

Über die grüne Pflanzenwelt der Baradla-Höhle bei Aggtelek (Ungarn)

Von

L. HAJDU und S. ORBÁN

(Eingegangen am 28. November, 1980)

Abstract: (The green plants of the cave Baradla at Aggtelek, Hungary) A partly compiled check-list of the green plants (apochlorotic Flagellates included) of the Baradla Cave is given. Earlier workers reported 104 algal taxa from the Baradla. Around the lamps 15 algae were living in 1974. There is a very limited coincidence (only two algae are common) between algal species list of the dark flora and that of the lamp flora. 20 moss-species were found at 10-1000 lux light intensity. The ferns are represented only by two species. On the basis of ecological observations some suggestions are given, how to keep the lamp flora at its minimum.

Als Grenzstein erhebt sich in der Geschichte der biologischen Forschung der Baradla-Höhle die bedeutende Arbeit von DUDICH (1932). Der Begründer der ungarischen Höhlenbiologie schreibt folgendes über die grünen Pflanzen der Baradla (l.c. p.66): "Es muss betont werden, dass ich weder gelegentlich meiner früheren Excursionen, noch zu meiner letzten Forschungszeit höhere Pflanzen, also etwa Moospflanzen, Farnpflanzen oder Samenpflanzen in der Höhle gefunden habe. Sogar in den Eingängen nicht, geschweige denn in der ewigen Finsterniss der eigentlichen Höhle... Auch Algen sah ich in den Eingängen nicht, obwohl ich sie, mindestens im Eingang I, erwartet hätte. Ich muss aber jedoch bemerken, dass Herr Prof. Alexander MÁGOCZY-DIETZ, Professor i.R. der Botanik an der Universität zu Budapest, mir nach dem Abschlusse meiner Untersuchungen erwähnt hat, dass er einst Algen in der Region des Einganges I beobachtet hatte, und zwar in den an der Höhlendecke hängenden Sickerwassertropfen. An diesem Punkt muss also die Arbeit eines Algologen einsetzen und die Sachlage aufklären."

In derselben Arbeit sind einige Angaben über farblose Algen. Von diesen schreibt später DUDICH (1959): "Diese Angaben wurden gewohnheitsmäßig unter den Protozoen aufgezählt", aber sie repräsentieren den ersten Algenfund in der Höhle.

Die Höhleneingänge sind hier mit Türen versehen, es gibt keine helle und zur selben Zeit nasse Mündung wo sich eine typische Pflanzengemeinschaft entwickeln könnte. BOROS (1968) erwähnt in seiner Bryogeographie einige bemerkenswerte Moosarten, die im Denevérág in kühlschattigen Orten gedeihen (*Cololejeunea rossettiana*, *Fissidens minutulus*, *Seligeria pusilla*, *Didymodon rigidulus* var. *glaucus*, *Brachythecium glareosum*, *Rhynchostegiella tenella*, *Rhynchostegium rotundifolium*, *Taxiphyllum wissgrillii*).

In früheren Zeiten ermöglichte die geringe Beleuchtung die Bildung einer Lampenflora nicht, deshalb haben sich die Botaniker (CLAUS 1955, 1963, 1964, PALIK 1960) an die Algen gewandt, die sich aus den dunklen Teilen der Höhle isolieren lassen. Die erste Moos-Angabe aus dem Inneren der Höhle finden wir auch in dem Aufsatz von CLAUS (1955): In den Algenkulturen wuchs eine Bryum-Art, deren genaue Identifizierung ohne Sporogon unmöglich war.

In der Baradla-Höhle wurde im Jahre 1935 die elektrische Beleuchtung eingeführt. Die Lampen waren mehrmals umgestellt, und wurden durch immer leistungsfähigeren umgetauscht. Es gab inzwischen kürzere Perioden (z.B. im und nach dem zweiten Weltkrieg), während dessen das

Lampensystem nicht funktionierte. Die Höhle empfing immer mehr und mehr Besucher und dadurch nahm auch die Beleuchtungsdauer zu. Die Ausdehnung der Sommer-Besuchersaison liess der Höhle immer kürzere dunkle Ruheperioden. Die ersten grüne Überzüge um die Lampen herum wurden zwischen 1965-70 wahrgenommen. Als unsere Proben gesammelt wurden (1974), waren schon schön breite Algenflecken zu finden, hie und da erschienen sogar Moose und Farne. Die Breite der einzelnen Bewuchsflecken ist nur dort grösser als ein halbes Meter, wo auf den interessanteren Tropfsteinbildungen das Licht mehrerer Scheinwerfer sich konzentriert. Ihrer Schönheit wegen bekamen diese Bildungen seit langem (d.h. auch bei früheren Lampensystemen) Licht in bedeutendem Masse. Auch hier ist also die allgemeine Erfahrung treffend: die Verpflanzung der Höhle d.h. die Lampenflora gefährdet in erster Linie die wertvollsten Tropfsteine.

Die rasche Entwicklung der Lampenflora in der Baradla zwang uns dringend die Arten zu untersuchen die diese Invasion verursachen. Unser Bestrebungen förderte die Tatsache, dass aus dieser Höhle überhaupt keine Lampenflora Funde in der Literatur (BOROS 1964, VAJDA 1966, VERSEGHY 1965, VÖRÖSS 1969) vorzufinden waren.

Im ersten Teil der Arbeit wird eine zusammenfassende Artenliste der Algen der Dunkelflora gegeben, im zweiten Teil werden die Algen, Moose und Farne der Lampenflora aufgezählt, der dritte Teil befasst sich mit der Ökologie der Höhlenpflanzen, abschliessend bringen wir praktische Vorschläge für Art und Weise einer Bekämpfung.

1. Die Dunkelflora

1.1. Bemerkungen zur Methodik der Dunkelflorauntersuchung

Eigene Untersuchungen über die Dunkelflora der Baradla wurden nicht durchgeführt. Die Notwendigkeit einer Zusammenfassung der früheren verstreuten Resultate bzw. derer Richtigstellung begründet den nachfolgenden kompilativen Teil der Arbeit. Die Dunkelflora-Untersuchungen wurden nicht immer mit völlig exakten Methoden durchgeführt. CLAUS (1955) führte das indirekte Kultivierungsverfahren ein. An anderer Stelle (CLAUS 1962 p.195) begründet er sein Verfahren folgendermassen: "Das gewonnene Material wurde im Pflanzensystematischen Institut der Budapester Universität Eötvös Loránd mit steriler Knop Nährlösung aufgegossen, um zu erreichen, dass sich die in geringer Anzahl anwesenden und daher sehr schwer prüfaren Algen vermehren".

Hier besteht jedoch eine Fehlerquelle, die bei der Auswertung der Ergebnisse unbedingt berücksichtigt werden muss. Weil diese Vermehrung unter sehr abweichenden ökologischen Verhältnissen abläuft, enthält die Artenliste einerseits mehr, andererseits weniger Arten als in der Dunkelflora tatsächlich lebten (HAJDU 1971). Eine ständige Fehlerquelle ist ferner die Infektion solcher Algenkulturen im Laboratorium. PALIK z.B. goss die in Petri Schalen kultivierten Algen von Zeit zu Zeit mit steriler Nährlösung auf. Die zweite Untersuchungsserie von CLAUS (1964) dient als Beweis dafür, dass die Artenliste auch solche Arten enthielt die in der Höhle nicht lebten. Nachdem CLAUS die an der Oberfläche kultivierten Proben in die Höhle zurückgebracht hatte, erfolgte eine rasche Verminderung der Artenzahl. Die erörterte Kultivierungsmethode bietet leider keine Information über die wahren quantitativen Verhältnisse der Dunkelflora. Mit diesem Verfahren könnte man nur die potenzielle Lampenflora festsetzen. Es wird jedoch erwiesen, dass in der Baradla-Höhle praktisch keine Übereinstimmung bezüglich der Artenzusammensetzung zwischen den Angaben von CLAUS und der heute existierenden Lampenflora besteht.

1.2. Die Resultate der früheren Dunkelflora-Untersuchungen

Der Ausdruck Dunkelflora wurde aufgrund einer Analogie mit den DOBAT'schen (1963) Begriff Lampenflora festgelegt. Wir verstehen darunter die Gesamtheit jener Pflanzen die in dunklen Teilen der Höhlen vegetieren, bzw. davon gezüchtet werden können. In der folgenden Liste der Dunkelflora sind die Algenta innerhalb der Stämme alphabetisch angeordnet und kontinuierlich nummeriert. Die einzelnen Taxa wurden mit den, den systematischen-taxonomischen Gesichtspunkten heute entsprechenden Namen im Verzeichnis aufgeführt, so ist z.B. anstatt Tetrapedia reinschiana

f. agtelekiensis ist Tetraedron minimum var. tetralobulatum f. agtelekiensis korrekt, wie dies auch von CLAUS selbst (1963 p. 271) festgestellt wurde. Wo es erforderlich war, wurde eine orthographische Korrektur durchgeführt, z.B. anstatt dudiciana ist dudichiana richtig (c.f. STAFLEU et al 1972, Artikel 73).

Cyanophyta

1. *Chlorogloea microcystoides* Geitl.
(*Baradlaia speluncaecola* Palik keine Alge, siehe später).
 2. *Gloeocapsa montana* Kütz. f. *fenestralis* (Kütz.) Hollerb. (= *Gloeocapsa granosa* /Berek./ Kütz.).
 3. *Gloeocapsa mellea* Kütz.
Gloeocapsa granosa (Berek.) Kütz.
siehe Nr. 2.
 4. *Gloeocapsa punctata* Näg.
 5. *Gloeotheca vibrio* N. Carter
 6. *Hapalosiphon intricatus* W. et G.S. West
 7. *Lyngbya amplivaginata* Van Goor
 8. *Lyngbya diguetii* Gom.
 9. *Lyngbya erebii* W. et G.S. West
 10. *Lyngbya martensiana* Menegh.
 11. *Lyngbya palikiana* Claus
 12. *Microcystis parasitica* Kütz.
 13. *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot
 14. *Oscillatoria agardhii* Gom.
 15. *Oscillatoria animalis* Ag.
 16. *Oscillatoria chlorina* (Kütz.) Gom.
 17. *Oscillatoria dudichiana* Claus
 18. *Oscillatoria geminata* (Menegh.) Gom.
 19. *Oscillatoria guttulata* Van Goor
 20. *Oscillatoria irrigua* (Kütz.) Gom.
 21. *Oscillatoria limnetica* Lemm.
 22. *Oscillatoria neglecta* Lemm.
 23. *Oscillatoria profunda* Kirchn.
 24. *Oscillatoria pseudoangusta* Claus
var. *brevicellulata* Claus
 25. *Oscillatoria pseudogeminata* G. Schmid.
 26. *Oscillatoria tenuis* Ag.
 27. *Oscillatoria tenuis* Ag.
var. *symplociformis* (Hansg.) Elenk.
 28. *Oscillatoria woronichinii* Anissim.
 29. *Phormidium dimorphum* Lemm.
 30. *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom.
 31. *Phormidium frigidum* Fritsch
 32. *Phormidium henningsii* Lemm.
 33. *Phormidium molle* (Kütz.) Gom.
 34. *Phormidium pristleyi* Fritsch
 35. *Plectonema puteale* (Kirchn.) Hansg.
 36. *Plectonema schmidlei* Lítan.
 37. *Pseudanabaena tenuis* Koppe
 38. *Schizothrix cyanea* (Nag.) Geitl.
 39. *Schizothrix fragilis* (Kütz.) Gom.
 40. *Spirulina laxa* Smith.
 41. *Synechococcus elongatus* Näg.
Tetrapedia reinschiana Arch.
f. *agtelekiensis* Claus siehe Nr. 103.
 42. *Tetrachloris inconstans* Pascher
 43. *Tolyphothrix distorta* (F.Dan.) Kütz.
- Farblose Flagellaten
44. *Astasia curvata* Klebs
 45. *Astasia klebsii* Lemm.
 46. *Bodo angustus* Bütschli
 47. *Bodo celer* Klebs
 48. *Bodo ovatus* Stein
 49. *Bodo putrinus* Lemm.
 50. *Bodo rostratus* Klebs
 51. *Bodo saltans* Ehr.
 52. *Bodo* sp.
 53. *Cercobodo agilis* Moroff
 54. *Cercomonas crassicauda* Alex
 55. *Cercomonas longicauda* Duj.
 56. *Codonosiga botrytis* Ehr.
 57. *Cyathomonas truncata* Ehr.
 58. *Euglena proxima* Dang.
 59. *Euglenopsis vorax* Klebs
 60. *Mastigamoeba invertens* Klebs
 61. *Mastigamoeba reptans* Stokes
 62. *Menoidium incurvum* Fres.
 63. *Monas arhabdomonas* Meyer
 64. *Monas dangeardii* Lemm.
 65. *Monas guttula* Ehr.
 66. *Monas obliqua* Schew.
 67. *Monas vivipara* Ehr.
 68. *Monas vulgaris* (Clenk.) Senn
 69. *Oicomonas mutabilis* Kent
 70. *Oicomonas termo* Kent
 71. *Percinema trichophorum* Ehr.
 72. *Petalomonas* sp.
 73. *Phacus triquetus* (Ehr.) Duj.
 74. *Phyllomitris undulans* Stein
 75. *Pleuromonas jaculans* Perty
 76. *Polytoma uvella* Ehr.
 77. *Proleptomonas faecicola* Wood
 78. *Tetramitus rostratus* Perty
 79. *Trachelomonas intermedia* Dang.
- Chrysophyta
80. *Amphora ovalis* Kütz. var. *pediculus* Kütz.
 81. *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Agh.
var. *minor* Grun.

82. *Diatoma vulgare* Bory
 83. *Fragilaria brevistriata* Grun.
 84. *Fragilaria virescens* Ralfs
 85. *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabb.
 86. *Gomphonema bohemicum* Reich. et Fricke
 87. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.
 88. *Navicula mutica* Kütz.
var. *nivalis* (Ehr.) Hust.
 89. *Nitzschia thermalis* Kütz. var. *minor* Hilse
 90. *Ochromonas ovalis* Dofl.
 91. *Ophiocytium parvulum* (Perty) A. Braun
- Chlorophyta
92. *Chaetophora elegans* (Roth) Agh.
 93. *Chlorella miniata* (Näg.) Oltm.

94. *Chlorella simplex* (Art.) Mig.
95. *Chlorococcum infusionum* (Schränk) Menegh.?
(*Gloeococcus schroeterii* (Chod.) Lemm.
siehe Nr. 102
96. *Horomidium flaccidum* A.Br. (f. *typica* Heer)
97. *Oocystis pusilla* Hansg.
98. *Pleurococcus vulgaris* Menegh.
(= *Protococcus anulatus* Pasch.)
99. *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Agh.) Kütz.
100. *Sorastrum simplex* Wille
101. *Stichococcus bacillaris* Næg. f. *minor* Næg.
102. *Sphaerocystis schroeteri* Chod.
103. *Tetraedron minimum*
var. *tetralobulatum* (Reinsch) Claus
f. *aggtelekiensis* Claus
104. *Tetraspora tarnayana* Claus

Diese Artenliste wurde aufgrund folgender Arbeiten zusammengestellt (die Zahlen sind die laufenden Nummern der Arten die in der betreffenden Arbeit erwähnt wurden):

DUDICH (1932): 44, 52, 56, 57, 59, 62, 68, 71;

CLAUS (1955): 1-43, 80-104;

VARGA TAKÁCS (1960): 45-51, 53-55, 58, 60, 61, 63-70, 74-78;

PALIK (1960b): 3, 4, 41.

Es gibt ferner Aufsätze die frühere Angaben wiederholen, bzw. zusammenfassen, wie z.B. CLAUS (1964), PALIK (1960a, 1964), DUDICH (1965), HAJDU (1971). Nicht näher determinierte Algen erwähnt VARGA (1959, p. 440): "Schliesslich muss noch erwähnt werden, dass in dem aus einem Tümpel hinter dem Königsbrunnen gesammelten Material ... in verhältnismässig grosser Anzahl von Diatomeen (Bacillariophyta) vorkamen, die zweifellos lebend fixiert wurden. Sie gehörten dem Formenkreise *Naviculae* und *Cymbellae* an, welche aber in dem Material der übrigen Sammelstellen nicht vorhanden waren." Die endemische Alge *Baradlaia speluncaecola* Palik (1960b) erwies sich als anorganisches Lublinitkristall (HAJDU 1980). KOL (1966) gab keine neue floristische Angabe für die Höhle, sie verfolgte den Wachstum axenischer Algenstämme in der Dunkelheit.

2. Lampenflora

2.1. Algen

2.1.1. Methoden

Bei unseren Untersuchungen wurde die direkte Probenentnahme angewandt, d.h. der in genügender Menge vorhandene Überzug wurde abgekratzt und mit gepuffertem 2% Formol sofort fixiert. Eine parallele unfixierte Probenreihe wurde auch mitgebracht um die zur Bestimmung notwendigen Lebensformen (z.B. Zoosporen) züchten zu können.

2.1.2. Die Artenliste der in der Lampenflora lebenden Algen

Cyanophyta

1. *Aphanocapsa endophytica* ?

In der Gallerte von *Gloeotheca rupestris* sind oft kleine farblose-blaue Kügelchen von 1-1,5 µm Durchmesser zu sehen. Die Zellen sind kleiner als gewöhnlich (2 µm), so besteht in der Bestimmung eine gewisse Unsicherheit.

2. Gloeotheca rupestris (Lyngb.) Born.

In den Zellen sind oft dunkle Punkte (Kernsubstanz?) zu erkennen. Fundort: Hentesüzlet (massenhaft), Tigristerem, Aggtelek beim Eingang.

3. Lyngbya erebii W. et G.S. West

Die in engen Gallerthüllen eingebetteten Fäden sind bei den Querwänden oft eingeschnürt, und dadurch erscheinen die Fäden als Perlstäbe. Fundort: Hentesüzlet, Aggtelek Eingang. Diese Blaualge wurde auch von CLAUS aus der Höhle isoliert.

4. Lyngbya limnetica Lemm. ?

Die gefundenen Exemplaren stimmen mit der Artbeschreibung überein, nur die aerophytische Lebensweise erweckt gewisse Zweifel. Fundort: Hentesüzlet.

5. Pseudanabaena catenata Lauterb.

Fundort: Hentesüzlet.

6. Synechococcus elongatus Næg.

Die Breite der Zellen ist etwas grösser (2-3 µm) als im Allgemeinen. Fundorte: Aggtelek grosse Kurve, Tigristerem, Hentesüzlet, Margit-terem, Szinpad. Diese Alge ist auch Vertreter der Dunkelflora: CLAUS - aggteleker Eingang, PALIK - Lávafolyó.

Chrysophyta

7. Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun. f. capitata O. Müll.

Nicht diese Form, sondern die Art selbst wurde von CLAUS aus der Probe Királyné Kútja gezüchtet. Unser Fundort: Hentesüzlet.

8. Navicula contentata Grun.

9. Navicula contentata Grun. f. biceps Arn.

Die Art und ihre Form kommen fast in allen Proben vor. In grösserer Zahl lebten sie bei Aggtelek, Szinpad und Bejárati terem.

10. Nitzschia hantzschiana Rabh.

Fundorte: Aggtelek, grosse Kurve, Hentesüzlet.

11. Pinnularia microstauron (Ehr.) Cleve

Fundort: Hentesüzlet, Szinpad.

Chlorophyta

12. Chlamydomonas sp.

Es ist uns nicht gelungen, diese Alge genau zu bestimmen, weil die Planktonform in der Kultur nicht erreicht wurde. Die Zellen sind etwas kleiner als die der geselligen Gloeocystis ampla, mit einem roten länglichen Stigma. Diese palmelloide Chlamydomonas lebte gemeinsam, aber in gut getrennten Kolonien mit der erwähnten Gloeocystis. Fundort: Hentesüzlet.

13. Gloeocystis ampla Kütz.

Die auf Felsen allgemein verbreitete Gloeocystis rupestris wäre hier in der Höhle zu erwarten, die Zellen sind aber ausgesprochen länglich. Sehr verbreitet: Hentesüzlet, Aggtelek Eingang, Szinpad, Tigristerem.

14. Chlorococcum humicolum (Næg.) Rabh.

Fundorte: Aggtelek Eingang, Hentesüzlet. Diese Art ist ausschliesslich durch ihre aerophytische Lebensweise von der planktischen Chlorococcum infusionum (Schränk) Menegh. zu trennen. Letztere Art hat CLAUS aus der Höhle erwähnt "right side of the street between Bridge 1 and Kings Well - few; more in Nádor street 400 to 500 m." Doch an diesen zwei Stellen kann man keine Planktonproben, sondern nur Bewuchsproben nehmen, so müssen wir behaupten, dass es sich bei der Angabe um Chlorococcum humicolum handelt.

15. Binuclearia tectorum Rabh.

Beim Hentesüzlet gefunden, Fadendicke 10-15 µm.

Andere Organismen des grünen Bewuchses

An einigen Stellen bilden die Rhizoiden und Protonema-Fäden der Moose eine so grosse Biomasse, dass sie die der Algen überwiegt. Der Bewuchs ist dicht von Pilzhypen durchflochten. Viele Bakterien, tierische Excrementgranulen, die Tiere selbst (Nematoda, Rotatoria, Amöba) weisen auf eine gut entwickelte, diverse Nahrungskette hin.

2.2. Höhere Kryptogamen

2.2.1. Methoden

Das Sammeln der Moose und Farne wurde am 20. Mai 1974 bei Aggtelek, am 8. März 1975 bei Jósvalf durchgeführt. Bei Aggtelek wurde die Entfernung der einzelnen Arten von den Lampen und die aktuelle Lichtstärke (PU 150 luxmeter) bestimmt, bei Jósvalf wurde nur die Entfernung gemessen.

2.2.2. Artenliste der höheren Kryptogamen

Moose

Die folgenden Moose wurden in der Umgebung von 20 Ganglampen und um 2-3 Reflektoren gefunden:

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dum.
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.
Fissidens taxifolius Hedw.
Gymnostomum calcareum Neew et Hornsch.
Trichostomum brachydontium Bruch.
Barbula unguiculata Hedw.
Didymodon rigidulus
var. *glaucus* (Ryan) Wijk et Marg.
Funaria hygrometrica Hedw.
Leptobryum pyriforme (Hedw.) Wils.
Bryum capillare Hedw.

Bryum flaccidum Brid.
Bryum ruderales Crundw. et Nyh.
Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce
Amblystegium serpens (Hedw.) B.S.G.
Amblystegium juratzkanum Schimp.
Brachythecium velutinum (Hedw.) B.S.G.
Brachythecium glareosum (Spruce) B.S.G.
Eurhynchium swartzii (Turn.) Curn.
Eurhynchium schleicheri (Hedw.f.) Milde
Plagiothecium cavifolium (Brid.) Iwats.
Plagiothecium denticulatum (Hedw.) B.S.G.

Im Vergleich zu anderen belichteten Höhlen Ungarns ist Baradla auffallend artenreich. In der Abaliget-Höhle wurden (VÖRÖS 1969) 12 Arten gefunden, bisher wurde diese Höhle als die artenreichste betrachtet.

Das einzige Lebermoos ist *Pellia*, die anderen sind Laubmoose. *Pellia endiviifolia* und *Cratoneuron filicinum* sind hygrophytone, *Gymnostomum calcareum* und *Amblystegium juratzkanum* hygro-mesophytone, *Ceratodon purpureus*, *Trichostomum brachydontium*, *Barbula unguiculata*, *Bryum ruderales* sind xerophytone, *Funaria hygrometrica* und *Brachythecium glareosum* sind zu letzter xero-mesophytone.

75% aller Arten sind zirkumpolar, 15% kosmopolit, 10% submediterranean-subatlantisch. In der Lampenflora finden erstens die zirkumpolaren, zweitens die kosmopoliten Arten ihre Lebensbedingungen. Die Arten die zu den anderen Florenelementen gehören, kommen in geringerer Anzahl in der Baradla vor. Unter den 21 aufgezählten taxa waren drei mit Sporogone vertreten: *Funaria hygrometrica*, *Leptobryum pyriforme*, *Eurhynchium schleicheri*, der Rest war steril. Vegetative Vermehrungskörper (Brutkörper, Propagula) waren bei *Pellia endiviifolia*, *Leptobryum pyriforme*, *Bryum flaccidum*, *Bryum ruderales*, *Plagiothecium denticulatum* vorhanden. Die in Ungarn seltene Art *Bryum ruderales* wurde eben aufgrund ihrer grossen roten Sprossen bestimmt.

Es ist eine angenehme Pflicht den Herrn L. VAJDA und Dr. K. DOBAT über wertvolle Bemerkungen bezüglich des Manuskriptes und für die Bestimmung zweier Moose auch an dieser Stelle unseren besten Dank zum Ausdruck bringen zu dürfen.

Aus floristischen Gesichtspunkt sind Gymnostomum calcareum und Bryum ruderales zu erwähnen. Gymnostomum calcareum lebt nicht im Tornaer-Karszt, ein Vorkommen in der Baradla-Höhle ist eine echte Überraschung. Das andere, im unseren Lande seltenes Moos Bryum ruderales ist sowohl ausserhalb der Höhle als auch in der Höhle zu finden.

Keine der angetroffenen Moose sind echt troglobiont-troglophil, d.h. sie leben nicht nur in Höhlen, sondern eher in anderen Biotopen der Karstgebirge. Auf diese Tatsache wurde schon längst (MAHLER 1960, DOBAT 1966) hingewiesen: die Lampenflora besteht fast ausschliesslich aus hygro-mesophytische fels- und waldbewohnende Moose. Es wäre noch hinzuzufügen, dass auch einige xerophyten-Arten in unmittelbarer Nähe der Lampen ihre Lebensbedingungen finden können. Unter den 21 untersuchten Moose sind viele (Ceratodon purpureus, Amblystegium serpens, Platythecium cavifolium, Bryum capillare, Funaria hygrometrica usw.) im Freien gewöhnlich. Doch waren hier auch einige seltenere Taxa (Didymodon rigidulus var. glaucus, Brachythecium glareosum, Trichostomum brachyodontium, Bryum ruderales) beobachtet.

Die Moosarten sind in der Höhle nicht gleichmässig verteilt, d.h. nicht bei allen Lampen leben Moose, und wenn vorhanden sind, nicht in gleicher Artenzusammensetzung. Als Beispiel sollen einige typische Fälle erwähnt werden.

Der artenreichste Biotop mit sieben Arten (Fissidens taxifolius, Trichostomum brachyodontium, Cratoneurum filicinum, Amblystegium serpens, Brachythecium velutinum, Brachythecium glareosum, Eurhynchium schleicheri) war unweit vom Jósvalóer Eingang zu beobachten, der sich um einen schwachen Reflektor in einer Vertiefung ausbildete. Eine andere Gesellschaft von fünf Arten (Pellia endiviifolia, Bryum flaccidum, Amblystegium serpens, Amblystegium juratzkanum, Eurhynchium schwartzii) wurde 1,5 Meter von einer anderen Lampe entfernt beobachtet. Im aggregierten Teil wurde im Saal Hangverseniterem eine Lebensgemeinschaft von fünf Arten angetroffen (Fissidens taxifolius, Trichostomum brachyodontium, Cratoneurum filicinum, Amblystegium juratzkanum, Bryum ruderales) gefunden. Lampenmoose kamen insgesamt bei 18 Ganglampen und 2 Reflektoren vor. Ausser der oben erwähnten drei Stellen liessen sich nur Gesellschaften von 2-4 Arten bei den einzelnen Lampen beobachtet.

Unter dem Einflusse des reduzierten und periodischen Lichtes zeigen die Moose gewisse morphologische Veränderungen. Über Abweichungen in der Anatomie und Morphologie der Moose wurde schon von mehreren Forschern (HOFFMANN in: MORTON 1927, DOBAT 1966) berichtet. In der Baradla konnte die wohlbekannte Erscheinung der Etiolierung beobachtet werden, so waren z.B. bei Eurhynchium die an Felsen kriechenden Stengel 20-30 cm lang. Sehr lange Stengel entwickelt ferner Amblystegium serpens, Amblystegium juratzkanum und Cratoneurum filicinum, die acrocarpen Moose besitzen an den langen Stengeln schütter stehende schmal-längliche Blätter. Bei 5-6 cm grossen etiolierten Fissidens taxifolius waren die Blätter an 1,5-2 cm langen Strecken kürzer, dann länger. Diese merkwürdige Tatsache ist auf die Unterschiede der Beleuchtungsdauer im Sommer und Winter zurückzuführen (DOBAT 1966). Leptobryum pyriforme wurde in zwei Morphotypen in der Lampenflora gefunden. Der eine Typ ist beim "Óriások terme" zu finden. Dieser weicht kaum von dem an der Erdoberfläche ab, bringt sogar Sporogon! Der andere Typ war bei einer Gangbeleuchtungslampe im Teil von Jósvaló zu sehen. Hier war der dünne Stengel dicht von braunen Rhizoiden bedeckt, die kleinen Blätter waren anschmiegend. Man konnte diese Pflanze nur aufgrund der Brutkörper reichlich produzierenden Rhizoiden bestimmen. Gleichfalls kann man die Verlängerung (6-7 cm) und das Starrwerden der Seta bei Funaria hygrometrica einer Höhleneinwirkung zugeschrieben werden.

Farne

Die Farne sind in der Höhle mit Cystopteris fragilis Bernh. und Asplenium trichomanes L. vertreten. Cystopteris ist häufiger, wurde neben fünf Lampen angetroffen. Das schönste, 11 cm lange Exemplar wurde im Tigrissaal, 1 m von einem grossen Schweinwerfer (20 000 lux) entfernt, gefunden. Der grösste Cystopteris-Bestand wurde 1975 im Kaffka-Saal entdeckt, wo in einer Entfernung von 1-2 m von einem Reflektor eine 2 m² grosse Fläche dicht bedeckt war.

3. Ökologie der Höhlenkryptogamen

3.1. Algen

Das Auffinden der in dunklen Teilen der Baradla-Höhle lebenden Algen erregte seinerzeit ein grosses Aufsehen. Heute ist es schon allgemein bekannt, dass viele Algen fähig sind im Dunklen eine heterotrophe (chemoorganotrophe) Lebensweise zu führen. Eine Art Massenkultivierung führt man in Japan sogar auf diese Weise durch. In die Höhle wird viel organischer Detritus hineingebracht, die Holzbrücken (CLAUS 1962), die Spalierbäume, die von den Besuchern weggeworfenen Abfälle bieten entsprechendes Substrat für manche Algen. Wir wissen ferner, dass der Untergangsprozess mancher Algen (z.B. wegen Lichtmangel) kann Monate-Jahrelang sich in die Länge ziehen. An der Grenze ihres Existierens können diese Pflanzen ihre Lebensfähigkeit dauerhaft behalten (SCHWABE 1966). Eins steht fest: der dunkle Abschnitt der Höhle ist auch für die anspruchlosen Algen ein ungünstiger, energiearmer Lebensraum, dort wächst eine geringe Algenmenge, welche eben ihrer Spärlichkeit wegen keine Höhlenschutzprobleme bedeutet. Diese obligat oder fakultativ heterotrophen Organismen können ihre Bedeutung in der Nahrungskette der Höhle haben, d.h. sie bereichern die Nahrungsquelle der Höhlentiere.

Nach der Einführung der elektrischen Beleuchtung entwickelt sich mit einer schnell zunehmenden Biomasse die Lampenflora, die über eine bestimmte Menge hinaus schon die Schönheit der Höhle gefährdet. Es wäre anzunehmen, dass die Dunkelflora nur quantitativ zunimmt, die Artenzusammensetzung bleibt fast die gleiche. Bei unseren Untersuchungen war aber kaum eine Übereinstimmung mit den Angaben von CLAUS, mit Sicherheit sind nur zwei Arten wiedergefunden worden. Diese Erscheinung ist erstens auf die bedeutenden Unterschiede der ökologischen Gegebenheiten in den zwei Biotopen zurückzuführen, zweitens können uns die methodischen Fehler der Dunkelfloraforschung auch irreführen. CLAUS z.B. fand in der Baradla überraschend viele Blaualgen, wie auch schon von DOBAT (1963) darauf hingewiesen wurde. Eine mögliche Ursache dessen mag sein, dass die Kulturen wahrscheinlich kurz ausgetrocknet waren und so konnten die sehr widerstandsfähigen Blaualgen sich vermehren. Die unentbehrlichen sterilen Verhältnisse waren damals nicht immer gesichert.

Die Bestimmung der in der Lampenflora lebenden Algen ist nicht nur aus floristischem Gesichtspunkt interessant, sondern die Analyse bietet wichtige Informationen für die Naturschwärmer, die sich um die Schönheit der Höhle beängstigen. Aufgrund der Buntheit, der Diversität der Flora können wir den jeweiligen Stand der pflanzlichen Invasion beurteilen. Mit der Zeit vollzieht sich folgende Sukzession in der Lampenflora. Zuerst erscheinen einige Blaualgen in Lampennähe. Später kommen immer mehr Arten vor, der Pflanzengürtel wird breiter, anstatt der Blaualgen dominieren die Grünalgen, die am Ende von den Moosen und Farnen unterdrückt werden. In der Baradla kommt eine Blaualge neben den Lampen, wo es noch keinen mit blossen Auge sichtbaren Pflanzengürtel gibt, vor. Diese ähnelt an Gloeothece rupestris, konnte aber ihrer Spärlichkeit wegen nicht näher bestimmt werden.

Diese Pioniere halten mehr Wasser zurück, so bieten ein Substrat für Bakterien und Pilze, in den Exkrementen der pflanzenfressenden Tiere können sich saprophile Pflanzenarten vermehren. Die Lebensgemeinschaft wird immer artenreicher, die Stoff- und Energieströmung fliesst durch immer mehrere Zweige. Die Biotope mit schlechterer Wasserversorgung beherrschen die Blaualgen (z.B. in der Lampennähe, wo die austrocknende Wirkung durch infrarote Strahlung am grössten ist). An Stellen, wo eine ausreichende Wasser- und Lichtmenge gesichert ist, gedeihen die Grünalgen, die aber an den besten Stellen von Moosen und Farne unterdrückt werden (DOBAT 1963). Die unter schlechteren Lichtverhältnissen lebenden Algen sind viel dunkler (ganz bis blaulich-schwarz) als ihre Artgenossen an günstiger beleuchteten Orten. Diese Zonation zeigt sich an den Felsen bei weitem nicht in Form gut trennbarer Streifen, da das Mikrorelief des Steines, die verschiedenen Wasserquellen einen starken Einfluss an die örtlichen Licht- und Wasserverhältnisse ausüben. Endlich bekommen wir ein buntes mosaikartiges Bild, das anfangs auch vom Zufall beeinflusst wird, da nicht überall Sporen hingelangen wo ihnen Lebensverhältnisse gesichert werden. Diese Lücken werden später von den herumkriechenden Tieren (DOBAT 1963) oder durch Nachschub von der Erdoberfläche (durch Luftströmung, durch antropogene Verschleppung usw.) ausgefüllt.

Es muss betont werden, dass die Algen sich in geometrischer Progression vermehren. In der Höhle können wir lange nur einige kleine grüne Flecken sehen, die nicht allzu gefährlich erscheinen, dies wäre der geeignete Zeitpunkt für einen rationalen Höhlenschutz. Leider nur wenn die Not am grössten ist, kann die Aufmerksamkeit einer Umgestaltung bzw. Bekämpfung erweckt und

die dazu nötige finanzielle Unterstützung erlangt werden, doch ist dies bei Umweltschutzfragen des öfteren der Fall. Mit der Zeit steigert sich nämlich zunehmend die Vermehrungsrate und die Invasion verbreitert sich explosionsartig, in einigen Jahren werden alle günstigen Stellen bewachsen. Für diese letzte tragische Periode ist das Ansiedeln und das Vermehren der höheren Kryptogamen (Moosen, Farne) charakteristisch.

3.2. Die ökologischen Verhältnisse der höheren Kryptogamen in der Lampenflora

Das Bild der Lampenflora wird durch drei wichtige ökologische Faktoren (Temperatur, Feuchtigkeit, Licht) geformt. Obwohl die Temperatur in der Höhle sehr konstant ist, kann man in Lampennähe eine bedeutende Erwärmung und gleichzeitig eine niedrigere Luftfeuchtigkeit wahrnehmen. Der zweitwichtigste Faktor ist für die Höhlenpflanzen eine ausreichende Wassermenge. Einen Beweis dafür liefern unsere Ergebnisse, nur bei 20 der von uns untersuchten über hundert Ganglampen eine Lampenflora existierte, und zwar bei solchen Lampen, deren Umgebung von sickernem Wasser ständig befeuchtet ist.

Als allerwichtigster, sozusagen als Kausal-Faktor bei der Ausbildung der Lampenflora ist das Licht zu betrachten. In Tabelle 1 wurden die einzelnen Arten nach abfallenden Lichtgenuss geordnet. In der Baradla leben die Moose in einem Lichtintervall von 10 bis 1000 lux. Die lichtreichen Stellen (180-1000 lux) beherrschen im allgemeinen die xerophyten Arten. Die an der Erdoberfläche in schattigen Biotopen lebenden mesophyten Arten erscheinen schon bei einer Lichtmenge von 10 lux und sind auch bei 540 lux zu finden. *Plagiothecium cavifolium*, diese in Engpässen oft vorzufindende Art, lebt in der Höhle bei 10-20 lux. DOBAT (1966) zieht die Lichtgrenze der Moose zwischen 250-140 lux, bzw. im Falle von *Fissidens bryoides* zwischen 90-80 lux. Unsere Messungen unterstützen im Grunde genommen diese Grenzwerte, jedoch haben wir bei bedeutend geringeren Lichtmengen (10-20, 40, 100 lux) Moose finden können. Es ist bemerkenswert wie lange Moose ohne Licht auskommen können (RAJCZY 1978).

Tabelle 1. Lichtgenuss der einzelnen Moosarten in dem Aggtelek-Teil der Baradla-Höhle

Moosarten	Lichtgenuss lux									
	10-20	40	100	180	250	350	470	540	600	1000
<i>Ceratodon purpureus</i>										+
<i>Trichostomum brachyodontium</i>		+			+			+	+	+
<i>Dydimodon rigidulus</i> var. <i>glaucus</i>									+	
<i>Eurhynchium swartzii</i>						+			+	
<i>Bryum ruderales</i>					+			+		
<i>Amblystegium juratzkanum</i>					+			+		
<i>Cratoneuron filicinum</i>					+			+		
<i>Fissidens taxifolius</i>					+			+		
<i>Barbula unguiculata</i>				+						
<i>Bryum capillare</i>			+							
<i>Amblystegium serpens</i>	+						+			
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	+	+								
<i>Plagiothecium cavifolium</i>	+									

In der Tabelle 2 ist die Entfernung der gefundenen Moose von den Lampen vorgezeigt. Die meisten Arten leben 10-20 cm von den Glühbirnen entfernt, die Zahl der Arten verringert sich schnell, und bei 50 cm lebt nur noch eine Art. In der Umgebung der grossen Scheinwerfer sind Moose selten zu finden, wenn doch, so leben diese in 1-1,5 m Entfernung. Der 10-20 cm weite Abstand von den Ganglampen ist für die Moose kritisch, da hier unter gewissen Umständen sehr niedrige Lichtintensität herrschen kann, wiederum bei anderen Lampen lässt sich in selber Entfernung beträchtliche Lichtintensität messen. Diese Unterschiede sind hauptsächlich auf die unter-

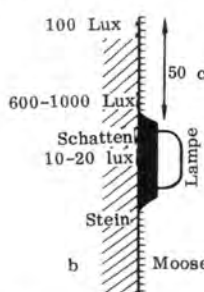
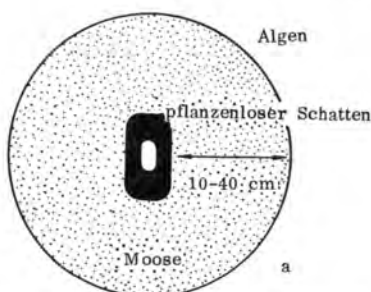
Tabelle 2. Entfernung der Moosarten von den Beleuchtungskörpern (Ganglampe)

Moosarten	Entfernung cm				
	10	20	30	40	50
<i>Ceratodon purpureus</i>	+				
<i>Plagiothecium cavifolium</i>	+				
<i>Fissidens taxifolius</i>	+	+			
<i>Bryum ruderales</i>	+	+			
<i>Cratoneuron filicinum</i>	+	+			
<i>Amblystegium juratzkanum</i>	+	+			
<i>Trichostomum brachyodontium</i>	+	+		+	
<i>Amblystegium serpens</i>	+		+		
<i>Plagiothecium denticulatum</i>		+	+		
<i>Eurhynchium swartzii</i>		+		+	
<i>Dydimodon rigidulus</i> var. <i>glaucus</i>		+		+	
<i>Barbula unguiculata</i>			+		
<i>Bryum capillare</i>					+

schiedliche Anfertigungsweise der Lampen zuzuschreiben. Im Grunde genommen sind es drei Situationen: die Lampe sitzt in einer Vertiefung, an der flachen Wand oder an einer Felsenerhöhung. In dieser Reihenfolge ermöglichen die Lampen gleicher Leistung eine immer geringere Lampenflora, weil die Lichtintensität in der belichteten Zone immer geringer wird, die Lichtstrahlen fallen immer schräger an die Wand.

Wenn die Lampe auf einer kleineren Erhöhung befestigt wird, so beschattet die tropfsichere Lampenfassung einen 5-10 cm weiten Kreis und der Moosgürtel reicht von 10 bis 40 cm weit. Um

Abb. 1.
Die Form und Grösse des Pflanzenbewuchses um eine an vertikalen
flachen Felswand befestigten Ganglampe



den flachen Wänden befestigten Lampen bildet sich ein kreisförmiger Bewuchs (Abb. 1) mit einem kleinen pflanzenlosen Teil in unmittelbarer Lampennähe. An leicht konkaver Felswand kann beobachtet werden, dass die Vertiefung grösserer Pflanzenbewuchs ermöglicht (Abb. 2). Diese Erscheinung wird bei der in Vertiefungen eingebauten Lampen noch ausgeprägter (Abb. 3). Die unter steilerem Winkel einfallenden Lichtstrahlen ermöglichen die Entwicklung der reichsten Lampenflora. Hier kann man in 10-20 cm Entfernung 500-1000 lux messen, und die Werte fallen mit der Entfernung nicht so bedeutend wie z.B. an der flachen Wand. Die xerophyten Moosarten bevorzugen die im Vertiefung gesetzten Lampen, die mesophyten Arten sind eher an flachen oder an konvexen Wänden zu finden. Die so einfach gebauten Pflanzen wie die Kryptogamen sind, brauchen eine reichliche Wasserversorgung. Die Moossporen können z.B. nur in dem Falle keimen, wenn an der Stelle ihrer Anheftung sich eine Wasserschicht befindet, d.h. eine hohe relative Luftfeuchtigkeit allein genügt ihnen nicht. Dem ist zuzuschreiben, dass um viele Lampen sich kein Moosgürtel entwickelt, obwohl Licht in genügendem Masse zur Verfügung stünde. Wir haben leider keine zufriedenstellende Methode gehabt um die Wassermenge zu bestimmen. Die Algen tolerieren besser die trockeneren Verhältnisse. Durch austrocknen ihrer Umgebung unterdrücken die Glühbirnen einen Teil des Bewuchses im Gegensatz zu den "kalten" Leuchtstoffröhren (NUERNBERGK 1961).

4. Propositionen zum Schutz der Höhle

Der pflanzliche Bewuchs schadet der Höhle dadurch, dass die schönsten Gebilde bedeckt werden, ihre ursprüngliche Farbe und die ganze natürliche Schönheit verloren geht. Später entwickelt sich eine grössere Biomasse und durch Humifikation wird der bisherige grüne Überzug schwarz. Die Exkremente der pflanzenfressenden kleinen Höhlentiere bildet auch einen unerwünschten schwarzen Überzug. In den Exkrementgranulen und in den Pflanzenresten können die nitrophile Moosarten (hier z.B. *Funaria hygrometrica* und *Leptobryum pyriforme*) und Algenarten (*Pseudanabaena tenuis*)

Fuss fassen. In einem Zeitabschnitt von 10-30 Jahren die natürliche Schönheit einer Höhle vollkommen zerstört werden. Die Höhle kann auch im weiteren von Gästen besucht werden, doch wird sie immer mehr an ein Gewächshaus ähneln. Eine komplette Methode, mit deren Hilfe diese Prozesse aufgehalten oder eventuell umgekehrt werden könnten, sind uns heute leider nicht bekannt. Es ist fraglich, ob eine Restauration mit erträglichem Kosten- und vernünftigem Arbeitsaufwand überhaupt denkbar wäre. Aus dem Gesichtspunkt der Höhlenbiologie sind diese Pflanzengesellschaften von ausserordentlichem Interesse, deswegen könnte man an einigen weniger wichtigen Stellen (z.B. an einer künstlichen Stelle wie an den Betontrottoir) die Pflanzen wachsen lassen. Der Pflanzenbestand muss trotzdem im Minimum gehalten werden um die Effektivität der Verschleppung durch Höhlentiere zu vermindern.

Der heutige Zustand in der Baradla-Höhle ist schon als sehr gefährlich zu bezeichnen. An zwei Stellen (Tigris-Saal und Kafka-Saal) muss dringend die Beleuchtung verändert und die noch kleinen Pflanzenbestände vernichtet werden. Je früher wir etwas gegen die Höhlenpflanzen tun, desto weniger Schaden wird die Höhle erleiden. Aus dem Gesichtspunkt des Höhlenschutzes ist das heutige Beleuchtungsnetz der Baradla als günstig zu bezeichnen. Der Projektamt hat - offensichtlich Stromersparnis halber - zweistufiges Beleuchtungssystem erarbeitet. Ein Sicherheits-Lampensystem (Ganglampen) besteht aus ständig leuchtenden Glühbirnen mit einer Leistung von 40-60 W. Diese Lampen befinden sich in Sehweite voneinander, und tragen tropfsichere Schutzglocken.

Für die Besucher werden abschnittsweise zusätzlich Reflektoren (500-2000 W) eingeschaltet. Ein Beleuchtungsabschnitt besteht aus 10-30 Reflektoren, die gleichzeitig bedient werden. Wenn die Gruppe der Besucher weitergeht, werden die Scheinwerfer ausgeschaltet, die Ganglampen leuchten kontinuierlich. Die Interessen der Energieökonomie und die des Höhlenschutzes fallen hier glücklicherweise zusammen. In vielen deutschen Höhlen funktioniert ein wesentlich schädlicheres Be-

Abb. 2.

Die Form und Grösse der Lampenflora um an konkaven Fels gesetzten Lampen z.B. Deckenlampen

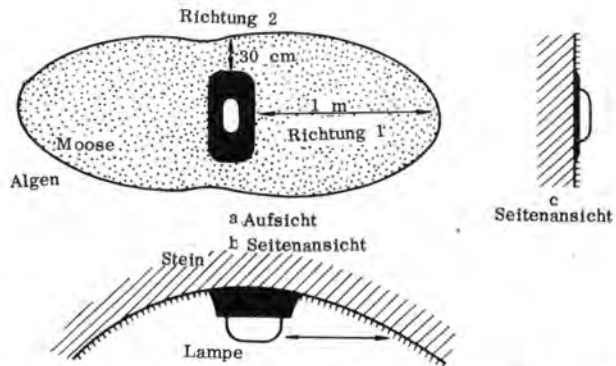
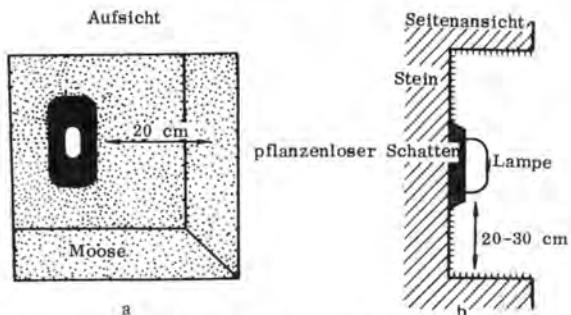


Abb. 3.

Die Form und Grösse des Bewuchses um eine in künstlichen Loch gesetzten Lampe



leuchtungssystem: das Lampensystem wird den ganzen Tag über in Betrieb gehalten. Die Besucher können in der Höhle frei herumspazieren. Eine solches Beleuchtungssystem ermöglicht die schnelle Entwicklung grosser Pflanzenmengen, wie es schon die bisherigen Beispiele zeigen, so sollte dieses System keinesfalls übernommen werden.

Die Beleuchtung der Baradla ist also gut, womit nicht gesagt wurde, dass man daran noch nicht bessern kann. Wir wollen sogar ausdrücklich betonen, dass es höchste Zeit ist mit allen möglichen Mitteln mit der Pflanzenbekämpfung anzufangen.

Heute wächst die Mehrheit der Pflanzen um die ständig leuchtenden Ganglampen. Hier zeigt sich ebenfalls die übrigens offenbare Tatsache: das Licht limitiert in erster Linie die Pflanzenvegetation in der Höhle. Eine längere Beleuchtungsdauer - auch mit niedriger Leistung - ist gefährlicher als kurzes, intensives Licht. Die moderne ökologische Denkart fordert von uns die Beschränkung der pflanzlichen Lebensverhältnisse eine Herabsetzen der limitierenden Faktoren, anstatt nach Vernichtungsmethoden zu suchen. Das wichtigste Ziel ist das Herabsetzen der Beleuchtungsdauer und der Lichtintensität.

Die Führungslampen sollen von niedriger Leistung sein. Die Zahl der zur selben Zeit leuchtenden Reflektoren muss verringert werden. Optimal wäre es, wenn die Scheinwerfer mit Drucktasten nur während den Erläuterungen eingeschaltet werden könnten. Die Leuchtkörper sollen möglichst so installiert werden, dass sie nicht eine allgemeine, sondern nur eine punktförmige Beleuchtung produzieren können. Der Lichthof der Ganglampen soll auf künstlichen Gebilde (z.B. Beton-trottoir, Brücken, Kunststoffplatten u.s.w.) und nicht auf Tropfsteingebilde fallen.

Zweiter, aber ebenso wichtiger begrenzender Faktor in der Höhle das Wasser. Eine Bekämpfungsmethode mit Austrocknen der belichteten Zone wurde früher (HAJDU et al 1973) publiziert. Zu diesen Zwecken wurden empfohlen: Infrarothlampen, untergespannte Ganglampen, Betongesimse für Wasserableitung von der Lampennähe u.s.w.

Der schon vorhandene Pflanzenbewuchs sollte möglichst entfernt werden. Die einfachste Methode ist ein Abbürsten der Tropfsteingebilde, auf diese Weise haben wir die wenigsten Nebenwirkungen erreicht. Organische, anorganische Gifte, Ultraviolett-Strahlung können noch erwähnt werden, mit diesen Verfahren besitzen wir jedoch keine eigenen Erfahrungen.

Als neues Gebiet der wissenschaftlichen Höhlenforschung ist das Kartographieren der Lampenflora zu betrachten. Auf einer detaillierten Höhlenkarte werden die einzelnen Lampen vermerkt. Bei jeder Lampe sollen wir auch die Leistung angeben. Lampenweise werden Form, Grösse, Artenzusammensetzung der Pflanzenflecke beschrieben. Nimmt man Kratzproben aus den Bewuchs und schickt dies einem Spezialisten zu (z.B. einem der Verfasser), so wird eine ausführliche Bestimmung der Arten durchgeführt. Es ist zu empfehlen die Besucherzahl oder noch besser die monatliche Beleuchtungsdauer in Stunden anzugeben (monatlicher Stromverbrauch geteilt durch Stromverbrauch in einer Stunde). Diese Angaben sind in der Beurteilung der Bewuchszunahme sehr wichtig.

SCHRIFTTUM

- BOROS, Á. (1964): Über die Moose, die unter dem Einfluss der elektrischen Beleuchtung in das Innere der Höhlen in Ungarn und in der Tschechoslowakei eindringen. - Internat.J.Speleol., (Weinheim), 1: 293-302.
- BOROS, Á. (1968): Bryogeographie und Bryoflora Ungarns. - Akadémiai Kiadó, Budapest, 466 pp.
- CLAUS, G. (1955): Algae and their Mode of Life in the Baradla Cave at Aggtelek. - Acta Bot.Hung., (Budapest), 2: 1-26.
- CLAUS, G. (1962): Beiträge zur Kenntnis der Algenflora der Abaliget Höhle. - Hydrobiologia, (Den Haag), 19: 192-222.
- CLAUS, G. (1963): Comments on the Species of the Genus *Tetrapedia* Reinsch (Chroococcaceae, Cyanophyta). - Hydrobiologia, (Den Haag), 21: 266-274.
- CLAUS, G. (1964): Algae and Their Mode of Life in the Baradla Cave at Aggtelek II. - Internat.J. Speleol., (Weinheim), 1: 13-17.
- DOBAT, K. (1963): "Höhlenalgen" bedrohen die Eiszeitmalereien von Lascaux. - Die Höhle, (Wien), 14: 41-45.
- DOBAT, K. (1966): Die Kryptogamenvegetation der Höhlen und Halbhöhlen im Bereich der Schwäbischen Alb. - Abh.Karst- u.Höhlenkunde, Reihe E, Heft 3: 1-63.

- DUDICH, E. (1932): Biologie der Aggteleker Tropfensteinhöhle Baradla in Ungarn. - Kyrle, Wien, 246 pp.
- DUDICH, E. (1959): A barlangbiológia és problémái. - Magy.Tud.Akad.Biol.Csop.Közl., 3: 323-357.
- DUDICH, E. (1965): Höhlenbiologisches aus Ungarn 1958-1962. - Karszt és Barlangkutatás, (Budapest), 4: 41-53.
- HAJDU, L. (1971): Die heutige Lage der Algenforschung in den Höhlen und deren Probleme in Ungarn. - Karszt- és Barlangkutatás, (Budapest), 6: 103-116.
- HAJDU, L. (1980): Baradlaia speluncaecola Palik ist keine Alge. - Studia Bot. Hung., (Budapest), 14: 29-32.
- HAJDU, L. BARTHA, Z. & BOROS, Á. (1973): The Lamp Flora of Rübeland Caves and the Possibilities of Protection. - Internat.Speleol.Abstr., p. 132.
- KOL, E. (1966): Algal Growth Experiments in the Baradla Cave at Aggtelek. - Internat.J.Speleol., (Weinheim), 2: 457-474.
- MAHLER, K. (1960): Über die Pflanzenwelt unserer Alpböhlen. - Jahresb.f.Karst- u.Höhlenkunde, (Stuttgart), 1: 129-136.
- MORTON, F. (1927): Ökologie der assimilierenden Höhlenpflanzen. In: Abderhalden, E.: Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, 12: 161-179.
- NUERNBERGK, E.L. (1961): Kunstlicht und Pflanzenkultur. - München-Binn-Wien, 42 pp.
- PALIK, P. (1960a): A barlangok algavilágáról. - Hidrol.Közl., (Budapest), 5: 417-422.
- PALIK, P. (1960b): A New Blue-green Alga from the Cave Baradla near Aggtelek. - Ann.Univ. Sci.Budapestin. Sect.Biol., 3: 275-285.
- PALIK, P. (1964): Über die Algenwelt der Höhlen in Ungarn. - Internat.J.Speleol., (Weinheim), 1: 35-43.
- RAJCZY, M. (1978): How Does Effect the Cave Environment on Some Mosses? - Proc.Crypt. Symp. SAS 261-271 p.
- SCHWABE, G.H. (1966): Ökologischer Charakter und System der Cyanophyten. - Verh.int.Ver. Limnol., 16: 1541-1548.
- STAFLEU, F.A. (ed.) (1972): International Code of Botanical Nomenclature. - Utrecht, 426 p.
- VAJDA, L. (1966): Über höhlenbewohnende Moose. - Internat.J.Speleol., (Weinheim), 2: 151-153.
- VARGA, L. (1959): Beiträge zur Kenntnis der aquatilen Mikrofauna der Baradla-Höhle bei Aggtelek. - Acta Zool.Hung., (Budapest), 4: 429-441.
- VARGA, L. & TAKÁTS, M. (1960): Mikrobiologische Untersuchungen des Schlammes eines wasserlosen Teiches der Aggteleker Baradla-Höhle. - Acta Zool.Hung., (Budapest), 6: 429-437.
- VERSEGHY, K. (1965): Die Pflanzenwelt der Höhlen bei Lillafüred. - Internat.J.Speleol., (Weinheim), 1: 553-560.
- VÖRÖSS, L. Zs. (1969): Mohok és harasztok az Abaliget-barlangban, lámpafényben. - Bot.Közl., 56: 176.

Anschrift der Verfasser: Dr. L. HAJDU
Botanische Abteilung des Ungarischen
Naturwissenschaftlichen Museums
Budapest, Pf: 222
H-1476

Dr. S. ORBÁN
Pädagogische Hochschule
Lehrstuhl für Botanik
Eger, Pf: 43
H-3301
UNGARN