Beitrag zur
Kenntnis der Blaualgenvegetation der Thermen
von Baden und Leukerbad (Schweiz)

(Vorläufige Mitteilung)

Von KONSTANTIN ANAGNOSTIDIS und ALFONS ZEHNDER

(Aus dem Institut für systematische Botanik und Pflanzengeographie
der Universität Thessaloniki und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH, Zürich.)

Beitrag zur Kenntnis der Blaualgenvegetation der Thermen von Baden und Leukerbad (Schweiz)

(Vorläufige Mitteilung)

Von KONSTANTIN ANAGNOSTIDIS und ALFONS ZEHNDER

(Aus dem Institut für systematische Botanik und Pflanzengeographie
der Universität Thessaloniki und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH, Zürich.)

Manuskript eingegangen am 21. April 1964

A. Einleitung

Im Spätsommer 1963 fand im Hydrobiologischen Laboratorium der ETH in Kastanienbaum am Vierwaldstättersee (Schweiz) das dritte Symposium der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenkunde (IAC) statt [8]. Exkursionen führten die Teilnehmer unter anderem zu den Thermen von Baden (Aargau) und Leukerbad (Wallis), deren Algenvegetation bisher nie untersucht worden war. Die gesammelten Materialien überraschten durch ihren Artenreichtum; gleichzeitig tauchten bei der Analyse aber auch viele kritische Fragen auf, deren Klärung reichlich Zeit und eingehendere Untersuchungen an Ort und Stelle erfordern wird. So entschlossen wir uns, in dieser ersten Mitteilung eine vorläufige Übersicht über die festgestellten Taxa zu geben. Die Listen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit; nicht eindeutig bestimmbare kritische Formen werden meist nicht erwähnt; ebenso verzichten wir auf die Angabe von «Varietäten», «Formen» usw. Für die Bestimmungen wurden hauptsächlich die Werke von DESIKACHARY [9], ELENKIN [10] und GEITLER [11] benützt. Wir hoffen, später eine ausführlichere Arbeit über die Algenvegetation der beiden Thermen vorlegen zu können.

B. Baden

Die 18 gefassten Thermalquellen von Baden und Ennetbaden [2-5] fördern täglich etwa 1 Million l Wasser aus der Muschelkalkformation durch Spalten im darüber lagernden Keuper an die Oberfläche. Sie lassen sich als Kochsalz- und Gipsthermen mit mildem Schwefelwasserstoffgehalt charakterisieren. Einige Angaben über Chemismus und physikalische Eigenschaften sind in Tab. 1 zusammengestellt; im übrigen sei auf die ausführliche Monographie MÜNZELS [5] verwiesen.

Tabelle 1

Das Thermalwasser der Verenaquelle von Baden (Schweiz) (gekürzt nach GÜBELI und DORTA-SCHAEPI [2])

Mineralgehalt (mg pro Liter)			
Kationen		Anionen	
Natrium	712,00	Chlorid	1118,49
Kalium	59,45	Sulfat	1365,0
Magnesium	100,8	Hydrokarbonat	457,34
Kalzium	523,88		
Übrige Kationen	11,781	Übrige Anionen	8,196
Summe der Kationen	1407,911	Summe der Anionen	2949,026
Borsäure	3,429		
Kieselsäure	56,59		
Total Mineralien	4416,956		
Gase: Kohlendioxyd, Schwefelwasserstoff			
Reaktion: pH = 6,37 bei 18 °C			
Temperatur: 46,09 °C (hyperthermal)			

Von den Quellen wird das Wasser in unterirdischen Leitungen grösstenteils in die Badehotels geleitet. Als Algenstandorte kommen daher praktisch nur die wenigen im Freien liegenden Thermaltrinkbrunnen sowie die Bäderabläufe, die an der Ufermauer der Limmat ausmünden, in Betracht.

1. Algen im Trinkbrunnen der Kuranlage

Der offene Trinkbrunnen in der Kuranlage der «Grossen Bäder», der von der benachbarten «Limmatquelle» aus gespeist wird, zeigte an seinem inneren Trogrand lockere, blaugrüne Algenbüschchen von etwa 1 cm Durchmesser. Die Wassertemperatur an den Algenstandorten betrug 39,5 °C. Die Analyse ergab:

Plectonema notatum Schmidle

Filamente 2-2,4 μ breit, Zellen 1-1,5 μ breit, 3-4,5 μ lang. Scheiden fest, farblos; Scheinverzweigungen spärlich.

Phormidium angustissimum W. et G. S. West

Ph. bigranulatum Gardner (?)

Filamente etwa 1 μ breit, sehr lang, ziemlich parallel gelagert und gerade oder regellos gelagert und mässig gebogen. Scheiden dünn, meist fast unsichtbar. Zellen 0,6–0,8 μ breit, 2–8 μ lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt; diese deutlich, oft mit je einem Körnchen auf jeder Seite.

Oscillatoria terebriformis Ag. ex Gom.

O. sp.

Zellen 0,8–1,2 μ breit, bis 5mal länger als breit, blassblaugrün, an den Querwänden leicht eingeschnürt, mit je 1 Körnchen. Trichomenden gerade, nicht verjüngt, Endzelle abgerundet.

Beggiatoa minima Winogr.

B. leptomitiformis (Menegh.) Trevis

Thiotrix tenuis Winogr.

Diatomeen

2. Algen im Auslauf des Kurbrunnenwassers in die Limmat

Das Überlaufwasser des Kurbrunnens wird unterirdisch weggeführt und tritt etwa 50 cm über dem mittleren Wasserspiegel der Limmat aus der Ufermauer aus. Seine Temperatur misst hier noch 35,5 °C. Unterhalb der Ausmündung hat sich eine dicke Tuffkruste angesetzt, über die das Wasser herabrinnt, und wo es in winzigen, konsolenartigen Bassins kurze Zeit verweilt. Die ganze Kruste ist von üppigen Algenbelägen überzogen. In ihnen wurden festgestellt:

Synechocystis thermalis Copeland

S. minuscula Woronich

Synechococcus elongatus Näg.

Chamaesiphon polymorphus Geitl.

Plectonema notatum Schmidle

Phormidium ambiguum Gom.

Ph. Corium (Ag.) Gom.

Ph. valderianum (Delp.) Gom.

Ph. molle Gom.

Ph. luridum Gom.

Ph. fragile Gom.

Ph. tenue (Menegh.) Gom.

Ph. angustissimum W. et G. S. West

Ph. bigranulatum Gardner (?)

(gleiche Form wie im Kurbrunnen)

Oscillatoria Willei Gardner em. Drouet

O. amphibia Ag. ex Gom.

O. geminata Menegh. ex. Gom.

O. terebriformis Ag. ex Gom.

O. formosa Bory ex Gom.

O. animalis Ag. ex Gom.

O. pseudoangusta Claus

Pseudanabaena galeata Böcher

P. lonchoides Anagnostidis

Beggiatoa minima Winogr.

B. leptomitiformis (Menegh.) Trevis

B. nivea (Rabenh.) Winogr.

Thiotrix tenuis Winogr.

Spirogyra sp.

C. Leukerbad

Die vier ergiebigsten warmen Quellen von Leukerbad [2–4, 6] fördern täglich zusammen etwa 2000000 l Wasser zutage. Mehr als die Hälfte davon entfällt auf die St.-Lorenz-Quelle, die mitten im Dorf vor dem

Siphononema polonicum Geitl.
Plectonema notatum Schmidle
P. nostocorum Bornet ex Gom.

Phormidium angustissimum
 W. et G.S. West
Symploca thermalis (Kütz.) Gom.?

An verschiedenen Stellen war der blaugrüne Wandbelag von dunkleren Flecken durchsetzt. In ihnen wurden festgestellt:

Aphanothece nidulans P. Richt.
A. microspora (Menegh.) Rabenh.
Gloeocapsa punctata Näg.?
G. gelatinosa Kütz.?
Pleurocapsa minor Hansg. em. Geitl.

Chamaesiphon polymorphus Geitl.
Plectonema notatum Schmidle
P. nostocorum Bornet ex Gom.
Phormidium angustissimum
 W. et G.S. West

2. Algen aus dem «Fussbad»

Am unteren Dorfrand von Leukerbad speist die «Fussbadquelle» [2] eine der Gemeinde gehörende Freiluftanlage, die zwei ausbetonierte Warmwasserbecken umfasst, die hauptsächlich für Fussbäder, aber in beschränktem Ausmasse auch für Freiluftvollbäder benützt werden. Die Wassertemperatur betrug am Tag der Probenentnahme (28. 8. 63) 38 °C.

Die Innenwände der Becken tragen Überzüge von Algen, die an manchen Stellen hautartig dünn, an anderen dickkrustig und mit kleinen Zäpfchen versehen erscheinen.

In Proben der dünnhäutigen Überzüge wurden folgende Formen bestimmt:

Synechocystis aquatilis Sauv.
S. minuscule Woron.
Gloeocapsa thermalis Lemmermann
Chroococcus minor (Kütz.) Näg.
Ch. minutus (Kütz.) Näg.
Chamaesiphon polymorphus Geitl.
Calothrix sp.
Plectonema notatum Schmidle
P. nostocorum Bornet ex Gom.
Phormidium Corium (Ag.) Gom.
Pb. valderianum (Delp.) Gom.

Pb. angustissimum W. et G.S. West
Pb. tenue (Menegh.) Gom.
Pb. ambiguum Gom.
Pb. molle Gom.
Oscillatoria tenuis Ag. ex Gom.
O. Willei Gardner em. Drouet
Lyngbya martensiana Menegh.
Pseudanabaena catenata Lauterb.
P. galeata Böcher
P. lonchoides Anagnostidis
P. biceps Böcher

Dickkrustige, mit kleinen Zäpfchen versehene Materialien enthielten

Synechocystis thermalis Copeland
S. aquatilis Sauv.
S. minuscule Woron.
S. crassa Woron.
Synechococcus elongatus Näg.
S. bigranulatus Skuja (?)
Chroococcus minutus (Kütz.) Näg.
Calothrix sp.
Plectonema notatum Schmidle

P. nostocorum Bornet ex Gom.
Phormidium tenue (Menegh.) Gom.
Pb. angustissimum W. et G.S. West
Pb. ambiguum Gom.
Pb. Corium (Ag.) Gom.
Symploca thermalis (Kütz.) Gom.
Pseudanabaena galeata Böcher
P. lonchoides Anagnostidis
Oscillatoria princeps Vauch.

D. Diskussion

Wie eingangs erwähnt, erheben die vorliegenden Artenlisten keinen Anspruch auf Vollständigkeit: sie basieren auf der Untersuchung von relativ wenigen Proben, und die Frage, ob die aufgefundene Artengarnitur bei eingehender Durchsicht eines reicheren Sammlungsmaterials sich wesentlich ausweiten und in ihrem Aspekt ändern wird, muss offenbleiben. Immerhin ist das starke Überwiegen von Vertretern der Oszillatoriazeen in unseren Listen – 25 von 45 aufgeführten Taxa reihen sich in diese Familie ein – kaum zufällig: So gehören 67% aller von ANAGNOSTIDIS [1] in griechischen Thermen gefundenen Zyanophytenformen zu den Oszillatoriazeen. Auffallend ist das völlige Fehlen der Gattung *Spirulina* in unseren Listen, die in griechischen Thermen häufig gefunden wurde. Umgekehrt überrascht die reichliche Entwicklung von *Plectonema notatum* in beiden untersuchten schweizerischen Thermen, während die Gattung in den griechischen Thermen überhaupt nicht entdeckt wurde.

VOUK [7] versucht, die Thermen biologisch, d. h. auf Grund der in ihnen vorkommenden Lebensgemeinschaften, zu gruppieren, wobei er gleichzeitig auf den individuellen Charakter jeder einzelnen Therme und die damit verbundene Schwierigkeit einer Klassifizierung verweist.

Die Thermen von Baden und Leukerbad sind vorläufig nicht leicht ins System VOUKS einzureihen, vor allem weil die natürlichen Wasserausstritte künstlich in dunklen Schächten gefasst sind. Die gesamte lichtbedürftige Vegetation ist daher dort verschwunden.

In Baden konnten sich die Algen nur in den wenigen, ebenfalls künstlich angelegten Kurbrunnen (die zudem von Zeit zu Zeit gereinigt werden) sowie in den auch von VOUK ([7], S. 19) erwähnten Ausflüssen der Thermalquellen am Limmatquai erhalten. Die ursprüngliche Vegetation ist also gewiss nur noch in Relikten vorhanden. Auf Grund der hier vorgelegten Artenlisten wären die Quellen von Baden den Schwefel-Blauthermen (Thio-Zyano- oder SC-Thermen) VOUKS beizuordnen.

In Leukerbad fehlen die Schwefelbakterien anscheinend ganz; es liegt offensichtlich eine Blautherme (Cyanophyten- oder C-Therme) vor. VOUK unterscheidet dabei drei Typen, den *Mastigocladus*-, den *Phormidium*- und den *Oscillatoriatypus*. Leukerbad lässt sich auf Grund der festgestellten Arten nicht befriedigend unter diese Typen einreihen. In eingehenderen Untersuchungen wird zu klären sein, ob das auffallende Hervortreten von *Plectonema notatum* die Aufstellung eines neuen Typus verlangt.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] ANAGNOSTIDIS, K., *Untersuchungen über die Cyanophyceen einiger Thermen in Griechenland* (*Ἐρεῦναι ἐπὶ τῶν κυανοφυκῶν θερμοπηλῶν τινῶν τῆς Ἑλλάδος*) (Griechisch, deutsche Zusammenfassung und Diskussion) (Thessaloniki 1961) p. 322.
- [2] GÜBELI, O. und DORTA-SCHAEPI, Y., *Die Neuanalyse schweizerischer Mineralquellen*, I. Serie, Mitt. aus d. Gebiete der Lebensmittelunters. und Hygiene 41 (H. 3, 4), 1-67 (1950).
- [3] *Die Kurorte der Schweiz. Schweizerisches Bäderbuch*. Herausgegeben im Auftrag der Schweiz. Ges. Baln. Klimat., unter dem Patronat der Schweiz. Verkehrszentrale, Zürich, 4. Aufl. (Zürich 1930), p. 222.
- [4] *Die Mineral- und Heilquellen der Schweiz*. Herausgegeben vom Schweiz. Verein analyt. Chemiker, dem Eidg. Gesundheitsamt und der Schweiz. Ges. Baln. Klimat. (Bern 1937), p. 201.
- [5] MÜNZEL, U., *Die Thermen von Baden*, Eine balneologische Monographie (Selbstverlag, Baden, Schweiz 1947), p. 299.
- [6] RIVAZ, P. DE, und EBENER, A., *Leuk-Leukerbad*, Sammlung Land und Volk der Schweiz (Neuchâtel o. J.), p. 22.
- [7] VOUK, V., *Grundriss zu einer Balneobiologie der Thermen* (Basel 1950), p. 88.
- [8] ZEHNDER, A., *Drittes Symposium über Fragen der Cyanophytensystematik in Kastanienbaum*, 1963, Schweiz. Z. Hydrol. 26 (1) 147-164 (1964).
- [9] DESIKACHARY, T. V., *Cyanophyta* (New Delhi 1959), p. 686.
- [10] ELENKIN, A. A., *Monographia algarum Cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus U. R. S. S. inventarum*. Pars specialis, Fasc. II, 985-1908 (Moskau 1949).
- [11] GEITLER, L., *Cyanophyceae*, in: Rabenhorsts Kryptogamenflora, 14 (Leipzig 1932) p. 1196.