

Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet.

Von

W. Schmidle in Konstanz.

Mit 2 Textfiguren.

1. Torf- und Seekreide.

Die Torflager haben eine Mächtigkeit von 20 cm bis 4 m. Ich habe bis jetzt überall nur Flachmoortorf, nirgends Hochmoortorf gefunden, und zwar Hypneten, Arundineten, Cariceten, Alneten und Mischtypen dieser Arten. Wie SCHRÖTER angibt, liegen am Boden nicht selten Trifarieten, oft auch ein *Alnetum*¹. In der Moormitte fand ich zu oberst oft *Sphagnum*-Torf mit *Scheuchzeria*. Wo der Untergrund aufgeschlossen war, lag der Torf auf Seekreide, dazwischen eingeschaltet ist meistens eine kaum zentimetergroße Schicht von Lebertorf mit Algenkolonien.

Die Seekreide² besteht in der Hauptmasse aus staubfeinen, unregelmäßig begrenzten Flöckchen; meist lösen sie sich in Salzsäure, doch bleibt auch ein toniger und etwas quarzhaltiger Rückstand. Er ist oft mit Blütenstaub angefüllt. Diatomeen fand ich keine. Untermischt sind ferner größere Gesteinssplitterchen, meist aus Kalk und Quarz bestehend, auch Feldspat und Glimmer konnte ich erkennen und organischen Detritus. Je nach dem Vorherrschen dieser zugemischten Teile erhält die Seekreide eine etwas grauere Färbung; reine Sorten sind kreideweis. Durchzogen sind sie

¹ SCHRÖTER und FRÜH, Die Moore der Schweiz. Bern 1904. p. 217.

² SCHRÖTER und FRÜH, l. c. p. 201.

von vertorften Pflanzenwurzeln. Farnwurzeln, *Phragmites*-Wurzeln, Erlenholz glaube ich erkannt zu haben. Ich fand ferner *Hypnum*-Sporen, *Lemna*-Würzelchen und bei Emmishofen eine Unmenge Pollen von *Pinus*. Die Seekreide enthält fast ausnahmslos eine oft sehr individuenreiche Schneckenfauna. Es sind nach den gütigen Bestimmungen von Herrn GEYER in Stuttgart:

- Limnaea (Limnophysa) palustris* MÜLL.
- (*Gulnaria*) *auricularia* var. *tumida* HÉLD.
- Planorbis (Tropidiscus) carinatus* MÜLL.
- Bythinia tentaculata* L.
- Valvata alpestris (Blauner)* KÜST.
- *pulchella* STUD.
- *cristata* MÜLL.
- Pisidium fontinale* C. PF.
- *nitidum* var. *lacustre* CLESS.

Von diesen Arten sind die *Valvata*-Arten von größtem Interesse. Herr GEYER schreibt mir, daß *V. pulchella* früher häufiger vorkam als heute. Nach MILLER¹ kommt *V. piscinalis*, worunter er die *V. alpestris* meint, welche Art damals noch nicht von *V. piscinalis* abgetrennt war, in den kleinen Seen und Teichen heute nicht mehr vor, obwohl sie im Bodensee und in der Seekreide unter diesen Torfen eine der häufigsten Arten ist. Herr GEYER hält *V. alpestris* für eine gute Art, welche in Württemberg nirgends über das Gebiet der größten Vergletscherung hinausgeht, und welche die Seen und Teiche offenbar sogleich nach Verlassen des Gletschers besiedelt hat. Er bestätigt, daß *V. alpestris* zwar von ihm im Lindenried bei Biberach noch in Tümpeln gefunden wurde, daß sie aber unbestreitbar an solchen Lokalitäten heute viel seltener sei, als zur Zeit der Seekreidebildung. Ich glaube deshalb, daß man *V. alpestris* als Glazialrelikt und als Leitfossil für diese alten Seekreiden ansehen darf.

Die Schalen der Seekreidefossilien sind stets ohne eine Spur von Inkrustation.

Mit einer Ausnahme (Emmishofen) sind alle Orte, wo ich Torflager fand, heute noch sumpfig; meist sind dort saure Wiesen oder Flachmoore. Sie liegen zwischen Drumlins in

¹ MILLER, Die Schalthiere des Bodensees. 4. Heft des Bodenseevereins. 1873.

den glazialen Schmelzwasserrinnen oder bilden den Grund glazialer Sölle.

In der Seekreide von Emmishofen konnten durch Schlemmen relativ viele Kalkkonkretionen, welche der Tätigkeit der Pflanzen ihre Entstehung verdankten, gewonnen werden, z. B. verzweigte Kalkröhrchen, Schneckelisteinchen etc. Alle Konkretionen waren angefressen, offenbar durch die Humussäure des hangenden Torfes. Ich halte deshalb die Ansicht FRÜH's für völlig richtig, daß die Seekreide pflanzlicher, ja selbst tierischer Tätigkeit zu einem großen Teil ihren Ursprung verdankt, daß aber die ursprünglichen Konkretionen durch Diagenese wieder zerstört sind. Damit ist gesagt, daß Seekreide z. B. aus Schneckelisanden hervorgehen kann. In der Tat trifft man häufig Übergänge an.

Im Rosengartenmuseum liegt eine ziemlich reiche Säugetierfauna aus den Torfen.

Emys turfa (Bussenried bei Konstanz).

Cervus elaphus (Bussenried, Altenacker, Umkelried).

— *capreolus* (Simmelried).

Sus scropha (Simmelried).

Bos brachyceros (Altenacker).

Daneben wurden noch Menschenschädel, Steinbeile, prähistorische Schleifsteine, Schmucknadeln, Bronzemesser, Töpfe aus der Pfahlbauzeit, Bronzesicheln etc. gefunden.

Den schönsten Aufschluß fand ich östlich Wollmatingen.

Dort waren durch Trainagegräben die Sümpfe südlich und nördlich des Bettenberges in ihrer ganzen Ausdehnung aufgeschlossen. Es ergab sich folgendes Profil (Fig. 1):

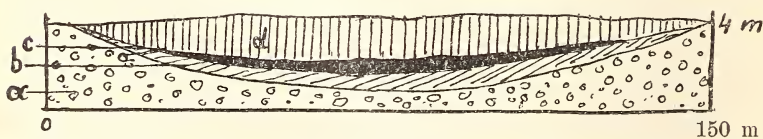


Fig. 1. Sumpf nordwestlich vom Bettenberg auf der Bodanhalbinsel.
a Grundmoräne, b Bändertone, c Seekreide, d Torf.

Zu unterst lag Grundmoräne a. Auf ihr lag ein feiner, zäher, fossilienfreier, im feuchten Zustand blauer Ton b mit geritztem Gerölle, an den Rändern der Mulde war er,

offenbar durch die Einwirkung des Sauerstoffs, gelblich. In der Mitte der Mulde lag Seekreide c, 20—60 cm mächtig, mit vielen Schnecken und vertorften Pflanzenwurzeln, darüber Torf d, welcher über die Seekreide, aber nicht über den Ton hinausging.

Der Torf war zu unterst *Hypnum*-Torf, dann *Carex*-Torf, in der Mitte war *Sphagnum*-Torf mit Scheuchzerien.

Als Geschichte des Beckens ergibt sich demnach: Die Mulde in der Grundmoräne füllte sich nach-Rückzug des Gletschers mit dem trüben, schmutzigen Gletscherwasser an, es wurden Bändertone mit eingeschwemmten geritzten Geröllen abgelagert. Nach der Klärung des Wassers besiedelte sich der Teich mit Tieren und Pflanzen, ihre Tätigkeit verursachte den Seekreideniederschlag. Der Teich wuchs zu und vertorfte.

2. Schneckelisande.

Eine zweite Form limnischer Ablagerungen, und zwar speziell des Bodensees, sind die eigentümlichen Kalksande, welche unter dem Namen Schneckelisande hier um Konstanz überall bekannt sind. Man versteht darunter einen Mergelsand von 80—100% Kalkgehalt, in der Hauptsache aus runden Kalkinkrustationen, den sogen. Schneckelisteinen, bestehend. Sie sind von Erbsen- bis Talergröße und fast stets auf beiden Seiten abgeflacht. Neben runden Formen trifft man, wenn auch seltener, solche mit unregelmäßiger Gestalt. Die Oberfläche hat eine glatte oder höckerige Beschaffenheit; nirgends sind scharfe Kanten bemerkbar. In der Mitte der einen der beiden Flachseiten ist häufig eine grubige runde Vertiefung — die Zentralgrube — dann und wann sogar ein durchgehendes Loch. Augenscheinlich liegt der Konkretion in vielen Fällen eine kleine Schnecken- oder Muschelschale zugrunde — und daher kommt der Name Schneckelisand und Schneckelistein. Man trifft alle Stadien der Inkrustationen an, von ganz reinen Schalenoberflächen bis zu Steinen, wo jede Form der Schnecke verwischt ist, darunter sind oft sehr schöne Mumienbildungen. Die Schalen gehören den heute noch im Bodensee lebenden Schnecken und Muscheln an. Ich fand nach den Bestimmungen Herrn GEYER's: *Helix sericea* DRAP., *Limnaea (Gulnaria) auricularia* L. und var.

tumida HELD., *L. ovata* DRAP., *L. peregra* MÜLL., *Planorbis carinatus* MÜLL., *Pl. deformis* HARTM., *Bythinia tentaculata* L., *Valvata alpestris* (BLAUNER) KÜST. Ferner verschiedene Müschelchen. Oft sind nur abgebrochene Teile solcher Schalen oder die Deckel inkrustiert. Mit E. BAUMANN von Zürich, zurzeit in Ermatingen, in dessen Begleitung ich die Sande mehrmals



Fig. 2. Schneckelisteine.

besuchte, fand ich auch Knoten von *Phragmites communis* und keine Kalksteinchen, Tonscherbchen, ja selbst wieder Schneckelisteinchen der Konkretion zugrunde liegend. Nicht selten, namentlich längs des heutigen Rheins zwischen Konstanz und der Reichenau, findet man keinen fremden Gegenstand im Innern, vielleicht ist er da durch Diagenese verschwunden, vielleicht bildet aber auch ein kleines Kalksandkörnchen, wie es die zerfallenden Steine selbst liefern, den Beginn der Konkretion. An solchen Steinen fehlt nach meiner Wahrnehmung meistens auch die Zentralgrube, die über-

haupt bei größeren Steinchen verschwindet. Geht man seitlich vom Strome weg und kommt auf die mit *Phragmites* und *Carex* bestandenen Werder, wo mehr Schnecken leben als am Ufer des rasch fließenden Stromes, so nehmen mit der Zunahme der Schneckenschalen auch die durchlochten und mit einer Zentralgrube versehenen Steinchen zu, mir will es deshalb scheinen, als ob alle diese Löcher und Gruben von der Mündung oder dem ausgebrochenen Nabel einer einst inkrustierten Schnecke herrührten.

Alle Inkrustationen zeigen im Innern eine zonenweise Schichtung. Die Zonen bestehen aus dichtem Kalkspate, während der zwischen zwei Zonen liegende Kalk locker, schwammig, ja fast pulverförmig ist. Die Zonen umgeben entweder mehr oder weniger kreisförmig die Zentralgrube, oder sie gehen rings um den inkrustierten Gegenstand herum. Die äußerste Zone ist meistens die härteste; sie stellt dem Zerdrücken oder Zerschlagen den meisten Widerstand entgegen; im allgemeinen sind die Steinchen weder hart noch zähe. Die lockere Beschaffenheit des zwischen den Zonen liegenden Kalkes bedingt wohl auch, daß die Steinchen leicht Wasser aufnehmen, und daß wenn die mit Wasser durchtränkten Steinchen im Winter, wo sie meistens beim Sinken des Rheines über den Wasserspiegel zu liegen kommen, gefrieren, sie zersprengt werden und in einen eckigen Sand zerfallen. Diese Trümmer — vermehrt um die Sand- und Schlammteile, welche das Wasser absetzt — bilden dann eine staubfeine bis grobsandige Grundmasse, in welcher die noch unverletzten Konkretionen liegen. Durch sie erhält die Masse in feuchtem Zustande eine mergelige, schmierige Beschaffenheit.

Es kann nun vorkommen, daß der Rhein oder die Wellen des Sees die Sande umlagern. Man findet dann die verschiedensten Ausbildungen. Bei Hornstaad z. B. sah ich einen Sand, welcher nur aus den ausgewaschenen Konkretionen bestand, auf der Mettnau einen, in welchem Konkretionen fast fehlten und die Masse fast nur aus eckigem Kalkstaube, Sand und Schneckenschalensplitterchen zusammengesetzt war. Über den Glazialtonen der Ziegelgruben in der Schneckenburgerstraße von Petershausen liegt ein anderer, in welchem diese Trümmer alle gerollt sind, so daß er fast nur aus staub-

förmigen bis grobsandigen, runden Kalkkörnchen besteht, selbst die größeren Konkretionen, die in ihm liegen, sind abgerundet. Diese Ausbildung erinnert an die oolithischen Sande des Roten Meeres. E. BAUMANN, welcher, um die Tiefe der Ablagerung zu konstatieren, auf der Rheininsel Langenrain bei dem niederen Wasserstande des letzten Winters mehrere Aufgrabungen machen ließ, fand u. a. folgendes Profil von oben nach unten:

1. Schneckelisand mit reichlichen Konkretionen 8—10 cm tief.
2. Mergeliger Sand mit wenig Konkretionen 58—70 cm tief.
3. Schneckelisand wie in No. 1.
4. Bänderton.

Man kann häufig sehen, wie in ruhigen Buchten die feineren Teile zur Ablagerung kommen, so daß solche Profile durch Verschwemmen des Sandes zustande kommen.

Über die Verbreitung dieser Schneckelisande finden wir bei HONSELL¹, welcher uns eine eingehende und durchweg richtige Beschreibung dieser Sande gegeben hat, wertvolle Angaben. Wir finden sie links und rechts des heutigen Rheins etwa vom Schlachthause bei Konstanz bis Gottlieben, und von Strohmeyersdorf an bis zu der Straße, welche von der Station Reichenau nach der Insel führt. Die oberen Schichten der Inseln Langenrain und des kleinen Bolls westlich von Gottlieben bestehen nach BAUMANN ganz aus ihnen; ebenso bilden sie nach HONSELL und BAUMANN die Grundlage des ganzen Wollmatinger Riedes rechts des Rheins. In den Schneckenburger Ziegeleigruben fand ich sie noch. Aber auch links des Rheins ist die Unterlage des Tägermooses und des Paradieses aus ihnen gebildet, in tieferen Wiesengraben kommen sie zum Vorschein. In der Tägermoosstraße und der Schützenstraße von Konstanz waren sie diesen Herbst bei der Anlage von Wasserleitungen aufgeschlossen. Sie begleiten somit auf der ganzen Konstanzer Schwelle westlich von Konstanz an den Rhein links und rechts bis auf eine Meereshöhe von ca. 405 m und bedecken somit die erste der beiden postglazialen Seeterrassen². Bis zu eben dieser Höhe finden sie

¹ HONSELL, Der Bodensee. Stuttgart 1879. p. 49 u. ff.

² SCHMIDLE, Zur geologischen Geschichte des nordwestlichen Bodensees. Schriften des Bodenseevereins. Heft XXXV. p. 77 u. ff.

sich nach BAUMANN auf der Mettnau südlich der Scheffel'schen Villa. Ebenso bei Hornstadt. Die beiden Terrassen sind dort in 505 und 510 m zurzeit aufgeschlossen, die untere enthält Schneckelisande, die obere glazialen Ton.

Nach HONSELL kommen sie weiterhin vor bei Hemmishofen; sie sollen dort die Rheinsohle fast ganz durchziehen und stellenweise eine Mächtigkeit bis 0,80 m zeigen¹. HONSELL scheint indessen die Schneckelisande von inkrustierten Steinen und Furchensteinen nicht auseinandergehalten zu haben. Dann finden sie sich wieder am Ausflusse des Untersees bei Stein. Nach HONSELL liegen dort oberhalb Stiegen 3 barrenartige Untiefen, deren Oberfläche bis zu 0,50 m Tiefe ganz aus ihnen besteht. „Der durch die Othmarsinsel und die an dieselbe sich anschließenden Bänke gebildete linksseitige Flußarm ist sehr seicht, und hier finden sich auf den Bänken überall wieder die Kalktuffbildungen und ihre Verwitterungsprodukte.“ Hier ist auch der Ort, wo nach STEUDEL² diese Schneckelisande nebst den Anschwemmungen des Eschenzer- und Öhninger Baches eine Stauung des Sees um 3 m über den heutigen Spiegel bewirkt haben sollen, eine Ansicht, welche HONSELL zurückgewiesen hat³. Die Bänke finden sich ferner am Überlinger See nordöstlich von Dingelsdorf auf der Halbinsel von St. Nikolaus; auch hier habe ich vergebens auf der höheren Seeterrasse nach ihnen gesucht, während sie dort die jüngere bedecken und am heutigen Seeufer fehlen. Dieser Fundort und derjenige der Mettnau sind deshalb von Bedeutung, weil sie die Ansicht HONSELL's, daß zur Bildung der Schneckelisteine langsam fließendes Wasser unumgänglich nötig sei, zurückweisen. Die Bewegung des Wassers durch den Wellenschlag scheint zu genügen. Aus der Verbreitung der Sande folgt ferner, daß sie nicht bloß ein Produkt des heutigen Seestandes sind, sondern sicher schon in demjenigen Bodensee gebildet wurden, welcher eine Spiegelhöhe von ca. 405 m Höhe hatte.

¹ Wie Herr BAUMANN mir inzwischen mitteilt, sind dieses ganz andere Kalkkonkretionen.

² STEUDEL, Welche wahrscheinliche Ausdehnung hatte der Bodensee in vorgeschichtlicher Zeit. Schriften des Bodenseevereins. Heft 5. 1874. p. 87.

³ HONSELL, l. c. p. 80.

Ihre Stellung in der geologischen Schichtenreihe ist folgende: Im Liegenden sind wie bei den Seekreiden glaziale Tone, E. BAUMANN fand in der Nähe der Kapelle an der Reichenauerstraße auch Kiese, welche nach meiner Ansicht fluvioglazial sind und der Konstanzer Moräne angehören. Von den Tonen sind sie, soweit ich dieses sah, scharf getrennt. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 0,5—6 m, gewöhnlich beträgt sie 0,5—1 m. Die ausnahmsweise Mächtigkeit von 6 m fand sich in dem Bohrloche, welches die Großherzogl. Eisenbahnverwaltung im Jahre 1907 am linken Rheinufer beim Schänzle in Konstanz herstellen ließ; sie dürfte meines Erachtens durch lokale Umstände, z. B. eine lokale und durch eingeschwemmte Sande wieder ausgefüllte Senkungen, welche im Gebiete zwischen Ober- und Untersee dann und wann vorkommen, bedingt sein. Daß die Sande selbst wieder durch verschiedene Ausbildung und Verschwemmung innerhalb dieser Mächtigkeitsgrenzen gegliedert sein können, zeigt oben das BAUMANN'sche Profil. Bedeckt sind sie meistens nur von der Verwitterungsschichte, dann und wann aber auch, wie z. B. im Wollmatinger Riede von einem grauen diatomeen- und schneckenführenden Seeschlick, über welchem wieder halb vertorfte *Carex*- oder *Phragmites*-Wurzeln liegen können, oder wie am Kopf bei Konstanz von Anschwemmungen des Rheins, Geröllen und Sanden, oder wie in der Wilhelmstraße bei Konstanz von gelblichroten, geröllfreien Sanden.

Daß sie ihre Entstehung der kalkniederschlagenden Tätigkeit gewisser Wasserpflanzen, namentlich gewisser auf Steinen lebender Algen und Wassermoosen verdanken, haben STEUDEL, HONSELL, KIRCHNER¹, SCHRÖTER², E. BAUMANN³ u. a. erkannt. Namentlich HONSELL hat ihre Genese genau geschildert. Längs beider Rheinufer kann sie im Winter, wenn die Steine über Wasser kommen, jederzeit beobachtet werden. Man findet die äußerste Zone der Steinchen stets grün gefärbt; und im Mikroskope zeigt sich, daß diese

¹ KIRCHNER und SCHRÖTER, Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896. p. 83.

² SCHRÖTER und FRÜH, l. c. p. 34.

³ E. BAUMANN, Beiträge zur Flora des Untersees. Heft XVIII der Mitt. der Thurg. Naturf.-Gesellschaft. p. 15.

Färbung von einem meist chaotisch durcheinanderwachsenden, wirren Lager verschiedener Algen herrührt. Selten herrscht eine Algenspezies vor. Nach behutsamer Auflösung des Kalkes in einer schwachen Säure (z. B. in einem Salzsäure-Alkoholgemische) konnte ich bestimmen:

1. *Schizothrix lateritia* (KTZG.) GOMONT. Nicht sehr häufig.
2. *Schizothrix lyngbyacea* SCHMIDLE¹. Häufig.
3. *Schizothrix (Chromosiphon) fuscescens* KTZG. Ziemlich selten.
4. *Schizothrix fasciculata* (NAEG.) GOMONT. Nicht zu häufig.
5. *Rivularia haematites* AG. Ziemlich häufig.
6. *Calothrix parietina* (NAEG.) THURET. Nicht selten.
7. *Hyellococcus niger* SCHMIDLE². Nicht selten.
8. *Plectonema tenue* THURET var. *crustacea* n. var.³ Nicht selten.

¹ = *Sch. lateritia* forma *lyngbyacea* SCHMIDLE in *Hedwigia*. 1900. 39. 186.

² Diese Alge, welche Professor LAUTERBORN und ich vor 5 Jahren an inkrustierten Steinen bei Mammern sammelten, kommt hier, als Grundlage der ganzen Haut, nicht eben selten vor. Ich beschrieb sie [Allg. Bot. Zeitschr. 1905. p. 64]: Der Gattung *Hyella* BARNET und *Radaisia* SAUVAGEAU nahestehend, kleine makroskopische, schwarze Flecken auf Kalksteinen bildend. Diese bestehen aus senkrecht wachsenden, dicht gedrängten, meist reich verzweigten Zellreihen, welche durch eine becherartig geschichtete Kollode gebildet sind. Die Zellen und Zweige sitzen in den aufwärts sich öffnenden Bechern. Zellen länglich rund, blaugrün, mit körnigem Inhalt; Fäden höchstens 156 μ lang und 6 μ dick, Zellen 6 μ lang und ca. 4 μ breit; vor der Teilung oft bis 20 μ lang. — Es freute mich nun, nicht nur diese Alge wieder reichlich zu finden, sondern auch ihre Entwicklung studieren zu können. Sie geht aus großen, oft fast riesenhaften *Codium*-artigen Zellen hervor, welche mit dicker geschichteter Zellhaut umgeben und schön blaugrün gefärbt sind. Diese zerfallen durch Mikrogonidienbildung, wie ich dieses auch anderwärts beobachtete (Ber. der D. Bot. Gesellsch. 15. 96 u. 19. 1901), und wie es auch BRAND (Beiheft z. Bot. Centralblatt. 1903. 11) seitdem wieder gefunden hat, ohne indessen meine Arbeit über *Gomphosphaeria* (1901), wo sich genaue Literaturangaben finden, zu beachten. Diese Mikrogonidien wachsen innerhalb ihrer Zellhaut zu *Gloeocapsa*-ähnlichen Gebilden heran, sie erhalten dabei oft eine braunschwarze Farbe, die Zellchen ordnen sich fadenförmig an, und es entstehen die beschriebenen verzweigten *Hyellococcus*-Kolonien.

³ Fäden ziemlich reich verzweigt, 4—8 μ breit, mit hyaliner sehr toruloser Scheide; Scheide fest, nicht dick, den Zellen enge anliegend, hyalin, selten bräunlich, Zellen rund, oder faßförmig, länger oder kürzer

9. *Plectonema terebrans* BORNET et FLAHAULT forma major¹.
Nicht selten.

10. *Gongrosira codiolifera* CHODAT². Selten.

11. *Gongrosira lacustris* BRAND³. Selten.

12. *Bulleochaete* sp. Ein steriles Exemplar.

Dazu kommen nun noch verschiedene Diatomeen und sehr häufig ein braunschwarzes Pilzmycel.

An jungen Schneckenschalen, an welchen sich eben der Überzug bildete, konnte ich deutlich bemerken, daß *Schizothrix lyngbyacea* sich geradezu in die Schale eingefressen hatte, dasselbe gilt für *Hyellococcus* und *Gongrosira codiolifera*. Dadurch scheinen diese Algen, welche man neben den *Plectonema*-Arten stets am Grunde der äußersten Zone trifft, die Schalenoberfläche rauh zu machen und die Möglichkeit der Ansiedelung anderer Algen vorzubereiten. Da aber diese Algen, und speziell die *Schizothrix*- und *Calothrix*-Arten auch Kalk absondern, wächst die Haut in die Höhe, resp. es bildet sich eine erste Haut in der Dicke von 0,5—1 mm.

Im Winter nun kommen die Steine, resp. die Schneckenschalen über Wasser und trocknen mehr oder weniger aus. Dadurch wird das Wachstum der Algen unterbrochen oder doch sehr gehemmt, während der Lebensprozeß und dadurch auch die Kalkabsonderung weiter geht; es bildet sich so eine festere Kalkhaut. Im Sommer und Frühling dagegen wachsen die Pflanzen rasch in die Höhe, der niedergeschlagene Kalk wird dadurch lockerer angelagert, und es bildet sich die lockere Schichte. So viel scheint mir jedenfalls sicher zu sein, daß die zonarische Ausbildung der Inkrustation mit dem periodischen

als breit. Fäden dem Ende zu verjüngt; Endzelle abgerundet. Die Pflanze bildet verworrene Gewebe; sie ist nicht rasenförmig. Sie bildet den Grund der Häute und steht *Plectonema tenue* jedenfalls nahe. Es ist nicht unmöglich, daß *Hyellococcus* in ihren Entwicklungskreis gehört, derartig, daß die Fäden von *Hyellococcus* zu unserer Pflanze auswachsen.

¹ Die Fäden sind inkl. der hyalinen Scheiden 2—3 μ breit, die Pflanze bildet ebenfalls verworrene Gewebe.

² Auch diese Alge, welche selten vorkommt, bildet den Grund der Gewebe.

³ Gehört vielleicht mit voriger zusammen. Während jedoch *Gongrosira codiolifera* kriechende Fäden hat mit den charakteristischen Dauerzellen, bildet *Gangrosira lacustris* sehr kleine aufsteigende Räschen.

Wechsel eines trockenen und nassen Standortes zusammenhängt, es wäre sonst kaum zu verstehen, daß ein Algengemisch ein zonarisches Wachstum zeigen kann. In den älteren Zonen und in den Steinen, die früheren Seeständen angehören, findet man keine Spur von Algen mehr, sie sind verwest; in den Zonen gerade unterhalb der lebenden bleibt beim Auflösen in HCl eine unbestimmte weißflockige Masse übrig, in der man noch einzelne Fäden unterscheiden kann. Auch HONSELL hat die zonenweise Ausbildung als eine Art von Jahresringbildung angesehen.

Wenn diese Anschauung richtig ist, so gibt die Anzahl der Zonen einen ungefähren Anhalt für das Alter des Steinchens. Nach meinen Messungen hat eine lockere und harte Zone durchschnittlich die Dicke von 1—2 mm. Danach wäre ein Stein von 1 cm Dicke — und sie sind selten dicker — mindestens 10 Jahre alt. Das Wachstum ist jedenfalls ein relativ sehr rasches. Nun kann es freilich vorkommen, daß der Stein nicht alle Jahre über Wasser kommt, so daß die Zahl der Jahre etwas größer wird.

Die oben genannten Algenflora ist nicht auf diese Schneckelisteine beschränkt, sie bildet auch die Überzüge der Furchensteine, ja die inkrustierte Oberfläche aller Gesteine, Pflanzen etc. im Rheine und dem Bodensee, wenn die Zusammensetzung der Florenbestandteile vielleicht auch etwas wechselt. Wenn dieselbe Flora hier nun die charakteristischen Rollsteinchen bildet, dort aber zusammenhängende oder unregelmäßig unterbrochene Überzüge, so muß noch ein weiteres Moment für die Ausbildung der Schneckelisteine in Betracht kommen. Dieses ist — was ebenfalls HONSELL schon hervorgehoben hat — das bewegte Wasser einerseits und die Kleinheit und Leichtigkeit der inkrustierten Objekte. Dadurch bleiben die Inkrustationen nicht an ihrem Platze liegen, sondern werden, besonders da sie durch den Zerfall ihrer Kameraden in losen Sand eingebettet sind, fortwährend bewegt und allseitig umwachsen, bis sie endlich durch den entstandenen Sand völlig begraben werden. Grobes Geröll dagegen wird nicht mehr bewegt, die entstehenden Gebilde sind deshalb andere. So ist es begreiflich, daß die Schneckelisteine vorzüglich am Ausfluß der Seen sich vorfinden; daß aber dieses

nicht ihr einziger Standort ist, zeigt ihr Vorkommen bei Dingelsdorf.

Die inkrustierten Gerölle des Bodensees (Furchensteine) und die Schneckelisande scheinen sich auszuschließen, wenigstens habe ich beide nie zusammen vorkommend gefunden. Grobes Geröll, welches bei starkem Wellengang bewegt wird, zertrümmert etwa vorkommende Schneckelisteine.

3. Bändertone.

WAHNSCHAFTE¹ beschreibt, wie der meilenlange tiefe See Lajdaur in Lappland, welcher vielleicht das meiste Gletscherwasser in Schweden empfängt, oft das Aussehen eines großartigen Tonbreies annimmt. Die von den Gletschern in ihn einmündenden Flüsse führen eine solche Menge des feinsten Gletscherschlammes mit sich, daß sie erst nach Durchpassierung mehrerer Seebecken einigermaßen klar erscheinen. Entsprechend ist dann das Wachstum der Delta und die Ausfüllung der Seen eine außerordentlich rasche. So schreitet das Delta des Rvikkjokks im oben genannten See beispielsweise jährlich 4—6 m vor. Das eingeschwemmte Material ist ein feiner, geschichteter Ton, dessen Schichten durch papierdünne, oft kaum bemerkbare Sandlagen voneinander getrennt sind. Sie sind durch den Wechsel in der Menge des Schmelzwassers und die dadurch bedingte Verschiedenheit in der Stromgeschwindigkeit erzeugt.

Genau dieselben Verhältnisse müssen beim Rückzug des Rheingletschers in den vor ihm gelagerten Stauseen und zuletzt im Bodensee selbst geherrscht haben; denn man findet hier fast in allen Talauen tiefe Tonlager, welche sich nur mit diesen Bändertonen vergleichen lassen. Nicht selten sind sie gut aufgeschlossen, da die Tone den Grund einer blühenden Ziegelindustrie abgeben. Die besten Aufschlüsse finden sich zurzeit in Emmishofen, Konstanz (Schneckenburgerstraße), in der Ziegelei südlich von Salem, bei Deisendorf und in den Ziegeleien zwischen Immenstaadt und Kluftern und am Grenzhof bei Fischbach. Die ganze Konstanzer Schwelle mit Ausnahme der um den Konstanzer Trichter ziehenden Moräne

¹ WAHNSCHAFTE, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Tieflandes. III. Aufl. 1909. p. 128.

besteht im Liegenden der oben beschriebenen Ablagerungen aus Bändertonen. Der Ton reicht hier bis in große Tiefen; in der Schwellenachse z. B. geht er, von Moränen und fluvialen Kiesen unterbrochen, wie die Bohrungen V. HEROSÉES am Rhein bei Konstanz beweisen, über 70 m hinunter.

Doch nur bei trockenem Wetter soll man diese Gruben besuchen. Ich habe nie eine schmierigere und zugleich zähere Masse als diese Tone gefunden. Die Fabrikanten sind genötigt, damit im Winter und Frühjahr die Arbeiter nicht versinken, Tücher auf den Boden ausbreiten zu lassen und den Ton, was auch die Fabrikation erheischt, mit mageren Sanden zu bestreuen.

In den tiefsten Schichten ist er in bergfeuchtem Zustand graublau, trocken grau und außerordentlich regelmäßig geschichtet. Die Schichten sind $1-1\frac{1}{2}$ cm dick, in feuchtem Zustand biegsam und doch zäh; ihr Material ist so fein, daß jede Oberflächenform der Hand sich abdrückt; trocken sind sie hart und kaum zu zerschlagen. Die Regelmäßigkeit der Schichtung hat häufig den Gedanken nahe gelegt¹, daß der Wechsel in der Menge des sie verursachenden Schmelzwassers auf jahreszeitlichen Schwankungen beruht, jede Sandlage würde dann einem Sommer entsprechen, wo die Schmelzwasser stärker fließen. Da nun bei den in der Achse der Konstanzer Schwelle gelegenen Bohrlöchern der badischen Eisenbahnverwaltung und V. HEROSÉES die Tone eine Mächtigkeit von 25 m erhalten, bis eine andere Unterlage, und zwar Grundmoräne erscheint, so muß zu ihrer Ablagerung ein Zeitraum von 2000 bis 2500 Jahren nötig gewesen sein. Wir erhalten dadurch einen Anhalt für die Dauer der Konstanzer Rückzugsphase der letzten Vergletscherung, denn nur während ihrer Herrschaft können die obersten Tone abgelagert worden sein.

Nach oben verlieren sie meistens ihre Schichtung. Die Abnahme ist eine ganz allmähliche. Da der Wechsel in der Strömung die Bänderung hervorgerufen hat, so muß am Ende der Ablagerungszeit dieser Wechsel aufgehört haben. Die einfachste und natürlichste Erklärung ist wohl die, daß der

¹ GEINITZ, Die Eiszeit. p. 19.

Gletscher sich schon weit südwärts in den Bodensee zurückgezogen hatte, so daß hier bei Konstanz der Wechsel in der Strömung der Schmelzwasser nicht mehr direkt zum Ausdruck kam. Werden doch auch heute die Ablagerungen des Rheins schichtenlos als feinsten Schlick am Grunde des Sees abgelagert.

Zugleich geht nach oben ein Farbenwechsel vor sich. Die blaue Farbe geht in ein mehr oder weniger zartes Gelb über. Es rührt von der Oxydation der in den Tonen vorhandenen Eisenverbindungen her und ist somit eine Verwitterungserscheinung. Deutlich ist zu erkennen, wie die gelbe Farbe die Pflanzenwürzelchen umgibt und längs derselben in die blaue Masse eindringt. In den tieferen Lagen der Übergangszone konnte ich indessen mehreremal auch klar erkennen, daß gelb gefärbte Tone lagenweise in die blauen eingeschwemmt waren. Es muß hier die Gelbfärbung nicht von einer nachträglichen Oxydation der abgelagerten Massen herrühren, sondern die Tone waren schon bei der Ablagerung oxydiert. Geschichtete und ungeschichtete Tone können gelb gefärbt sein.

Zwischen Immenstaad-Kluftern und an der Reuthemühle bei Deisendorf (östl. von Überlingen) zeigen diese gelben Tone eine weitere Eigentümlichkeit, welche wohl auch von der Verwitterung herrührt: sie enthalten kleine Kalkkonkretionen. Dieselben sind von unregelmäßiger Form, bis 2 cm groß, und gleichen auf das Haar kleinen Lößmännchen; oft sind sie von einem feinen Kanal durchzogen. Sie liegen meist senkrecht im Ton und bilden Horizonte, wo sie häufiger vorkommen, ohne daß sie in den Zwischenlagen fehlen. Merkwürdig ist, daß die Masse trotzdem auf Kalk sehr stark reagiert. Bei Immenstaad sah ich selbst in den blauen Tonen senkrecht stehende große Kalkkonkretionen von Lößmännchenform. Hier war es nun augenscheinlich, daß sie durch den Lebensprozeß einer Pflanze verursacht waren; man konnte die Pflanzenwurzel oder den Schilfstengel in den Tonen noch klar verfolgen, um welchen sie herum gelagert waren.

Sowohl in den gelben, wie in den blauen Tonen sind stets, wenn auch selten geritzte und polierte Geschiebe eingestreut, ein sicherer Beweis ihres glazialen Charakters. Selbst

metergroße, eckige Blöcke trifft man an; bei Immenstaad waren sie vor fünf Jahren sogar häufig. Man geht wohl kaum in der Annahme fehl, daß diese Blöcke und Geschiebe auf schwimmenden Eisklötzen in dem trüben Wasser des Stausees verfrachtet waren und nach deren Abschmelzen mit den Tonen zu Boden sanken.

Herr Fabrikant NOPPEL ließ die Tone seiner Grube bei Emmishofen am Polytechnikum in Zürich analysieren und stellte mir durch Herrn Reallehrer HUMMEL die Analysen gütigst zur Verfügung. Die Grube zeigte damals von oben nach unten folgendes Profil:

0. Humus 15—20 cm mächtig.
1. Gelber Ton I 30—35 cm mächtig¹.
2. Grüner Mergel 10 cm mächtig.
3. Gelber Ton II 10—40 cm mächtig¹.
4. Schwarzes Band mit *Bythinia*, stellenweise Torf, 10 cm mächtig.
5. Wilder Lett, ungeschichtet mit einzelnen erbsengroßen Kalkkonkretionen, 80—85 cm mächtig.
6. Wilder Lett, geschichtet mit Sandlagen, 80 cm mächtig.
7. Wilder Lett, unten mehr blau, 72 cm mächtig.
8. Übergang zum blauen 60 cm mächtig.
9. Blauer Lett unerbohrt.

No. 7, 8 und 9 entsprechen unseren Bändertönen; die rein gelbe ungeschichtete Lage fehlt leider in dieser Grube und ist durch No. 6 ersetzt, welches indessen anders ausgebildet ist. No. 8 entspricht genau unserer Übergangszone zum gelben Ton, No. 9 dem blauen, No. 1—3 und 5 sind Lehme, über welche später zu sprechen ist.

Die mechanische Analyse ergab:

Schichtnummer im Profil	Tone					
	1—3.	5.	6.	7.	8.	9.
Prozentualer Schlammrückstand .	9,57	6,20	3,95	4,21	4,57	8,00
Von diesem Rückstand sind						
1. Gesteinstrümmer über 5 mm						
Korngröße	0,15	0,47	—	—	—	—
2. Grobsand von 0,5—5 mm						
Korngröße	0,17	0,22	0,03	0,01	0,03	0,01
3. Feinsand von 0,10—0,5 mm						
Korngröße	2,89	3,24	0,07	0,11	0,05	0,05
4. Staubsand von 0,01—0,05 mm						
Korngröße	6,36	2,27	3,85	4,09	4,49	7,94

¹ Hat nichts mit unseren Tönen zu tun.

Die chemische Analyse ergab ¹:

Schichtnummer im Profil	1—3.	5.	Tone			
			6.	7.	8.	9.
Si O ₂	59,90	51,76	39,08	40,42	40,34	39,52
Al ₂ O ₃	19,34	17,20	13,70	13,39	11,92	13,11
Fe ₂ O ₃	7,75	7,37	5,67	5,53	5,37	5,83
Ca CO ₃	1,09	12,76	32,20	30,74	31,78	31,37
Ca SO ₄	1,15	1,19	1,03	1,54	1,81	1,64
Mg CO ₃	—	0,08	0,53	0,93	1,79	1,45
Ca O	0,63	—	—	—	—	—
Mg O	3,16	3,19	3,67	3,84	3,43	3,19
Wasser und Bitumen .	6,93	4,89	3,81	4,31	3,39	3,98
Alkalien (aus der Differenz berechnet) . . .	0,05	1,56	0,31	—	0,17	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Von den Bändertonen der HEROSÉE'schen Bohrung liegen wenigstens Bestimmungen des Kalkgehaltes vor, und hier ist die Erscheinung bemerkenswert, daß er nach unten zunimmt. Die oberflächlichen Tone enthalten wie bei Emmishofen 30% CaCO₃, in 20 m Tiefe 31,3, in 57,8 m 32,2 und 31,3, in 58,8 m 37,0 und in 73,4 m Tiefe 37,5. Zugleich wird der Ton härter¹.

Wo ich diese Tone antraf, waren sie von Pflanzen durchsetzt. Neben frischen Wurzeln findet man vertorfte in allen Stadien. Sie rühren von Erlen her. In der Schneckenburgerstraße fand ich auch vertorfte Equisetenrhizome. Dieselben lagen in einer Schicht ca. 2 m unter der Oberfläche, während die darüber liegenden sie nicht enthielten; so daß es zweifellos ist, daß sie dort wuchsen, als der Ton noch abgelagert wurde. Bei Emmishofen sind senkrecht stehende, schenkeldicke, vertorfte Erlenstämme in den Tonen. Sie gehen indessen in die darüber liegende Sand- und Tonschichte hinein, und sind erst beim Übergang in die Lehme wie abgeschnitten; sie sind also jünger als die Tone. Kocht man aber größere

¹ Vergl. auch: LETSCH, ZSCHOKKE, ROLLIER und MOSER, Die schweizerischen Tonlager in Beitr. zur geol. Karte der Schweiz. Geotechn. Serie. IV. Lief. p. 310.

Portionen, sei es aus den oberen oder unteren Partien aus, so daß sie völlig zerfallen, eventuell unter Zusatz von Salzsäure —, und schlämmt die Masse sorgsam aus, so erhält man im Rückstand neben einigen wenigen Sandkörnern Pflanzenpartikelchen in allen Größen, von mikroskopischer Kleinheit bis 1 cm Länge. Die größeren sind meist Bruchstücke von Erlenborke, seltener von Erlenholz oder Equisetenrinde. Aber auch eine Equisetenspore konnte deutlich konstatiert werden. Diese Pflanzen müssen mit den Tonen abgelagert sein. Es wuchsen also an den Ufern dieser schlamm-beladenen Gletscherströme und Seen Erlen, und die feuchten Deltas überzogen sich mit Equiseten. Ähnliche, noch weiter reichende Verhältnisse hat BROCKMANN-JEROSCH gefunden¹. Doch möchte ich aus der Anwesenheit von Erlen in der Gletschernähe natürlich nicht auf ein relativ mildes, aber feuchtes Klima schließen, dazu genügt die Flora hier noch nicht. Im übrigen ist aber auch bei den reicheren Funden BROCKMANN'S zu bemerken, daß man aus ihnen vorerst nur auf das Klima einer ziemlich späten Rückzugsphase der Würmeiszeit schließen darf. Es ist nicht unmöglich, daß der vordringende Gletscher und sein Maximalstand andere klimatische Bedingungen erforderten.

Die Tone sind ausnahmslos frei von Muscheln und Schnecken. Für sie bot das trübe Gletscherwasser keinen Aufenthaltsort.

Die Bändertone bilden überall um den See den Untergrund meiner zweiten Seeterrasse². Die erste (vom heutigen See aus gerechnet) ist mit den Schneckelisanden bedeckt. Jenseits der zweiten Seeterrasse, d. h. über 410 m Meereshöhe trifft man als Untergrund Moräne oder Molasse. Bei Hornstaad, wo beide Terrassen und die dahinter aufsteigende Molasse aufgeschlossen sind, ist dieses ganz klar zu erkennen. Daraus folgt, daß dieser zweite See noch mit dem trüben Gletscherbrei gefüllt war. Deshalb muß endlich mit der Anschauung aufgeräumt

¹ BROCKMANN-JEROSCH in der Vierteljahrsschrift der Naturf.-Gesellsch. Zürich 1909. p. 100 ff.

² SCHMIDLE, l. c. p. 27.

werden, daß der Bodensee noch in postglazialer Zeit Spiegelhöhen bis 420 m, ja selbst 430 m Meereshöhe hatte¹. Es ging nicht über 410 m hinaus. Diese Spiegelhöhe ist durch die Höhe der Rheintalsole bei Stein bedingt, in welche das heutige Rheinbett eingeschnitten ist.

¹ Vergl. OTTO AMMON, Das älteste Konstanz. Schriften des Bodenseevereins, Heft 13. 1884. p. 119. — ROBERT SIEGER, Postglaziale Uferlinien des Bodensees. Ibid. Heft 21. 1892. p. 164. — PENCK in PENCK und BRÜCKNER, Die Alpen im Eiszeitalter. p. 414 u. ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1910_2](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidle W.

Artikel/Article: [Postglaziale Ablagerungen im nordwestlichen Bodenseegebiet. 104-122](#)