

Die Pflanzenwelt der Höhlen

F. Morton

Ehrenmitglied der Universität Innsbruck

In der „Linzer Tagespost“ vom 27. August 1911 lesen wir von einem Besuche Gmundener Höhlenforscher in der Rötelseehöhle (Erlakogel) am 6. Jänner 1894: „Im Innern der Höhle war es lauwarm wie in einem Treibhause, und vorne an der rechten Seitenwand bot ein Fleck frischesten Grüns aus Hirschzungen und verschiedenen Farnen einen überraschenden Anblick.“ Bereits im Jahre 1882 waren Gassner und Hernler (aus Gmunden) in dieser Höhle. Sie erzählen von ihrem Besuche am 2. Februar, daß „ . . . Farnkräuter, wie die Hirschzunge im saftigsten Grün wie in einem Treibhause . . .“ waren. Vor dem Höhleneingang hatte es — 8,75 ° C.

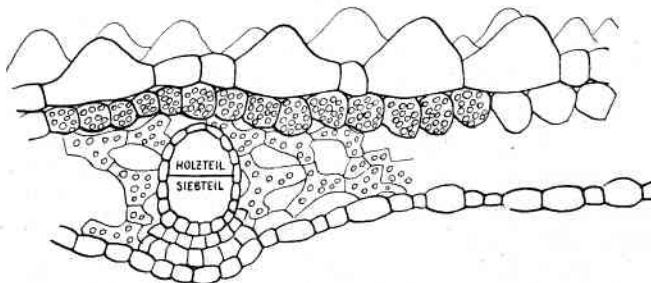
Diese Berichte führen uns mitten in die eigenartige Umwelt der Höhlenpflanzen hinein und machen uns mit dem winterlichen Zustand der Höhlen und ihrer Flora bekannt. In vielen Höhlen hat der Besucher zur Winterszeit den Eindruck, sich in einem Treibhause zu befinden. Wenn auch die Temperaturen nicht übermäßig hoch sind, so wirkt der Übergang von Schnee und Eis vor der Höhle zu dem Grün der Höhlenpflanzen außerordentlich überraschend. Ich habe dies sowohl in der Rötelseehöhle mehrere Jahrzehnte nach obigen Berichten als auch im Rabenkeller bei Hallstatt, in der Lämmermayrhöhle im Mittagkogel bei Obertraun und vielen anderen Höhlen erlebt.

In dem großen Rabenkeller ist der Eindruck geradezu überwältigend. Im vorderen Teile liegt Schnee, und das Tropfwasser hat zu mächtigen Eisstalaktiten und -stalagmiten geführt. Oben aber, am Ende der Höhle, stehen auf der roten Lehmalde Pflanzen der Goldnessel (*Galeobdolon luteum*) sowie eines Storchschnabels (*Geranium Robertianum*) so frisch und grün wie im Sommer! Diese Pflanzen können also das ganze Jahr hindurch gedeihen! Es findet also eine Lebensverlängerung statt! Dies tritt besonders bei einer anderen Art, *Adoxa moschatellina*, hervor; *Adoxa* bekommt beispielsweise im nassen Mischwald im Salzberg-tale bei Hallstadt oben bereits im Juli gelbe Blätter und verschwindet dann von der Oberfläche. Hier aber fand ich noch am 5. November 1921 frischgrüne Blätter! Zwischen September und November waren aus den unterirdischen Endknospen bis 5 cm lange, beinweiße Sprosse entstanden, das Wachstum hatte also nicht ausgesetzt. Am 21. Februar 1926 lagen draußen 50 cm Schnee, während die unterirdi-

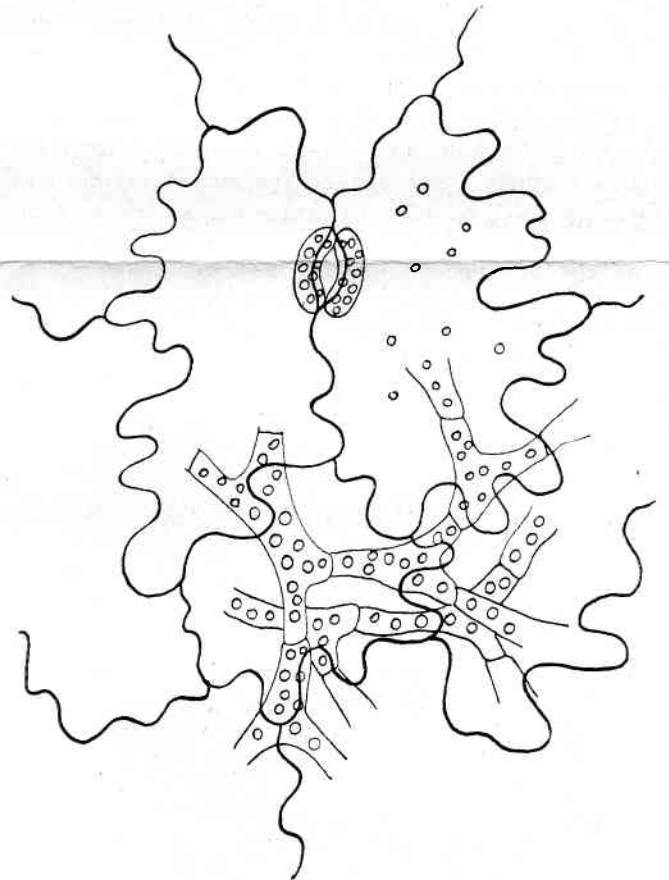
schen Organe der *Adoxa* 2,7 ° Wärme zur Verfügung hatten und die Lufttemperatur beim *Geranium* plus 4,5 ° betrug!

Ein anderer Faktor von außerordentlicher Wichtigkeit für das Leben in Höhlen ist das Licht.

Adoxa entwickelt hier oben überdimensionale Schattenblätter. Die ANATOMIE des *Adoxa*-Blattes ist hochinteressant! Die oberseitige Epidermis zeigt stark vorgewölbte Zellen, die weder Chlorophyll noch Stomata besitzen. Diese Zellen spielen eine wichtige Rolle für die Lichtperspektion. Die Einstellung der Blätter in die günstigste Lichtlage erfolgt nur durch die als Linsen funktionierenden Epidermiszellen. (Bild 1.) Das Palisadengewebe besteht aus einer ein-



1. Querschnitt durch ein Riesen-Schattenblatt von *Adoxa*.



2. Blattunterseite von *Adoxa*.

zigen Zelllage, an die sich ein sehr zartes und lockeres Mesophyll anschließt. Die Epidermis der Blattunterseite hat keine Linsenzellen, führt Chlorophyll und ist stärker verzahnt. (Bild 2.) Die Höhe der Linsenzellen im Linsenscheitel beträgt 0,285 mm, die der Einbuchtungen 0,24 mm.

Das Licht ist für die assimilierende Pflanze unentbehrlich. Fast stets handelt es sich um Tageslicht. Besonders interessant sind jene Fälle, in denen elektrisches Licht das Leben grüner Pflanzen ermöglicht. So sah ich in der Adelsberger

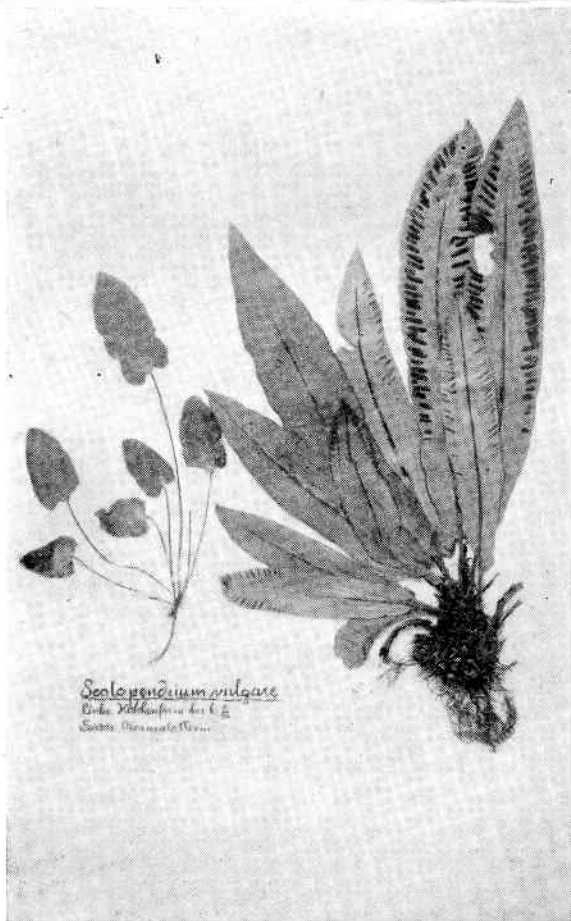
Höhle am Ende der Grottenbahn, also 1700 m vom Eingange entfernt, auf einem 4 m hohen Stalagmiten neben einer 500-Watt-Lampe ein grünes Miniaturgärtchen, das sich geradezu zauberhaft ausnahm! Es konnte eine Reihe von Moosen festgestellt werden, darunter zwei Höhlenformen, wovon eine neu war (*Brachythecium velutinum* var. *speleorum* Latzel), sowie üppig wachsende Farnprothallien. Die Lampe brannte rund 500 Stunden im Jahre, also etwa 1,4 Stunden im Tage. Wir müssen annehmen, daß durch die zahlreichen feinen Klüfte und Spalten, die das Höhlensystem mit der Außenwelt verbinden, immer wieder mit Wasser oder durch Luftzug Sporen in die Höhle gelangen; sie gehen größtenteils zugrunde, können aber an geeigneten Plätzen auskeimen.

Dieser Fall steht natürlich nicht vereinzelt da.

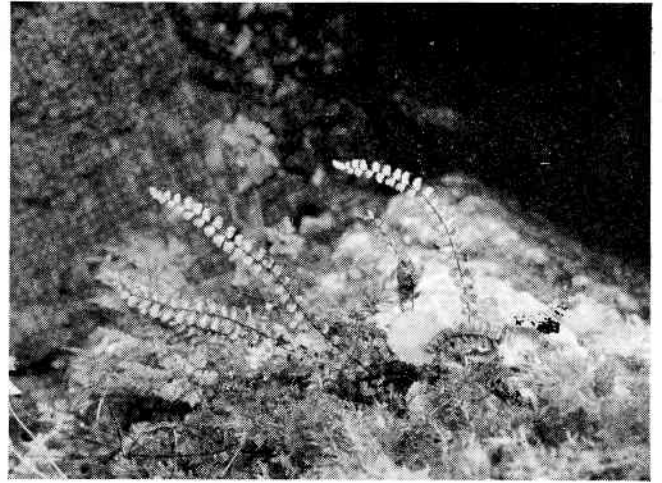
Über die Lichtverhältnisse in Höhlen arbeite ich nunmehr 45 Jahre. Immer wieder erfüllte es mich mit tiefer Ehrfurcht vor der Genügsamkeit und der Anpassungsfähigkeit des Lebens, wenn ich an Stellen, die so dunkel waren, daß die Uhr nicht abgelesen werden konnte, grüne Pflanzen vorfand.

Die Pflanzen stellen naturgemäß verschiedene Lichtansprüche. Zu den immer wiederkehrenden Arten gehören beispielsweise *Asplenium trichomanes* unter den Farnen und *Geranium Robertianum* unter den Blütenpflanzen.

Im Rabenkeller bei Hallstatt fand ich von der zuletzt genannten Art eine Keimpflanze, deren Hypokotyl die außerordentliche Länge von 12 Zentimetern aufwies und deren zwei Keimblättchen im ganzen nur 1,4 cm² besaßen.



3. Sonnen- und Höhlenform von *Phyllitis scolopendrium*.



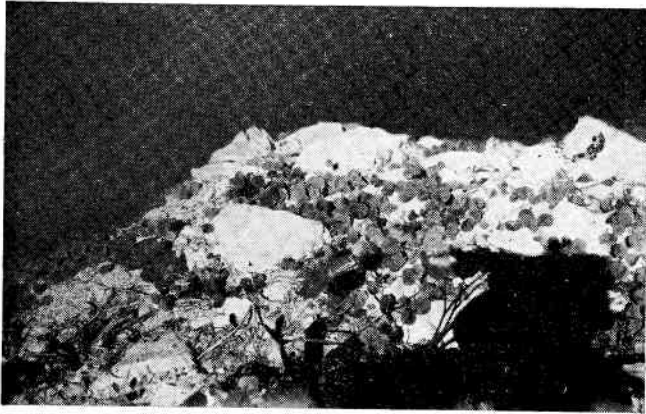
4. *Asplenium trichomanes* mit vertikal gestellten Wedeln, in fixer Lage zum horizontal einfallenden Licht.

Dabei verfügte sie nur über den $\frac{1}{1838}$ Teil des Tageslichtes draußen!

Ebenso fesselnd war eine Beobachtung in der Höhle auf der Punta Ferkanjo auf der Insel Arbe. Ich entdeckte (am 8. August 1913) bei einem relativen Lichtgenuß von $\frac{1}{1700}$ (!) *Adiantum capillus Veneris* in einer Höhlenform (*f. subintegrum* n. f.) mit winzigen Fiederchen, die nur eine Fläche von je 2 bis 4 mm² einnahmen. Dafür war der Stiel des Wedels 25 cm lang, lag kraftlos dem Boden auf, während — dem nahezu waagrecht einfallenden Licht entsprechend — die Fiederchen senkrecht auf dem Boden standen. Hier fand sich auch ein Endemismus der Quarneroinselfn, nämlich der hochinteressante Farn *Phyllitis hybrida*, in einer ausgeprägten Höhlenform bei $\frac{1}{331}$ des Tageslichtes. Während die Sonnenformen derb-lederig waren, ein ausgeprägtes Mesophyll mit fünf bis sieben Zellreihen besaßen und gelblich-grüne Farbe zeigten, hatte die Höhlenform ein nur drei Zelllagen umfassendes Mesophyll ohne die Gliederung in ein Palisaden- und Schwammparenchym, wie sie die Sonnenform andeutet.

Die geringsten Ansprüche ans Licht stellen unter den autotrophen Pflanzen die ALGEN. Cynophyceen dürften noch bei $\frac{1}{2500}$ des Tageslichtes vorkommen. Moose vertragen auch bedeutende Lichtabschwächungen. *Leskeella nervosa* kam noch bei $\frac{1}{2000}$ vor. Eine Reihe von Höhlenformen ist bekannt. Die Lebermoose brauchen mehr Licht. Extrem: *Cephalozia bicuspidata* bei $\frac{1}{357}$. FARNE brauchen noch mehr Licht, doch ist *Asplenium trichomanes* bei $\frac{1}{1380}$ gesehen worden. NADELHÖLZER fehlen fast gänzlich. BLÜTENPFLANZEN stellen, von Einzelfällen abgesehen, die höchsten Ansprüche.

Alle, insbesondere die Blütenpflanzen, sparen mit dem Material, wo es nur möglich ist. Dies hängt mit der Frage des Kompensationspunktes zusammen, also mit jenem Zustand, bei dem die bei der Atmung verbrauchten Stoffe den bei der Assimilation erzeugten das Gleichgewicht halten. Hier sind noch viele Untersuchungen nötig. Das Problem ist verwickelt. So wissen wir, daß bei Schattenpflanzen der Kompensationspunkt bei viel geringeren Lichtintensitäten liegt als bei Sonnenpflanzen, daß die Schattenpflanzen ihre Spaltöffnungen bei viel weniger Licht öffnen und selbst bei schwachem Licht mehr assimilieren als Sonnenpflanzen; weiters daß beim Licht im Minimum die Assimilation nicht



5. Die runden Blätter von *Viola biflora*, einer häufig in Höhlen vorkommenden Art, stehen nahezu senkrecht auf dem Höhlenboden, während die Blattstiele diesem aufliegen.

nur durch eine Verstärkung der Lichtintensität, sondern auch durch eine Erhöhung der Kohlensäurekonzentration gesteigert wird u. a. Derzeit wird eine von WALTER ausgearbeitete Feldmethode zur Bestimmung der Kohlensäureassimilation in Höhlen angewendet. Es werden sich daraus überaus wichtige Schlüsse ergeben.

Ein wesentlicher Faktor des Höhlenklimas ist die Feuchtigkeit. Staubtrockene Höhlen sind pflanzenleer. Gerade die oft nahezu dampfgesättigte Luft vieler Höhlen, die außerdem keine nennenswerten Luftbewegungen aufweisen, spielt eine große Rolle. Die überaus zarten Assimilationsorgane von Höhlenpflanzen, wie sie bei starken Lichtabschwächungen zu finden sind, wären in trockener Luft undenkbar. Besonders für Algen, Moose und Farne sind feuchte Höhlen geradezu ein Paradies. Auch über den Feuchtigkeitsgehalt in Höhlen laufen Untersuchungen mit dem WALTERschen Evaporimeter. Das Leben extrem etiolierter Formen (wie z. B. der früher erwähnte Keimling von *Geranium Robertianum* oder die Pflanze von *Adiantum capillus Veneris* oder von *Viola biflora*, die in Dachsteinhöhlen mit ihren Blattstielen kraftlos auf dem Boden liegt und ihre Blätter senkrecht dem Boden aufstellt) ist nur in der nahezu feuchtigkeitgesättigten Luft einer windstillen Höhle denkbar.

Die Luft- und Bodenfeuchtigkeit beeinflusst auch die Stellung der Spaltöffnungen und damit die lebenswichtige Kohlensäureassimilation. Die hohe Luftfeuchtigkeit und die Windstille vieler Höhlen ermöglichen erst die Ausbildung außerordentlich zarter, mit geringem Materialaufwand erbauter Blätter. Sie sind nur in Höhlen möglich und lebensfähig und für die Pflanze von unschätzbarem Vorteil, da sie eine kleinere Atmungsintensität aufweisen und die auf knappste Ration gesetzte Pflanze durch Materialaufwand möglichst wenig belasten.

So sehen wir, daß verschiedene Faktoren das Höhlenklima beeinflussen und bestimmen. Das schwache Licht bedingt eine gewaltige Auslese, Etiolement, Einstellungen auf den einseitigen Lichteinfall und anatomische Besonderheiten.

Hohe Luft- und Bodenfeuchtigkeit erlauben es der Pflanze, mit zartgebauten Organen leben zu können. Der Mangel stärkerer Luftströmungen, die Schneefreiheit und das Fehlen von Regengüssen sind weitere Merkmale, die es uns gestatten, von einem Höhlenklima zu sprechen.

Die Pflanzen der Höhlen sind mehr minder extreme Schattenpflanzen, überbieten aber diese durch weitgehende Anpassungen an das Höhlenklima, durch ausgeprägte anatomische Besonderheiten, durch ihre Euphotometrie, durch die Eigenart der Assimilation, die anders gesteuert wird als im Freien. Sie stehen unter dem wesentlichen Einfluß des Temperaturfaktors, der sich in großer Milde ausdrückt und zum Teil zu einer wesentlichen Verlängerung der Vegetationsperiode führt; ja er ermöglicht es, daß die oberirdische Tätigkeit überhaupt keine Unterbrechung erfährt, wie z. B. *Galeobdolon luteum* und *Geranium Robertianum*, ja auch *Sambucus nigra* zeigen.

Entscheidend für das Vordringen von Pflanzen ist das Licht, das Höhlenklima ist nicht pflanzenfeindlich.

Die üppige Entfaltung der Pflanzen in vielen Höhlen zeigt, daß sie sich darinnen sehr wohlfühlen.

So bietet uns das Studium der Höhlenpflanzen tiefe Einblicke in das verwickelte Wechselspiel zwischen Pflanze und Klima und in die wunderbare Anpassungskraft des Lebens, das überall siegreich vordringt und das nur der restlos erfassen kann, der es schuf!