

## Algen in vier süddeutschen Höhlen

Von T.-P. Chang und H. Chang-Schneider, Lohhohf

### Zusammenfassung

Aus den Proben von vier öffentlich zugänglichen Höhlen (2 in der Fränkischen Alb und 2 in der Schwäbischen Alb) wurden Algen in eine mit Erdextrakt angereicherte Nährlösung überführt, für einige Monate kultiviert und dann unter dem Mikroskop bestimmt. Zum erstenmal können deshalb Aussagen über die Algenflora in bayerischen Höhlen gemacht werden. Die Zusammensetzung der gefundenen Arten in fränkischen Höhlen weicht von der in schwäbischen Höhlen ab. Die meisten nachgewiesenen Arten waren terrestrisch, vor allem die Blaualgen.

### Einleitung

Einundvierzig Höhlen sind in den alten Bundesländern für Besucher zugänglich (KEMPE et al. 1982). Zu Beginn dieses Jahrhunderts hat man elektrische Lampen installiert und die Fußwege bzw. Durchgänge mit Kies und Beton für Besucher ausgebaut; aus der „Naturhöhle“ wurde eine „Schauhöhle“ (DOBAT 1977). Dadurch entwickelte sich ein zunehmender Transport von Sporen, Zellen, Samen und Pflanzenresten sowohl via Wind und Sickerwasser als auch durch höhlenbewohnende Tiere (z. B. Fledermäuse) und Besucher. Ebenfalls konnte sich, trotz niedriger Temperatur und hoher Feuchtigkeit, eine „Lampenflora“ entwickeln, sogar noch an den tiefsten Stellen der Höhlen. Im Beleuchtungsbereich, vor allem direkt um die Lichtquellen herum, findet man zahlreiche photoautotrophe Pflanzen, die bei der Tuffbildung tief in die Tropfsteine bzw. Kalksäulen hineingewachsen sind (s. CARR & WHITTON 1973, S. 438). Eine Reduzierung der Lichtintensität bzw. Beleuchtungszeit ist daher notwendig, um ein übermäßiges Wachsen von Algen und Moosen zu verhindern. Bei Schwachlicht wachsen lediglich Blaualgen besser als andere Gruppen, sogar verbreitet bis in die Dunkelzone hinein (GOLUBIC 1977). Die genaue Bestimmung der Algengruppen bzw. Moose in Höhlen ist wegen morphologischer Veränderungen unter den dort herrschenden besonderen Bedingungen schwierig (DOBAT 1977). Trotz der ähnlichen Temperatur-, Feuchtigkeits- und Substratbedingungen in Höhlen ist die Lampenflora verschiedener Höhlen sehr unterschiedlich (s. DOBAT 1977). Bei der Lampenflora in den bayerischen Höhlen wurden bisher lediglich Moose gefunden und untersucht, Algen wurden überhaupt nicht erwähnt (s. DOBAT 1977); dagegen wurden in der Schwäbischen Alb beide Gruppen sehr gut studiert (s. DOBAT 1966, 1984). Deshalb ist das Ziel dieser Arbeit: 1. das Vorkommen von Algen in bayerischen Höhlen zu überprüfen und 2. die gefundenen Arten beider Landschaftsgebiete zu vergleichen.

### Material und Methodik

#### Untersuchte Höhlen:

Die Teufelhöhle liegt im Weiherbachtal, zwei Kilometer südlich von Pottenstein im nördlichen Fränkischen Jura bei Bamberg. Diese Höhle ist insgesamt 1,5 km lang und enthält die Anlage eines künstlichen Durchgangs. Die Beleuchtung der Sehenswürdigkeiten (Kalksäulen und Tropfsteine) ist während unseres Besuches weit von dem Fußweg entfernt, und nach

der Führung wird das Licht ausgeschaltet; deshalb konnten nur 2 Proben vom Rand zweier Wasserpfützen bei einem schmalen Durchgang entnommen werden.

Das Schulerloch bei Oberau/Essing im Altmühltal ist hallenartig im Malm-Korallenkalk angelegt und ca. 320 m lang. Der Lichtstrahl der Lampen ist nach oben, d. h. zum Hallendach der Höhle hin ausgerichtet, und die Beleuchtung wird sofort nach der Führung abgeschaltet. Zwei Proben wurden entnommen.

In der Fränkischen Alb wurden noch zwei weitere Höhlen besichtigt. Die Maximiliansgrotte (bei Krotensee/Neuhaus) liegt ständig in Dunkelheit, und die Besucher nehmen zur Besichtigung Karbidlampen mit hinein. Die Beleuchtungszeit ist so kurz, daß sowohl die Algen als auch die Moose nicht wachsen können. In der Binghöhle bei Streitberg sind die Lampen mit einem Schutznetz umgeben, so daß eine Probenentnahme nicht möglich war.

Die Nebelhöhle liegt 3 km westlich von Genkingen/Sonnenbühl bei Reutlingen. Diese, im Malm-Delta angelegte Höhle, ist 450 m lang, mit 5 großen Hallen und unebenen Verbindungen, die von Fluß- und Karstwasser gebildet wurden. Interessante Tropfsteinobjekte sind beleuchtet; neben dem Fußweg für Besucher stehen beidseitig kniehohe Lampen. 3 Proben wurden unmittelbar neben den Lampen entnommen.

Die Bärenhöhle liegt 3 km nördlich von Erpfingen, ebenfalls bei Reutlingen, und ist eine isolierte Karstkuppe im Malm-Delta. Diese Höhle ist 270 m lang, mit phreatischen Bohnerzen und Sinterschichten. Die Versinterung ist mehrphasig, und es sind Kerzenstalagmiten vorhanden. Während der Besuchszeit findet eine durchgehende Beleuchtung statt, so daß genügend Probenmaterial vorhanden war.

In der Schwäbischen Alb haben wir noch die Schachthöhle bei Laichingen (ca. 30 km westlich von Ulm) besucht. Hier konnte die Lampenflora nicht untersucht werden, da 1. die „Grünflächen“, die sich um die hoch hängenden Lampen ausbreiten (meistens am Dach des Schachtes bzw. Durchgangs), nicht erreichbar sind und 2. auf den trockenen Felswänden und sandigen Fußwegen weder Algen noch Moose wachsen können.

#### Probenentnahme und Algenkultivierung:

Die Proben wurden von den „grünen Flecken“ der Steine entnommen und in Fläschchen mit örtlichem Wasser überführt. Sie wurden teilweise mit einem Licht-Mikroskop untersucht und photographiert und teilweise in Reagenzgläsern mit Zehnder-Nährlösung und Erdextrakt kultiviert (s. CARR & WHITTON 1973, S. 530). Die Kulturen der Algen wurden auf einer Fensterbank deponiert, deren Lichteinfall von der Himmelsrichtung Nordost bestimmt ist. Die Arten wurden nach einer langfristigen Kultivierung (>3 Monate) bestimmt.

Nomenklatur der Algen nach GEITLER (1932), DESIKACHARY (1959), PRESCOTT (1959), HUSTEDT (1930, 1959) und GOLUBIC (1967).

### Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt 38 Algenarten wurden in den 4 untersuchten Höhlen aufgefunden (Tabelle 1). Sie setzen sich zusammen aus 22 Blaualgen, 7 Kieselalgen und 9 Grünalgen. Bis 50 % der von uns gefundenen Algen (\* in Tab. 1) sind bereits aus deutschen Höhlen bekannt (s. DOBAT 1977).

In dieser Arbeit wird zum erstenmal über Algen in fränkischen Höhlen (Schulerloch mit 13 Arten und Teufelhöhle mit 17 Arten) berichtet. Interessant ist, zu erwähnen, daß im Schulerloch mehr Grünalgen als Blaualgen gefunden werden konnten, wobei die kokkalen Blaualgen mit Gallert-Hüllen in der Kultur nicht wuchsen.

Ca. 25 % der von uns gefundenen Algen in schwäbischen Höhlen sind die von DOBAT (1977) erwähnten Arten (Klammer in Tab. 1). In der Nebelhöhle wurden 15 Arten gefunden, weniger als die bisher von dieser Höhle angegebenen Algen (vgl. DOBAT 1977, 1984). Die Artenzusammensetzung in dieser Höhle ist ähnlich wie die in der Teufelhöhle.

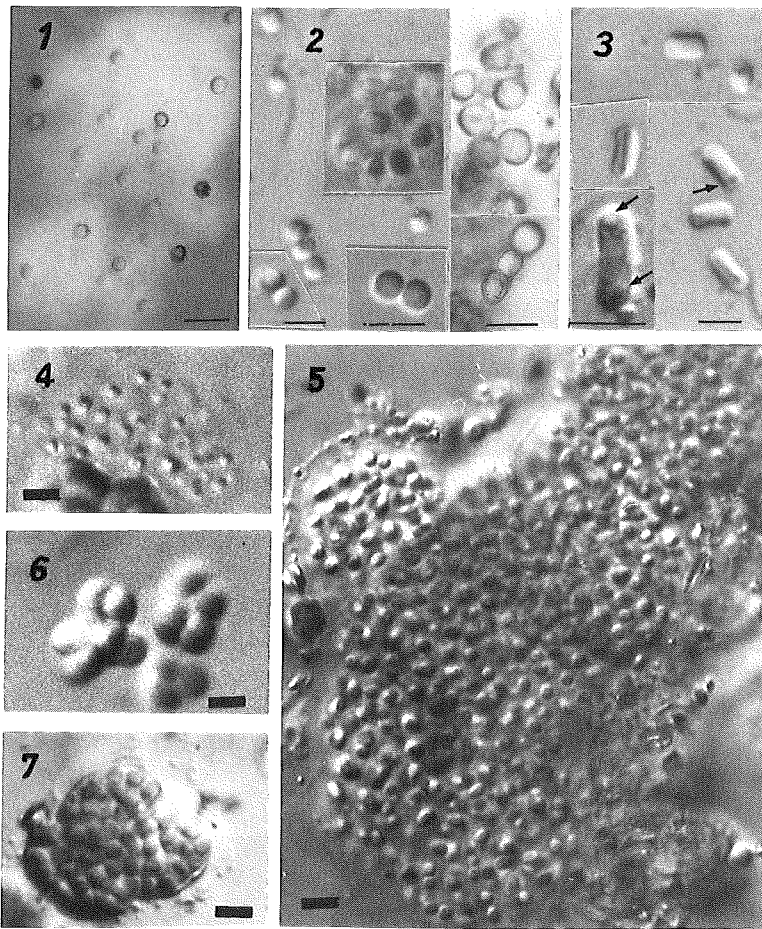


Abb. 1. *Aphanocapsa elachista* W. et G. S. West var. *irregularis* Boye-Petersen in einer Mucilage – Abb. 2. *Aphanocapsa grevillei* (Hass.) Rabenh. – Abb. 3. *Synechococcus elongatus* Nägeli. (var. *amphigranulatus* Copeland mit polaren Partikel) – Abb. 4. *Aphanocapsa musicola* (Menegh.) Wille – Abb. 5. *Gloeocapsa compacta* Kützing – Abb. 6, 7. *Gloeocapsa magma* (Breb.) Hollerbach emend. – Maßstab jeweils 5  $\mu\text{m}$ .

In der Bärenhöhle konnten wir 30 Höhlenalgen nachweisen (soviel auch in der Tübinger Arbeit von DOBAT 1977 u. a.). Wegen der nassen Wege und längeren Beleuchtungszeiten in dieser Höhle sind die fadenförmigen Blaualgen reichlich vertreten. Jedoch ist die Zahl/Zusammensetzung anderer Algen derjenigen der Nebelhöhle sehr ähnlich.

#### Anmerkungen zu einigen aufgefundenen Arten:

Blaualgen sind im allgemeinen sowohl in Naturhöhlen (GOLUBIC 1977) als auch in Schauhöhlen (DOBAT 1977) sehr häufig vertreten. Vor allem die kokkalen Arten mit Gallert-Hüllen z. B. von *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa* und *Gloeotheca* sind vermehrt vorgekommen; jedoch sind auch 2 *Synechococcus*-Arten ohne Hüllen zu finden. Die stäbchenförmige Blaualge *Synechococcus longatus* (Abb. 3) wurde sowohl in der Bärenhöhle als auch im Schulerloch gefunden, jedoch war die größere Form von *Synechococcus cedrorum* (Abb. 8) lediglich in der Bärenhöhle zu finden. Solche kokkalen Algen mit unterschiedlichen Gallertschichtungen sind wegen ihrer Zellform und -farbe unter dem Lichtmikroskop leicht zu differenzieren (Abb. 14c).

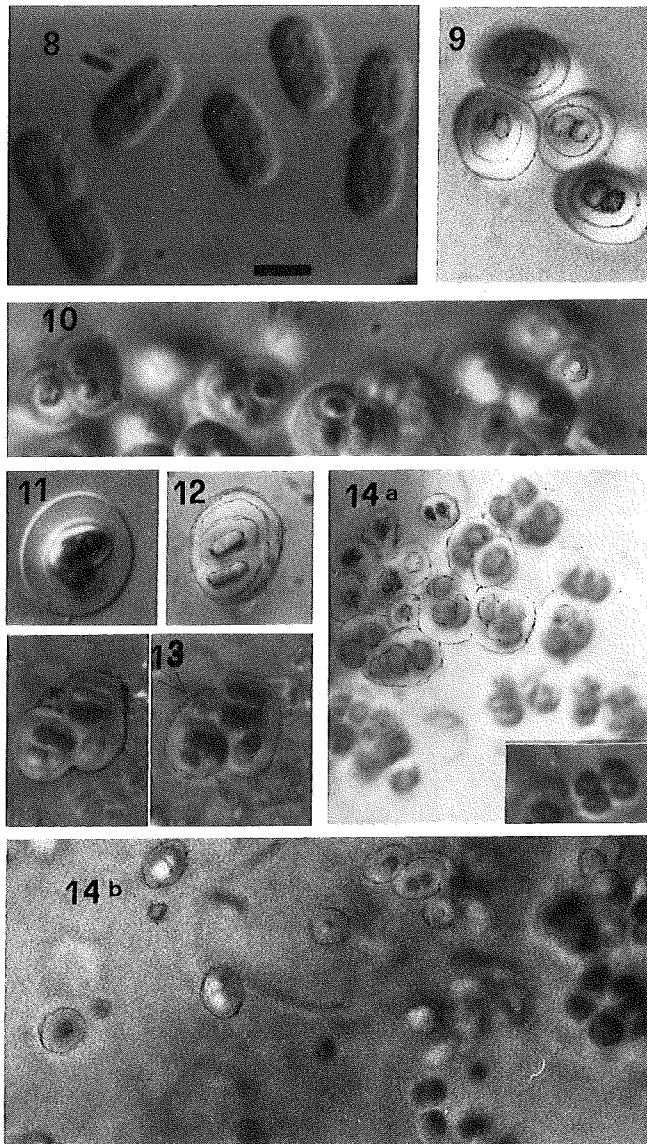


Abb. 8. *Synechococcus cedrorum* Näg. – Abb. 9, 10. *Gloeocapsa rupestris* Kütz. – Abb. 11, 12. *Gloeotheca rupestris* (Lyngbye) Bornet. – Abb. 13. *Gloeocapsa alpinia* (Näg.) emend. Brand f. *ligenicola* – Abb. 14 a. *Gloeocapsa sanguinea* (Ag.) Kütz. – Abb. 14 b. *Gloeocapsa biformis* Ereczovic (= *Gl. punctata* Näg.). – Maßstab jeweils 5 µm.

In der Teufelhöhle wurden eine *Schizothrix*-Art ohne Hülle (Abb. 15) und *Phormidium luridum* mit Hülle (Abb. 16) gefunden. Beide weisen eine große Ähnlichkeit bezüglich der Zellformen auf. Bei *Phormidium lucidum* (Abb. 19, 20) zeigte sich weder eine Verdickung im interkalaren Bereich, noch waren verjüngte Trichomenden wie bei *Oscillatoria anguina* (DOBAT 1977, in der Bärenhöhle gefunden) vorhanden (vgl. *Oscillatoria limosa* [Abb. 21]).

Die einzige *Nostoc*-Art (*N. commune*, Abb. 24) wurde erst später in der Kultur aus der Bärenhöhle gefunden. Wegen ihrer kugelförmigen Heterozysten wurde sie nicht als *Nostoc*

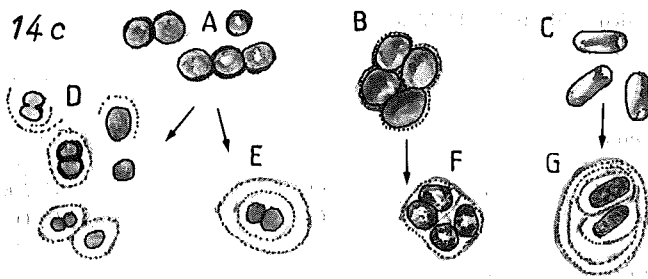


Abb. 14c. Formenvergleich zwischen Arten: *Aphanocapsa grevillei* ohne Zell-Hülle (A) gegenüber *Gloeocapsa bififormis* mit offener oder geschlossener Hülle (D) und *Gloeocapsa montana* mit geschichteter Hülle (E). — *Gloeocapsa magma* mit dünner Zell-Hülle (B) gegenüber *Gloeocapsa sanguinea* mit kolonialer Hülle (F). — *Synechococcus elongata* ohne Hülle (C) gegenüber *Gloeotheca rupestris* mit geschichteter Hülle (G).

*sphaericum* bestimmt, die nach GOLUBIC (1967) und DOBAT (1977) häufig in Höhlen zu finden ist. *Trentepohlia aurea* (Abb. 28) war nur in der Kultur aus dem Schulerloch zu finden. Beide Algen wachsen sonst auf luftfeuchten,  $\pm$  vegetationsfreien Stellen oder Felsen.

In der Kultur vom Schulerloch wurden einige Zellen von *Gloeotilis contorta* ( $< 4 \mu\text{m}$  Durchmesser) unter *Stichococcus bacillaris* ( $7 \mu\text{m}$  Durchmesser, oft in Naturhöhlen, cf. GOLUBIC 1971; S. 96) und *Coccomyxa dispar* (Abb. 25) gefunden. Diese wenig bekannte Grünalge bildet kurze und schmale Fäden mit 5–10 Zellen und ist in der Kultur von anderen stäbchenförmigen Algen deutlich zu unterscheiden. Die kokkale Grünalge, z. B. *Chlorella miniata* ( $2,5 \mu\text{m}$  Durchmesser; Abb. 14b) und *Gloeocystis rupestris* (Abb. 16a), sind in allen 4 untersuchten Höhlen zu finden. Die größeren Formen wie *Chlorella vulgaris* (Abb. 26a) und *Chlorococcum*-Arten (Abb. 27) wurden nur in der Nebel- und Teufelshöhle gefunden. *Tetracystis* sp. (Abb. 29) erschien unbeweglich, sowohl in der Kultur aus dem Schulerloch als auch in der Kultur von der Teufelshöhle.

Das Vorkommen von Diatomeen in den 4 untersuchten Höhlen ist spärlich; nur einige Arten wurden in der Schwäbischen Alb gefunden (s. DOBAT 1966, 1977). Die gefundenen Exemplare waren sehr klein, und die genauere Bestimmung war daher schwierig. Nur *Achnanthes lanceolata* var. *minor* (Abb. 31c; lediglich in der Bärenhöhle gefunden) ist wegen ihrer Hof-Erscheinung neben der Zentralarea unter dem Licht-Mikroskop erkennbar. Eine Ketten bildende Alge ist möglicherweise als *Fragilaria*-Art einzuordnen (Abb. 30, im Schulerloch und in der Bärenhöhle gefunden). In der Kultur aus der Teufelshöhle wurde eine *Amphora*-Art (Abb. 31b, 32) gefunden, jedoch keine *Achnanthes*-Art (Abb. 31a). *Hantzschia amphioxys* (keine Abb.) aus dem Schulerloch überlebte in der Kultur nicht (zwei leere Algenschalen gefunden). Vier von 7 gefundenen und bestimmten Diatomeen-Arten sind in den Höhlen vorhanden, überlebten jedoch in der Kultur nicht (? in Tab. 1); deshalb werden sie nicht als „Höhlenalgen“ angesehen.

Die gefundenen Algen werden in Tab. 1 zusammengefaßt.

Algen, die oft in der Höhlenumgebung als terrestrische Arten angesehen werden, wurden in die Höhlen eingeschleppt, so daß terrestrische Arten (z. B. kokkale Arten und Kolonien bildende Algen) häufig in verschiedenen Höhlen zu finden sind (cf. GOLUBIC 1967). Die von uns gefundenen Arten besaßen, wegen der unterschiedlichen Substrate (z. B. steinig, sandig oder schleimig), nicht mehr einheitlichen Charakter, obwohl die Wachstumsbedingung (z. B. die Temperatur, Feuchtigkeit, Lichtintensität u. a.) in allen Höhlen ziemlich ähnlich ist. Zwei Drittel der gefundenen Algen sind Blaualgen, die von Gallert-Hüllen geschützt, sich besser als andere Arten in Höhlen unter niedrigen Temperaturen und geringer Lichteinwirkung entwickeln (cf. GOLUBIC 1967, DOBAT 1966, 1977). Nur einige Arten der anderen Algengruppen konnten kultiviert werden (Kieselalgen wurden z. B. in einigen Schauhöhlen gefunden [s. DOBAT 1977], jedoch nicht in Naturhöhlen [GOLUBIC 1967]).

Tabelle 1: Algen in den süddeutschen Höhlen

Algenarten	Abb.	Ne.	Bä.	Te.	Sch.	Literatur Autor (Seite)
<b>Blaualgen</b>						
* <i>Aphanocapsa elachista</i>	1	—	+	—	—	Geitler (157)
* <i>Ap. grevillei</i>	2	+	+	+	—	Ge (160), Golubic (23)
* <i>Ap. musicola</i>	4	+	(+)	—	—	Ge (160)
* <i>Aphanothece castagnei</i>	—	(+)	(+)	—	—	Ge (171), Go (25)
* <i>Aph. saxicola</i>	—	—	(+)	—	—	Ge (169), Go (24)
<i>Gloeothece rupestris</i>	11, 12	+	+	+	—	Ge (221), Go (42)
* <i>Gloeocapsa alpinia</i>	13	+	+	+	—	Ge (206)
* <i>Gl. biformis</i>	14b	—	(+)	+	—	Ge (189), Go (33)
<i>Gl. compacta</i>	5	+	+	—	—	Ge (207), Go (34)
<i>Gl. magma</i>	6,7	—	+	+	—	Ge (198)
<i>Gl. montana</i>	9,10	+	+	—	—	Ge (186)
<i>Gl. sanguinea</i>	14a	+	—	+	—	Ge (202), Go (39)
<i>Synechococcus cedrorum</i>	8	—	+	—	—	Ge (273)
<i>Syn. elongatus</i> var.	3	—	+	—	+	Ge (273)
<i>Oscillatoria limosa</i>	21	—	+	+	—	Ge (944)
<i>O. tenuis</i>	—	—	+	—	—	Ge (959), Go (52)
<i>Pbormidium inundatum</i>	17	—	+	—	—	Ge (1019)
<i>Pb. lucidum</i>	19, 20	—	+	—	—	Ge (1025)
<i>Pb. luridum</i>	16	—	+	+	+	Ge (1009)
<i>Pb. retzii</i>	18	+	+	—	—	Ge (1013), Go (54)
* <i>Schizothrix</i> sp.	15	+	+	—	+	
<i>Nostoc commune</i>	24	—	+	—	—	Ge (845)
<b>Kieselalgen</b>						
( <i>Achnanthes</i> sp.)	31a	—	?	—	—	
<i>Ach. lanceolata</i>	31c	—	?	?	—	Hustedt (207)
<i>Amphora</i> sp.	31b, 32	—	+	+	—	
<i>Fragilaria brevistriata</i>	30	—	—	+	+	Hu (145)
( <i>Hantzschia amphioxys</i> )	—	—	—	—	?	Hu (394)
* <i>Navicula contenta</i>	23	(+)	—	—	—	Hu (277)
( <i>Navicula menisculus?</i> )	33	—	?	—	—	Hu (301)
<b>Grünalgen und andere</b>						
* <i>Chlorella miniata</i>	26b	(+)	(+)	+	+	Go (94)
* <i>Chl. vulgaris</i>	26a	+	(+)	—	—	Go (94)
* <i>Chlorococcum</i> sp.	27	—	+	+	+	
* <i>Coccomyxa disper</i>	25	+	+	+	+	Go (95)
* <i>Gloeocystis rupestris</i>	26a	+	(+)	+	+	Go (95)
<i>Gloeotilis contorta</i>	—	—	—	—	+	
* <i>Stichococcus bacillaris</i>	—	—	—	+	+	Go (96)
<i>Tetracystis</i> sp.	29	—	—	—	+	
* <i>Trentepohlia aurea</i>	28	—	(—)	—	+	Go (96)
Die gefundenen Arten:		15 (25)	30 30	17 0	13 0,	in dieser Arbeit s. DOBAT 1977)

\* bekannt in deutschen Höhlen (DOBAT 1977);

+ vorhanden, — nicht gefunden;

? hat nicht überlebt (vgl. Text);

(+) auch von DOBAT (1977, 1984) gefunden;

(—) nur bei DOBAT (1977, 1984) bekannt;

Ge: GEITLER (1932); Go: GOLUBIC (1967); Hu: HUSTEDT (1930);

Ne: Nebelhöhle; Bä: Bärenhöhle; Te: Teufelshöhle; Sch: Schulerloch.

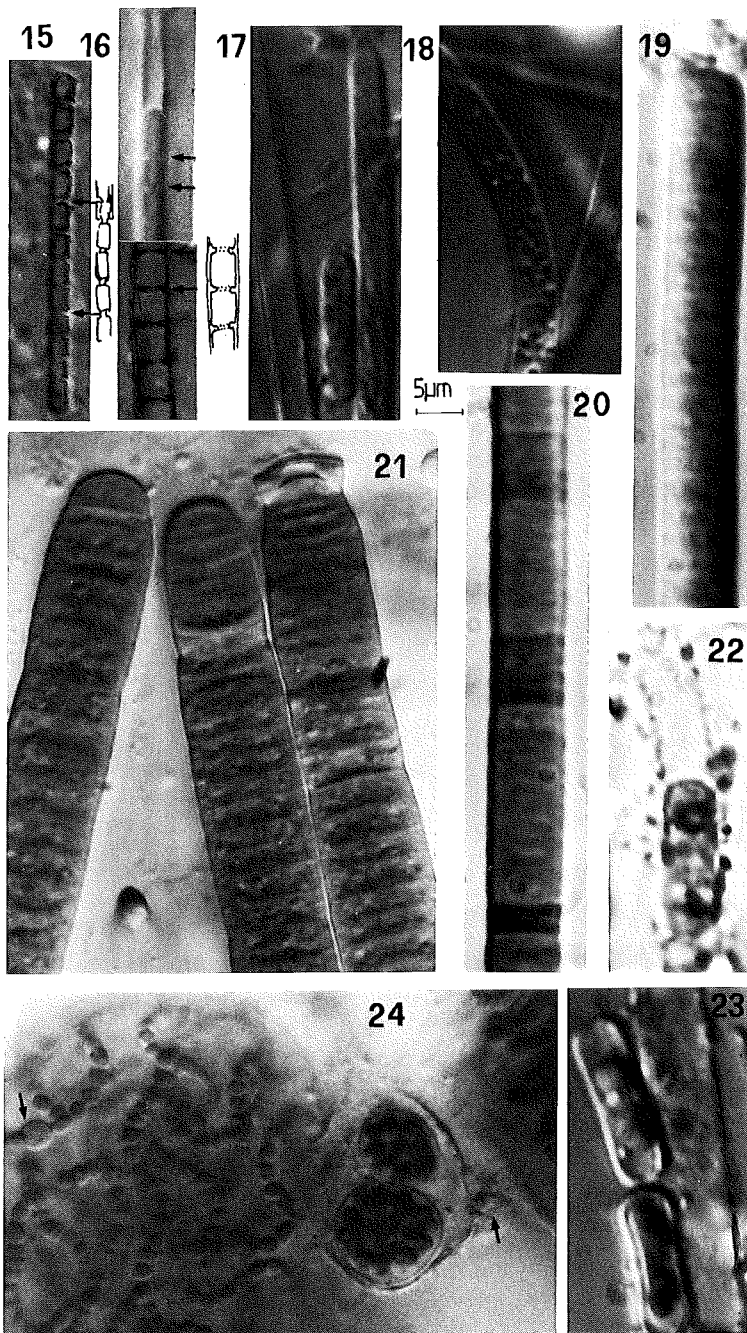


Abb. 15. *Schizothrix* sp. Pfeile: Einschnürung bei den Querwänden. — Abb. 16. *Phormidium luridum* (Kütz.) Gom. Pfeile: Einschnürung bei den Querwänden. — Abb. 17. *Phormidium inundatum* Kütz. — Abb. 18. *Phormidium retzii* (Ag.) Gom. — Abb. 19, 20. *Phormidium lucidum* Kütz. — Abb. 21. *Oscillatoria limosa* Ag. ex Gom. — Abb. 22. Ablagerung von Partikeln auf der Hülle von *Phormidium*-Arten. — Abb. 23. Aufwuchs-Diatomeen (*Navicula contenta*?) auf der Hülle von *Phormidium lucidum*. — Abb. 24. *Nostoc commune* Vaucher. Pfeile = Heterozysten.

Sowohl die Lichtintensität als auch die Beleuchtungsdauer in der Höhle wird als ein wichtiger Faktor für das Algenwachstum angesehen. Die „neuen“ eingeschleppten Arten können sich in solchen Höhlen mit kurzen Beleuchtungszeiten während der Führung nicht entwickeln. In der Bärenhöhle wird, wegen der Rutschgefahr auf dem nassen Fußweg, während der Besuch-

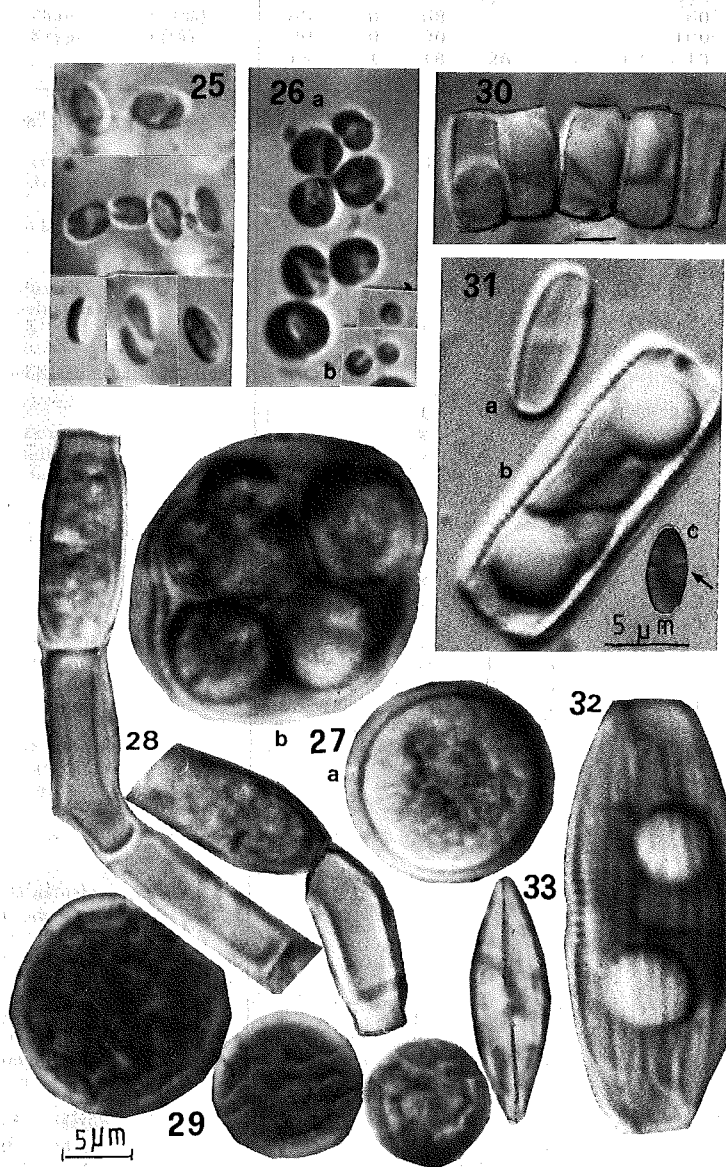


Abb. 25. *Coccomyxa disper* Schmidle – Abb. 26. *Chlorella vulgaris* Beyerinck (a), *Chlorella miniata* (Näg.) Oltmanns (b). – Abb. 27. *Chlorococcum* sp. (a): vergrößerte Dauerzelle, gekennzeichnet mit dem vernetzten Zellinhalt; (b): Bildung der Tochterzellen. – Abb. 28. *Trentepohlia aurea* (Linne) Martins – Abb. 29. *Tetracystis* sp. bei der Bildung von Endosporen. – Abb. 30. *Fragilaria brevistuata* Grun. (nachgeprüft mit der Rasterelektronenmikroskopie) – Abb. 31. *Achnanthes* sp. (a), *Amphora* sp. (b) und *Achnanthes lanceolata* var. *minor* (c). – Abb. 32. *Amphora* sp. – Abb. 33. ? *Navicula meniculus* Schumann (cf. HUSTEDT 1930, f. 517). – Maßstab jeweils 5 µm.



zeit eine ständige Beleuchtung eingeschaltet. Deshalb sind hier ideale Bedingungen für das Wachstum von Algen und Moosen vorhanden, so daß verschiedene Algen an mehreren Stellen der Höhle zu finden sind (s. DOBAT 1966, 1977). Dagegen ist nur eine kleine Anzahl von Algen in der Nebelhöhle gefunden worden (DOBAT 1984); sie können sich auf den trockeneren Felswänden bzw. in den Durchgängen und im Schwachlicht nicht gut entwickeln. In der Teufelhöhle ist 1. der Fußweg eng und wendig, d. h. es gibt viele Dunkel- bzw. Schattenstellen, und 2. die Beleuchtung schwach und kurzzeitig, so daß nur wenige Arten der von Besuchern eingeschleppten Algen und Moose unter schlechten Lichtbedingungen aufwachsen können. Im Schulerloch ist die Beleuchtung noch schwächer und kurzzeitiger als die in der Teufelhöhle, jedoch sind trotzdem viele Algen-Arten gefunden worden (s. Tab. 1), allerdings in der Nähe des Eingangs. Es ist anzunehmen, daß ein Import von Algen durch Besucher in solchen „dunklen“ Höhlen stattfindet; die Häufigkeit der vorkommenden Algen nimmt mit zunehmender Höhlentiefe ab.

Die Ergebnisse von DOBAT (1966, 1977, 1984) basieren auf fixierten Proben und erfassen fast alle eingeschleppten Arten mit ihren Varianten. Dagegen werden in unserem Fall hauptsächlich die Algen, die in den Höhlen überleben können, durch Kultivierung erfaßt. Es ist möglich, daß sich manche Arten unter den Kulturbedingungen nicht entwickeln. Jedoch ist die Variabilität der kultivierten Algen leichter als im Naturzustand zu bestimmen.

### Danksagung

Teilergebnisse dieser Arbeit, vor allem die von den Blaualgen in der Schwäbischen Alb, wurden bei der 11. IAC-Tagung (Internationale Arbeitsgemeinschaft der Cyanophyten-taxonomie, eine Sektion der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie) im Max-Planck-Institut/Plön (August 1989) von dem 1. Autor vorgelegt. Die Verfasser bedanken sich bei den Tagungsteilnehmern für ihre wertvollen Diskussionen und vor allem bei Herrn Dr. W. Lippert für seine Korrekturen.

### Literatur

- CARR, N. G. & B. A. WHITTON 1973: The biology of blue-green algae. Bot. Monogr. 9: 1–676, Blackwell. — DESIKACHARY, T. V. 1959: Cyanophyta, 686 S. Indian Council Agricultural Research, New Delhi, India. — DOBAT, K. 1966: Die Kryptogamenvegetation der Höhlen und Halbhöhlen im Bereich der Schwäbischen Alb. Abh. Karsten- u. Höhlenkunde, E. Botanik 3: 1–153. — DOBAT, K. 1977: Zur Ökogenese und Ökologie der Lampenflora deutscher Schauhöhlen. In: FREY, W., HURKA, H. u. OBERWINKLER, F. (eds.): Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen, S. 177–215. Stuttgart, New York. — DOBAT, K. 1984: Die Pflanzenwelt der Nebelhöhle. Abh. Karst- und Höhlenkunde, Reihe A, 6. Aufl. 4: 19–32. — GEITLER, L. 1932: Cyanophyceae. Rabenhorst's Kryptogamenflora 14: 1–1196. — GOLUBIC, S. 1977: Algenvegetation der Felsen. Eine ökologische Algenstudie im dinarischen Karstgebiet. In: Elster, H. J. u. Ohle, W. (eds.): Die Binnengewässer 23: 1–183. — HUSTEDT, F. 1930: Bacillariophyta (Diatomeae). In: Pascher's Süßwasser-Flora Mitteleuropas, Heft 10. 466 S. Koeltz-reprint. — KEMPE, S. et al. 1982: Höhlen in Deutschland. 114 S. HB-Verlag, Hamburg. — PRESCOTT, G. W. 1951: Algae of the Western Great Lakes Area. Koeltz (1982, reprint), 977 S. — STARMACH, K. 1967: Cyanophyta. Sinice Glaucophyta-Glaukofiti, Flora slodkowodna Połski 2: 1–807, P. A. N. Warszawa.

Dr. Tsang-Pi CHANG  
Hella CHANG-SCHNEIDER  
Rosenstraße 22,  
W-8044 Lohhof

