Die Lampen-Moosflora der Beatushöhle und deren Vergleich mit anderen europäischen Höhlen

VON R. BERNASCONI¹⁾

1. Frühere Arbeiten über die Lampen-Moosflora der Beatushöhle

Der Raum um elektrische Glühbirnen in Schauhöhlen stellt einen besonderen Biotop für eine spezielle Florula dar (Vogellehner 1963b). Bereits 1904 wurde die Beatushöhle am Thunersee mit elektrischer Beleuchtung ausgerüstet (Stammler 1904), und 1924 berichtet Lüdy als erster über ihre Lampen-Florula, wobei er eine Farnart, eine Algenart sowie 8 Moosarten erwähnt. Es sind dies: *Bryum* sp.; *Encalypta contorta* Wulf.; *Eurynchium schwartzi* Turn. f. *schistostegioides* Gams; *Fissidens decipiens* DeNot; *Hymenosytilium curvirostre* Ehrb.; *Isopterygium depressum* Br. f. *cavernarum* Gams; *Tortella tortuosa* L. f. *tenuis*; *Tortula muralis* L. (Lüdy 1904; Morton, Gams 1925).

Die anatomischen Veränderungen dieser Höhlenmoose der Beatushöhle untersuchte Elise Hofmann (in: Morton 1927); sie fand dabei regelmäßige Reduktion der Beblätterung, der Blattzähnen, des assimilierenden Gewebes, ferner eine Verlängerung des Stämmchens; dies alles wurde als Ökonomieprinzip gedeutet. Im folgenden sind diese Untersuchungen an 5 Beatushöhlenmoosen tabellarisch zusammengestellt und mit Normalformen verglichen.

Tabelle 1

Anatomische Veränderungen der Beatushöhlenmoose

Art	Stämmchen- querschnitt	Länge × Breite der Epidermiszellen	Blattdicke	Rippendicke
	μ	μ	μ	μ
<i>Tortula muralis</i>				
Höhlenform	49	19 × 9,8	29	66
Normalform	52	33 × 16,9	32	70

¹⁾ Société Suisse de Spéléologie, Bern, Mergartenstr. 13, Suisse.

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Art	Stämmchen- querschnitt	Länge × Breite der Epidermiszellen	Blattdicke	Rippendicke
	μ	μ	μ	μ
<i>Tortella tortuosa</i>				
Höhlenform	166	33 × 9,8	11	33
Normalform	166	49 × 8,6	16	83
<i>Encalypta contorta</i>				
Höhlenform	247	33 × 16,0	23	71
Normalform	249	33 × 13,8	24	61
<i>Eurynchium schwartzi</i> f. <i>schistostegoides</i>				
Höhlenform	132	74 × 16,0	16	43
Normalform	265	91 × 8,0	9	41
<i>Isopterygium depressum</i>				
Höhlenform	182	66 × 6,0	13	13
Normalform	265	96 × 16,0	16	16

2. Eigene Untersuchungen

2.1. Die untersuchten Fundorte

Der touristisch ausgebaute Teil der Beatushöhle beträgt etwa 700 m und ist mit zahlreichen Lampen und Scheinwerfern ausgerüstet. Nicht jede Lampenumgebung besitzt eine gleichreiche Florula, einige weisen nur eine spärliche Algenflorula auf. Man beschränkte sich schließlich auf folgende 8 Fundorte, die besonders interessante oder reichhaltige Moosrasen aufwiesen. Von jedem Fundort bestimmte man die Temperatur, die relative Feuchtigkeit und die Beleuchtungsstärke. Zur Messung der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit benützte man ein Psychrometer, zur Messung der Beleuchtungsstärke ein Luxmeter. Die Werte beziehen sich auf das Zentrum des Rasens.

Tabelle 2

Die untersuchten Fundorte

	Entfer- nung vom Eingang m	Lampe W	Tempe- ratur C°	Relative Feuch- tigkeit %	Beleuch- tungs- stärke (Lux)
Erste Quelle	60	200	9,6	92	1100
Unterhalb steiler Treppe	175	100	9,0	94	400
Beim alten Schalter	195	60	10,2	95	360
Drei Schwestern (Gang)	255	60	10,2	95	80–120
Drei Schwestern (See)	260	200	10,2	95	1100
Schlangengrotte	675	150	11,8	87	< 20–80
Hexenkessel	680	150	9,0	93	5000
Hades (Elephanten)	685	60	9,0	93	7000

2.2. Die Moosflorula

Die gesammelten Moose gelangten im frischen Zustand zur Bestimmung. Diese verdanke ich Herrn Dr. Ochsner, Muri AG.

Tabelle 3
Die gesammelten Moose

Fundort	Art
Erste Quelle	<i>Fissidens taxifolius</i> f. <i>cavernarum</i>
Unterhalb steiler Treppe	<i>Brachytecium salebrosum</i> <i>Eurynchium rusciforme</i> <i>Eucladium verticillatum</i>
Beim alten Schalter	<i>Tortella tortuosa</i>
Drei Schwestern (Gang)	<i>Eucladium verticillatum</i> f. <i>cavernarum</i> <i>Eucladium verticillatum</i> f. <i>tenuis</i>
Drei Schwestern (See)	<i>Pohlia cruda</i> <i>Pellia epiphylla</i>
Schlangengrotte	<i>Amblystegium juratzkanum</i> <i>Cratoneurum commutatum</i> f. <i>tenuis</i> <i>Eurynchium praelongum</i> f. <i>cavernarum</i>
Hexenkessel	<i>Eurynchium praelongum</i> typ. <i>Bryum capillare</i> <i>Rhynchostegium murale</i> <i>Mniobrium albicans</i>
Hades (Elephanten)	<i>Fissidens taxifolius</i> <i>Eurynchium praelongum</i> typ. <i>Cratoneurum commutatum</i> f. <i>cavernarum</i>

2.3. Einfluß des Höhlenklimas auf die Moosflorula

2.3.1. Licht

Das Lichtbedürfnis der Höhlenmoose ist meistens sehr gering (Morton, Gams 1925). Nach neueren Messungen (Vogellehner 1963a) dürfte eine Beleuchtungsstärke von 40 Lux die unterste Grenze für Moose sein; darunter wachsen nur noch Algen. Dieser Wert gilt z.B. für *Fissidens taxifolius*; bei anderen Arten (*Eurynchium schwartzii*, *Cratoneurum commutatum*) liegt sie bei 400 Lux. Vergleiche der Lichtmengen, welche den Moosen zur Verfügung stehen, zeigen zwischen einem extrem schattigen Außenstandort und einem optimalen Höhlenstandort praktisch keinen Unterschied: für *Fissidens taxifolius* wurden somit an diesen beiden Standorten rund 5 Kiloluxstunden gefunden. Die Beleuchtungsstärke um die Lampen nimmt mit zunehmender Entfernung von der Lampe nach folgendem Gesetz rasch ab:

$$\text{Beleuchtungsstärke (Lux)} = \frac{\text{Lichtstärke (Lumen)}}{\text{Quadrat des Abstandes (m}^2\text{)}}$$

Die Lichtabnahme bewirkt entweder rhizoides Wachstum oder Umwandlung zu Höhlenformen und schließlich das totale Einstellen des Wachstums.

Der Bestand von *Pohlia cruda* weist z.B. nahe der Lampe einen grünen Gürtel, bei größerer Entfernung einen rhizoiden braunen Gürtel auf. Es wurden folgende Werte gemessen:

Tabelle 4

Der Moosbestand von *Pohlia cruda*

Aussehen des Rasens	Entfernung von der Lampe cm	Beleuchtungs- stärke (Lux)
Beginn des grünen Rasens	20	3400
Ende des grünen Rasens, Beginn des rhizoiden Rasens	50	1800
Ende des rhizoiden Rasens	150	140

Bei anderen Arten bilden sich bei abnehmender Beleuchtungsstärke Schatten- und schließlich Höhlenformen (Scialo- und Kryptomorphosen). So soll z.B. *Isopterygium depressum* bei $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{300}$ der Tageslichtintensität in seine f. *cavernarum* übergehen (Morton, Gams 1925).

Bei 3 Moosarten fanden wir folgende Reduzierungen:

Tabelle 5

Höhlenformen und Beleuchtungsstärken bei 3 Moosarten

Moosart	Beleuchtungs- stärke (Lux)	Fundort
<i>Eurynchium praelongum</i> f. typ.	7000	Hades
	5000	Hexenkessel
<i>Eurynchium praelongum</i> f. <i>cavernarum</i>	80	Schlangengrotte
<i>Cratoneurum commutatum</i> f. <i>cavernarum</i>	7000	Hades
<i>Cratoneurum commutatum</i> f. <i>tenuis</i>	< 20	Schlangengrotte
<i>Eucladium verticillatum</i> f. typ.	400	unterhalb steiler Treppe
<i>Eucladium verticillatum</i> f. <i>tenuis</i>	80	Drei Schwestern
<i>Eucladium verticillatum</i> f. <i>cavernarum</i>	120	Drei Schwestern

Bei fast allen Moosarten, besonders aber bei *Fissidens taxifolius*, ist ein deutlicher Phototropismus festzustellen. *Fissidens taxifolius* (erste Quelle; Hexenkessel) richtet seine zweizeilig in einer Ebene liegenden Blättchen senkrecht gegen das Licht. Ein ebenfalls gegen das Licht

gerichtetes Wachstum ist deutlich bei *Eucladium verticillatum*, *Eurynchium schwartzi* und *Pohlia cruda* zu beobachten. Das Wachstum von *Amblystegium juratzkanum* ist demgegenüber nicht phototropisch gerichtet.

2.3.2. Temperatur

Die Temperatur um die Lampen nimmt mit abnehmender Distanz zu. Bei Lampen mit 100–200 W ändert sich die Temperatur bei einer Entfernung von 20 cm kaum mehr; deshalb beginnt auch das Wachstum der Moosbestände in einer Entfernung von 20–30 cm von der Lampe. Beim Moosbestand von *Pohlia cruda* (200 W) wurden folgende Werte gemessen:

Tabelle 6
Der Moosbestand von *Pohlia cruda*

Aussehen des Rasens	Entfernung von der Lampe cm	Temperatur ¹⁾ C°
Sterile Zone	2,5	18,0
	5,0	15,2
	10,0	12,2
	15,0	10,1
Beginn des grünen Rasens	20,0	9,2
	30,0	9,0

2.3.3. Feuchtigkeit

Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt bei den untersuchten Stellen 87–95 %. Änderungen durch das Heißwerden der Lampen konnten nicht festgestellt werden. Die hohe Luftfeuchtigkeit hat höchstens einen günstigen Einfluß auf das Mooswachstum.

2.3.4. Substrat

Sämtliche beobachteten Moosrasen wuchsen auf Höhlenlehm oder aus Felsspalten, die ebenfalls etwas Höhlenlehm enthielten.

2.3.5. Fruchtkörperbildung

Alle beobachteten Moose der Beatushöhle waren steril. Fruchtende Höhlenmoose sind übrigens nicht häufig beschrieben worden: so z. B. *Amblystegium juratzkanum* (Coûteau 1956; Koppe 1961); *Seligeria doniana* (Vogellehner 1963a); *Cratoneurum commutatum* (Vogellehner 1963a); *Brachytectium velutinum* (Koppe 1961); *Leptobryum pyriforme* (Boros 1964).

¹⁾ Gemessen 2 cm über dem Boden.

2.4. Charakterisierung der eingedrungenen Beatushöhlenmoose

Unterteilt man die von Lüdy (1924) und von uns in der Beatushöhle gesammelten Moose in calcophile (kalkliebende), gesteinsindifferente, hygrophile (feuchtigkeitsliebende) und scialophile (schattenliebende), erhält man folgende prozentualen Zahlen (17 Arten):

Tabelle 7

Charakterisierung der Beatushöhlenmoose

Substrat: calcophile Moose	6 Arten = 35 %
gesteinsindifferente Moose	11 Arten = 65 %
Klima: hygrophile Moose	10 Arten = 59 %
scialophile Moose	4 Arten = 23 %

Es ist auffallend, daß sich die Höhlenmoosflora aus Arten zusammensetzt, die zur Hauptsache gesteinsindifferent und hygrophil sind. Somit ist in erster Linie die hohe Luftfeuchtigkeit der Höhle der maßgebende Faktor, der die Zusammensetzung und Selektion der Höhlenmoosflora bestimmt.

Sehr übereinstimmende Resultate haben wir beim Vergleich anderer bis heute bekannten europäischen Höhlenmoosfloren erhalten.

3. Zusammenstellung der bis heute bekannten Lampen-Moosfloren europäischer Schauhöhlen

3.1. Qualitative Zusammensetzung der Lampen-Moosflora aus 19 Schauhöhlen Europas

Es wurden folgende 19 Höhlen berücksichtigt:

1. Beatushöhle (Schweiz)	(Lüdy 1924;
eigene Resultate)
2. Grotte de Han (Belgien)	(Coûteaux 1956;
Duvigneaud 1939)
3. Charlottenhöhle (Schwäbische Alb)	(Mahler 1960)
4. Nebelhöhle und weitere 7 Höhlen der Mittleren
Alb (Deutschland)	(Vogellehner
1963a)
5. Recken- und Deckenhöhle (Westfalen)	(Koppe 1961)
6. Punkva- und Jaskine-Slobody-Höhlen
(Tschechoslowakei)	(Boros 1964)
7. Abaligeter-Höhle und weitere 3 Höhlen aus
Ungarn	(Boros 1964)

Tabelle 8

Die Lampen-Moosflora von europäischen Höhlen
(Die Numerierung entspricht der obigen Höhlenliste)

	1	2	3	4	5	6	7
<i>MUSCI</i>							
<i>BRYALES</i>							
<i>STEGOCARPI</i>							
Weisiaceae							
<i>Eucladium verticillatum</i> Br. Eur.	+	+		+	+		
<i>Weisia</i> (= <i>Hymenostylium</i>) <i>microstomum</i> Müll.		+					
<i>Weisia rutilans</i> Lindb.							+
<i>Hymenostylium curvirostre</i> Lindb.	+						
<i>Gymnostomum rupestre</i> Schleich.				+			+
Fissidentaceae							
<i>Fissidens taxifolius</i> Hedw.	+	+			+	+	
<i>Fissidens cristatus</i> Wils. (= <i>F. decipiens</i> DeNot)	+						
<i>Fissidens bryoides</i> Hedw.		+		+			+
<i>Fissidens pusillus</i> Wils.					+		
<i>Fissidens exilis</i> Hedw.							+
Seligeriaceae							
<i>Seligeria doniana</i> C. Müll.					+		
Pottiaceae							
<i>Tortella tortuosa</i> Limpr.	+						
<i>Pottia truncatula</i> Lindb.		+					
<i>Trichostomum mutabile</i> Bruch.		+					
<i>Tortula muralis</i> Hedw.	+						+
<i>Barbula cylindrica</i> (Tayl.) Schimp.							+
<i>Barbula glauca</i> (Ryan) Möll.				+			+
<i>Barbula rigidula</i> (Hedw.) Mitt.							+
Encalyptaceae							
<i>Encalypta contorta</i> Lind. (= <i>E. streptocarpa</i> Hedw.)		+					
Bryaceae							
<i>Bryum</i> sp.	+	+					
<i>Bryum capillare</i> L.	+		+				
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> Chen.						+	+
<i>Leptobryum pyriforme</i> Schimp.						+	
<i>Mniobryum albicans</i> Limpr.	+	+				+	
<i>Pohlia cruda</i> Lindb. (= <i>Webera cruda</i> Bruch)	+						
Mniaceae							
<i>Mnium punctatum</i> Hedw.		+					
<i>Mnium affine</i> Bland.		+					
<i>Mnium stellare</i> Reich		+	+				
<i>Mnium subglobosum</i> Br. Eur. (= <i>M. pseudo-punctatum</i> Bruch. & Schimp.)		+					
Thamniaceae							
<i>Thamnum alopecurum</i> Br. Eur.		+					

Tabelle 8 (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7
CLEISTOCARPI							
Phascaceae							
<i>Phascum acaulon</i> L. (= <i>Ph. cuspidatum</i> Schreb.)			+				
PLEUROCARPI							
Neckeraceae							
<i>Neckera complanata</i> Hübén.			+				
Leskeaceae							
<i>Anomodon longifolius</i> Bruch.				+			
Amblystegiaceae							
<i>Amblystegium juratzkanum</i> Schimp.	+	+		+			
<i>Amblystegium varium</i> Lindb.		+		+		+	
<i>Amblystegium serpens</i> Br. Eur.				+			+
<i>Amblystegium sprucei</i> Br. Eur.				+			
<i>Chrysohypnum</i> (= <i>Campylium</i>) <i>sommerfeldti</i> Roth		+		+			
Brachyteciaceae							
<i>Brachytecium salebrosum</i> Br. Eur.	+						
<i>Brachytecium velutinum</i> Br. Eur.			+	+			
<i>Brachytecium riculare</i> Br. Eur.			+				
<i>Brachytecium rutabulum</i> Br. Eur.			+				
<i>Rhyncostegium murale</i> Br. Eur.	+	+		+			
<i>Rhyncostegiella algeriana</i> Broth. (= <i>Rhynco-</i> <i>stegium tenellum</i> Br. Eur.)				+			
<i>Eurynchium schwartzii</i> Hobkirsch (= <i>E. prae-</i> <i>longum</i> Auct.)	+	+			+		
<i>Eurynchium stockesi</i> Br. Eur.		+					
<i>Eurynchium rusciforme</i> Milde (= <i>Rhyncostegium</i> <i>rusciforme</i> [Neck.] B. S.)	+						
Plagiotheciaceae							
<i>Plagiothecium (Taxiphyllum) depressum</i> Dix.	+	+		+			+
Hypnaceae							
<i>Ctenidium molluscum</i> Mitten.			+				
HEPATICA							
JUNGERMANNIALES							
Haplolaeneae							
<i>Pellia fabbroniana</i> Raddi (= <i>P. calycina</i> N. v. E.)							+
<i>Pellia epiphylla</i> Lindb.	+						
<i>Pellia</i> sp.		+					
Epigoniantheae							
<i>Lophozia</i> sp.		+					
Metzgeriaceae							
<i>Metzgera</i> sp.		+					

3.2. Ökologie der Höhlenmoose

Folgende Tab. 9 beruht auf Angaben von Burek (1947) und von Lorch (1913). Man berücksichtigt Substrat und klimatologische Faktoren.

Tabelle 9
Ökologie der Höhlenmoose

	Substrat		Klimatische Faktoren	
	calco-phil	gesteins-indifferent	hygro-phil	scialo-phil
<i>Phascum acaulon</i>		+	+	
<i>Eucladium verticillatum</i>	+		+	
<i>Weisia microstoma</i>		+		
<i>Weisia rutilans</i>		+		
<i>Hymenostylium curvirostre</i>	+			
<i>Gymnostomum rupestre</i>	+			
<i>Fissidens taxifolius</i>	+		+	+
<i>Fissidens cristatus</i>	+			
<i>Fissidens bryoides</i>		+	+	+
<i>Fissidens pusillus</i>		+	+	+
<i>Fissidens exilis</i>	+		+	
<i>Seligeria doniana</i>	+		+	
<i>Tortella tortuosa</i>		+		
<i>Pottia truncatula</i>		+	+	
<i>Trichostomum mutabile</i>		+	+	
<i>Barbula cylindrica</i>	+			
<i>Barbula rigidula</i>	+			
<i>Tortula muralis</i>		+		
<i>Encalypta contorta</i>	+			
<i>Bryum capillare</i>		+	+	
<i>Mniobryum albicans</i>		+	+	
<i>Leptobryum pyriforme</i>			+	+
<i>Pohlia cruda</i>		+	+	
<i>Mnium punctatum</i>		+	+	
<i>Mnium affine</i>		+	+	
<i>Mnium stellare</i>		+	+	
<i>Mnium subglobosum</i>		+	+	
<i>Thamnum alopecurum</i>		+	+	+
<i>Neckera complanata</i>		+		
<i>Anomodon longifolium</i>		+		+
<i>Cratoneurum commutatum</i>	+		+	
<i>Cratoneurum filicinum</i>	+		+	
<i>Chrysohypnum sommerfeldti</i>	+			
<i>Amblystegium juratzkanum</i>		+	+	+
<i>Amblystegium varium</i>		+	+	+
<i>Amblystegium serpens</i>		+		
<i>Amblystegium sprucei</i>	+			+
<i>Brachytecium salebrosum</i>		+		
<i>Brachytecium velutinum</i>		+		
<i>Brachytecium rivulare</i>		+	+	
<i>Brachytecium rutabulum</i>		+		
<i>Eurynchium schwartzii</i>		+		
<i>Eurynchium stockesi</i>		+		+

Tabelle 9 (Fortsetzung)

	Substrat		Klimatische Faktoren	
	calco-phil	gesteins-indifferent	hygro-phil	scialo-phil
<i>Eurynchium rusciforme</i>		+	+	
<i>Rhyncostegium murale</i>		+	+	+
<i>Rhyncostegiella algeriana</i>	+			
<i>Plagiothecium depressum</i>		+	+	+
<i>Ctenidium molluscum</i>	+		+	

Der prozentuale Anteil der vier ökologischen Gruppen (48 Arten) ist:

Calcophile Arten	16 Arten = 33 %
Gesteinsindifferenten Arten	31 Arten = 62 %
Hygrophile Arten	27 Arten = 56 %
Scialophile Arten	13 Arten = 27 %

Wie dies für die Moosflora der Beatushöhle festgestellt wurde, besteht der größte Anteil der Höhlen-Lampen-Moosflora aus gesteinsindifferenten und hygrophilen Arten; calcophile und scialophile Moose sind bedeutend schwächer vertreten.

3.3. Die typischen Vertreter der Höhlen-Lampen-Moosflora

Neben vereinzelten Funden kommen gewisse Moosarten mit einer solchen Häufigkeit und Konstanz vor, daß man sie als typische Vertreter des Lampen-Biotops bezeichnen kann. Es handelt sich um folgende 10 Arten, die mindestens aus 3 der 7 Höhlen bzw. Höhlengruppen erwähnt wurden (vgl. Tab. 8).

Tabelle 10

Die typischen Höhlenmoose des Lampen-Biotops

<i>Eucladium verticillatum</i>	<i>Eurynchium schwartzii</i>
<i>Fissidens taxifolius</i>	<i>Rhyncostegium murale</i>
<i>Fissidens bryoides</i>	<i>Plagiothecium depressum</i>
<i>Mniobryum albicans</i>	<i>Amblystegium juratzkanum</i>
<i>Mnium capillare</i>	<i>Amblystegium varium</i>

Die ökologische Verteilung dieser typischen Höhlenmoose ist folgende:

Tabelle 11

Ökologische Verteilung der typischen Höhlenmoose
des Lampen-Biotops

Calcophile Arten	2 Arten = 20 %
Gesteinsindifferente Arten	8 Arten = 80 %
Hygrophile Arten	9 Arten = 90 %
Scialophile Arten	6 Arten = 60 %

Somit lassen sich die typischen Höhlenmoose des Lampen-Biotops als hygrophile und gesteinsindifferente Arten charakterisieren.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird über die Lampen-Moosflora der Beatushöhle berichtet (Tab. 3). Ein statistischer Vergleich mit Lampen-Moosfloren aus 18 anderen europäischen Höhlen zeigt, daß die Zusammensetzung und die Selektion der Lampen-Moosflora überwiegend durch Hygrophilie und Gesteinsindifferenz bedingt sind (Tab. 9). 10 Arten können als typische Vertreter der Lampen-Moosflora bezeichnet werden.

RÉSUMÉ

On analyse la florule bryologique des lampes de la grotte St. Béat (Tab. 3). Une comparaison statistique des florules des lampes d'autres 18 grottes européennes montre que la composition et la sélection de ces florules sont déterminées principalement par l'hygrophilie et l'indifférence au substrat (Tab. 9). 10 espèces peuvent être définies comme représentants typiques de la florule bryologique des lampes de grotte aménagées (Tab. 10).

Nachtrag

Weitere Angaben über die Lampen-Moosflora finden sich in: K. VERSEGHY: Die Pflanzenwelt der Höhlen bei Lillafüred, Int. J. Spel. (1965) 1 (4), 553-560.

Es wurden aus den Forras- und István-Höhlen folgende Moosarten gesammelt:

Eucladium verticillatum Br. Eur. und seine var. *angustifolia*,
Gymnostomum rupestre Schleich. und seine fa. *ramosissima*,
Fissidens taxifolius Hedw. und *minutulus* Sull.,
Tortula muralis Hedw. und seine var. *aestiva* Brid.,
Barbula fallax Hedw. und *unguiculata* Hedw.,
Bryum caespiticium L.,
Bryoerythrophyllum recurvirostrum Chen.,

Pohlia sp.,
Funaria hygrometrica Sibth.,
Amblystegium riparium Br. Eur. und *serpens* Br. Eur.,
Brachytecium velutinum Br. Eur.,
Rhyncostegium murale Br. Eur.,
Eurynchium schwartzi Hobkirch,
Pellia fabbroniana Raddi.

LITERATUR

- BOROS, A. (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. Spel. 1 (1–2): 45–46.
- BURCK, O. (1947) – Die Laubmoose Mitteleuropas. Abhdlg. Senckenberg. Nat.forsch. Ges. (477): 5–198.
- COÛTEAUX, M. (1956) – Le milieu de la flore et de la végétation des grottes de Han. Rass. spel. ital. 8 (3–4): 155–182.
- DUVIGNEAUD, P. – Les populations végétales des grottes de Han. Ass. franç. pour l'avancement des sciences, 63^e session, 939–944. Liège.
- KOPPE, F. (1961) – Niedere Kryptogamen und Moose in sauerländischen Höhlen. Jhft. Karst- und Höhlenkunde (2): 245–259.
- LORCH, W. (1913) – Die Laubmoose. In: G. Lindau: Kryptogamenflora für Anfänger, Bd. 5. Berlin.
- (1914) – Die Torf- und Lebermoose. In: G. Lindau: Kryptogamenflora für Anfänger, Bd. 6. Berlin.
- LÜDY, W. (1924) – Pflanzenleben der Beatushöhlen am Thunersee. Mittlg. Naturforsch. Ges. Bern XLIII.
- MAHLER, K. (1960) – Über die Pflanzenwelt unserer Albhöhlen. Jhft. Karst- und Höhlenkunde (1): 129–136.
- MORTON, F. (1927) – Ökologie der assimilierenden Höhlenpflanzen. Fortschritte der nat.-wiss. Forschung 12 (3): 155–234.
- MORTON, F., und GAMS, H. (1925) – Höhlenpflanzen, Bd. 5 der Speläologischen Monographien. Wien.
- STAMMLER, M. (1904) – Der heilige Beatus, seine Höhle und sein Grab. Bern.
- VOGELLEHNER, D. (1963a) – Zur Pflanzenwelt um die Lampen in einigen Schauhöhlen der Schwäbischen Alb. Jhft. Karst- und Höhlenkunde (4): 229–244.
- (1963b) – Elektrisch beleuchtete Schauhöhlen, ein neuer pflanzlicher Lebensraum. Mittlg. Vbd. deutsch. Höhlen- und Karstforscher 9 (2): 38–39.