

Blualgenknollen im subalpinen Aquitanien am Zugersee

Autor(en): **Speck, Josef**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **42 (1949)**

Heft 1

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-161172>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ECLOGAE GEOLOGICAE HELVETIAE

Vol. 42, N° 1 — 1949

Blualgenknollen im subalpinen Aquitanien am Zugersee.

Von Josef Speck, Zug.

Mit 3 Textfiguren und 4 Tafeln (I—IV).

Vorwort.

Diese Arbeit ist herausgewachsen aus umfassenden Vorarbeiten zu meiner Dissertation: „Geröllstudien in der subalpinen Nagelfluh im Querschnitt des Zugersees. Versuch einer paläogeographischen Auswertung.“ Es war ursprünglich gedacht, das Dissertationsthema wesentlich allgemeiner zu halten. Um aber umfangmässig in erträglichem Rahmen zu bleiben, wurde schliesslich von diesem Plane abgegangen und der geröllkundliche Teil von jedem stratigraphischen und faunistischen Beiwerk befreit. Die vorliegende Studie mag nun als erste eine kleine Artikelreihe eröffnen, in welcher Stratigraphie und Fazies der subalpinen Molasse am Zugersee an einigen interessanten Beispielen behandelt werden sollen.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. R. STAUB-Zürich, bin ich für das wohlwollende Verständnis, mit dem er mir bei der thematischen Umstellung der Dissertation freie Hand liess, zu bleibendem Dank verpflichtet.

In der subalpinen Molasse, dem Schulbeispiel einer orogenen Serie, spielen reine Kalkgesteine eine ganz untergeordnete Rolle. Wo sie auftreten, handelt es sich um lithologisch und faunistisch einander sehr ähnliche Süsswasserkalke. Es sind Schlamm- oder Weichkalke im Sinne PIAS (Lit. 13), also nach dem Absatz noch längere Zeit plastische, weiche Bildungen, die ihre spätere Härte erst durch Diagenese erhielten. Der dazu gegensätzliche Typus primärer „Festkalke“ ist viel seltener und — soweit ich das einschlägige Schrifttum zu überblicken vermag — auf schweizerischem Gebiet nur in ganz vereinzelt und nicht durchwegs eindeutigen Fällen namhaft gemacht worden.

Ein Musterbeispiel eines primären Festkalkes ist uns nun im Aquitanien des Zugerbergs begegnet, und es mag angesichts der klaren Aufschlussverhältnisse und der Übersichtlichkeit der vorliegenden Bildungsumstände gegeben sein, auf diesen faziellen Sondertypus näher einzugehen.

1. Fundort und stratigraphischer Verband.

Am steilen Westhang des Zugerberges S Oberwil (T.A. Bl. 192 Meierskappel) steht unweit P. 524 ein recht merkwürdiges Gestein an (Koord. des Aufschlusses: 681.125/220.725; vgl. dazu Fig. 1). Eine lichtgrau anwitternde, über 2 m dicke Kalksteinbank (siehe Taf. I) schiebt sich dort in die monotone Sandstein-Nagelfluhfolge des Aquitanien ein. Man ist auf den ersten Blick versucht,

das einem Schrättkalk nicht unähnliche Gestein als ortsfremd anzusprechen. Aber die Verbandsverhältnisse (siehe Fig. 2) beweisen zwingend, dass die Kalkbank flachlinsig in das andersartige Nebengestein eingelagert ist und sich nach einer horizontalen Ausdehnung von etwa 35 m beidseits mit grobkörnigem granitischem Sandstein verzahnt. Eine Rekurrenz der Fazies im Hangenden liess sich nicht feststellen. Die Bildungsumstände kehrten, nachdem sie einmal zum Abschluss gekommen waren, offenbar nicht wieder.

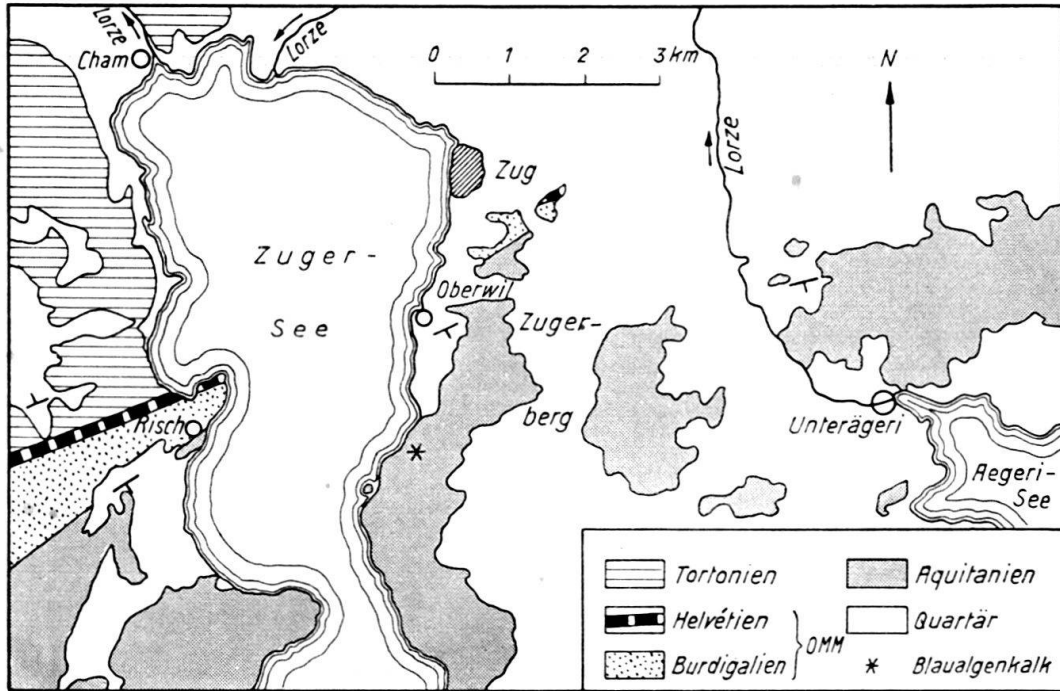


Fig. 1. Lageskizze der Blaualgen-Kalkbank im subalpinen Aquitanien des Zugerbergs (Kt. Zug)

2. Makroskopisches und mikroskopisches Gefüge.

Im Handstück zeigt der Kalkstein kugelig-knollige Textur, wobei das auffälligste Merkmal in der abnormen Grösse einzelner Komponenten liegt. Besonders schön kommt das auf der Anwitterungsfläche (Taf. II) und im polierten Anschliff (Taf. III) zum Ausdruck. Die Grösse der Kalkkugeln ist vollkommen uneinheitlich¹⁾. Es fehlt jede Andeutung einer Kornsortierung. Auch Einregelung in eine vorherrschende Strömungsrichtung ist an den länglichen Kalkknollen nicht sicher abzulesen.

Im Innern des Kalklagers sind die Kugeln dicht gepackt. Das Zwischenmittel ist verhältnismässig spärlich. Gegen den Rand hin aber erfährt die Packung der Komponenten mehr und mehr eine Auflockerung. Grober, reiner, gleichkörniger Sandstein und „Ooidgrus“ schieben sich als Trennungsmittel ein und verhindern gegenseitige Berührung. Letzte Ausläufer der Kalkknollen-Fazies behaupten sich in Form vereinzelter, isolierter Kugeln noch, nachdem der lithologische Übergang von kompakter Kalkbank in granitischem Sandstein im Liegenden und Hangenden bereits vollzogen ist (Fig. 2).

¹⁾ Dies ist ein erster deutlicher Gegensatz zu den typischen Oolithen, etwa des Mesozoikums, bei denen die Grösse der einzelnen Ooide sich viel eher gleich bleibt. Dieser Unterschied wird durch die grundsätzlich verschiedene Genese durchaus verständlich.

Der Zusammenhalt der Kalksphärite unter sich ist verschieden. Stellenweise sind sie zu hartem, zähem Knollenkalk verbacken, in andern Partien lassen sich die Komponenten wieder ohne Schwierigkeit herauslösen. Nicht selten verliert der Kalk seine typische Knollentextur, und es zeigen sich Ansätze zu flächigen, geschichteten Krusten (Taf. III). Wir haben es also mit kugeligen Kalkgebilden zu tun, die ursprünglich lose auf sandigem Grunde lagen. Ihre Verkittung ist ein Werk der Diagenese.

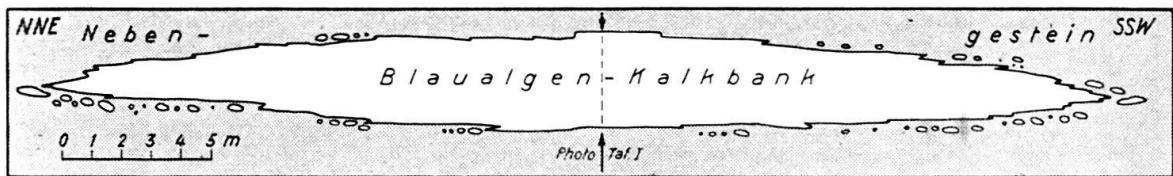


Fig. 2. Verband des Blaualgen-„Riffes“ mit dem Nebengestein („granitischer Sandstein“ und sandig-schiefrige Mergel); schematisch. Vereinzelt Algenkugeln liegen getrennt von der Hauptbank lose im Nebengestein. — Streichen: 59° E, Fallen: 32° SSE, Profilrichtung: ca. NNE.

Wie bemerkt, schwankt die Grösse der einzelnen Knollen in auffällig weiten Grenzen. Von „Riesensphäriten“ (mit über 18 cm grösstem Durchmesser!) bis hinab zu jenen winzigen Dimensionen, die uns aus echten Oolithen geläufig sind, finden sich fließende Übergänge (Taf. III). Das gleiche Bild zeigt sich hinsichtlich der Gestalt. Vollkommene Kugelform liegt nur ausnahmsweise vor, ellipsoide bis flachovale oder auch ganz unregelmässig knollige und nierige Formen nehmen einen breiten Raum ein (Fig. 3).

Die Aussenfläche ist selten glatt, meist uneben-rau und mit warzigen Höckerchen besetzt.

Im Querschnitt zeigen die Kalkknollen deutlich konzentrisch-schalige Schichtung (Taf. IV, Fig. 1). Durch den steten Wechsel von hellen und dunkelbraunen Kalkhüllen entsteht eine prächtige, zonare Musterung. Zu diesem Schalenbau gesellen sich (wenn nicht schon makroskopisch, so doch im Dünnschliff feststellbar) einwandfreie Anzeichen radialer Faserung (Taf. IV, Fig. 2, B).

Gerade diese beiden Texturmerkmale sind es, die echte Ooide stets in sich zu vereinen pflegen. Die Übereinstimmung geht aber noch weiter. Auch in unserem Fall war ursprünglich wohl stets ein fremder Kern vorhanden, der bei der Ausfällung des CaCO_3 als Ansatzpunkt gedient hat. Es lassen sich denn auch hin und wieder mineralische Fremdkörper, wie Quarzsplitter, Kalk- und Mergelschieferfragmente, im Zentrum der Kalkknollen nachweisen. Häufiger aber noch war der ursprüngliche Kern vergänglichlicher Natur (organische Partikelchen, wie hartteilfreie Benthoswesen, Holzbruchstücke usw.). Er verweste und wurde im Laufe der Diagenese durch glasklaren Kalzit ersetzt. Ausnahmsweise dienten auch organische Hartteile als „Kondensationskeime“, so das mumienartig umhüllte Molluskengehäuse auf Fig. 3, links oben (= M).

In den meisten Fällen liegt der Kern nicht streng in der Mitte, sondern exzentrisch einer Aussenseite genähert (Fig. 3). Die ihn umkleidenden Schichten sind dann auf einer Seite dicker (Taf. IV, Fig. 1)²⁾. Die Anzahl der Schalenhüllen zeigt gleichfalls Schwankungen innerhalb weiten Grenzen. An manchen Knollen lässt sich mühelos ein bis 30facher Wechsel auszählen.

²⁾ Die Frage, ob wir in der dickeren Seite die ursprüngliche Unter- oder Oberseite zu erblicken haben, möchte ich noch nicht definitiv beantworten. Letzteres erscheint mir wahrscheinlicher. Ein sicherer Entscheid an Funden in situ wäre zur Abklärung gegensätzlicher Meinungen, die hinsichtlich vergleichbarer rezenter Bildungen geäußert wurden, von Interesse.

Jede „Vollschale“ ist in Farbtonung und Gefüge wiederum deutlich jahringartig zweigeteilt. Sie setzt mit einer lichtbraunen, breiteren Innenschicht ein und geht nach aussen allmählich in eine dunklere, schmalere Zone über. Der Farbunterschied ist durch das Gefüge des Kalkes bedingt. Die breite, helle Innen-

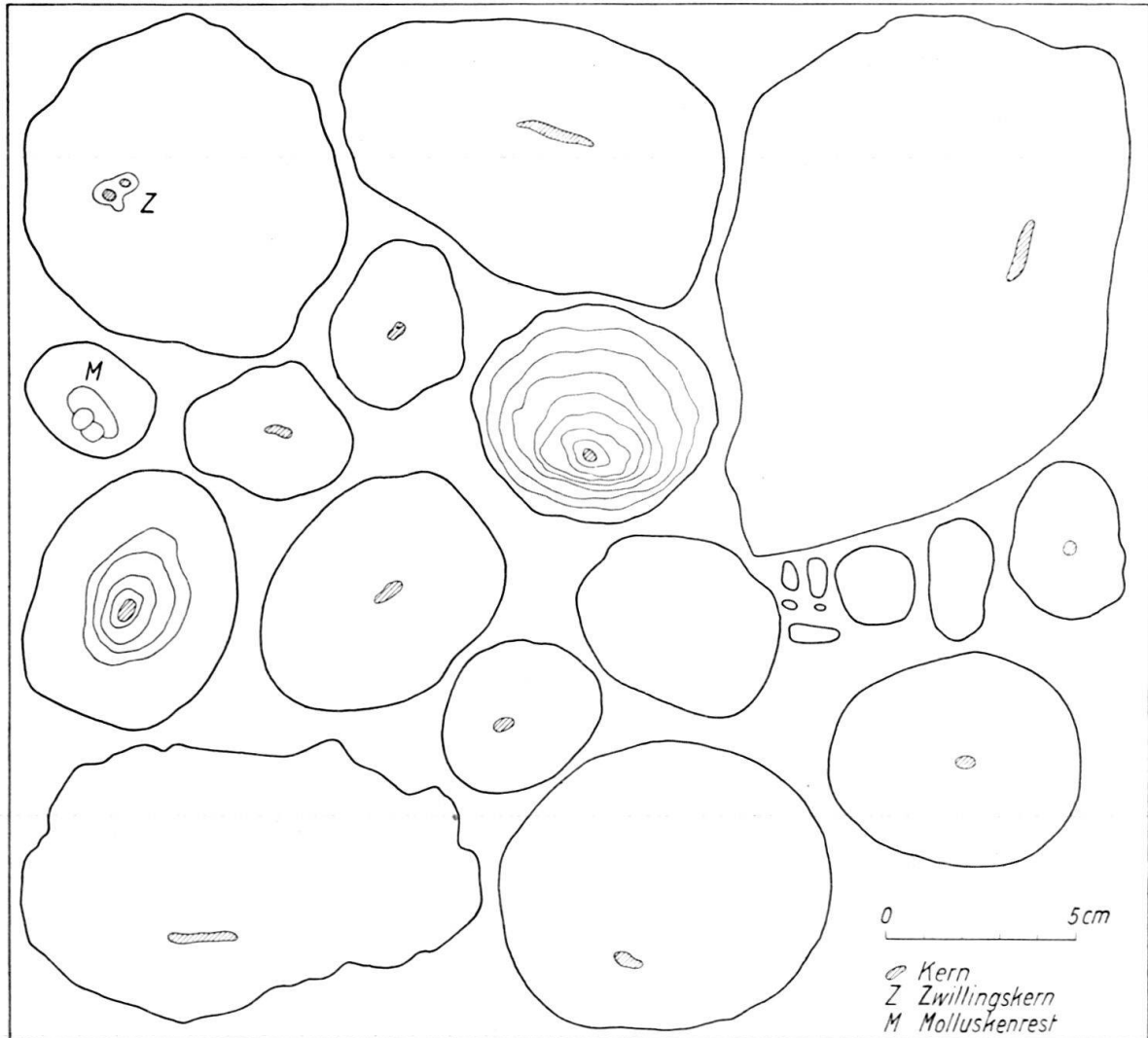


Fig. 3. Grösse, Form, Rundungsgrad und Lage des Kerns bei einigen aus dem Verband des Lagers herausgelösten Kalkalgenkugeln.

hülle zeigt lockeres Gefüge, die dünne Aussenhülle ist viel dichter. Über letztere legt sich dann breit und scharf begrenzt — immerhin gilt dies nicht durchgehend — eine neue lichte Lockerschicht³⁾.

Es liegt hier offensichtlich eine rhythmische, zonare Wachstumsschichtung vor, ähnlich derjenigen, welche die Jahrringfolge unserer Holzgewächse charakterisiert. Dort sind bekanntlich lockere, helle und im allgemeinen dickere Frühjahrsringe von dichteren, dunkleren, schmäleren Herbstringen zu unterscheiden.

³⁾ Die Dicke dieser doppelschichtigen Vollhüllen kann gegen 1,2—1,6 cm erreichen. Die Minimalwerte liegen unter 0,27 mm. Auf einen Radius von 5,4 cm liessen sich 22 Halbschalen auszählen, wobei die mächtigste (eine helle Innenschicht) 0,5 cm mass, die dünnste aber (eine dunkle Aussenschicht) nur einen geringen Bruchteil dessen erreichte.

Im Dünnschliff (Taf. IV, Fig. 2) ergibt sich ein durchaus ähnliches Bild. Wiederum fällt zunächst der rhythmische Wechsel von dunklen, dichten und hellen, lockeren Schichten ins Auge. Die Einzelschalen zeigen keine glatte Umrandung, sondern lagern mit wellignieriger, „tropfsteinartiger“ Grenze aneinander.

Es lassen sich im Schliff sofort zwei Ausbildungsweisen des Kalkes unterscheiden: Dichter Gerüstkalzit, bräunlichrot, dunkel (wohl infolge eines gewissen Gehaltes an organischer Substanz), primärer Natur; dann sekundärer, glasheller, grosskörnig rekristallisierter Füllkalzit, der nachträglich in den vorhandenen Hohlräumen der lückigen Kalktuff-Kugel zum Absatz kam. Die dicht gebauten, dunklen „Jahrringe“ bestehen fast nur aus Gerüstkalzit; sie sind von Natur aus arm an Hohlräumen. Die lockeren, hellen „Jahrringe“ zeigen ausser dem Gerüstkalzit noch starke Beteiligung von Füllkalzit, der in den radialstrahlig ausgerichteten Gerüsthohlräumen zur Ausfällung kam. Auch grössere Hohlräume von kugelig-ovaler Form (Taf. IV, Fig. 2, A) sind durch Kalzit nachträglich verschlossen worden. Erst durch diese Kalzitfüllung während der Diagenese des Gesamtgesteins erhielten die ursprünglich tuffartig leichten Kugeln ihr heutiges, ansehnliches Gewicht.

Viele der Erscheinungen, wie sie an Ooiden bekannt geworden sind, wiederholen sich auch hier: geborstene Stücke, zwei- und mehrkernige Kugeln (ähnlich den sog. „Ooidbeuteln“ und Polyooiden) usw.

Eigentliche organische Strukturen, etwa Abdrücke von Algenfäden oder mikroskopische Röhrenstruktur nach Art der Girvanellen, liessen sich nicht nachweisen. Recht deutlich und schon im Anschliff wahrnehmbar ist eine radiale Faserung (Taf. IV, Fig. 2, B). Sie kommt auf zweifache Art zustande: 1. Durch die radiale Anordnung der feinen Gerüstlamellen, die mit ihrer Längsachse zur Schalenschichtung senkrecht stehen, 2. durch die damit ebenfalls festgelegte Richtung der sich mit hellem Kalzit schliessenden Interlamellarräume.

3. Vergleich mit rezenten Spaltalgen-Kalkkugeln.

Wir haben es bis dahin absichtlich vermieden, die Frage der Genese anzuschneiden. Es gilt nun zu prüfen, ob es sich bei vorliegendem Gestein um eine rein abiogene Kalkbildung handelt oder ob Lebewesen einen massgebenden Anteil an seinem Aufbau besitzen.

Zwar erinnern unsere Kalkknollen in wesentlichen Merkmalen, wie schalig-konzentrische und radialfaserige Textur, an echte Ooide. Doch fällt schon mit Rücksicht auf den häufig auftretenden Riesenwuchs die Möglichkeit ausser Betracht, an ähnliche Entstehungsbedingungen zu denken. Eine Wasserbewegung, die Kalktuffknollen von fast 20 cm Durchmesser in Schwebelage zu halten vermochte, können wir unmöglich annehmen. Sie würde zudem kaum kleinste Korngrössen unterschiedslos neben grössten belassen. Im weiteren ist das Postulat reinen, tontrübefreien Wassers, wie es SINDOWSKI (Lit. 17) mit anderen als notwendige Voraussetzung zur Ooidbildung ausspricht, angesichts des klastischen Charakters der ganzen Schichtfolge schwerlich erfüllt. Ganz abgesehen davon, dass wir im zentralschweizerischen Aquitanien nicht den geringsten Anhaltspunkt für die Existenz mariner oder brackisch-salinärer Schichtglieder besitzen, an die Oolithe im allgemeinen gebunden sind.

Hier hilft uns der aktualistische Vergleich weiter. Wenn unsere Anschauungen von der limno-fluviatilen Fazies des Aquitanien zu Recht bestehen, dürfen wir analoge Bildungen heute am ehesten in Seen und Flüssen erwarten. Tatsächlich sind nun solche Kalksphärite dort weit verbreitet, und ihre Kenntnis gehört bereits zum Allgemeingut der Limnologie.

PIA hat wiederholt auf ihre geologische Bedeutung hingewiesen und das weitschichtige Material kritisch gesichtet und zusammengestellt. Wir halten uns in nachstehender Übersicht,

die wir hier im Interesse der ganzen Darstellung als unerlässlich erachten, im wesentlichen an dessen ausgezeichnete Arbeiten (Lit. 11, 12, 13).

Für einen Vergleich kommen in erster Linie die kugeligen Algenlager in Betracht, also rundliche, allseits freie Kalkalgenstöcke, die lose auf dem Grunde der Gewässer liegen und nach allen Seiten radial weiterwachsen. Es lassen sich nach PIA erfahrungsgemäss zwei Formtypen ziemlich gut auseinanderhalten, die häufig an getrennten Stellen auftreten, allerdings auch Übergänge aufweisen.

Die eine Gruppe besteht vorwiegend aus kleineren, etwa haselnussgrossen Knollen, meist stark abgeflacht, oft auf einer Seite konkav oder sogar ganz durchbrochen. Sie gehen unter dem Namen „Schnegglisteine“, einem Lokalausdruck der Bodenseegegend, wo sie besonders eindrucksvoll und mannigfaltig entwickelt sind. Stets ist ihnen deutlich konzentrische Struktur eigen, indem Zonen stark lückigen Kalkes gegen aussen mit dünnen, dichteren Lagen abschliessen.

Die lockeren Kalklagen stammen, wie SCHMIDLE (Lit. 16) für das Vorkommen am Bodensee darlegt, aus dem Frühjahr und Sommer, wenn die Algen ganz im Wasser liegen und bei reichlicher Besonnung und hoher Temperatur sehr rasch wachsen. Im Winter, wenn der See tief steht, werden sie trockengelegt, doch bleibt das Innere der Schnegglisteine oft lange Zeit feucht genug, dass die Algen nicht absterben. Sie bilden nun die dichtere Kalkschicht. Lebende Algenfäden sind stets nur im äussersten Teil der Kalkmasse vorhanden. Das Innere bildet ein totes Kalkgerüst, etwa so wie das Kernholz eines Baumstammes, um PIAs anschaulichen Vergleich zu übernehmen (Lit. 12). Ob sich erkennbare Abdrücke abgestorbener Algenfäden im Innersten des Kalkes nachweisen lassen, ist nach PIA ungewiss. Bei dem von ihm untersuchten Material „schien das nicht der Fall zu sein“ (Lit. 13, S. 171). Wesentlich am Aufbau der „Schnegglisteine“ sind nur die Spaltalgen beteiligt, unter diesen aber sicher mehrere Gattungen und Arten. Nach SCHMIDLE (Lit. 16, S. 113) finden sich besonders häufig:

Rivularia haematites AG.

Schizothrix lymbbyacea SCHMIDLE

Schizothrix lateritia (KUETZ.) GOM.

Es ist, wie PIA treffend bemerkt, „höchst wunderbar, wie eine solche Kolonie sich in mancher Hinsicht fast als einheitlicher Organismus verhalten kann, der eine bestimmte, typische Form, einen regelmässigen Bau und eigentümliche Wachstumsgesetze hat“.

Die Verbreitung der „Schnegglisande“ ist im Bereich des Bodensees eine recht beachtliche, ganz besonders im Untersee (vgl. die schöne Abb. bei PIA, Lit. 11, S. 47: Ansicht einer 2 km langen, bei Niederwasser trockenliegenden Bank!).

Von den „Schnegglisanden“ deutlich zu trennen ist bei typischer Ausbildung die andere Formgruppe der „(Spalt)Algenkalk-Kugeln“ und zwar „nicht nur durch die Grösse und die viel weniger abgeflachte Gestalt, sondern auch durch die viel dickere und weniger deutliche Schichtung und den groblückigen, nicht feinporigen Bau“⁴⁾. Ihr Durchmesser wechselt von wenigen cm bis zu 3 dm. In trockenem Zustand sind die Knollen sehr leicht und recht mürb. Auch in ihnen kommt nach BAUMANN (Lit. 1, S. 26) eine Reihe von kalkfällenden Spaltalgen vor, so Vertreter der Gattungen *Rivularia* (u. a. *R. haematites* AG.), *Homoeothrix*, *Calothrix*, *Schizothrix*.

Oekologisch bedeutsam ist für uns die Feststellung, dass diese Algenkugeln sich im Bodenseegebiet nur von Konstanz an abwärts finden und nur an Stellen, wo das Wasser deutlich strömt (Konstanzer Trichter; nächst dem Rheinausfluss bei Stein usw., vgl. vor allem die umfassende Darstellung bei O. JAAG [Lit. 5]). Diese offensichtliche Beschränkung auf Stellen mit deutlicher Wasserbewegung passt nun recht gut auch auf unser fossiles Vorkommen, für das wir fluvia tiles Bildungsmilieu aus rein faziell-lithologischen Überlegungen heraus direkt fordern

⁴⁾ Gute Abbildungen gibt PIA, Lit. 12, Taf. 18, 19.

müssen. Recht nahe Übereinstimmung mit den Algenkalk-Kugeln des Rheins zeigen nach PIA (Autopsie!) auch die sog. Indusienkalke der Hürbe⁵⁾ in Württemberg, das in limnologischer Literatur vielzitierte Schulbeispiel dieser Algenwuchsform (siehe die schöne Beschreibung durch M. v. LINDEN (Lit. 8).

Wieder sind es die örtlichen Bildungsumstände, die uns für unsern Vergleich vor allem interessieren. Die Hürbe ist am Fundort 70 cm tief und strömt nur langsam. Mit vereinzelt Kalkkugeln setzt die Bildung ein. Sie sind erst nur erbsen- bis faustgross, werden aber flussabwärts rasch grösser und bilden schliesslich eine 27 m lange und 1 m breite Bank, in der die Knollen stellenweise 30—40 cm hoch übereinander liegen. Der Durchmesser der einzelnen Kugeln schwankt zwischen Nussgrösse und 33—36 cm. Wir ersparen es uns, auf Morphologie und Gefüge näher einzugehen, da alle wesentlichen Merkmale samt der bezeichnenden „Jahresschichtung“ uns aus der Beschreibung des Kalklagers am Zugerberg bereits vertraut sind.

Die Ähnlichkeit zwischen den vorerwähnten Kalkalgenlagern und unserem fossilen Gegenstück im Aquitanien ist verblüffend. Dies bewog uns, über die „spaltalgenverdächtigen“ Kalkkugeln auch ein Gutachten von botanischer Seite einzuholen. Herr Prof. Dr. O. JAAG, ETH. Zürich, hatte die Freundlichkeit, mein Belegmaterial in Handstück, Anschliff und unter dem Mikroskop einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Nach ihm handelt es sich bestimmt um fossile Blaualgenkugeln nach Art jener des Untersees. Die Wuchsform und das Dünnschliffbild erinnern ihn ausserordentlich an *Rivularia haematites* AG., die nach übereinstimmenden Befunden verschiedener Fachgenossen an den typischen Lokalitäten des Bodensees eine hervorragende Rolle spielt.

Einleuchtend ist die Erklärung, die JAAG für die auffallenden, blasigen Kalzitkörper gibt, wie sie uns bei der Besprechung der Schliffbilder begegnet sind (vgl. S. 4 und Taf. IV, Fig. 2, A) und welche, ihrer äusseren Gestalt nach, stark an die kugeligen Grünalgen aus dem rheinpfälzischen Tertiär erinnern (Lit. 14, Taf. 3—5). Nach JAAG (mündl. Mitteilung) handelt es sich aber um Hohlräumeausfüllungen. Und zwar sind es einmal schon ursprünglich ausgesparte Hohlräume, die hier durch Kalzit geschlossen wurden, dann aber besonders auch solche, welche Kleinkolonien nicht verkalkter Mikrophyten (z. B. Moose wie *Pachyfissidens grandifrons* (BRIDEL) LIMPR. und *Fissidens rufulus* Br. eur.) bei ihrem Absterben hinterlassen haben.

Das Urteil des bekannten Algenforschers fällt um so mehr ins Gewicht, als JAAG gerade die Verhältnisse am Untersee und Hochrhein aus langjährigen, eigenen Studien von Grund auf kennt (Lit. 5).

4. Rückschluss auf die faziellen und paläogeographischen Verhältnisse.

Durch die Befunde von Prof. JAAG erhält unser Analogieschluss von botanischer Seite eine weitere, wertvolle Stütze. Es scheint also kein Wagnis mehr, diese Identität auch für Fazies und Paläogeographie auszuwerten und folgendes Bild von den Entstehungsbedingungen und Umweltverhältnissen des Algenlagers im zugerischen Aquitanien zu entwerfen:

In aquitaner Zeit schüttete die „Urreuss“ auf weiter fluviatiler Schotterebene Hohronen-Nagelfluh und granitische Sande auf. In den zahlreichen Wassersträngen des verwilderten Stromes waren die Vorbedingungen für Ansiedelung und Fortkommen von Spaltalgen vielfach gegeben. An einer günstigen Stelle mit ruhiger Strömung und Untiefen, die bei Niederwasser trocken fielen, hefteten sich Blaualgenfäden an Sandkörnern, pflanzlichen Trümmern (Holz usw.) und tierischen Hartteilen an und begannen diese Kerne zu umwuchern und mit aus-

⁵⁾ Indusien = Köcher von Phryganeenlarven. Wie mir Prof. JAAG mitteilt, muss tatsächlich der zoologischen Komponente mehr Gewicht als bisher beigemessen werden. — Die Hürbe ist ein Zufluss der Brenz.

gefälltem Kalk einzuhüllen. Es bildeten sich rundliche Algenkolonien, die lose auf dem lockeren Grund lagen und von der Flusströmung sanft hin- und hergerollt wurden. In regelmässigen Zeitabständen erfuhren sie in ihrem lebhaften Wachstum immer wieder Hemmung oder gar Unterbruch durch Niederwasser, währenddem die Algenbank trocken lag.

Bis 30mal haben einzelne Kugeln diesen Rhythmus miterlebt, bevor sie „abstarben“. Feinklastisches Schlemmmaterial verling sich von Zeit zu Zeit in der lockeren, rauhfächigen Kugel und wurde überwachsen. In dem Mass, als sich der Sandgrund des Flussbettes erhöhte, wuchs auch die Algenbank empor. In ihrem Zentrum drängt sich Kugel an Kugel mit nur wenig Zwischenmittel. Randlich aber liegen die grossen Kalksphärite in grobem Spaltalgensand (z. T. unversehrte kleine Algenkugeln, z. T. aber Bruchstücke von Knollen, die durch Strömung zertrümmert und aufgearbeitet wurden) eingebettet. Zeitweise breiten sich die Algen auch flächenhaft aus. Das Abbild solcher Algenrasen finden wir in den lagerhaften Krusten, die mit den Algenkugeln da und dort innig verwachsen sind⁶⁾.

Über 2 m hoch hatte das Algensediment bereits gelegen, als ein gewaltsames Ereignis die Algen in ihrem Wachstum zum Erliegen brachte. Wahrscheinlich war es ein Hochwasser, das die Algenbank übersandete. Nun begann die Diagenese ihr Werk. Zirkulierendes Sickerwasser trug den gelösten Kalk heran und brachte ihn in den vorhandenen Hohlräumen zur Ausfällung. Die ursprünglich lose Algenbank wurde so zum festen, fossilen Algenriff.

Folgende Momente verdienen noch einen besonderen Hinweis:

1. Das Vorhandensein solcher Blaualgen allein darf nicht dazu verleiten, dem Fundkomplex marinen Charakter zuzuschreiben, wenn nicht andere triftige Faziesanzeichen in diesem Sinne sprechen. Gesteinsbildende Spaltalgen fehlen nämlich heute mit ganz verschwindenden Ausnahmen dem Meer. Sie scheinen nach PIA (Lit. 12, S. 212) schon im Laufe des Mesozoikums aus dem marinen Wohnraum völlig verdrängt worden zu sein⁷⁾.

2. Die deutliche Wachstumsschichtung ist paläoklimatisch von Interesse, zeichnet sich darin doch ein rhythmisches Ereignis ab, das — wenn der Rückschluss vom Rezenten ins Fossile zulässig ist — mit periodischem Hoch- und Niederwasser in Beziehung steht⁸⁾. Wie sich aber diese Periode in den damaligen Jahresablauf einordnen lässt, ist eine Frage, die zu entscheiden wir vorderhand nicht imstande sind (vgl. zu diesem Problem auch SPECK, Lit. 18).

⁶⁾ Dieser fliessende Übergang von der Lebensweise der losen, beweglichen Kugel zu jener der festsitzenden Kruste innerhalb derselben Algenkolonie bestätigt erneut die Auffassung PIA's (Lit. 13, S. 169), dass wir in solchen Wachstumsformen kein systematisches Merkmal, sondern nur ein Abbild ökologischer Verhältnisse erblicken dürfen. Die Tatsache, weshalb ein und dieselbe Art oder Gattung bei ihrem Wachstum bald den Krusten-, bald den Knollentypus bevorzugt, ist noch nicht geklärt, verdient aber jedenfalls bei der systematischen Deutung fossiler Algenvorkommen vermehrte Berücksichtigung.

⁷⁾ Sie hatten dort im Paläozoikum und noch im Mesozoikum eine weite Verbreitung als Bewohner des Flachwassers (mit Vorliebe vergesellschaftet mit Riffbildungen und echten Oolithen), um so mehr, als nach PIA u. a. sehr viele „Sphaerocodien“-Knollen als Kolonien kalkfällender Schizophyceen aufzufassen sind. Erst gegen Ende des Mesozoikums wären sie durch höher organisierte Kalkalgen, besonders die Gruppe der *Corallinaceae*, aus dem marinen Lebensbereich endgültig verdrängt worden (Lit. 12, S. 212).

⁸⁾ Ein klimatischer Rhythmus äussert sich auch in der Wachstumsschichtung (Jahresringe), wie sie hin und wieder an fossilen Laub- und Nadelhölzern der Molasse festgestellt werden konnte. Man wird dies mit Winterruhe, noch eher mit Trockenperioden in Zusammenhang bringen dürfen.

5. Weitere Vorkommen in der subalpinen Molasse.

Es finden sich in der einschlägigen Literatur verschiedene Stellen, welche die Vermutung nahe legen, dass dieser bezeichnende Typus der Spaltalgenkalke auch anderswo angetroffen wurde, ohne indes immer eine richtige Deutung zu erfahren. Im Interesse einer künftigen, monographischen Durcharbeitung des vorhandenen Materials mögen hier noch einige Hinweise erlaubt sein:

Ein völlig identisches Vorkommen dürfen wir mit Sicherheit im Aquitanien des Gäbrisgebietes erwarten, wie aus Handstücken im Geologischen Institut der ETH. (Belegsammlungen FRUEH und LUDWIG) hervorgeht. Das FRUEH'sche Handstück stammt von Gomp (1167 m, vgl. T. A. Bl. 223 Trogen). Es handelt sich anscheinend um ein Lesestück. Schon FRUEH gab dem „Konglomerat“ die richtige Deutung als Knollen von Süßwasseralgen (handschriftliche Fundetikette, ca. aus dem Jahre 1900). Die zwei Belegstücke LUDWIGS stammen von der Gäbris-Westseite. Sie tragen als nähere Fundortsangabe die Bezeichnung „Sondereggersweid“ (1156 m). LUDWIG dachte offensichtlich bereits an eine Art „Oolithbildung“ und hebt als feiner Beobachter die Ähnlichkeit mit dem „Lithothamnienkalk von Äbiskraut“ (Fähnern)⁹⁾ hervor, um dann aber einschränkend zu bemerken, dass der „Riesenoolith“ in „Molasse zwischen Nagelfluhbänken“ anstehe (Bemerkungen auf der Handstücketikette).

Merkwürdigerweise liegen die beiden Fundpunkte Gomp und Sondereggersweid genau im gegenseitigen Streichen, jenes am NE-, dieses am SW-Ende des Gäbrispfingelgrates, fast 2 km voneinander entfernt. Zwar besteht an und für sich die Möglichkeit, dass sich hinter diesen verschiedenen Fundortsbezeichnungen ein und dieselbe Fundstelle verbergen könnte. Doch scheint mir diese Annahme angesichts der Gewissenhaftigkeit dieser beiden Molasseforscher weniger wahrscheinlich. Vielmehr wäre die Frage zu prüfen, ob die beiden Vorkommen nicht ein und derselben grossflächigen Algenbank angehören. Wie der rezente Vergleich an den km-langen „Schneeglisand“-Bänken des Bodensees lehrt, sind Algenkalkhorizonte solchen Ausmasses fossil durchaus denkbar.

Gleichartige Algenknollen entdeckten meine Studienkameraden BUECHI und HOFMANN (Lit. 4, S. 190) neuerdings auch im Nordschenkel der Gäbrisantiklinale innerhalb des burdigalen Basiskonglomerates an der Lustmühle bei St. Gallen. Sie sind dort in Mergel und Mergelkalke eingebettet und finden sich in Gesellschaft von *Melania*, *Unio* sowie zahlreichen Knochen- und Zahnfragmenten. Für den vermuteten Brackwassercharakter der Ablagerung scheint uns diese Thanatocoenose allerdings nicht beweiskräftig genug.

Aus ganz ähnlichem stratigraphischem Niveau beschreibt THOMAS (Lit. 19, S. 444) Blaualgenknollen aus der subalpinen Molasse des Allgäus. Dicht unter der Nagelfluhbank, die er als Grenze gegen die liegende USM annimmt, erscheint bei Geratsried am E-Ende des marinen Hauchenbergzuges¹⁰⁾ eine Fossilbreccie aus eigentlichem Bruchschill. Neben Austern sind „berippte (Cardien?) und unberippte Muscheln“ nachgewiesen, ferner „Schneckenreste, die sehr an Planorben erinnern“. Diese scheinbar marine Thanatocoenose erhält aber besonderes „Lokal-

⁹⁾ Das Riff ist altbekannt wegen der prachtvollen, selten grossen Ausbildung der Lithothamnienknollen.

¹⁰⁾ Die Zugehörigkeit zur Oberen Meeresmolasse ist auf Grund zahlreicher Fossilfunde kaum mehr anzuzweifeln. Die Tatsache ist besonders bemerkenswert angesichts der einzigartigen Lage im Innern der subalpinen Molasse. Hier findet sich erstmals marines Miozän (von mind. 300—400 m Mächtigkeit) in den komplexen Antiklinal-Synklinalbau der alpenrandnahen Molasse eingefaltet. Ähnliche Verhältnisse sind bekanntlich im Abschnitt zwischen Aare und Rhein noch nirgends nachgewiesen worden. Die Stelle, in ihrer tektonischen Lage etwa vergleichbar dem Sommersberg, sollte bei Deutungsversuchen subalpiner Bewegungsabfolgen nicht übersehen werden.

kolorit“ durch das Auftreten von Blaualgenknollen. THOMAS möchte diese als Indikatoren für Brackwasser bewerten, „in welches die Austern eingeschwemmt“ worden seien.

Diese Deutung liesse sich zur Not mit dem Süßwassercharakter der erdgeschichtlich jungen Cyanophyceen vereinbaren. Man könnte an eine stark ausgesüßte Küstenlagune denken, die den salzwasserfeindlichen Blaualgen ein Fortkommen eben noch gestattete, bei hoher Flut überschwemmt und mit Sediment und marinen Muscheltrümmern eingedeckt wurde.

Natürlich ist aber auch der umgekehrte Fall möglich, dass die Kalkalgenknollen aus ihrem limnischen Lebensraum in den euryhalinen Wohnbereich der Austern eingeschwemmt wurden. Welche der beiden Deutungen zutrifft, ist ohne genaue Untersuchungen an Ort und Stelle natürlich nicht abzuklären.

Auch KRAUS (Lit. 7, S. 211) kennt das Kalkalgenlager von Geratsried, dazu nennt er ein weiteres Vorkommen in der Oberen Meeresmolasse des Kesselbachprofils bei Scheffau (11 km NE Bregenz), wo über dem paralischen Wirtatobelflöz (oberstes Burdigalien) 1—2 aus „Algenknollen und umkrusteten Schilfstücken“ aufgebaute Kalkbänke auftreten. Als Kalkbildner nimmt er — wohl in Anlehnung an THOMAS — „brackische Blaualgen“ an.

Nicht unter den engen Begriff der „Algenkalkkugeln“, wie er hier zur Erörterung stand, sondern eher unter jenen der „Schnegglisande“, fallen die Knollenmergel der schwäbischen Molasse, über die BERZ (Lit. 2, S. 336—342) eine Übersicht gibt. Seine Anschauung von der anorganischen Entstehung — er führt die Knollen auf Rollung von Kalkschlamm am Strand zurück — ist, wie auch PIA (Lit. 13) versichert, nicht allzu überzeugend.

In diesem Zusammenhang wäre auch der Melanienmumien zu gedenken, die LUDWIG (Lit. 9) von der bekannten aquitanen Molluskenfundstelle im Hombergtobel am Necker namhaft gemacht hat und die in ähnlicher Ausbildung im Tortonien von Vermes (Berner Jura) wiederkehren. Die von Süßwasserkalk umhüllten Gerölle der „gompholithe pralinée“ im Oligozän und Miozän des Neuenburger und Berner Juras dürfen gleichfalls hier angefügt werden (Lit. 15).

Zum Abschluss der kleinen Übersicht möchten wir noch ein ausserhalb der Molassevertiefe gelegenes Beispiel herbeiziehen. Es ist das Algenknollen-Vorkommen, das BLAYAC (Lit. 3) von Gans in der Aquitaine beschreibt. Der Übergang der „molasse de l'Agenais“ in die „marnes à Unio“ (Ob. Chattien) wird dort durch einen Mergelhorizont vermittelt, „où abondent de grosses concrétions calcaires, zonées, globuleuses“, mit Durchmesser bis zu 8 cm. Schon BLAYAC sah darin das Werk kalkfällender Algen, und PFENDER (Lit. 10) stellte später in diesen Kalkknollen sichere Blaualgen aus der Familie der *Rivulariaceae* fest.

Natürlich wird man sich davor hüten müssen, hinter allen ähnlichen kugelschaligen Kalkgebilden geologischer Vergangenheit Blaualgenkolonien zu sehen. Es handelt sich, wie bereits erwähnt, bei diesem Kugelwuchs um eine Anpassungsform, die unter ähnlichen Lebensbedingungen von systematisch weit entfernten Gruppen erworben wurde. Sie kehrt, um nur einiges zu nennen, bei den *Corallinaceae* (Lithothamnien des helvetischen Alttertiärs, Leithakalke im Tortonien des Wienerbeckens!) und den *Solenoporaceae* wieder, ebensogut wie bei den Ufernähe und Seichtwasser anzeigenden „*Sphaerocodien*“ des germanischen und ostalpinen Muschelkalkes (schöne Abb. bei WAGNER, Lit. 20, Taf. 147) und den Girvanellen des Karbons (vgl. dazu die Abb. bei PFENDER, Lit. 10, Taf. 1, Fig. 1; Taf. 4, Fig. 1; Taf. 5, Fig. 1).

Literatur.

1. BAUMANN, E.: Die Vegetation des Untersees (Bodensees). Eine floristisch-kritische und biologische Studie. — Arch. f. Hydrobiol., Suppl. Bd. 1, Stuttgart 1911.
2. BERZ, K. C.: Petrographisch-stratigraphische Studien im oberschwäbischen Molassegebiet. — Diss. Univ. Tübingen. Jahresh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg, 71, 276—343, Taf. 10—11, Stuttgart 1915.

3. BLAYAC, J.: Le gisement de Vertébrées de Gans (Gironde). — Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux, 74, S. 2, Bordeaux 1922.
4. BUECHI, U. & HOFMANN, F.: Die obere marine Molasse zwischen Sitter-Urnäsch und dem Rheintal. — Eclog. geol. Helv. 38, 1, 175—194, Textfig. 1 und Taf. 8, Basel 1945.
5. JAAG, O.: Kryptogamenflora des Rheinfalls und des Hochrheins von Stein bis Eglisau. — Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen 14, 1—158, Schaffhausen 1938.
6. JAAG, O.: Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. — Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz 9, H. 3, Bern 1945.
7. KRAUS, E.: Geologie des Mittelallgäus (Bl. Kempten 1 : 100000). — N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 69, B, 189—256, Stuttgart 1932.
8. LINDEN, M., VON: Über Kalkabscheidungen aus wässriger Lösung. B. Die Indusienkalke der Hürbe. — Ber. über die 23. Versammlg. Oberrhein. geol. Ver. zu Sigmaringen 1890, S. 14, 1890.
9. LUDWIG, A.: Erläuterungen zu Atlasblatt 4, Flawil-Herisau-Brunnadern-Schwellbrunn. — Bern 1930.
10. PFENDER, J.: Sur un calcaire phytogène du Lias inférieur d'Espagne et l'extension de ce faciès en quelques autres régions. — Bull. Lab. Géol. usw. Univ. Lausanne, 66, Lausanne 1939.
11. PIA, J. VON: Pflanzen als Gesteinsbildner. — 355 S., 166 Textabb., Berlin (Gebr. Borntraeger) 1926.
12. PIA, J. VON: Die Anpassungsformen der Kalkalgen. — Palaeobiologica I, Festschr. f. DOLLO, S. 211, Wien und Leipzig 1928.
13. PIA, J. VON: Die rezenten Kalksteine. Zeitschr. f. Krist., Min. u. Petr., Abt. B: Min. u. Petr. Mitt., N. F., Erg.-Bd., Leipzig 1933.
14. REIS, O. M.: Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischen Tertiär. — Geogn. Jahresh., 103—130, München 1923.
15. ROTHPLETZ, W.: Geologische Beschreibung der Umgebung von Tavannes im Berner Jura. — Diss. Univ. Basel. Verh. Natf. Ges. Basel 43, 1933.
16. SCHMIDLE, W.: Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet. — N. Jahrb. f. Min. usw. II, S. 104, Stuttgart 1910.
17. SINDOWSKI, K. H.: Der Hauptrogenstein im Breisgau. — Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 35, 1—102, Freiburg i. Br. 1936.
18. SPECK, J.: Geröllstudien in der subalpinen Nagelflub im Querschnitt des Zugersees und Versuch einer paläogeographischen Auswertung. — Diss. Univ. Zürich 1948 (erscheint demnächst).
19. THOMAS, H.: Stratigraphie und Tektonik der Allgäuer Molasse nördlich Weissach- und Alpeetal. — N. Jahrb. f. Min. usw. 55, B, 429—467, Stuttgart 1926.
20. WAGNER, G.: Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. — 622 S., 503 Textabb. usw., Oehringen (F. Rau) 1931.

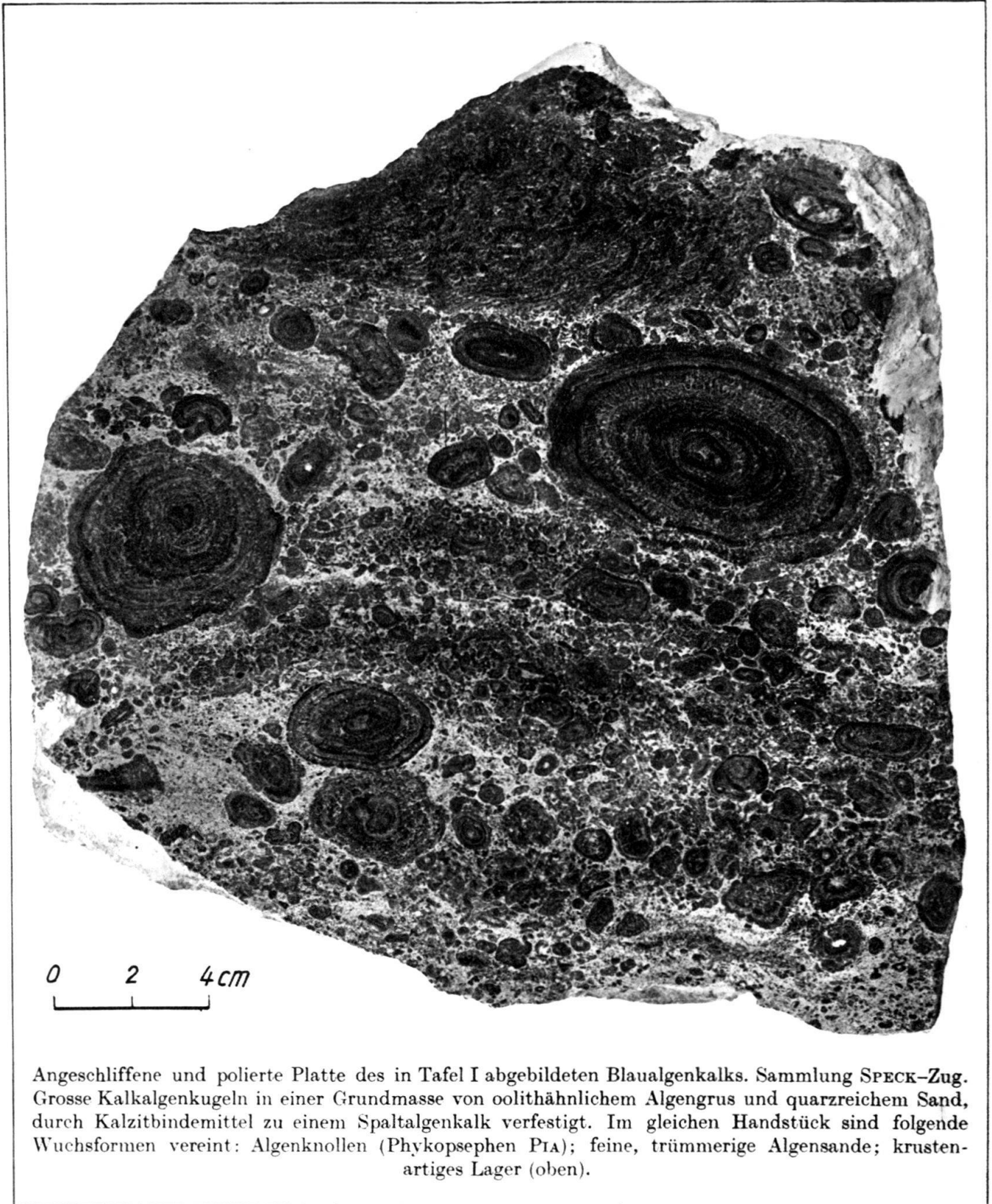
Manuskript eingegangen am 15. Oktober 1948.



Ausschnitt aus der Kalkalgenbank im subalpinen Aquitanien des Zugerberg-Westhanges (siehe T. A. Bl. 192 Meierskappel, Koord.: 681.125/220.725). Bildungsmilieu: fluviatil. Erzeuger: Cyanophyceen, u. a. *Rivulariaceae*. Mächtigkeit an dieser Stelle: gegen 3 m (Pickelstiel = 50 cm).



Angewitterte Oberfläche des in Tafel I abgebildeten Blaualgenkalks. — Grosse Algenkugeln liegen eingebettet in ein Zwischenmittel von „Ooidgrus“ und grobem Quarzsand. Die Schalentextur der kugeligen Kalkgebilde ist von den Atmosphäriken sehr schön herausgearbeitet worden.



Tafel IV.

Kalkalgen-Knollen aus der in Tafel I abgebildeten Fundstelle.

- Fig. 1. Einzelkugel, aus einer lockeren Partie der Algenbank herausgelöst. Polierter Durchschnitt. Belegsammlung SPECK, Geol. Inst. ETH. — Rhythmische Wachstumsfolge von hellen, breiten und dunklen, schmalen Kalkschichten. Der dichte, kryptokristalline, durch den Lebensprozess der Algen ausgefällte „Gerüstkalzit“ zeigt graubraune Tönung. Was hell erscheint, waren ursprünglich Hohlräume (zur Hauptsache von Algenfäden und anderen pflanzlichen Kleinorganismen wie Moosen usw. eingenommen). Sie wurden im Laufe der Diagenese durch grobkörnigen, glasklaren Kalzit ausgefüllt. Der Kern ist stark exzentrisch gelegen. Er war vergänglicher Natur. An seine Stelle ist wiederum hyaliner Kalzit getreten. Es scheint sich um einen „Zwillingskern“ gehandelt zu haben.
- Fig. 2. Algenkalk-Kugeln im Dünnschliff. Der Farbkontrast zwischen lockeren und dicht gefügten Wachstumsschichten kommt klar zum Ausdruck. Sichere Algenstrukturen sind nicht erkennbar. Verdächtig ist die haarfeine Radialfaserung gewisser Partien (z. B. bei B). Die Breite ein und derselben Schicht ist grossen Schwankungen unterworfen. In allen ursprünglichen und nach Absterben der Algenfäden und sonstigen Mikrophyten nachträglich noch frei werdenden Hohlräumen sitzt hyaline Kalzitfüllmasse (weiss!). Bei den kugeligen bis langovalen Kalzitgebilden (A), die scharf umgrenzt und in schichtparallelen Zeilen angeordnet sind, handelt es sich am ehesten um Hohlräume, die Kleinkolonien nicht verkalkter Mikrophyten hinterlassen haben.

