

DIE GRÜNE PFLANZENWELT DER HÖHLEN

I. TEIL

MATERIALIEN ZUR SYSTEMATIK, MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE DER
GRÜNEN HÖHLENVEGETATION UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG
IHRES LICHTGENUSSES

(FORTSETZUNG)

VON

DR. LUDWIG LÄMMERMAYR

K. K. PROFESSOR AM REALGYMNASIUM IN GRAZ

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 19. JUNI 1913

Im nachfolgenden finden — als Fortsetzung der im 87. Bande der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, 1911 bisher publizierten Forschungsergebnisse — die Ergebnisse der botanischen Durchforschung weiterer 22 Höhlen, welche der Verfasser im Sommer 1912 dank einer Subvention des k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht sowie des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines durchführen konnte, ihre Darstellung.

XXVII.¹ Arzberg-Höhle bei Wildalpe (Steiermark).

Unfern des salzaabwärts gelegenen Steinbruchwirtes bei Wildalpe (609 m) führt ein Steig zu einer in den Wänden des Arzberges (1043 m) in zirka 800 m Seehöhe gelegenen Höhle. Der Buchenmischwald, den man beim Anstiege durchwandert, weist üppigen Niederwuchs mit zahlreichen subalpinen Elementen auf (*Adenostyles glabra*, *Veratrum album*, *Saxifraga rotundifolia*, *Scolopendrium vulgare*). Der Höhleneingang ist gegen Nordosten gewendet, zirka 2 m hoch und 4 m breit. Vor demselben siedeln außer den eben angeführten Arten noch in größerer Menge: *Lumaria rediviva*, *Senecio silvaticus*, *Lactuca muralis*, *Mercurialis perennis*, *Epilobium alpestre*, *Origanum vulgare*, *Potentilla caulescens*, *Cystopteris montana*, *Phegopteris Robertiana*, *Fegatella conica* und mehrere *Mnium*-Arten. Die Beleuchtung des

¹ Fortlaufende Nummer (I. Teil I bis XXVI).

Höhleneinganges ist durch die Kronen des Oberholzes sowie den am anderen Flußufer aufragenden überhöhenden Hansenkogel stark beeinträchtigt und zumeist auf diffuses Licht beschränkt. Die Stärke desselben betrug zur Zeit der Begehung (16. VII. 1912, 3^h nachm.) $\frac{1}{7}$ des Gesamtlichtes. Bis zu 8 m Tiefe passiert man eine im Halbdunkel liegende, mit grobem Schutt bedeckte, völlig vegetationslose Zone. Es folgt ein weiter, hallenartiger Raum, der von zwei nordwestlich in beträchtlicher Höhe über der Höhlensohle liegenden »Fenstern« erhellt wird. Trotz der Lichtstärke von $L = \frac{1}{25}$ überziehen hier nur Kryptogamen die am Boden liegenden groben Gesteinstrümmer. Von Moosen sammelte ich hier: *Neckera complanata* Hübn., *Hypnum Sommerfeltii* Myr., *Fissidens decipiens* De Not, *Mnium stellare* Hedw., sämtlich steril, ferner einen nicht näher bestimmbareren soredialen Flechtenthallus; von Algen fehlte nicht die an solchen Stellen typische Cyanophyceen-Vegetation. Die erwähnte Halle erstreckt sich bei einer Breite von 20 m fast 23 m einwärts. Von ihrem Hintergrunde führt eine Stiege in eine zirka 10 m höher gelegene Etage empor, wo sich die erwähnten zwei Fenster befinden. Auch diese Öffnungen sind bis zu einer Tiefe von mehreren Metern einwärts mit Vertretern der Moose und Algen (der erwähnten Arten) bewachsen. Von hier aus betritt man einen völlig dunklen, vegetationslosen, stark ansteigenden Gang. Durch Tropfwasser aufgeweichter, roter Höhlenlehm erschwert das Fortkommen ungemein. Eine Abzweigung führt zu einem dritten, noch höher gelegenen Fenster von dem aus sich ein prächtiger Blick auf den Salzafluß und Wildalpen erschließt. Hier siedeln, im Rahmen der Öffnung, unterhalb welcher die Felswand steil zur Tiefe abschließt, einige Exemplare von *Moehringia muscosa*, *Asplenium trichomanes*, *Neckera complanata* bei $L = \frac{1}{4}$.

XXVIII. Höhle im Großen Thorstein bei Wildalpe.

Diese (auch in der Spezialkarte eingezeichnete) Höhle erreicht man, wenn man von der nach Groß-Reifling führenden Straße etwa fünf Minuten unterhalb des Steinbruchwirtes abzweigt und einen in Serpentinien durch Buchenwald aufwärts führenden Pfad verfolgt. Man gelangt zunächst zur Almhütte »Schifter«. Von hier ist die — schon im Aufstiege sichtbar gewesene — Höhle in 30 Minuten zu erreichen. Es ist eine gewaltige Nische oder Grotte in den Wänden des Thorstein, zirka 1100 m hoch gelegen. Das Portal öffnet sich nach Norden, ist 15 m hoch und ebenso breit. Die Tiefenerstreckung beträgt 30 m. Vor der Höhle wuchert eine artenreiche Vegetation, von der nur: *Arabis alpina*, *Adenostyles glabra*, *Aconitum Napellus*, *Pimpinella magna*, *Galeobdolon luteum*, *Geranium Robertianum*, *Chaerophyllum Cicutaria*, *Viola biflora*, *Saxifraga rotundifolia*, *Urtica dioica*, *Campanula pusilla*, *Cystopteris fragilis* besonders hervorgehoben seien. Die Portalfelsen sind bedeckt mit *Calloplaca elegans* und *Verrucaria calciseda*. Lichtstärke am Eingange $= \frac{1}{3}$ (rein diffuses Licht, 17. VII. 1912, 9^h vorm). Die Höhle ist bis zum Ende so reichlich mit Pflanzen bewachsen, daß nur an den Rändern ab und zu der fein kalk-sandige Boden, aus dem zerstreute Blöcke hervorragen, sichtbar wird. Bis zu 8 m Tiefe, an der rechten Eingangsseite, findet sich häufig auf von Tropfwasser benetzten Steinen: *Verrucaria hydrela* und *Verrucaria calciseda*, bei $L = \frac{1}{8}$. Der Felswand entlang trifft man rechts bis zu 20 m Tiefe Moose, wie: *Neckera crispa* Hedw., *Hymenostylium curvirostre* Lindb., *Mnium serratum* Brid. sowie *Fegatella conica* ($L = \frac{1}{12}$). Im mittleren Teile der Höhle bedecken zahlreiche Blütenpflanzen fast lückenlos den Boden, unter anderem bis zum Höhlenende vordringend: *Adenostyles glabra* (Blätter fast 2 dm breit), *Viola biflora*, *Geranium Robertianum*, *Galeobdolon luteum*, *Arabis alpina*, *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica*, *Chrysosplenium alternifolium* (sämtliche blühend), ferner *Cystopteris fragilis*, *Asplenium trichomanes*, *Fegatella conica*.

Lichtstärke in 30 m Tiefe $= \frac{1}{34}$. Der Höhlenhintergrund wird von einer unersteiglichen, vielfach durch Wasser glatt geschliffenen und mit Algenstreifen gezeichneten Wand gebildet, die von zahlreichen Rissen nach Art der Karrenfelder durchzogen ist. Aus diesen lugen allenthalben, selbst noch in beträchtlicher Höhe (10 m) Blätter von *Adenostyles glabra* und *Viola biflora*, die Wedel von *Cystopteris fragilis*, *Asplenium trichomanes*, von Moosen: *Amblystegium filicinum* hervor. Ungefähr in der Mitte der Höhle (14 m, $L = \frac{1}{20}$) wächst am Boden reichlich *Mnium rostratum* Schwägr. sowie *Timmia bavarica*. 12 m vom Eingang zweigt links ein niedriger Gang, den man nur gebückt durchschreiten kann, ab. Er führt nach etwa 15 m zu einem zweiten, kleineren Portale (NO), welches bis zu einer Tiefe von 3 m mit *Adenostyles glabra*, *Glechoma hederacea*, *Cystopteris fragilis* bewachsen ist. Wo der erwähnte Gang von der Höhle abzweigt, wächst in größerer Menge am Boden: *Glechoma hederacea*, *Cystopteris fragilis*, *Fegatella conica*, *Hypnum palustre* Hedw. (fruktifizierend), bei $L = \frac{1}{14}$.

Zu den hier vorgefundenen Moosen sei bemerkt, daß *Hypnum palustre* von der Ebene bis in die Alpen geht und meist reichlich fruktifiziert, *Mnium rostratum* ist Kosmopolit, *Neckera crispa* geht bis 1400 m, ist aber in den Alpen selten und nur steril; von *Hymenostylium curvirostre* wurde eine var. γ von Leiner 1858 am Grunde des Bodensees entdeckt.

XXIX. Eishöhle am Beilstein bei Wildalpe.

Vom »Schifter« in westlicher Richtung ansteigend, gelangt man zum »Riedelbauer«, von hier auf jenen Rücken, der den Thorstein mit dem Beilstein verbindet und eine durchschnittliche Höhe von 1300 m hat. Zuletzt wendet man sich oberhalb der »Annerlbauernalm« nördlich und steht ganz unvermutet vor dem, ohne ortskundige Führung kaum zu findenden Einstieg in das Eisloch (zirka 1300 m Höhe). Die Wanderung auf dem Kamme ist ganz eigenartig dadurch, daß die Gegend jenen Karstcharakter trägt, den man etwa zwischen Adelsberg und Zirknitz oder am Wege zur Crna jama vorfindet. Karrenfelder wechseln mit Dolinen und Erdspalten. Tiefer gelegene Mulden zeigen Moorcharakter. Rechts und links vom Höhleneinstieg erheben sich junge Fichten. Von einer verfallenen Holzknechtshütte, die bei Kraus (Die eherne Mark) angegeben ist, war keine Spur mehr zu sehen. Der Einstieg liegt rein südlich. Die Vegetation vor demselben setzt sich zusammen aus: *Fagus silvatica*, *Sambucus nigra*, *Acer Pseudoplatanus*, *Sambucus racemosa*, *Juniperus communis*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium Vitis Idaea*, *Senecio silvaticus*, *Rosa alpina*, *Saxifraga rotundifolia*, *Digitalis ambigua*, *Daphne Mezereum*, *Ajuga reptans*, *Asplenium Ruta muraria*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride*, *Phegopteris Robertyana*, *Cystopteris fragilis*, *Athyrium Filix femina*, *Marchantia polymorpha* (reichlich Antheridien und Archegonien tragend), *Fegatella conica* und Moosen. Temperatur in der Sonne $+ 22^{\circ} \text{C}$ (17. VII. 1912 2^h nachm.). Die Beleuchtung der Einstiegsstelle wird durch Hollunderbüsche und andere Sträucher stark

herabgemindert und betrug $L = \frac{1}{5}$ (entsprechend einer absoluten Intensität von 0.28). Den Einstieg ermöglichen in primitivster Weise zwei nebeneinander gelegte, mit Kerben versehene halbvermorschte Baumstämme. Die flache Sohle des Eisloches liegt etwa 20 m unter der Oberfläche. Am Beginne der »Stiege«, in 1 m Tiefe, herrschte eine (Schatten-)Temperatur von $+ 8^{\circ} \text{C}$, am Ende der Stiege (in 10 m Tiefe), von $+ 1^{\circ} \text{C}$. Von hier senkt sich ein Schuttkegel weitere 10 m zur Sohle der Höhle. Die Seiten des Erdspaltes (zu beiden Seiten der Stiege) sind mit *Chrysosplenium alternifolium*, *Glechoma hederacea* und *Marchantia polymorpha* in den obersten Teilen bewachsen, während weiter abwärts nur Moose auftreten, so: *Hypnum molluscum* Hedw., *Brachythecium rivulare* Br. eur., *Eurynchium crassinervium* Br. eur., *Eurynchium piliferum* Br. eur., *Fegatella conica*, *Marchantia polymorpha* (bis zu 6 m Tiefe). Am Ende der Stiege (10 m

Tiefe) sinkt die Lichtstärke auf $\frac{1}{27}$, entsprechend einer absoluten Intensität von 0·051. Der Schuttkegel, der von hier abwärts zieht, ist zum großen Teil mit Schnee- und Eismassen bedeckt, auf denen vielfach große Erdballen samt den in ihnen wurzelnden Pflanzen aufliegen, die durch einen zweiten, seitlich und höher gelegenen Schlund herabgerissen wurden. Unter anderem wachsen in diesen, blankem Eise aufliegenden Erdballen Moose, wie: *Amblystegium Sprucei* Br. eur. und *Webera cruda* Bruch. Vielfach sind sogar die Wurzeln und unteren Stengelpartien dieser Pflanzen von kompaktem Eise umschlossen, während die Stengelspitzen und obersten Stengelblätter aus demselben unversehrt und frisch grünend hervorragen. Die Beleuchtungsstärke ist hier zufolge der Lichtzufuhr (zeitweise sogar direktes Sonnenlicht) auch durch die erwähnte zweite Öffnung größer als am Ende der Stiege und steigt (in 18 m Tiefe) bis auf $\frac{1}{17}$, entsprechend einer absoluten Intensität von 0·081). Auf Felsen, die dem Eise des Schuttkegels entragen, wachsen: *Amblystegium Sprucei* Br. eur., *Orthothecium rufescens*, *Orthothecium intricatum* Br. eur., *Eurynchium piliferum* Br. eur. Auf hereingebrachtem Holz siedeln: *Webera cruda* Bruch., *Amblystegium Sprucei*, *Orthothecium intricatum*. Links an der Seitenwand ist der Fels mit dichten, mehrere Quadratdezimeter bedeckenden Fellen von *Amblystegium Sprucei* überzogen. Unmittelbar daneben war eine große, über 1 m² messende Eisplatte an die Wand gelehnt. Temperatur + 1° C. Felsen und Seitenwände zeigten den in Höhlen allorts anzutreffenden graugrünen Algenüberzug (Cyanophyceen). Die Sohle der Höhle nimmt ein Eissee ein, den ich in horizontaler Richtung noch zirka 25 m weit verfolgte. Aus demselben erheben sich stellenweise prächtige Eisstalagmiten. Von der Decke hängen Eisstalaktiten herunter. (Abbildung in Kraus: Höhlenkunde). Bis hierher reicht schwaches Tageslicht. Im Hintergrunde zeigten sich bei Fackelschein mehrere, den weiteren Verlauf der Höhle andeutende Gänge, die aber völlig vegetationslos waren.

Das vorgefundene *Eurynchium piliferum* ist im allgemeinen über 1000 m Seehöhe selten anzutreffen. Als höchste Standorte steriler Individuen wurden bisher in Steiermark beobachtet: Kaiserau 1500 m, Turrach 1600 m, Oberwölz 1750 m.

XXX. Hohlénstein-Höhle bei Maria-Zell.

Am Wege zur Bürgeralpe (1267 m) bei Maria-Zell liegt in 913 m Seehöhe der »Hohlenstein«, eine mit zwei Portalen nach Norden sich öffnende Höhle. Die Vegetation vor beiden Eingängen besteht aus: *Picea excelsa*, *Acer Pseudoplatanus*, *Ulmus montana*, *Berberis vulgaris*, *Sambucus nigra*, *Urtica dioica*, *Campanula rotundifolia*, *Aegopodium Podagraria*, *Chaerophyllum Cicutaria*, *Adenostyles glabra*, *Taraxacum officinale*, *Senecio silvaticus*, *Mercurialis perennis*, *Aquilegia vulgaris*, *Aconitum Napellus*, *Galium silvaticum*, *Lactuca muralis*, *Paris quadrifolia*, *Adoxa Moschatellina*, *Saxifraga rotundifolia*, *Asperula odorata*, *Galeobdolon luteum*, *Phyteuma spicatum*, *Geranium Robertianum*, *Asarum europaeum*, *Sorbus Aucuparia*, *Oxalis Acetosella*, *Primula elatior*, *Aspidium filix mas*, *Phegopteris Robertiana*, *Cystopteris fragilis*, *Asplenium trichomanes*, *Fegatella conica* und zahlreichen Moosen, darunter *Homalothecium sericeum* Br. eur. und *Eurynchium praelongum* Br. eur. Das linke, 5 m breite und 6 m hohe Felsenportal liegt um zirka 2 m höher als der rechte Eingang und wird von einer Ulme, Fichten und Berberitzen stark beschattet. ($L = \frac{1}{6}$, 19. VII. 1912, 3^h nachm.). In dasselbe ist eine Art Terrasse eingebaut, der Boden planiert und mit Bänken versehen. An den Felsen unterhalb dieser Öffnung wachsen: *Lactuca muralis*, *Urtica dioica* und *Urtica urens*, *Sambucus nigra*, *Cystopteris fragilis* und *Asplenium trichomanes*. Der Zugang zur Höhle wird durch das rechte, 4 m breite und ebenso hohe Portal vermittelt. Unmittelbar in demselben wachsen: *Mercurialis perennis* (fruchtend), *Aegopodium Podagraria*, *Chaerophyllum Cicutaria*, *Senecio silvaticus*, *Aquilegia vulgaris*, *Urtica urens*, *Phegopteris Robertiana*, *Cystopteris fragilis*,

bei $L = \frac{1}{8}$. Bis 2 m einwärts gehen: *Senecio silvaticus*, *Mercurialis perennis*, *Chaerophyllum Cicutaria*, *Asplenium trichomanes*, *Eurynchium praelongum* und *Neckera complanata* ($L = \frac{1}{18}$). Bis 5 m dringen ein: *Asplenium trichomanes* und *Cystopteris fragilis* (Felsen, links, $L = \frac{1}{30}$). Bis zum Hintergrunde der Höhle sind es vom rechten Portale 13, vom linken 8 m. Die Breite der Höhle beträgt 36 m (von der linken Seitenwand bis zu einer Stiege (rechts), die in eine höhere, dunkle Etage emporführt. Innerhalb der linken Portalöffnung wachsen bis zu 2 m Tiefe: *Geranium Robertianum* (blühend), *Berberis vulgaris*, *Sorbus Aucuparia* (in 3 m Höhe am Felsen), *Asplenium trichomanes*, *Homalothecium sericeum* Br. eur. *Gymnostomum calcareum* N. u. H., *Haplozia atrovirens* ($L = \frac{1}{12}$). In 5 m Tiefe trifft man am Boden: *Geranium Robertianum*, *Urtica urens*, eine Keimpflanze von *Lactuca muralis*, *Fegatella conica*, *Eurynchium praelongum* ($L = \frac{1}{20}$), an der Hinterwand (8 m Tiefe): *Plagiochila interrupta* und *Gymnostomum calcareum*, *Fegatella conica* sowie verkümmerte Exemplare von *Asplenium trichomanes* ($L = \frac{1}{120}$). Der Boden des übrigen Höhleninnern ist völlig vegetationslos, obwohl humusreich und mäßig erhellt. Der Grund dürfte im häufigen Besuche dieser Höhle liegen, von dem der überall zertretene, teilweise festgestampfte Boden zeugt.

XXXI. Geldloch im Ötscher.

Am Fuße des nach Süd-Südost in fast senkrechten Wänden abfallenden Ötscherkammes hat sich eine Schutthalde von etwa 10° Neigung gebildet und da, wo Felswand und Halde ihre Grenzlinie ziehen, liegt in 140 m Seehöhe die Seelucken oder das »Geldloch«.¹ Man erreicht die Höhle am leichtesten vom »Spielbichler« (925 m) aus, durch schönen Buchenwald ansteigend, der mit zunehmender Erhebung niedrige, an das Krummholz gemahnende Wuchsformen annimmt. Das Portal ist gegen Süden gerichtet und von gewaltigen Dimensionen. Die Außenvegetation weist charakteristische Elemente der alpinen und subalpinen Felsen- und Geröllflora auf, darunter: *Ranunculus narcissiflorus*, *Polygonum viriparum*, *Achillea atrata*, *Achillea Clavenae*, *Primula Auricula*, *Viola biflora*, *Menum athamanticum*, *Adenostyles glabra*, *Saxifraga rotundifolia*, *Veratrum album*, *Linum alpinum*, *Centaurea montana*, *Globularia cordifolia*, *Ranunculus montanus*, *Arabis alpina*, aber auch Bewohner tieferer Lagen, wie: *Phyteuma orbiculare*, *Galeobdolon luteum*, *Urtica dioica*, ferner *Cystopteris alpina*, *Asplenium viride*, *Calloplaca elegans*, *Homalothecium sericeum*, *Eucalypta vulgaris* Hoffm. (fertil), *Orthotrichum cupulatum* Hoffm., *Grimmia conferta* Funcke, *Pseudoleskea catenulata* Br. eur. Die Temperatur betrug — außen — im Schatten + 11° C (bewölkter Tag, 20. VII. 1912, 4^h nachm.). An einer anderen, durch Felsblöcke vor dem aus dem Höhlentor heraufstreichenden, kalten Winde mehr geschützten Stelle wurden + 14° C. abgelesen.

Unmittelbar im Eingange sinkt die Temperatur auf + 9° C. Die Lichtstärke betrug hier $L = \frac{1}{2}$ (entsprechend einer absoluten Intensität von 0.51). Ein Schuttkegel von 35° Neigung, in den oberen Teilen mit Schnee bedeckt, zieht zur Tiefe, wo sich, 20 m unter dem Niveau der Mündung, ein Raum von 36 m Länge und 24 m Breite befindet (6 m hoch), der mit ganz oder teilweise überfrorenem Wasser bedeckt ist. Der Pflanzenwuchs beschränkt sich zumeist auf die dem Schuttkegel auflagernden, gewaltigen Felsblöcke — und entgeht daher, trotz des zahlreichen Besuches der Höhle — der Vernichtung. Bis zu 7 m einwärts wachsen (Felsen, rechts): *Endocarpon miniatum* var. *compactum*, *Eurynchium crassinervium* Br. eur.,

¹ Fugger, Eishöhlen und Windröhren, 24. Jahresbericht der k. k. Oberrealschule in Salzburg, 1891.

Tortula aciphylla Limpr., *Pseudoleskea atrovirens* Br. eur. (Temperatur + 5° C, $L = \frac{1}{3}$ (absolute Intensität = 0·34). 4 m einwärts (links) wächst noch *Cystopteris alpina*. Auch auf einer natürlichen Felsenbrücke, unterhalb der Portalwölbung, siedelt in dieser Tiefe der Farn in großer Menge. In 15 m Tiefe wachsen: *Timmia bavarica* Host., *Orthothecium rufescens* Br. eur., *Eurynchium praelongum* Br. eur., *Plagiothecium Müllerianum* Br. eur. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{25}$ (absolute Intensität = 0·04). In 30 m Tiefe fand ich: *Plagiothecium Müllerianum*, *Timmia bavarica*, *Amblystegium Sprucei* Br. eur. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{180}$, absolute Intensität = 0·0056). In 37 m Tiefe, auf Felsen, links: *Timmia bavarica*, *Eurynchium praelongum*. In 45 m Tiefe: *Eurynchium praelongum*. In 52 m Tiefe ebendasselbe Moos. In 60 m Tiefe: *Mnium stellare* Hedw. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{350}$, absolute Intensität = 0·0029). In 75 m Tiefe: *Plagiothecium Müllerianum*. In 90 m Tiefe: *Eurynchium praelongum*. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{560}$, absolute Intensität = 0·0018). In 98 m Tiefe, richtiger gesagt, Längenerstreckung vom Eingange, endet der Schuttkegel und beginnt der mit blankem Eise bedeckte Höhlenboden, beziehungsweise Eissee. Im Hintergrunde erklimmt man über eine Eiswand eine höhere Etage. Das Licht reicht wenig über das Ende des Schuttkegels. In der unmittelbaren Nähe des Eises sinkt die Temperatur auf + 1° C.

Charakteristisch für die Innenvegetation ist das gänzliche Fehlen der Blütenpflanzen. M. Heeg sammelte »am Eingange zu den Eishöhlen des Ötschers« auch *Reboulia hemisphaerica* (Heeg, Die Lebermoose Niederösterreichs, Berichte der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, 1893).

Nach Dr. A. Schmiedl war am 8. IX. 1855, 2^h nachm. die Temperatur im Eingange + 9° C, im Eisdome 2·1° C. Zu den vorgefundenen Moosen ist zu bemerken: *Orthotrichum cupulatum* ist in der Alpenregion spärlich und kümmerlich entwickelt (Steiermark bis 1200, Tatra bis 1900 m). *Eurynchium crassinervum* ist ein nicht sehr häufiger Bewohner der schattigen, feuchten, unteren Bergregion (Steiermark 200 bis 900 m). Von *Pseudoleskea atrovirens* wurde eine var. β von Schwäggrichen auf Steinen zwischen Eis an der Salmshöhe am Glockner entdeckt. *Amblystegium Sprucei* wurde von Weber in sterilen Exemplaren in der Baumannshöhle im Harz gesammelt sowie im Allgäu beim Gletscher der Mädelegabel in 2250 m Höhe gefunden. *Eurynchium praelongum* überschreitet selten 530 m (Tauern bis 1800 m gefunden). *Mnium stellare* ist über 1400 m selten und meist steril.

XXXII. Herdengelhöhle bei Lunz (Niederösterreich).

Auf der Straße von Lunz gegen Kasten wendet man sich beim Bauernhause »Postlehen« rechts aufwärts und kommt nach einer Stunde zum »Herdengelbauer«, in dessen Nähe in zirka 750 m Seehöhe die Höhle liegt. Das Portal ist nach Norden gewendet, 9 m breit, 1·7 m hoch. Außenvegetation: *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, *Senecio silvaticus*, *Geranium robertianum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Urtica dioica*, *Oxalis acetosella*, *Glechoma hederacea*, *Chaerophyllum cicutaria*, *Adenostyles glabra*, *Paris quadrifolia*, *Ranunculus montanus*, *Sanicula europaea*, *Anemone trifolia*, *Rubus idaeus*, *Campanula rotundifolia*, *Aspidium filix mas*, *Mnium undulatum* Hedw., *Brachythecium rivulare* Br. eur., *Thamnum alopecurum* Br. eur., *Neckera complanata* Hübn., *Mnium stellare* Hedw., *Plagiochila interrupta* Dum., *Fegatella conica*. An der Felswand des Portales siedeln: *Moehringia muscosa*, *Campanula rotundifolia*, *Adenostyles glabra*, *Rubus idaeus*, *Asplenium trichomanes*, *Gymnostomum calcareum* N. u. H. ($L = \frac{1}{8}$, 21. XII. 1912, 4^h nachm. stark bewölkt). Unmittelbar

im Eingang wuchsen: *Senecio silvaticus*, *Saxifraga rotundifolia* (blühend), auf einem Felsblocke, 2 m einwärts: *Adenostyles glabra*, *Glechoma hederacea*, *Geranium Robertianum*, *Urtica dioica*, *Cystopteris fragilis*, *Gymnostomum calcareum* N. u. H., *Neckera complanata* Hüb., *Thamnum alopecurum* Br. eur. $\left(L = \frac{1}{14}\right)$. In 4 m Tiefe, rechts, an der Felswand: *Brachythecium rivulare* Br. eur. $\left(L = \frac{1}{16}\right)$, in 5 m Tiefe am Boden: *Glechoma hederacea*, *Senecio silvaticus*, *Cystopteris fragilis* (auf Steinen), nebst *Asplenium trichomanes*, *Brachythecium rivulare*, *Eurynchium praelongum*, *Mnium stellare*, *Fegatella conica*, *Plagiochila interrupta* Dum. $\left(L = \frac{1}{18}\right)$, 8 m einwärts traf ich (Felsen, links): *Mnium stellare*, *Plagiochila interrupta*, *Fegatella conica* $\left(L = \frac{1}{50}\right)$ sowie eine Keimpflanze von *Fagus silvatica* mit zwei ziemlich kümmerlich entwickelten Keimblättern. (Nach Wiesner gedeiht *Fagus silvatica* als Unterholz noch bei $\frac{1}{58}$). In 9 m Tiefe wächst auf Steinen noch *Thamnum alopecurum* Br. eur. bei $L = \frac{1}{80}$. Der Boden ist erdig, teilweise von Steinen bedeckt. Stellenweise ist Tropfwasser häufig. Dort siedelt unter anderem das erwähnte *Brachythecium rivulare*. In 9 m Tiefe senkt sich die Höhlendecke auf fast 1 m herab, erhöht sich aber bald wieder. Von 9 m an ist die Höhle, von Cyanophyceen-Krusten abgesehen, vegetationsleer; erstreckt sich aber noch zirka 45 m in nordöstlicher Richtung, in welcher Tiefe sich ein hochgelegenes Fenster befindet. Hier tritt auf Steinen noch immer Algenanflug auf. Links führt ein enger, ganz finsterer Gang weiter ins Berginnere. Die Höhle wird ziemlich häufig begangen.

XXXIII. Nixgrotte bei Losenstein (Oberösterreich).

Am Abhange des Reidlerkogels (westlich von Losenstein) liegt in zirka 800 m Höhe eine geräumige Höhle mit einem nach Süden gerichteten, 10 m breiten, 5 m hohen Portale. Tiefenerstreckung zirka 43 m. Unmittelbare Außenvegetation: *Fraxinus excelsior*, *Lappa minor*, *Urtica dioica*, *Capsella bursa Pastoris*, *Atriplex patulum*, *Buphthalmum salicifolium*, *Clematis Vitalba*, *Agrimonia Eupatoria*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Petasites albus*, *Rumex Acetosella*, *Stellaria media*, *Potentilla caulescens*. Etwas unterhalb der Höhle trifft man im Buchenwalde noch häufig *Daphne Laureola*. Die Lichtstärke am Portale betrug $L = \frac{1}{3 \cdot 2}$. Bis zu 6 m einwärts trifft man am Boden hauptsächlich *Urtica dioica*, *Stellaria media*, *Petasites albus*; auf einem Felsblock, nahe der linken Seitenwand (in 5 m Tiefe) wächst: *Lactuca muralis* (blühend), eine *Collema*-Spezies, von Tropfwasser benetzt, *Plagiothecium pulchellum* Br. eur. $\left(L = \frac{1}{8 \cdot 1}\right)$. Dasselbe Moos wächst auch an der linken Seitenwand in 4 m Tiefe ziemlich reichlich, dortselbst auch *Galium aparine*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*. Die *Collema*-Spezies ist auch in 2 m Höhe an den Felsen links zu sehen. Rechts am Felsen, in 4 m Tiefe, wachsen: *Actaea spicata*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*, *Gymnostomum calcareum* N. u. H., *Tortula muralis* Hedw. (mit Kapseln, $L = \frac{1}{6}$). Bis zu 15 m Tiefe geht am Boden *Lactuca muralis* (bis 11 m blühend), *Fegatella conica*, an den Felsen rechts: *Asplenium trichomanes*, *Gymnostomum calcareum* N. u. H. $\left(L = \frac{1}{50}\right)$. Von da an trifft man an den Wänden ab und zu sorediale Flechtenanflüge und Cyanophyceen in Tiefen von 18 m, 21 m $\left(L = \frac{1}{80}\right)$, 43 m. Der Boden ist steinig und steigt schwach an. Die

Temperatur wurde am Höhleneingange mit $+ 18^{\circ} \text{C}$, in 22 *m* und 43 *m* Tiefe mit je $+ 12^{\circ} \text{C}$ gemessen. Die Höhle verengt sich sodann zu einem ostwärts ziehenden, dunklen Gange. *Tortula muralis* ist Kosmopolit. Angerer gibt für den Lichtgenuß dieses Moores an: $L = 1 - \frac{1}{3}$ (März bis Mai).

XXXIV. Dachstein-Riesen-Eishöhle bei Obertraun.

Die im Juli 1910 durch G. Lahner, J. Pollak und J. Kling gemachte Entdeckung dieser größten Eishöhle Europas hat in den weitesten Kreisen berechtigtes Aufsehen hervorgerufen. Obwohl in dem vom Vereine für Höhlenkunde in Österreich herausgegebenen Werke: »Die Höhlen im Dachstein, Graz, 1913, die Flora dieser Höhle durch Herrn Landesgerichtsrat G. Gaunersdorfer in Linz bereits eine vorläufige Bearbeitung gefunden hat, ergab meine Begehung der Höhle am 4. VIII. 1912 eine nicht unwesentliche Ergänzung, beziehungsweise Berichtigung der veröffentlichten Beobachtungen. Man erreicht die Höhle von Obertraun aus über die Schönbergalpe, woselbst seit dem Sommer 1912 ein einfaches Unterkunftshaus, das auch Forschern einen Stützpunkt zu wissenschaftlichen Arbeiten abgeben soll, sich im Baue befindet. Oberhalb dieser Alpe liegt, in zirka 1560 *m* Höhe der Eingang zur Höhle, der nach Nordwesten gerichtet ist. Die Flora vor derselben ist ungemein üppig und artenreich. Gaunersdorfer zählt auf: *Urtica dioica*, *Arabis alpina*, *Valeriana saxatilis*, *Rhododendron hirsutum*, *Adenostyles glabra*, *Myrrhis odorata*, *Viola biflora*, *Campanula rotundifolia*, *Saxifraga rotundifolia*, *Achillea moschata*, *Carduus defloratus*, *Campanula pusilla*, *Dianthus glacialis*, *Silene Pumilio*, *Plagiochila interrupta*, *Satureja alpina*, *Gentiana asclepiadea*, *Gentiana ciliata*, *Lysimachia Nummularia*, *Adoxa Moschatellina*, *Potentilla repens*, *Alchemilla fissa*, *Mercurialis perennis*, *Stachys recta*, *Daphne Mezereum*, *Sambucus racemosus*, *Erica carnea*, *Polygonatum officinale*, an Flechten (nahe dem Hauptportale): *Aspicilia tenebrosa*, *Biatoria aurantiaca*, *Polyblastia intercedens* („*Calcarea*“), *Lecanora nuorum*. Hierzu möchte ich bemerken, daß die Angabe bezüglich des Vorkommens von *Achillea moschata* auf einer Verwechslung mit der sehr ähnlichen *Achillea atrata*, jene von *Silene Pumilio* mit *Silene acaulis* beruhen dürfte. Auch *Myrrhis odorata* und *Dianthus glacialis* habe ich nicht gefunden und kommen alle diese Arten nach Fritsch, Exkursionsflora für Österreich, 1897, in Oberösterreich überhaupt nicht vor. Außer den übrigen aufgezählten Arten beobachtete ich noch: *Saxifraga stellaris*, *Polygonum viriparum*, *Rumex alpinus*, *Epilobium montanum*, *Primula Auricula*, *Myosotis alpina*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Galeobdolon luteum*, *Geranium Robertianum*, *Parnassia palustris*, *Rhododendron Chamaecystus*, *Aquilegia vulgaris*, *Heliosperma quadrifidum*, *Pinus Pumilio*, *Ranunculus montanus*, *Salix glabra*, *Stellaria nemorum*, *Phytanma hemisphaericum*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride*, *Cystopteris fragilis*, *Aspidium Lonchitis*, *Calloplaca elegans*. Das Portal ist 8 *m* breit, 4 bis 5 *m* hoch. Die Temperatur betrug $+ 8^{\circ} \text{C}$ (14. VIII. 1912, 8^h vorm.). Gaunersdorfer fand am 8. X. 1911, 9^h vorm. dieselbe Temperatur. Die Beleuchtungsstärke betrug $\frac{1}{4 \cdot 3}$ der Gesamtintensität. In den Nachmittagsstunden, wo der Eingang auch direktes Sonnenlicht erhält, dürfte sich dieser Wert erheblich vergrößern. Die Flora, welche sich vom Eingange bis zu dem in 9 *m* Tiefe eingebauten, mit einer eisernen Tür versehenen Steinmauerabschlusse vorfindet, ist bei Gaunersdorfer nicht näher erwähnt. Ich fand eine auffällige Verschiedenheit der Vegetation längs der rechten und linken Seitenwand, welche mit Temperaturunterschieden zusammenhängt. Längs der rechten Seitenwand streicht nämlich ein aus der Höhle kommender, eisiger Wind, der die Lufttemperatur daselbst auf $+ 2^{\circ} \text{C}$ abkühlt, wogegen die linke Seite eine Temperatur von $+ 5^{\circ} \text{C}$ aufweist. Links wachsen bis zu 5·5 *m* einwärts: *Arabis alpina*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Ranunculus montanus*, *Viola biflora*, *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica*, *Stellaria nemorum*, *Cystopteris fragilis*, *Fegatella conica*, *Timmia bavarica* Host., *Orthothecium intricatum* Br. eur., bei $L = \frac{1}{10}$, die ersten vier genannten blühend; rechts bedecken Boden und Felswand nur Moose, und zwar: *Eurynchium Vaucheri*

Schimpr., *Timmia bavarica*, *Orthothecium intricalum*, *Orthothecium rufescens* sowie Algen (Cyanophyceen), $L = \frac{1}{15}$ (7 m Tiefe). Hart vor dem Höhleneingange macht *Myosotis alpina* halt. *Rhododendron hirsutum* wächst noch an der rechten Seite des Portales, aber durch einen Felsblock vor der unmittelbaren Einwirkung des kalten Höhlenwindes geschützt. Hinter dem Steinmauerabschlusse sind die Felstrümmer bei einer äußerst schwachen Beleuchtung, nur mit einem Algenanfluge bedeckt. Mag. pharm. E. Ritzberger in Linz bestimmte diese Anflüge als von: *Glococapsa violacea*, *Glococapsa ambigua*, *Glococapsa alpina* var. *saxicola* herrührend.

Wenige Schritte westlich des Hauptportales der Eishöhle zieht das sogenannte Eisloch (oder der Eiskeller), eine kurze Sackhöhle mit Eisboden, zur Tiefe. Der Eingang liegt gleichfalls nordwestlich, ist zirka 15 m breit und 8 m hoch, $L = \frac{1}{5}$. Außenvegetation wie vor dem Hauptportale. Die Innenflora des mäßig steil zur Tiefe ziehenden Eisloches, dessen sandiger Boden durch Tropfwasser dauernd feucht gehalten wird, besteht bis zu 7 m Tiefe aus: *Arabis alpina*, *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea*, *Cystopteris fragilis*, bei $L = \frac{1}{25}$. Weiter hinab zieht — nach Gaunersdorfer — ein Teppich von Moosen, die er sämtlich ohne Sporogone antraf: *Bryum torquescens*, *Bryum turbinatum*, *Bryum atropurpureum*, *Hypnum incurvatum*, *Mnium punctatum*. Ich sammelte bis zu 14 m Tiefe: *Eurynchium praelongum* Br. eur., *Eucalypta contorta* Lindb., *Mnium serratum* Brid., *Eurynchium crassinervium* Br. eur., *Hypnum molluscum*, bei $L = \frac{1}{70}$. (Nach Gaunersdorfer betrug die Lichtintensität, 10 m vom Eingange entfernt, zwischen $\frac{1}{2}10$ und $\frac{3}{4}10^h$ vorm. $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ und nahm tiefer rapid ab.) Die von Gaunersdorfer für das Eisloch angegebene *Cystopteris montana* konnte ich nicht beobachten; es dürfte (nach der Abbildung zu schließen) eine Verwechslung mit *Cystopteris fragilis* oder *Cystopteris regia* vorliegen. Außerdem leben im Eisloch noch Cyanophyceen, aber, wie auch Gaunersdorfer bemerkt, keine Flechten. Die Temperatur am Eingange maß ich mit $+ 8^\circ \text{C}$ in 14 m Tiefe, am Rande des kleinen Eissees, mit $+ 2.5^\circ \text{C}$. Die niedrige Temperatur des Eisloches, in welches die Nachmittagssonne direkt hineinscheinen kann, erklärt sich nach Herrn Ing. H. Bock aus seiner Eigenart als »ein Luftsack, der vom Eingang weg nach abwärts hängt«; sie liegt unter dem Jahresmittel, welches der dortigen Gegend und Höhenlage mit $+ 6^\circ \text{C}$ entspricht.

XXXV. Backofen-Höhle unfern voriger.

Ebenfalls in nahezu gleicher Höhe mit voriger, jedoch 200 m rechts von ihr gelegen, liegt eine zweite, kleinere Höhle, der Backofen genannt. Das Portal liegt nach Norden, ist 12 m breit und 2.5 m hoch. Außenvegetation: *Pinus Pumilio*, *Salix glabra*, *Adenostyles glabra*, *Viola biflora*, *Ranunculus montanus*, *Heliosperma quadrifidum*, *Rhododendron hirsutum*, *Bellidiastrum Michellii*, *Dentaria enneaphyllos*, *Arabis alpina*, *Saxifraga rotundifolia*, *Saxifraga stellaris*, *Cystopteris fragilis*, *Fegatella conica*.

Die Lichtintensität am Eingange betrug $L = \frac{1}{4.6}$ (4. VIII. 1912, 2^h nachm.), die Temperatur $+ 11^\circ \text{C}$. Bis zu 13 m Tiefe breitet sich ein förmlicher kleiner Wald von *Cystopteris fragilis* aus, dessen Wedel aufs schönste euphotometrisch auf Vorderlicht eingestellt sind (die Spreiten stehen vom schrägen Stiel fast unter 90° in eine Vertikalebene eingestellt, wie gekämmt, da). Am Boden ist viel *Fegatella conica* eingemischt. Bis 1.5 m wächst *Rhododendron hirsutum*, *Saxifraga rotundifolia* und *Saxifraga stellaris*, letztere beide blühend, bei $L = \frac{1}{5.8}$. Bis 2 m geht *Dentaria enneaphyllos*, blühend, $L = \frac{1}{6.5}$, bis 10 m

Arabis alpina und *Viola biflora*, beide blühend, $L = \frac{1}{16}$, Temperatur $+ 7.5^{\circ}$ C. Von Moosen wurden bis zu 3 m Tiefe gesammelt: *Hypnum molluscum* Hedw. und *Mnium stellare* Hedw., $L = \frac{1}{9}$, bis 6 m: *Distichum capillaceum* Br. eur. und *Mnium stellare* Hedw., $L = \frac{1}{11}$, bis 12 m: *Hymenostylium curvirostre* Lindb., $L = \frac{1}{40}$. Von hier ab trifft man, bis 38 m Tiefe, nur mehr Cyanophyceen auf Steinen. Der Boden ist grobsteinig und steigt mäßig an. Temperatur in 38 m Tiefe $= 5.5^{\circ}$ C. Nach H. Bock verhält sich diese Höhle, in welche nie ein Sonnenstrahl eindringt, wie ein nach aufwärts führender warmer Luftsack und hat eine wesentlich höhere über dem Jahresmittel liegende Temperatur als die übrigen Höhlen des Gebietes (Temperatur $+ 9^{\circ}$ C, Feuchtigkeitsgrad 45%, kein merklicher Luftzug). Sie wurde mit Bezug darauf von den Entdeckern auch »Backofen« genannt. Unter allen von mir bisher begangenen Höhlen weist diese einen hohen Grad von Ursprünglichkeit auf. Es kommt dies auch in der Flora in sehr vollkommener Weise zum Ausdruck. Fehlen doch sowohl vor als in der Höhle die sonst so charakteristischen Ruderalpflanzen völlig.

XXXVI. Koppenbrüller Höhle bei Obertraun.

Diese Höhle liegt traunaufwärts, zirka $\frac{3}{4}$ Stunden von Obertraun entfernt, in geringer Höhe über dem Flußbette, in zirka 530 m Seehöhe. Der Eingang ist nach Südwesten gerichtet, 22 m breit, 7 m hoch. Reichlich seine Hälfte wird (rechts) von einem Bachbett eingenommen in dem nach Regengüssen oft urplötzlich gewaltige Wassermassen der Höhle entströmen. Am 5. VIII. 1912 war das Bachbett am Höhleneingange vollkommen trocken; erst weiter abwärts, außerhalb der Höhle, traten ab und zu seichte Tümpel in demselben zutage. Die Außenvegetation setzte sich, auf der Zugangsseite (links, vor der im Portal eingebauten Hütte) zusammen aus: *Fagus silvatica*, *Picea excelsa*, *Acer Pseudoplatanus*, *Corylus Avellana*, *Aruncus silvester*, *Oxalis Acetosella*, *Impatiens noli tangere*, *Campanula rotundifolia*, *Geranium Robertianum*, *Arabis arenosa*, *Aspidium Filix mas*, *Asplenium trichomanes*. Die Beleuchtungsstärke am Portal betrug $L = \frac{1}{6}$ (4^h nachm., trüber Tag). Rechts hängen von den Portalfelsen die Wedel von *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*, die Blätter von *Valeriana saxatilis* herab. Oberhalb des Portales sind *Corylus Avellana*, eine Weidenart, Gräser und Krustenflechten angesiedelt. Innerhalb der Eingangsvölbung ist die Vegetation auf der linken (= Weg) Seite eine sehr spärliche, im Bachbette dagegen, allerdings auf Moose beschränkt, ungleich reicher. In 4 m Tiefe, vor der erwähnten Hütte wurden mehrere Keimpflanzen einer *Dicotyledonen*-Spezies (*Carpinus Betulus*?) angetroffen, bei $L = \frac{1}{20}$. 2 m einwärts, in den Fugen des aufgemauerten Weges, wachsen bachseitig: *Oxalis Acetosella* und *Geranium Robertianum*, bei $L = \frac{1}{7}$. Nahe der Hütte, in derselben Tiefe findet sich *Glechoma hederacea* und *Impatiens noli tangere*. Hinter der Hütte zieht in 22 m Tiefe links von oben ein gewaltiger Schuttkegel herab, durch den sich der Weg bahnt. Abgesehen von Algenüberzügen ist er vegetationsfrei. Die Lichtstärke ist hier nur mehr $\frac{1}{80}$. Der bis 40 m fast eben verlaufende Boden beginnt dann rasch zu fallen und über ein Gewirr von Blöcken steigt man, von 60 m an in schon völliger Finsternis, in die eigentlichen Räume der Höhle, aus der das dumpfe Brausen des Wassers heraufdringt, hinab. An der rechten Seitenwand des Einganges siedeln, wahrscheinlich über dem Höchstwasserstande: *Thamnum alopecurum* Br. eur. und *Mnium orthorhynchium* Br. eur. Dieselben sind aber auch auf Steinen im Bachbette selbst eingangs anzutreffen, außerdem *Brachy-*

thecium rivulare Br. eur. und *Didymodon spadicens* Mitt., bei $L = \frac{1}{5}$. In 7 m Tiefe sammelte ich im Bachbette *Cinclidotus fontinaloides* P. B., bei $L = \frac{1}{12}$, 11 m einwärts, dicke Polster bildend, *Gymnostomum calcareum* N. u. H., nebst *Pseudoleskea atrovirens* Br. eur. und einem in Soredien aufgelösten Flechten-thallus, bei $L = \frac{1}{18}$. In 15 m Tiefe fanden sich: *Anomodon viticulosus* H. u. T., *Gymnostomum rupestre* Schleich, bei $L = \frac{1}{30}$, in 19 m Tiefe: *Plagiochila interrupta*, *Tortella tortuosa* Limr., *Fissidens decipiens* De Not (fast ganz abgestorben), *Psora lucida*, letztere beide an der rechten Seitenwand, bei $L = \frac{1}{45}$. Von da ab trifft man nur mehr spärlichen Algenanflug. Die Temperatur am Höhleneingange betrug + 15° C, in 19 m Tiefe + 13° C. Die linke Seitenwand ist, besonders in der Nähe des Schuttkegels, reich an Sickerwasser. Nach längerem Suchen konnte ich auch an den Felsen des Bachbettes einige Blütenpflanzen, und zwar sterile Gräser, sowie ein Exemplar von *Campanula rotundifolia* (5 m einwärts) auffinden.

XXXVII. Der Rabenkeller bei Obertraun.

In den Felsen oberhalb der Hirschau-Alpe öffnet sich eine, von vorgeschobenen Felskulissen gebildete Kluft, die als Rabenkeller oder Rabenloch bezeichnet wird und, steil aufwärtsziehend, nach zirka 38 m, in eine kleine Höhle übergeht. Der Eingang zur Kluft ist nach Norden gewendet und in zirka 1100 m Höhe gelegen. Die vom Ende der Kluft zu Tal ziehende Schutthalde ist bewachsen mit: *Acer pseudoplatanus*, *Rhododendron hirsutum*, *Rhododendron chamaecystus*, *Adenostyles glabra*, *Rumex scutatus*, *Campanula pusilla*, *Erica carnea*, *Urtica dioica*, *Bellidiastrum Michellii*, *Viola biflora*, *Valeriana saxatilis*, *Aquilegia vulgaris*, *Galeobdolon luteum*, *Satureja alpina*, *Aspidium rigidum*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride*, *Cystopteris fragilis*. Die Breite der Kluft beträgt am Eingange zirka 15 m, während die Seitenwände sich bis zu 20 m Höhe erheben. Lichtstärke im Eingange $L = \frac{1}{3 \cdot 5}$ (6. VIII. 1912, 8^h vorm.). Hier dominieren: *Adenostyles glabra*, *Aquilegia vulgaris*, *Galeobdolon luteum*. Bis 15 m einwärts trifft man viel *Bellidiastrum Michellii* (blühend), *Rhododendron hirsutum* und *Rhododendron chamaecystus* ($L = \frac{1}{8}$). Bei 22 m Tiefe muß man eine intensive Traufe passieren, die von einem über die Felsen am Ende der Kluft im Bogen herabstürzenden kleinen Wasserfall gebildet wird. Hier wächst zahlreich *Pellia neesiana* Limpr., *Hypnum commutatum* Hedw., *Hypnum falcatum* Brid., auch *Glechoma hederacea*, bei $L = \frac{1}{11}$, außerhalb der Traufe am Felsen links *Asplenium viride*. Nach Passieren der Traufe trifft man, in 30 m Tiefe, wieder *Rhododendron hirsutum*, *Valeriana saxatilis*, *Campanula pusilla*, *Aquilegia vulgaris*, *Galeobdolon luteum* (junge Exemplare bisweilen mit ganz weißen Blättern), *Geranium robertianum*, *Adoxa moschatellina*, *Adenostyles glabra*, *Urtica dioica*, *Viola biflora*, *Asplenium trichomanes*, *Cystopteris fragilis*, *Eurynchium praelongum* Br. eur., *Pseudoleskea catenulata* Br. eur., *Tortula ruralis* Ehr. ($L = \frac{1}{12 \cdot 5}$). In 38 m Tiefe schließt sich die Kluft, deren Vegetation bis dahin auch im Genusse des Oberlichtes stand, und beginnt die eigentliche Höhle, deren Eingang 8 m breit und 3·5 m hoch ist. Lichtstärke hier $= \frac{1}{14}$. In der Mitte des Einganges liegt ein großer Block. Oberhalb desselben kleben in der Portalwölbung Nester des *Tichodroma muraria*, haften Algenüberzüge und sorediale, stark reduzierte Flechtenanflüge. Bis 1·5 m einwärts wächst

Geranium Robertianum (blühend), *Urtica dioica*, *Aquilegia vulgaris*, *Adoxa Moschatellina* (blühend) auf einem vom Hintergrunde herabziehenden Kegel von Terra rossa ($L = \frac{1}{20}$). Bis 6 m Tiefe gehen noch *Urtica dioica* und *Geranium Robertianum* (blühend), $L = \frac{1}{55}$, bis 9 m Algen. Temperatur in 1.5 m Tiefe 11° C, in 6 m Tiefe + 7° C.

XXXVIII. Höhle unterhalb der Aualpe bei Obertraun.

Diese Höhle liegt am Abfall des Schafeck-Kogels gegen Winkl in einer Höhe von zirka 750 m. Der Eingang ist 15 m breit, 2.5 m hoch und nach Norden gerichtet. Tiefenerstreckung 18 m. Außenvegetation: *Rhododendron hirsutum*, *Arabis alpina*, *Adenostyles glabra*, *Valeriana saxatilis*, *Pinguicula alpina*, *Epilobium montanum*, *Viola biflora*, *Campanula rotundifolia*, *Lactuca muralis*, *Geranium Robertianum*, *Urtica dioica*, *Phegopteris Robertiana*, *Asplenium viride*, *Cystopteris fragilis*, *Fegatella conica*. Der linken Wand zieht bis 8 m einwärts eine erhöhte, grasige Terrasse entlang, auf der *Geranium Robertianum*, *Adenostyles glabra*, *Lactuca muralis*, *Campanula rotundifolia*, *Viola biflora*, *Rhododendron hirsutum*, *Phegopteris Robertiana*, *Cystopteris fragilis*, *Asplenium viride*, *Orthothecium rufescens* Br. eur., *Hypnum sulcatum* Schimpr., *Barbula paludosa* Schleich, *Fegatella conica* siedeln. Die Lichtintensität betrug (16. VIII., 3^h nachm.) am Eingange $\frac{1}{5}$, auf der Terrasse in 8 m Tiefe $\frac{1}{18}$, die Temperatur eingangs + 15° C. Die Blattstiele von *Viola biflora* auf der Terrasse waren sehr stark positiv heliotropisch gekrümmt, die Blätter deutlich euphotometrisch auf Vorderlicht eingestellt. In der Mitte des Einganges wachsen am Boden: *Geranium Robertianum* (blühend), *Urtica dioica*, *Lactuca muralis*, *Arabis alpina* und drangen bis 11 m Tiefe vor (*Arabis alpina* bis 8 m Tiefe blühend); mit ihnen *Trichodon cylindricus* Schimpr. und *Eurynchium praelongum* Br. eur. Lichtgenuß in 11 m Tiefe = $\frac{1}{25}$, Temperatur + 13° C. Von da ab findet man bis zum Höhlenende nur mehr Algen auf der Vorderseite von Steinen, bis zu $L = \frac{1}{150}$. Die Höhle verengt sich hier auf 11 m Breite, bei 3 m Höhe. Die Höhle wird, wie trockene Buchenblätter bezeugen, im Winter als Vorratskammer für Laubstreu benutzt und, wie mein Führer versicherte, gern von Gamsen aufgesucht, die das Gras der Terrasse abweiden.

XXXIX. Höhle oberhalb der Aualpe bei Obertraun.

Der Eingang zu dieser Höhle liegt südöstlich der Aualpe in den Abhängen des Krippensteines in zirka 1300 m Seehöhe, ist nach Osten gerichtet, 15 m breit und 5 bis 6 m hoch, von *Acer Pseudoplatanus* und *Picea excelsa* stark beschattet. Außenvegetation: *Sambucus nigra*, *Aconitum Napellus*, *Veratrum album*, *Senecio silvaticus*, *Saxifraga rotundifolia*, *Galeobdolon luteum*, *Arabis alpina*, *Viola biflora*, *Parnassia palustris*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica*, *Adenostyles glabra*, *Cystopteris fragilis*, *Cystopteris montana*, *Athyrium Filix femina* und zahlreiche Moose. Lichtstärke am Eingang (7. VIII., 11^h vorm.) = $\frac{1}{7}$. Unmittelbar im Eingange wachsen am Boden: *Geranium Robertianum*, *Urtica dioica*, *Adenostyles glabra*, *Viola biflora*, *Parnassia palustris*, *Arabis alpina*, *Cystopteris fragilis*. Dieselben Pflanzen gehen nebst *Saxifraga rotundifolia*, *Aconitum Napellus*, *Senecio silvaticus* (mit Ausnahme von *Aconitum* blühend) bis 4 m einwärts in dichten Trupps, $L = \frac{1}{16}$. In dieser Tiefe

ergießt sich, rechts und links, von den Seitenwänden und der Decke eine kontinuierliche, starke Traufe. In derselben hängen Strähne von Grünalgen, während am Boden *Brachythecium rivulare* Br. eur. und *Fegatella conica* massenhaft siedelt. Hinter der Traufe zieht quer durch die ganze Breite der Höhle ein dichter Bestand von *Cystopteris montana* mit deutlich euphotometrischen Wedeln, darunter eingemischt: *Glechoma hederacea*, *Stellaria media*, *Viola biflora*, *Trichodon cylindricus*, *Brachythecium rivulare*. Links steht in 9 m Tiefe ein 1·2 m hoher *Sambucus nigra* und, von demselben beschattet, wachsen: *Chrysosplenium alternifolium*, *Glechoma hederacea*, *Cystopteris montana*, im Schatten letzterer wieder: *Stellaria media*, *Amblystegium filicinum* De Not, *Brachythecium rivulare*, *Mnium rostratum* Schw., *Bryum pseudo-triquetrum* Schwägr., *Fegatella conica*, bei $L = \frac{1}{30}$. Bis 11 m trifft man auf dem mit Steinen spärlich bedeckten Boden: *Viola biflora* und *Glechoma hederacea*, links an der Wand: *Viola biflora*, *Asplenium viride* und *Cystopteris fragilis*, letzteren mit ungewöhnlich langen Wedeln (Stiel 10 cm, Spreite 13 cm), sowie *Hymenostylium curvirostre* Lindb. und *Eucalypta contorta* Lindb. Rechts gehen *Viola biflora*, *Glechoma hederacea*, *Cystopteris fragilis* bis 15 m Tiefe ($L = \frac{1}{61}$). Nahe der linken Seitenwand führt in dieser Tiefe ein schmaler Spalt aufwärts, während der übrige Teil des Höhlenhintergrundes von einer in 7 Terrassen abgestuften Felswand gebildet wird, auf denen *Viola biflora*, *Cystopteris fragilis*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride*, *Mnium rostratum*, bei $L = \frac{1}{60}$ siedeln. Die Blätter, beziehungsweise Wedel dieser Pflanzen sind besonders deutlich euphotometrisch, auf Vorderlicht eingestellt. Ein sehr bemerkenswertes Verhalten zeigten in dieser Höhle *Viola biflora* und *Glechoma hederacea*. Die vor und unmittelbar in der Eingangsöffnung wachsenden Individuen dieser beiden Arten trugen Blätter von einer — nach Vergleich mit solchen anderer, mehr weniger freier Standorte — den Durchschnittswert erreichenden Größe. So betrug die maximale Breite der Blätter von *Viola biflora* am Eingange, bei $L = \frac{1}{7}$ 3·5 cm, die Länge 3 cm, von *Glechoma hederacea* 4 cm, die Länge 3 cm. Die weiter einwärts gewachsenen Exemplare ließen sehr deutlich zunächst eine progressive Vergrößerung der Blattfläche, die bei $L = \frac{1}{42}$, in 11 m Tiefe ihr Maximum erreichte: Breite = 6 cm, Länge = 4 cm (*Viola biflora*), Breite = 5 cm, Länge = 4 cm (*Glechoma hederacea*), erkennen. Von da ab nahm die Größe der Blattflächen wieder ab und die auf den Terrassen der Hinterwand siedelnden Exemplare von *Viola biflora* hatten bedeutend kleinere Blätter als jene der außen wachsenden Individuen (Breite = 2·5 cm, Länge = 2 cm). Ich habe auf einen analogen Fall schon im ersten Teile dieser Arbeit, bei *Asplenium trichomanes*, hingewiesen. Es scheint demnach das Optimum für die vegetative Entwicklung von *Viola biflora* etwa bei $L = \frac{1}{42}$ zu liegen, bei welcher Lichtabschwächung aber die Pflanze bereits nicht mehr blüht. In diesem Zustande verträgt sie aber noch Lichtabschwächungen bis zu $\frac{1}{61}$. Das Minimum für die Blüte dürfte, nach diesen und anderen Beobachtungen (Thorsteinhöhle), zwischen $L = \frac{1}{34}$ bis $\frac{1}{40}$ liegen. Auch das Grün der Blätter von *Viola biflora* erreichte innerhalb der Höhle, bei $\frac{1}{42}$, den höchsten Grad der Sättigung, um dann wieder abzunehmen.

XL. Höhle oberhalb des Goldloches bei Hallstatt.

Am Wege von Obertraun nach Hallstatt liegt, wenige Meter oberhalb der Straße nächst dem »Hirschbrunnen« die Mündung eines verlassenen Stollens. Oberhalb desselben entquillt einem niederen

Felsentor ein Bach, dessen Wasser nahe der linken Seitenwand abfließt und beim Stollen eine kleine Kaskade bildet. Das Felsentor ist 4 m breit, links kaum 1 m, rechts nur 0.5 m hoch, so daß man nur kriechend vordringen kann. Die Mündung liegt, nach Nordosten gewendet, zirka 530 m hoch. Unterhalb derselben bricht der Fels in zwei Absätzen gegen den vorgelagerten Wald ab. Die Vegetation am Fuße dieser 2 m hohen Felswand besteht aus: *Adenostyles glabra*, *Campanula rotundifolia*, *Chaerophyllum cicutaria*, *Geranium Robertianum*, *Erica carnea*, *Lactuca muralis*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium viride*, *Phegopteris Robertiana*. Die Beleuchtungsstärke unmittelbar an der Mündung betrug am 7. VIII. 1912, 12^h mittags $\frac{1}{8}$, wozu die starke Beschattung durch den vorgelagerten Buchenwald viel beiträgt. Doch erhält das Portal zeitweise von der in geringer Tiefe vorüberziehenden Straße sowie vom Seespiegel ab und zu stärkeres Reflexlicht. Die Temperatur betrug am Eingange + 11° C. Knapp einwärts der Wölbung wächst rechts *Lactuca muralis* (blühend), 1 m einwärts auf berieseltem Fels: *Geranium Robertianum*, *Eurynchium praelongum* Br. eur., *Hypnum commutatum* Hedw., *Rhynchostegium rusciforme* Br. eur., *Orthothecium rufescens* Br. eur., *Fissidens decipiens* de Not, *Mnium rostratum* Schwägr., *Fegatella conica*, bei $L = \frac{1}{15}$, links an der Wand in derselben Tiefe: *Eurynchium praelongum*. In 3 m Tiefe trifft man an überrieselten Steinen: *Eurynchium praelongum*, an der Decke in 2 m Tiefe: *Plagiothecium depressum* Mitt. ($L = \frac{1}{90}$). Die Decke senkt sich dann so tief herab, daß ein weiteres Vordringen, abgesehen davon, daß der größte Teil der Höhle hier völlig mit Wasser erfüllt ist, unmöglich wird.

Im Stollen (»Goldloch« genannt) wurden bei flüchtiger Besichtigung bis zu 3 m Tiefe nur *Fegatella conica*, *Cystopteris fragilis* und *Eurynchium praelongum* angetroffen. *Rhynchostegium rusciforme* ist ein kosmopolitisches Wassermoss.

XLI. Der Kessel nächst dem Hirschbrunnen bei Hallstatt.

Kurz vor dem »Hirschbrunnen« gelangt man auf der von Obertraun nach Hallstatt führenden Straße zu einem gewaltigen, zur Linken im Berghang sich öffnenden, mit Wasser zum Teil gefüllten, tiefen Kessel, der durch eine Felsbarriere vom Niveau der Straße getrennt ist. Seehöhe zirka 520 m. Die Rückwand desselben wird von abschüssigem, vegetationsarmem Fels gebildet, während die minder steilen Seitenwände, besonders zur Linken, sowie die Vorderwand in ihren oberen Teilen Humus und reicheren Pflanzenwuchs tragen. Wir finden da, am Kesselrande vorn und links: *Acer Pseudoplatanus*, *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*, *Aconitum Napellus*, *Helleborus niger*, *Sanicula europaea*, *Hepatica triloba*, *Geranium Robertianum*, *Chaerophyllum Cicutaria*, *Viola biflora*, *Cystopteris fragilis*, *Phegopteris Robertiana*, *Brachythecium rivulare*, *Fegatella conica*, *Amblystegium filicinum* De Not, *Mnium rostratum*, *Eurynchium praelongum*, sämtlich nach Oberlicht orientiert. Die Blätter von *Acer Pseudoplatanus* sind in der Krone deutlich nach Oberlicht, in den unteren Ästen aber nach Vorderlicht orientiert. Auf der Barriere wurde die Stärke des Vorderlichtes mit $L = \frac{1}{8}$, jene des Oberlichtes mit $\frac{1}{5}$ festgestellt (7. VIII. 1912, 1^h nachm.). An der rechten Seite des Kessels wachsen vorzugsweise: *Campanula rotundifolia*, *Asplenium viride*, *Fegatella conica*, die glatte Hinterwand trägt nur Moose und Algen. In den tieferen, zum Teil schwer zugänglichen Partien des Kessels fand ich, zwischen 3 bis 4 m Tiefe: *Mnium rostratum*, *Eurynchium praelongum*, *Brachythecium rivulare*, *Amblystegium filicinum*, *Hypnum stellatum* Ehrb., *Hypnum molluscum* Hedw., *Didymodon spadiceus* Mitt., *Scapania acquiloba* Dum., bei $L = \frac{1}{25}$ (Oberlicht). Der Kessel erhält in den Mittagsstunden, wo die Sonne direkt über demselben steht, die größte Lichtmenge.

XLII. Badlhöhle bei Peggau (Steiermark).

Der Eingang zu dieser bekannten Höhle liegt $\frac{1}{2}$ Stunde nördlich von Peggau, oberhalb des Badlgrabens in zirka 600 m Seehöhe. Das Portal ist 7·5 m breit, 2 m hoch. Vorgelagert ist dichter Buchenmischwald. Außenvegetation: *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra*, *Ribes Grossularia*, *Astrantia maior*, *Paris quadrifolia*, *Cyclamen europaeum*, *Hepatica triloba*, *Actaea spicata*, *Asarum europaeum*, *Hedera Helix*, *Daphne Mezereum*, *Oxalis Acetosella*, *Senecio silvaticus*, *Aspidium Filix mas*, *Asplenium trichomanes*, *Anomodon viticulosus* H. u. F., *Fissidens decipiens* De Not, *Plagiochila asplenioides* Dum. Von der Wölbung des Portales hängen die Wedel von *Polypodium vulgare* und *Asplenium trichomanes* herab; auch *Cyclamen europaeum*, *Corylus Avellana*, *Sorbus Aucuparia*, *Viburnum Lantana* sind oberhalb des Höhlenportales angesiedelt. Rechts und links steht ein alter Efeustock, der zunächst über die Felsen emporklettert, um später an Haselnußstämmen sich anzuhaften. Bis zur Höhe des Portals (zirka 2 m) tragen beide Stöcke nur die gelappten Blätter der sterilen Form, darüber hinaus schreiten sie zur Bildung von Blüten und eirunden Blättern. Speziell der links stehende Efeu zeigte auch sehr schöne Übergangsblätter. Die Felswand zur Linken, zum Teil auch der Efeu dort, sind mit Moosen bewachsen, und zwar: *Neckera complanata* Hübn., *Madotheca platyphylla* Dum., *Eurynchium Vaucheri* Schimpr. Die Beleuchtungsstärke

am Eingange betrug am 28. VIII. 1912, 8^h vorm. $L = \frac{1}{7 \cdot 2}$; um diese Zeit treffen gerade die Strahlen der Morgensonne die rechte Portalseite. Temperatur = + 11° C. Nach 5 m Tiefenerstreckung folgt sozusagen ein zweites, verengtes Innenportal (5 m breit, 1·8 m hoch). Hier steht rechts, nahe dem Felsen,

ein zum Teil abgestorbener Hollunder mit einigen jungen, zirka 0·5 m hohen Schößlingen ($L = \frac{1}{12}$, Temperatur + 10° C), am Felsen selbst wächst hier *Eurynchium praelongum*, links *Neckera crispa* Hedw., *Neckera Besseri* Jur. in abgestorbenen, versinterten Rasen von *Anomodon viticulosus* H. u. F. Diese Moose stehen fransenförmig von der Felswand ab, nach dem von der rechten Seite einfallenden, stärksten Vorderlicht orientiert. Links wächst (in 3·5 m Tiefe) ein spannhocher *Sambucus nigra* mit 6 Blättern sowie steriler, kriechender Efeu. Von der Decke hängen in 3 m Tiefe abgestorbene Wedel von *Asplenium trichomanes* herab. Das erwähnte zweite Innenportal wird durch beiderseits eingebaute Steine noch mehr verengt, so daß ein nur wenige Schritte messender freier Raum zum Durchschreiten bleibt. Diese Steine tragen Algenanflug.

Die Höhle erniedrigt sich in dieser Tiefe auf 1·5 m. Das Licht reicht bis 22 m. Die Temperatur daselbst betrug + 10° C. Der Höhlenboden ist trocken, erdig, die Seitenwände stark versintert. Die außerhalb der Höhle, am Portal zu beobachtende, sich innerhalb sehr geringer Höhenunterschiede (2 bis 3 m) vollziehende Änderung der Blattform des Efeu, der nur unwesentliche Änderungen der Lichtstärke parallel gehen, nötigt mich anzunehmen, daß letztere denn doch nicht so ausschließlich oder in erster Linie an dem Zustandekommen des Blattdimorphismus dieser Pflanze beteiligt seien, als ich bisher zu glauben geneigt war, eine Ansicht, in der mich die im folgenden wiedergegebenen Befunde bei den Peggauer Felsenhöhlen nur bestärken. Auch Drude meint, daß das Blühen (und die damit eintretende Blattänderung) des Efeu zunächst in Zusammenhang mit seiner südlichen Klimasphäre zu bringen sei und er schärfer, als man vielleicht glaube, die milden Winterklimate Deutschlands von den rauheren scheide.

XLIII. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 1).

Ein vom Verschönerungsverein Peggau angelegter Weg führt zu den mit 1 bis 6 bezeichneten, schon von weitem sichtbaren Höhlentoren in der Peggauer Wand. Das Portal der untersten Höhle (Nr. 1) ist 10 m breit, 4 bis 5 m hoch und nach Nordwesten gerichtet. Seehöhe zirka 500 m. Vor demselben steht, die linke Seite beschattend, ein Exemplar von *Acer campestre*, *Pinus silvestris*, *Berberis vulgaris*, *Crataegus*

Oxyacantha, *Viburnum Lantana*, am Boden kriecht *Hedera Helix* (steril) und wächst *Cyclamen europaeum*, *Geranium Robertianum*, *Salvia glutinosa*. Das Portal ist durch einen Pfeiler, der in einen nach vorn ziehenden Felsensporn ausläuft, in zwei ungleich große Hälften zerlegt. Die kleinere, linke endet blind mit einer Nische und steht durch ein rechtsseitiges Fenster mit der größeren, rechten Hälfte in Verbindung, von der aus man weiter ins Höhleninnere vordringt. Im folgenden wird die Vegetation beider Portalhälften

getrennt besprochen. Nische links: Lichtstärke am Eingang $L = \frac{1}{4 \cdot 2}$ (absolute Intensität = 0·28, 28. VIII.

1912, 11^h vorm.). 3 m einwärts wächst *Berberis vulgaris* sowie ein reichbeblätterter *Sambucus nigra*, von dem drei Äste am Boden liegen, zwei überhängen, der Neigungswinkel (von der Vertikalen) beträgt zirka 50°. An der Seitenwand links siedeln in derselben Tiefe: *Hedera Helix* (steril, mit rotbraun verfärbten Blättern), der etwa 1 m hochemporklettert, sowie *Asplenium trichomanes*. 4·5 m einwärts trifft man am Boden, beziehungsweise am Felsen *Geranium Robertianum* (blühend), *Hedera Helix* (steril), *Asplenium tricho-*

manes, *Asplenium Ruta muraria*, *Eucladium verticillatum* Br. eur., bei $L = \frac{1}{12}$ (absolute Intensität = 0·10).

In 9 m Tiefe wächst links am Boden *Geranium Robertianum*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta*

muraria nebst Algenanflügen auf Steinen, $L = \frac{1}{52}$ (absolute Intensität = 0·024). An der Decke siedeln

in 5 m Tiefe: *Moehringia muscosa*, *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*. Der Boden ist lehmig und trocken. Rechter Eingang: Derselbe liegt etwas erhöht gegen vorigen und ist besser beleuchtet.

$L = \frac{1}{3 \cdot 3}$ (absolute Intensität = 0·36). 1·5 m einwärts wachsen: *Polygonatum multiflorum*, *Urtica dioica*,

Hedera Helix (steril), *Moehringia muscosa* ($L = \frac{1}{5}$, absolute Intensität = 0·24). In 4 m Tiefe findet man

an der Decke in 2 m Höhe *Moehringia muscosa*, *Salvia glutinosa* (nicht blühend), *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*. 7·5 m einwärts siedeln rechts am Felsen *Asplenium trichomanes*, *Brachy-*

thecium densum Jur., bei $L = \frac{1}{60}$ (absolute Intensität = 0·02). Das weitere Höhleninnere ist fast vege-

tationsleer, von Algen abgesehen, die bis zu 11 m Tiefe auf Steinen wachsen und fast nur grünes Reflexlicht von den dem Eingange vorgelagerten Brunnen erhalten. Temperatur am Eingange (in der Sonne) + 22° C, rechts in 8 m Tiefe (Schatten) + 13° C. Der Boden ist bis 22 m eben und steigt dann allmählich an.

XLIV. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 2).

Das Portal dieser Höhle liegt nach Westen, ist 6 m breit und 2 m hoch, von einer Hainbuche (*Carpinus Betulus*) stark beschattet ($L = \frac{1}{7}$, absolute Intensität = 0·17). Außenvegetation: *Tilia grandifolia*

Rhamnus Frangula, *Salvia glutinosa*, *Anemone Pulsatilla*, *Moehringia muscosa*, *Asplenium trichomanes*. 1·5 m einwärts wachsen am Boden: *Rosa canina*, *Rubus fruticosus* (blühend), *Berberis vulgaris*, 3 m ein-

wärts: *Tilia grandifolia* (40 cm hoch), *Lactuca muralis*, bei $L = \frac{1}{25}$ (absolute Intensität = 0·048), an der

Wand links *Plagiothecium depressum* Mit. und *Asplenium trichomanes*. In 9 m Tiefe wächst noch *Asplenium*

trichomanes, bei $L = \frac{1}{90}$ (absolute Intensität = 0·013), in 13 m Tiefe (Höhlenende) nur mehr Algen,

$L = \frac{1}{165}$ (absolute Intensität = 0·0072). Links führt in 9 m Tiefe der »Delago-Kamin« nach aufwärts.

Der Boden ist eben, steinig, am Ende von rotem Höhlenlehm gebildet.

XLV. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 3).

Das Höhlenportal ist 4·5 m breit, 3·5 m hoch, nach Süden gewendet. Vor demselben eine typische Xerophyten-Vegetation, bestehend aus: *Cylisus nigricans*, *Centaurea Jacea*, *Seseli glaucum*, *Allium angulosum*, *Reseda lutea*, *Sedum album*, *Sedum acre*, *Anemone Pulsatilla*, *Thalictrum foetidum*, *Artemisia campestris*, *Malva Alcea*, *Campanula caespitosa*, *Chelidonium majus*, *Origanum vulgare*, *Ballota nigra*, *Medicago lupulina*, *Scabiosa ochroleuca*, *Moehringia muscosa*, *Alsine setacea*, *Alyssum transsilvanicum*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*, *Gymnostomum rupestre* Schleich, *Eucladium verticillatum* Br. eur. Die Beleuchtungsintensität betrug am Eingange $L = \frac{1}{2 \cdot 2}$ (absolute Intensität = 0·54), die Temperatur (in der Sonne) + 21° C. 4 m einwärts wuchsen links am Felsen *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*, am Boden *Malva Alcea*, bei $L = \frac{1}{10}$ (absolute Intensität = 0·12), rechts am Felsen *Moehringia muscosa* und *Asplenium Ruta muraria*. In 7 m Tiefe traf ich links an der Wand: *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*, *Gymnostomum rupestre*, am Boden *Sambucus nigra* ($L = \frac{1}{25}$, absolute Intensität = 0·048), rechts am Felsen *Asplenium trichomanes*. 10·5 m einwärts wächst links am Felsen: *Asplenium trichomanes*, *Mnium stellare* Hedw., *Fissidens pusillus* Wils., rechts auf Steinen Cyanophyceen. ($L = \frac{1}{35}$, absolute Intensität = 0·034). In 12 m Tiefe fand ich noch Jugendformen von *Asplenium trichomanes* und sorediale Flechtenanflüge, bei $L = \frac{1}{120}$, absolute Intensität = 0·010). Das Licht reicht bis 22 m Tiefe. Der Höhleneingang macht bald eine Drehung nach Osten, wodurch das starke Absinken der Beleuchtungsstärke zwischen 10 und 12 m erklärlich wird, und teilt sich in 15 m Tiefe in je einen nach Norden und Osten verlaufenden Arm. Das Höhleninnere liegt von 3 m Tiefe an stets im Schatten. An der Decke wachsen eingangs noch *Asplenium Ruta muraria* und Algen. Temperatur in 12 m Tiefe = 12° C.

XLVI. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 4).

Rechts von voriger Höhle öffnet sich das mit 4 bezeichnete, 7·5 m breite und 2 m hohe, nach Westen gerichtete Portal. Der Felsenpfeiler zwischen 3 und 4 wird von dem armdicken Stamme eines alten, blühenden Efeu verkleidet. Die Blüten und eirunden Blätter desselben beginnen von zirka 2 m Höhe — bei völlig gleicher Beleuchtung — aufzutreten. Die Außenvegetation gleicht ganz der vor 3. Lichtstärke am Eingang $L = \frac{1}{2 \cdot 5}$ (absolute Intensität = 0·48). An der Decke wachsen in 2 m Tiefe *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*. Im Eingange trifft man rechts an Felsen bis zu 6 m Tiefe *Moehringia muscosa* und *Asplenium trichomanes*, bis 8 m Tiefe links am Boden *Convolvulus arvensis*, sowie *Thalictrum foetidum*, bei $L = \frac{1}{30}$, (absolute Intensität = 0·040). Rechts wachsen in derselben Tiefe am Felsen: *Moehringia muscosa*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*. Nach 50 m gelangt man, durch eine Verengung ansteigend, in eine weite Halle, welche auch von den Portalen 5 und 6 schwaches Licht erhält. Der Boden ist hier mit Steinen übersät und vegetationslos. An der Hinterwand der Halle dagegen bemerkt man noch Cyanophyceen Vegetation. $L = \frac{1}{340}$ (?), absolute Intensität = 0·0035.

XLVII. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 5).

Dieses Portal ist nach Westen gewendet, 6 m breit, 2·5 m hoch. Vor demselben wachsen: *Carpinus Betulus*, *Corylus Avellana*, *Hedera Helix*, *Acer campestre*, *Moehringia muscosa*, *Sedum album*, *Sedum acre*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*. Lichtstärke am Portal $L = \frac{1}{4}$ (absolute Intensität = 0·30). 3 m einwärts klettert an der linken Seitenwand *Hedera Helix* empor (steril) und wachsen *Taraxacum officinale* sowie *Moehringia muscosa*. Rechts steht in 0·5 m Tiefe ein 40 cm hoher *Acer campestre*, $L = \frac{1}{7}$ (absolute Intensität = 0·17), in 3 m Tiefe wächst *Sedum album* (nicht blühend), *Moehringia muscosa*, *Asplenium trichomanes*, bei $L = \frac{1}{10}$ (absolute Intensität = 0·12); in 5 m Tiefe *Carpinus Betulus*, spannhoch, bei $L = \frac{1}{15}$, absolute Intensität = 0·08). In 15 m Tiefe führt ein Fenster zum Eingang 4. Der Boden ist steinig und in größerer Tiefe bald völlig vegetationsleer. Nach 30 m mündet dieser Eingang in die bei 4 erwähnte Halle. An der Decke trifft man eingangs *Gymnostomum rupestre* Schleich und sorediale Flechtenanflüge.

XLVIII. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 6).

Der Eingang liegt gegen Westen, ist 15 m breit und 2·5 m hoch. Außenvegetation: *Acer campestre*, *Evonymus europaeus*, *Verbascum nigrum*, *Clematis Vitalba*, *Rhamnus Frangula*, *Cyclamen europaeum* (am Boden). Die Felsenvegetation ist dieselbe wie in 3. Lichtstärke am Portal $L = \frac{1}{2·8}$, absolute Intensität = 0·42), Temperatur (in der Sonne) + 22° C. Links im Eingange wachsen in 2·5 m Tiefe: *Lactuca muralis*, *Reseda lutea*, *Chelidonium mains*, *Moehringia muscosa*, *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*, bei $L = \frac{1}{9}$ (absolute Intensität = 0·13), rechts bis 5·5 m Tiefe: *Lactuca muralis*, *Moehringia muscosa*, *Reseda lutea*, $L = \frac{1}{12}$ (absolute Intensität = 0·10), in 8 m Tiefe: *Rosa canina*, *Urtica dioica*, *Moehringia muscosa*, *Viburnum Lantana* (spannhoch), *Asplenium trichomanes*, *Asplenium Ruta muraria*, *Eucladium verticillatum* Br. eur., bei $L = \frac{1}{18}$ (absolute Intensität = 0·066). Links trifft man in 10·5 m Tiefe *Chelidonium mains* (blühend) sowie Blätter von *Lactuca muralis*, nebst *Asplenium trichomanes* und *Eucladium verticillatum* bei $L = \frac{1}{22}$ (absolute Intensität = 0·054), Temperatur hier + 17° C. Hier verengt sich die Höhle auf 3·5 m Breite und 1 m Höhe. Links gehen *Asplenium trichomanes* und Algen, rechts nur Algen bis 14 m Tiefe. In 16 m Tiefe erhöht sich die Wölbung wieder auf 2 m, die bis dahin ebene Sohle senkt sich und mündet in die früher erwähnte Halle. Hier, an der Einmündungsstelle, wächst noch rechts am Felsen *Asplenium trichomanes*, bei $L = \frac{1}{320}$ (absolute Intensität = 0·0037). An der Decke wächst in 4·5 m Tiefe *Moehringia muscosa*, auf Unterlicht eingestellt.

Häufige Grabungen nach den Überresten des Höhlenbären dürften in allen sechs Höhlen einen beträchtlichen Teil der Bodenvegetation, besonders der weiter einwärts gelegenen Teile, vernichtet haben. Alle sechs Höhlen sind trocken, doch dringen von ihrer xerophytischen Außenvegetation nur wenige Elemente ein. Dagegen fehlen sonst typische Pflanzen, wie *Glechoma hederacea*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Fegatella conica*, gänzlich. Das in 4 erwähnte *Brachythecium densum* ist ein spezifisches Kalkmoos und bisher aus

mehreren Höhlen: Buckenreuter Höhle, Espershöhle, Arnshöhle in Bayern bekannt. Der Lichtgenuß der in 5 vorgefundenen *Acer campestre* und *Carpinus Betulus* liegt nach Wiesner zwischen 1 bis $\frac{1}{43}$, beziehungsweise 1 bis $\frac{1}{56}$.

Im Anhang zu meinen hier niedergelegten Beobachtungen, betreffend die grüne Vegetation der Höhlen, lasse ich eine Schilderung der Vegetation der Schellenberger Eishöhle (nach brieflichen Mitteilungen von Gaunersdorfer) folgen. Diese Höhle wurde von dem Genannten im August 1911 besucht. Sie liegt am Absturz des Berchtesgadener Hochthrones, unterhalb der Mittagsscharte, in zirka 1580 m Seehöhe und hat einen nach Osten gerichteten, spaltartigen Eingang, der anfangs horizontal verläuft, sodann unter einem Winkel von 40° nach abwärts zieht. Er erhält nur diffuses Licht. Eingangs breitet sich eine Schneemulde, dann folgt Bodeneis. Vor dem Eingange befindet sich eine Schneemulde mit Fäkalien und einer Vegetation, bestehend aus: *Arabis alpina*, *Rumex Acetosa*, *Rumex crispus*, *Urtica dioica*, *Doronicum glaciale* (?), *Viola biflora*, *Myosotis odorata*, *Stachys recta*, *Satureja alpina*, *Erigeron alpinus*, *Aconitum paniculatum*, *Adenostyles glabra*, *Alchemilla fissa*, *Epilobium montanum*, *Saxifraga aizoon*, *Cirsium Erisithales*, *Artemisia vulgaris*, *Galium rotundifolium*, *Laserpitium latifolium*, *Mnium undulatum*. Innen wurden an von Eis zum Teil bedeckte, tropfende Felsen angeschmiegt *Jungermannia riparia*, fruchtend, auch mit Antheridien, letztere dem Lichte schief zugewendet, von Flechten *Collema*, von Cyanophyceen *Gloeocapsa*-Arten angetroffen.

Systematik der grünen Höhlenvegetation.

Die im ersten Teile dieser Untersuchungen (1911) von mir in Höhlen nachgewiesene grüne Flora hat seither eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der Artenzahl erfahren, an der in erster Linie die Moose partizipieren. Der Übersicht halber führe ich im folgenden sämtliche bislang von mir (und Gaunersdorfer) beobachtete Arten im Zusammenhange an:

Algen. Cyanophyceen. Verschiedene *Gloeocapsa*-Arten (zum Beispiel *Gloeocapsa violacea*, *Gloeocapsa ambigua*, *Gloeocapsa alpina* var. *saxicola* nach Ritzberger), die wohl in keiner Höhle fehlen.

Chlorophyceen: Eine Art im Tropfvasser in XXXIX, ferner *Pleurococcus* in XXV.

Flechten: 6 Arten, und zwar: *Collema* sp. (bis $L = \frac{1}{8 \cdot 1}$), *Solorina saccata* (bis $L = \frac{1}{24} \cdot \frac{1}{35}$), *Verrucaria calciseda* (bis $L = \frac{1}{8}$), *Verrucaria hydrela* ($L = \frac{1}{8}$), *Endocarpon miniatum* var. *compactum* ($L = \frac{1}{3}$), *Psora lucida* ($L = \frac{1}{45}$). Außerdem wurden häufig sorediale, nicht näher bestimmbare Flechtenanflüge in den vorderen Höhlenteilen angetroffen.

Lebermoose: 9 Arten, und zwar: *Fegatella conica* (18mal), *Madotheca platyphylla* (1), *Plagiochila interrupta* (5), *Lejeunia cavifolia* (1), *Haplozia atrovirens* (1, bis $\frac{1}{12}$), *Marchantia polymorpha* (1, bis $\frac{1}{10}$), *Pellia Neesiana* (1, bis $\frac{1}{11}$), *Scapania acquiloba* (1, bis $\frac{1}{25}$), *Jungermannia riparia* (nach Gaunersdorfer).

Laubmoose: 72 Arten, und zwar: *Isopterygium depressum* (9), *Eurynchium praelongum* (13, bis $\frac{1}{560}$), *Eurynchium piliferum* (1, bis $\frac{1}{27}$), *Eurynchium crassinervium* (2, bis $\frac{1}{70}$), *Eurynchium Vaucheri* (2, bis $\frac{1}{15}$),

Eurynchium striatum (1), *Eurynchium striatulum* (1), *Mnium rostratum* $\left(8, \text{bis } \frac{1}{60}\right)$, *Mnium riparium* (1),
Mnium marginatum (1), *Mnium stellare* $\left(6, \text{bis } \frac{1}{350}\right)$, *Mnium undulatum* (1), *Mnium serratum* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{70}\right)$,
Mnium punctatum $\left(1, \text{bis } \frac{1}{50}\right)$, *Mnium Oxyrrhynchium* (1), *Amblystegium filicinum* (6), *Amblystegium*
Sprucei $\left(2, \text{bis } \frac{1}{180}\right)$, *Thamnum alopecurum* (4), *Bryum capillare* (1), *Bryum torquescens* (1), *Bryum turbi-*
natum (1), *Bryum atropurpureum* (1), *Bryum pseudotriquetrum* (1), *Neckera complanata* (6), *Neckera*
Besseri (2), *Neckera crispa* (3), *Timmia bavarica* $\left(6, \text{bis } \frac{1}{180}\right)$, *Anomodon viticulosus* (4), *Gymnostomum*
rupestre (5), *Gymnostomum calcareum* $\left(6, \text{bis } \frac{1}{50}\right)$, *Myurella apiculata* (1), *Thuidium tamariscinum* (1),
Cirrhophyllum crassinervium (1), *Brachythecium velutinum* (1), *Brachythecium rivulare* $\left(5, \text{bis } \frac{1}{30}\right)$, *Brachy-*
thecium densum $\left(1, \text{bis } \frac{1}{60}\right)$, *Leucodon scinoides* (1), *Fissidens taxifolius* (1), *Fissidens decipiens* $\left(4, \text{bis } \frac{1}{45}\right)$,
Fissidens pusillus (1), *Oxyrrhynchium pumilum* (1), *Hypnum falcatum* (3), *Hypnum sulcatum* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{18}\right)$,
Hypnum Sommerfeltii $\left(1, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$, *Hypnum palustre* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{14}\right)$, *Hypnum commutatum* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{15}\right)$, *Hypnum*
stellatum $\left(1, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$, *Hypnum molluscum* $\left(3, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$, *Hypnum incurvatum* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{50}\right)$, *Hypnum graviles-*
cens (1), *Hymenostylium curvirostre* $\left(3, \text{bis } \frac{1}{60}\right)$, *Homalothecium sericeum* (1), *Webera cruda* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{17}\right)$,
Orthothecium intricatum $\left(1, \text{bis } \frac{1}{17}\right)$, *Orthothecium rufescens* $\left(3, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$, *Tortula aciphylla* (1), *Tortula*
muralis (1), *Tortula ruralis* (1), *Pseudoleskea atrovirens* (2), *Pseudoleskea catenulata* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{12}\right)$, *Plagio-*
thecium Müllerianum $\left(1, \text{bis } \frac{1}{560}\right)$, *Plagiothecium pulchellum* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{8}\right)$, *Trichodon cylindricus* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$,
Eucalypta contorta $\left(2, \text{bis } \frac{1}{70}\right)$, *Rhynchostegium rusciforme* (1), *Didymodon spadiceus* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$, *Distichium*
capillaceum $\left(1, \text{bis } \frac{1}{24}\right)$, *Tortella tortuosa* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{45}\right)$, *Cinclidolus fontinaloides* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{12}\right)$, *Barbula paludosa*
 $\left(1, \text{bis } \frac{1}{18}\right)$, *Eucladium verticillatum* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{22}\right)$, *Ctenidium molluscum* (1).

Farne: 11 Arten, und zwar: *Asplenium trichomanes* (30), *Asplenium Ruta muraria* $\left(10, \text{bis } \frac{1}{50}\right)$,
Asplenium viride (7), *Cystopteris fragilis* (15), *Cystopteris montana* $\left(1 \text{ zwischen } \frac{1}{16} \text{ bis } \frac{1}{30}\right)$, *Cystopteris*
alpina $\left(1, \text{bis } \frac{1}{3}\right)$, *Phegopteris Robertiana* (5), *Athyrium Filix femina* (1), *Aspidium lobatum* (1), *Polypodium*
vulgare (1), *Scolopendrium vulgare* (1).

Nadelhölzer: 0.

Einkeimblättrige: 3 Arten, und zwar: *Carex praecox* (1), hie und da auch andere, nicht näher bestimmbare Grasanflüge, *Lilium Martagon* (1), *Polygonatum multiflorum* (1, bis $\frac{1}{5}$).

Zweikeimblättrige: 89 Arten, und zwar: *Salix Caprea* (1), *Corylus Avellana* (2), *Carpinus Betulus* (1), *Fagus silvatica* (1, Keimpflanze), *Quercus Robur* (1), *Urtica dioica* (14), *Urtica urens* (4), *Asarum europaeum* (1), *Rumex Acetosella* (1), *Chenopodium bonus Henricus* (1), *Stellaria Holostea* (1), *Stellaria nemorum* (1), *Stellaria media* (4), *Mochringia muscosa* (8), *Aconitum Vulpina* (1), *Aconitum Napellus* (1), *Ranunculus Sardous* (3), *Ranunculus montanus* (1), *Actaea spicata* (1), *Aquilegia vulgaris* (3), *Thalictrum foetidum* (1), *Berberis vulgaris* (5), *Chelidonium majus* (4), *Deutaria enneaphyllos* (2), *Pellaria alliacea* (1), *Arabis arenosa* (1), *Arabis alpina* (6), *Reseda lutea* (1), *Sedum album* (3), *Parnassia palustris* (1), *Chrysosplenium alternifolium* (5), *Saxifraga stellaris* (1), *Saxifraga rotundifolia* (3), *Rosa canina* (3), *Fragaria vesca* (1), *Sorbus Aucuparia* (1), *Rubus Idaeus* (3), *Rubus fruticosus* (1), *Orobancha vernus* (1), *Trifolium* sp. (1), *Geranium Robertianum* (14), *Oxalis Acetosella* (5), *Euphorbia Cyparissias* (1), *Mercurialis perennis* (1), *Accr. campestre* (1), *Impatiens noli tangere* (2), *Tilia grandifolia* (1), *Malva Alcea* (1), *Viola biflora* (7), *Chamaenerium angustifolium* (1), *Hedera Helix* (4), *Bupleurum falcatum* (1), *Chaerophyllum aureum* (1), *Chaerophyllum Cicutaria* (1), *Aegopodium Podagraria* (1), *Rhododendron hirsutum* (3), *Rhododendron Chamaecistus* (1), *Convolvulus arvensis* (1), *Myosotis silvatica* (2), *Salvia glutinosa* (1), *Galeobdolon luteum* (1), *Glechoma hederacea* (12), *Verbascum nigrum* (1), *Veronica montana* (1), *Orobancha* sp. (1), *Asperula cynanchica* (1), *Galium silvaticum* (1), *Galium Aparine* (1), *Sambucus nigra* (8), *Viburnum Lantana* (2), *Lonicera Xylosteum* (1), *Adoxa Moschatellina* (3), *Valeriana saxatilis* (1), *Campanula rotundifolia* (5), *Campanula Trachelium* (2), *Campanula rapunculoides* (2), *Campanula pusilla* (1), *Lactuca muralis* (19), *Adenostyles glabra* (9), *Taraxacum officinale* (4), *Senecio nemorensis* (2), *Senecio silvaticus* (3), *Tussilago Farfara* (1), *Cirsium Erisithales* (1), *Cirsium arvense* (1), *Achillea Millefolium* (1), *Arctium Lappa* (1), *Petasites albus* (1), *Bellidiastrum Michellii* (1).

Diese 90 Arten verteilen sich auf folgende Familien und Gattungen: *Salicineae* (1 Gattung, 1 Art), *Betulaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Fagaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Urticaceae* (1 Gattung, 2 Arten), *Aristolochiaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Polygoneae* (1 Gattung, 1 Art), *Chenopodiaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Caryophyllaceae* (2 Gattungen, 4 Arten), *Ranunculaceae* (5 Gattungen, 7 Arten), *Berberideae* (1 Gattung, 1 Art), *Papaveraceae* (1 Gattung, 1 Art), *Cruciferae* (3 Gattungen, 4 Arten), *Resedaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Crassulaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Saxifragaceae* (3 Gattungen, 4 Arten), *Rosaceae* (4 Gattungen, 5 Arten), *Leguminosae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Geraniaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Oxalidaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Euphorbiaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Acerineae* (1 Gattung, 1 Art), *Balsamineae* (1 Gattung, 1 Art), *Tiliaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Malvaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Violaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Oenotheraeae* (1 Gattung, 1 Art), *Araliaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Umbelliferae* (3 Gattungen, 4 Arten), *Ericaceae* (1 Gattung, 2 Arten), *Convolvulaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Borragineae* (1 Gattung, 1 Art), *Labiatae* (3 Gattungen, 3 Arten), *Scrophulariaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Orobanchaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Rubiaceae* (2 Gattungen, 3 Arten), *Caprifoliaceae* (3 Gattungen, 3 Arten), *Adoxaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Valerianaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Campanulaceae* (1 Gattung, 4 Arten), *Compositae* (10 Gattungen, 12 Arten).

Als häufige, mehr oder weniger typische Höhlenpflanzen möchte ich demnach ansprechen: *Gloeocapsa*-Arten, *Fegatella conica*, *Isopterygium depressum*, *Euryrchium praelongum*, *Mnium rostratum*, *Mnium stellare*, *Amblystegium filicinum*, *Neckera complanata*, *Timmia bavarica*, *Gymnostomum calcareum*, *Asplenium trichomanes*, *Cystopteris fragilis*, *Asplenium Ruta muraria*, *Asplenium viride*, *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea*, *Geranium Robertianum*, *Sambucus nigra*, *Adenostyles glabra*, *Lactuca muralis*.

Daß es sich bei der Zusammensetzung der grünen Höhlenflora um einen — durch verschiedene Faktoren, unter denen aber das Licht obenan steht — herbeigeführten Fall von Auslese aus den verschiedensten Abteilungen des Pflanzenreiches handelt, glaube ich auf Grund meiner Untersuchungen nun-

mehr mit aller Bestimmtheit aussprechen zu dürfen. Das seltene Vorkommen von Chlorophyceen gegenüber der Häufigkeit der Cyanophyceen daselbst, hängt wohl auch mit der Wasserversorgung derselben zusammen, denn erstere werden nur an Lokalitäten mit dauernder Wasserführung zu erwarten sein, letztere dagegen, als Luftalgen, nehmen auch mit einer feuchten Atmosphäre vorlieb. Immerhin aber spricht dieses Verhalten dafür, daß die Cyanophyceen bedeutend geringere Ansprüche an die Beleuchtung im allgemeinen stellen als die Chlorophyceen. Was erstere betrifft, so wurde vielfach der Zweifel laut, ob sie bei den vorgefundenen, überaus geringen Lichtintensitäten überhaupt noch zu assimilieren vermögen und nicht etwa eine heterotrophe Lebensweise führten. Der Nachweis ihrer Assimilationstätigkeit dürfte nun allerdings schwer zu erbringen sein. Ich möchte aber bemerken, daß dafür einmal der Umstand spricht, daß man sie — auch in großen Tiefen und bei höchst schwachem Lichte — ausnahmslos an der Vorderseite, das heißt der der Lichtquelle zugekehrten Seite von Felsen u. dgl. im Höhleninnern findet, ferner die Tatsache, daß zum Beispiel die Gonidien von *Sticta pulmonaria*, wie Wiesner gefunden hat, zur Zeit der stärksten Beleuchtung, wenn als äußeres, der Flechte zufließendes Licht 0.5 (absolute Intensität) angenommen wird, einen relativen Lichtgenuß von $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{125}$ (absolute Intensität = 0.006 bis 0.004)

aufzuweisen haben. Es ist daher nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, daß bei einem solchen und noch bedeutend geringeren Lichtgenuß auch freie Algen normal zu gedeihen vermögen. Ebenso erklärt sich aus dem Gesagten der spärliche Prozentsatz der Flechten in Höhlen ohne weiteres. Denn schließlich ist ja das Vorkommen der Flechten als konsolidierter Doppelorganismus an die Grenzen der assimilatorischen Tätigkeit des einen Partners, der Alge, gebunden. Und diese Grenze wird natürlich, in Ansehung der starken Lichtreduktion durch das Rindengewebe und des schwachen Außenlichtes, bei Flechten mit exogenem Thallus, gar bald erreicht. Algen sind niemals ausgesprochene Lichtpflanzen, fast immer kommen sie nur im Schutze eines Lichtschirmes, der in den meisten Fällen von einer Wasserschichte, bei ihrer Symbiose mit Pilzen aber von letzteren gebildet wird, vor. Diese wertvolle Vergesellschaftung, die der Alge die Landnahme und Anpassung an exponierte, helle Standorte — im Flechtenorganismus — ermöglicht, ist aber für Standorte mit sehr schwacher Beleuchtung wenig geeignet. Und es ist darum vollkommen erklärlich und bezeichnend, wenn, worauf schon Zukal*) und Wiesner hingewiesen haben (was meine Untersuchungen vielfach bestätigten), in Höhlen normal ausgebildete Flechten nur in den vordersten Teilen anzutreffen sind, während weiter einwärts nur sorediale Anflüge vorgefunden werden, bei denen das Pilzelement gegenüber dem Algenelement stark in den Hintergrund tritt. Es kommt eben hier zu einer förmlichen Auflösung dieser nur innerhalb gewisser Beleuchtungsgrenzen vorteilhaften Lebensgemeinschaft, zu einer Kündigung des Bündnisses, aus der natürlich die Alge den größeren Nutzen ziehen dürfte. Ich möchte diesen Zerfall des Flechtenkörpers als ein Beispiel der labilen Struktur eines Pflanzenverbandes besonders hervorheben. Betont muß noch werden, daß dieser Zerfall keineswegs etwa als eine Folge übermäßiger Feuchtigkeit des Standortes (bekanntlich fault an in Wasser gelegten Flechten das Hyphengewebe und die Gonidien werden frei) aufgefaßt werden kann. Denn er wurde durchwegs an sehr mäßig feuchten oder ausgesprochen trockenen Stellen beobachtet. Von den beobachteten Flechten liegt der Lichtgenuß nach Wiesner von *Psora lucida* zwischen 1 bis $\frac{1}{30}$ (Optimum = $\frac{1}{4}$), *Verrucaria calciseda* zwischen 1 bis $\frac{1}{29}$ (Optimum = 1 bis $\frac{1}{3}$), *Endocarpon miniatum* zwischen 1 bis $\frac{1}{24}$ (Optimum = $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{8}$). Der Lichtgenuß von *Collema*-Arten liegt nach Zukal zwischen 1 bis $\frac{1}{50}$. Sterile *Collema*-Arten traf dieser Forscher noch bei $\frac{1}{157}$ in Klammen und Höhlen an.

*) So hat Zukal gefunden, daß im tiefen Schatten die Rindenbildung bei manchen Flechten (*Biatelia lucida*, *Parmelia caperata*) vollständig unterbleibt, während umgekehrt auf sonnigen Standorten manche Arten ihre Rinde auffallend verdicken.

Die Moose finden naturgemäß in feuchten Höhlen ihre Hauptverbreitung. Während zum Beispiel in den 6 trockenen Felsenhöhlen der Peggauer Wand zusammen nur 6 verschiedene Arten von Moosen gesammelt wurden, steigt in der vom Koppenbach zeitweilig durchströmten Koppenbrüllerhöhle allein ihre Zahl auf 12. Treten schon hier die Blütenpflanzen erheblich zurück, so bestimmen in den hochgelegenen Eishöhlen vollends die Moose fast ausschließlich den Vegetationscharakter. Hier tritt eben, als ein zweiter Faktor, der auf die Auslese nicht minder bedeutsamen Einfluß nimmt als die Lichtabschwächung, die Temperaturerniedrigung dazu. Ein Vergleich der Vegetation der von mir untersuchten Eishöhlen (Eishöhle am Beilstein, 1300 *m*, Temperatur der von Pflanzen besiedelten Strecke zwischen + 8° C und + 1° C — Eishöhle am Ötscher, 1470 *m*, Temperatur + 9° C bis + 1° C — Dachstein-Riesen-Eishöhle 1560 *m*, Temperatur + 8° C. bis + 2° C, Eisloch daneben 1560 *m*, Temperatur + 8° C. bis 2·5° C, endlich noch des von Beck untersuchten Eisloches der Paradana im Tarnowaner Walde 1200 *m* [?], Temperatur in 23 bis 40 *m* Tiefe zwischen + 6·5° C und 1·2° C) zeigt dies in auffälliger Weise. So enthält die Eishöhle am Beilstein: Cyanophyceen, 2 Arten von Lebermoosen, 8 von Laubmoosen, 2 von Blütenpflanzen; die Eishöhle am Ötscher: Cyanophyceen, 1 Flechtenart, 1 Farnart, 3 Arten von Laubmoosen; die Dachstein-Riesen-Eishöhle: Cyanophyceen, 4 Arten von Laubmoosen 1 Lebermoosart, 1 Farnart, 7 Arten von Blütenpflanzen; das Eisloch: Cyanophyceen, 9 Arten von Laubmoosen, 1 Farnart, 2 Arten von Blütenpflanzen; die Paradana (zwischen 23 bis 40 *m* Tiefe): 13 Arten von Laubmoosen, 5 von Blütenpflanzen. Farne und Blütenpflanzen treten also auffällig zurück. Dabei zeigt sich, was die Moose betrifft, eine unverkennbare, sicherlich nicht zufällige Übereinstimmung auch der Arten. So kommt *Orthothecium rufescens* in 4 der genannten 5 Höhlen vor, *Orthothecium intricatum*, *Eurynchium crassinervium*, *Amblystegium Sprucei* und *Hypnum molluscum* in je 3 derselben. Die Flora der Eishöhlen nimmt demnach eine scharf ausgeprägte Sonderstellung ein da ihr gerade Elemente, die — neben Cyanophyceen — in höher temperierten Höhlen aller Lagen zwischen 500 bis 1300 *m* einen charakteristischen Bestandteil der Höhlenflora zu bilden pflegen, wie *Asplenium trichomanes*, *Urtica dioica*, *Geranium Robertianum*, *Glechoma hederacea*, fehlen. (Die für Höhlen gleichfalls so typische *Lactuca muralis* habe ich in Höhlen über 1000 *m* Seehöhe nirgends mehr vorgefunden.) Was das gänzliche Fehlen der Nadelhölzer betrifft, so kann ich nach wie vor einen stichhaltigen Grund bisher nicht finden. Wiederholt wurden in der Nähe der Höhlenportale *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *Pinus Pimilio* und *Juniperus communis* beobachtet. Wohl sind ihre Samen relativ schwer und daher für die Verbreitung in horizontaler Richtung durch den Wind verhältnismäßig wenig geeignet, doch könnten ihre Zapfen oder Beerenzapfen wohl durch Tiere unschwer in solche Lokalitäten verschleppt werden. Man findet aber nicht einmal Keimpflanzen von ihnen. Der überaus geringe Prozentsatz der Einkeimblättrigen kennzeichnet das relativ hohe Lichtbedürfnis dieser Gruppe in vortrefflicher Weise. Sind doch auch nur wenige von ihnen Bewohner des Waldschattens (*Paris quadrifolia*, *Majanthemum bifolium*, *Lilium Martagon*, *Polygonatum*-Arten, einige Gräser und Orchideen). Über die Vertretung der Zweikeimblättrigen habe ich mich bereits im ersten Teile dieser Abhandlungen ausführlicher geäußert und habe dem nichts Wesentliches hinzuzufügen. Nach wie vor ist, als für die Lichtstimmung ganzer Gattungen und Familien charakteristisch, zu verzeichnen das gänzliche Fehlen zum Beispiel der *Lineae*, *Polygalaceae*, *Cistineae*, *Thymelaeaceae*, *Lythraceae*, *Primulaceae*, *Gentianaceae*, *Solanaceae*, *Plantagineae*. Von den innerhalb des untersuchten Gebietes (Steiermark, Oberösterreich, Niederösterreich, Krain) vorkommenden 15 *Geranium*-Arten wurden in Höhlen nur *Geranium Robertianum*, dieser aber sehr häufig beobachtet. Es steht dies in vollkommenem Einklang mit den Untersuchungen Wiesner's über den Lichtgenuß einiger verbreiteter *Geranium*-Arten. So beträgt, nach Beobachtungen dieses Forschers (in Friesach, Kärnten, 637 *m* Seehöhe) der Lichtgenuß von *Geranium phaeum* $L = \frac{1}{1\cdot75} - \frac{1}{18}$, von *Geranium palustre* $1 - \frac{1}{14}$, von *Geranium Robertianum* aber $\frac{1}{1\cdot35} - \frac{1}{25}$, der also die am meisten Schatten ertragende Spezies ist. Etiolierte Pflanzen wurden auch an den neu hinzugekommenen Standorten nicht

vorgefunden. Doch möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß wie aus der Literatur hervorgeht, hin und wieder doch solche in Höhlen zu finden sind. So berichtet Johow in »Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela« über die Vegetation der in der venezolanischen Küstenkordillere gelegenen, durch Humboldt und Bonpland bekannt gewordenen Höhle del Guacharo: »Eine höchst merkwürdige, in diesem Teile der Höhle zu beobachtende Erscheinung, die bereits Humboldt in Erstaunen versetzte, sind die aus dem Kote der Guacharo-Vögel erwachsenen, infolge des Lichtmangels vergeilten Pflanzen, welche massenhaft den Boden bedecken. Wir durchschritten ganze Wiesen dieser bleichsüchtigen Gewächse, welche, ohne Laubblätter zu entwickeln, bis zu einer Höhe von 3 Fuß aufgeschossen waren und, obwohl sie sehr verschiedenen Pflanzenarten angehörten, doch sämtlich den gleichen, sonderbaren Anblick darboten.« Das Portal dieser Höhle ist nach den Messungen von Humboldt 26 m hoch, 22 m breit, und in seinem ganzen Umkreise von der üppigsten Vegetation geschmückt, von hohen Urwaldbäumen bestanden und mit Lianen und blühenden Epiphyten geschmückt. Aus der Höhle rieselt ein Bach und da, wo derselbe ins Freie tritt, wachsen zahlreiche Tabakskeimpflanzen aus dem Kote der Guacharo-Vögel. Außer diesen Samen hat man darin auch (in der Höhle) die Samen von *Psychotria arborea*, einer baumförmigen Rubiacee, nachgewiesen.

Von den in Höhlen von mir bisher vorgefundenen 92 Blütenpflanzen waren 86 ausdauernd ($= 93.4\%$) und nur 7 ein- oder zweijährig ($= 7.6\%$). Von den ausdauernden Arten waren 16 Holzgewächse (*Salix*, *Corylus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Sorbus*, *Berberis*, *Rosa*, *Acer*, *Tilia*, *Hedera*, *Sambucus*, *Viburnum*, *Lonicera*, *Rhododendron hirsutum* und *Rhododendron Chamaecystus*) $= 17.3\%$, die übrigen Stauden, und zwar 69 mit Rhizomen, 1 mit Zwiebel (*Lilium Martagon*), 0 mit Knollen. Von Ein- oder Zweijährigen wurden nur *Urtica urens*, *Geranium Robertianum*, *Impatiens noli tangere*, *Stellaria media*, *Ranunculus Sardous*, *Reseda lutea*, *Galium aparine* beobachtet. Letztere Pflanze gedeiht nach Wiesner auch ziemlich tief im Schatten der Wälder, wo sie aber bereits ihren Habitus ändert. Wie Wiesner gezeigt hat, treten fast alle Annuellen in freier Exposition auf und erreichen dann das Maximum des Lichtgenusses mit $L = 1$. Ihr Keimen, Vegetieren, Blühen und Feuchten vollzieht sich meist bei gleichbleibendem Lichtgenußmaximum, sie dulden keine erhebliche Einschränkung ihres Lichtgenusses. Zweijährige Pflanzen verhalten sich ähnlich, doch kommt die Tendenz zur Anpassung an geringere Intensitäten bei ihnen häufiger vor.

Berücksichtigt man die Formationen, denen die angeführten 92 Blütenpflanzen an ihren Standorten außerhalb der Höhlen sonst angehören, so kommt man zu nachfolgenden Resultaten:

Weitaus die Mehrzahl (zwischen 60 bis 70%) treten uns sonst als Waldschatten- oder Waldrandpflanzen entgegen. So: *Lilium Martagon*, *Polygonatum multiflorum*, *Salix Caprea*, *Corylus Avellana*, *Carpinus Betulus*, *Fagus silvatica*, *Quercus Robur*, *Asarum europaeum*, *Stellaria Holostea*, *Stellaria nemorum*, *Stellaria media*, *Aconitum Vulparia*, *Aconitum Napellus*, *Ranunculus Sardous*, *Actaea spicata*, *Aquilegia vulgaris*, *Berberis vulgaris*, *Dentaria enneaphyllos*, *Peltaria alliacea*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Saxifraga rotundifolia*, *Rosa canina*, *Fragaria vesca*, *Sorbus Aucuparia*, *Rubus Idaeus*, *Rubus fruticosus*, *Orobancha vernus*, *Geranium Robertianum*, *Oxalis Acetosella*, *Mercurialis perennis*, *Acer campestre*, *Impatiens noli tangere*, *Tilia grandifolia*, *Viola biflora*, *Chamaenerium angustifolium*, *Hedera Helix*, *Bupleurum falcatum*, *Chaerophyllum aureum*, *Aegopodium Podagraria*, *Myosotis silvatica*, *Salvia glutinosa*, *Galeobdolon luteum*, *Glechoma hederacea*, *Veronica montana*, *Galium silvaticum*, *Galium Aparine*, *Sambucus nigra*, *Viburnum Lantana*, *Lonicera Xylosteum*, *Adoxa Moschatellina*, *Campanula rotundifolia*, *Campanula Trachelium*, *Campanula rapunculoides*, *Lactuca muralis*, *Adenostyles glabra*, *Senecio nemorensis*, *Senecio silvaticus*, *Arctium Lappa*, *Petasites albus*, *Bellidiastrum Michellii*. Gering ist demgegenüber die Zahl der in Höhlen vorgefundenen, ungleich lichtbedürftigeren Wiesenpflanzen, wie: *Taraxacum officinale*, *Achillea Millefolium*, *Rumex Acetosa*, *Parnassia palustris*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, der xerophytischen Bewohner sonniger Felsen oder Hügel, wie *Carex praecox*, *Sedum album*, *Asperula cynanchica*, *Moecklingia muscosa*, *Euphorbia Cyparissias*, *Reseda lutea*, *Verbascum nigrum*, *Malva Alcea*, der Pflanzen der alpinen Matte und des Gerölles, wie

Valeriana saxatilis, *Campanula pusilla*, *Saxifraga stellaris*, *Arabis alpina*, *Rhododendron hirsutum*, *Rhododendron Chamaecystus*.

Die Gruppe der Ruderalpflanzen ist mit *Chenopodium bonus Henricus*, *Urtica dioica* und *Urtica urens*, *Chelidonium maius* (zu denen man übrigens aus dem vorigen noch *Reseda lutea*, *Verbascum nigrum*, *Stellaria media*, *Malva Alcea*, *Arctium Lappa*, *Geranium Robertianum*, *Campanula rapunculoides*, *Aegopodium Podagraria*, *Taraxacum officinale*, *Galium Aparine*, *Ranunculus Sardous*, *Aconitum Napellus* [Flora der »Läger«] stellen könnte) vertreten. Die Ruderalpflanzen sind überhaupt hinsichtlich ihres Lichtgenusses keine so individualisierte Formation wie etwa Wald und Wiese, die einander so schroff gegenüberstehen. Sie vereinigen in sich sehr heterogene oder, besser gesagt, indifferente Elemente, für welche weniger die Beleuchtungs- als vielmehr die Substratverhältnisse in erster Linie maßgebend sind. Während die früher angeführten Waldschatten-, beziehungsweise Waldrandpflanzen in Höhlen bis zu Lichtabschwächungen von $\frac{1}{70}$ bis $\frac{1}{90}$ (speziell *Geranium Robertianum* und *Lactuca muralis*) vorgefunden wurden, lagen die beobachteten niedrigsten Lichtgenußwerte der Wiesenpflanzen, Xerophyten und alpinen Pflanzen durchwegs viel höher. Die Ruderalpflanzen verhielten sich auch hier intermediär. Von den Wiesenpflanzen wurde *Taraxacum officinale* bis $\frac{1}{10}$ (Lichtgenuß nach Wiesner $= 1 - \frac{1}{12}$), *Achillea Millefolium* bis $\frac{1}{8}$ (blühend), *Rumex Acetosa* bis $\frac{1}{4.8}$, *Parnassia palustris* bis $\frac{1}{16}$, *Convolvulus arvensis* bis $\frac{1}{30}$, *Cirsium arvense* bis $\frac{1}{7}$ angetroffen.

Die angeführten Xerophyten wurden bis zu nachfolgenden Lichtabschwächungen beobachtet: *Carex praecox* ($L = \frac{1}{6.6}$, blühend), *Sedum album* ($L = \frac{1}{10}$, blühend, Lichtgenuß nach Wiesner $1 - \frac{1}{11}$, bis $\frac{1}{38}$ vegetierend), *Asperula cynanchica* ($L = \frac{1}{5}$), *Moehringia muscosa* ($L = \frac{1}{14}$, blühend, $\frac{1}{40}$ nicht blühend), *Euphorbia Cyparissias* ($L = \frac{1}{8}$, nach Wiesner im April bei $\frac{1}{1.4} - \frac{1}{3.9}$ blühend, im Mai und Juni im Walde selbst noch bei $\frac{1}{12}$), *Reseda lutea* ($L = \frac{1}{9}$), *Verbascum nigrum* ($L = \frac{1}{12}$), *Malva Alcea* ($L = \frac{1}{11}$). Von subalpinen und alpinen Pflanzen wurden nur drei bei stärkerer Lichtreduktion beobachtet, nämlich *Adenostyles glabra* (zwischen $\frac{1}{5} - \frac{1}{34}$ blühend), *Arabis alpina* (zwischen $\frac{1}{5} - \frac{1}{34}$ blühend), *Viola biflora* (bis $\frac{1}{34}$ blühend, $\frac{1}{42}$ nicht blühend), bei geringerer Abschwächung dagegen: *Saxifraga stellaris* ($L = \frac{1}{5.5}$ blühend), *Saxifraga rotundifolia* ($L = \frac{1}{5.5}$ blühend), *Valeriana saxatilis* ($L = \frac{1}{12}$), *Campanula pusilla* ($L = \frac{1}{12}$), *Rhododendron Chamaecystus* ($L = \frac{1}{8} - \frac{1}{12}$), *Rhododendron hirsutum* ($L = \frac{1}{5.5} - \frac{1}{12}$). Aus der Gruppe der Ruderalpflanzen wurde *Chenopodium bonus Henricus* bis $\frac{1}{8}$ blühend, *Urtica dioica* bis $\frac{1}{36}$ blühend, bis $\frac{1}{60}$ vegetierend, *Urtica urens* bis $\frac{1}{6.6}$, *Chelidonium maius* bis $\frac{1}{24}$ (Blattentwicklung nach Wiesner bei $L = \frac{1}{2} - \frac{1}{3.8}$ im April, Blüte Ende

April und Mai bei $\frac{1}{3} - \frac{1}{8}$, im Juni und Juli erscheint die Pflanze in noch tieferem Schatten), *Stellaria media* bis $\frac{1}{54}$ (blühend), *Geranium Robertianum* bis $\frac{1}{54}$ (blühend), *Galium Aparine* ($L = \frac{1}{6}$), *Aconitum Napellus* ($L = \frac{1}{16}$), *Campanula rapunculoides* bis $\frac{1}{7 \cdot 2}$, *Aegopodium Podagraria* bis $\frac{1}{24}$ (blühend), *Arctium Lappa* bis $\frac{1}{8}$ (blühend) vorgefunden.

Von den untersuchten 48 Höhlen (davon 46 mit Vorderlichtzufuhr), deren Öffnungen nach den verschiedensten Himmelsrichtungen wiesen (9 Nord, 4 Nordost, 3 Ost, 4 Südost, 11 Süden, 4 Südwest, 6 West, 5 Nordwest), welche Verschiedenheiten der Exposition übrigens wohl auf die Flora vor dem Höhleneingange, nicht aber auf die des Höhleninnern einen merkbaren Einfluß ausüben, schienen mir jene mit reiner Nordlage des Portales deshalb besonders beachtenswert, weil hier die gesamte Innen- (oft sogar auch Außen-) Vegetation im ausschließlichen Genuß eines rein diffusen Lichtes sich befindet, was bei anderer Exposition des Einganges meist nur für die in größerer Tiefe angesiedelten Pflanzen zutrifft.

Über die spezifische Wirkung der direkten und diffusen Strahlung auf die Pflanze ist zur Zeit noch wenig bekannt. Wiesner hat gezeigt, daß im allgemeinen dem diffusen Licht eine viel größere Bedeutung für das Leben der Pflanze zukommt, als dem direkten Sonnenlicht. Derselbe Forscher war es auch, der fand, daß es Pflanzen gibt, die wie *Reseda odorata*, *Impatiens Balsamina*, *Ipomaea purpurea*, *Tropaeolum maius*, *Lepidium sativum* in der Kultur in rein diffusem Lichte, dessen Stärke zirka $\frac{1}{4}$

des Gesamtlichtes betrug, normal blühen, feuchten und keimfähigen Samen hervorbringen, daß aber andererseits zum Beispiel *Sedum acre* unter denselben Verhältnissen nicht zum Blühen gebracht werden kann. Für eine Erweiterung dieser Kenntnisse nun liegen die Verhältnisse in Höhlen mit Nordportalen ungemein günstig. So wurden von mir in Höhlen — bei rein diffuser Beleuchtung blühend ange-

troffen: *Geranium Robertianum*, in XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, XXXVIII, $L = \frac{1}{18}$, XXXVII, $L = \frac{1}{55}$, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (21 m Tiefe), XXX, $L = \frac{1}{12}$, *Lactuca muralis*, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (20 m Tiefe), *Stellaria media*, XVIII,

$L = \frac{1}{54}$ (21 m Tiefe), *Senecio nemorensis*, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (21 m Tiefe), *Adenostyles glabra*, XXVIII,

$L = \frac{1}{34}$, *Viola biflora*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Adoxa Moschatellina*, XXXVII, $L = \frac{1}{20}$, *Urtica dioica*, XVIII,

$L = \frac{1}{54}$ (21 m Tiefe), XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Galeobdolon luteum*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Arabis alpina*, XXVIII,

$L = \frac{1}{34}$, XXXVIII, $L = \frac{1}{18}$, XXXV, $L = \frac{1}{16}$, *Glechoma hederacea*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Bellidiastrum*

Michelii, XXXVII, $L = \frac{1}{8}$, *Saxifraga rotundifolia*, XXXII, $L = \frac{1}{8}$, XXXV, $L = \frac{1}{5 \cdot 5}$, *Saxifraga*

stellaris, XXXV, $L = \frac{1}{5 \cdot 5}$, *Mercurialis perennis*, XXX, $L = \frac{1}{8}$, *Dentaria enneaphyllos*, XXXV,

$L = \frac{1}{5 \cdot 5}$.

So wie sie dürften sich — nach Beobachtungen im Freien in nordseitigen Schluchten — verhalten: *Maianthemum bifolium*, *Asperula odorata*, *Oxalis Acetosella*, *Pirola secunda*, *Cardamine trifolia*, *Helleborus niger*. Vergleichsweise führe ich an, daß Stebler und Volkart unter ihren »lichtfürchtenden« (d. h. auf schwaches diffuses Licht angepaßten Wiesenpflanzen) u. a. *Mercurialis perennis*, *Glechoma*

hederacea, *Viola biflora*, *Lathyrus vernus*, unter den »lichtmeidenden« (die durch direktes Licht geschädigt werden) auch *Bellediastrum Michellii* anführen. Aber auch noch zu anderen Erwägungen gibt der Vegetationscharakter der Höhlen im allgemeinen und jener mit Nordportal im besonderen Anlaß. Nach Engelmann bringen in der Pflanze jene Strahlen die größte assimilatorische Wirkung hervor, welche zur Farbe des Assimilationsapparates komplementär sind. Stahl vertritt nun die Ansicht, daß die Pflanze ihre Assimilationsorgane stets in jener Farbe ausbilde, die zum eingestrahnten Lichte komplementär sei. Von den beiden Komponenten des Rohchlorophylls, dem Chlorophyll und Xanthophyll, befördere ersteres die Assimilation bei Beleuchtung im durchgegangenen (nach Wiesner = direktem) Lichte, letzteres bei Beleuchtung durch zerstreutes (nach Wiesner = diffuses) Licht. Das Chlorophyll vermittele demnach die Ausnutzung der Strahlen von Rot bis Gelb, die, nach Stahl, im direkten Lichte vorwiegen, während das Xanthophyll für die Ausnutzung der blauen bis violetten Strahlen, die im diffusen Lichte vorwalten, bestimmt sei. Gegen diese Auffassung hat schon Wiesner eingewendet, daß dann zum Beispiel Pflanzen nördlicher Standorte, die nur diffuses Licht erhalten, eine ganz spezifische Laubfarbe aufweisen müßten, die eben nur bei ihnen zu finden sei. Nun sind die Tundrapflanzen allerdings fahlgrün, aber dieses Grün kehrt auch bei den Pflanzen subtropischer Wüsten und Steppen, die doch einer sehr starken, direkten Insolation ausgesetzt sind, wieder. Umgekehrt hat schon Kerner (Pflanzenleben, I, 372), auf das Grün der in Höhlen, Grotten, Schächten angesiedelten Pflanzen aufmerksam gemacht, welches frischer und lebhafter sei als jenes, das dieselben Pflanzen außerhalb der Höhle zur Schau tragen. Ich kann diese Tatsache nur rückhaltlos bestätigen. (Auch *Robinia Pseudacacia* und *Amorpha fruticosa* zeigen, an Nordstandorten kultiviert, nach Wiesner daselbst ein dunkleres Grün der Blätter als in anderen Expositionen, wo auch direktes Licht Zutritt hatte.) Gerade darin liegt aber, da man nach der Stahl'schen Lehre eher eine Unterdrückung des blaugrünen Anteiles des Chlorophylls bei Höhlenpflanzen erwarten müßte, ein gewichtiges Argument gegen dieselbe. Stahl hat eben, wie Wiesner betont, eine zu weit gehende Verschiedenheit der spektralen Zusammensetzung des direkten und diffusen Lichtes, wie sie, wenigstens bis zu Reduktionen der Lichtstärke auf $\frac{1}{80}$ herab, nicht besteht, angenommen, und den Strahlen

von Blau bis Violett eine dominierende Rolle im diffusen (oder Schatten) Lichte zugeschrieben, die ihnen in diesem Maße nicht zukommt. Ebenso könnte man zuungunsten der Stahl'schen Lehre das gerade für die dunkelsten Höhlenteile so konstante Auftreten der Cyanophyceen mit ihrem blaugrünen Assimilationsapparate deuten, wofür sich auch in der Flora unserer schattigen Wälder ein Analogon findet. Tragen doch manche dieser Waldschattenbewohner einen ausgesprochenen bläulichen Schimmer ihrer Blätter zur Schau, wofür *Asarum europaeum* wohl das beste Beispiel ist. In Verfolgung des Stahl'schen Ideenganges müßte man dabei aber gerade zu dem entgegengesetzten Resultate kommen, daß nämlich das stark geschwächte Licht des Waldbodens oder Höhleninnern gerade an blauviolettten Strahlen arm sei. Auffallend bleibt es immerhin, daß das schwache Höhlenlicht in größeren Tiefen ungemein langsam auf die lichtempfindlichen Papiere einwirkt und bisweilen selbst nach stundenlanger Exposition nicht einmal der Normalton erreicht wird. Andererseits spricht der Umstand, daß positiv heliotropische Krümmungen an Stengeln von Blütenpflanzen, Farnen und Moosen in den vorderen Höhlenteilen bis zu Lichtabschwächungen von $\frac{1}{50}$ und darunter ungemein ausgeprägt sind, dafür, daß wenigstens dieses Höhlen-

licht noch relativ reich an blauviolettten Strahlen sei, welche ja bekanntlich die stärkste heliotropische Wirkung ausüben. (Nach Versuchen von Wiesner werden bei niedrigen Lichtintensitäten alle Pflanzenorgane, selbst sehr lichtempfindliche, die bei größerer Lichtstärke auch auf Rotorange reagieren, nur im stark brechbaren Lichte heliotropisch.)

Über die für Höhlenpflanzen in Betracht kommenden Besiedlungsfaktoren habe ich mich bereits im ersten Teile dieser Abhandlungen geäußert. Ich fasse dieses Kapitel dahin zusammen, daß man Windverbreitung bei den beobachteten Arten von: *Chenopodium*, *Rumex*, *Urtica*, *Parnassia* (Samengewicht nach Kerner 0.00003 g), *Salix*, *Carpinus*, *Acer*, *Tilia*, *Pellaria*, *Campanula*, *Orobanche*, *Cirsium*, *Lactuca*,

Adenostyles, Taraxacum, Senecio, Tussilago, Achillea, Petasites, Bellidiastrum, Epilobium, Verbreitung durch Schleuderfrüchte bei *Oxalis, Viola, Orobus, Dentaria, Impatiens, Geranium Robertianum*, endozoische Verbreitung bei *Actaea, Berberis, Rosa, Fragaria, Sorbus, Rubus, Lonicera, Sambucus, Viburnum, Hedera, Polygonatum*, epizoische Verbreitung bei *Galium Aparine, Myosotis silvatica, Salvia glutinosa, Arctium Lappa*, synzoische Verbreitung bei *Corylus, Fagus, Quercus*, Myrmekochorie bei *Moehringia, Chelidonium, Reseda, Mercurialis, Galeobdolon, Asarum, Euphorbia, Carex* wird annehmen dürfen.

Wenn auch durch diese Untersuchungen sich die Zusammensetzung und Eigenart der grünen Höhlenvegetation allmählich zu einem abgerundeten Bilde zu verdichten beginnt, so bedarf doch diese Forschung noch der Ausgestaltung in mehr als einer Richtung. Einerseits sind, wie ich schon im ersten Teile betonte, Beobachtungen über den winterlichen Zustand der Höhlenvegetation notwendig, wenn auch schwer durchführbar. Liegen doch hierüber interessante Temperaturbeobachtungen vor. So konnte in der Höhle VI der Peggauer Wand im Winter bei strenger Kälte am Tage eine Temperatur von $+ 16^{\circ} \text{C}$ beobachtet werden! In der Dachstein-Riesen-Eishöhle wurde am 24. III. 1912 bei einer Außentemperatur von $- 0.5^{\circ} \text{C}$ in der Eingangsröhre eine Temperatur von $+ 2^{\circ} \text{C}$, beim großen Abgrund von $+ 4^{\circ} \text{C}$ konstatiert! Andererseits sind, da alle bisher besuchten Höhlen ausnahmslos im Kalk liegen Beobachtungen an Höhlen, die in anderem Gesteine (Sandstein, Schiefer etc.) liegen, wünschenswert, um den Einfluß des Substrates auf die Flora kennen zu lernen. Für die von mir im ersten Teile (1911) geäußerte Ansicht, daß Höhlen als Relikten-Standorte eine besondere Bedeutung zukommen dürfte, habe ich nachträglich eine bedeutsame Bestätigung vorgefunden, indem von Loitlesberger auf der Nordseite des Matajur in 1500 m Seehöhe in einem Eisloch ein sonst nur hochnordisches Lebermoos, *Arnellia fennica*, gefunden wurde, und Herr Direktor Glowacki mir mitteilte, daß er in untersteirischen Höhlen *Didymodon glaucus*, das in Norwegen beheimatet ist, entdeckte. In bryologischer Beziehung dürfte überhaupt eine systematische Durchforschung speziell der Eishöhlen noch manche interessante Aufschlüsse bringen. Es obliegt mir schließlich noch die angenehme Pflicht, Herrn Direktor Glowacki für die Bereitwilligkeit, mit der er sich auch diesesmal der Bestimmung der gesammelten Höhlenmoose unterzog, aufs herzlichste zu danken.

Literaturverzeichnis.

- H. Bock, G. Lahner und G. Gaunersdorfer. Höhlen im Dachstein und ihre Bedeutung für die Geologie, Karsthydrographie und die Theorien über die Entstehung des Höhleneises. Graz 1913.
- G. Gaunersdorfer. Über Höhlenflora. Mitteilungen für Höhlenkunde. IV. Jahrgang. Dezember 1911. Heft 4.
- R. Ott. Illustrierter Führer auf der niederösterreichisch-steirischen Alpenbahn (Mariazeller Bahn). Mit einem Plane der Ötscherhöhlen. Wien 1908.
- F. Kraus. Die eherne Mark. Graz 1897.
- J. Johow. Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela. IV. Ein Ausflug nach der Höhle del Guacharo. (Separatum.)
- Drude. Deutschlands Pflanzengeographie. Ein geographisches Charakterbild der Flora von Deutschland und den angrenzenden Alpen- und Karpathenländern. I. Teil. Stuttgart 1896.
- Rabenhorst. Kryptogamenflora. IV. Bd., Laubmoose. VI. Bd., Lebermoose.
- F. Morton. Die Bedeutung der Ameisen für die Verbreitung der Pflanzen. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines an der Universität Wien. 1912. Nr. 7.
- Heeg. Die Lebermoose Niederösterreichs. Berichte der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1893. Außerdem die im ersten Teile dieser Veröffentlichungen (1911) angeführten Quellen.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl.](#)
[Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt:](#)
[Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [90](#)

Autor(en)/Author(s): Lämmermayr Ludwig

Artikel/Article: [Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. 125-153](#)