©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

III. Original-Abhandlungen und Mitteilungen.

Der Brenztaloolith, sein Fossilinhalt und seine Deutung.

Von **Fritz Musper**, Heidenheim a. d. Br.

Mit 6 Textabbildungen und Taf. I, II.

(Schluß.)

Inhaltsübersicht.

IV. Das Gestein (mit Abb. 3): 1. Korallensand und Oolith. Oolithbildung. — 2. Der „rauhe Stein". — 3. Dichter Kalk. — 4. Kalkmergel bis tonige Kalke. — 5. Akzessorische Gesteine. — 6. Hinzutreten von Fossilien. — 7. Die Anordnung im Raum (Textur). — 8. Diagenese und Verwitterungserscheinungen: a) Verfestigung des Gesteins. — b) Drucksuturen. — c) Schaumkalkbildung. — d) Verkieselung. — e) Verwitterungsringe. — f) Grobzellige Verwitterungsformen.

V. Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse (mit Abb. 4—6): a) Gliederung des Brenztaloolithes. — b) Die Mächtigkeit. — c) Das Liegende. — d) Das Hangende. — e) Lagerungsverhältnisse. — f) Das Alter.

VI. Zusammenfassung und Paläogeographie.

IV. Das Gestein.

1. Korallensand und Oolith. Oolithbildung.

Berckhemer hat (l. c. S. LXXXI) darauf hingewiesen, daß von den meisten Autoren übereinstimmend hervorgehoben wird, daß wir es im Brenztaloolith nicht mit einer eigentlichen Oolithbildung zu tun haben, sondern daß es sich um Kalksande handelt, die vorzugsweise Bruchstücke von Schalen und Skeletten von wirbellosen Meerestieren, in erster Linie Echinodermen, dann aber von Mollusken, Schwämmen, Bryozoen, Kalkalgen, Foraminiferen darstellen, die öfters von einer dünnen Kalkkruste umgeben sind, dabei aber doch ihre detritogene Entstehung leicht erkennen lassen.

Es liegt in einer solchen Bildung also ein organogener Kalksand vor, vergleichbar mit dem sog. „Korallensand" der Reisenden, wobei von vornherein bemerkt sei, daß der Kalksand des Brenztalooliths kaum je erkennbare detritogene Sandpartikel enthält, die auf Korallen zurückgeführt werden können. Der „Korallensand" im allgemeinen besteht nach Walther[1] „zum großen Teil" aus 1—2 mm großen Kalkstückchen

[1] Einleitung in die Geol. als hist. Wiss., S. 914—915.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von weißer, gelblicher oder grauer Farbe, und entstand aus den Hartgebilden mariner Tiere. Da der Korallendetritus weniger widerstandsfähig ist, wird er rascher zerrieben als die übrigen Komponenten. Die Wellen des Meeres wirken schlämmend auf den Kalksand und waschen aus demselben dauernd den feinkörnigen Korallenschlamm heraus. Das feine Korallenmehl verursacht auf diese Weise bei bewegtem Wasser eine milchige Trübung der See, die sich auf mehrere Kilometer erstrecken kann, und das feinstkörnige Material kann weit in die See hinaus entführt werden, um dort irgendwo zum Absatz zu gelangen. Eine derartige Ausschlämmung des Kalksands könnte möglicherweise auch beim Absatz des Brenztalooliths erfolgt sein, es würde sich dadurch einerseits der fast völlige Mangel an Korallendetritus, andererseits das bedeutende Zurücktreten feinster Schlammpartikelchen gegenüber dem gröberen Detritusmaterial erklären lassen.

Die Körnigkeit weicht nun in einiger Beziehung von der des normalen „Korallensands" ab. Die Korngröße beträgt im Mittel nicht nur 1—2, sondern 1—3 mm an Durchmesser. Nach den Körnigkeitsbegriffen Walther's (l. c. S. 649) entspricht also schon die mittlere Korngröße des normalen Brenztalooliths seiner Stufe „sehr grob". Man kann wohl kein Handstück aus unserem Gestein schlagen, in dem nicht eine große Zahl wesentlich gröberer Körner eingestreut ist. Mit steigender Korngröße nimmt ihre Zahl ab. Stielglieder von *Pentacrinus* und *Millericrinus*, kleine Exogyrenschalen, Kinnladen, Interambulakraltäfelchen und kleinere Stacheln von Echinoideen bezeichnen etwa die obere Grenze, welche die Korngröße des normalen Brenztalooliths erreicht. Die Komponenten dieser Größe sind meist noch deutlich gerundet und gerollt und mit der charakteristischen Kalkrinde versehen; sie gehören zur Charakteristik des eigentlichen Gesteins, während eine ansehnliche Zahl der kleineren und größeren Fossileinschlüsse, die in der Hauptsache nicht gerollt und umrindet ist, gewissermaßen als akzessorische Bestandteile angesehen werden können. Erstere sind, ehe sie zum endgültigen Absatz gelangten, umgelagert und transportiert worden; die letzteren sind als autochthon anzusehen. Die Grenze ist naturgemäß keine vollkommene und scharfe. Es ist aber für unsere Betrachtungen von Wert, diese Trennung aufrecht zu halten.

U. d. M. ist das Bild der Körnigkeit kein anderes in bezug auf die Form der Fragmente. Auch die kleinen und kleinsten Körner, die selten unter 0,2 mm Durchmesser herabgehen, sind gerundet. Scharfkantige Fragmente sind kaum zu beobachten. Es läßt sich die allgemeine Regel aufstellen, daß die Rundung einen um so höheren Grad erreicht, je kleiner

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Bruchstücke sind, ohne daß diese aber im Querschnitt gerade kreisrund erscheinen müßten. Auch die kleinsten Fragmente können ihren kantigen Charakter bewahrt haben und lassen ihre detritogene Entstehung noch deutlich verraten.

Bei der makroskopischen Betrachtung frisch gebrochener Handstücke ist man leicht geneigt, die Bestandteile, soweit ihre detritogene Entstehung wahrgenommen werden kann, als eckig und scharfkantig begrenzte Gesteinssplitter aufzufassen. Es erklärt sich diese Täuschung durch die Spaltbarkeit, die an den aus kristallinem Kalkspat aufgebauten Fossilresten auftritt, und die daraus resultierenden scharf begrenzten Kristallflächen, ferner dadurch, daß der Verband der Körner untereinander ein sehr fester ist, wodurch diese im Querbruch des Gesteins zerreißen. Ein Blick auf eine angewitterte Fläche oder durch einen Schliff läßt aber sofort erkennen, daß das Gestein normalerweise nur aus gerundeten Individuen sich aufbaut. U. d. M. beobachten wir fast ausnahmslos eine im durchfallenden Licht meist dunkler gefärbte oder abwechselnd aus helleren und dunkleren konzentrischen Lagen bestehende, häufig außerordentlich dünne Schicht, die sich um den Kern der Körner herum angelagert hat. Wir kommen damit zur

Oolithbildung.

V. Lupin[1] erwähnt schon 1809 die Oolithe „bey Heidenheim unweit den Bohnen-Erz-Gruben und auf dem Hahnenschnabel bey Schneidtheim" als „dem Rogenstein sehr ähnliche Kalksteine".

So ausgedehnt die Oolithliteratur angeschwollen ist, über die petrographische Natur des Brenztaloolithe ist bisher wenig bekannt geworden. Auch Schmierer hat sich nur einmal etwas näher darüber ausgesprochen, indem er schrieb (l. c. S. 559): „Das Oolithkorn wird nach oben immer gröber, ein Zeichen, daß die Tiefe immer geringer wurde." Die Nachprüfung hat diese Beobachtung nicht bestätigen können. Ich habe beispielsweise im südlichen Steinbruch des Taschentäle aus dem dortigen 22,5 m mächtigen Profil vom Liegenden bis zum Hangenden in Abständen von 50 cm 45 Gesteinsproben geklopft, deren Vergleichung untereinander einen Unterschied in der Größe der Ooide[2] nicht ergeben

[1] Résumé der auf verschiedenen Reisen in das schwäbische Albgebirge gemachten geognostisch-mineralogischen Beobachtungen. Denkschr. d. Kgl. Ak. Wiss. München 1809 u. 1810. S. 134.

[2] Der von Kalkowsky eingeführte Ausdruck „Ooid" scheint mir, entgegen Gaub's Ansicht, schon seiner Kürze wegen und im Gegensatz zu der sich auf das Gestein beziehenden Bezeichnung „Oolith" sich als ganz praktisch zu erweisen (vgl.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hat, sondern im Gegenteil einen auffallend geringen Wechsel in der Korngröße der Ooide aufweist. Das gleiche Verfahren, an anderen Aufschlüssen angewandt, führte zu demselben Ergebnis. Wenn irgendwo gröbere Ooide angetroffen werden, so ist das Korn des Gesteins ebenfalls ein grobes und führt infolge des loseren Zusammenhalts der Körner bei der Anwitterung zur Bildung von Schichtflächen, weshalb man verhältnismäßig häufig ein recht grobes Korn zu Gesicht bekommt. Dieses ist jedoch keineswegs an die hangenden Partien gebunden. An der Hirschhalde fand ich z. B. die gröbsten Ooide (vollkommen gerundete umrindete Kalkkörperchen im Durchmesser von 10—15 mm) inmitten der dortigen Ablagerung, etwa 6 m vom Hangenden entfernt an. Es handelt sich aber hierbei um keinen durchgehenden Horizont gröberen Materials; dasselbe stellt nur eine flachlinsenförmige Einlagerung inmitten von normalem Gestein dar, und ähnliche Einlagerungen können in horizontaler und vertikaler Erstreckung überall auftreten, ohne daß es möglich wäre, eine allgemeine Regel daraus zu gewinnen.

Gaub (l. c. S. 30 ff.) hat sich ebenfalls, etwas eingehender, mit den „Brenzkalkoolithen" befaßt. Hier ist zuerst eine Richtigstellung nötig: Der von Gaub (l. c. S. 30) zitierte Satz Schmierer's: „Das Gestein ist eher brekziös als oolithisch zu nennen, denn es enthält nur ab und zu oolithische Körner", bezieht sich[1] nur auf den von Quenstedt so genannten „Schnaitheimer Oolith" südlich vom „Hardtburren" am Weg Seeburg—Wittlingen, der nach den Schmierer'schen Ausführungen einem tieferen Horizont anzugehören scheint[2], als der Brenztaloolith, er gilt also nicht allgemein für den letzteren. In den beiden Handstücken, die Gaub aus dem Brenztaloolith von Heidenheim beschreibt, hatte er nicht das normale Gestein vorliegen, sondern Handstücke, in denen „die Oolithe nestförmig in den homogenen Kalkstein eingebettet" erscheinen. Derartige Nester stellen hauptsächlich Bildungen dar, wie sie bei Gelegenheit der Besprechung schlamm- und sandbohrender Organismen (s. Jh. 1920 S. 18) erwähnt wurden. Außerdem spielen nesterförmige Einlagerungen oolithischen Materials im Liegenden des Brenztalooliths eine Rolle. Besonders häufig trifft man sie auf der Höhe von Küpfendorf. In ihrer Gesamtmasse treten sie jedoch gegenüber dem normalen Gestein außerordentlich zurück. Die Gaub'schen Angaben gelten also nur für diese speziellen petrographischen Besonder-

---

Gaub, F., Die jurassischen Oolithe der Schwäbischen Alb. Kokens Geol.-pal. Abh. N. F. IX, 4. Jena 1910, S. 15).

[1] Schmierer, l. c. S. 539.

[2] vgl. auch S. 6.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

heiten, nicht allgemein für den Brenztaloolith. Es ist daher nötig, an dieser Stelle etwas ausführlicher über die petrographische Natur des Brenztalooliths im engeren Sinne zu reden.

Die chemische Untersuchung hat ergeben, daß das die Ooide aufbauende $CaCO_3$ Kalzit ist. Der Nachweis wurde durch die MEIGEN'sche Reaktion erbracht. Anhaltspunkte darüber, ob der Kalzit ein sekundäres Umwandlungsprodukt und etwa aus Aragonit hervorgegangen ist, haben sich nicht gefunden. Zwar kann die Unterscheidung von Kalzit und Aragonit allein mit Hilfe der MEIGEN'schen Reaktionen keine vollkommene Zuverlässigkeit gewähren, doch scheinen überhaupt alle als fossil zu bezeichnenden Oolithe die genannte Kalzitreaktion zu zeigen[1].

Es ist nun die Frage, ob wir es mit keiner eigentlichen Oolithbildung zu tun haben, wie BERCKHEMER (l. c. S. LXXXI) anzunehmen geneigt ist, oder ob dem Gestein der Name eines Ooliths zukommt. GAUB (l. c. S. 29) gibt folgende Definition dieses Begriffs: „Oolithe sind kugelige bis ellipsoidische Gebilde, die in verschiedenen Vorkommen verschiedene, in einem und demselben Vorkommen annähernd gleiche maximale Größe haben und die einer zum Teil durch rein chemische Prozesse, zum Teil durch chemische Prozesse unter aktiver oder passiver Mitwirkung der Organismen, zum Teil durch Organismen allein verursachten und von der Stoßkraft des Wassers gestaltlich beeinflußten sukzessiven Anlagerung von irgendwelcher Substanz um beliebige, kleinste bis relativ große Fragmente herum ihre Entstehung verdanken."

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in unserem Falle die Kerne der Mehrzahl der Ooide aus organischem Detritus entstanden sind. Es sind Bruchstücke der Hauptsache nach aus den Resten der Wirbellosen. Hierunter spielen Vertreter der Protozoen eine ansehnliche Rolle. Neben Vertretern der Familien der *Rotalidae* und *Textularidae* mögen auch Ophthalmidien-ähnliche Formen von Bedeutung sein. Auf den Schliffen glaubt man häufig ihre sichelartigen Formen erkennen zu können. Da eine Herauslösung der Protozoenschalen auf chemischem und mechanischem Wege kaum möglich sein dürfte, können sie nicht einwandfrei bestimmt werden. Da aber jeder Schliff eine Menge der offenbar nur in einer beschränkten Zahl von Arten vorkommenden Organismenreste trifft, scheint ihr Anteil am Aufbau der Ooide ein bedeutender zu sein. Hierbei ist eine Beobachtung auffallend: Die konzentrisch-schalige Struktur tritt gegenüber der strukturlosen Ausbildung

[1] s. LINCK, G., Abschnitt über „Karbonatgesteine". Hdwb. d. Nat. Bd. V, S. 683.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der die Foraminiferen einschließenden, meist auch recht dünnen Kalkhäute in den Hintergrund. Dies ist auch der Fall, wenn mehrere Foraminiferen in ein gemeinsames Korn eingeschlossen sind. In ein und demselben Schliff ist die Größe der Kerne außerordentlich variabel. Daß mehrere Kerne von einer gemeinsamen Rinde umgeben sind, ist keine Seltenheit. Die Form des Korns ist von derjenigen des Kerns um so weniger abhängig, je kleiner der Kern und je größer das Korn wird.

Die große Mehrzahl der Kerne ist von einer konzentrischen Schale umgeben, die häufig nur aus einer äußerst dünnen, aber doch erkennbaren Kalkhaut besteht, die u. d. M. im durchfallenden Licht zumeist etwas dunkler gefärbt erscheint. Scheinbar „kernlose" Ooide, die offenbar tangential geschnitten sind, kommen ebenfalls vor. Sie sind dann an ihrem konzentrisch-schaligen Aufbau zu erkennen. Diese Art des Aufbaus ist häufig zu beobachten: eine Zonarstruktur, die durch abwechselnde Lagen dunklerer und hellerer bis farbloser Partien hervorgerufen zu sein scheint. Radialstrahlige Struktur ist hierbei nicht selten. sie kommt weniger bei kleinkernigen Ooiden vor, als bei solchen, deren Kerndurchmesser größer ist als die Hälfte des Ooiddurchmessers. Es sieht dann aus, als ob die äußere Zone aus zentrifugalen, auf dem Kern senkrecht stehenden Kalkspatkriställchen aufgebaut wäre. Radiale, auch konzentrische Sprünge durchsetzen die Ooide nur selten; sie erscheinen dann sekundär durch gröber-kristallinischen Kalkspat ausgefüllt. Zwischen denjenigen Körnern, die so gut wie keine konzentrisch-schalige Struktur aufweisen, und denjenigen, die sich durch ihre konzentrisch-schalige Zusammensetzung ohne weiteres als Ooide kennzeichnen, sind alle Übergänge vorhanden.

Über die Korngröße der Ooide gilt das bereits oben unter „Körnigkeit" Gesagte. Gemenge, in denen Ooide sehr verschiedener Größen untereinander vorkommen, sind vorhanden, aber als räumlich beschränkte Vorkommnisse zu betrachten. Normalerweise enthält ein Handstück ungefähr gleich große Ooide. Doch ist das Gestein in dieser Beziehung außerordentlich wechselnd, da vielfach offenbar der Untergrund aufgewühlt wurde und eine sekundäre Umlagerung stattgefunden hat, durch welche grobe und feinere Ooide vielfach gemischt werden konnten [1].

Die Ooide liegen nun in einer Grundmasse von gröber kristallisiertem Kalkspat; doch ist die räumliche Verteilung der Ooide

[1] Zirkel erwähnt dies von dem „oolithischen Kalkstein" von Heidenheim in seinem Lehrbuch der Petrographie. III. Band. Leipzig 1894, S. 470.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine derartige, daß für die Grundmasse wenig Platz bleibt und diese im Verhältnis zu den Ooiden in weitgehendem Maße zurücktritt.

Die Untersuchung hat also ergeben, daß sich am Aufbau des normalen Brenztalooliths fast ausschließlich Kalkkörner beteiligen, die als echte Ooide aufzufassen sind, daß das Gestein als echter Oolith zu bezeichnen ist.

Es entsteht nun die Frage nach der Genesis der Ooide bezw. des aus ihnen zusammengesetzten Ooliths. Oolithe können sich nachweislich auf verschiedenerlei Art bilden. Hierbei können wir von thermaler Bildung und von der durch Umrindung von Mollusken- und Insekteneiern möglichen Bildungsweise hier ohne weiteres absehen, da zur Annahme einer dieser beiden Möglichkeiten im Brenztaloolith keinerlei Anhaltspunkte vorliegen. Es kann sich nur um die dritte Möglichkeit handeln, ihre Bildung in der Litoralzone. Im Laufe der Zeit sind mehrere Gegenden bekannt geworden, wo rezente Oolithbildung zu beobachten ist. Wohl ausschließlich sind dies Küstenstriche heißer Klimate. Walther hat solche Bildungen von der Rheede von Suez und dem Rande der Tylswüste an der Sinaihalbinsel, Rothpletz[1] von den Ufern des Great Salt Lake im Staate Utah, Agassiz und J. D. Dana[2] von den Küsten Floridas und den Key-Inseln, eingehender beschrieben. An letzterem Orte stehen die Oolithgesteine im engen Zusammenhang mit Korallenriffen und bezeichnen den Abschluß der Riffbildung.

Es ist schon Walther[3] aufgefallen, daß beispielsweise der Oolith von Suez nicht mit dem Brenztaloolith übereinstimmt. Die Hauptunterschiede liegen in der Form, besonders aber in der Größe der Ooide. Die Ooide des Brenztalooliths erreichen mehr als den 10fachen Durchmesser der Ooide von Suez und sind gegenüber diesen teilweise außerordentlich unregelmäßig geformt, entsprechend der Form ihrer Kerne. Soweit ich aus den Angaben der amerikanischen Vorkommnisse entnehmen konnte, scheint hier eine ähnliche Abweichung vorzuliegen. Horsford[4] spricht von „nicht senfkorngroßen" Körnern, und Agassiz[5] bei Beschreibung des Gesteins von den Key-Inseln von „. . . finest oolithes . . .". Die im Vergleich mit den Ooiden der genannten Vorkommnisse

[1] Über die Bildung der Oolithe; Bot. Zentr.Bl. Bd. 51. 1892. S. 265—268.

[2] Corals and Coral Islands. London 1875. S. 167 ff.

[3] Fauna Solnh. Plattenk., S. 156.

[4] Über die Erhärtung der Kalksteine an den Riffen Floridas. N. Jahrb. f. Min. etc. 1854. S. 226.

[5] Bull. Mus. Comp. Zool. Cambridge. Nr. 13, 1869, S. 373.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ganz beträchtliche Größe der Ooide des Brenztalooliths entspricht ohne Zweifel einer erheblich stärkeren Bewegung des Wassers, in dem die Bildung unserer Ooide stattfand.

Den Vorgang der Ooidbildung denke ich mir folgendermaßen: Kalkreichtum im Wasser flachster Flachsee war gegeben, das ist schon durch den an kalkabsondernden Schalen reichen Fossilbefund erwiesen. Brandung, vielleicht unter Mitwirkung von Gezeiten und anderen Strömungen, sowie die Fauna (Fische, Krebse, Echinodermen) selbst, schufen einen Detritus von wechselnder Korngröße. Die feinsten Kalkkörnchen riefen eine Trübung des Wassers hervor. Begünstigt durch infolge Sonnenbestrahlung oder warme Strömungen erwärmtes Küstenwasser, schlug sich um dauernd in Bewegung befindlichen, teils flottierenden Detritus (die „Kerne"), vielleicht unter Mitwirkung von Bakterien, hauptsächlich aber den Kalkkörperchen anhaftenden Resten verwesender organischer Substanzen (die $CaCO_3$ fällen), Partikelchen um Partikelchen zu dünnen Kalklagen rings um die Kerne nieder. Waren die Kerne klein gewesen, so wurden sie weiter halbschwebend im Wasser gehalten, neue konzentrische Schalen von geringwechselnder Beschaffenheit, einmal feiner-, dann wieder grobergeflockten oder einmal kalkreicheren, das andere Mal durch feine Tonteilchen verunreinigten Materials, hüllten die früheren Schalen ein, bis sie bei ruhigerem Wasser oder infolge der Zunahme ihres Gewichts zu Boden sanken. Zu Zeiten wurde der Meeresgrund, auf dem sich die Teilchen zu verbacken begannen, von der stürmischen See von neuem aufgewühlt, ein Teil der bereits abgesetzt gewesenen „Ooide" wurde abermals von den Wellen ergriffen, schwebend erhalten oder vielleicht auch am Boden gerollt und konnten neuerdings ihr Wachstum fortsetzen, bis auch sie endgültig eingebettet wurden. Der überaus lebhaften Wasserbewegung dürfte es zuzuschreiben sein, daß die Ooide hier Größen erreichten, wie sie die Oolithe anderer Gegenden nur selten aufzuweisen pflegen.

Ein solcher Vorgang ist nur im Bereich flachsten Meeres möglich. Unmittelbare Landnähe ist deshalb noch nicht notwendig anzunehmen. Auch an Sandbänken und Riffen kann Oolithbildung erfolgen. Aber die teilweise so außerordentlich grobe Beschaffenheit der Ooide, wie sie äolischen Bildungen, soweit für solche in der Literatur die Korngrößen angegeben sind, kaum zukommen dürfte, spricht gegen die Entstehung der Ablagerung unter direktem Einfluß der Winde[1], diese ist nur denkbar, wenn Wasser als Bildungsmedium angenommen wird.

[1] s. auch Andrée, K., Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung. Geol. Rundschau. Bd. VI. Leipzig 1916. S. 391.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nach Andrée[1] ist Oolithsand von Korallensand, der nachträglich durch Kalksubstanz überrindet und verkittet ist und dann dem ersteren sehr ähnlich werden kann, infolge der detritogenen Entstehung des letzteren zu trennen. Die Überrindung würde in diesem Falle als ein Stadium der Fossilisierung zu betrachten sein. Da das Vorkommen echter Ooide im Brenztaloolith außer Zweifel steht, die nur mit einer einfachen Rinde versehenen Körner mit den echten Ooiden durch alle Übergänge verbunden sind und im selben Lager nebeneinander liegen, möchte ich eine solche Trennung für den Brenztaloolith nicht annehmen. Hier stehen eben Detritus- und Oolithbildung in innigem Zusammenhang.

Entsprechend der Zusammensetzung aus Kalkdetritus und Kalkoolith, und einer u. d. M. meist klaren, grobkristallinischen Grundmasse aus Kalkspat besteht das normale lichtgefärbte Gestein vorherrschend aus kohlensaurem Kalk. Bei seiner Behandlung mit verdünnter Salzsäure bleiben nur äußerst geringe Reste eines feinflockigen, stark eisenschüssigen, daher intensiv braun gefärbten Tons übrig. Terrigener Detritus tritt mithin fast vollkommen zurück.

Im großen ganzen bewahrt das Gestein die beschriebene, einförmige Ausbildungsweise. Wesentlich verschieden in der Korngröße scheint der Brenztaloolith der Küpfendorfer Höhe zu sein. Hier klopft man meist nur entschieden feinkörnigere Handstücke, die jedoch ab und zu die Körnigkeit des gewöhnlichen Gesteins durchaus erreichen. Infolge der ausgedehnten Lehmüberdeckung fehlt es jedoch dort an Aufschlüssen und man ist bei der Untersuchung auf Lesestücke angewiesen.

Eine petrographische Besonderheit bedarf noch der Erwähnung, die lokal (Hahnenschnabel) beschränkt zu sein scheint. An manchen Stellen macht die weiße Farbe einer rötlichen Platz. In feinkörnigen Partien ist die Ursache makroskopisch kaum zu erkennen. U. d. M. sieht man aber schon hier im Schliff flockige Einlagerungen deutlich rot (karmin mit einem Stich ins Violette) gefärbter Aggregate. Mit zunehmender Korngröße ballen sich auch die roten Flocken mehr und mehr zusammen. Ein sehr grobkörniges Handstück ist durch besonders grobe Flocken oder Aggregate von solchen rot gesprenkelt. Und hin und wieder sind förmliche Patzen unregelmäßiger Form bis zu mehreren Zentimeter Durchmesser flach in das Gestein eingelagert. Es scheint sich hierbei um ursprüngliche Einlagerungen zu handeln. Da auch neuerdings in zuckerkörnigem Lochfels (weißer Jura Epsilon) eingeschlossen sich Terra rossa-ähnliche Letten gefunden haben, deren Entstehung

[1] Über Sedimentbildung am Meeresboden, 1. Forts., Geol. Rundschau, Bd. VII. 1916. S. 281.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eine ursprünglich jurassische zu sein scheint[1], so halte ich es nicht für unmöglich, daß hier ähnliche Bildungen vorliegen. Analoge Vorkommnisse im Plattenkalk von Eichstätt hat Walther[2] als festländischen Lateritstaub gedeutet und „Lesestücke roten Kalksteins" erwähnt Koehne[3] von der fränkischen Alb.

2. Der „rauhe Stein".

Von größerer Wichtigkeit ist der sog. „rauhe Stein" der Arbeiter, den schon Schmierer (l. c. S. 557) erwähnt hat, da er den Übergang zum liegenden Plattenkalk bilden soll. Dieses Gestein tritt in den Aufschlüssen am Hahnenschnabel und an der Hirschhalde zutage[4]. Das normale Oolithgestein verändert sich dem Liegenden zu langsam. Es wird weniger licht, etwas tonreicher und dichter, daher ist es nicht mehr so rauh, sondern deutlich muschelig brechend. An der Hirschhalde ist es grobkörniger als am Hahnenschnabel. Die Zahl der Ooide nimmt stellenweise bedeutend ab, die Bruchstücke der Fossilien sind nicht in dem Grade gerundet wie im normalen Gestein, sondern im allgemeinen eckiger und kantiger begrenzt; das Gestein ähnelt auf diese Weise eher einer „Brekzie". Bei Schnaitheim ist eine Zunahme an Lamellibranchiaten zu konstatieren. Neben dem charakteristischen, nur grobkörnigeren Detritus finden sich aber ebenso charakteristisch die mehr oder weniger vollständig erhaltenen Fossilien wieder, auch die Vertebratenreste, die dem Brenztaloolith sein besonderes Gepräge verleihen. Platychonien treten schon hier ziemlich häufig auf. Eine Trennung von dem hangenden Gestein ist somit nicht durchführbar.

Schmierer hat sich schon (l. c. S. 557) über die Ähnlichkeit des „rauhen Steins" mit dem „wilden Portländer" ausgesprochen und angenommen, daß ersterer den Übergang zum Plattenkalk bilde, er hat auch die Gründe dargetan, daß dies nicht ohne weiteres zu beweisen ist. Die Aufschlußverhältnisse haben sich seit der Zeit seiner Untersuchungen nicht gebessert, im Gegenteil verschlechtert. Da der nach unten zunehmende Tongehalt nicht zu leugnen ist, so dürfte die Annahme Schmierer's die wahren Verhältnisse treffen. Petrographisch und faunistisch ist aber der „rauhe Stein" vom Brenztaloolith nicht

---

[1] s. Berckhemer, l. c., S. LXXVIII.

[2] Fauna Solnh. Plattenk., S. 209.

[3] Geol. Gesch. der fränk. Alb, S. 27.

[4] 1913/14 war es in den beiden Aufschlüssen frisch angebrochen, vor kurzem sind diese tiefsten Stellen wieder mit Abraum zugedeckt worden.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu trennen; und ich bin geneigt, die Grenze zwischen Plattenkalk und „rauhem Stein" bezw. Brenztaloolith überhaupt da zu ziehen, wo Platychonien zum ersten Male auftreten. Denn im Plattenkalk habe ich in dieser Gegend diese sonst häufigen Fossilien bisher nirgends gefunden. Die Ursache der Anreicherung des Tongehalts im Liegenden des Brenztalooliths sehe ich in einer subaquatischen Aufarbeitung des (noch plastischen) Plattenkalksediments zu Beginn des Absatzes der Oolithe. Das auffallend grobkörnige Material des „rauhen Steins" deutet darauf hin, daß diese Zeit stürmisch begonnen hat. Hierbei trat eine Vermischung der beiden Sedimente, des Platten- bezw. Krebsscherenkalks und des soeben zum Absatz gelangenden Brenztalooliths, ein, auch der Faunen, insofern als das einzige in der dortigen Gegend häufiger anzutreffende Fossil des Platten- (bezw. „Krebsscheren"-) Kalks, *Magila suprajurensis* Qu. sp., sich im „rauhen Stein" gefunden hat. Denn es wäre sonst nicht recht verständlich, wie dieses für die Plattenkalke so charakteristische Fossil, das ich im normalen Brenztaloolith niemals entdeckte[1], uns gerade nur noch im „rauhen Stein" überliefert sein sollte, der im übrigen schon deutlich die Züge des normalen Gesteins aufweist.

3. Dichter Kalk.

Eine größere Ausdehnung besitzen gewisse, in ihrer Mächtigkeit (die bis etwa 10 cm beträgt) stark wechselnde Bänkchen eines so feinkörnigen bezw. dichten Kalks, daß die feinkristallinischen, durch toniges Material verunreinigten Kalkkörner nur bei starker Vergrößerung u. d. M. sichtbar werden. Dieses Gestein hat einen ausgesprochen muscheligen Bruch, klingt in seiner reinen Ausbildung unter dem Hammer und ist von typischem Solnhofener Plattenkalk petrographisch kaum zu unterscheiden. Fossilien fehlen ihm. Eine blaßrötlich-violette Färbung (durch Lateritstaub?) scheint ihm eigen gewesen zu sein, sie ist aber, wohl durch die von feinsten Haarspalten ausgehende Wirkung der Atmosphärilien, größtenteils wieder verschwunden. Diese dichten Aggregate müssen aus feinstem Kalkschlamm (Korallenschlick) hervorgegangen sein. Offenbar wurde der Absatz des Ooliths unterbrochen durch kurze Zeitlängen, in denen sich die Wellen des Meeres beruhigten, so daß die schwebende Kalktrübe des Wassers niedergeschlagen werden konnte. Der Vorgang muß verhältnismäßig rasch eingesetzt haben und ebenso rasch zur Beendigung gekommen sein, darauf deutet der unvermittelte,

[1] *Magila* wird dem Umschwung der Verhältnisse nicht gewachsen gewesen sein, kann sich aber vorerst noch ein wenig gehalten haben.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

plötzliche Wechsel der Sedimente[1]. Dünne, millimeterdicke, in das dichte Gestein eingeschaltete horizontale Lagen von Ooiden (vgl. Fig. 1, S. 18) lassen vermuten, daß die ruhige Periode zuzeiten ihrerseits wieder für Momente unterbrochen wurde. Der feine Kalkschlamm wurde zu Beginn jeder neuen, stürmischen Periode lokal wieder aufgewühlt, was zu unregelmäßigen Vertiefungen auf seiner Oberfläche geführt hat, wodurch auch der Wechsel in der Mächtigkeit der einzelnen Kalkbänkchen erklärt wird. Stellenweise ist offenbar die ganze Schlammablagerung wieder zerstört worden; so wird es uns klar, warum in horizontaler Richtung auf Entfernungen von wenigen Metern ein Kalkbänkchen völlig durch Oolith ersetzt sein kann.

Früher (s. Jh. 1920 S. 18 f.) wurde bereits erörtert, daß ein Teil der diesem dichten Kalk eigenen „Oolithnester" der Tätigkeit schlammbohrender Organismen zugeschrieben werden muß.

Es sei noch erwähnt, daß ansehnliche Brocken (bis zur Länge von 10 cm und einem Umfang von 16 cm konnte ich am Oldenberg finden) bereits verfestigten derartigen dichten Kalks, an den Kanten leicht gerundet, mitunter in normales Oolithgestein eingeschlossen vorkommen. Wenn sie, was die Regel ist, von horizontalen Oolithschnüren durchzogen sind, und vollends die charakteristischen Spuren der bohrenden Organismen nicht fehlen, ist ihre Herkunft aus präexistierendem Brenztaloolith unzweifelhaft. Starke Kräfte müssen es aber gewesen sein, die derartige Stücke aus dem Grunde herauszuarbeiten imstande waren.

Viele Schichtfugen sind bedingt durch die Einschaltung eines tonreicheren Sediments:

4. Kalkmergel bis tonige Kalke.

Sie zerfallen an der Luft und beim Trocknen in dünne Blätter[2], sind außerordentlich feinkörnig bis dicht, mitunter von Detritus und Ooiden durchsetzt, stellenweise reichlich fossilführend, und füllen viel-

[1] Es wäre wünschenswert, hieraus Gewinn zu ziehen für eine Schätzung der Zeitdauer der Sedimentation, ähnlich den Berechnungen, die Rothpletz (Über die Einbettung der Ammoniten in die Solnhofener Schichten. Abh. d. k. bayr. Ak. d. Wiss. II. Kl. Bd. 24, Abt. 2, 1909, S. 329) für die Solnhofener Schichten und Pompeckj (Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte, Stuttgart 1914, S. 28) für den unteren weißen Jura angestellt haben. Leider ist dies nicht ausführbar, da der Gesteinswechsel ein zu unregelmäßiger ist und auch erhebliche örtliche Unterschiede aufweist.

[2] Es ist wohl das, was Engel (Geognost. Wegw., S. 469) unter den „papierdünnen Plättchen" versteht.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

fach die Schichtfugen aus. Gewöhnlich sind sie nur Bruchteile von Zentimetern mächtig oder zeigen als millimeterdünne Häute eine Schichtfuge bezw. einen kurzen Sedimentwechsel an. Aber ich halte, insbesondere wo diesen Einlagerungen eine Schichtung fehlt und sobald sie mehrere Zentimeter Mächtigkeit erreichen, in ihrer Deutung Vorsicht für geboten, denn sie unterscheiden sich dann oft in nichts von dem die Bohnerze begleitenden Ton, der in den Taschen des Brenztaloolithes weit verbreitet ist, und können sehr wohl auf Klüften in die Schichtfugen hineingelangt sein. Fehlt ihnen aber Bohnerz und sind sie lichtgefärbt, so kann man wohl in den meisten Fällen sicher sein, daß primäre Einlagerungen vorliegen. Die Entstehung derselben wäre demnach anders zu deuten wie diejenige des oben besprochenen dichten Kalks, von dem sie sich hauptsächlich durch ihren größeren Gehalt an Ton, also ihre Führung von terrigenem Detritusmaterial, unterscheiden. In ihrer vertikalen Ausdehnung treten die tonigen Einlagerungen hinter dem übrigen Sedimentmaterial außerordentlich zurück, im allgemeinen sind sie nur die Faktoren der Schichtfugenbildung in dem sonst so einförmigen Kalkgestein. Sie zeigen aber, daß der Einfluß von Land bei der Bildung des Brenztalooliths nicht völlig ausgeschaltet war.

5. Akzessorische Gesteine.

Es bleibt nun noch übrig, darauf hinzuweisen, daß, dann und wann, kaum gerundete, eckig und kantig begrenzte, unregelmäßig geformte Bruchstücke in den Brenztaloolith eingebettet erscheinen, die unschwer als Krebsscherenkalk zu bestimmen sind. Sie erreichen einen Durchmesser von 6—8 cm. Schmierer (l. c. S. 559) hat solche im Oolith des Taschentäle zu erkennen geglaubt. Sie finden sich aber auch gerade so häufig am Hahnenschnabel und an der Hirschhalde. Ähnliche, aber im allgemeinen kleinere Bruchstücke, die ich an letzterem Orte im Oolith eingeschlossen fand, stammen offenbar aus dem dichten Felsenkalk des weißen Jura Epsilon. So viel sei hier noch darüber gesagt, daß diese „Patzen dichten Kalks" nicht auf einem Absatz in kleinen Unebenheiten des Bodens zurückgeführt werden können, wie etwa Nahnsen[1] von solchen Einschlüssen in den Trümmerkalken des norddeutschen Korallenooliths annimmt. Denn dazu brechen sie zu unvermittelt gegen das Oolithgestein ab und sind zu unregelmäßig begrenzt. Im übrigen wird unten auf diese Verhältnisse zurückzukommen sein.

[1] Über die Gesteine des norddeutschen Korallenooliths, insbesondere die Bildungsweise des Ooliths und Dolomits. N. Jahrb. f. Min. usw., 35. Beil.Bd., 1913, S. 277 ff.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

6. Durch Hinzutreten von Fossilien

in mehr oder weniger vollständiger Erhaltung kann sich je nach der Menge dieser Einschlüsse der Habitus des Detritus-Oolith-Gesteins nicht unwesentlich verändern. Krinoideenstielglieder, Zweischaler, Seeigelstacheln, Terebrateln, Rhynchonellen, namentlich Spongien bilden dann, untereinander gemischt, vorherrschend aber eine dieser Fossilgruppen für sich allein, mitunter derartige Anhäufungen, daß die detritogene Zwischenmasse in hohem Grade in den Hintergrund tritt und das Gestein auf den ersten Blick nur aus diesen Fossilien zu bestehen scheint. Die vertikale Erstreckung einer solchen Anhäufung beschränkt sich dann aber meist nur höchstens auf wenige Zentimeter. Derartige Anreicherungen führen — infolge des dadurch hervorgerufenen Wechsels in der Korngröße — meist zur Bildung von Schichtflächen, indem nach oben plötzlich die normale Korngröße wieder einsetzt.

7. Die Anordnung im Raum (Textur).

Ein Handstück aus normalem Brenztaloolith erscheint im allgemeinen richtungslos körnig aufgebaut. Sieht man genauer zu, so findet man, daß sich die gröberen Komponenten, bilateral abgeflachte oder längliche Ooide und organischer Detritus mit ihrer größten Dimension in die Horizontale einordnen. Auf diese Weise entsteht eine versteckte Schichtung. Diese wird erst deutlicher, wenn sich eine kaum merkliche Sonderung nach der Korngröße einstellt, oder wenn auf angewitterten Stücken eine schwache Braunfärbung in parallelen Zonen oder im Querbruch linear erscheinender, zarter, tonreicherer Häutchen sichtbar wird. Einfacher gestaltet sich die Orientierung eines Handstücks beim Auftreten feiner „Drucksuturen", deren Längserstreckung der Horizontalen parallel gerichtet ist. Sobald vollends größere Fossilien, insbesondere Zweischaler sich hinzugesellen, ist ein Zweifel über die Orientierung nicht mehr möglich, denn solche Einschlüsse stehen kaum je auf der Spitze oder hohen Kante, sondern liegen mit ihrer größten Fläche im Gestein. Die Schichtung scheint verwischt zu sein, wo Spongien in größerer Zahl, besonders da, wo Platychonien auftreten. Hier handelt es sich eben um „gewachsene", autochthone Riffbildungen, wenn auch mit geringer vertikaler Ausdehnung. Die Orientierung innerhalb des Gesteins wird aber dann beispielsweise an der Lage der Platten und Blätter der Platychonien in den meisten Fällen ohne Schwierigkeit möglich sein.

Auf diese Weise ist im kleinen bereits angebahnt, worüber uns jeder Aufschluß im Brenztaloolith im großen belehrt. Wir sehen hier

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

überall normale (konkordante) Parallelschichtungen. Die Schichtung wird hervorgerufen durch minimale bis wenige Zentimeter mächtige Zwischenlagen von Mergelkalken bis tonigen Kalken, denen ein Wechsel der Fazies[1] entsprechen würde. Diese Zwischenmittel sind weniger widerstandsfähig als der Oolith und wittern daher leicht aus. Der Oolith wird infolgedessen in Bänke zerlegt, die in ihrer Mächtigkeit außerordentlich variieren; sie können bis 2 m Dicke erreichen, ihre mittlere Mächtigkeit mag etwa 50—80 cm betragen. Innerhalb eines und desselben Aufschlusses bleibt die Zahl der dadurch entstehenden Oolithbänke im allgemeinen ziemlich konstant. In einiger Entfernung davon ist das Bild aber wieder ein völlig anderes. Die mächtigsten Schichten liegen in den großen Aufschlüssen bei Heidenheim und Schnaitheim dicht über dem liegenden „rauhen Stein", während dem Hangenden zu eine Abnahme in der Mächtigkeit der Einzelbänke festzustellen ist, so daß mitunter eine plattige Absonderung bemerkbar wird. Daß dies aber keine allgemein gültige Regel ist, beweist das Vorkommen einer im Hangenden am Oldenberg auftretenden Oolithschicht von rund 1 m Mächtigkeit (s. Taf. I, Abb. 2). Eine Parallelisierung der Schichten verschiedener Aufschlüsse wird durch diese Mächtigkeitsschwankungen der Schichten in hohem Maße erschwert, bei größerer Entfernung voneinander zur Unmöglichkeit. Wir nennen eine derartige Schichtung mit Andrée[2] „gewöhnliche Parallelschichtung mit unsymmetrischem Faziswechsel".

Innerhalb dieser normalen, im wesentlichen planparallelen Schichten und mit ihnen wechsellagernd treten nun schräge Schichtungen der mannigfaltigsten Art auf. Walther hat[3] die Art der Schichtung des Brenztaloliths darob „Diagonalschichtung" genannt und eine gute Abbildung davon gegeben[3], die im Brenztaloolith von Schnaitheim aufgenommen wurde. Walther nimmt die „Diagonalschichtung" nur für die hangenden Kalksandmassen an[3]: „Das Gestein . . . ist in m ä c h t i g e B ä n k e gegliedert . . . d a n n a b e r bauen sich hohe Kalksandmassen mit ausgezeichneter Diagonalschichtung auf." Berckhemer (l. c. S. LXXXI) fand dagegen „für die g a n z e, bedeutende Mächtigkeit eine unruhige, rasch wechselnde, scharf ausgeprägte Diagonalschichtung." Diese Fest-

[1] Man kann im Zweifel sein, ob man nicht in solchem Falle mit A n d r é e (Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung, S. 396) eher von „Gesteinswechsel innerhalb einer Fazies", als von einem „Fazieswechsel" sprechen soll, zumal die Zwischenlagen oft detritogene bezw. oolithische Körner führen.

[2] Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung. Leipzig 1916. S. 382.

[3] Fauna Solnh. Plattenk., S. 156, Fig. 12 auf S. 155.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stellung ist richtig, ich fand sie vollkommen bestätigt, war doch die „Diagonalschichtung" bis vor kurzem (1914) bei Heidenheim und Schnaitheim bis auf den „rauhen Stein" im Liegenden des Ooliths hinab in schönster Weise zu beobachten (Taf. I, Abb. 1). Neuerdings sind die betreffenden tiefsten Stellen zugeschüttet, aber man kann sich immer noch leicht davon überzeugen, daß die „Diagonalschichtung" anhält, soweit Brenztaloolith nach der Tiefe zu überhaupt aufgeschlossen ist.

Nach Walther[1] besteht Diagonalschichtung darin, „daß eine durch konkordante Schichtenfugen nach unten und oben ebenflächig abgegrenzte Bank nach der Richtung der beiden Diagonalen in einzelne kleinere Schichten zerfällt". „Ist der Neigungswinkel der antiklinal zusammenstoßenden Schichtungsdiagonalen annähernd gleich groß, dann handelt es sich um eine Bildung unter Wasser, ist derselbe auf der einen (Luv-)Seite etwa 5—10°, auf der andern (Lee-)Seite 20—30°, so liegt ein Dünengestein vor." Für Dünen gibt Andrée[2] folgende Neigungswinkel an:

	Luvseite	Leeseite
Durchschnitt	8—10°	33°
Maximum	20°	45°

Ich habe nun an verschiedenen Aufschlüssen 30 Neigungswinkel zur Horizontalen gemessen, sie betragen:

Grad	Neigung nach	Ha = Hahnenschnabel Ol = Oldenberg Alles Übrige gemessen an der Hirschhalde	Grad	Neigung nach	Ha = Hahnenschnabel Ol = Oldenberg Alles Übrige gemessen an der Hirschhalde
6	N	—	15	N	—
7	S	—	16	N	—
9	S	—	16	N	Ha
10	SO	—	16	NW	Ha
10	S	—	16,5	S	—
10	N	—	17	NW	—
10,5	S	—	18	N	—
11	W	—	19	S	Ol
12	S	—	19	S	—
12	N	—	19	S	—
13	N	Ha	20	N	Ha
13	S	Ol	20	N	—
13	NW	—	22	NO	Ha
14	N	Ha	23	S	—
14	S	—	23	N	—

[1] Einleitung in die Geol. als hist. Wiss., S. 630 und 638.
[2] Wesen, Ursachen und Arten d. Schichtung, S. 386.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zu der Tabelle ist zu bemerken, daß die Winkel naturgemäß an leichter zugänglichen und für die Messung günstigen Stellen abgelesen wurden, zumeist in der N—S-Richtung deshalb, weil die Neigungswinkel fast nur an den (angewitterten) N—S gerichteten Kluftwänden deutlich zu sein pflegen. Zusammengehörige Lee- und Luvseiten konnten überhaupt nicht in Betracht gezogen werden, da die Bestimmung der Zugehörigkeit auf unüberwindliche Schwierigkeiten stößt. Ferner sind in der Tabelle verhältnismäßig viel Maximalwinkel enthalten. Viel kann diese daher nicht zeigen, doch wird durch sie deutlich gemacht, daß der durchschnittliche, von ANDRÉE angegebene Neigungswinkel der Leeseite von Dünen nicht im entferntesten erreicht wird, es fehlen dazu mindestens volle 10°. Es wird auch damit unwahrscheinlich, daß im Brenztaloolith ein verhärtetes Dünengestein vorliegt. Dagegen spricht der sich annähernd gleichbleibende Neigungswinkel der Diagonalen, der allerdings zwischen 0 und 23 Grad schwanken kann, für eine subaquatische Bildung[1].

Es ist nun weiter zu beobachten, daß innerhalb ein und derselben Schicht die Richtung der Neigung einer Diagonale sich oft sehr wenig ändert (Taf. II, Abb. 2 und Taf. I, Abb. 1). Innerhalb guter Aufschlüsse kann man Strecken von 20—30 m oder mehr an einer Schicht entlang gehen, ohne daß der geringste Wechsel des Neigungswinkels wahrzunehmen ist. Die seitlichen Begrenzungen der Aufschlüsse gebieten der Weiterverfolgung Halt; es ist aber anzunehmen, daß die Verhältnisse im weiteren Verlauf einer solchen Schicht sich nicht allzu rasch ändern. Die vorherrschende Neigung ist am Hahnenschnabel nach NNW, um Schnaitheim, besonders an der Hirschhalde scheint sie vorzugsweise nach SSO gerichtet zu sein. An den Aufschlüssen um Schnaitheim wechseln jedoch die Neigungen mehr als an anderen Stellen (Taf. II, Abb. 3; vgl. auch die von WALTHER gegebene Ab-

[1] Nach Abschluß dieser Arbeit erschien: Berckhemer, F., Der Weiße Jura „Epsilon" (Qu.), diese Jahresh. 75. Jahrg. 1919. S. 19 ff. Hier bildet dieser Autor (Taf. I, 2) „aus den tiefsten Teilen des Heidenheimer Bruchs" „flaue Schichtungen" ab, die „recht wohl noch unter Wasser entstanden sein mögen". Abgesehen davon, daß diese Aufnahme zwar aus den tieferen Teilen des Steinbruchs am Hahnenschnabel stammt, aber noch von mehreren Metern normalen Brenztaloolithes unterlagert wird, ist dem entgegenzuhalten, daß diagonale Schichtungen wie im vorliegenden Falle in jeder Höhe des Ooliths sich einstellen, daß aber auch in noch tieferen Teilen des Brenztaloolithes Diagonalschichtungen bis zu dem von mir gemessenen Maximalneigungswinkel von 23 Grad vorkommen können. Es kann daher keine Rede davon sein, daß etwa die tieferen Teile des Ooliths eine weniger „flaue Schichtung" aufweisen als die höheren, daß also den liegenden Oolithschichten aus diesem Grunde eher eine subaquatische Entstehung zugestanden werden müßte als den hangenden, für die Berckhemer offenbar auf alle Fälle eine Entstehung über Wasser annimmt (l. c. S. 59).

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bildung). Es entstehen dann Schichtungen, die mit dem übereinstimmen, was ANDRÉE[1] als „wirre Kreuzschichtung" bezeichnet hat. Das Wesentliche hierbei ist, daß die Schrägschichten unvermittelt mit verschiedenen Einfallswinkeln und oft entgegengesetzter Neigung aneinander abstoßen. Dabei sind die entgegengesetzten Neigungen nur selten in Umbiegungen miteinander verbunden. Nach ANDRÉE ist diese Art der Kreuzschichtung auf unvermittelten Wechsel der Bewegungsrichtung des sedimentierenden Mediums zurückzuführen; er ist geneigt, dieselbe der Wirkung strömenden Wassers zuzuschreiben, das „auf wenig geneigter Unterlage fließend, häufig seinen Lauf verlegte", und denkt dabei an marines Flachwasser in gezeitenbewegten Meeren.

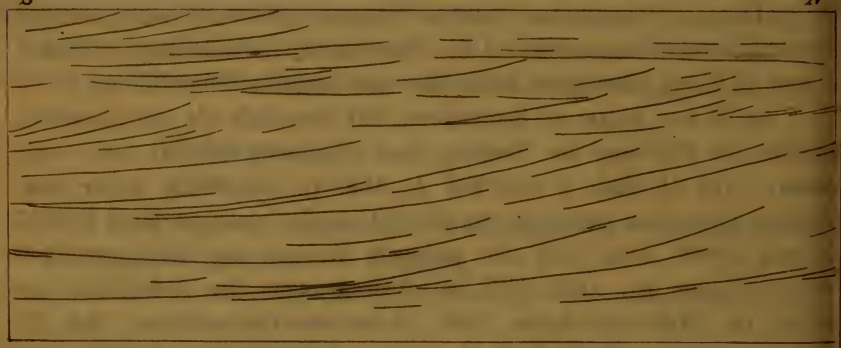

Abb. 3. Synklinale Kreuzschichtung an einer 13 m langen, 5,2 m hohen Wand im Brenztalooolith von Schnaitheim (Hirschhalde). Nach der Natur gez. vom Verf.

An der Hirschhalde kann man noch einen weiteren Typus der Kreuzschichtung feststellen, den ANDRÉE[1] „synklinale Kreuzschichtung", TOULA[2] „Muldenschichtung" genannt hat. Es handelt sich hierbei darum, daß die schräggeschichteten Lagen untereinander nicht mehr planparallel liegen, sondern leicht nach oben konkav, nach unten konvex gewölbt sind, so daß sie, sich langsam neigend, sich allmählich der Unterlage anschmiegen und damit zwischen Unterlage und Böschung sanft vermitteln. CLOOS[3] hat, wie auch ANDRÉE[1] betont, mit Recht darauf hingewiesen, daß „vor allem, wo das Wasser den Transport übernimmt, Anschmiegen und Verfließen Gesetz ist" (s. Abb. 3).

[1] Wesen, Ursachen und Arten d. Schicht., S. 391—393.

[2] Über die Congerien-*Melanopsis*-Schichten am Ostfuße des Eichkogels bei Mödling. Jahrb. k. k. g. Reichsanst. 1912, 62, S. 53—70. Taf. II, III.

[3] Kreuzschichtung als Leitmittel in überfalteten Gebirgen. Z. f. pr. Geol. 1914, XXII, S. 340—343. 3 Textfig.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Im allgemeinen treten im Brenztaloolith derart wilde Kreuzschichtungen, wie sie z. B. Frantzen[1] aus dem Schaumkalk von Meiningen, Walther[1] aus Wüstensanden, Kayser[1] aus dem Marburger Buntsandstein und von „äolischen Sanden und Sandsteinen" abgebildet haben, nicht auf. Die Neigungswinkel sind durchweg kleiner, niemals erreichen sie die von Kayser für äolische Sande[1] angegebenen Größen. Vor allem wirkt die in kurzen Abständen einsetzende normale (konkordante) Parallelschichtung beruhigend auf das Gesamtbild der Schichtung.

Und für die zahlreichen konkordant eingelagerten tonig-mergeligen Zwischenmittel gilt das, was Deecke[2] von der untersten Gruppe des Buntsandsteins sagt: „Solche Regelmäßigkeit kann niemals der Wind ohne Hilfe des Wassers erzeugen."

Es ist doch wohl auch eine auffallende Tatsache, daß im Brenztaloolith sich bisher Wellenfurchen, Trockenrisse, Fährten und ähnliche Dinge nirgends gefunden haben, deren Bildung und Erhaltung nach den petrographischen Verhältnissen immerhin möglich gewesen wäre. Wäre das Sediment eine äolische Bildung, so ist nicht einzusehen, warum uns derartige Erscheinungen nicht überliefert worden sind. Bei der Annahme eines Absatzes des Sediments unter Wasser, wo „Verfließen Gesetz ist", fällt uns der Mangel an Wellenfurchen und Fährten viel weniger auf, da jede Bewegung zerstörte, was die ihr vorausgehende bildete.

So mag der Wind, beispielsweise bei eingetretener Ebbe, einen Einfluß auf die Bildung des Sediments ausgeübt haben, irgendwelche direkte Windwirkungen kennen wir aber nicht. Die Art der Schichtung spricht nicht für äolische Bildung, sondern für den Absatz im Flachwasser des Meeres. Es ist anzunehmen, daß die vielfachen Änderungen in der Richtung der abgelagerten Schichten auf den Wechsel der Gezeiten und Strömungen zurückzuführen ist[3]. Dieser Wechsel scheint, den vorherrschenden Neigungswinkeln, unter denen das Sediment zum Absatz gelangte, nach zu schließen, wenigstens an den Hauptstellen (um Heidenheim und Schnaitheim) meistenteils von NNW nach SSO und von SSO nach NNW gerichtet gewesen zu sein. Die Fallwinkel der Kreuzschichtung sind dabei vorzugsweise in der Ebene parallel zur Strömungsrichtung gedacht.

---

[1] s. Kayser, E., Lehrbuch der Geologie, I. Teil, 1918, S. 174—176, Fig. 68—70 u. 72.

[2] Geologie von Baden. Berlin 1916 I. Teil, S. 248.

[3] Hierzu vgl. auch Naumann, E., Abschnitt über „Schichtung", Hdwb. d. Nat., Bd. VIII, S. 900 ff.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

8. Diagenese und Verwitterungserscheinungen:

a) Verfestigung des Gesteins. Man gewinnt den Eindruck, daß der Brenztaloolith ursprünglich als lockerer Kalksand abgesetzt wurde, der ein nicht unerhebliches Porenvolumen aufgewiesen haben mag[1]. Dieser Eindruck wird bestätigt durch das mikroskopische Bild: noch heute scheinen die einzelnen Körner förmlich in einer Grundmasse zu schwimmen, die aus kleinen, in ihrem Wachstum sich gegenseitig hindernden, daher innig miteinander verzahnten, hochkristallinen, glasklaren Kalzitkristallindividuen besteht. Der Kalkspat umschließt Detritus und Ooide, so daß sich diese oft gar nicht oder kaum gegenseitig zu berühren scheinen, im übrigen allerdings doch eng aneinander gelagert sind. Wie schon oben (S. 3) angedeutet, ist der Zusammenhalt der Grundmasse ein viel innigerer, als derjenige der Ooide. Dieser Verkittung verdankt das Gestein seine Verfestigung. Das Kittmaterial dürfte in Lösung[2] auf den feinsten zwischen den Körnern ursprünglich vorhandenen Spalten von oben nach unten aus dem Hangenden zugeführt worden sein, wobei Auflösungen der Außenzone der einzelnen Körner stattgefunden haben mögen; dadurch wird begreiflich, warum die einzelnen Körner sich gegenseitig kaum mehr berühren, die doch zu einem bestimmten Zeitpunkt einmal bis zur völligen Berührung nahe aneinandergerückt gewesen sein müssen. Die labilere Form des organogenen kohlensauren Kalks wurde dadurch in den stabilen Kalkspat übergeführt[3]. Durch diesen Vorgang würde auch die kaum je fehlende, wenn auch noch so dünne, u. d. M. dunkel erscheinende, durch feinste Tonpartikelchen (?) verunreinigte Rindenzone der Kalkkörner, die dann ein Auflösungsresiduum darstellen würde, ihre Erklärung finden. Von der Zeit des Einsetzens der Verfestigung können wir annehmen, daß es analog den rezenten Vorkommnissen bei Detrituskalken in der Nähe von Riffen und bei Oolithlagern[4] schon im Ablagerungsmedium erfolgt

---

[1] Dasselbe ist offenbar auch heute noch nicht gering einzuschätzen, da das frische Gestein vor seiner Bearbeitung erst eine Zeitlang der Luft ausgesetzt wird, um es austrocknen zu lassen. Im Winter gebrochene Blöcke „erfrieren" erfahrungsgemäß außerordentlich leicht und „blättern" in kurzer Zeit „ab", es wird daher das Gestein zumeist im Laufe der wärmeren Jahreszeit gebrochen und während des Winters bearbeitet.

[2] Hierzu erscheint es mir nicht notwendig, „gewaltige Regengüsse" anzunehmen, die Walther zur Verkittung der „lockeren Kalkdünen von Schnaitheim" heranzieht (Fauna d. Solnh. Plattenk., S. 211).

[3] vgl. Dacqué, Grundl. und Meth. d. Paläogeogr., S. 203.

[4] vgl. auch Walther, Einführung in die Geol. als hist. Wiss. S. 699.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist, ehe sich der Druck der auflagernden Massen wesentlich bemerkbar machen konnte.

Nun hat neuerdings VAUGHAN[1] die Oolithbildung an der Küste von Florida genauer verfolgt und gefunden, daß die dortigen Ooide diagenetische Erzeugnisse seien, da sie dem frischen Schlamm noch fehlen und allmählich zu wachsen scheinen. Eine solche Möglichkeit scheint auch DACQUÉ im Auge zu haben, wenn er bei Erörterung der Erscheinung der Kornvergrößerung und Konkretionsbildung schreibt[2]: „Aus einer derartigen Affinität entspringt auch die im übrigen wahrscheinlich sehr mannigfaltige Oolithbildung." Wenn tatsächlich die Möglichkeit einer diagenetischen Bildung der Ooide sich bestätigen würde, so halte ich doch eine solche für diejenigen des Brenztalooliths für ausgeschlossen, da sich in diesem Falle unbedingt einander im Wachstum gegenseitig behindernde Ooide finden müßten. Wie wir sahen, ist das Gegenteil der Fall.

Von den mancherlei Veränderungen, denen das sedimentierte Material des Brenztalooliths unterlag, seien noch folgende Punkte hervorgehoben:

b) Drucksuturen. Sie treten dem Beschauer auf Schritt und Tritt entgegen und erstrecken sich im allgemeinen horizontal durch das Gestein, den Schichtflächen parallel, wobei die Gebilde ziemlich kurze, spitz endigende, auf ihren vertikalen Flächen gezackte Zapfen in das darunter oder darüber liegende Gestein hinein entsenden. Die Zapfen werden häufig so kurz, daß die für die Drucksuturen charakteristische Tonhaut, die hier infolge ihres Gehalts an Eisenverbindungen durch intensive Braunfärbung ausgezeichnet zu sein pflegt, im Querschnitt zu einem nur wenig zackig-welligen Bande wird und sich, in der Fläche gesehen, von dem tonigen Material einer Schichtfläche höchstens noch durch ihre rauhere Oberfläche unterscheidet.

c) Schaumkalkbildung. Wo die Ooide durch infiltrierte Gewässer, besonders in klüftigem Oolith, der Auflösung anheimfallen, entstehen schaumkalkähnliche Strukturen, die sich jedoch nur selten in die Tiefe des Gesteins hinein erstrecken, sondern im allgemeinen nur die Oberfläche verändern. Bildungen dieser Art sind verhältnismäßig selten.

d) Verkieselung. Eine Verkieselung des Ooliths („Kieseloolithe") kommt nicht vor. Dagegen ist eine sekundäre Verkieselung

[1] Prelim. remarks on the geology of the Bahamas, 1912 (Zit. nach Kayser, Lehrb. d. Geol., I, 1918, S. 666).

[2] vgl. Dacqué, Grundl. und Method. d. Paläogeogr., S. 203.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der evertebraten Faunenreste nicht selten. Oft treten dabei nur vereinzelte, spärliche Silifikationsringe auf, die unregelmäßig verteilt auf der Außenfläche der noch verkalkten Fossilreste aufsitzen. Ich beobachtete solche Bildungen zu beiden Seiten des Taschentäle, am Hahnenschnabel, bei Heldenfingen und am Köngenbühl, im normalen Brenztaloolith nur im Ausgehenden, in der Verwitterungszone, namentlich aber im ausstreichenden „rauhen Stein" bei Heidenheim und Schnaitheim, der auch hierin sich dem liegenden Krebsscherenkalk nähert, in dem verkieselte Petrefakten verhältnismäßig häufig sind. Doch ist die Verkieselung der Fossilien im Brenztaloolith in einem früher Anfangsstadium stecken geblieben und erreicht niemals etwa den hohen Grad, den wir in den Einschlüssen der nahen „Nattheimer Schichten" beobachten. Ich möchte einen derartigen Zustand als „Ankieselung" bezeichnen.

e) „Verwitterungsringe." Größere Blöcke weisen mitunter (Heidenheim, Schnaitheim) eisenreichere, darob braungefärbte, konzentrische Ringe vom Durchmesser bis zu einigen Dutzenden von Zentimetern auf, die wohl Bildungen darstellen, die als Verwitterungsringe[1] oder Liesegang'sche Ringe bekannt sind.

Hiermit sind die diagenetischen Vorgänge, denen das Gestein im Laufe der geologischen Zeiten ausgesetzt war, bei weitem nicht erschöpft. Ein großer Teil derselben wurde indes gelegentlich bereits früher erwähnt, hauptsächlich die Veränderungen, denen die Fossilien ausgesetzt waren. Hier sei nur noch auf eine Erscheinung hingewiesen, der man an den Kluftflächen begegnen kann, es sind

f) grobzellige, horizontal verlaufende Verwitterungsformen. Sie entstehen dadurch, daß im „dichten Kalk mit Oolithnestern" der dichte Kalk durch Auflösung weggeführt wird, und nur die Oolithnester übrig gelassen werden, wodurch das Gestein ein zerfressenes Aussehen annimmt.

V. Stratigraphie und Lagerungsverhältnisse.

a) Gliederung des Brenztaloolith s.

Den ersten Versuch einer Gliederung hat Schmierer (l. c. S. 559) gemacht. Er unterschied den liegenden „rauhen Stein" von dem auflagernden eigentlichen Oolith. Diese Trennung beruht, wie wir sahen, abgesehen von der Lagerungsfolge, auf geringfügigen petrographischen Differenzen. Paläontologisch ist ein nennenswerter Unterschied nicht

[1] Liesegang, R., Geologische Diffusionen. Dresden u. Leipzig 1913.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erkennbar. Wie weit die Verbreitung des „rauhen Steins" ist, wissen wir nicht, da er nur auf der rechten Brenztalseite bei Heidenheim und Schnaitheim angebrochen ist und alle übrigen Aufschlüsse nicht bis auf ihn herabreichen. Ebenso unsicher ist seine Mächtigkeit, sie beträgt aber mindestens 3 m. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß er noch ein Erkleckliches tiefer greift. So unsicher seine Grenze nach oben gegen das normale Gestein ist, scheint sie nach unten zu sein, wo der „rauhe Stein" höchstwahrscheinlich — Lesestücken nach zu schließen — nach Art eines „wilden Portländers" struiert ist, dem dann der „Krebsscherenkalk" untergelagert ist.

Walther[1] schied darauf:

b) „Mächtige Bänke, deren Schichtenfugen besonders im Liegenden wohlerhaltene Überreste von Meerestieren enthalten" von darüber gelagerten

a) „hohen Kalksandmassen mit ausgezeichneter Diagonalschichtung".

Diese Gliederung erweist sich als unhaltbar:

1. weil mächtige Bänke bis in die höchsten Lagen hinauf und wenig mächtige Schichten bis zum „rauhen Stein" hinab zu beobachten sind;
2. weil die Fossilien (übrigens keineswegs an die Schichtfugen gebunden) in guter und schlechter Beschaffenheit vertikal durch das ganze Gestein gleichmäßig verbreitet sind;
3. weil Diagonalschichtung bis zum „rauhen Stein" hinab unschwer festzustellen ist.

Um eine Parallelisierung der verschiedenen Oolithvorkommnisse zu ermöglichen, versuchte ich es mit einer paläontologischen Gliederung. Hierbei ergaben sich nur ganz unbestimmte Verhältnisse:

Anreicherung von Spongien vorzugsweise gegen oben;

Vertebratenreste in den unteren Partien häufiger als in den hangenden;

Lamellibranchiaten in größerer Zahl vorzugsweise dicht über und innerhalb des „rauhen Steins";

Magila suprajurensis Qu. sp. in dürftigen, wenigen Resten nur im „rauhen Stein".

Auf diesem Wege war somit nichts zu erreichen. Ebenso negativ war das Ergebnis bei dem Versuch einer Gliederung der geringmächtigen Bänkchen dichten Kalks, von denen am Hahnenschnabel mindestens 3 sich deutlicher abzuheben scheinen, da solche in den übrigen Aufschlüssen fehlen oder sie zu dünne Bänder werden, um sie mit Sicherheit von den

[1] Fauna d. Solnh. Plattenk., S. 156.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dann eher noch mächtiger werdenden Kalkmergelschichten unterscheiden zu können. Hier seien 2 Profile erwähnt, die bei Punkt 548 (am Hahnenschnabel) einige Dutzend Meter voneinander entfernt auf der gleichen Höhenlage aufgenommen wurden:

I.	Normaler Oolith aufgeschlossen	120 cm,
	Dichter Kalk mit Oolithnestern	5 „
	normaler Oolith	30 „
	Dichter Kalk mit Oolithnestern	15 „
	Normaler Oolith	55 „
	Dichter Kalk mit Oolithnestern	13 „
	Normaler Oolith	— „
II.	Normaler Oolith	— „
	Dichter Kalk mit Oolithnestern	7 „
	Normaler Oolith	30 „
	Dichter Kalk mit Oolithnestern	10 „
	Normaler Oolith	— „

So mußte auf eine genauere Gliederung nach paläontologischen und petrographischen Gesichtspunkten verzichtet werden.

Die Steinbrucharbeiter unterscheiden ihre Schichten am nördlichen Aufschluß der Hirschhalde folgendermaßen (von oben nach unten):

Abraum	2,0 m,	
„Mauerstein“	0,5 „	
„Platten“	1,5 „	
„Treppen“ oder „Tritte“	0,5 „	
„Trogstein“	2,0 „	
„Kapuziner“ oder „wilde Schicht“ oder „rauher Stein“	3,0 „	darunter folgt nach Angabe der Arbeiter „Portland“.

Diese Einteilung gründet sich auf die Mächtigkeit bezw. Verwendbarkeit der einzelnen Schichten und Bänke, die aber, wie wir bereits oben (S. 15) andeuteten, bei wechselnder Mächtigkeit durch Einschaltung neuer Schichten, insbesondere in der Mitte des Profils, ungemein variabel ist.

Wir kommen also zu dem Ergebnis, daß, abgesehen von ganz geringen, unwesentlichen Einschaltungen von Absätzen ruhigerer Zeiten und solcher mit mehr oder weniger reichlicherer Zufuhr an terrigenem Detritusmaterial, der Brenztaloolith ein einheitliches Ganzes darstellt. Während der Zeit seiner Bildung müssen also die physikalischen, chemischen und damit bionomischen Bedingungen, welche an dem Ort der Aufhäufung, sowie in den Gebieten, die Material für die Gesteinskomponenten geliefert haben, herrschten, im großen ganzen dieselben geblieben sein.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

b) Die Mächtigkeit.

Sie ist, da der Brenztaloolith meist die Höhen der Berge einnimmt, naturgemäß je nach dem Grad der Abtragung sehr wechselnd und beträgt:

nach Quenstedt[1] und O. Fraas[2] . . 30 Fuß (= 8,595 m),
nach E. Fraas[3] . . . . . „etwa 10 m“,
nach Engel[4] . . . . . 15 m,

nach unseren Feststellungen stellenweise erheblich mehr, nämlich entsprechend dem, was übrigens Quenstedt[5] auch früher angegeben hat: „100 Fuß“ (= 28,65 m) „und darüber“:

im südlichen Bruch des Taschentäle . . . . mindestens 22 m,
am Oldenberg . . . . . „ 15 „
an der Hirschhalde . . . . . „ 10 „
am Hahnenschnabel . . . . . „ 30 „ ;

an allen andern Orten ist die untere Grenze zu unsicher oder sind die Aufschlüsse zu mangelhaft, um eine einigermaßen sichere Messung zu ermöglichen. Der Küpfendorfer Komplex scheint von der Höchstmächtigkeit nicht abzuweichen; eine entschiedene Abnahme ist festzustellen bei Asbach[6], am Ugenhof und bei Heldenfingen-Heuchlingen, also nach dem ganzen SO-Teil der Ablagerung zu. Es ist dies um so auffallender, als gerade diese Teile nicht mehr die höchsten Erhebungen krönen, sondern in derselben Höhenlage neben andern Gliedern des oberen weißen Jura lagern und so der Erosion weit mehr Widerstand leisten konnten als die nördlichen Teile.

Da wir annehmen müssen, daß die bionomischen Bedingungen, unter denen sich die Brenztaloolithe absetzten, während der Zeit ihrer Bildung in der Hauptsache dieselben geblieben sind, sich also auch die Tiefe des Meeres, in dem er sich gebildet hat, im allgemeinen eine gleichbleibende gewesen sein muß, nach unseren Schätzungen nur einige Meter betragen haben kann, können wir uns das Werden dieses bis zu 30 m mächtigen Schichtenkomplexes nur denken unter Annahme eines langsam sinkenden Meeresbodens. Möglicherweise könnte der Wechsel in der Ausbildung des Sediments auch teilweise auf gewisse Unstetigkeiten in einer derartigen Bewegung zurückgeführt werden. Die Genesis der

---

[1] Der Jura, S. 692.

[2] Beglw. Atl.Bl. Heidenheim, S. 8.

[3] *Thalassemys marina* usw., S. 72.

[4] Geogn. Wegweiser, 1908, S. 468.

[5] Das Flözgebirge Württembergs. Tübingen 1851, S. 451.

[6] Daß in dem dortigen Aufschluß eine das ganze Jahr Wasser enthaltende „Hülbe“ entstehen konnte, muß auf die Zunahme des Tongehalts nach dem Liegenden, also wohl nächste Nähe von Krebsscherenkalk, zurückgeführt werden.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu so erheblicher Höhe anwachsenden Riffe[1] des oberen weißen Jura, die auch in der Heidenheimer Gegend eine große Rolle spielen, ist ja auch wohl nur denkbar bei sinkendem Boden, wenn wir nicht für die Lebensweise der Korallen und anderer Rifforganismen der Vorzeit geradezu entgegengesetzte Verhältnisse annehmen wollen, als es die heutigen sind.

c) Das Liegende.

Ist auch in den Steinbrüchen niemals bis auf die untere Grenze des Brenztalooliths abgebaut worden, so besteht doch nach Engel's[2] und Schmierer's (l. c. S. 557 ff.) Darstellungen kein Zweifel mehr, daß dem Brenztaloolith an vielen Stellen der Plattenkalk oder Krebsscherenkalk untergelagert ist und daß dieser an keiner Stelle über dem Brenztaloolith zum Absatz gekommen ist. Ich fand diese Beobachtung durchweg bestätigt. Man kann die Unterlagerung des Krebsscherenkalks beobachten im „Taschentäle", an der „Hirschhalde", am „Hahnenschnabel", am „Rehberg", am Nordrand der Küpfendorfer Höhe, nördlich des „Scheiterhaus" westlich Mergelstetten, bei Bernau und anderen Orten.

Aber nicht so selten, wie Schmierer (l. c. S. 558) meint, lagert der Oolith auf dichtem Felsenkalk des weißen Jura Epsilon. Er selbst gibt ja auch verschiedene solche Stellen an: am „Ugenhof", „Erpfenhäuserhof", am „Kampfertal", auf der rechten Seite des „Taschentäle" und in „einigen anderen Tälern zwischen Schnaitheim—Heidenheim und Nattheim—Oggenhausen". Nimmt man die übrigen Örtlichkeiten, wo diese Art der Unterlagerung außerdem sehr wahrscheinlich ist, hinzu: am „Kerbenhof", am „Keller" bei Heldenfingen, aber auch im Innern der „Mulde" Schmierer's: an der „Reute" westlich Mergelstetten und am Bezirkskrankenhaus von Heidenheim, und beachtet man, daß, wie ausgeführt wurde (Jh. 1920 S. 4 ff.), wesentliche Teile des auf der Karte eingezeichneten Ooliths, ebenfalls im Innern der „Mulde": am „Galgenberg" und am „Baurenhau" und „Köngenbühl" wegfallen und dafür Plattenkalk (bezw. Krebsscherenkalk) vorhanden ist, so erkennt man, daß diejenigen Flächen, auf denen der Brenztaloolith dem „dichten

[1] Ohne Annahme einer solchen Bewegung ist beispielsweise undenkbar, wie die sich so gleichbleibenden Sedimente der Plattenkalke Schwabens und Frankens bilden konnten, zumal wenn man der Deutung Walthers (Fauna d. Solnh. Plattenk., S. 214) Recht geben will, daß die Oberfläche des Kalkbreis, aus dem die Solnhofener Plattenkalke hervorgingen, im Niveau des Meeres gelegen habe. Es ist dies ein wichtiger Punkt, dessen Erwähnung man bei Walther in seiner „Fauna der Solnhofener Plattenkalke" vermissen dürfte.

[2] Über die Lagerungsverhältnisse des oberen weißen Jura in Württemberg. Diese Jahresh., 1893, S. XXV ff.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Felsenkalk" aufsitzt, nicht wesentlich kleiner sein müssen wie diejenigen seiner Unterlagerung durch Plattenkalk. Im Gelände ist dies nur nicht so leicht zu beobachten, aus folgenden Gründen: Der widerstandsfähigere Brenztaloolith bildet, wenn er über den weicheren Krebsscherenkalken zur Ablagerung gekommen ist, oft eine deutliche Stufe (Taschentäle Ostseite, Küpfendorfer Höhe, besonders ausgeprägt am Hahnenschnabel), die sanfter geneigte Böschung des Krebsscherenkalks ist dann nur auf eine kurze Strecke im Hangenden mit Gehängeschutt überschüttet, so daß das anstehende Gestein der tieferen Zonen leicht nachgewiesen werden kann. Im Gegensatz dazu pflegt der dichte Felsenkalk zur Bildung von steilen Hängen zu neigen, deren Böschungen oft weit hinab von dem in der Hauptsache aus Oolith bestehenden Gehängeschutt verdeckt sind. In diesem Falle wird die Anwesenheit dichten Felsenkalks nur durch besonders günstige natürliche (Heidenheim) oder durch künstliche Aufschlüsse (Oldenberg, Heldenfingen) deutlich. Außerdem halten sich die Haupttalbildungen (Brenztal, Stubental, Ugental) vorzugsweise an die Ablagerungen des Platten- und Krebsscherenkalks, während die vom dichten Felsenkalk gebildeten Flächen und Hänge vielfach mit Wald bestanden sind.

Hierdurch erklärt sich auch, warum wir nirgends die Auflagerung des Ooliths auf dichtem Felsenkalk so genau beobachten können, daß wir Aufschluß erhielten über das dem „rauhen Stein" äquivalente liegende Gestein des Ooliths an den von dichtem Felsenkalk unterlagerten Stellen, denn an allen denjenigen Orten, wo sich der „rauhe Stein" findet, lagert der Brenztaloolith auf Plattenkalk (bezw. Krebsscherenkalk). Dieses Liegende kennen wir nicht. Es wäre nun denkbar, daß dieses Äquivalent dieselbe Ausbildung besäße, wie der „rauhe Stein", dann müßten wir es am Oldenberg und auf der rechten Seite des Taschentäle finden, denn die dortigen Aufschlüsse reichen beispielsweise wesentlich tiefer hinab, als diejenigen auf der andern Brenztalseite, an der Hirschhalde. An dieser liegt die höchste Erhebung: 609,9 m ü. d. M. und der Oolith ist etwa 10 m mächtig, am Oldenberg in 589,3 m Höhe und ist etwa 15 m mächtig. Da tektonische Störungen in diesem Gebiet bisher nicht nachgewiesen sind, und nicht einzusehen ist (am Oldenberg, wo der Oolith terrassenförmig abgebaut wird, am allerwenigsten!), warum der „rauhe Stein", der sonst ein sehr geschätztes Abbaumaterial bildet, am Oldenberg nicht ebenfalls abgebaut würde, sofern er dort überhaupt vorhanden wäre, wird es nicht unwahrscheinlich, daß dieser dort völlig fehlt. Ob dafür ein anderes Gestein an seine Stelle tritt, vermögen wir nicht zu beurteilen. Es ist aber auffallend, daß gerade hier Schmierer

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(l. c. S. 559) auf den Gedanken kam, daß die Echinodermenreste (*Millericrinus*-Stielglieder), die wir in dem dortigen Gestein, „aber meist schon im Lager zerbrochen, im Brenztaloolith antreffen, teilweise aus solchen Echinodermenkalken Epsilons . . . . . stammen" könnten. Denn gerade an der Südostecke des Oldenbergs ist der Oolith einem „Epsilonfelsen angelagert, zum Teil wohl auch aufgelagert", „der ungemein reich ist an *Millericrinus*-Stielgliedern". So halte ich es für wahrscheinlich, daß hier der Untergrund des Ooliths von dichtem Felsenkalk gebildet wird, und vermute, daß hier unter Ausfall des „rauhen Steins" normaler Brenztaloolith auf dichtem Felsenkalk direkt zum Absatz gekommen ist (s. Profil I der Abb. 4). Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse oberhalb des Bezirkskrankenhauses von Heidenheim (s. Abb. 5, Profil I), sowie östlich Punkt 599,4 auf der Ostseite des Taschentäle (s. Abb. 4, Prof. I).

Wir fassen zusammen: Brenztaloolith lagert teils dem Krebsscherenkalk, teils dem dichten Felsenkalk auf. Es ist Grund zu der Annahme, daß sich der „rauhe Stein" nur dort gebildet hat, wo Krebsscherenkalk untergelagert ist, daß aber eine äquivalente Bildung nicht vorliegt, wo sich Brenztaloolith auf dichtem Felsenkalk abgesetzt hat.

Beim „rauhen Stein" sahen wir, daß er sich wohl gebildet haben mußte, solange der Krebsscherenkalk sich noch in unverfestigtem Zustand befand; der Oolith hat sich gleichsam in ihn hineingearbeitet. Ein Gleiches war nicht möglich, wo Oolith auf dichten Felsenkalk zu liegen kam, der, an sich schon ursprünglich härter und widerstandsfähiger, schon zur Zeit der Bildung des Ooliths eine Konsistenz aufweisen mußte, die von seiner heutigen nicht erheblich abgewichen haben mag und der Aufarbeitung durch das Medium, in dem sich der Oolith bildete, starken Widerstand geboten hat, was wir daraus schließen können, daß die im Brenztaloolith gefundenen Bruchstücke dichten Felsenkalks als sehr spärliche bezeichnet werden müssen und die Bildung und somit auch der Beginn der Diagenese der Riffazies im allgemeinen derjenigen der geschichteten Fazies vorausgeeilt sein muß.

d) Das Hangende.

Das wichtigste ist die Feststellung Schmierer's (l. c. S. 559), daß wir nirgends über dem Brenztaloolith nochmals Plattenkalk (bezw. Krebsscherenkalk) finden.

Das ganze Gestein ist in vertikaler Richtung überall reichlich zerklüftet[1]. Diese Klüfte nehmen stellenweise einen größeren Umfang

[1] Es sei hier nebenbei bemerkt, daß in den Aufschlüssen zu beiden Seiten des Brenztals ein auffallend gleichbleibendes Streichen der Hauptkluftflächen festzustellen ist. Es beträgt:

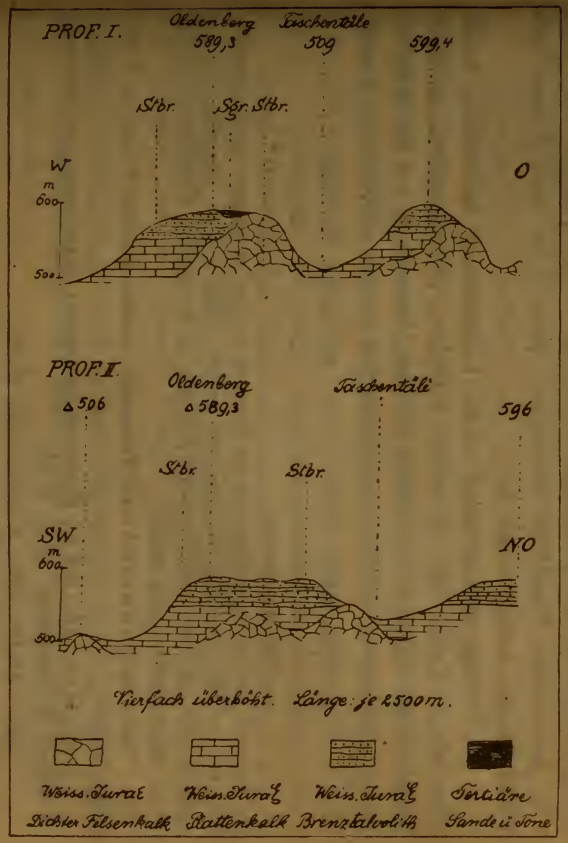

Abb. 4.

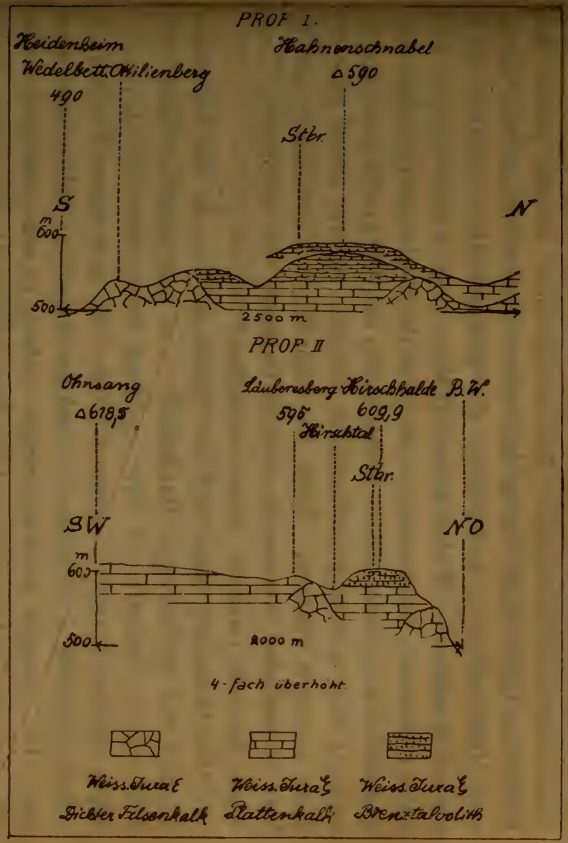

Abb. 5.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an und sind dann — als Bohnerztaschen — erfüllt von eisenreichem, gelb bis braun gefärbtem lettigem Ton, der reichlich durchsetzt ist mit Brauneisensteinkonkretionen. Schwarzumrindete Gerölle jurassischen Kalksteins liegen darin neben zahlreichen ausgewitterten Stielgliedern von *Millericrinus* u. a. Fossilien des Brenztalooliths, mitunter auch hieraus stammender Wirbeltierreste (Zähne, auch Wirbel[1] wurden hier schon gefunden); Verkieselungen der Reste der Wirbellosen kommen vor, sind aber hier ebenfalls selten. Leider sind in den dortigen Bohnerztaschen solche Fossilien noch nicht entdeckt worden, die uns etwas über ihr Alter aussagen könnten. Nach den organischen Einschlüssen anderer Orte zu schließen, werden die meisten Bohnerze des schwäbisch-fränkischen Jura als tertiären Alters angesehen[2].

Am Oldenberg lagert auf dem Oolith ein Gestein, das aus einem Wechsel von grobkörnigen Quarzsanden und buntgefärbten Letten besteht, deren Herkunft aus Keupergebieten kaum einem Zweifel unterliegen dürfte. Es sind dieselben Gesteine, die in größerer Verbreitung bisher als „pliozäne Höhensande“[3] auf dem Atlasblatt Aalen eingetragen sind. Das Material wird seit einigen Jahren in einer Sandgrube ausgebeutet; das Vorkommen am Oldenberg scheint mir das einzige dieser Art zu sein, das auf dem Atlasblatt Heidenheim fällt (s. auch Abb. 4, Prof. I)[4].

Am „Keller“ bei Heldenfingen wird der Oolith (vgl. Jh. 1920 S. 5) von „jurassischer Nagelfluh“ überlagert, deren Alter nach Engel[5] als Mittel-Miozän anzusprechen ist.

Bei weitem vorherrschend ist die Überdeckung des Ooliths durch (diluvialen?) Lehm, der in seinen östlichen Vorkommnissen vielfach Kieselknollen einschließt, in seiner größten Verbreitung auf der Küpfendorfer „Ackerinsel“ jedoch von solchen frei zu sein scheint. Er besitzt

---

im Taschentäle . . . . . Str. ber. N 20—25 O,
an der Hirschhalde . . . . . „ „ N 22 O,
am Hahnenschnabel . . . . . „ „ N 21—22 O.

Die Frage ist nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, ob da nicht ein Zusammenhang mit der Hauptrichtung des Brenztals besteht. Eine weitere, gegenüber der genannten aber bedeutend zurücktretende Richtung im System der Kluftflächen streicht in der Regel rechtwinkelig dazu.

[1] Der von Quenstedt zu *Teleosaurus epsilon* gestellte Wirbel (s. S. 51) gehört hierher.

[2] vgl. Hennig, Edw., Kontinentalgeologische Beziehungen und Probleme im Aufbau Württembergs. 1918. S. 32.

[3] Beglw. Atl.Bl. Aalen, 2. Aufl., 1912. S. 22.

[4] Es ist auf der Karte bisher nicht verzeichnet.

[5] Geogn. Wegw., 1908, S. 513.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

jedoch hier eine zu große Mächtigkeit, um die Annahme Hertlein's [1] zu rechtfertigen, daß er durch Verwitterung aus dem Brenztaloolith hervorgegangen sei, der doch ein so tonarmes Gestein darstellt. Diejenigen Stellen, wo die Auflagerung von Lehm auf Oolith fehlt (am Hahnenschnabel, an der Hirschhalde und am Oldenberg), werden fast immer schon von weitem deutlich dadurch, daß ihn nur dürftige Grasnarbe überdeckt, deren Unterlage sich weder zur Aufforstung, noch zum Ackerbau mehr eignet, wodurch die Vegetation nur noch eine Schafweide abgeben kann. Dicht unter der Grasnarbe liegen dann die plattigen Scherben des Ooliths, nicht regellos, sondern da hier „der geologische Faktor Mensch" noch wenig eingreifen konnte, den Schichtenabsatz, besonders die Diagonalschichtung oft erst recht deutlich erkennen lassend, um nach der Tiefe zu rasch den dickbankigen, charakteristischen Habitus anzunehmen (vgl. auch Taf. I, Abb. 1 u. 2).

e) Lagerungsverhältnisse.

Wir betreten hiermit ein Gebiet, das u. E. das schwierigste Problem in der Deutung der Brenztaloolithe enthält. Hierbei macht sich neben dem Mangel an günstigen Aufschlüssen der Umstand in hohem Grade bemerkbar, daß Höhenschichtenkarten im Maßstab 1:25 000 über unser Gebiet noch nicht vorhanden sind. Erst nach der Schaffung dieser Grundlage wird mit Erfolg an die endgültige Deutung herangegangen werden können. Immerhin können wir heute schon einiges angeben.

In einem kleinen Aufschluß im „Scheiteltal", 2 km westlich Heuchlingen beobachtet man etwas grobkörnigen, im übrigen vollkommen typischen Brenztaloolith (s. Abb. 6, Prof. II); Mächtigkeit unbekannt, die obersten 5 m aufgeschlossen. Die Ablagerung zieht sich in einem schmalen Streifen am Osthang des genannten Tals auf eine Länge von etwa 100 m hin und wird von einem dünnen Band „Lehm mit Kieselknollen" überlagert. Nördlich anschließend, besonders deutlich aber am Südende des Streifens lagert auf derselben Höhe neben dem Oolith dünnplattiger, horizontalgelagerter Krebsscherenkalk. Leider tritt die vertikale Grenze Oolith—Krebsscherenkalk nicht zutage, die beiden Gesteine sind aber am Südende in einer Entfernung von knapp 4 m voneinander aufgeschlossen. Irgendwelche Andeutungen einer tektonischen Störung sind, auch in der Umgebung, nicht zu bemerken. Der Oolith kann in diesem Falle nur in einer Rinne in den Krebsscherenkalk eingesenkt sein.

---

[1] Die Altertümer des Oberamts Heidenheim. Eßlingen 1912. S. 3.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ähnliche Verhältnisse treffen wir westlich Schnaitheim. Die dortige Erscheinung deutet SCHMIERER (l. c. S. 559) in folgender Weise: „Der oolithische Niederschlag begann aber jedenfalls schon zu einer Zeit, als an anderen Orten noch Krebsscherenkalke abgesetzt wurden."

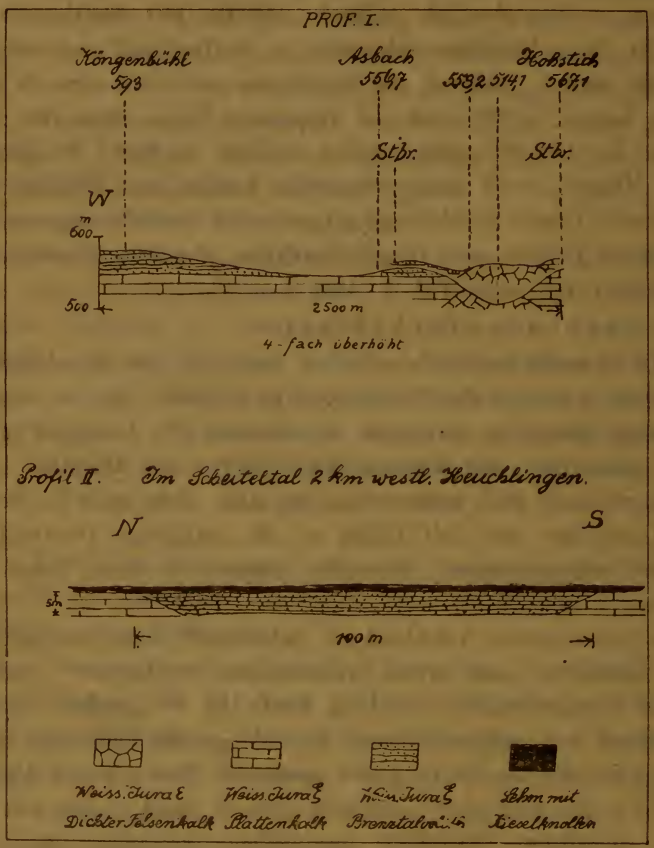

Abb. 6.

Weiter sagt er: „Andererseits ist aber auch sicher, daß die Oolithbildung noch fortdauerte, als der Niederschlag der Plattenkalke schon aufgehört hatte."

Die Verhältnisse sind aus unserer Abb. 5, Prof. II, zu ersehen. An der Hirschhalde liegen bei Punkt 609,9 Oolithe, die Höhen 595 („Läuberesberg") und 618,5 („Ohnsang"), sowie die südlich anschließenden Höhen zwischen „Engtal" und „Raubuch" werden durchweg von Platten- und Krebsscherenkalk eingenommen, der auch auf den Höhen

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selbst nirgends, auch nicht im Niveau des doch so nahe dabeigelegenen Brenztalooliths, eine Veränderung zeigt, im Gegenteil seine feinstkörnige bis dichte Struktur gerade dort in auffallendem Maße bewahrt. Die Lagerung der Schichten ist, soweit sie beobachtet werden kann, eine horizontale; bei Punkt 595 kamen die Schichtenköpfe jüngst bei Anlage einer Baumkultur zum Vorschein.

Analog liegen die Dinge auf den Höhen nordwestlich von Heidenheim zu beiden Seiten der Straße Heidenheim—Zang. Hier liegt der „Hahnenschnabel" und die Höhe 590 im Bereich des dort am mächtigsten werdenden Brenztalooliths, während die benachbarten Höhen 572 und 609,4 (am „Galgenberg") auf Schichten liegen, die, wenn sie auch mitunter eine etwas gröbere Beschaffenheit („wilde Portländer") annehmen, infolge ihres hohen Tongehalts ohne Zweifel zum Krebsscherenkalk zu stellen sind. Also auch hier Brenztaloolith neben horizontal gelagertem Plattenkalk.

Eine ähnliche Erscheinung, doch infolge mangelhafter Aufschlüsse minder deutlich, liegt wohl in der Gegend Asbach—„Hohstich"—Christophsruhe vor (s. Abb. 6, Prof. I).

An keiner Stelle lagert, wie schon früher hervorgehoben, ein anderes jurassisches Glied über dem Oolith. Andererseits steht fest, daß er nicht unter die Plattenkalke heruntergreift, wo beide Bildungen nebeneinander vorkommen. Und doch ragt daneben Plattenkalk topographisch höher herauf. Es ist nun nicht denkbar, daß zwei in ihrem Kalk- und Tongehalt, in ihrer petrographischen Beschaffenheit und Fossilführung, also genetisch außerordentlich verschiedene Dinge sich in allernächster Nähe marin nebeneinander bilden konnten, ohne daß eine gewisse Mischung ihrer Charaktere eingetreten wäre. Denkbar wäre dies nur, wenn das eine der beiden Gesteine ursprünglich ein vertikal in die Höhe ragendes Riff gewesen wäre. Dies ist aber nicht der Fall. Und so können wir uns mit Schmierer in diesem Punkt nicht einigen, sondern müssen annehmen, daß der Krebsscherenkalk bereits abgesetzt war, als der Oolith sich niederzuschlagen begann.

Man könnte geneigt sein, Verwerfungen zur Erklärung heranzuholen. Nichts deutet aber darauf, daß solche im Spiele sein könnten, da man bei Schnaitheim (Hirschhalde und Läuberesberg) und bei Heidenheim (Hahnenschnabel und Galgenberg) im Liegenden des Ooliths jeweils denselben Krebsscheren- bezw. Plattenkalk antrifft wie am Fuße der benachbarten, nur aus den letzteren Gesteinen aufgebauten Höhen.

Es bleibt also wohl nur die Möglichkeit, daß sich der Brenztaloolith in flachen Mulden oder Rinnen ablagerte, die er teilweise oder

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ganz ausfüllte. Daß es sich dabei nicht um eine einzige flache Mulde handeln kann, in der das ganze Gestein zum Absatz kam, geht schon aus unseren früheren Darlegungen hervor. Aus Plattenkalk und dichtem Felsenkalk aufgebaute Schwellen müssen also zwischen den Rinnen bestanden haben, die verhinderten, daß sich eine einheitliche gleichmäßige Decke von Oolith über das ganze Gebiet ausbreitete. Aus naheliegenden Gründen müssen diese Rinnen untereinander in Verbindung gestanden haben, sie hatten wohl auch eine wechselnde Tiefe, aus der sich jeweils die wechselnde Mächtigkeit bis zu einem gewissen Grade erklären läßt. Je nach der Breite der Rinnen macht sich u. U. eine muldenförmige Lagerung bemerkbar. Dies scheint beispielsweise in mehreren Profilen in den Aufschlüssen der Hirschhalde zum Ausdruck zu kommen, wo — offenbar in Querschnitten der dort verhältnismäßig schmalen, WSW—ONO gerichteten Rinne — von NNW und SSO ein geringes Einfallen nach der Mitte der Ablagerung zu beobachten ist. Nach dem Hangenden zu wird die Mulde flacher und flacher, bis auch sie durch horizontale Schichten vollends eingedeckt wurde (vgl. auch Abb. 3). Auch ist daselbst eine Abnahme der Mächtigkeit wenigstens nach N hin nicht abzustreiten. Gewisse flache konvexe Schichtenwölbungen, z. B. am Oldenberg, mögen auf lokale Unebenheiten des Untergrunds der Rinnen zurückzuführen und insbesondere dort entstanden sein, wo sich widerstandsfähiger „dichter Felsenkalk" vielleicht in submarinen Klippen der Auflagerung des Ooliths in den Weg stellten. Im südlichen Aufschluß des Oldenbergs sind die Oolithschichten von einem Sattel ausgehend leicht nach SW und NO geneigt, hier macht sich also wohl die Nähe des im SO zutage tretenden „dichten Felsenkalks" bemerkbar[1].

Die topographisch verschiedenen Höhenlagen des Auftretens des Brenztalooliths, die etwa zwischen 660 m und 540 m schwanken, entsprechen dem Einfallen der Albtafel gegen SO.

Welches sind nun die Kräfte, die diese Depressionen geschaffen haben? Es ist von vornherein unwahrscheinlich, daß die zwischen dem dichten Felsenkalk und dessen äquivalenten Gesteinen (in unserer Gegend auch durch Dolomit vertreten) zum Absatz gelangten Krebsscherenund Plattenkalke zu irgend einer Zeit bis zur selben topographischen Höhe hinaufgereicht haben. Wie heute noch in unserem Gebiet zu be-

[1] Solche Sattelbildung kann auch tektonischer Natur sein (Aufschlüsse in Taschentäle und am Hahnenschnabel) da, wo Krebsscherenkalk unter dem Oolith lagert und durch Unterspülung des Ooliths an den Hängen ein tangentiales Abbiegen (das u. a. zum Abbrechen führen kann) nach dem Abhang zu erfolgt.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

obachten ist, daß die Riffgesteine an den Rändern der geschichteten Fazies topographisch höher hinaufragen oder durch diese hindurchstechen, so werden die Riffe schon zur Zeit der Bildung der beiden Gesteine in ihrer topographischen Höhenlage dem Absatz der umgebenden Sedimente vorausgeeilt sein. Die auch in unserem Gebiet nicht seltene Übergußschichtung (Heidenheim, Mergelstetten, Bolheim, Zwerchstubental und an anderen Orten) ist ein sprechender Beweis dafür. Dadurch waren gewisse Depressionen von Anfang an gegeben. So ist es gewiß kein Zufall, daß der Brenztaloolith an so vielen Stellen gerade auf Platten- und Krebsscherenkalk lagert. Die diskordante Auflagerung ist aber damit noch nicht erklärt. An solchen Unebenheiten des Meeresbodens konnten die Agentien der beginnenden stürmischen Periode der Brenztaloolithzeit angreifen, etwa dadurch, daß gewisse Schwellen, deren Kern aus Riffgestein bestand und die auch ursprünglich von geschichtetem Gestein überdeckt gewesen sein mochten, angenagt wurden. Dadurch waren Angriffspunkte geschaffen, von denen aus Brandung und Strömungen sich weiter und tiefer in das Gestein hineinarbeiten konnten. Waren diese Vorgänge einmal in die Wege geleitet, so war es ganz naturgemäß, daß sich die Wogen in erster Linie an die leichter angreifbaren, dem Befund nach vermutlich noch gar nicht verfestigten, geschichteten Sedimente von Platten- und Krebsscherenkalk hielten. Oder aber war es möglich, daß die Wucht der Meereswogen einsetzte, wo innerhalb der geschichteten Fazies submarine Erhebungen, deren Kern aus Riffgestein bestehen konnte, dem Anprall der Wellen nicht standzuhalten vermochten. So kann die Austiefung ihren Anfang auch innerhalb des Platten- bezw. Krebsscherenkalkgebiets genommen haben.

Doch sei dem, wie es wolle, es kommt hier auf die Kräfte an, welche die erodierende Tätigkeit übernahmen und zu Ende führten. Ich denke dabei in erster Linie an Gezeitenströmungen. Ihre Wirkung ist schon deshalb nicht gering anzuschlagen, weil sie sowohl durch die Höhenunterschiede des Meeres bei Ebbe und Flut, als auch „durch die mit dem Wechsel von Flut und Ebbe zusammenhängenden, abwechselnd vom Meere zur Küste und von der Küste zum Meere gerichteten Strömungen“ wirken[1]. Die Entstehung solcher Strömungen ist besonders aus Meeresstraßen zwischen Inseln bekannt. Derartige Straßen können zwischen den Riffgesteinen des Epsilon wohl vorhanden gewesen sein[2].

[1] s. Kayser, E., Lehrb. d. Geol., I, 1918, S. 600—601.

[2] Die Riffe müssen ja auch damals schon abgestorben gewesen sein, denn sobald einmal der in dieser Gegend so tonreiche Krebsscheren- und Plattenkalk zum Absatz kam, können die Korallen (die ja in der Umgebung Heidenheims ausnahmsweise häufig

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn wir auch mit den durch die Gezeitenströme im Wattenmeer der Nordseeküste[1] verursachten, inmitten seichten Meeresbodens ausgekolkten Rinnen und Rillen bezüglich ihrer Tiefe vielleicht nicht auskommen, so sind doch aus der neueren Literatur Beobachtungen über die Wirkung von Gezeitenströmungen am Meeresboden der Flachsee bekannt, die bezüglich ihrer Ausmaße wohl mit den Verhältnissen im Brenztaloolith verglichen werden können.

Nach Krümmel[2] verhindern in der zwischen Neubraunschweig und Neuschottland gelegenen Fundybai die Gezeitenströme „nicht allein jeden Sedimentabsatz, sondern haben auch im festen Felsuntergrunde eine steilwandige Rinne ausgewaschen, die stellenweise bis 110 m unter den Meeresspiegel herabreicht, während im übrigen die Wassertiefe dort nur 40 bis höchstens 70 m beträgt". Krümmel führt eine ganze Anzahl derartiger Erosionswirkungen auf.

Es besteht also die physikalische Möglichkeit des Aufreißens tiefer Furchen und Rinnen im Flachmeer. Und wenn als „effektiver Ausdruck solcher Flutbewegungen"[3] an der Basis des Brenztalooliths uns heute im wesentlichen nur die Diskordanz des Ooliths auf dichtem Felsenkalk und Plattenkalk (Krebsscherenkalk) überliefert zu sein scheint und etwa Gerölle oder Brekzien fehlen (vollkommen mangelt es an solchen Erscheinungen übrigens keineswegs: „rauher Stein"!), so sehen wir in diesem Punkte auch eher ein Analogon mit den Wirkungen von Strömungen genannter Art, da solche den Meeresboden vielfach bis in beträchtliche Tiefen hinab rein zu fegen und das ausgekolkte Material wegzuführen imstande sind.

Die Möglichkeit des Absatzes des Ooliths und günstiger Lebensbedingungen für eine marine Fauna und Flora war dadurch gegeben, daß die Sedimentation über die Erosion überwog.

Der „rauhe Stein", in dem eine Mischung mit Krebsscherenkalk vorliegen dürfte, war das erste Produkt der beginnenden Aufschüttung; ihm folgte diejenige des eigentlichen Brenztalooliths.

---

sich am Aufbau von Epsilon beteiligen), sowie andere riff- und klares Wasser liebende Organismen, bei ihrer Scheu vor Wassertrübe nicht mehr lange günstige Lebensbedingungen gefunden haben. Dabei ist nicht auszuschließen, daß während der Brenztaloolithzeit sich auf einem Teil der abgestorbenen Riffe neues Leben entwickeln konnte.

[1] s. Kayser, E., Lehrb. d. Geol., I. 1918, S. 600—601.

[2] Über Erosion durch Gezeitenströme. Peterm. geogr. Mitt. Bd. 35, 1889, S. 129 ff.

[3] Schneid, Th., Die Geologie der fränkischen Alb, 1. Hälfte, S. 142.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

f) Das Alter.

Auf Grund seiner paläontologischen Eigentümlichkeiten und der stratigraphischen Verhältnisse hat O. Fraas[1] den Brenztaloolith, den Quenstedt ehedem in den oberen weißen Jura Epsilon gestellt hatte, der Quenstedt'schen Stufe Zeta zugeteilt. Die für die Zone als leitend geltenden Ammoniten *Oppelia lithographica* Opp. und *Olcostephanus portlandicus* de Lor. haben sich bisher in unserem Gestein nicht gefunden, dagegen ist nunmehr festgestellt: *Virgatosphinctes Ulmensis* Opp. emend. Schneid. Sein Vorkommen weist die Zugehörigkeit des Brenztaloliths in die

Unterstufe der *Oppelia lithographica* Opp., *steraspis* Opp., *Perisphinctes (Virgatosphinctes) Ulmensis* Opp. emend. Schneid, *vimineus* Schneid, Schneid's[2], die dem Unter-Portland (= Unter-Tithon) entspricht.

Alle übrigen Fossilien sind wenig geeignet, eine sichere Grundlage für die Einreihung des Brenztalooliths in diese Stufe zu gewähren. Am ehesten spricht für sein jüngeres Alter gegenüber der Stufe Epsilon Quenstedt's das auffallende Zurücktreten gewisser Brachiopoden im Brenztaloolith:

Rhynchonella trilobata Zieten sp., die wahrscheinlich sogar völlig fehlt, ferner

Waldheimia trigonella Schloth. sp. und

Terebratella pectunculoides Schloth. sp., die beispielsweise im Korallenkalk von Nattheim zu den häufigeren Formen zählt[3]. Diese Erscheinung findet ihr Analogon in Franken, wo ein deutliches allmähliches Sichablösen der *Rhynchonella trilobata* in der oberen Epsilon-Hälfte durch *Rh. Asteriana* d'Orb. in der Epsilon/Zeta-Grenze und in Zeta selbst zu konstatieren ist[4].

Wie im oberen weißen Jura Schwabens überhaupt die Lagerungsverhältnisse von maßgebenderer Bedeutung für das Alter der einzelnen Glieder sind als ihre Fossilführung, so steht es auch mit dem Brenztaloolith, dessen Fossilinhalt in besonderem Maße indifferent ist. Die Prüfung seiner Lagerung hat aber ergeben, daß er entschieden — wenn auch nicht wesentlich — jünger ist als der Krebsscheren- und Plattenkalk, die sich nach Walther[5] bei Mergelstetten, wie folgt, gliedern lassen:

---

[1] Begl.-Worte z. geogn. Sp.-K. v. W., Atl.Bl. Heidenheim, 1868, S. 8 ff.

[2] l. c. I. Teil, 2. Hälfte, S. 28 f.

[3] Dieser Umstand erscheint mir für die Beurteilung des Alters der „Nattheimer Korallenkalke" nicht unwichtig.

[4] Vgl. Schneid, Th., l. c. I. Teil, 1. Hälfte, S. 115.

[5] Fauna d. Solnh. Plattenk., S. 157.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oben		Ruppige Kalke,
	30 m	Zementmergel mit kalkigen Zwischenschichten,
	48 „	Plattenkalke,
unten	25 „	Zementmergel mit kalkigen Zwischenschichten.
	103 m.	

Die hangenden „ruppigen Kalke" bilden schon den Übergang zum Brenztaloolith, der aber erst weiter südöstlich auf der Köngenbühl-Asbacher Höhe zur vollen Entwicklung kommt.

Schmierer's Untersuchungen haben ergeben, daß sämtliche andern „Oolithe" des oberen weißen Jura Schwabens tieferen Horizonten angehören; nach ihm (l. c. S. 560 ff.) sind der Oberstotzinger, Wippinger und Hattinger Oolith als Einlagerungen im Plattenkalk zu betrachten. Bei letzterem hat die Beobachtung Schmierer's neuerdings durch Schnarrenberger[1] eine Bestätigung erfahren.

So stellt also der Brenztaloolith, wie übrigens schon Engel[2] und Schmierer (l. c. S. 559) hervorgehoben haben, ohne Zweifel die jüngste Bildung des Juameers in Schwaben dar. Denn Reste des im nahen Neuburgischen[3] noch zur Entwicklung gekommenen Ober-Portland (= Ober-Tithon, Stufe der *Berriasella ciliata* Schneid) haben sich in Schwaben bisher nirgends gefunden[4].

VI. Zusammenfassung und Paläogeographie.

Im Laufe der oberen Jurazeit schwinden in Schwaben die Anzeichen für das vindelizische Land mehr und mehr. Einzelne Inseln mögen in der jüngsten Zeit noch vorhanden gewesen sein; fraglich erscheint es, ob solche größeren Umfangs nachgewiesen werden können. Gümbel[5] und Walther[6] sehen nun in der Ablagerung des Zementmergels der Ulmer Gegend den Einfluß des Mündungsgebiets eines Flusses. Nach

[1] Exkursion in den Jura an der Donau. Z. d. d. g. Ges. Bd. 65, S. 532—533.

[2] Geogn. Wegw., 1908, S. 468.

[3] s. Schneid, Th., l. c. I. Teil, 2. Hälfte, S. 28.

[4] Wenn Berckhemer (diese Jahresh., 75. Jahrg., S. 60) den Zusammenhang des Brenztaloliths mit den Epsilonmassen nachdrücklich betont, so wäre der Beweis für die „enge Verknüpfung des Brenztalooliths mit den Korallenbauten", sowie auch dafür noch zu erbringen, daß gerade der Brenztaloolith einen „Teil des Rifforganismus" bildet.

[5] Geognost. Verhältn. d. Ulmer Zementmergels. Sitz.-Ber. d. math.-phys. Kl. Akad. München. 1871. S. 38.

[6] Fauna Solnh. Pl., S. 157.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

E. Fraas[1] soll das terrigene Material von den Resten des vindelizischen Landes, von Süden her eingeschwemmt sein. Fraas stützt sich bei dieser Annahme hauptsächlich auf die Zunahme des Tongehalts von N nach S, indem er einerseits den kalkreicheren Zeta-Komplex bei Gussenstadt, Söhnstetten und Böhmenkirch, andererseits die tonreicheren, 80 m mächtigen Gebilde der Zementmergel von Blaubeuren und Ehingen im Auge hat; diese sind jedoch in der Hauptsache südwestlich von jenen gelegen. Zieht man nun in Betracht, daß die Münsinger Zeta-Ablagerungen, welche nach Engel[2] 90 m Mächtigkeit besitzen, den nahen Blaubeuren-Ehinger Zementmergeln an Tongehalt nicht wesentlich nachstehen dürften, und zieht man zum nordöstlichen Komplex noch die unweit davon auftretenden Mergelstetter Schichten, deren im ganzen nur 45 m mächtige Zementmergel durch kalkige Zwischenschichten häufig unterbrochen und durch Einschaltung von 48 m mächtigem Plattenkalk in zwei Teile geschieden werden (s. S. 38), so ergibt sich noch deutlicher, daß der Tongehalt sich nicht von N nach S, sondern von NO gegen SW erhöht. So wäre es, wenn man mit Fraas annimmt, daß man der Flußmündung um so näher kommt, je größer der Tongehalt wird, wahrscheinlich, daß die Münsingen-Blaubeurer Schichten der Flußmündung näher gelegen haben, als die entsprechenden der Heidenheimer Alb. Es ergibt sich aber daraus nicht, daß das Material von einer im heutigen Oberschwaben gelegenen Küste stammen muß. Unter diesem Gesichtspunkt kann die Küste ebensogut im NW als im SO gelegen haben. Der NO kommt dafür nicht in Betracht, da sich ja dorthin die oberen Juraschichten nach Bayern und Franken hinein erstrecken. Aber es müssen ganz erkleckliche Festlandsräume gewesen sein, auf denen sich Flüsse entwickeln konnten, die eine derart reichliche Menge terrigenen Materials ins Meer zu führen imstande waren, wie es zum Aufbau jener mächtigen Schichtglieder erforderlich ist. Ein solch ausgedehntes Einzugsgebiet ist auf dem schwindenden vindelizischen Land, das damals höchstens noch in Form von Inseln bestanden haben kann, kaum denkbar. Aber möglich war seine Bildung auf dem während der Malmzeit in Mitteldeutschland werdenden und gegen Süden mehr und mehr an Ausdehnung gewinnenden Festland. Auf dieses wird auch neuerdings[3] das terrigene Material in den Plattenkalken Frankens zurück-

[1] Beschreibung des Oberamts Ulm. I. Bd. Geognost. Verhältnisse, Stuttgart 1897, S. 276 ff.

[2] Geogn. Wegw., 1908, S. 464.

[3] Schwertschlager, J., Die lithographischen Plattenkalke Bayerns. 1919. S. 11; vgl. übrigens auch schon Neumayr, M., Erdgeschichte. 2. Bd. 1895. S. 252.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

geführt. Und wenn wir die von Georg Wagner[1] aus dem oberen Muschelkalk beschriebenen Verhältnisse, wozu Wagner selbst auch geneigt ist, auf den Jura übertragen, wenn die tonreichen Fazies in einer strandferneren Region zum Absatz gekommen ist, während die kalkreicheren Schichtenglieder eine küstennähere Ablagerung darstellen, dann gewinnt also die Annahme, daß die Küste eher nach N bezw. NW zu weisen ist, an Wahrscheinlichkeit. Auf jeden Fall tritt in unserer Gegend der Einfluß des „Ulmer Flusses" schon erheblich zurück, und sind wir offenbar vom Mündungsgebiet desselben eine ansehnliche Strecke entfernt.

Es ist diejenige Region, in der sich in SW—NO-Richtung das Barriereriff erstreckt, das Walther (l. c. S. 157) entlang der vindelizischen Küste anzunehmen geneigt ist. Auch durch unser Gebiet streicht dieses Riff. Auf Taf. II in Jh. 1920 sind die Vorkommnisse von Korallen in Epsilon und Zeta verzeichnet. Wenn sich hier auch nicht überall Korallen nachweisen lassen, so ist durch das Vorkommen anderer Riffbildner und die sie begleitende, gerade in diesem Gebiet besonders reiche korallophile Fauna die Riffnatur der betreffenden Stellen unzweifelhaft. Riffbildner und korallophile Organismen in den Ablagerungen des oberen weißen Jura südöstlich, besonders aber nordwestlich dieses Riffbandes kommen vor, sind jedoch Ausnahmen und bilden nur noch vereinzelte, nicht zusammenhängende Riffe.

Dieses Band stellt einen Teil der von Speyer[2] auf seiner Karte des „Portlandmeeres Europas" eingezeichneten Korallenriffe und Korallenvorkommnisse des obersten weißen Jura dar, die Speyer sich allerdings nicht als Barriereriff längs der vindelizischen Küste denkt, sondern entlang des während der Jurazeit im N und NW neu gewordenen Festlands in Mitteldeutschland. Nach der Karte dieses Autors war schon damals vom vindelizischen Land nichts Nennenswertes mehr übrig geblieben. Das zentrale Mittelmeer war begrenzt von einem sich über den Norden der Vogesen und des Schwarzwalds, den Odenwald, die Maingegend über Fichtelgebirge zum bayrisch-böhmischen Wald hinziehenden Festland. Nach S kommunizierte das schwäbisch-fränkische Jurameer mit dem alpinen. Zu dieser Ansicht kommt in neuester Zeit auch Schwertschlager (l. c. S. 9): „Die Zeta-Schichten . . . bezeugen, daß sie von einem zurückweichenden Meer in einer küstennahen und seichten Strandregion abgesetzt wurden. Diese Strandbildungen treten

[1] Wagner, G., Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des ob. Hauptmuschelkalks usw. Inaug.-Diss. Jena 1913. S. 149.

[2] Die Korallen des Kelheimer Jura. Palaeontogr. Bd. 59. 1913. Taf. XXV.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

also in einem relativ schmalen Bande auf, anliegend dem neuen Festland im Norden und Nordwesten . . .". „Korallenriffe umsäumen die Küsten der südlichen Inseln und dringen vielleicht auch gegen den nordwestlich vorliegenden Strand vor . . . Ebbe und Flut sowie Sturmfluten machen ihre Wirkungen ebenfalls von Südosten her einigermaßen geltend." Während die Küstenlinie dieses Meeres sich von N und NW her gegen S und SO langsam vorschob, muß sich die Region, in der sich die Glieder des oberen weißen Jura Schwabens und Frankens absetzten, langsam gesenkt haben[1]. Infolge dieses Vorgangs können im SO Straßen erweitert oder neugeschaffen worden sein, welche ermöglichten, daß das Meer mit Hilfe seiner Strömungen das Riffgebiet durchbrechen und lokal das soeben zum Absatz gelangte, noch unverfestigte Sediment des Platten- und Krebsscherenkalks aufwühlen konnte. Die Bildung solcher Rillen und Eintiefungen war natürlicherweise in der nächsten Umgebung der Riffe besonders leicht möglich und wurde begünstigt durch die reiche topographische Gliederung des Meeresbodens, die eine Riffbildung im Gefolge haben muß. Vielfach war der Weg und die Richtung, den die Depressionen einnehmen mußten, bereits vorgezeichnet. Die Strömungen bahnten sich den Weg vorzugsweise auf den Mulden der geschichteten Fazies, durchbrachen das große Riffband, wohl von SO her (in der Gegend von Giengen—Herbrechtingen), denn hier waren die ausgedehntesten Ablagerungen wenig widerstandsfähigen Kalkschlamms (aus dem die späteren Krebsscherenplatten entstanden)[2]. Will man der Speyer'schen Karte Recht geben, so war das offene Meer nach SO zu gelegen, aus dieser Richtung konnten sich also die Gezeitenströmungen ungehindert bemerkbar machen; und es ist bedeutungsvoll, daß in Franken der obere weiße Jura auch Anzeichen dafür zu geben scheint, daß Ebbe und Flut von SO her ihre Wirkungen geltend gemacht haben[3]. So wie heute die Gezeitenströmungen, die Riffe durchbrechend, Randmeere und Lagunen durch Erosion von

[1] Der Landwerdung scheint also merkwürdigerweise eine Senkung des Meeresbodens vorausgegangen zu sein. Der Vorgang wird verständlich, wenn man die ganze Tafel der Juraablagerungen Süddeutschlands um eine durch das zentrale Gebiet in SW—NO-Richtung streichend gedachte Achse eine Kippbewegung ausführen läßt, wobei der südöstliche Teil sank, und eine gleichzeitige Hebung des Ganzen bezw. ein Zurückweichen des Meeres gegen SO annimmt. Vgl. auch Reich, H., Stratigraphische und tektonische Studien im Uracher Vulkangebiet. 1915. S. 55.

[2] Diese „schwache Stelle" scheint auch später die Bildung des Brenztals begünstigt zu haben, das in dieser Region seine größte Breite aufweist. Möglicherweise war die erweiterte Rifflücke schon von Einfluß auf die spätere Talbildung.

[3] Schwertschlager, l. c. S. 9.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Kanälen auf dem Meeresboden mit dem Außenmeere verbinden[1], und wie durch Ein- und Ausströmen des Seewassers in den Wattenmeeren der Nordseeküste „in den schlammigen Meeresboden ganze Netze von Kanälen, Rillen und Rinnen ausgewaschen" werden, kolkte in gleicher Weise Ebbe und Flut des oberjurassischen süddeutschen Meeres in der Umgebung des Barriereriffs, im besonderen in dem Raume zwischen Riffband und Küste Rinnen aus, führte das lose Material nach tieferen Meeresregionen weg und vertiefte die Depressionen mehr und mehr, die naturgemäß eine wechselnde Tiefe aufweisen konnten. In der nächsten Nähe der Riffe muß diese wesentlich geringer gewesen sein als in den entfernteren Teilen (gegen NO), was man aus der größeren Mächtigkeit des später darin abgesetzten Brenztalooliths gegen den NO der Ablagerung hin schließen kann. Auch sind die größten Mächtigkeiten desselben naturgemäß an den Hauptverbindungskanal, der ungefähr in der Richtung des heutigen Oberlaufs des Brenzflusses von Giengen—Herbrechtingen über Heidenheim nach Schnaitheim verlaufen sein muß, gebunden. Dieser arbeitete sich allmählich tief in Platten- und Krebsscherenkalkschlamm hinein, stellenweise bis auf hartes Epsilon-Riffsediment. Aber nicht aller aufgewühlte Schlamm wurde weggeführt. Einerseits schaffte der „Sog" das schwebende Material ins freie Meer und schuf dadurch die Möglichkeit zur Bildung der Depressionen. Andererseits lieferte die entstehende Kalktrübe das Material für den Absatz der Oolithe. Das der Aufwühlung verfallene, ursprüngliche Plattenkalksediment lieferte also Stoff für die Ooidbildung. Die Aufschüttung überwog im Verhältnis zur Erosion; die Gräben konnten somit mit Detritus- bezw. Oolithmaterial zugeschüttet werden. Hierbei trat in der ersten Zeit eine Vermischung des aufgeweichten Krebsscherenkalkschlamms mit dem nun mehr und mehr zur Herrschaft kommenden Oolith ein („rauher Stein"). Von den umliegenden Epsilon-Riffen, deren Spitzen zu dieser Zeit sich möglicherweise wieder belebten oder vielleicht auch nie vollständig abgestorben waren, spülten die Wellen Reste der kalkschalentragenden Tiere die Riffböschungen herab, ein Vorgang, bei dem der größte Teil ihrer Hartgebilde in Trümmer ging. Hand in Hand damit verlief die Bildung der Kalkrinden um die feineren Detrituspartikelchen, also das Werden der Ooide. Daneben aber begann zu Anfang der Brenztaloolithzeit in den Mulden selbst ebenfalls ein reiches Leben, sogar riffbildende Organismen, besonders Spongien, faßten hier Fuß: bis zu einem gewissen Grade wurde der Brenztaloolith

[1] Vgl. Kayser, l. c. S. 602.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dadurch selber zu einem Riffsediment. Aber zu einer richtigen Riffbildung kam es doch nie. Dazu war offenbar der Einfluß der Gezeitenströmungen zu bedeutend, die von den benachbarten Riffen Detritusmaterial in die tieferen Regionen schafften und die Riffbildung daselbst hintanhielten. Vollends die empfindlichen Korallen konnten hier nicht Fuß fassen, ihre Reste finden sich noch am besten, aber vielleicht auch hier auf sekundärem Lager, im Oolith von Asbach, also inmitten des großen Riffbands, das den Hauptteil des Brenztalooliths nach SO begrenzt. Aber währenddessen war die Richtung des Zustroms und Ablaufs des Meeres dieselbe geblieben, es war ein Pendeln zwischen NNW und SSO, was wir — wenigstens aus den Verhältnissen bei Schnaitheim und Heidenheim — aus den vorherrschenden Neigungsrichtungen der Diagonalen der Kreuzschichtung folgern konnten. Das wäre also gerade in der Richtung der „Straße" hinter dem Riffband der Fall. Nur hier haben wir größere Aufschlüsse, um in dieser Beziehung Beobachtungen machen zu können. Es kann daraus nicht unbedingt auf die Strömungsrichtung geschlossen werden; wenigstens daraus nicht allein. Die größere Mächtigkeit des Sediments hinter der Durchbruchsstelle des Riffs mag ebenfalls dafür sprechen. Die Hauptmasse des Detritusmaterials muß somit im allgemeinen aus südöstlicher Richtung von den Riffen her befördert worden sein[1].

Neben der also vorzugsweise aufbauenden Tätigkeit des Meeres hatte auch die Brandungserosion nicht überall ausgesetzt; das beweisen uns die in das Gestein eingebackenen Bruchstücke von Krebsscheren- und kleinere von dichtem Felsenkalk.

Die zerstörende, Detritus erzeugende Tätigkeit der Organismen, besonders der mannigfachen Räuber unter ihnen, darf nicht unterschätzt werden. So häufte sich Körnchen auf Körnchen, und oft mögen mächtige Lagen soeben niedergeschlagenen Ooliths entfernt oder wenigstens einige Male umgelagert worden sein; das muß insbesondere da, wo wir heute die „wirre Kreuzschichtung" beobachten, der Fall gewesen sein. Zu Zeiten mochte das Wasser plötzlich besonders viel Detritus mitgeführt haben, so daß die Rasen von Spongien, von *Pseudochaetetes* und Bryozoen durch seine Menge im Wachstum stark behindert oder völlig erstickt wurden. So wurden auch Bänkchen von Austern und anderen Muscheln,

[1] Schmierer glaubte (l. c. S. 559) auf Grund der im Taschentäle beobachteten Vergrößerung des Korns, daß das Material von Osten, von der Nattheimer Gegend, nach Westen befördert worden sei, während es O. Fraas (Beglw. Atl.Bl. Heidenheim, S. 8—9) vorkam, es stamme von Süden her.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von Brachiopoden, eingedeckt, deren lokalen Anhäufungen wir heute des öfteren begegnen können.

Aber die Zeit lebhafter Bewegung des Meeres ließ auch ab und zu erheblich an Stärke nach. Das besagen uns die Zwischenlagen dichten Kalks, die sich im Profil öfters wiederholen; hier mag die schwebende Kalktrübe, die normalerweise das Material für die Umrindung der Detrituskörner, also zur Bildung des eigentlichen Ooliths abgab, zur Ruhe gekommen und sich als feinkörniger Schlamm zu Boden gesetzt haben. In ihm mußte reiches Leben schlammbohrender Organismen geherrscht haben, wie übrigens auch im normalen Sediment, nur sind uns in letzterem die Spuren derselben minder deutlich und seltener erhalten.

Daß terrigenes Detritusmaterial, wenn auch in äußerst geringem Maße, auftritt, ist uns immerhin ein Zeichen dafür, daß nicht allzuweit entferntes Land seinen Einfluß ausgeübt hat. Es wird dafür wohl nur das nordwestlich gelegene Festland als Ursprungsort in Betracht kommen, dessen Flüsse dem Meer periodisch Tonmaterial zugeführt haben[1]. Die dürftigen Landpflanzenreste stammen zwar höchstwahrscheinlich von den nahen Inseln; bedeutungsvoll ist aber die lederartige Beschaffenheit ihrer Blätter. Terrestrischer Lateritstaub mag auf äolischem Wege in das Meer gelangt sein. Diese Erscheinungen, sowie die Oolithbildung selbst, auch das Vorkommen von Riffkorallen deuten darauf hin, daß zur Zeit der Bildung des Brenztalooliths das Klima ein vorherrschend trockeneres und die Niederschläge geringere gewesen sein müssen. Zu diesem Schluß kommt Pompeckj[2] für den Malm überhaupt, speziell für den jüngsten weißen Jura, in dem das Trockenklima sein Höchstmaß erreicht haben soll.

Unter dem Einfluß eines solchen Klimas mußte das Meerwasser einen Reichtum an gelöstem Kalk enthalten und müssen kalkabscheidende Organismen über Bedarf „Kalknahrung" gefunden haben. Zugleich war die See wohl meist von feinsten schwebenden Kalkteilchen getrübt, die das kleinste Zerreibsel, den „Korallenschlick" darstellte, welcher der Brandung an den Riffen seine Entstehung verdankt. Unter solchen

[1] Während Walther in der „Fauna der Solnhofener Plattenkalke" als nahes Festland in Franken immer das vindelizische Land im Auge hat, führt Schwertschlager (l. c.) das terrigene Material der gleichalterigen Schichten des Malm in Franken neuerdings auf das nordwestliche Land zurück (vgl. auch Reich, l. c.).

[2] Die Bedeutung des schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Stuttgart 1914. Note 15, S. 48—49.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Umständen und wenn man bedenkt, daß der Brenztaloolith im großen ganzen ein einheitliches Gebilde darstellt und daher die ozeanographischen Bedingungen während seines Absatzes sich im wesentlichen gleich geblieben sein müssen, ist anzunehmen, daß die Ausfüllung der an sich nicht gerade tiefen, flachen, immerhin bis zu mindestens 30 m eingegrabenen Mulden sich verhältnismäßig rasch vollzogen hat. Der Sog hatte sich gewissermaßen sein eigenes Grab gegraben. Während an anderer Stelle (Solnhofen) sich in ruhigen Buchten feinster Schlamm niederschlug, hatte sich hier bei lebhaft bewegtem Wasser grobkörniges Material aufgehäuft[1].

Daß während des Absatzes des Sediments eine zeitweilige Trockenlegung des Meeresbodens erfolgt ist, da nur eine geringe, vielleicht nur wenige Meter betragende Tiefe des Wassers angenommen werden dürfte, ist möglich. Keinerlei Anzeichen vermögen wir aber zu erkennen, daß der Wind auch nur zeitweilig das direkte Agens gewesen ist, den Transport des Kalksandmaterials zu übernehmen.

Wir stellen uns damit in Gegensatz zu Walther, der vom Brenztaloolith sagt (l. c. S. 156): „. . . hohe Kalksandmassen . . ., deren festländisch-äolische Entstehung keinem Zweifel unterliegen kann"; an anderer Stelle (ebendort, S. 208) spricht derselbe Autor von „oolithischen Dünenkalken", sowie[2] vom Schnaitheimer Oolith, der „augenscheinlich aus verhärteten Dünen von Kalksand entstand", und a. a. O.[3] von „Kalkdünen, die sich über den Meeresspiegel erhoben."

Berckhemer schließt[4] zwar eine Beteiligung des Wassers wenigstens für den unteren Teil des Brenztalooliths nicht aus, sieht ihn aber im übrigen als eine „Strandbildung unter Mitwirkung des Windes" an.

Ich glaube, im Vorstehenden den Nachweis erbracht zu haben, daß der Brenztaloolith keinesfalls als eine äolische Bildung aufgefaßt werden kann, daß im Gegenteil eine Sichtung der in Betracht kommenden Kriterien ergeben hat, daß wir diesem Sediment keine andere als s u b a q u a t i s c h e E n t s t e h u n g i n n e r h a l b d e r F l a c h s e e zuschreiben können.

---

[1] Für Solnhofen ist man (R o t h p l e t z , l. c.) zu dem Schluß eines relativ sehr kurzen Zeitraums gekommen. Vielleicht läßt es sich bei späteren Untersuchungen einmal zeigen, daß für die Bildung des Brenztalooliths eine ähnliche Zeitspanne anzunehmen ist.

[2] Geologie Deutschlands. Leipzig 1912. S. 367.

[3] Ebendort, S. 124: „Bei Crailsheim erhoben sich Kalkdünen über den Meeresspiegel" (mit „Crailsheim" ist ja wohl „Schnaitheim" gemeint).

[4] Diese Jahresh., 75. Jahrg., S. 59.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

So stellt der Brenztaloolith in der Tat „die letzten Ablagerungen des abziehenden schwäbischen Jura m e e r e s“[1] dar, wenn auch der Vorgang selbst ein entschieden komplizierterer war, als ihn Engel sich wohl dachte. Unter Zufüllung der Oolithmulden[2] zog sich das Jurameer langsam gegen S und SO zurück. Durch lange Zeiträume hindurch vom Meere bedeckt gewesener Boden wandelte sich in festes Land, das Festland der binnen kurzem einsetzenden Kreidezeit. —

[1] E n g e l, Geognost. Wegweiser, 1908, S. 466.

[2] Eine vollständige Ausfüllung der Zeta-Mulden vor dem endgültigen Abzug des Meeres ist mir nicht wahrscheinlich; gelegentlich mag die Riffazies immer noch über die übrigen Sedimente emporgeragt haben.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung zu Tafel I.

Abb. 1. Diagonalschichtung im Hangenden des Brenztalooliths (Hahnenschnabel).
Abb. 2. Bankung und Diagonalschichtung. Auftreten einer mächtigen Oolithschicht im Hangenden.
Brenztaloolith Schnaitheim (Oldenberg).

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Abb. 1.

Abb. 2.

Musper phot.

©Biodiversity Heritage Library, www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung zu Tafel II.

Abb. 1. Diagonalschichtung im Brenztaloolith von Schnaitheim (Oldenberg).
Abb. 2. Dasselbe, im Brenztaloolith Schnaitheim (Hirschhalde).
Abb. 3. „Wirre Kreuzschichtung" an einer 160 × 35 cm großen Wandfläche angewittert.
Brenztaloolith Schnaitheim (Hirschhalde).

Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Musper phot.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Musper Fritz

Artikel/Article: Der Brenztaloolith, sein Fossilinhalt und seine Deutung. 1-46