

# MITTEILUNGEN

DES

## BAD. LANDESVEREINS FÜR NATURKUNDE UND NATURSCHUTZ IN FREIBURG I. BR.

Neue Folge Bd. 1	Ausgegeben am 15. April 1922	Heft 8 1922
---------------------	------------------------------	----------------

### Inhalt:

Robert Lauterborn, Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie. — Dr. Olaw Schröder, Für Südbaden neue oder bemerkenswerte Großschmetterlinge. — Dr. A. Rosenbohm, Beiträge zur Libellenfauna des Oberrheins und Bodensees. — F. Golder, Über das Vorkommen der Geburtshelferkröte im Markgräflerland. — Derselbe, Neue Standorte. — A. Kneucker, Notiz. — Dr. M. Auerbach, Hydrobiologischer Ferienkurs. — Geschäftliche Mitteilungen: Ortsgruppe Karlsruhe. — Mitgliederversammlung 1922. — Kassenbericht. — Erklärung.

## Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie.

Von Robert Lauterborn.

Bei meinen langjährigen Bodenseestudien habe ich neben dem Plankton, der Tier- und Pflanzenwelt der Flachufer sowie der Schlickgründe der Tiefe besondere Aufmerksamkeit einer Fazies zugewendet, die in den Seen des Alpenvorlandes nur ganz selten zur Ausprägung gelangt und schon darum geologisch wie biologisch ein hervorragendes Interesse in Anspruch nehmen darf. Das sind die unterseeischen Felswände im Grabenbruch des Ueberlinger Sees.

Die hohen mauerartig schroffen Molassefelsen, welche zwischen Bodman und Wallhausen hart an das Ufer herantreten, setzen sich auch in die Tiefe des Sees hinab fort. Die ihnen als Sockel vorgelagerte Uferbank, die erodierte Wyse, ist hier meist nur recht schmal und bildet eine fast ebene von Sprüngen und Spalten durchsetzte plattige Felstafel, die seewärts öfters winkelige Einbuchtungen zeigt. Ihr Rand erscheint scharf wie mit dem Meißel abgesprengt und bricht plötzlich ganz steil und unvermittelt, oft fast senkrecht zur Tiefe nieder: es gibt hier Stellen, wo kaum eine Bootslänge vom Rande das Lot 50—60 m ohne Hindernis hinabgleitet.

Der Absturz selbst ist bald breit und gerade wie eine Mauer, bald durch vorspringende klotzige Felspfeiler<sup>1)</sup>, Felsrippen, bankförmige

<sup>1)</sup> Der bekannte „Teufelstisch“ westlich von Wallhausen stellt einen isolierten unterseeischen Felsturm dar, dessen Spitze nur bei sehr niederen Wasserständen trocken fällt.

Absätze und Gesimse mannigfach gegliedert. Damit wechseln Nischen, Höhlen und dunkle Klüfte, die sich geheimnisvoll im grünen Dämmerchein der Tiefe verlieren — alles auch malerisch ein Bild von ungewöhnlichem Reiz.

Dieser ganze Steilhang ist nun überall mit einer zusammenhängenden sinterartigen Kalkkrustation überzogen: nirgends, soweit meine Untersuchungen reichen, tritt hier mehr der nackte Molassefels zutage<sup>1)</sup>.

Nahe dem Seespiegel ist die Kalkkruste anfangs recht locker, dünn, höckerig, leicht zerbröckelnd, dann geschlossener, aber noch recht porös; mit zunehmender Tiefe wird sie immer dicker, dichter und springt stellenweise auch in riffartigen Zacken vor, die wiederum von Höhlungen, Löchern und Röhren durchbrochen sind. Die Bruchfläche aus 35—45 m Tiefe heraufgebrachter Stücke zeigt meist ein fast kreideartiges Gefüge, das auf Dünnschliffen keine zonare Schichtung erkennen ließ; die Farbe ist weiß bis schwach gelblich. An ihrer Oberfläche erscheint die Kruste weithin durch Eisenoxydhydrat gelb bis dunkelbraun gefärbt. Daneben finden sich, besonders in der Tiefe, stellenweise auch sehr auffallende tief samtschwarze Häute, Ablagerungen von Mangan, wie Herr Kollege Meigen durch chemische Analyse bestätigte. Damit ist aber die Farbenbuntheit der Krusten noch keineswegs erschöpft: dem Gelb bis Braun der Unterlage sind vielfach noch grüne, goldbraune, violette und rötliche Flecke aufgetragen, die Algen ihren Ursprung verdanken.

Das leitet über zur Biologie dieser Kalksinterkrusten. Hier spielen vor allem die Algen eine sehr bedeutsame Rolle, und zwar, der Natur des Standortes entsprechend, fast ausschließlich festsitzende lithophile Formen. Diese steigen hier meist in weit größere Tiefen hinab als bisher bekannt war, eine neue Bestätigung der von mir schon früher vertretenen Auffassung, daß nicht so sehr die Tiefe an und für sich, sondern weit mehr der Mangel eines geeigneten Substrates die Verbreitung vieler Organismen nach unten begrenzt.

An den unterseeischen Felswänden des Bodensees lassen sich von oben nach unten drei Zonen unterscheiden, die durch das Vorwiegen bestimmter Algen in Massenvegetation charakterisiert erscheinen. Es sind dies:

1. Die Zone von *Schizothrix* und *Rhizoelonium* (0—10 m)
2. Die Zone von *Aegagropila profunda* (10—25 m)
3. Die Zone von *Gongrosira codiolifera* (25—35 m).

<sup>1)</sup> Nur an einer Stelle, wo in etwa 20 m Tiefe der Steilhang einen treppenförmigen Absatz bildet, brachte von dessen horizontaler Oberfläche das Schleppnetz auch anstehende Stücke der glaukonitreichen sandigen Molasse herauf, an denen die Kalkkruste teils fehlte, teils nur als 1—2 mm dicker Ueberzug entwickelt war.

Natürlich sind diese Zonen keineswegs scharf abgesetzt, sondern gehen ganz allmählich ineinander über; die jeweiligen Tiefengrenzen können darum auch immer nur Annäherungswerte darstellen, um so mehr, als bei besonderen örtlichen Bedingungen (Lichtdämpfung durch überhängende Felsen, Klüfte usw.) die einzelnen Arten ineinander übergreifen.

Die obere Kante des Felsabsturzes bis gegen 5 m Tiefe hinab ist zunächst der Hauptbereich der kalkspeichernden fadenförmigen Cyanophyceen, vor allem der Arten von *Schizothrix*, besonders *Sch. fasciculata* (Naeg.) Gomont. Sie bilden die ziemlich lockeren, höckerigen Kalkkrusten, die im Leben meist rotviolett gefärbt sind. Auf diesen Krusten sitzt ein ausgedehnter zarter grüner Schleier von langfädigen Cladophoraceen, vorherrschend *Rhizoclonium longiarticulatum* (Wille als forma, Heering als Subspezies von *Rh. hieroglyphicum*), bisher nur in freischwimmenden Fäden von Mariendorf bei Berlin bekannt. Im Bodensee macht diese Alge durchaus den Eindruck einer selbständigen Art<sup>1)</sup>; ihre Hauptentfaltung hat sie bis gegen 3 m Tiefe, doch tritt sie auch noch in 10 m recht zahlreich auf.

Mit dem Abklingen von *Rhizoclonium* beginnt eine andere Cladophoracee häufiger zu werden. Das ist *Aegagropila profunda* (Brand) Nordstedt, welche in Gestalt von vielfach verfilzten bis gegen 2 cm hohen trübgrünen Räschen öfters größere Flächen überzieht; die für die Gattung meist so charakteristischen ballenartigen freischwimmenden Watten kamen mir im Bodensee nie zu Gesicht. *Aeg. profunda* ist hier am häufigsten in etwa 20 m Tiefe; nach oben geht sie bis gegen 10 m, nach unten bis jenseits 30 m. Sie bevorzugt als Substrat die zusammenhängenden porösen Kalkkrusten.

In den größeren Tiefen zeigt die Oberfläche der festeren Kalkkrusten neben den dunklen Eisen- und Manganhäuten oft einen grünen Schimmer. Dieser ist bedingt durch eine *Gongrosira*, die mit *G. codiolifera* Chodat die meiste Aehnlichkeit besitzt, eine Art, welche im Genfer See Muschelschalen von *Anodonta* sowie Kalksteine als „algue perforante“ bewohnt und darum von Wille in die Gattung *Gomontia* eingereiht wurde<sup>2)</sup>. Unsere *Gongrosira* bildet ausgedehnte vielfach fast *Coleochaete*-artige pseudoparenchymatische Lager und verzweigte Zellfäden, welche die Kalkkrusten ganz nahe deren Oberfläche durchsetzen; die von Chodat beschriebenen derbwandigen „Sporangien“ kamen nur recht vereinzelt zur Beobachtung. Die oberen Wasserschichten mit ihren bröckeligen Kalkkrusten

<sup>1)</sup> Herr Prof. Dr. Wille, der meine Bestimmung bestätigte, schließt sich jetzt dieser Auffassung an.

<sup>2)</sup> Für den Bodensee erwähnen Schmidle und Baumann das Vorkommen dieser Alge auf Furchensteinen und Schnecklisanden.

werden von *Gongrosira* gemieden; sie erscheint an die festeren Krusten der Tiefe gebunden, wo sie von etwa 10 m an besonders zwischen 25 und 30 m häufig ist und noch unter 35 m hinab geht.

Sehr auffallend ist es nun, daß in Tiefen von 10—15 m, aber auch noch weiter unten, verzweigte Algenfäden auftreten, die in allen wesentlichen Punkten denen von *Gongrosira* gleichen, aber in ihren Zellen keine grünen, sondern rotviolette Chromatophoren enthalten, ganz ähnlich denjenigen der Floridee *Hildenbrandtia rivularis*, welche in typischer Ausbildung auch zusammen mit *Gongrosira* die Kalkkrusten besiedelt. Der Gedanke, daß jene rötlichen Zellfäden vielleicht eine besondere Wuchsform von *Hildenbrandtia* darstellen könnten, muß fallen gelassen werden, da einerseits derartige freie Verzweigungen bei der stets dicht parenchymatischen Floridee nicht bekannt sind, andererseits der ganze Bau der Zellen und ihre Einschlüsse (Pyrenoide etc.) nach Reaktionen, die Herr Dr. Zimmermann auf meine Bitte ausführte, durchaus den Verhältnissen bei *Gongrosira* entsprechen; dazu kommt, daß in ein und demselben Zweige bisweilen rötliche und grüne Zellen abwechseln. Herr Kollege Oltmanns, dem ich die Alge demonstrierte, machte mich auf eine Arbeit von G. Nadson<sup>1)</sup> aufmerksam, wo ein ähnlicher Fall für eine marine Grünalge, und zwar *Ostreobium Queketti* Born. et Flah. var. *rosea* Nadson (*Conchocelis rosea* Batters) erwähnt wird, die merkwürdigerweise ebenfalls an kalkige Substrate der Tiefe, nämlich Muschelschalen, gebunden ist. Es liegt nahe, hier mit Nadson an einen Fall chromatischer Adaption im Sinne W. Th. Engelmanns, an eine Anpassung an die besonderen Lichtverhältnisse der Tiefe zu denken, wobei allerdings noch zu erklären bleibt, warum nicht alle Gongrosiren der größeren Tiefen die rötliche Farbe angenommen haben. Jedenfalls wird die algologisch sehr interessante Tatsache im Botanischen Institut unserer Universität weiter verfolgt werden.

Im Vergleich mit den bisher behandelten Arten treten die übrigen Algen mehr in den Hintergrund. Am meisten fällt unter ihnen die Floridee *Hildenbrandtia rivularis* Breb. auf, deren rotviolette Häute sich immer scharf von der gelben und braunen Unterlage abheben. Ihre Hauptverbreitung dürfte in Tiefen von 10—20 m liegen; im Seerhein zwischen Ober- und Untersee traf ich sie noch in Tiefen von 25 m recht häufig. Weit spärlicher erscheint *Batrachospermum moniliforme* Roth in schwächtigen Räschen zwischen 5—10 m, ebenso *Oedogonium* und *Conferva* in sterilen Fäden. Die Zweige von

<sup>1)</sup> G. Nadson: Die perforierenden (kalkbohrenden) Algen und ihre Bedeutung in der Natur. In: Scripta Botanica Hort. Univers. Petropol. Fasc. XVIII (1900).

*Aegagropila* sind oft streckenweise dicht mit den Pflänzchen von *Chamaesiphon incrustans* Grun. überzogen.

Neben den Algen kommt noch den Diatomeen eine größere Bedeutung zu. Unter ihnen sind zwei Arten für die Vegetation der unterseeischen Felswände besonders bezeichnend. Die eine ist *Epithemia Hyndmanni* W. Smith, die größte und prächtigste Art der Gattung, in ihrer Verbreitung anscheinend auf tiefere kalkreiche Gewässer beschränkt. Sie bildet von etwa 2 m ab dicht gehäuft goldbraune Flecke an den *Schizothrix*-Rasen, weiter abwärts sitzt sie klumpenweise oft so zahlreich an den Fäden von *Rhizoclonium* und den Aesten von *Aegagropila*, daß diese perlschnurartig geknotet erscheinen. Am zahlreichsten ist die Art in etwa 15—20 m Tiefe, kommt aber auch noch unter 30 m öfters vor. Die zweite Art ist *Melosira arenaria* Moore, niemals in solchen Mengen wie *Ep. Hyndmanni*, aber darum nicht weniger charakteristisch. Sie tritt an den Felswänden in genau derselben Form auf, die ich 1910 von den Characeen-Rasen des Untersees aus 10—15 m Tiefe beschrieb<sup>1)</sup>: lange straff gekrümmte goldbraune Zellketten mit einem Ende am Substrat (hier meist *Aegagropila*) befestigt; sie mag darum als forma *affixa* bezeichnet werden. Die Verbreitung dieser Tiefenform erstreckt sich von etwa 10 m bis über 30 m hinab.

Die anderen Diatomeen erscheinen mehr auf die oberen Wasserschichten beschränkt. So die Klumpen von *Epithemia argus* Kütz. var. *longicornis* Grun. und dann ganz besonders die Massen der auf langen Gallertstielen sitzenden Gattungen wie *Achnanthes minutissima* Kütz., *Cocconeis flexella* Kütz., *Gomphonema*, weniger zahlreich auch *Cymbella* usw., welche vor allem die Fäden von *Rhizoclonium* wie mit einem dichten Pelz umkleiden. Die Aeste der tiefer lebenden *Aegagropilen* tragen ebenfalls epiphytische Diatomeen, doch überwiegen hier entschieden die Formen mit kurzen polsterförmigen Stielen, vor allem *Gomphonema intricatum* Kütz. var. *pulvinatum* A. Braun, dann eine *Eunotia* spez. und *Cocconeis placentula* Ehrb. Freibewegliche Formen treten überall nur recht spärlich auf; erwähnt seien *Gyrosigma attenuatum* Kütz. und *Diploneis elliptica* Kütz., beide noch in 30 m Tiefe.

Die Moose ergaben bis jetzt nur einen Vertreter, und zwar den prächtigen *Fissidens grandifrons* Bridel, hauptsächlich als Bewohner des fließenden Wassers bekannt und in Deutschland nur im Bodensee und Rhein für Bregenz, den Konstanzer Trichter, den Seerhein, weiter für den ganzen Hochrhein und die Gießen des Oberrheins bis in die Gegend von Straßburg nachgewiesen. An den Felswänden

<sup>1)</sup> R. Lauterborn: Die Vegetation des Oberrheins. In: Verhandl. Naturhist.-Med. Verein Heidelberg N. F. Bd. X. (1910) S. 450—502.

des Ueberlinger Sees sitzt das Moos besonders unter der oberen Kante des Absturzes, hier meist stark mit Kalk inkrustiert, und steigt bis gegen 20 m Tiefe hinab.

Die Tierwelt der unterseeischen Felswände ist weit ärmlicher entwickelt als die Pflanzenwelt. Auch bei ihr kommen fast ausschließlich nur festsitzende Formen in Frage. Die Protozoen sind besonders durch die auf langen straffen Stielen sitzende *Acineta grandis* Kent vertreten, die noch in 30 m Tiefe die Algen besiedelt, meist begleitet von *Metacineta mystacina* Ehrb. in einer ungestielten Form, weiter *Vaginicola longicollis* Kent, Arten von *Cothurnia*, *Lagenophrys* und *Vorticella*. Von Metazoen finden sich bis in die größeren Tiefen hinab die polsterförmigen Kolonien von *Spongilla* (hier bisher immer ohne Gemmulae), einzelne *Hydra rubra*, weiter, vielleicht am häufigsten von allen Tieren, die hirschgeweihartig verzweigten Kolonien der Bryozoe *Fredericella sultana* Blumenbach, die sonst hauptsächlich die Charen der Halde durchwuchern und deren ausgestorbenen Röhren das Schleppnetz oft in ganzen Klumpen von den Schlickgründen der Tiefe heraufbringt. Von Schnecken weidet *Valvata alpestris* Blauner noch in 20 m Tiefe an den Algenrasen der Felswände.

Naturgemäß drängt sich zum Schlusse auch die Frage nach der Entstehung dieser Kalksinterkrusten auf. Eine rein mechanische Ausfällung des Kalziumkarbonats  $\text{Ca CO}_3$  aus dem im Bodensee-wasser reichlich gelösten Bikarbonat  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  erscheint ausgeschlossen, da namentlich in der Tiefe die hierzu nötigen Bedingungen fehlen. Alles spricht im Gegenteil dafür, daß die Kalkkrusten biogenen, und zwar phytogenen Ursprungs sind. Die Hauptrolle dabei spielen zunächst die Algen, in den oberen Schichten vor allem die Angehörigen der Gattung *Schizothrix* und verwandte Formen, die ja schon lange als Kalkspeicherer bekannt sind. In den größeren Tiefen tritt aber diese Cyanophyceae ganz zurück. Hier muß also die Bildung der festeren, dickeren Krusten durch andere Gattungen erfolgen. Da wäre nun hervorzuheben, daß besonders in den Tiefen von etwa 10 m abwärts ich allenthalben Massen von Chroococcaceen vom Habitus der Gattung *Microcystis* fand, die in Gestalt von vielfach gelappten, oft strangartig ausgezogenen und durchbrochenen schleimigen Kolonien die Oberfläche der Krusten durchsetzen und namentlich gerne auch den Lagern von *Gongrosira* folgen. Die Zellen dieser Chroococcacee, etwa 0,002 mm groß, sind rundlich oval, oft traubig gehäuft und von zart blaugrüner Farbe. In den größeren Tiefen, auch unter den dunklen Eisen- und Manganhäuten, sitzen vielfach ganz ähnlich gelappte Gallertkolonien, deren kokkenartigen Zellen oft nur etwa 0,001 mm Größe erreichen und gar keine Färbung er-

kennen lassen, also durchaus Bakterien-Zoogloeen gleichen. Wir müssen hier daran denken, daß in den größeren Tiefen auch Bakterien als Kalkbildner in Betracht kommen können<sup>1)</sup>. Das wäre ein Gegenstück zu den Befunden des Amerikaners Drew, der für bestimmte marine Bakterien (*B. calcis*) die Fähigkeit, Kalkkarbonat aus dem Wasser auszufällen, experimentell erwiesen hat. Weitere Aufschlüsse über diese auch geologisch wichtige Frage sollen Untersuchungen erbringen, die ich mit Herrn Privatdozenten Dr. Rawitscher, Assistent am Botanischen Institut der Universität Freiburg, durchführen werde.

Zur Bildung härterer Kalkkrusten gehört aber neben der Ausfällung von Kalziumkarbonat auch ein Niederschlag und eine Verfestigung desselben auf dem Substrat. Das geschieht in ganz besonderem Maße durch phytogene Gallertausscheidungen, durch die dicht gedrängten Gallertstiele und -polster der Diatomeen sowie durch die Gallertscheiden und schleimig-klebrigen Hüllen der Algen und Bakterien, die sich — die Stiele besonders an ihrer Basis — unter dem Mikroskope stets dicht von einem Kalkniederschlag umhüllt erweisen. Nahe dem Seespiegel erleidet die Ausbildung einer zusammenhängenden phytogenen Kalkkruste mannigfache Störungen durch die Wirkungen des Wellenschlages. In der ruhigen Tiefe dagegen (wo auch die mehr flächenhaft ausgebildeten Mikrophyten vorherrschen), kann die Ausfällung, der Niederschlag und die Verfestigung des Kalkes selbst an den steilsten Wänden völlig ungestört und stetig vor sich gehen, so daß im Laufe der Zeit immer dickere Krusten entstehen müssen. Wir hätten es also bei den tieferen Kalksinterkrusten der Felswände mit schon recht alten, aber noch ständig weiter wachsenden Ablagerungen zu tun, deren erste Anfänge wohl noch in die Zeit der Bildung des heutigen Seebeckens zurückreichen.

Die vorstehenden Ausführungen dürften dargetan haben, daß die unterseeischen Felswände mit ihren Kalksinterkrusten tatsächlich wohl die eigenartigste Fazies des Bodensees darstellen, welche eine ganze Reihe interessanter Probleme birgt. Diesen auf noch breiterer Grundlage nachzugehen, wobei auch die entsprechenden Felswände bei Meersburg einbezogen werden sollen, wird eine der Hauptaufgaben meiner Bodenseeuntersuchungen in der nächsten Zeit sein<sup>2)</sup>.

#### Forstzoologisches Institut der Universität Freiburg.

<sup>1)</sup> Auch die Ablagerung der dunklen Eisen- und Manganhäute möchte ich auf Grund bestimmter Beobachtungen auf Tätigkeit von Bakterien und Algen zurückführen; darüber später mehr.

<sup>2)</sup> Bei den bisherigen Untersuchungen hat mich mein Schüler Herr cand. forest. H. Gerweck-Bodman stets bereitwillig beim Sammeln des Materiales unterstützt, wofür ihm auch hier bestens gedankt sei.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1919-1925

Band/Volume: [NF\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Lauterborn Robert

Artikel/Article: [Die Kalksinterbildungen an den unterseeischen Felswänden des Bodensees und ihre Biologie. \(1922\) 209-215](#)