbung der Zellen zwecks besserer Lichtausnutzung bei beiden überein.

II. Anpassungen zum Lichtschutz.

Die geschilderten Einrichtungen zur besseren Lichtausnutzung sind natürlich im Hinblick auf die Gesamtheit der Lebermoose verhältnismäßig bedeutungslos, denn es gibt eben nur wenige Arten, die mit äußerst geringen Lichtmengen sich begnügen. Viel wechsellvoller erscheinen dagegen bei Lebermoosen die Einrichtungen zum Schutz gegen zu starkes Licht, was ja auch zu erwarten ist, da eine große Anzahl mitunter der stärksten Bestrahlung ausgesetzt sein kann, besonders im Gebirge, wo vor allem die kurzwelligeren (violetten und ultravioletten) Strahlen, die in unteren Lagen von der Dunstschicht fast ganz absorbiert werden, ihre zerstörende Wirkung auf ungeschützte Pflanzenteile zur Geltung bringen können.

Man hat eine Anzahl der im folgenden geschilderten Erscheinungen bisher in der Hauptsache als xerophytische Anpassungen gedeutet. Wenn sie aber auch in manchen Fällen eine Insolation gegen Wärmestrahlen bewirken, so ist damit noch nicht ausgeschlossen, daß sie ebensowohl, und wie mir scheint sogar noch viel umfangreicher, einen Schutz gegen zu starke Insolation bieten.

a) Absorption eines Teils der Lichtstrahlen.

Lebermoose, die an sonnigen Stellen gedeihen, sind gewöhnlich mehr oder weniger intensiv rotbraun bis violettrot, ja manchmal (besonders im Hochgebirge und in der Arktis) sogar fast schwarz gefärbt. Der färbende Stoff ist aber nicht im Zellsaft enthalten, sondern der Zellwand eingebettet, die dann gewöhnlich auch stark verdickt ist.

STAHL erblickte in der Dunkelfärbung eine Anpassung an stärkere Erwärmung, wodurch eine gesteigerte Lebenstätigkeit der Pflanzen möglich wird.

In arktischen Gebieten, wo die kurzwelligen Sonnenstrahlen nur noch wenig zur Geltung kommen, weil sie bei dem tieferen Stand der Sonne eine umso dickere Atmosphärenschicht zu durchdringen haben, die sie größtenteils absorbiert, finden wir die Lebermoose vielfach dunkel gefärbt, manchmal sogar schwarz, wie *Marsupella arctica*. In diesem Falle würden also alle Strahlen, die auf die Pflanzen fallen, von ihr absorbiert, vor allem auch die ultraroten Wärmestrahlen, die ja den größten Anteil ($\frac{8}{10}$) des Sonnenlichts ausmachen. Die damit zusammenhängende höhere Erwärmung der Pflanzen wäre also für ihre Lebenstätigkeit von Vorteil. Es würde sich demnach hierbei mehr um eine Ausnutzung der Licht- und Wärmestrahlen als um einen Schutz davor handeln.

Da aber keinerlei exakte Angaben über die Absorption der dunkelgefärbten Zellhäute bei Lebermoosen vorliegen, bleibt es unsicher, ob die Färbung nicht einen ganz anderen Zweck hat, nämlich den eines Lichtfilters.

Es ist z. B. kaum einzusehen, daß die an Baumrinden häufige *Frullania dilatata*, die im Schatten dunkelgrün gefärbt ist, deshalb an sonnigen Stellen schwärzlichrot bis fast schwarz wird, um noch mehr Licht und Wärmestrahlen absorbieren zu können. Vielmehr handelt es sich doch in diesem und zahlreichen anderen Fällen offenbar um eine Schutzfärbung, um gewisse Lichtstrahlen von dem Chlorophyll fernzuhalten.

Sicher ist das dann der Fall, wenn nicht rein rote, sondern rotviolette bis fast rein violette Farbentöne in Betracht kommen, wie bei den Marchantien, bei denen manche an lichtreichen Stellen der Mittelmeerländer wachsende Arten auf der ganzen Thallusunterseite violettrot gefärbt sind oder hier violette Bauchschuppen besitzen. Diese Arten können ihren Thallus bei zu starker Trockenheit einwärts rollen, wobei dann die Unterseite mit den hier stehenden dachziegelartig sich überdeckenden Schuppen nach oben zu stehen kommt, wie bei *Targionia*, *Grimaldia dichotoma*, mehreren Riccien u. a.

Dem Licht, das diese violetten Zellen durchlassen, fehlen für die Assimilation wichtige Farben, nämlich die komplementären Farben Orange und Gelb. Da aber nie reine violette Töne, sondern Mischfarben auftreten, läßt sich auch nur allgemein sagen: die violettroten Farben absorbieren einen Teil der zur Photosynthese nötigen Strahlen, sie wirken also gewissermaßen als Filter, in dem sie eine übermäßige Lebenstätigkeit an Stellen mit zu starker Insolation verhindern.

Von höheren Pflanzen weiß man, daß die Kutikula eine Absorption gewisser Lichtstrahlen zumal der ultravioletten bewirken kann. Ihre starke Ausbildung bei zahlreichen an sonnigen Stellen wachsenden Lebermoosen legt auch bei diesen eine ähnliche Wirkung nahe.

Bei *Riccia Sommieri* z. B. ist die epidermale Zellschicht gelblich gefärbt und ebenso weisen die dickwandigen, über den Thallus herübergebogenen Borsten der *Riccia canescens* gelbliche Wände auf. Das Licht, das durch solche Wände hindurch geht, wird also der komplementären blauen, violetten und ultravioletten Strahlen beraubt werden.

Auch Jungermanniaceen-Blätter weisen vielfach an exponierten Stellen eine äußerst dicht mit halbkugeligen, wasserhellen Papillen bedeckte Kutikula auf. Neben einer Einrichtung zur raschen Wasseraufnahme, darf man in diesen Papillen wohl auch eine Vorrichtung zur Absorption des Lichtes oder zur Umwandlung in diffuses Licht erblicken.

b) Reflexion des Lichtes, diffuses Licht.

An toten Zellen, deren Inneres mit Luft gefüllt ist, tritt leicht eine mehr oder minder starke Totalreflexion der Lichtstrahlen ein, die für Lebermoose, welche an Örtlichkeiten mit starker Insolation, vor allem im Hochgebirge wachsen, wo auch die brechbareren Strahlen stärker in Erscheinung treten, von Vorteil sein muß. Verbreitet finden wir tote, luftführende Zellen an Blättern zahlreicher, den verschiedensten Gattungen angehörender Hochgebirgslebermoose wie *Gymnomitrium concinatum*, *G. coralliodes*, *Anthelia julacea*, *A. Juratzkana*, *Prasanthus suecicus*, *Lophozia decolorans*, die alle dicht dachziegelartig übereinander liegende Blätter besitzen. Es schauen aber immer nur die abgestorbenen, ausgebleichten, oberen Teile der Blätter hervor, während der chlorophyllführende Teil von der abgestorbenen Spitze des nächst unteren Blattes überdeckt wird. Die Pflanzen erhalten dadurch ein silbergraues Aussehen. Alles Licht, das also die chlorophyllführenden Zellen trifft, muß zuerst den abgestorbenen Teil des darüberliegenden Blattes passieren, wo es teils total reflektiert, teils in diffuses Licht umgewandelt wird.

Totalreflexion findet auch auf der wachsartig glänzenden Oberseite mancher Marchantiaceen statt, wie vor allem bei den *Plagiochasma*- und einigen *Marchantia*-Arten. Diese kombinieren sogar offenbar Lichtreflexion mit -Absorption,

denn die Kutikula ist auffallend stark ausgebildet und wird darum wahrscheinlich einen Teil der erhaltenen Lichtstrahlen aufsaugen.

Bei den Riccien, deren Assimilationsgewebe bekanntlich aus parallel nebeneinander stehenden Pfeilern zusammengesetzt ist, findet man am Ende eines jeden Pfeilers eine größere, kugelige oder mamillöse, chlorophyllfreie Zelle, die in ihrer Gesamtheit eine teilweise Totalreflexion des Lichtes bewirken. Deshalb erscheint auch die Thallusoberseite mancher Arten weißlichgrün, wobei mit zunehmender Verlängerung dieser Epidermiszellen, bedingt durch sonnigen Standort, die Farbe immer mehr silbergrau wird, wie bei *R. sorocarpa*, *R. Sommieri*, vor allem aber bei *R. Bischoffii*, *R. Gougetiana* und *R. melitensis*. (Abb. 1.)

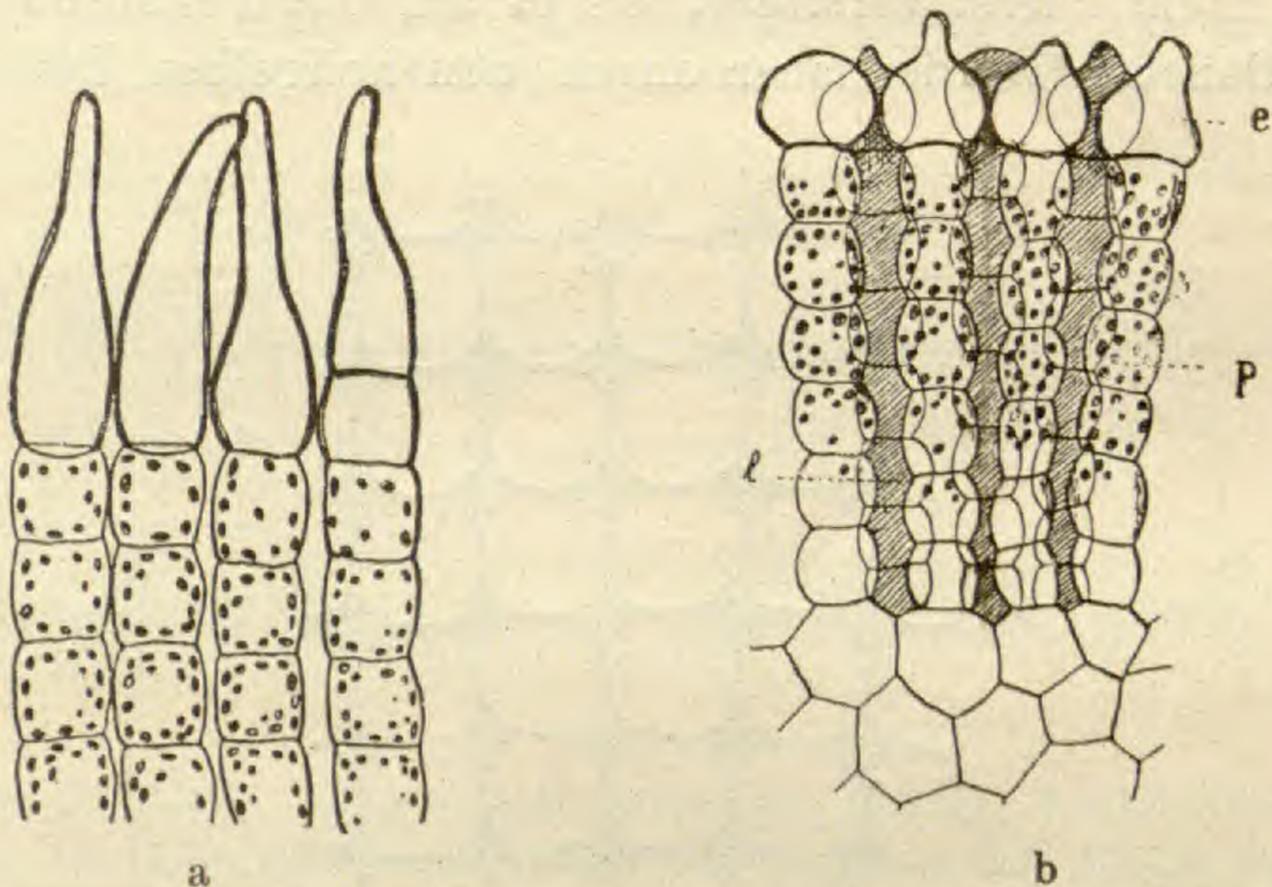


Abb. 1. Längsschnitte durch den Thallus von a *Riccia Bischoffii*, b *R. sorocarpa* e=Epidermiszellen, p=Pfeilerzellen mit Chloroplasten, l=Luftgänge zwischen den einzelnen Pfeilern. Verg. 250/1. (Aus K. MÜLLER, Lebermoose Bd. I.)

Ein anderer Fall der Umwandlung direkter Beleuchtung in diffuses Licht kommt ebenfalls bei Riccien vor. Bei Arten, die an Stellen mit starker Sonnenbestrahlung wachsen, sind nicht nur die Epidermiszellen, sondern auch noch die nächsten Zellen der Pfeiler chlorophyllfrei, manchmal selbst drei und bei *Riccia melitensis* sogar 4—5 Zellen. Erst nach Durchdringung aller dieser Zellen können die Lichtstrahlen an die Chlorophyllkörper gelangen. Solche chlorophyllfreien, mehr oder minder zahlreichen Schichten wirken also als Lichtschirm.

Es gibt aber noch eine Anzahl anderer Vorrichtungen bei Lebermoosen, die zur Abschwächung des Lichtes dienen, die bisher allerdings ausschließlich als xerophytische Anpassungen angesehen wurden.

Sowohl bei Marchantiaceen wie bei Jungermannien ist reiche Zilienbildung, vor allem um die Anlagen der Geschlechtsorgane häufig, die eines besonders wirksamen Schutzes gegen die Wirkungen der Insolation bedürfen. Darum finden wir, zumal bei den sonnenliebenden Marchantiaceen *Clevea hyalina* var. *Kernii* K. M., bei *Plagiochasma*-, *Grimaldia*-, *Fimbriaria*-Arten die Archegonstände von einem dichten Büschel lanzettlicher Spreuschuppen eingehüllt, die aus wasserhellen Zellen bestehen.

Bei einigen Riccien (z. B. *R. canescens*, *R. spinosissima*), die im Mediterrangebiet vorkommen, ist die ganze Thallusfläche durch sehr zahlreiche, lange Borsten bedeckt, die von den Rändern über den Thallus herüber gebogen werden können. Auch hier wird direktes Licht zuerst zerstreut, bis es auf die Thallusoberseite gelangt. Daneben werden aber durch den hellgelben Farbstoff der

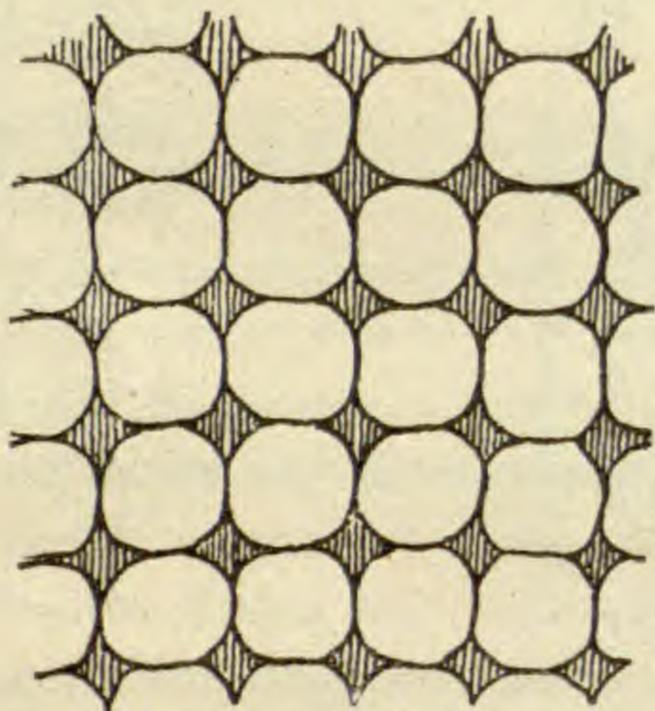


Abb. 2. *Riccia lamellosa*. Thallus von oben gesehen. Die gestrichelten Teile stellen die nach außen offenen Luftgänge dar. Verg. 190/1.

(Aus K. MÜLLER, Lebermoose Bd. I.)

Borstenwände, wie schon erwähnt, die brechbareren Strahlen, absorbiert. Absorption und Reflexion der Lichtstrahlen wird also häufig durch gleiche Organe bewirkt.

Auch zahlreiche lichtliebende Jungermannien weisen an den jungen Perianthien besonders starke Wimperbildung auf, die als Lichtschutz für die Archegonien angesehen werden kann.

In wieder anderer Weise wird direktes Licht bei einigen Marchantiaceen in diffuses umgewandelt. Da es sich hierbei um ganz analoge Anpassungen handelt, wie sie MARLOTH von der Kapflora als Fensterblätterttypus beschreibt, kann man entsprechend von Fensterthallus sprechen.

Die schon erwähnten ballonförmigen, zartwandigen Zellen am Ende der Zellpfeiler des Riccianthallus sind größer als die unteren Zellen der Säule. Während also die Epidermiszellen ziemlich an-

einander schließen oder nur geringe Zwischenräume frei lassen, sind die Assimilationssäulen durch Zwischenräume voneinander getrennt, die im Querschnitt fensterartig aussehen. (Abb. 2.) Durch den Rand der größeren Epidermiszellen, oder wenn diese nicht dicht aneinander schließen oder zerstört sind durch die Öffnung, kann nun zwar Licht in diese Kanäle zwischen den Assimilationssäulen eindringen; wird aber, wie bei den von MARLOTH beschriebenen Fensterblättern der Mesembrianthemaceen nur in sehr diffussem Zustande die Chlorophyllkörper in den Pfeilerzellen seitlich treffen.

Die schon mehrfach erwähnte *Riccia Sommieri* zeigt aber auch hier wieder besondere Vorrichtungen gegen übermäßige Insolation, denn bei ihr findet man unter der Epidermisschicht, die aus zartwandigen Zellen besteht, eine Zellschicht aus sehr stark verdickten

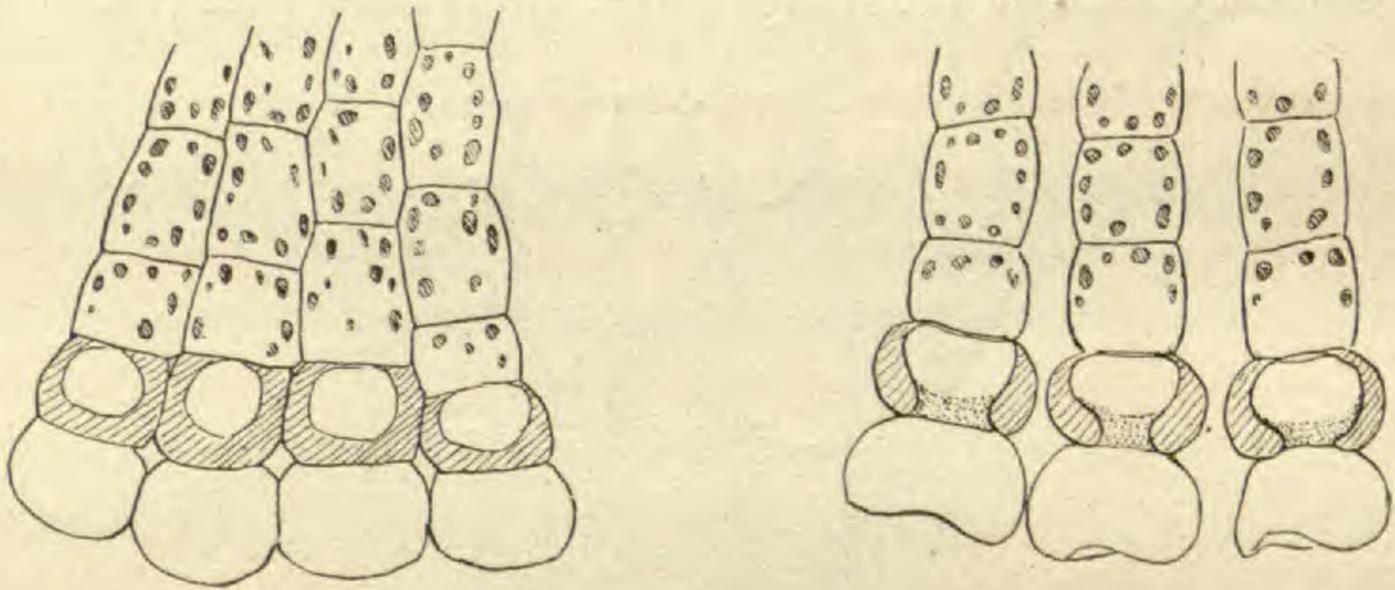


Abb. 3. *Riccia Sommieri*. Längsschnitt durch den Thallus. Links junges Gewebe, bei dem die Zellpfeiler noch aneinander liegen, rechts älteres Gewebe, bei dem die Zellpfeiler durch Luftkanäle voneinander getrennt sind. Verg. 250/1.

Zellen. (Abb. 3.) Diese Verdickungen wölben sich in den Luftkanal vor und verengen ihn beträchtlich. Wenn man die beiden obersten Zellschichten vom Thallus abhebt und von der Unterseite betrachtet, erhält man darum das in Abb. 4 dargestellte Bild, auf dem die Mündungen der Luftkanäle in Form kleiner Löcher zu sehen sind, während Abb. 2 die normalen Öffnungen bei Riccien etwas schematisiert darstellt. Man erkennt auch aus dem Längsschnittbilde Abb. 3, daß durch Zusammenschumpfen der verdickten Zellen in vertikaler Richtung die Löcher verengt werden können. Daß diese Verengung der „Fenster“ für eine durch ihren Standort besonders starker Insolation preisgegebenen Art von Vorteil ist, liegt auf der Hand. Sie sind aber auch deshalb interessant weil sie primitive Atemöffnungen darstellen, wie sie bisher bei der Gattung *Riccia*, mit Ausschluß der Untergattung *Riciella* nicht bekannt waren.

Mit der biologischen Erklärung dieser Verengungen als Lichtschutz soll natürlich nicht bestritten werden, daß sie auch gleich-

zeitig eine Anpassung an die xerophytische Lebensweise des Mooses darstellen.

Wir finden also, zumal bei der in dem Mediterrangebiet sehr artenreichen Gattung *Riccia*, eine Reihe von Anpassungen, um zu starkes Licht in diffuses umzuwandeln, wie Absorption, teils der für die Assimilation besonders wichtigen, teils der violetten und ultravioletten Lichtstrahlen, Reflexion an den Epidermiszellen, Abschwächung durch mehrere Lagen chlorophyllfreier Pfeilerzellen, durch reiche Borstenbildung, durch Fensterthallus und Verengung der Fenster.

Einen anderen Typus von Fensterthallus-Bildung lernen wir bei der Marchantiaceen-Gattung *Exormotheca* kennen, von der ich *E. pustulosa* und *E. Welwitschii* untersuchen konnte.

Die letzte Art lag mir aus Algier vor. Sie macht den Eindruck einer typischen Wüstenpflanze; denn wie diese hebt sie sich

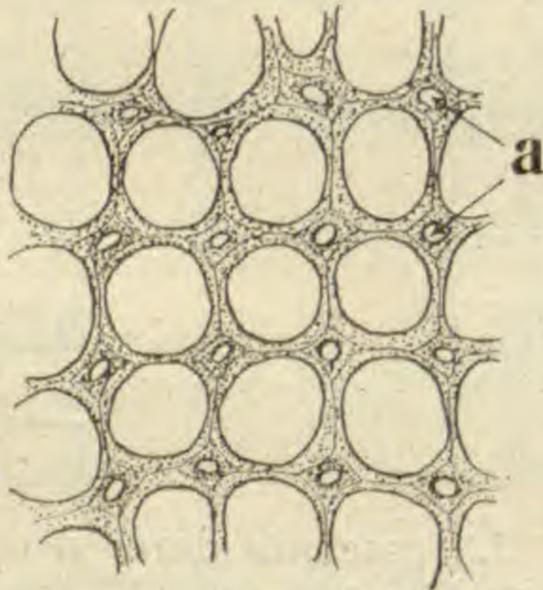


Abb. 4. *Riccia Sommieri*. Die zwei oberen Zellschichten des Thallus abgehoben und von unten gesehen. Bei a die Mündungen der Luftkanäle in Form kleiner Löcher, Verg. 250/1.

durch ihre weißlichgelbe Farbe von dem Sandboden, auf dem sie wächst und in welchem der Thallus zur Hälfte eingebettet ist, kaum ab. Die Anpassung an die Unterlage geht aber noch weiter, denn die Thallusoberseite ist grob warzig, durch kegelförmige Auftreibungen der Epidermis und gleicht darum ganz den Quarzkörnern des Bodens. Ein Querschnitt durch den Thallus, wie er in Abb. 5 abgebildet ist, läßt uns am einfachsten die Einrichtungen gegen zu starke Insolation bei dieser Art erkennen.

Das Grundgewebe liegt vollkommen im Boden, es ist dicht mit Reservestoffen in Form von Ölkugeln angefüllt. Darüber befindet sich das niedere, aus Zellsprossungen bestehende Assimilationsgewebe, und über diesem erheben sich mächtige, zwei Drittel der Thallusdicke einnehmende, zylindrische Luftkammern, gebildet aus langgestreckten chlorophyllfreien Zellen mit schwach gelblichen Wänden. Oben ist jede Kammer verjüngt und mündet in eine ovale Atemöffnung.

Das auf den Thallus fallende Licht wird also zunächst von den gelblichen Wänden der Luftkammern teilweise absorbiert, dann teilweise durch den wasserhellen Inhalt der Wandzellen gebrochen und in diffuses Licht umgewandelt und schließlich beim Übergang von diesen Zellen in die luftgefüllten, zylindrischen Hohlräume teilweise total reflektiert. Auf den Boden der Luftkammern, wo sich die chlorophyllhaltigen Zellen befinden, wird also nur abgeschwächtes Licht gelangen können.

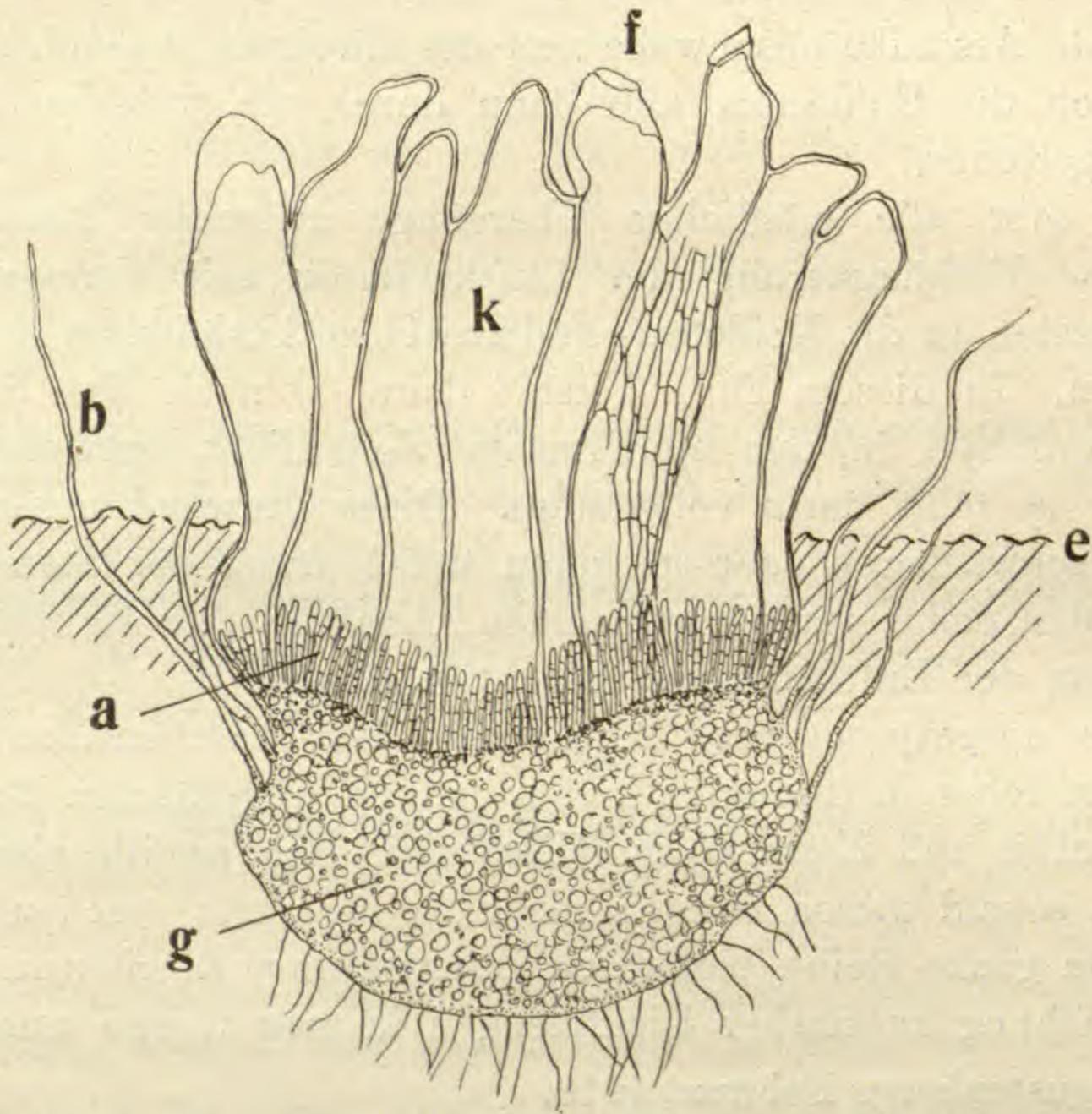


Abb. 5. *Exormothesa Welwitschii*. Thallusquerschnitt; e zeigt an, wie tief der Thallus in den Erdboden eingesenkt ist; g = Grundgewebe, reich an Ölkugeln; a = Assimilationsfäden; k = Luftkammern mit den Atemöffnungen bei f; b = Bauchschuppen. Verg. 45/1.

An den empfindlichen Thallusenden erhöht sich die Lichtbrechung noch durch weiße, vom Rande über die Thallusoberseite unregelmäßig herübergebogene Bauchschuppen. Außer dem durch die Epidermiswand durchgehenden Licht können aber auch Lichtstrahlen direkt in das Innere der Lufträume gelangen durch die erwähnten Atemöffnungen am Scheitel der konischen Auftreibungen der Epidermis. Sie sind verhältnismäßig groß, 70×100 bis $80 \times 140 \mu$ weit, und besitzen keine Einrichtung, um sich bei starker Insolation schließen zu können. Man kann sie biologisch ebenfalls als Lichtfenster auffassen. Durch sie gelangen jederzeit Lichtstrahlen direkt in die Lufthöhlen, sie werden aber durch Reflexion an den

Wänden der hohen Kammern ebenfalls nur in diffusem Zustande das Assimilationsgewebe erreichen.

Wir haben gesehen, daß bei Marchantien, die an äußerst lichtarmen Stellen wachsen, eine Rückbildung der Atemhöhlen bis zum völligen Verschwinden eintreten kann. Es steht nichts im Wege, umgekehrt in der Luftkammerbildung eine Anpassung an stärkere Insolation zu erblicken. Denn bei der Ausbildung von Luftkammern wird das aus dem Boden der Kammern sprossende Assimilationsgewebe von der direkten Beleuchtung einmal durch die Epidermis und dann durch die umgebende Luftschicht getrennt.

Es gibt alle möglichen Übergänge zwischen nahezu vollkommener Verkümmern der Luftkammern mit Verlegung der Chloroplasten in die Epidermis und zwischen Ausbildung deutlicher Kammern. In diesem Falle kommt dann, je nach dem Standort, das Chlorophyll in der epidermalen Zellschicht entweder noch vor oder es fehlt darin vollständig. Diese Umwandlungen gehen mit der schwächeren oder stärkeren Beleuchtung der Standorte so sehr parallel, daß wir zu der gemachten Annahme über die biologische Bedeutung der Luftkammern berechtigt sind,

Die ausgesprochenste Anpassung des Marchantiaceen-Luftkammergewebes an Insolation bieten von den angeführten Beispielen die Riccien und *Exormotheca Welwitschii*. Ich zweifle aber nicht, daß wir, sobald diesen Dingen mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird, noch eine ganze Reihe biologisch interessanter Einrichtungen zur Abschwächung zu starker Lichtmengen kennen lernen werden.

Augustenberg, Februar 1916.

Literatur.

- KAALAAS, B. Levermosernes udbredelse i Norge. *Nyt. Magaz. f. Naturvidensk.* Bd. 33. I (1893).
- LÄMMERMAYR, L. Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. *Denkschr. K. Akademie der Wissenschaften math. naturw. Klasse.* Bd. 87, S. 325—364. Wien. (1912).
- MARLOTH, R. Die Schutzmittel der Pflanzen gegen übermäßige Insolation. *Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch.* Bd. 27, S. 362 (1909).
- MAYBROOK, Note on Biology of *Fegatella conica*. *New Phytologist.* Bd. 13, S. 243 (1914).
- MÜLLER, K. Die Lebermoose in Rabenhorst's Kryptogamenflora. Bd. VI. I. Teil. Leipzig 1906—1911.
- STAHL, E. Zur Biologie des Chlorophylls etc. Jena 1909.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1916

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Karl

Artikel/Article: [Über Anpassungen der Lebermoose an extremen Lichtgenuß.
142-152](#)