Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 26 (1884-1885)

Artikel: Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe

Autor: Früh, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834648

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IV.

Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau

mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe

von

Dr. J. Früh, Kantonsschullehrer in Trogen.

(Mit einer Tafel und einem Kärtchen.)

Einige geologische Beobachtungen und Untersuchungen, welche in die Jahre 1880—1885 fallen, mögen hier in chronologischer Reihenfolge besprochen werden:

I. *Kohlenschicht am Ruppen. — Aquitanian.*
II. *Oeningerstufe im Hinterthurgau.*
III. *Zur Kenntniss des Rheingletschers. — Diluvium.*
IV. *Kalktuffe im Toggenburg* und verwandte Bildungen anderer Orte. — *Alluvium.*

I.

Kohle am Ruppen (Kt. St. Gallen).

Im Sommer 1884 wurde das Gebäude der ehemaligen „Krone" (ca. 935 m) auf dem Ruppen, dem bekannten Bergübergange zwischen Altstätten im Rheinthal und Trogen, erweitert und zugleich der Keller vertieft und vergrössert. Hiebei wurden schwärzliche fette Mergel mit Petrefacten angeschürft und kleinere Kohlenflötzchen angeschnitten, welche mir einer nähern Prüfung werth zu sein schienen.

Die Schichten fallen mit 29—31° nach SO und streichen wie diejenigen der Gäbriszone überhaupt im Allgemeinen von WSW nach ONO. Im Hangenden des Kohlenmergels folgen bald mergelige Sandsteine, im Liegenden ebenfalls sehr dünn-

plattige, glimmerreiche, frisch weiche, trocken harte Sandsteine, die nordwärts rasch in bunte Nagelfluh übergehen.

Die Kohlenmergel weisen eine Unmasse von nicht bestimmbaren Cyperaceen auf, sowie Blattreste und Zweige von Laubbäumen und zeigen sehr viele spiegelnde Rutschflächen wie diejenigen des Kohlenflötzes von Rüfi bei Schännis. Kleine Kohlenschichtchen von 2—4 mm Mächtigkeit mögen von Zweigen herrühren. Die stärkste Schicht, die ich beobachtete, erreichte 5 cm! Der Sumpfschnecken umschliessende *Mergel* wurde näher geprüft, indem ein Theil desselben mit kochender Salzsäure, später mit Salpetersäure, ein anderer mit 50 % Kalilauge in der Wärme behandelt und dann bei $\frac{450}{1}$ mikroskopisch untersucht wurde.

Er erwies sich arm an Kalk, ist ein ausgezeichnetes Schluffgebilde, d. h. fast ausschliesslich aus feinsten Mineralpartikelchen zusammengesetzt, die durch organische Substanz oder Limonit breccien- oder conglomeratartig verkittet sind (Fig. 1). Die wenigen Carbonate abgerechnet, gehören jene Partikelchen dem Quarz und Kaolin an, mit Durchmessern von 0,003—0,004, seltener 0,008 mm. Eingestreut ist Schwefelkies in winzigen Aggregaten, das übrigens auch makroskopisch namentlich in der Nähe der Schneckenschalen zu beobachten war. Glimmer oder vereinzelte Krystalle oder Thonschieferchen mit den charakteristischen Einschlüssen konnte ich in den untersuchten Proben nicht beobachten, dagegen sehr viele kohlige Reste, meist homogen und wenigstens am Rande gelbbraun durchscheinend. Sicher erkannte ich grosse Verbände von *Epidermis der Cyperaceen und Gramineen,* ein Pollenkorn, wie sie Vertreter dieser Familien besitzen, Zellreste von Holzpflanzen und zwar von Laubholz, oft mit Andeutung von Poren oder mit einer schiefen oder spiralförmigen Zeichnung, wie sie Gümbel in den Sitzungsberichten der k. b. Akademie 1883,

Taf. II Fig. 43a, f und k darstellt. Diatomeen scheinen zu fehlen; dagegen sind Chitinreste nicht selten.

Von der 5 cm mächtigen *Kohle* wurden an einigen Stellen Proben entnommen, während 20 Minuten in Kaliumhypochlorit digerirt und dann mikroskopisch bei $\frac{450}{1}$ geprüft.

Ich fand sehr viel jener feinen Conglomeratbildungen aus Quarz, Kaolin und Kalk; von organischen Gemengtheilen vorherrschend homogene gelbbraune Kohlensplitter, braune porös verdickte Parenchymzellen, die wahrscheinlich Rinde entstammen; dann gelbbraune bis goldgelbe, parallel berandete, leicht gekrümmte Fasern, an der Basis oft stark erweitert, ähnlich wie Wurzelhaare, Gefässreste und wieder jene gestreiften Holzzellen (Gümbel Taf. II) — Chitin.

Hiernach erscheint der Mergel als feinstes Sediment in einem ruhigen, seichten Gewässer; die kohligen Theile gehören vorherrschend Sumpfpflanzen an, die Kohlenflötzchen theils diesen, theils hereingefallenen oder hergeschwemmten Laubhölzern, und zwar scheint das Ganze eine locale Bildung zu sein, indem es mir nicht gelang, im Streichen westwärts oder ostwärts eine Fortsetzung zu finden.

Der Ruppen und das obere Goldachgebiet zeigen überhaupt in ihren Süsswasserablagerungen vorherrschend Sumpfpflanzen aus der Familie der Cyperaceen und Typhaceen, dann Blätter der Genera Cinnamomum, Ficus, Populus. Die etwas ältere Kohle in der Tobelmühle bei Altstätten mit Planorbis ist ebenfalls eine Sumpfbildung.

Die Flora des Ruppens und der anstossenden Gebiete ist bereits mitgetheilt in „Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz“, 19. Lieferung, 1. Theil, p. 15 ff.

Die Faunula hatte Herr Professor Dr. Mayer-Eymar die Freundlichkeit zu bestimmen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danke, um so lieber, weil die wenigen Petre-

facten in Folge der inneren Dislocation der Schichten sehr gelitten und zum Theil schwierig zu erkennen waren und wir für unsere Molasse so wenig paläontologisches Material zur Altersbestimmung besitzen.

Erkannt wurden:

Limnæus pachygaster Thom., am häufigsten.
Planorbis cornu Brongn.
„ *declivis* Bronn.
„ *lævis* Klein.
Neritina Linthæ Mayer-Eymar.
Paludina gravistriata Gümbel.*

Limnæus pachygaster Thom. ist auch im Obermioce ziemlich häufig; Planorbis cornu und P. lævis fand ich auch in der unteren Süsswassermolasse etwas südlich der Martinsbrücke (Beiträge, 19. Lieferung, pag. 38). Paludina gravistriata Gümbel, in den Mergeln „sicher" erkannt und als Steinkerne im Sandstein des Liegenden der Kohlenmergel wahrscheinlich, wurde von Gümbel im Stinkkalk des Sulzgrabenflötzes bei Miesbach gefunden, welches oberoligocenen Alters ist (Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayrischen Alpengeb. 1861, pag. 692, 705 und 753) und der unteren Braunkohlenbildung des Hohe Rhonen, von Monod und Pandèze (Heer, Flora tert. helvetiæ III, p. 325) oder C. Mayers oberem Aquitanian entspricht.

Nach Prof. Mayer-Eymar gehören unsere Mergel vom Ruppen zu dem *oberen Aquitanian* (Aquit. II). In seiner Fl.

---

* In der an Sandsteinschmitzen reichen, benachbarten Nagefluh von St. Antonskapelle fand ich eine 10 cm lange *Unio flabellatus Goldf.* Obschon im ganzen Molassegebiet verbreitet, ist sie bei uns ziemlich selten. Ein Exemplar soll in einem bituminösen Mergel bei Gais gefunden worden sein. (Beiträge, 14. Lieferung, pag. 23.)

tert. helv. III, pag. 226 findet Heer die Flora vom Ruppen am nächsten verwandt mit derjenigen von Lausanne, welche er in die ältesten Schichten der Mainzerstufe einreiht.

II.

Oeningerstufe im Hinterthurgau.

In der oberen Süsswassermolasse der Mittel- und Ostschweiz bilden Süsswasserkalke und Kalkmergel eine ganz charakteristische Abtheilung (conf. „Beiträge“ 11., 14. und 19. Lieferung). Im flacheren Theile des Kantons Thurgau, in dem Hörnligebiet und zürcherischen Oberland, kann man häufig schon aus der Ferne gelbliche kahle Felsen beobachten, die zwischen oder über den Kalkbänken gelagert sind und Mergel darstellen, welche so häufig Veranlassung zu Terrainrutschungen geben. Ich verweise zum Beispiel auf die Physiognomie des Sonnenberges im Thurgau, der Albiskette, Partien im Tössthal und die zahlreichen Rutschflecken auf Blatt Sternenberg (Nr. 214 des Siegfried-Atlas). Seit mehr als einem halben Jahrhundert werden die reineren Kalke zur Mörtelbereitung abgebaut und sind dieselben als „Wetterkalk“ allbekannt. Vielerorts melden ältere Personen von zugeschütteten Kalksteinbrüchen. Ortschaften erinnern in ihrem Namen an das Vorkommen dieser Felsart, wie Kalchegg, Kalchrain. Diese Kalke und Mergel liegen horizontal oder sind höchstens im südlichen Theile der bezeichneten Gebiete schwach nach N W einfallend. Bald ist ein Lager von einem Thale zerschnitten; sehr häufig keilen sie sich rasch aus; sie liegen keineswegs in demselben Horizonte. Ihre verticale und horizontale Ausbreitung mittelst Curvenkarten zu ermitteln, wäre sehr erwünscht. Manche Mergel enthalten Pflanzenreste oder gar Reste von Wirbelthieren oder kleine Kohlenflötze. Alles deutet auf eine gemeinsame Entstehung in abgeschlossenen flachen Süsswasserbecken (oft mit Spuren von Brackwasser!) hin,

wovon der Oeningersee ein geologisches Unicum darstellt und durch seine wohlerhaltenen und überaus mannigfaltigen Pflanzen- und Thierreste unsere Stufe genügend kennzeichnet.

Es sei mir nun erlaubt, in den folgenden Zeilen theils Ergänzungen, theils neue Aufschlüsse und Untersuchungen über Bau und Entstehung unserer Süsswasserkalke zu geben.

A. Zwischen *Sirnach und Münchwilen* nordwestlich vom *Mattrain*, 547 m, wird eine alte Kalkgrube von der Landstrasse durchschnitten mit dem von Gutzwiller für eine Stelle in den „Beiträgen", 19. Lieferung, pag. 74 veröffentlichten Profil:

1. Molasseschutt 2 m.
2. Lehm mit wenigen erratischen Geschieben 2 m.
3. Bituminöse Kalkmergel mit einigen zerdrückten Schalen von Land- und Süsswasserschnecken 0,3 m.
4. Hellgrauer Kalk 1 m.
5. Röthlich gefleckter Kalk 1 m.

Der ganze Untergrund von Münchwilen scheint eine ähnliche Zusammensetzung zu haben, wie sich beim Graben von Kellern und Brunnen ergibt. (Vor Jahren bestand beim Dorf ein Kalkofen.)

Die Mächtigkeit von Schicht 3—5 ist variabel.

Unter Nr. 5 erscheint gewöhnlich Sandstein.

Nr. 3 verwittert leicht, hinterlässt aber ausbleichende feste Kalkmergelknollen.

Ich fand in dieser Abtheilung nach der gütigen Bestimmung von Herrn Prof. C. Mayer-Eymar:

Helix sylvana Klein, viel.
„ *Larteti?* Nolet.
Archæozonites subcostatus Sandb.
Cyclostoma consobrina Mayer-Eymar.

B. Etwa 5 Minuten südwestlich von *Sirnach* ist ein kleines Tobel, der Hauweg, dessen Bach der Mühle zufliesst und wo hinter einem kleinen Weinberge folgender frischer Aufschluss beobachtet wird:

1. Bunte Nagelfluh ca. 3 m.
2. Sand, sandiger Mergel und gelblichgrauer Thonmergel 1 m.
3. Feucht kohlschwarzer, trocken graulichschwarzer Mergel, mit undeutlichen Resten von Sumpfschnecken, 0,2 m.
4. a) Schwärzlicher Mergel mit vielen *Helix sylvana* Klein.
   b) Feucht dunkelgrauer, trocken aschgrauer kalkreicher Mergel mit viel ausgebleichten *Helix sylvana* Klein.
   c) Sehr kalkreicher Mergel bis magerer Kalk, sparsam *Helix sylvana* einschliessend, weisslichgrau.

   } 0,75 m.
5. Magerer und fetter Kalk 1—2 m.
   Lockere Sandsteine.

Vielleicht ist Nr. 3 dieses Profils als das Ausgehende des Kohlenschiefers zu betrachten, der etwa 1,4 Km südlich vom Hauweg, beim sogenannten „Grübli", in den 30er Jahren angeschürft wurde und nach Escher („Beiträge", 19. Lieferung pag. 73) etwa 42 cm mächtig war und ca. 6 cm mächtige Kohle enthielt. Das Niveau scheint ziemlich dasselbe zu sein.

C. *Neu-Hunzenberg bei Oberwangen.* Geht man von Oberwangen östlich über die Murg am Martinsberg vorbei, so erreicht man bald das Haus Neu-Hunzenberg. Bei ca. 650 m zweigt sich ein Strässchen in den Moswangerwald ab, der hier eine grössere Abrutschung des Hunzenberges von quartären und tertiären Bildungen zu bedecken scheint. Durch diese Terrainbewegung wurden wahrscheinlich die Kalkbänke bloss-

gelegt, zu denen man bald in einer lichten Waldstelle gelangt und woselbst ich nach Abräumung von Schutt folgende Schichtenreihe erkennen konnte:

1. Abgerutschter Glacialschutt, tert. Nagelfluh 30—40 m.
2. Mergel, gemeine Molasse und feine Nagelfluh 12 m.
3. Gelblicher Kalkmergel . . . . . 0,8 m.
4. Kalkmergel, knollig zerfallend, indem einzelne Partien sehr reich an Kalk und fester sind, dicht und oft von Kalkspathschnürchen durchzogen . . . . . 1 m.
5. Gelblicher Mergel . . . . . 0,3 m.
6. Gemeine Molasse . . . . . 1 m.
7. Mergel . . . . . 1 m.
   a) In der Mitte blaugrau, fett.
   b) Nach unten bunt gefleckt von Eisenoxyd; trocken ein sandiger, hellgelblicher und abfärbender Thonmergel, ohne Einschlüsse.
8. Gemeine Molasse, senkrecht zerklüftet; nach unten geht sie in einen blaugrauen bis rostgelben Sandmergel über, der in seiner Sohle viele *rostgelb gefärbte Blattabdrücke* einschliesst . . . . . 1,8 m.
9. Blauer Thonmergel *mit sehr vielen Blättern, Rinden- und Zweigstücken,* sowie Süsswasserschnecken.
10. Kalkmergel bis magerer Kalk . . . . . 0,2 m.
11. Blauer Thonmergel mit Schnecken . . . 0,1 m.
12. Bunte Mergel, nach unten dunkelgrau und hier zum Theil mit Concretionen von Kalk; zu unterst (0,5 m) mit viel Helix . . . . . 1,8 m.
13. Knollenkalk mit Helix etc. . . . . 0,8 m.
14. *Guter, bruchwürdiger Kalk*, senkrecht durchklüftet ca. . . . . 1 m.

Im Liegenden beobachtet man gemeine Molasse, bunte, lockere Nagelfluh und in der verrutschten Böschung gegen

das Andwiler-Ried noch oft Wiederholungen von Kalk- und Thonmergel, die ein sumpfiges Terrain bedingen.

Die ganze Schichtenreihe zeigt an und für sich gar nichts Neues.

Die Faunula von Nr. 9 und 12 besteht nach Professor Mayer-Eymar's gütiger Durchsicht aus:

Clausilia helvetica Mayer-Eymar, viel.
Helix sylvana Klein.
„ *Larteti?* Nolet.
Planorbis cornu Brongn.
„ *lævis* Klein.
Cyclostoma consobrina Mayer-Eymar.
Pisidium spec.?

Diese Arten sind da und dort in thurgauischen Süsswasserkalken beobachtet worden; dagegen finde ich die Cyclostoma consobrina Mayer-Eymar von Münchwilen und Neu-Hunzenberg von keiner andern Localität erwähnt.

Aus Schicht Nr. 8 und 9 sammelte ich ein möglichst reiches Material; allein die Blätter liegen so dicht und bunt durcheinander, dass man kaum einzelne total frei legen konnte. Ich zerlegte daher etwa 30 Kgr. dieser Mergel in frischem Zustande, spülte sie sorgfältig ab, mass und zeichnete die einzelnen Bruchstücke, wodurch es mir gelang, wenigstens folgende Genera und Species sicher zu bestimmen und dadurch einen hinreichenden Einblick in die tertiäre Flora dieser Gegend zu erhalten:

a) *Algen.*

1. *Chara Meriani* A. Br.

b) *Farnkräuter.*

2. *Pteris œningensis* A. Br., ein ganz ausgezeichnetes Exemplar mit Wedelabschnitten von über 52 mm, also be-

deutend grösser als die in Heer Fl. tert. helv. III Taf. 145 abgebildeten Formen und in allen Theilen deutlich verschieden von *P. ruppensis* Hr.

3. *Lastræa polypodioides* Ett.
4. „ *helvetica* Hr., mit 6—8 deutlichen Sori.

c) *Gymnospermen.*

5. *Widdringtonia helvetica* Hr.

d) *Monocotyledonen.*

6. *Cyperites* spec.? Sehr viel, unbestimmbar.

e) *Dicotyledonen.*

7. *Cinnamomum polymorphum* A. Br.
8. „ *lanceolatum* Ung.
9. *Dryandroides lignitum* Ung.
10. *Salix Lavateri* Hr.
11. *Ficus tiliæfolia* A. Br.
12. *Platanus aceroides* Göpp.
13. *Sapindus falcifolius* A. Br.
14. *Rhamnus* spec.?
15. *Laurus* spec.?
16. *Quercus* spec.?

Nr. 15 und 16 sind häufig; allein diese lederigen Blätter sind so stark verkohlt, dass die zur Bestimmung nöthigen Merkmale nicht sicher erkannt werden können.

Wahrscheinlich würde eine eingehendere Ausbeutung der Localität noch Manches zu Tage fördern.

Immerhin darf diese Florula schon als willkommener Beitrag angesehen werden, was sich am besten ergeben wird, wenn wir ihre Componenten mit den nächsten Verwandten der Jetztwelt und anderer schweizerischer Vorkommnisse vergleichen.

Arten von Neu-Hunzenberg	Lebende analoge Art	Andere schweizer. Fundorte
1. Pteris œningensis A. Br.	Pt. aquilina L. in Europa, Asien (Jap.), Amerika, Canarische Inseln.	Lausanne, Oeningen, Elgg.
2. Lastræa polypodioides Ett.	L. prolifera Kaulf. trop. Amerika.	Rivaz (Genfersee).
3. Lastræa helvetica Hr.	L. prolifera Kaulf. trop. Amerika.	Rivaz, Hohe Rhonen.
4. Widdringtonia helvetica Hr.	Widdringtonia Endl. v. Cap.	Rivaz, Hohe Rhonen, Oeningen.
5. Cinnamomum polymorphum A. Br.	C. Camphora L. Japan. Kampherbaum.	sehr verbreitet im ganzen Miocen.
6. C. lanceolatum Ung.	Japan.	
7. Dryandroides lignitum Ung.	Dryandra (Proteaceæ), südliche gemässigte u. warme Zone.	Verbreitet.
10. Salix Lavateri Hr.	S. Russeliana Sm. Europa (Kreis der S. fragilis L.).	Aarwangen, Locle, Hohe Rhonen, Oeningen, Schrotzburg, Hundwiler Höhe.
11. Ficus tiliæfolia A. Br.	F. nympheæfolia L. im trop. Amerika.	Lausanne, Oberägeri, Oeningen, Elgg, Herdern.
12. Platanus aceroides Gp.	P. occidentalis L. in N.-Amerika	Albis, Berlingen, Oeningen, Schrotzburg. (Pliocen von Ober-Italien).
13. Sapindus falcifolius A. Br.	S. Surinamensis Poir. im trop. Amerika.	Rivaz, Delsberg, Hohe Rhonen, Locle, Albis, Oeningen, St. Gallen. (Pliocen v. Oberital.).

Wir haben also in diesen Pflanzenresten Vertreter der tropischen, subtropischen und gemässigten Zone, die nach Heer's classischen Untersuchungen über das Klima unseres Tertiärlandes eine mittlere Jahrestemperatur von 18—19° C.

erfordern, das heisst ein Klima wie die südlichen Vereinigten Staaten, Nordafrika und Süd-China!

Ueber das Alter der Schichten von Neu-Hunzenberg kann nicht der geringste Zweifel herrschen. Sie sind obermiocen oder gehören zur *Oeningerstufe* von Heer.

Uebereinstimmend zählt auch Mayer-Eymar unsere Süsswasserconchylien zu seinem *Messinian II.* Von diesen ist, wie bereits erwähnt, die *Cyclostoma consobrina* M.-Ey. bemerkenswerth, da sie ebenfalls ein klimatologisches Element liefert. Die Cyclostomaceen bewohnen die Mittelmeergegend, die subtropische und tropische Zone. Nur zwei Genera mit je einer Art haben die Alpen überschritten.

Cyclostoma elegans Müller bewohnt Kalkboden der Weinbaudistricte am Rhein und *Pomatias septemspiralis* Raz. lebt auf Kalkboden einzelner Stellen Süddeutschlands, deren mittlere Jahrestemperatur diejenige des Hinterthurgau um mindestens 3 ⁰ C. übertreffen wird.

Jetzt ist der nordische Fichtenwald an die Stelle der obermiocenen Zimmt-, Kampher- und Feigenbäume getreten, und die tropische Lastræa ist durch das immergrüne Blechnum boreale Sw. ersetzt.

Petrographischer Charakter und Genesis unserer Süsswasserkalke.

Prof. Kaufmann („Beiträge", 11. Lieferung, pag. 348 ff.) hat ausgedehnte Untersuchungen über Limnocalcite der Molasse der Centralschweiz angestellt und dieselben nach Alter, Structur und chemischer Zusammensetzung in drei Gruppen gebracht.

Die *erste* umfasst „dünngeschichtete, weiche, kalkreiche Varietäten aus der oberen Molasse". Aus der Ostschweiz müssen Oeningerkalke dazu gerechnet werden.

Die *zweite* enthält „grobmassige, compacte, kalkreiche Varietäten aus der mittleren Molasse“; sechs davon geprüfte Proben zeigten 90—99 Gew. % in Salzsäure lösliche Substanz.

Die *dritte* umschliesst „compacte *kieselige* Varietäten aus dem Napfgebiete“, theils der marinen Molasse, theils dem Obermiocen entstammend. Die Analyse von 7 Proben ergab 58—90 % in Salzsäure lösliche Substanz und 4—22 % Kieselsäure.

Von dem geologischen Alter abgesehen, müssen unsere Kalke von Münchwilen, Sirnach, Oberwangen etc. theils zur zweiten, theils zur dritten Gruppe gezählt werden. Auch sie sind an und für sich „sehr zähe, dicht; entweder einfarbig: grau, gelblich (aber nicht bräunlich!), oder mit verwaschenen, ineinander laufenden grauen, gelben und rothen Farben. Knollige Absonderung ist an mehreren (vielen!) Fundorten wahrnehmbar; überhaupt ist die Masse stets von wilder, knorriger Beschaffenheit und kaum lassen sich regelmässige, zusammenhängende Strata auffinden.“

Indem ich noch etwas specieller auf unsere Vorkommnisse eintrete, will ich bemerken, dass ich es vorzog, statt der chemischen Analyse, die einzelnen Gemengtheile nach ihrer mineralogischen Natur, ihrem volumetrischen Auftreten und ihrem Verbande festzustellen; dadurch erhält man ein nicht weniger brauchbares Bild insbesondere über die Entstehung der Gesteine, als durch die genaueste chemische Analyse, welche für technische Zwecke recht erwünscht sein wird.

Qualitativ zeigen auch unsere Kalke $CaCO_3$, $MgCO_3$, $Fe_2(OH)_6$, Thonerde, resp. Silicate.

Ich habe gewisse Volumina einer Probe allmälig in verdünnter, erwärmter Salzsäure aufgelöst; Eisenoxyd wird dabei stets gelöst und ebenso häufig Magnesia; beide sind aber in so geringer Menge vorhanden, dass man als „lösliche Substanz“

fast ausschliesslich kohlensauren Kalk nehmen darf. Der gut ausgesüsste Rückstand wurde sodann sorgfältig mikroskopisch auf seine Gemengtheile geprüft.

a. *„Guter, fetter Kalk“* der Arbeiter von Neu-Hunzenberg (Nr. 14 des Profils) und entsprechend den guten Sorten der andern Localitäten: weisslich bis gelblichgrau („Schaffhauser“) oder mit röthlichen Tönen, dicht, zum Theil glatt und glänzend, hart, Bruch muschelig bis splittrig; Absonderungsflächen oft rauh, zackig; kleine Limonitdendriten häufig. Mit blossem Auge oder mit der Loupe erkennt man zahlreiche Kalkspathschnürchen, von den Arbeitern „Glasur“ genannt und als Hauptmerkmal eines guten Kalkes angesehen. Pulver fast kreideweiss. Scharfer, durchdringender Thongeruch.

Löslich	in Salzsäure	91	Vol. %
Unlöslich	„ „	9	„

Der schlammige Rückstand besteht vorherrschend aus kleinern und grössern Quarzsplittern, häufig mit Flüssigkeitseinschlüssen; Muscovitblättchen; Kaolintheilchen; selten ein Thonschieferchen mit Rutilnädelchen.

b. *Sehr magerer,* kaum zu verwendender dichter, matter *Kalk,* mit zahlreichen grossen Flecken von Eisenoxyd und grobknolliger Absonderung.

Löslich	in Salzsäure	20	Vol. %
Unlöslich	„ „	80	„

Rückstand: Zum grössten Theil feinste Quarz- und Kaolinsplitter conglomeratartig durch organische Substanz (oder Limonit) mit einander verbunden (Fig. 2), 0,5 bis 1,5 mm grosse, eckige Quarz- und Hornsteinsplitter; ziemlich viel Quarzsplitter von 0,004—0,04 mm Durchmesser mit Flüssigkeitseinschlüssen, Gasporen, zuweilen mit Apatitnädelchen; Feldspathtrümmer, auf den Spal-

tungsflächen kaolinisirt und daher mosaikartig; vereinzelte Thonschieferchen; ein Zirkonkrystall.

c. Mergel mit sehr starkem Thongeruch und Heliciten von Münchwilen, Concretionen von Kalkmergel einschliessend (Nr. 3 des Profils).

α) *Mergel.*

Löslich 9 Vol. %
Unlöslich 91 „

Rückstand: Weitaus zum grössten Theil die vorhin erwähnte conglomeratartige Schluffbildung*; daneben vereinzelt grössere Quarz- und Hornsteinsplitter, Glimmer, Thonschieferchen. In Verkohlung begriffene poröse Parenchymzellen, Radicellen, Pollenkörner von Gramineen oder Cyperaceen; unbestimmbare humificirte Pflanzenreste; ovale, stark lichtbrechende, ölgelbe Massen.

β) *Eine Kalkmergelknolle* innerhalb dieses Thonmergels von 7 cm Durchmesser ist gelblichweiss, sehr hart, dicht, enthält ziemlich viel Quarz- und Hornsteinsplitter von 1—2 mm Durchmesser. Bei Lampenlicht kann man mit der Loupe auf Schlagflächen graue, matte, thonige Partien erkennen, *zwischen denen kohlensaurer Kalk sinterig-krystallinisch* als eine Art Cement vorkommt.

Löslich 62 Vol. %
Unlöslich 38 „

Mithin enthält diese Concretion sieben Mal so viel Kalk, als der sie einschliessende Mergel.

Rückstand: viel durch organische Substanz verkitteter Schluff; vereinzelt grössere Quarzsplitter mit

* Solche durch organische Substanz verkittete Mineralsplitter erinnern an Gehäuse von Rhizopoden (Fig. 3).

feinen Gaseinschlüssen, Glimmer und Thonschieferchen. Unbestimmbare humificirte Pflanzenreste.

d. *Der kohlschwarze Mergel von Sirnach* besteht aus feinsten anorganischen und in Salzsäure unlöslichen Partikelchen, durch organische Substanz verkittet — selten ein Glimmerblättchen — und verdankt seine Farbe einer Unmasse von unbestimmbaren carbonisirten oder filzig macerirten Pflanzenresten.

e. *Der Conchylien- und Blättermergel von Neu-Hunzenberg* (Profil Nr. 9) hat dieselbe anorganische Grundmasse, zeigt ebenfalls humificirte vegetabilische Reste, worunter poröse Parenchymzellen erkannt werden können, sowie sehr viele ölgelbe bis goldgelbe, homogene, stark lichtbrechende und meist oval abgerundete Körper (vgl. c von Münchwilen), die offenbar den fossilen Inhalt der Oel- und Harzbehälter der Blätter von Laurus, Cinnamomum etc. darstellen. Jene Behälter oder Drüsen zeigen sich bekanntlich bei vielen subtropischen und tropischen Pflanzen im durchfallenden Licht als helle Punkte; ich konnte deren beispielsweise 250 auf einem cm^2 Blattfläche von Eucalyptus globulus wahrnehmen.

In Uebereinstimmung mit Kaufmann's Untersuchungen fand ich keine Diatomeen oder Gehäuse von Foraminiferen oder Spongillanadeln, welch' letztere doch so häufig in der Seekreide und verwandten Bildungen unserer europäischen Teiche und Seen beobachtet werden. Auch in dünnen tafelförmigen Kalkproben von Oeningen, solchen mit Cyclas Escheri Mayer-Eymar und Cypris faba Hr., zeigten sich weder Chitintheile von Daphniden oder Bryozoen oder Anneliden, noch Diatomeen und Spongienskelette.

Auch die Kiesellinsen, denen man in den Sedimenten von

stillstehenden Gewässern nicht selten begegnet, fehlten in allen von mir daraufhin untersuchten Proben.

Dagegen konnte ich auch in den Kalken von Oeningen *Pollenkörner* erkennen, zum Theil sehr wohl erhalten, so namentlich von Pinus, dann dreiporige von der Grösse derjenigen von lebenden Amentaceen, ähnlich wie beim Genus Salix. Ein Mal beobachtete ich ein kugeliges vielporiges Korn, welches unter den bei uns vertretenen Familien nur und ganz gut übereinstimmt mit dem Pollen von *Alisma*. Diese Gattung ist von Heer in seiner tertiären Flora nicht erwähnt, wohl aber Butomus, welches Genus ganz abweichend gebaute Pollenkörner besitzt.

Ueberblicken wir die Schichtenfolge der Mergel und Kalke, ihre Fauna und Flora, sowie ihre mineralogische Zusammensetzung, so kann keinem Zweifel unterliegen, dass sie sich in seichten stillstehenden Gewässern abgelagert haben. Während solcher Zeitabschnitte, die mehr oder weniger arm an atmosphärischen Niederschlägen waren, bildete sich ein vorherrschend kalkiges Sediment und zwar analog unserer Seekreide, wie Kaufmann zuerst näher dargelegt hat, d. h. das Bicarbonat des Calciums konnte um so rascher und reichlicher ausgefällt werden, als die Becken bei der hohen Temperatur rasch erwärmt und seicht gemacht wurden. Der geringe Gehalt an Kiesel- und Thonerde ist auf Rechnung der wenigen aus Quarz, Glimmer, Thonschieferchen etc. bestehenden und lange schwebend erhaltenen Sinkstoffe zu schreiben. In dem Masse, als während der feuchteren Zeitabschnitte die Bäche mit sehr sanftem Gefälle wieder feinsten Detritus herbeiführten, mehrten sich die in Salzsäure unlöslichen feinsten bis 1 mm grossen Sedimente; es bildeten sich Kalk- oder Thonmergel, und im Laufe der Zeit hat das eindringende und mit Kohlensäure beladene Tagwasser nicht nur die Structur des Kalks selbst

zu seinen Gunsten verbessert und kleinste Lücken mit Calcit erfüllt, sondern auch innerhalb des Mergels die Gehäuse der Schnecken theilweise oder ganz zersetzt und vermöge der starken Bindung des Thones mancherorts kalkreiche Knollen erzeugt, wie es c. β so schön zeigt.

Bekanntlich erfolgte im Pliocen die Haupthebung der Alpen, wovon auch die Molasse ergriffen wurde. Ein grosser Theil derselben, welcher die flachere Schweiz wie z. B. den Kanton Thurgau bildet, liegt aber horizontal oder ist so wenig geneigt, dass wir dies mit unsern gewöhnlichen Instrumenten nicht beobachten. Doch wäre es unrichtig, sich die horizontale Molasse als einen bei der Hebung in Ruhe gewesenen Theil unseres Landes vorzustellen. Zum mindesten wird er sich mehr oder weniger gesenkt haben, und müssen hiebei schon wegen der ungleichen Cohäsion der diese Molasse bildenden Felsarten kleinere Dislocationen stattgefunden haben. Entweder sind sie aber in der weichen, gemeinen Molasse nicht mehr erhalten, oder sie sind wegen ihrer geringen Wirkungen übersehen worden.

Unsere Kalksteine enthalten nun manche Erscheinungen aufgezeichnet, die als Zeugen innerer Bewegung der Schichten aufgefasst werden müssen.

a. *Senkrechte Durchklüftung* einzelner Abtheilungen. Der gute Kalk Nr. 14 in Neu-Hunzenberg zeigte in seiner ganzen Mächtigkeit eine 8 cm weite klaffende Spalte!

b. *Rutschflächen.* Solche zeigen sich gerne in den Mergeln mit kalkigen Concretionen. Die umgebende Masse ist gleichsam um diese als fixer Gegenstand herabgegleitet. Oft sind die Rutschflächen 20—30 und mehr cm^2 gross, glänzend und mit ausgezeichneten, feinen Rinnen oder Furchen versehen, welche auch unter der Loupe polirt

erscheinen. Manchmal sind solche Flächen mit prächtigen Dendriten überzogen.

Steinkerne von Schnecken sind oft an einzelnen Stellen wie polirt und äusserst zart gefurcht. Zerdrückte Schneckenschalen sind eine ursprüngliche und allbekannte Erscheinung, indem die Steinkerne ganz ausgezeichnete Abgüsse davon geben und uns den Vorgang noch deutlich vor Augen führen. In Münchwilen beobachtete ich aber Steinkerne, auf welchen die Sandkörner des einschliessenden Mergels in derselben Richtung genau dieselben glänzenden Furchen und Eindrücke erzeugt haben, wie das Bindemittel an den Geröllen der Nagelfluh.

Möchten Naturfreunde auf solche unbedeutend scheinende Vorkommnisse achten; sie würden mit Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse, Felsart, Richtung von Streifen etc. manchen willkommenen Beitrag zum Verständniss der Erdrindenbewegung unserer schweizerischen Hochebene liefern können!

III.

Zur Kenntniss des Rheingletschers.

Bei der Betrachtung der ehemaligen Gletscher sucht man sich bekanntlich zunächst Klarheit zu verschaffen über die horizontale und verticale Ausbreitung derselben und ihre Bewegungsart, sei es in einzelnen Theilen oder als Ganzes. Das erstere erreicht man durch ein genaues Studium der erratischen Gesteine an und für sich und ihr topisches Vorkommen; das letztere durch Untersuchung der zurückgelassenen Schuttformen, allfälliger Gletscherschrammen an anstehenden Felsen oder Verfolgung eines ganz bestimmten erratischen Gesteins.

Ueber das Erraticum des Rheingletschers existirt bereits eine so ausgedehnte Literatur, dass ich die allgemeinen Verhältnisse voraussetzen darf und im Folgenden nur weniger be-

kannt gewordene oder zu wenig beachtete Mittheilungen, sowie eigene Beobachtungen zusammenfassend darstellen will.

Zwischen Bregenz und Rheineck trat die Gletscherzunge in die schweizerisch-schwäbisch-bayrische Hochebene hinaus und begann sich naturgemäss fächerartig zu verbreiten. An den Flanken dieses Thores dürften Gletscherschrammen zu erwarten sein. Allein entweder ist der Molassesandstein zu leicht verwitterbar, oder die deckende Humusschicht hat allfällige Ritzen durch ihre reiche Kohlensäureproduction längst verwischt, oder die betreffenden Zeichnungen wurden einfach nicht beachtet.

Am südlichen Absturze des Gebhardsberges bei *Bregenz* will v. Seyffertitz *„schön polirte Sandsteinfelsen“* erkannt haben (Schriften des Ver. für Gesch. des Bodensees etc., 3. Heft 1872).

Bei der Erstellung der Vorarlbergerbahn musste der Hügel westlich der *Riedenburg* (Fortsetzung der marinen Molasse des Gebhardsberges) durchschnitten werden, wobei man auf eine ziemliche Strecke einen prächtig geschrammten Muschelsandstein (petrographisch unserer Seelaffe gleichend) entblösste. Nach Lenz (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt in Wien, 24. Bd., 3. Heft, 1874) zeigten sich in der Nord-Südrichtung „bis 4 Fuss tiefe, 1—3 Fuss breite und mehrere Fuss lange Rinnen, sowie geglättete kreisrunde, trichterförmige Löcher“, und nach Steudel waren die Schrammen von *N nach S* gerichtet (Schriften d. Ver. für Gesch. d. Bodensees 1872). Die Localität wurde als „Gletscherfeld“ von Lauterach bezeichnet. Gegenwärtig kann man nur noch einige Rinnen beobachten. Zu bedauern ist, dass die Ritzen nicht exact eingemessen wurden.

Seit der Bearbeitung der ostschweizerischen Molasse und des Quartärs durch Gutzwiller und Schalch ist unsere schwei-

zerische *Seelaffe* oder der Muschelsandstein der subalpinen helvetischen Stufe als sehr wichtiges Hülfsmittel zur Erkennung der Gletscherausbreitung und Bewegung desselben bekannt.

Diese Felsart *kann von Blatten zwischen Rheineck und Buchen bis zur Martinsbrücke an der Goldach verfolgt werden (vrgl. Kärtchen),* in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 3—4 m. Sie tritt zu Tage am Schlipf (Heidener Bahn), Landeck-Wienachten. Auf Bilchen am Rossbühl zeigen einige Riffe ca. 3 cm breite und 1—3 cm hohe, mehr oder weniger cylindrische Hervorragungen von der gleichen Gesteinsmasse, oft so dicht stehend, wie die Nagelköpfe eng vernieteter Eisenplatten. Schon Kaufmann hat darauf aufmerksam gemacht („Beiträge" 19. Lieferung, pag. 30). Von hier westlich beobachtete ich nur zerstreute Blöcke. Nördlich von Würzwallen bei Eggersriet traf ich die Seelaffe erst anstehend im Bachtobel gegen Hiltenried (oberhalb Goldach) und zwar erst nördlich von der Stelle, wo der Weg Eggersriet-Rorschach denselben überschreitet; aufwärts werden die Thalwände von dünnplattigen marinen Mergeln gebildet; in der Bachsohle zeigten sich aber viele Seelaffenblöcke.

Westlich von der Martinsbrücke hat man dieses Gestein trotz zahlreicher Aufschlüsse nie mehr nachgewiesen.

Somit haben wir auf der Strecke Blatten-Martinsbrücke oder Rhein-Goldach eine für das Rheinerraticum ganz ausgezeichnete Felsart, durch deren Verbreitung wir ein getreues Bild von der Form und Bewegung der Eisdecke in ihrem Fächertheil über der Hochebene erhalten.

Dass der Gletscher nicht nur die tiefer stehenden Köpfe bei Blatten, sondern auch diejenigen des Rossbühls erreicht hat, lehren die unzweifelhaften Gesteine Bündens auf dieser Anhöhe und dem Eggersrietergrat.

Trotz fleissiger Prüfung der Aufschlüsse auf Seelaffe ist es mir allerdings nicht gelungen, Gletscherschliffe zu erkennen. Der compacte Felsen ist höchstens unter der Kulturschicht bis 0,6 m tief karrenartig verwittert.

Etwa 500 m südlich von der Martinsbrücke beobachtete ich in der Goldachschlucht mehrere 1—2 m grosse Seelaffenblöcke (vrgl. auch „Beiträge", 19. Lieferung, pag. 110), die offenbar nicht von der bei der Brücke anstehenden Felsart herrühren können, sondern vom Rossbühl stammen müssen und uns deutlich genug eine von O nach W gerichtete Bewegung des Eises bezeugen.

In dem westlich der Goldach gegen Speicherschwendi und Hub ausgebreiteten Erraticum fand ich bis jetzt keine Muschelsandsteine.

Ueber den Eisstrom, der von Osten über St. Gallen, Flawil-Wil sich verbreitet haben muss, geben die Moränen genügend Aufschluss, welche Gutzwiller zuerst im Zusammenhang kartirt hat (Jahresbericht der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft pro 1871/72).

Dass diese Eismasse die linke Flanke der zwischen Bregenz und Rheineck vorstossenden Gletscherzunge darstellt, welche den Rorschacherberg mit der Seelaffenzone berührt haben muss, lehrt das Vorkommen dieses Gesteins an Stellen, wohin es unmöglich durch Wassertransport gebracht worden sein kann.

Ich fand es in ziemlicher Anzahl in dem reichen Erraticum östlich von Neudorf bei St. Gallen, theils bei den Moränen an der Rorschacherstrasse, theils bei den Kiesgruben zwischen dieser und der Strasse von Schachen, meist nur einige Decimeter gross.

Ferner kommen Seelaffenblöcke zum Vorschein zwischen Niederuzwil und Henau, sowie westlich von Niederuzwil (14. Lieferung, pag. 125).

Im verflossenen Sommer gelang es mir, in dem Steinbruche der Kalknagelfluh von *Oberdorf* (zwischen Winkeln u. Gossau) bei ca. 665 m Meereshöhe prachtvolle *Gletscherschliffe* zu erkennen.

Die Nagelfluh ist ca. 30 m weit abgebaut, durchschnittlich 2 m mächtig und fällt mit ca. 4 ^{0} nach NW ein. Sie ist mit Schutt bedeckt, der an der geprüften Stelle folgendes Profil aufweist:

0,5 m Humus.

1—1,5 m mehr oder weniger geschichtetes und deutlich gewaschenes Erraticum.

1 m *Grundmoräne,* eine gelblich-sandig-lehmige Grundmasse, mit vielen kleineren Geschieben, auf denen die Ritzen zum Theil schon ausgelöscht sind. *Bruchstücke der anstehenden Nagelfluh fand ich nicht!!*

Eine über 100 cm^3 haltende Probe dieser Grundmoräne wurde sorgfältig geschlämmt. Darnach besteht sie aus:

Grober Kies	von	14—35	mm	Korn,	30	Vol. %
Feiner „	„	4—11	„	„	9	„
Grober Sand	„	0,5—4	„	„	11	„
Feiner Sand	„	unter 1	„	„	20	„
Steinmehl					30	„

Mithin machen die höchstens 4 mm messenden Gemengtheile $^3/_5$ der ganzen Masse aus.

Ich spülte nun die Schichtflächen der Nagelfluh sorgfältig so lange ab, bis der ganze glaciale Detritus entfernt war, und suchte in der Fortsetzung der Ritzen eine möglichst lange gerade Linie zu erhalten, deren Richtung je mit dem Compass bestmöglich eingemessen wurde. Die Stelle war leider schwer zugänglich, und ich konnte nicht mehr als 2 brauchbare Bestimmungen ausführen, die mit Anwendung einer west-

lichen Declination von 13,7° folgendes reducirtes Streichen ergaben:

a. 6 Grad von O nach S.

b. 2,3 „ „ „ „ „

Der Gletscher musste sich also fast genau ost-westlich bewegt haben. Leider sind die übrigen Schichtenköpfe von einer Schutthalde des Erraticums bedeckt, so dass noch weitere Messungen nicht vorgenommen werden konnten.

Bemerkenswerth ist, dass das Eis, welches bei seiner Hauptausbreitung hier mindestens 300 m dick war, den Felsen kaum angegriffen hat.

Die *Umgebung von Wil*, *Sirnach* und *Münchwilen* wird die Aufmerksamkeit jedes Topographen und Militärs auf sich ziehen. Ihr Relief drängt den Geologen zu vielen Fragen: ob das alte Serpentinenthal von Turbenthal über Bichelsee, Dussnang und Rickenbach mit der Thurstrecke Wil-Bischofszell in Zusammenhang gestanden, ob es über das Pliocen hinausgereicht, ob die Strecke Schwarzenbach-Münchwilen nicht einst ein Verbindungsstück statt einer Wasserscheide gewesen etc. Viel leichter und bestimmter zu erklären sind die Terrassen Wil-Oberstetten und das Dreieck Wil-Münchwilen-Sirnach. Es sind glaciale und postglaciale Bildungen, worüber uns Gutzwiller zuerst ausführlich belehrt hat. Bei Wil begegneten sich der mächtige Toggenburger-Arm des Sentis-Speergletschers und der Strom Rorschach-Wil des Rheingletschers. Jener hinterliess bei seinem Rückzuge die unzweifelhaften Moränen von Batzenheid, und von diesem wird die wallartige Böschung Bronschhofen-Bild westlich von Wil mit einer gegen Münchwilen concaven Seite auf den Karten als Moräne verzeichnet. Der stolze Wall, auf welchem das Städtchen Wil steht, scheint nach Gutzwiller „der Rest einer Moräne zu sein“, ohne dass er als solche in die Karte eingetragen wurde.

Mit Recht wendet dieser Forscher den Begriff Moräne nicht so ausgiebig an, als manche andere (19. Lieferung, pag. 118 und 119).

Verfolgen wir auf Blatt Wil (Siegfried Nr. 72) oder Dufour IV, was sich letztes Jahr festsetzen liess.

Der Wall von Wil schliesst sich an die Westabdachung des Nieselberges an, welche wie auch der Südfuss desselben mit ächtem Erraticum bedeckt ist. Auf solchem steht das Capuzinerkloster und zwar übereinstimmend mit dem höchsten Theil des Städtchens (Platz vor dem Hofe) bei 605 m. Beide sind durch eine Einsenkung von etwa 7 m geschieden. Der grösste Theil des Städtchens liegt isolirt auf einer vom Nieselberg von NO nach SW streichenden Zunge, die durch Curve 590 abgegrenzt wird. Das SW-Ende liegt etwa bei Isohypse 580. Nirgends am Fuss ist anstehendes Gestein. Dieses wurde nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Fürsprech Bannwart bei der Fundamentirung der steinernen Brücke über das Gerbebächlein nordöstlich von Wil in Form einer Mergelbank gefunden, mithin bei ca. 581 m oder 580 m. In und um das Städtchen beobachtete man — namentlich früher — zahlreiche kantige Findlinge des Rheingletschers, die zu Wehrsteinen, Treppenstufen, Fundamenten etc. gerne verwendet wurden. Bei der Anlage des Hydrantennetzes, welche von Herrn Bannwart officiell beaufsichtigt wurde, begegnete man Sand, Kies, lehmigem „Schleimsand", grossen Steinen in einer Lagerung, welche die „Mithülfe von Wasser" voraussetzt.

Nördlich von Wil, wenige Meter westlich vom Waisenhause bei 610 m traf ich schräg geschichtetes bis ungeschichtetes Quartär, worunter *zwei Seelaffen,* der eine Block mit 70,45 und 30 cm voll von Austern, der andere 20 cm, erfüllt von Cardien; daneben Glimmer- und Talkgneisse, Diorit, Juliergranit, Verrucano, Jura-, Kreide- und Molassegesteine, die

meisten ohne Schrammen, matt. Etwas westlich von dem kleinen Weinberge derselben Abdachung bei 585 m war wieder schräg geschichteter Kies mit grösseren und wenig geritzten Gesteinen. Dagegen zeigte sich bei der Kreuzstrasse zwischen Bleiche und Bahnhof bei 586 m, umrahmt von Curve 580, ächtes Erraticum mit schönen glänzenden und geritzten Felsarten.

Nördlich vom Niveau 580 m gegen Bronschhofen und den Oelberg scheint überall Gletscherschutt zu liegen. Südwärts treffen wir solchen, das Wilerfeld überschreitend, erst diesseits Wilen. Etwas südlich der Kreuzstrasse zum Lerchenfeld 562 m beginnt sich das Terrain zu wölben und bei dem kleinen Stickereigebäude rechts am Strässchen (Ostende der Egg) ist typisches Erraticum des Rheingletschers angeschnitten mit polirten und gekritzten Gesteinen. Wilen ostwärts verlassend, kommt man zu 2 Häusern, von denen das östliche auf einem schön abgerundeten, niedern Hügel, mitten im Wiesengrunde steht, bei ca. 568 m. Zwischen diesen Gebäuden ist eine grosse Kiesgrube, aus ächtem Detritus des Rheingletschers bestehend, zum Theil mit grossen Blöcken, bald mit schön erhaltenen, bald mit mehr oder weniger ausgelöschten Ritzen; Kies und Sand sind da und dort geschichtet. Aus einem zähen, sandigen Lehm konnte ich einen 60 cm messenden *Seelaffenblock* frei machen mit deutlichen Schrammen.

Westlich von Rickenbach erhebt sich der schöne Rundhügel „Vogelheerd“ mit 586 m absoluter Höhe, dessen Basis bei ca. 563 m liegt. Weder an der Ost-, noch an der Südschürfung konnte ich tertiäres anstehendes Gestein wahrnehmen; die Erhebung selbst ist ächtes Erraticum.

Dasselbe ist der Fall mit dem Hügel 569 m südwestlich vom Dorfe. In der Nähe der Durchkreuzung der Toggenburgerstrasse mit der Toggenburgerbahn fand sich ein ziemlich

cubischer *Seelaffenblock* von 50 cm Kantenlänge mit Cardien und Austern.

Im Winkel zwischen den Linien der Vereinigten Schweizerbahnen und der Toggenburgerbahn, in der sogen. Steigwies, liegt ein ca. 15—20 m langes und etwa 2 m hohes, mit Rasen bedecktes *Nagelfluhriff*, mithin bei ca. 561 m. Dasselbe Gestein ist im Eisenbahneinschnitt südlich des Dorfes aufgeschlossen; seine obersten Bänke mögen bei ca. 556—557 m liegen. Um den Halbkreis zu schliessen, mag darauf hingewiesen werden, dass bei ca. 543 m die Bahnlinie auf anstehendem Felsen der oberen Süsswassermolasse der beiden Thurufer ruht. Ueber diesem Felsen ist schräg geschichtetes Quartär, bald mehr östlich, bald mehr nördlich einfallend, und selbst bei der postglacialen Terrasse von Freudenau konnte ich in den untern Partien geschichtete und ziemlich westwärts einfallende Geröllmassen wahrnehmen.

Die flachen Theile zwischen Wil, Rickenbach und Schwarzenbach-Oberstetten, etwa innerhalb der Isohypse von 580 m, sind ein ziemlich horizontal geschichtetes postglaciales Schwemmgebilde.

Aus diesen Beobachtungen geht einmal unzweideutig hervor, dass die Umgebung von Wil und der Untergrund des Städtchens selbst eine Ablagerung des Rheingletschers darstellen, mit der sich Schuttmassen des anstossenden Sentisgletschers aus dem Toggenburg in sehr geringem Masse gemengt haben, da charakteristische Gesteine jenes Eisstromes jedenfalls selten sind, während krystallinische Gesteine des Rheinerraticums bis Batzenheid gefunden werden.

Die grösseren Seelaffenblöcke bei Wil, Wilen und 700 m südlich Rickenbach kennzeichnen das betreffende Erraticum als ein Dépôt des über St. Gallen und Flawil westwärts vorgedrungenen Stromes. Berücksichtigt man die kaum zufällige

topische Anordnung der ächten erratischen Reste von Wil, Wilen, Vogelheerd und Steigwies, das Streichen und die entschieden nach NW schwach convexe Form des Wilerwalles, so wird man per Analogie zu der Gestalt der unzweifelhaften End- und Seitenmoränen östlich und westlich von St. Gallen zu der Vorstellung geführt, in jenen erratischen Vorkommnissen die schwachen Ueberreste einer bedeutenden Endmoräne zu erkennen. Sie ist demolirt und grösstentheils verwischt worden durch die energische Thätigkeit der glacialen Schmelzwasser und der postglacialen Gewässer des Thurflusses. Eine zusammenhängende breite Schuttdecke von über 600 m absol. Höhe müsste meiner Ansicht nach der Erosion ein viel stärkeres Hinderniss entgegengesetzt haben, und müssten durch dieselbe etwas abweichende Terrainverhältnisse geschaffen worden sein. Bestand aber ein Wall, so versteht man die Configuration des postglacialen Alluviums ohne Mühe.

Die sich zurückziehenden Eismassen verursachten bedeutende Schmelzwasser, welche von allen Seiten das Erraticum angriffen und wohl die quartären Schuttmassen zum Theil in schräg geschichtete Dépôts umlagerten, wie dies häufig an der Peripherie der Wiler Ebene beobachtet werden kann. Vor Allem waren es aber die gewaltigen Wasser der damals nothwendig viel höher fliessenden Thur, welche zerstörend einwirkten. Zwischen Jonschwil und Schwarzenbach in nordwestlicher Richtung heraustretend, griff der Hauptarm derselben in der Gegend des jetzigen Wilerfeldes die Moränentheile an, zerstörte sie und bespülte auch das hinterliegende Erraticum bis zum Damm Bild-Weinberg. Die Curve 580 bezeichnet ziemlich genau das Ufer des Flusses, indem nördlich derselben ächtes Erraticum ansteht, südlich davon aber während langen Zeiten die ausgeschlämmten Sand- und Kiesmassen als horizontale Bänke deponirt wurden. Sie stellen etwa die

Terrasse zwischen den Isohypsen 580 und 570 dar, während gleichzeitig das Plateau von Schwarzenbach-Oberstetten gebildet wurde. Durch Vergrösserung des Gefälls schnitt sich der Fluss mehr und mehr ein und bewegte sich nur noch zwischen 570 und 560 m, wodurch das grosse Wilerfeld entstand, als flache westliche Serpentine, welche in der Kiesgrube beim Wilerkappeli bei ca. 554 m Tiefe noch keine anstehenden Felsen aufweist. Später bildete die heutige Böschung Galgenrain-Weidli-Züberwangenstrasse das steile westliche Ufer der Thur. Freudenau, die Terrasse von Niederstetten und die Ebene bei Züberwangen repräsentiren die ehemalige Thalsohle des Flusses, der sich gegenwärtig daselbst innerhalb der Horizontalen von ca. 515 m bewegt.

Ein auch im Detail treues Bild der Landschaft zu erhalten, ist nur durch während vielen Jahren fortgesetzte Localstudien möglich.

Dann wird man auch im Stande sein, den als Moräne kartirten Wall Bild-Weinberg-Bronschhofen präzis zu charakterisiren. Zur Zeit meiner Begehung fehlten alle Aufschlüsse, und ich konnte mich in den Feldern nur von der erratischen Natur desselben überzeugen.

Ob diese Ablagerung in ursprünglicher Gestalt vorliegt, ist mir nicht ganz klar.

Dagegen besteht das Terrain Bild-Münchwilen-Sirnach vorherrschend aus durch Schmelzwasser schräg geschichtetem „glacialem Alluvium“ des Rheingletschers; häufig sind die Schrammen ganz ausgelöscht. Schon am Westfusse des Walles beim Bild, 565 m, kann diese Formation beobachtet werden, dann an der Landstrasse nach Münchwilen bei 547 m und der linken Abzweigung eines Strässchens nach Herrengut, ferner zwischen jener Cote von 547 m und Gloten, „im Sand“. So unregelmässig im Allgemeinen solche Dejectionen sind, so

ist für diese Gegend bemerkenswerth, dass die Schichtung häufig zwischen W und S einfällt. Erst im Mattrain, das heisst der oben besprochenen Süsswasserkalkbildung zwischen Münchwilen und Sirnach, trifft man wieder wohlerhaltenes ursprüngliches Erraticum.

Im Herbst 1876 (19. Lieferung, pag. 74) fand ich nach einem starken Regengusse den westlich der Landstrasse entblössten Wetterkalk theilweise gut abgewaschen, zugleich auffallend geglättet und mit einer Unzahl von Ritzen versehen, deren Streichen ich auf SSW-NNO taxirte.

Ich täuschte mich nicht. Der ganze Kalk ist daselbst vom Rheingletscher geritzt, sowohl östlich als westlich der Strasse in einer Ausdehnung von mindestens 120 m, und es wird diese Localität dadurch zur *bemerkenswerthesten im ganzen Gebiete des Rheingletschers.* Den Arbeitern entgingen diese „gehobelten" Gesteine nicht.

Ich suchte die Schrammen einzumessen, indem ich den Felsen sorgfältig abspülte (nicht abwischen!) und dann bisweilen 0,5—1 m lange Schrammen zu Visirlinien erhielt. Sie sind tadellos erhalten, und der Stein selbst ist an den härteren Partien deutlich polirt.* Da ich nur ganze Grade ablesen konnte, gebe ich im folgenden das durch 13,7° westliche Declination reducirte Streichen abgerundet.

a. Oestlichste Stelle:

0 Grad von S nach W.
1 „ „ „ „ „
2 „ „ „ „ „

b. Ca. 40 m westlicher:

6 Grad von S nach W.

* Probestücke sind im Museum in St. Gallen und der geologischen Sammlung des Polytechnikums niedergelegt.

c. Ca. 120 m westlich von a:

5 Grad von S nach W.
7 „ „ „ „ „
8 „ „ „ „ „

Die Bestimmung b ist am ungenauesten; diejenige unter a und c darf eine unter solchen Verhältnissen mögliche Genauigkeit beanspruchen. Fehler sind unvermeidlich. Im Vergleich zu andern Messungen, namentlich in Deutschland (Zeitschr. der deutsch. geol. Ges., 35. Bd., 1883) ist zu erwarten, dass vermöge der Plasticität des Eises noch andere Richtungen constatirt werden könnten, und ich lege auf die auffallende Winkelvergrösserung von Osten gegen Westen keinen besonderen Werth. Doch darf in Anbetracht der relativ grossen Schliffläche und von 6 gut bestimmten Richtungen als genügend festgestellt angesehen werden, dass hier kaum die Wirkung unseres St. Galler-Armes vorliegt, sondern vielmehr diejenige einer Eismasse, welche zwischen den Molassehöhen Tobel-Nollen und Immenberg-Sonnenberg aus dem oberen Lauchethal vorgestossen ist. Mit Gutzwiller erkenne ich die Grenze zwischen Rhein- und Sentis-Erraticum bei Dussnang. (Bei Wies beobachtete ich noch einen Dioritblock mit Euritgang, bei Anwil Diorite und Granite aus dem Val Puntaiglas). Dann möchte man geneigt sein, jenen moränenartigen Wall bei Bild-Weinberg mindestens theilweise diesem Arme zuzuschreiben, und würden die schräg nach SW (Sirnach) einfallenden glacialen Alluvionen einen Fingerzeig geben über die Bewegung der Schmelzwasser längs der Stirne des sich zurückziehenden Eises.

Ueber dem geschliffenen Kalke liegt 1—2 m mächtig ein ungeschichtetes, sehr compactes und schwierig abzubauendes Erraticum, das vorherrschend aus gelblichem sandigem Lehm mit eingestreuten polirten und gekritzten (oft matten) Ge-

röllen von durchschnittlich 1 dm Durchmesser besteht; da und dort erscheinen solche von 1—6 dm, vorherrschend alpine Kalke, subalpine Molasse, aber auch Granit, Diorit, Hornblendegneiss, Talkschiefer etc.

Das ist die *Grundmoräne.*

Zwei aus den unteren 2 dm entnommene Proben, zusammen 456 cm³, wurden einer Schlämmanalyse unterworfen, wodurch sich folgende Zusammensetzung des Materiales ergab:

a.	Etwa 72 eckige bis abgerundete Stückchen *des anstehenden Kalkes von 2—11 mm Korn*	0,45 Vol. %
b.	*Grober Kies von 12—34 mm,* geritzt, meistens matt, aber kantig, mit Ausnahme von unzweifelhaften Nagelfluhgeröllen *mit erhaltenen Eindrücken.* Die 37 Stücke vertheilen sich auf 26 alpine Kalke, 4 Oelquarzit und Quarzit, 1 Gneiss, 6 Conglomerate und Sandstein	16,21 „
c.	*Feiner Kies von 3—10 mm,* matt, mit und ohne Ritzen, 3—4 bis 5-kantig: Kalke, Jaspis, Hornstein, Milchquarz, Sandstein	6,75 „
d.	*Grober Sand von 1—3 mm Korn,* kantig	3,15 „
e.	*Feiner Sand, unter 1 mm bis 1,5 mm,* kantig	8,10 „
f.	Steinmehl	65,31 „

wovon:

1) in erwärmter Salzsäure löslich 38 %
2) „ „ „ unlöslich 62 „

Der grösste Theil dieses Schuttes besteht somit aus dem zum Theil im Wasser suspendirten und die „Gletschermilch“ bildenden Steinmehl.

Die mechanische Erosionsthätigkeit der Gletscher in Form eines Abhobelns findet durch a. keine Stütze; dagegen

lernen wir auch aus diesem Beispiel in b. die Herkunft der Gerölle mit Eindrücken unserer löcherigen Nagelfluh verstehen.

Gletscherschliffe sollten offenbar am ehesten am Jura zu erwarten sein. Messungen liegen leider keine vor. Schalch (19. Lieferung, II. Theil, pag. 129) erwähnt solche „unterhalb der Lochmühle bei *Eigeltingen*“, westlich von Stockach. R. Gerwig will an der „Südostecke des *Hohentwiel* bis zu 570 m Höhe abgerundete und geglättete Felswände“ beobachtet haben (Der Hohentwiel v. Fraas, Paulus u. A. 1882, pag. 7). Schöne Schrammen wurden auf weissem Jura bei *Jestetten* südwestlich von *Schaffhausen* von Merklein entdeckt; während Kinkelin (Ueber die Eiszeit 1876, pag. 12 und 44) das Streichen mit „rein Süd-Nord“ angibt, bezeichnet es L. Würtenberger (Aus der Natur, neue Folge Bd. 43, pag. 593. Leipzig 1871) als Südsüdwest-Nordnordost.

Mithin verfügen wir zur Zeit erst über zwei wirklich gemessene Schliffstellen im schweizerischen Theile des Rheingletschers.

Beim Anblick von Blatt II der Favre'schen „Carte des anciens glaciers de la Suisse“ in 1:250,000 gewahrte ich nicht ohne Befremden eine grosse Einförmigkeit im Gebiete des Kantons Thurgau; erratische Blöcke sind nur einige verzeichnet, während solche noch in den letzten 20 Jahren gewiss zu Dutzenden von erheblicher Grösse und überall hätten beobachtet werden können. Um dadurch zum mindesten nicht solche Naturfreunde, welche sich weniger mit diesem Gegenstande beschäftigen können, irre zu leiten, will ich wenigstens die Seelaffenblöcke kartiren, sammt den von mir besuchten und schon von Gutzwiller bezeichneten Moränen. Nach Deicke,

Schalch und Gutzwiller sind Muschelsandsteine vom Rorschacherberg gefunden worden im:

Höhgau: Welschingen, an der Strasse zwischen Neuhausen und Ehingen, oberhalb des Rebberges von Weiterdingen, an der Strasse von Weiterdingen nach Homball, Bleiche nördlich von Stein u. a. O. (Schalch). Der Hussenstein bei Constanz wurde im Eisenbahneinschnitt bei Allensbach (Untersee) entdeckt (Deicke in L. Jahrb. f. Min. 1868).

Thurgau: „Oberhalb Ermatingen und westlich dem Wolfsberg“ ragt ein Block von 2 m Höhe und 8 m Länge aus dem Boden; Gschmell zwischen Müllheim und Illhard (Gutzwiller). Ich füge bei: Reckenwil westlich von Homburg auf dem Seerücken mit 60 und 50 cm.; Märwil, oberes Lauchethal, 1 m; im Brandertobel, zwischen Schönholzerswilen und Neukirch, 0,7 m.

Zürich: Dynhard nordöstlich von Winterthur (Gutzwiller).

Will man sich übrigens an eine genaue Gliederung unseres Diluviums machen, was nicht ausbleiben kann, so wird man, da die Glacialtheorie festgewurzelt ist, auch den kleineren Geschieben die gebührende Aufmerksamkeit schenken müssen, wobei die Zahl charakteristischer Findlinge sich erheblich vergrössern wird.

IV.

Kalktuffe im Toggenburg und verwandte Bildungen anderer Orte.

Aus dem schweizerischen Molassegebiet sind über 70 grössere Tuffablagerungen als Absatz kalkführender Quellen bekannt geworden und wären bei hunderten von Localitäten anzuführen, wo dieser Vorgang im grösseren oder kleineren Massstabe jetzt noch stattfindet. Vergleicht man die bezüglichen *Fundorte* miteinander, so wird man bemerken, dass

weitaus die meisten derselben und zum voraus die grösseren bauwürdigen Absätze im glacialen Diluvium liegen. Dasselbe ist der Fall in der schwäbisch-bayerischen subalpinen Zone. Da indessen das Erraticum oder auch der postglacial deponirte Schotter sehr verbreitet ist, müssen erst gewisse Bedingungen erfüllt werden. Eine ausgedehnte Humus- und Vegetationsdecke, vornehmlich Wälder, sind erfahrungsgemäss reiche Kohlensäureproducenten, zugleich kräftige Condensatoren der atmosphärischen Wasserdämpfe, tüchtige Quellenbildner. Nur solche Terrains, die gleichzeitig grössere Quellen oder Quellbäche mit viel Kohlensäure liefern, können leicht grössere Tuffabsätze erzeugen. Ist das betreffende Quellengebiet zugleich Glacialschotter, der bekanntlich weitaus zum grössten Theil aus dichten, weniger aus krystallinischen Kalksteinen besteht, so treffen die zahlreichen mit Kohlensäure beladenen Sickerwasser nicht bloss vorherrschend Kalkstein in der leichtlöslichsten Form an, sondern dieser selbst bietet dem Lösungsmittel eine ganz ausserordentliche Oberfläche dar, so dass das durchrieselte Diluvium einem riesigen Digestionsapparat zu vergleichen ist und ungleich grössere substantielle Verluste erleidet als Kalkbänke anstehenden Gesteins. Die angefressenen bis total ausgehöhlten Geschiebe im Erraticum und der sogenannten löcherigen quartären Nagelfluh sind uns Beispiele für die energische chemische Erosion, welche im Verborgenen stattfindet.

Das *Absatzgebiet* aller grösseren Tuffbildungen zeigt ferner übereinstimmende Verhältnisse.

Die Quelle erscheint in den unteren Partien des Quartärs oder an der Grenze desselben mit der anstehenden Molasse, in allen Fällen an dem Steilufer eines Baches, über welches nun das harte Wasser sanft herunter rieselt oder in Form eines Falles herabstürzt. Alle grossen Tuffsteinbrüche müssen

demnach in Tobeln und Schluchten, an Steilufern gesucht werden. Ausnahmefälle, besonders ausländische, werden unten besprochen werden.

Endlich kommt es darauf an, die *Ausscheidung des Kalkes* zu beschleunigen und die zahlreichen Hülfsmittel kennen zu lernen, womit die Natur in relativ kurzen Zeiträumen wahrhaft Grossartiges zu leisten vermag.

Da alle diese Erscheinungen schweizerischer Vorkommnisse noch nie zusammenhängend oder kritisch dargestellt worden sind, erlaube ich mir, hier die Resultate zahlreicher bezüglicher Untersuchungen mitzutheilen.

Zu den ältest bekannten Tuffbildungen gehören diejenigen im *untern Toggenburg* (Thurthal). Nicht nur fand der Stein schon vor 50 Jahren reichlichen Absatz im benachbarten Thurgau zur Erstellung von Brücken, sondern wie überall zeigen die Mauern der Burgruinen die Verwendung desselben an. Der massive Kirchthurm von Mosnang besteht aus Tuffstein. Wann er erbaut worden und woher das Material bezogen wurde, weiss man nicht. Batzenheid wird schon im achten, Mosnang im neunten Jahrhundert erwähnt. (Am Gonzenbach bei Winkeln, nördlich von Mosnang, wird Kalktuff gebrochen.)

Dem Kanton gehören die Brüche von *Unterbatzenheid* an.

Die ganze Umgebung ist reich an trefflichen, kalkreichen Quellen, welche ohne Mühe die schönsten laufenden Brunnen erstellen liessen. Einige dieser Quellbäche entspringen dem Moränengebiete von Unterbatzenheid und münden zwischen Mühlau und Kornau in die Thur. Der südliche Bach tritt etwa bei 580 m östlich der Eisenbahnlinie an der Basis der südlichsten Moräne Eichbühl-Lehmgrub zu Tage. Bei ungefähr 550 m traf er die steil abfallende obertertiäre Nagelfluh und musste desshalb einen Wasserfall bilden. Es begann die Ausscheidung von einfach kohlensaurem Kalk, wesentlich

unterstützt durch die reiche Moosvegetation, die hauptsächlich aus *Hypnum commutatum* Hedw. und *H. filicinum* L. besteht, so gut ich bei meinem Besuch noch erkennen konnte. Die Tuffbildung ging auf dem Felsen und oben bei der Bachmündung vor sich, so dass oben eine schwach geneigte, mehr oder weniger deutlich dreieckige Ebene entstand, auf welcher sich das Wasser vertheilt. Dies ist der Oberflächentheil eines Schuttkegels und dieser *obere oder südliche* Bruch ist mithin als ein vorherrschend chemisch deponirter Schuttkegel aufzufassen, in welchem nur spärlich Gerölle eingebettet sind, die je bei starken Regengüssen hereingeschwemmt wurden.

Der *untere* Bruch gegenüber der Kornau lehnt sich an eine steile Nagelfluhwand (linkes Thurufer) an und wurde durch einen Quellbach der grossen Moräne des Dorfes Unter-Batzenheid erzeugt. Er ist ebenfalls vorherrschend Moostuff, weniger Sinter und war zweifelsohne einst mächtiger als der obere Bruch.

Fast in der Mitte zwischen diesen zwei stark reducirten Tuffbildungen steht eine beträchtliche *Neubildung* an, welche für die Entwicklungsgeschichte dieser Alluvionen willkommenes Material lieferte.

Der Untergrund ist dasselbe obertertiäre Conglomerat. An demselben breitet sich der Tuff auf 4—6 m Höhe und 1—3 m Breite aus. Die Oberfläche ist ein Moosteppich, über welchen bei meinem Besuche das Wasser in zahlreichen feinsten Adern rieselte.

Er wird vorherrschend aus *Bryum pseudotriquetrum* Schwgr. und *Eucladium verticillatum* B. S. gebildet; gegen die Basis und namentlich im stärker bewegten Traufwasser wächst üppig *Hypnum commutatum* Hedw. und zerstreut *H. filicinum* L. Vielleicht ist *Trichostomum tophaceum* Brid. ebenfalls vertreten. (Ich fand keine vertilen Sprosse zur

sichern Bestimmung!). Die ersten vier Moosspecies, besonders Hypnum, sind ganz ausgezeichnete Tuffbewohner und werden von allen grösseren Tufflagern als solche signalisirt, u. A. von Eulenstein (Tuff von Urach, Württemb. Jahreshefte, 22. Jahrgang, 1866) und Pokorny (Die geolog. Bedeutung der Laubmoose. Wien 1865).

Verschiedene Gefässpflanzen haben sich da und dort angesiedelt, wie *Agrostis stolonifera* Koch, *Saxifraga rotundifolia* L., *Adenostyles albifrons* Rchb., *Geranium Robertianum L.*, *Angelica sylvestris* L., *Chœrophyllum hirsutum* Koch, und *Marchantia* sucht da und dort die Laubmoose zu verdrängen.

An zwei superponirten Stellen sind schöne Nischen oder Höhlen, deren Dach durch überhängenden Tuff gebildet wird. An jenem sind an kleinen Vorsprüngen Stalaktiten entstanden, und auf dem Boden stehen kleine Stalagmiten auf incrustirtem Hypnum oder Rhizomtheilen von Gefässpflanzen. Die Hinterwand ist fast rein übersintert. *Hypnum commutatum* wird fiederartig gleich einem Tannenreis übersintert; Halme von *Agrostis*, abgestorbene *und lebende*, sowie Rhizome und Wurzeln werden cylindrisch vom Kalk des Tropfwassers umhüllt, gleichviel, welches ihre Stellung sei.

Offenbar kann der überhängende Tuff mit seiner Moosvegetation die Nische allmälig total schliessen, und es entstehen jene Hohlräume, die man an Tuffsteinblöcken schon durch Anschlagen mit dem Hammer errathen kann und die beim Oeffnen genau Sinterwand, Tropfsteine, fiederartige Zweige („Chräs" = „Reisig" der Arbeiter) zeigen.

Die akrokarpischen Moose liefern aufrechte Säulchen mit abstehenden Dornen oder Zapfen, Korallenbäumchen nicht unähnlich.

Den Vorgang der Kalkablagerung will ich weiter unten

besprechen, um vorerst noch eines zweiten, grösseren Bruches zu erwähnen.

Etwa $^1/_2$ Stunde hinter *Libingen,* im Gebiete der Kreuzegg, wird in der Nähe der Engelschwandalp seit 1880 eine Tuffsteinbildung abgebaut, die zum Theil das Material für die St. Leonhardskirche in St. Gallen lieferte und sich eben noch in einem Zustande befindet, welcher genügenden Aufschluss über den Aufbau derselben gestattet. Auch sie lehnt sich an eine Nagelfluhwand des linken Ufers eines Baches an und war durch ein in der Mitte vorstossendes Riff ursprünglich zweigetheilt. Begibt man sich auf den oberen Rand, so findet man bald den kräftigen Quellbach, dessen Wasser aus dem Gletscherschutte quillt und sich zunächst in einem Teiche zu einem sehr klaren Becken sammelt, dessen Abfluss theils zum Turbinenbetrieb der Steinsäge, theils zum Abschwemmen des krümeligen Schuttes verwendet wird. Thalwärts folgt auf jenen Teich als Spitze eine sehr sanft geneigte, dreieckige Ebene von ca. 1000 m^2 Inhalt, an deren ca. 70 m messenden Grundlinie der Steinbruch steil zum Bach abfällt. Jener Boden war mit Fichten bestockt. Unter dem Humus tritt aber der Tuff hervor. Hier liegt also der *Schuttkegel* noch schön erhalten vor. Alle grossen Tuffablagerungen zeigen oben eine Ebene, eine Art Thalboden, über welche der Quellbach in vielen Armen gleich einem Fluss innerhalb eines Deltas sich verzweigt. So beschreibt Eulenstein die Tuffbildungen des Uracher Wasserfalles (l. c.), und Pokorny (l. c., pag. 19) berichtet von einer entsprechenden oberen „horizontalen Fläche“ eines Bruches von Scheibbs, welche mit Landhäusern und Grundstücken bedeckt ist.

Ueber die Pflanzen, welche sich an der Tuffbildung bei Libingen betheiligt, konnte ich des flächenreichen und bis oben stossenden Abbaues wegen nicht ausgiebige Daten sammeln.

In den Rinnsalen des abfliessenden Wassers gedeiht da und dort üppig *Hypnum commutatum* Hedw., welches sich an allen befeuchteten Stellen ansiedelt, wo menschliche Thätigkeit einige Zeit ruht. Unterhalb der Decke, d. h. am oberen Rande, konnte ich noch einzelne Nischen und überhängende Tuffdecken begehen, um dieselben Verhältnisse zu constatiren, wie ich sie von Batzenheid beschrieben: Sinter und Tropfsteine; im Moosteppich: *Bryum pseudotriquetrum* Schwgr., *Eucladium verticillatum* B. S., etwas *Philonotis calcarea* Schimp., *Barbula fallax* Hedw., versinterte Rhizome von *Adenostyles albifrons* Rchb., *Petasites officinalis* Mönch. und als Ansiedler *Geranium Robertianum, Agrostis, Saxifraga rotundifolia* etc.

Im Uebrigen zeigt auch hier der Stein Höhlen, gefiederte und korallenartige Bildungen, Stalaktiten und Stalagmiten, prächtigen, oft 6—10 cm starken, schwach gelblichen Sinter („Glas"), eingestreute Rollsteine und Gehäuse von Landschnecken aus den Gattungen *Helix (H. arbustorum* L.*)*, *Fruticola, Hyalina, Clausilia* etc.

Im Allgemeinen bleibt sich der Charakter der Tuffbildungen in unserem Molassegebiete gleich, so dass es ganz überflüssig wäre, weitere Beispiele zur Besprechung herbeizuziehen.

Ich gehe desshalb über zur Beantwortung der Frage: *Wie ist der kohlensaure Kalk abgeschieden worden?*

Ueber die fast überreiche Litteratur dieses Gegenstandes geben Aufschluss: Bischof, Lehrb. d. chem. u. phys. Geol.; Roth, Allgem. Geol.; Senft (Ausland 1870 u. 1878, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1861, Synopsis d. Min. u. Geol.); Credner, Elem. d. Geol.; Tschermak, Mineralogie etc.

Alle Forscher scheinen darüber einig zu sein, dass der kohlensaure Kalk als saures oder doppeltkohlensaures Cal-

cium, als *Calciumbicarbonat* [$CaH_2(CO_3)_2$] in dem Wasser *gelöst* vorkommt.

Das Kohlendioxyd, durch Mischung mit reinem Wasser zu Kohlensäure verwandelt, vermag der Reihe nach zu lösen: kohlensauren Kalk und kohlensaures Baryum, dann kohlensaures Eisen- und Manganoxydul, hierauf Magnesiumcarbonat und am schwierigsten Calciumphosphat.

Unsere Gewässer werden in der Regel nur Carbonate des Calciums und Eisens oder Magnesiums führen, häufig nur die beiden ersteren. Dazu können aber noch lösliche Salze anderer Säuren, namentlich Sulphate und die der Quell- und Quellsatzsäure kommen. In den meisten Fällen sind also die Gewässer ein Gemisch von Salzlösungen, abgesehen von in denselben suspendirten unlöslichen und mehr oder weniger indifferenten anorganischen und organischen Partikelchen; desshalb mögen die entsprechenden Processe in der Natur etwas abweichend verlaufen von den in Laboratorien durch Versuche mit reinem Wasser und vielleicht nur einer Gattung von Salzen erhaltenen Regeln; allein im Allgemeinen werden die experimentell festgestellten Thatsachen in Verbindung mit den zahlreichen Detailbeobachtungen im Felde einen ausreichenden Commentar liefern.

Die gelöste Menge obiger Carbonate wird ziemlich proportional der im Wasser gelösten Menge Kohlensäure sein (vgl. Engel in Comptes Rendus, Bd. 93 und 100). Die letztere richtet sich ausser nach dem übrigen chemischen Zustande des Wassers nach Druck und Temperatur in der Weise, dass die Absorption mit dem ersteren nahezu proportional, mit der letzteren umgekehrt proportional stattfindet.

Um aus dem Wasser den *einfachen und sehr schwierig löslichen kohlensauren Kalk abzuscheiden*, muss je einem Molekül Calciumbicarbonat ein Molekül Kohlensäure, resp. Kohlen-

dioxyd entzogen werden, und wir haben somit den Hülfsmitteln nachzuspüren, womit die Natur dies erreichen kann.

A. *Das saure Salz wird durch Neutralisation desselben mit einer Basis unlöslich gemacht.* Wenn dieser Process in der Natur kaum eingeleitet wird, so ist es von Interesse zu erfahren, dass Miron und Bruneau die Bildung von schönen Calcitrhomboëdern an der Ausflussröhre einer Wassertrommel beobachteten, durch welche sie Flusswasser mit Calciumbicarbonat und ammoniakhaltige Luft strömen liessen. (Chem. Centralblatt 1882, pag. 643.)

B. *Das Calciumbicarbonat ist eine sehr lockere und unbeständige Verbindung, so dass schon geringe physikalische Veränderungen der Umgebung genügen, um eine Zerlegung hervorzurufen.*

1. Nach dem Absorptionsgesetz muss eine Druckverminderung die Bildung des Bicarbonates verzögern und bereits unter grösserem Atmosphärendrucke entstandenes zerlegen, ähnlich wie die Bildung des Oxyhämaglobins bei sehr niederem Druck unmöglich ist oder bereits gebildetes unter der Luftpumpe in Sauerstoff und den betreffenden Blutfarbstoff zerfällt. Hierauf gründet sich der Kalkabsatz so vieler Quellen.

2. Jede Erniedrigung der Temperatur begünstigt die Entstehung des Bicarbonates, woraus sich zum Theil die Klarheit der Gewässer zur Winterszeit erklärt. Umgekehrt zerfällt das Bicarbonat bei höherer Temperatur. Wird Wasser in einem Kolben mit Anwendung eines Rückflusskühlers erwärmt, um Substanzverlust zu vermeiden, so wird man hernach beim Stehenlassen und Abkühlen das bekannte Kalkhäutchen oder gar ein Sediment finden. Dasselbe zeigt sich nach und nach in einer verschlossenen,

etwa halbgefüllten Flasche, die man einige Zeit der Sonnenwärme aussetzt.

3. In der Natur ist mit der Temperaturerhöhung eine grössere *Verdampfung*, eine vermehrte Molecularbewegung des Wassers verbunden, und es wirken Wasserentzug, grössere Bewegung desselben und Temperaturerhöhung oft mit Druckverminderung zusammen.

Schon eine energische, mit Zertheilung begleitete Bewegung eines mit Calciumbicarbonat versehenen Wassers scheint jenes zerlegen zu können. Wenn ich eine mittelst Glasstöpsel gut verschliessbare und etwa zu $^2/_3$ mit hartem Wasser gefüllte Halbliterflasche bei ca. 10° C. eine Stunde lang schüttelte, zeigte sich nachher, nachdem die Flüssigkeit zur Ruhe gekommen, in der Mitte des Niveau ein Kalkhäutchen, während mehrere Proben desselben Wassers in verschlossenen Gefässen in der gleichen Zeit unverändert blieben. Das Wasser war stets klar.

Alle, die Verdunstung begünstigenden Einflüsse müssen die Kalkausscheidung beschleunigen:

Möglichst grosse Oberflächenbildung des Wassers durch feine Zertheilung wie in Gradirwerken, geringe Tiefe und möglichste Breite eines Rinnsals, jede Verzögerung der Geschwindigkeit durch Steine, Wurzeln, Serpentinenbildung oder capillare Widerstände, Verticalströme in stehenden Gewässern in Folge von Druck- und Temperaturdifferenzen am Grund und dem Niveau (vgl. Wettstein, Geologie von Zürich 1885) etc. etc.

Gewöhnlich wird der Absatz durch gleichzeitige Erfüllung mehrerer dieser Bedingungen erfolgen und in allen Fällen um so gleichartiger, je gleichmässiger und ruhiger die Vorgänge stattfinden.

C. *Das Calciumbicarbonat wird durch den Lebensprocess der im Wasser lebenden Chlorophyllpflanzen gespalten,* und der Absatz des kohlensauren Kalkes ist das Ergebniss eines physiologischen Vorganges.

Diese Anschauung ist namentlich durch *Cohn* (N. Jahrb. für Min. 1864, pag. 540 ff.) in seiner interessanten Arbeit „Ueber die Entstehung des Travertins in den Wasserfällen von Tivoli bei Rom“ zuerst eingehend vertreten und seither von Botanikern, Mineralogen und Geologen adoptirt worden. Freilich bedauert Cohn selbst, seine Auseinandersetzungen auf die Prüfung eines sehr geringen Materiales stützen zu müssen, nämlich auf „nur ein 15 cm langes Stück einer Brombeerranke, sowie ein 10 cm langes Stück eines Stengels von *Clematis vitalba*“, die er übersintert aus dem Flusse gezogen.

Zur Orientirung diene, dass der Aniene (Anio der Alten) als linker Zufluss der Tiber aus einem kalkreichen Gebirge kommt und bei Tivoli einen Wasserfall bildet, woselbst grossartige Tuffbildungen deponirt wurden, die unter dem Namen *lapis tiburtinus* zu gewaltigen Bauwerken in Rom Verwendung fanden. Diese Tuffe heissen jetzt *Travertin.* Man sieht, die topische Anlage stimmt mit derjenigen unserer Tufflager überein. Die Masse selbst scheint theilweise aus Stengeln oder Cylindern zu bestehen, die auf dem Querschnitt concentrische Kreise zeigen und zwar nach Leop. v. Buch (Geogn. Beob. Bd. II, Rom 1809, pag. 21 ff.) „einige Linien faserig, dann isabellgelbe zerreibliche Kalkerde, dann wieder faseriger Sinter und so in Abwechslung fort“. Diese Stengel haben einen axialen Canal; diesen, vermuthet man, sollten Schilfrohrstengel erfüllt haben, obschon es auch Cohn nicht gelang, solche nachzuweisen und die genauere Besichtigung der Localität überhaupt nicht für eine ehemalige Phragmitesvegetation spricht.

Will man überhaupt in Tuffen Pflanzenresten nachspüren, so wird man sich mit Cohn davon überzeugen, dass sie rasch vermodern und kaum Spuren zurücklassen. Alle Forscher haben diese Erfahrung gemacht, und desshalb musste auch Cohn einsehen, „dass man über die Betheiligung der Pflanzen an der Tuff- und Travertinbildung nur dann ein zuverlässiges Urtheil zu fällen vermag, wenn man jüngere, in neuester Zeit gebildete Lager zu untersuchen im Stande ist".

Ob dieser Forscher seither dazu Gelegenheit gehabt hat, ist mir nicht bekannt.

In allen Fällen wird man Tuffproben langsam in kalter Salzsäure lösen und den Rückstand mikroskopisch prüfen. An den beiden im Flussbette gesammelten Rubus- und Clematiszweigen konnten mit blossem Auge Vegetationsspitzen von *Fissidens crassipes* Wilson und *Amblystegium irriguum* Wils., sowie ein grünlicher Ueberzug wahrgenommen werden. Jene Moose bewohnen auch Bäche von Deutschland. Dieser Ueberzug namentlich restirte bei der Zersetzung des Tuffes als Filz, in welchem Cohn Oscillarineen erkannte:

Hypheothrix Nægelii Ktz.; Dicke 0,004—0,007 mm.

(Hypheothrix Kohleri Næg.)

Leptothrix tiburtina Cohn, graublau; Dicke 0,0015 mm.

Durch Vermodern der überrindeten Stengel entstehen die hohlen Cylinder, deren concentrische Bildung von dichtem oder crystallinischem Charakter Folge der verschiedenen Beschaffenheit des Flusswassers nach den Jahreszeiten sei.

Aus dem Nachweis obiger Pflanzenformen kommt Cohn zu dem Schlusse, dass dieselben *„die primäre Veranlassung zur Entstehung der Travertincylinder gegeben", indem sie dem Wasser Kohlensäure entziehen und dadurch einfachen kohlensauren Kalk an ihrer Oberfläche ausfällen,* wie er sich wiederholt ausdrückt.

Vergleichen wir nun mit diesen Daten unsere hiesigen Vorkommnisse.

In Uebereinstimmung mit den Beschreibungen von grösseren Tuffbildungen an Bach- und Flussufern, Wasserfällen etc., aus alpinen und ausseralpinen Gebieten muss *gewissen Laubmoosen* ein wesentlicher Antheil zugeschrieben werden. Es werden genannt:

Hypnum commutatum Hedw., *H. filicinum* L., *Gymnostomum curvirostrum* Hedw., *Eucladium verticillatum* Br. et Sch., *Trichostomum tophaceum* Brid., *Bryum pseudotriquetrum* Schwgr. Von Eulenstein werden noch angeführt: *Rhynchostegium rusciforme* B. S., *Gymnostomum calcareum* N. et H., *G. rupestre* Schw. und *Brachythecium rivulare* B. S.

Die ersten sechs sind hauptsächlich thätig, und in erste Linie ist zweifellos das *Hypnum commutatum* zu stellen als Tuffpflanze par excellence.

Ueberall, wo über einen Damm, eine Stützmauer, einen Felsen oder aus einer Leitung hartes Wasser träufelt, sucht sich diese Pflanze unten anzusiedeln und nach und nach auf den übersinterten und abgestorbenen ältern Sprossen höher und höher zu bauen.

Es ist allbekannt, dass bei den meisten Moosen die ungeschlechtliche Vermehrung überwiegt, dass sie vermöge ihres *unbegrenzten Zelltheilungsvermögens an der Spitze* eines Sprosses so lange ausschlagen, als es die Lebensbedingungen nur gestatten, so dass die unteren Enden längst todt sind, während an den Spitzen lebenskräftige, assimilirende Axen vorkommen.

Alle Beobachter erwähnen in Uebereinstimmung mit unseren Vorkommnissen, dass von den Moosen nur die grünen Vegetationsspitzen, die *frischen Endsprosse,* hervorragen, während die unteren Theile bereits übersintert und theilweise verkittet sind. Die Länge der grünen Sprosse variirt nach

Jahreszeit und localen Verhältnissen von ein bis einigen Centimetern.

Häufig werden die übersinterten Blätter abstehend. Diese und die Axentheile werden in der porösen und reich durchlüfteten Masse schnell zersetzt, so dass man oft in einer Tiefe von ca. 1 m nur noch krümelige Blattreste und Stammstücke antrifft. Je tiefer die Probe gewonnen wird, und je härter und compacter der Tuff ist, desto mehr verschwinden die Pflanzenreste.

In solchem guten oder reifen Tuff von Batzenheid und Libingen fand ich noch mehr oder weniger kleinere und grössere Kaolinkörner, Quarzsplitter von 0,002—0,008 mm Durchmesser, Glimmerblättchen, selten einen Zellrest oder einen homogen humificirten Pflanzentheil, aber viel krümeligen organischen Detritus, hie und da ein Pollenkorn von Pinus, einige Diatomeen. Zudem enthält der Rückstand mehr oder weniger leicht durch Schlämmen zu trennenden *Sand*.

Gehen wir über zur Betrachtung der *Stengel und Zapfen*. Solche wurden an der oben (pag. 127) erwähnten *Neubildung* im August gesammelt.

1. *6—7 mm dicke Cylinder,* welche durch Traufwasser um Halme von *Agrostis stolonifera* Koch gebildet wurden. Die Halme liessen sich herausziehen und auf der Innenseite der entstandenen Röhre waren die einzelnen Gefässbündel resp. Sklerenchymbündel haarscharf als Negativ vorhanden. Kaum 1 mm breite, faserig crystallinische Kreisringe unterbrechen sparsam den concentrisch aufgebauten, graulich weissen und dicht erscheinenden Querschnitt. An den meisten Röhren ist der das Lumen einschliessende Theil radial crystallinisch.

   Durch Behandlung mit Salzsäure blieben erheblich

grauliche Flocken übrig, auf welche Cohn zuerst aufmerksam geworden zu sein scheint.

Bei $^{450}/_{1}$ erkennt man einen Filz, bestehend aus *leptothrixartigen Fäden,* schlecht erhalten.

2. Ein vom Boden her um Moose und Grashalme gebildeter, ziemlich *konischer Zapfen von 18 mm Durchmesser*, auf dem Bruch weisslichgrau, scheinbar amorph, ist schon dadurch ausgezeichnet, dass der Meissel die Masse eher durchschneidet, als absprengt.

   Rückstand: eine erhebliche Menge gelbbraune bis grauliche *Flocken,* die vorherrschend aus 0,002—0,004 mm breiten, schwer bestimmbaren leptothrixartigen Fäden bestehen. Zooglœazustände, wie sie Spaltpilze zeigen, schienen mir ebenfalls anwesend zu sein; dann sicher Palmellenzustände von Chlorophyllalgen, zum Theil noch mit dem Farbstoff erfüllt, Ruhesporen von Algen, einige Dutzend *Cosmarium Cucumis* Corda; Blattreste und Rhizoiden von Hypneen; Chitintheile.

3. Ein kleiner *6 mm dicker aufrechter Zapfen,* an dessen Spitze *Eucladium verticillatum* vorkommt. Er hinterlässt *wenig flockige Substanz,* aus undeutlich erhaltenen leptothrix- oder crenothrixartigen Fäden bestehend, mit Nerven und Basaltheilen von Moosblättchen, Rhizoiden und Vorkeimen von Moosen; Chitin.

4. *Korallenartig versinterte* 2 cm hohe Stämmchen von akrokarpischen Moosen (z. B. Eucladium) mit abstehenden Blättern, dicht unter dem grünen Spross mit anliegenden Blättchen gewonnen, ergaben im *flockigen* Rückstand ein Dickicht von gelblichgrünen oder bräunlichgrünen Fäden von 0,001—0,0014 mm Breite mit kaum angedeuteter Scheide und ohne bestimmte Querwände; dagegen sind innerhalb des Fadens je in der Mitte und

in Abständen von 0,004—0,006 mm schwache Pünktchen wahrzunehmen. Es scheint mir entweder *Oscillaria subtilissima* Ktz. oder *Leptothrix olivacea* Ktz. vorzuliegen. Das *Genus Hypheothrix* habe ich nie beobachten können.

Daneben fanden sich Blattreste und Rhizoiden des incrustirten Mooses.

Von andern Localitäten mögen angeführt werden:

a. Ein überhängendes *Polster* von *Hyp. commutatum* Hedw. am oberen Rand der Stützmauer einer Strasse zeigt schön incrustirte Zweige, die nach Behandlung mit Salzsäure den ursprünglichen Habitus zeigen, aber mehr oder weniger mit einem graulichen Schleim überzogen sind. In diesem sind viele leptothrixartige Fäden von 0,003 mm Dicke, mit Scheide 0,004 mm, Zellen deutlich, etwas kürzer als die Breite des Fadens, durchschnittlich 0,002 mm; dann sehr viel lebende Diatomeen in Schleimhäute gebettet, namentlich *Navicula elliptica* Ktz., *Navicula alpina* Grun. (Brun, Diatomées, Pl. III, Fig. 7), *Himantidium pectinale* Ktz., ferner *Scenedesmus, Nostoc, Cosmarium, Palmellaceen;* Gehäuse von *Difflugia,* ähnlich der *D. oblonga* Lecl.

b. Am gleichen Orte wurde ebenfalls im December gesammelt und frisch untersucht ein überhängendes Polster von *Hypnum stellatum Schreb.,* das in den älteren Partien auch gleichmässig incrustirt war mit Beibehaltung der morphologischen Charaktere der Pflanzen. Auch hier zeigen sich Schleimflocken mit ähnlichen Fäden wie in a, denselben *Diatomeen, Palmellaceen, Ruhesporen* und namentlich prachtvoll vegetirenden *Glœocapsa-Colonien.*

c. An einer anderen Stützmauer von 3,5 m Höhe und ca. 70° Neigung wird das Wasser durch eine anliegende enge Rinne abgeleitet, die nun total und auf eine Dicke von 0,3—0,4 m von *Hyp. commutatum* Hedw. besetzt

und mit Tuff eingehüllt wurde, so dass das Ganze aus der Ferne einem Baumstamme gleicht.

α) Mit Salzsäure behandelte oberflächliche Rasen: die Zweige sind schön geformt, die einzelnen Blätter goldgelb und gut erhalten. Mit blossem Auge erkennt man keine Flocken.

Mittelst der Präparirnadel lassen sich schleimige Partien abstreifen, in denen Oscillarien und namentlich schöne *Glœocapsæ* gefunden werden, deren Colonien Schleimhäute darstellen.

Vereinzelt Pilzsporen, Pollenkörner, humificirte Pflanzentheile, Quarzsplitter, Chitin.

β) Der tiefer gelegene *ächte Tuff* zeigt mikroskopisch einen porösen, aus Stengelchen zusammengesetzten Aufbau, *ist crystallinisch durchsintert,* hart, schwer zu zerbrechen. Er hinterlässt ein gelbbraunes feines Sediment, aus krümelig zersetzten und oft nur schwierig erkennbaren Blattresten des Mooses bestehend; Rhizoiden und Sporen desselben; Pollenkörner, Chitin, vereinzelte Diatomeen, keine andern Algen.

d. In der Nähe einer schwachen, Tuff bildenden Quelle der Umgebung von Trogen knarrt der Boden beim Betreten, da er ebenfalls Tuff einschliesst. Dieser ist *porös, hart, sinterig-crystallinisch.* Zwischen und auf ihm wachsen z. B. *Carex glauca* Murr und *C. præcox* Jacq., *Hypnum molluscum* Hedw. und *H. cuspidatum* L. Eine im December gesammelte und untersuchte grössere Probe ergab im Rückstand:

Fast vollständig macerirte Moosblättchen, viel Rhizoiden und Paraphyllien von Moosen, vereinzelte *Nostoccolonien* ganz frisch, einige grüne *Palmellaceen* und *Diatomeen,* z. B. *Navicula alpina* Grun., grosse *Ruhesporen,*

Radicellen von Gefässpflanzen, keine *Oscillaria* oder *Leptothrix;* ziemlich viel Quarzsplitter von 0,004 bis 0,12 mm, Glimmerplättchen, Schluffbildungen (siehe oben pag. 92); etwas Chitin, 16 ausgezeichnete, birnförmige und meist aus Quarzsplittern aufgebaute Gehäuse der *Difflugia pyriformis* Perty (0,17 mm lang und am erweiterten Ende 0,08 mm breit; vgl. Fig. 3), auch einige Gehäuse, die mit denjenigen der *Difflugia oblonga* Lecl. ziemlich übereinstimmen.

e. Beim Abbau eines gewaltigen Gletscherschuttes für Beschotterungszwecke musste Wasser mittelst einer etwa 30 m langen und ca. 30—40° geneigten Rinne abgeleitet werden. Es zertheilte sich auf einer nahezu horizontalen und 0,5 m^2 grossen Sandsteinplatte, welche in kurzer Zeit sammt der Rinne mit einem 2—3 mm dicken, gelblichen, erdigen Niederschlag bedeckt wurde. Zu gewissen Zeiten blieb die Quelle aus, so dass auch die Sedimente wieder eintrockneten. In dem durch Zersetzung in kalter, verdünnter Salzsäure erhaltenen Residuum von *grauem* und *flockigem Aussehen* fand ich vorherrschend Quarzsplitterchen und Glimmerblättchen, sehr viel mehr oder weniger verbundene krümelige Partien oder Körnchen, welche zum Theil Eisenoxydhydrat waren. Die schleimigen Gemengtheile rühren von Zooglœazuständen von Spaltpilzen her, welche mir gut übereinzustimmen schienen mit denjenigen von *Cladothrix dichotoma* Cohn (Zopf, Spaltpilze 1883, Fig. 12). Gewiss waren hier die Bedingungen zur Entwicklung von Spaltpilzen ausreichend dargeboten.

Bei der Besprechung der Bildungsweise von Stalaktiten und Stalagmiten aus der thüringischen Trias erwähnt Senft (Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., 13. Bd., 1861) einen Schleim-

überzug der Zapfen, einen „Kalkschleim“, den er als junge Kalkbildung auffasst. Obschon mir nun bekannt ist, dass beispielsweise zahlreiche verfilzte Gypsnadeln Flocken darstellen, die sich feucht — vielleicht vermöge des capillär zurückgehaltenen Wassers — schleimig anfühlen lassen, schien es mir doch angezeigt, Tropfsteine von möglichst reiner Bildung auf ihre Pflanzeneinschlüsse zu prüfen. Es wurden verwendet:

a. Ein *Stalaktit* des hiesigen Cabinetes. Fundort unbekannt. An der Basis sieht man noch deutlich, wie er sich an zackigen Vorsprüngen eines Felsens angesetzt hat. Er ist 13 cm lang, oben 3,5 cm, unten 1,5 cm dick. Der Querschnitt zeigt einen excentrisch zonenartigen Aufbau; einige Löchlein enthalten Eisenoxydhydrat; nur 2 etwas gelbliche und sehr schmale Partien erscheinen amorph, der übrige ist prachtvoll crystallinisch und oft schneeweiss. Nachdem das Ganze vorerst gut gereinigt worden, wurden etwa 1,5 cm^3 vom Spitzentheil in Salzsäure zersetzt und auf den Rückstand geprüft. Dieser ist *flockig, vorherrschend hellgrau* mit einigen *bräunlichen* Partien und fast ohne anorganische, in Salzsäure unlösliche Gemengtheile.

1) Die grauen Flocken bestehen aus *verfilzten Gypsnadeln;* darin *Cymbella Cistula* Hemp, zum Theil mit Diatomin; schwach spangrüne Colonien von circa 0,003 mm grossen einzelligen Algenformen; grössere Verbände aus den äusseren Theilen einer krautartigen Pflanze mit vielen deutlich erkennbaren Spaltöffnungen und vielen langen, verdickten, einzelligen Haaren; Exine des Pollenkornes von Pinus; humificirte Pflanzenreste, unbestimmbarer bräunlicher und wahrscheinlich schleimiger Detritus (von Diatomeen?).

2) Einige *bräunliche Flocken* zeigen ebenfalls vorherrschend Gyps und Prosenchym, Parenchym, Spiral- und Ringgefässe, noch ganz frische Haare jener krautartigen Pflanze mit Epidermis; dann *Cymbellæ* in Häutchen, grüne, einzellige Algenzustände und schöne oscillariaartige Fäden von 0,004 bis 0,005 mm Breite, deutlich septirt, gelblichgrün, ähnlich der *Oscillaria antliaria* Jurg.; sie erscheinen noch ganz frisch, aber gegenüber den Gypscrystallen ganz untergeordnet. Da die Oberfläche des Stalaktiten gut gereinigt worden und derselbe bis mindestens ein Drittel der Dicke schön weiss und prachtvoll crystallinisch ist, so mussten diese organischen und organisirten Gemengtheile vor allem in den *mehr erdigen und gelblichgrauen Zonen* zu suchen sein.

Hievon wurden nun Bruchstücke besonders behandelt.

3) In dem Rückstand fand ich viel gelblichbraune, krümelige Reste, *Cymbella Cistula*, erblasste oscillariaähnliche Fäden, vereinzelte blasse, kaum septirte, etwa 0,001 mm dicke Fäden, welche Spaltpilzen oder Spaltalgen angehören, da ich kleinere ca. 0,04 mm messende, blasse, zooglœaartige Klümpchen beobachtete; Chitin von der Oberhaut von Insecten, zum Theil mit Basaltheilen von Chitinhaaren.

4) Bemerkenswerth war nun noch am obersten Theile dieses Stalaktiten eine sanft geschlungene 5,5 cm lange und 5,5 mm breite Rinne mit zahlreichen, sehr feinen weissen Querfasern. Sie wurde abgesprengt. Im Rückstande zeigten sich ziemlich viele spaltpilzähnliche Fäden, Entwicklungsformen von Spaltpilzen oder Spaltalgen, *Cymbella*, *Achnanthidium*,

Pollenkorn von Pinus, vor Allem aber das Aussenskelet mit sehr starken Chitinborsten und theilweise grossen Tracheenstämmen einer *Raupe,* wie mir schien, aus der Familie der Bärenspinner. Jene schönen weissen Fäden sind übersinterte Chitinborsten.

b. Ein 7 mm dicker und 0,1 mm langer reiner *Stalaktit* von *Libingen*, von unten her bis fast zur Hälfte der Länge *hohl* (vrgl. Senft l. c., pag. 280) und an den Rändern der Mündung prachtvoll gefranst, *erwies sich rein von organischen Stoffen;* wenige Mineralsplitter.

c. Ein grösseres Stück eines *flächenartig ausgebreiteten Sinters,* 6—16 mm dick, schwach gelblich, wollig, geschichtet, und senkrecht zu den einzelnen Schichten faserig crystallinisch, zeigt ein Minimum eines Sedimentes, in welchem ich nur zwei Laubmoossporen, ein Pollenkorn von Pinus und eine Zelle ähnlich jenen der Palmellaceen, sowie das Hautskelet eines Bärenthierchens als organisirte Gemengtheile erkannte; daneben einige humificirte Pflanzenreste, einige Schluffpartikelchen, ein Glimmerplättchen und Thonschieferchen mit entsprechenden Einschlüssen.

Unter den *grösseren und kräftigeren Algen,* sind es namentlich Vertreter der *Characeen,* welche oft mithelfen, erhebliche Kalktuffablagerungen zu bilden.

Ich habe seit Jahren keine Gelegenheit mehr gehabt, eine üppige Vegetation und das bezügliche Verhalten von Characeen zu verfolgen. Ich zweifle indessen nicht, dass namentlich *Chara hispida* L., dann auch *Ch. fragilis* A. Br. und *Ch. fœtida* A. Br. in erster Linie zu nennen wären. Namentlich die erste dieser Species bildet oft Wälder en miniature in Seen und Torfgruben und habe ich sie früher wirklich in kalkreichen Gewässern beobachten können, deren

Boden erheblich mit Niederschlägen von kohlensaurem Kalk bedeckt war.

Die zusammenbrechenden, incrustirten Pflanzen fallen auf den Grund, werden cementirt und bilden dadurch einen porösen Tuff, in welchem die einzelnen Charastücke wie verleimte Häcksel aussehen.

Dieses Aussehen hatte eine *Probe von Chara-Phragmites-Tuff* (Fundort unbekannt), die ich nach der üblichen Methode auf den Rückstand prüfte. Von Phragmites waren Blattabdrücke, resp. total durch Kalksinter ersetzte Blätter, vorhanden, sowie einige dünne Stengel (4 mm), hohl, von concentrischem Aufbau und je radial crystallinisch. Die Charastücke waren durchschnittlich 1 cm lang und 1—1,5 mm dick, durchweg versintert, *concentrisch crystallinisch,* oft gar kein Lumen zeigend oder mit einer etwa $^1/_4$ mm weiten Oeffnung versehen.

Rückstand: Grosse Gramineen-Pollenkörner; vereinzelte poröse und fast glashelle Zellen, Stücke der Epidermis und des Rippen-Sklerenchyms von Gramineen. Daneben schleimige Partien aus sehr dünnen, septirten, leptothrixartigen Fäden bestehend. Viele kleine eckige Quarzsplitterchen, selten ein solches von 0,04 mm.

Cohn (l. c.) schreibt unter den chlorophyllhaltigen Zoosporeen „höchstens" den gallertartigen Büschen der Chætophoreen die Eigenschaft zu, Kalk abzuscheiden.

Chætophora habe ich in meiner Umgebung in dieser Thätigkeit nie gefunden. Dagegen will ich noch anderer Cyanophyceen und Chlorophyllalgen erwähnen, welche die Ablagerung des Kalkes unterstützen können, ohne sie zu den eigentlichen Tuffbildnern zählen zu wollen.

a) *Scytonema cinereum* Menegh.

Diese Alge fand ich oberhalb Altstätten (Rheinthal), sowie im Tössthal, an berieselten Strassenmauern und Felsen zusam-

menhängende dunkelgrüne oder graulichbraune Polster bildend, die sich als scheinbar erdige Masse abheben liessen. Ein 15 mm dickes Stück zeigte eine etagenförmige Schichtung gleich einem *Polyporus fomentarius*. Ich beobachtete etwa 10—11 Schichten; sie waren mithin durchschnittlich 1,5 mm hoch und bestanden aus ziemlich parallel und senkrecht zu den Begrenzungslinien gestellten grünlichbraunen Fasern. Wie ich bei der Untersuchung fand, stimmt die Dicke der Schichten überein mit den Stammstrecken zwischen zwei Verzweigungen, die ich durchschnittlich zu 1,5 mm bestimmte. Die obersten Aeste waren kräftig, wohl erhalten und nicht incrustirt; sie erzeugten die Farbe des Teppichs. In den mittleren Schichten fand ich die Stücke meistens total mit Calcit umhüllt und oft gegenseitig verkittet; aber die *einzelnen Zellen waren zusammengeschrumpft*. Die untersten Schichten waren locker; hier sind die Stämmchen oft mehr als zur Hälfte zusammengeschrumpft; von den Zellen ist kaum noch eine Spur zu sehen. Incrustation sehr ungleichmässig, bis fehlend; der Kalk liegt ziemlich lose zwischen den Pflanzenresten, zu denen noch Rhizoiden oder Vorkeime von Hypneen kommen, die sich da und dort anzusiedeln oder einzunisten suchen.

So fand ich denn im Rückstand Scytonema und besagte Moosreste; dann einige Diatomeen der Genera Navicula und Synedra, ein Cosmarium. Die sehr sparsam vertretenen anorganischen Reste vertheilten sich auf einige Quarzsplitter und Glimmerblättchen, wornach dieser Kalk zu den reinen Tuffen zu zählen ist.

b) *Vaucheria* D.C.

Die oft grossen Rasen und Polster dieser Gattung sind allbekannt; sie erscheinen so häufig da, wo schwach fliessendes Wasser über Felsen oder in Gräben sich bewegt. Wer zum ersten Mal nach diesen dunkelgrünen, saftigen Massen greift,

ist erstaunt, statt eines reinen Filzes einen Schlammklumpen zu finden, welcher Würmer, Insecten, Larven und Schnecken beherbergt. Vaucheria ist insofern mit den Moosen zu vergleichen, als sie sich ebenfalls *durch ein ausgeprägtes Spitzenwachsthum* kräftig vermehrt. Die absterbenden Fadenstücke bauen fortwährend ein Filter auf, in welchem die feinsten Sedimente zurückgehalten werden. Der freie Spross strotzt von assimilirendem Chlorophyll.

Wenn ich nun schon jüngere, kleinere Vaucheriarasen geprüft, so fand ich gewöhnlich nicht nur *neben den Fäden, innerhalb des Schlammes,* schöne Calcitgruppen, sondern sehr häufig waren die *unteren abgestorbenen Fadenstücke* mit zersetztem Inhalt total mit Kalk incrustirt, nicht aber die begleitenden Oscillarien oder Diatomeen, wie *Navicula, Cymbella, Synedra.*

An älteren, mehr oder weniger versinterten Rinnsalen über Felsen erkannte ich bisweilen diese alten incrustirten Vaucheriafäden schon an ihrer Steifheit, und ich sah diese Alge mit *Hypnum commutatum* Hedw. wetteifern, um das Terrain zu besetzen, bis ein Regenguss die Colonien wieder zerstörte.

c) *Cladophora* Ktz.

Ueber eine ca. 1,5 m hohe Stützmauer fliesst so ziemlich das ganze Jahr ein wenig kalkreiches Wasser, welches oft beträchtliche Tuffablagerungen bildet, die von Zeit zu Zeit weggebrochen werden. Im December plätscherte das Wasser ungefähr auf die Mitte der steinernen Böschung, um von da allmälig die Seitenschale der Landstrasse zu erreichen, woselbst *Hypnum commutatum* Hedw. sich anzusiedeln sucht, während von der Rasendecke der gestützten Matte herabhängende Stengel von *Agrostis stolonifera* da und dort durch Kalk mit der Mauer verkittet worden sind. An der Stelle, wo das Wasser aufschlägt, wachsen nach oben freudig grün junge

Cladophoræ, zwischen welchen (nicht auf denselben!) ich schöne, grosse Calcitaggregate fand. Unterhalb dieser grünen Fläche ist eine Kalkcruste, in welcher mir rasenförmige Gebilde auffielen, die aus ca. 12—15 mm langen und 0,2 mm breiten, schwach divergenten und nach oben ausstrahlenden *Sinterstengelchen* gebildet werden. Nach Zersetzung des incrustirenden Kalkes zeigten sich 0,067—0,084 mm breite, dickwandige *Cladophora-stengel* mit längsgefalteter Membran und theilweise erhaltenen Chlorophyllballen, oft mehr oder weniger mit einem Geflecht von Oscillariaceen und Diatomeen umhüllt; unter letzteren herrscht die gestielte *Gomphonema* vor.

Nachdem ich so verschiedenartige und in der Entstehung begriffene Kalkablagerungen ausführlich besprochen, kann ich zur Untersuchung schreiten, *welche Vorgänge dieselben hauptsächlich erzeugt haben.*

So oft konnte ich eine *Mitbetheiligung von Pflanzen* constatiren. Seit Cohn's Arbeit über den Travertin des Anio, auf ein sehr geringes Beobachtungsmaterial sich stützend, findet man in den minerogenetischen Capiteln der Handbücher über Mineralogie und Geologie als feststehende Thatsache verzeichnet, dass die Pflanzen aus Mangel an freier Kohlensäure das Calciumbicarbonat zerlegen, dass sie also durch einen *physiologischen Act* ein Kalksediment erzeugen.

Allbekannt ist der Antheil gewisser *Thiergruppen* am Aufbau unserer jetzigen und früheren Sedimente, der *Radiolarien, Foraminiferen, Cœlenteraten, Mollusken,* einschliesslich der *Cephalopoden.* Es sind ihre Skelete durch den Lebensprocess erzeugte Körpertheile, und nicht einfache Incrustationen des Thierkörpers, welche zum Theil fast ausschliesslich gewaltige Erdrindentheile gebildet haben.

Wir kennen auch *Pflanzen,* lebende und fossile, denen ein ähnliches Verdienst zukommt.

Die ehemals als *Nulliporen* beschriebenen Fossilien und deren reiche Kalkbildung im Tertiär und früheren Perioden werden heute marinen Algen zugetheilt. Die fossilen Formen zeigen noch eine organisirte Structur, aber ohne Erhaltung der Cellulose (Abhandl. d. K. b. Akad. 1871, XI, pag. 37); auch ist es neulich Bornemann geglückt, an *Gyroporella triasina* grosse Zellen zu entdecken, „deren Membranen durch reichliche Kalkaufnahme erhärtet und deren Innenräume später ganz mit Kalk erfüllt worden sind" (Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. XXXVII, p. 552 ff.). Zahlreiche Gattungen der recenten Familien *Corallinaceæ* (Lithophyllum, Lithothamnion), *Squamariaceæ*, *Chætangiaceæ* und *Helminthocladiaceæ** verkalken, indem, wie Cohn selbst beschreibt, „theils auf, theils zwischen den Zellen, theils endlich in der organischen Substanz der Zellmembran selbst" sich kohlensaurer Kalk ablagert. Dass hier eine Anhäufung und Ausscheidung des Kalkes aus dem Meerwasser durch den Lebensprocess vorliegt, ist einleuchtend.

Ebenso begreift man die Aufspeicherung von Kieselerde in den *Diatomeenlagern;* auch sie ist in die Membran jener einzelligen Pflanzen als nothwendiger Baustein durch die Lebensthätigkeit abgesetzt worden. Dessgleichen verstehen wir als Product eines physiologischen Vorganges die Einlagerung und Anhäufung von Kieselerde in Blattscheiden von *Cyperaceen* (Eriophorum), *Gramineen* (Phragmites, Bambusa etc.) und *Equisetaceen.*

Das Vorkommen verschiedener Mineralsalze in Pflanzentheilen, namentlich von Luftpflanzen, ist verständlich; es richtet sich nach dem Ernährungsprocess; wir begreifen, dass der Kalkgehalt unserer Landpflanzen am reichlichsten in den assimilirenden chlorophyllreichen Blättern vorkommt; ebenso

---

* Hauck, die Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs, 1885.

begreiflich ist die so häufige Bildung von Calciumoxalat in schön crystallisirter Form bald in der Membran von Wasser- und Luftpflanzen (Grundgewebshaare im Stengel von Nymphæa oder Nuphar!), bald innerhalb des Protoplasmas u. s. f.

Hier liegen keine einfachen Auflagerungen oder Ueberrindungen vor; diese chemischen Verbindungen sind ein wesentlicher structureller Bestandtheil der Pflanze oder das Product von einer durch einen physiologischen Vorgang eingeleiteten Abscheidung. In allen diesen Fällen verhält sich die Pflanze gegenüber Aufnahme oder Zerlegung von Nährsalzen *activ*.

Betrachten wir unsere bei der Tuffbildung mehr oder weniger betheiligt gefundenen Gewächse, so sind alle wasserliebende Gewächse. Nun ist bekannt, dass unsere submersen und schwimmenden Gefässpflanzen ganz anders gebaut sind als Landpflanzen und dass mithin ihr biologisches Verhalten von demjenigen der Luftpflanzen abweichen muss. Den ersteren fehlen die Spaltöffnungen, die einen lebhaften Gasaustausch vermitteln sollen; der Transspirationsstrom fehlt. Dadurch ist die Nahrungszufuhr zu den assimilirenden Organen sehr herabgedrückt und damit im Zusammenhange sind auch die Wurzeln sehr gering entwickelt, woraus ferner folgt, dass diese Pflanzen relativ wenig Aschentheile enthalten, sehr weich und biegsam sind. Das ganze Leben nimmt einen schon lethargischen Charakter an, ähnlich wie bei den Amphibien unter den Wirbelthieren, wie denn analog das Reproductionsvermögen einzelner Theile sehr entwickelt ist, so dass man z. B. Utricularien ähnlich wie Fadenalgen zerstückeln kann, ohne dass die Theile zu Grunde gehen, indem diese selbst zu einem neuen Individuum werden (vgl. Vaucheria, Moose!). In den meist zerschlitzten Blättern kommt keine Differenzirung von Pallisaden- und Schwammparenchym vor; das *Chlorophyll*

findet sich hauptsächlich in der Epidermis (Schenk, Biologie der Wassergewächse, Bonn 1886), und die Assimilation findet somit vorherrschend an der Oberfläche, beim Contact mit dem Medium statt. Dasselbe ist der Fall bei unsern Algen und den einschichtigen, zarten Moosblättchen.

Wichtig erscheint mir der Umstand, dass die Assimilation der eben besprochenen submersen Gefässpflanzen eine viel geringere sein muss, als bei Luftpflanzen, und sicher wird dies auch der Fall sein mit unserer wichtigsten Tuffpflanze, dem *Hypnum commutatum* Hedw., dessen Chlorophyllgehalt wie derjenige des ganzen Genus gering ist, so dass das gelbgrüne Aussehen für die meisten Hypneen charakteristisch ist. Ich schliesse daraus, dass sie auch ein kleines Bedürfniss nach Kohlendioxyd haben müssen; meines Wissens hat die Physiologie hierüber noch keine mit den Luftpflanzen vergleichbare und in dieser Frage dienliche Daten gesammelt, und namentlich scheinen mir Versuche darüber zu fehlen, ob wirklich die kleine Menge freier Kohlensäure, die stets noch im harten Wasser gefunden wird, nicht fast ausreichen könnte. Wie dem aber auch sei, so ist für unsere minerogenetische Betrachtung die Thatsache nicht zu übersehen, dass gerade unsere, die Tuffbildung unterstützenden Moose meistens nicht streng submerse Gewächse sind, sondern an der Berührung von Wasser und Luft leben, dass namentlich die Vegetationsspitzen, welche noch Chlorophyll besitzen, in dieser Lage sind, dass durch das herabfliessende Wasser sicherlich viel Luft in das flüssige Medium hereingeführt wird, nach allbekannten physikalischen Principien; dann ist ferner zu beachten, dass unstreitig durch Verdampfung und Bewegung sowohl des fliessenden und sich fein zertheilenden, als des stillstehenden oder durch den Wellenschlag bewegten Wassers Calciumbicarbonat zerlegt und

mithin mindestens vorübergehend Kohlensäure zur Disposition gestellt wird.

Angenommen aber, die Chlorophyllpflanzen würden nicht genügend freie Kohlensäure finden, und sie wären auf eine Zerlegung des lockeren Bicarbonates des Calciums angewiesen, so frage ich mich: Wie müssen wir uns diesen Process vorstellen? hat ihn schon Jemand nach wissenschaftlichen Principien wirklich festgestellt? Mir ist es unbekannt geblieben. Nach den Gesetzen der Chemie, Physik und Physiologie haben wir hier mindestens 2 Fälle zu untersuchen. Entweder geht das lösliche Calciumbicarbonat durch die Zellmembran hindurch zu dem chlorophyllhaltigen Plasma, oder diese Pflanzen können einen Stoff absondern, der die, die Membran umspülenden Kalkmoleküle in die gewünschten festen und gasförmigen Bestandtheile zerlegt. Eine Zerlegung durch blosse Attraction oder eine unbekannte specifische Kraft anzunehmen, scheint mir ganz unwissenschaftlich zu sein. Bei dem zweiten hier vorausgesetzten Fall dürfte man nicht an Fermente und dergleichen denken, wie solche Spaltpilze abscheiden können, sondern eher an organische Säuren in Analogie zu Wurzelhaaren, Flechtenhyphen etc. Ob dann nicht auch Oxalsäure zur Wirkung käme, deren Calciumsalz ich bei unsern Proben nie beobachtet habe? Und müsste man nicht annehmen, dass dadurch die Pflanze mehr oder weniger geschwächt würde? Keines dieser Argumente findet durch Beobachtungen eine Bestätigung. Incrustirte, über 0,5 m hohe Formen von *Chara hispida* L. fand ich in kalkreichen und weichen Gewässern.

Für den Fall, dass das Bicarbonat gelöst in die Zellen osmirt und dort offenbar zerlegt würde, müsste eine reiche Einlagerung des Kalkes als Carbonat oder in Form eines

organischen Salzes gefordert werden dürfen,* wofür aber Beobachtungen negative Ergebnisse liefern. Ganz besonders müsste dies aber der Fall sein bei *Vaucheria, Cladophora, Desmidiaceen, Spirogyra* und verwandten Algen, die bei uns in der rauheren Jahreszeit so kräftig vegetiren und sicher das günstigste Verhältniss zwischen der Chlorophyllmasse und dem Volumen der Zelle aufweisen.

Bekanntlich gibt es Pflanzen, welche in der angedeuteten Weise activ sind; es ist dies z. B. das Genus *Beggiatoa,* das, Sulfate zersetzend, in seinen Zellen *Schwefel in Körnerform* abscheidet.

Jedem Naturfreund, der sich einmal mit unseren Süsswasseralgen beschäftigt hat, wird nicht entgangen sein, dass zwischen den Fäden oder auf abgestorbenen Fäden, viel seltener auf frischen Theilen der Pflanze, vereinzelt oder erheblich kohlensaurer Kalk angetroffen wird. Soll man hieraus den Schluss ziehen, dass dieser Kalk durch den Lebensprocess der Pflanze abgeschieden worden sei? Es ist ebenso voreilig, als wenn Diatomeenforscher angeben, diese Pflanzen leisten dasselbe, oder wenn man aus dem Vorhandensein von Diatomeen innerhalb des Tuffes auf jenen Vorgang schliessen zu müssen glaubt. Bekanntlich leben die Diatomeen innerhalb Schleimhüllen, welche oft als braune Flocken schwimmend auf dem Wasser gesehen werden. Warum sollte man hier in dem Schleim nicht crystallisirten Kalk finden können? Das Bicarbonat osmirt langsam in diese Gallerte, die Wärme veranlasst dessen Zersetzung, und das zähe Medium

---

* Ich erinnere vergleichsweise an die Cystolithen von Landpflanzen, die ihren Calciumgehalt nicht anders als osmotisch aufnehmen können; an die Ausscheidung von $CaCO_3$ bei Saxifragen und Farnen und die von Volkens beschriebenen Kalkdrüsen der Oberhaut bei Plumbagineen (Bot. Centralblatt 1885, pag. 269).

lässt die einzelnen Moleküle des ausgeschiedenen einfachen Carbonates nur langsam aggregiren, wodurch die günstigsten Bedingungen für die Crystallbildungen gegeben sind.

Nie habe ich eigentlich incrustirte Diatomeen gefunden. Nie konnte ich die chlorophyllreichen jungen Theile von Algen oder Moosen nur reichlich überzogen finden; stets waren es die abgestorbenen Basaltheile derselben.

*Nie habe ich auf diesen Pflanzentheilen auch bei sechshundertfacher Vergrösserung einen ganz feinen punktförmigen Niederschlag von kohlensaurem Kalk gefunden, der als Anfang einer bezüglichen physiologischen Ausscheidung hätte angesehen werden können, und doch sollte man dies erwarten können und könnte diese Erscheinung auf der glashellen Membran nicht übersehen werden, zumal sich dieser feinste Kalk als schwarze Körnchen zeigen müsste.**

Dass man selbst in unzweifelhaft concentrisch crystallinischen Tropfsteinen, deren rein crystallinisch-chemische Entstehung klar vor Augen liegt, niedere Algen findet, darf

* So geht auch der Bildung der Crystalle des Calciumoxalates in der Epidermis von Acanthaceen „eine rauchartige Trübung" voraus, die sich später in unmessbare Körnchen auflöst, welche nach und nach zu Crystallen heranwachsen (Weiss, A., in Bot. Centralblatt 1885, pag. 43).

Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich, wie schon Kaufmann (l. c.) beschreibt, wenn Lösungen von Chlorcalcium und Natriumcarbonat sorgfältig unter dem Deckglase gemischt werden. Das Calciumcarbonat erscheint zunächst als Wolke feinster Körnchen, von denen bald einige auf Kosten anderer, wieder in Lösung übergegangener Körnchen sich vergrössern, bis mit zunehmender Aufhellung des Ganzen nach und nach erst crystallinische Körner, dann wohl ausgebildete Cryställchen des Calcites entstehen. Ich habe diesen Vorgang durch Fig. 13 darzustellen versucht.

Immer fand ich fertig gebildete crystallinische Aggregate von der noch zu besprechenden Form.

nicht befremden*; ebensowenig das Vorkommen von Humuspartikelchen, Mineralsplittern, Chitintheilen, Rhizopodenpanzern (Zool. Anzeiger 1879, Nr. 30). Es kommt dies ganz auf locale Verhältnisse an. In mehr oder weniger abgeschlossenen Klüften und Höhlen fehlt den Sinterbildungen selbst der gelbliche Farbenton des Eisenoxydhydrates. Die arragonitische Eisenblüthe ist blendendweiss und löst sich oft ohne jedes Residuum. Blättrige „Montmilch", eine Art Schaumkalk aus dem Sentisgebirge, in grösseren Quantitäten in Salzsäure zersetzt, hinterliess nur einige Quarz- und Hornsteinsplitter, Glimmerplättchen und Thonschieferchen, ein Beweis, dass das Wasser reine Kalkfelsen erodirt oder vor dem Absatz seines Kalkgehaltes gut geläutert wurde. Uebrigens ist zu beachten, dass selbst aus jüngsten Tuffen abgeschiedene Flocken von organisirten Bestandtheilen wegen ihres Quellungsvermögens quantitativ stets zu gross taxirt werden. Auf die Dichte des Kalkes zurückgeführt, würden sie in der Regel einen sehr kleinen Bruchtheil desselben ausmachen.

Den Diatomeen begegnet man fast überall. Palmellaceen und Chroococcaceen wird man an feuchten Gegenständen, todten oder lebenden Pflanzentheilen, namentlich in der kälteren Jahreszeit fast überall antreffen.

Die Oscillariaceen sind ebenfalls Kosmopoliten; nicht nur überziehen sie so gerne lebende überrieselte Pflanzen,

---

* Aus der *Anwesenheit* von verschiedenen Süsswasseralgen (Vaucheria, Leptothrix, Diatomeen etc.) im Wasser des Nauheimer Sprudels schliessen *Ludwig* und *Theobald* (Pogg. An., 87. Bd., 1852, pag. 91 ff.), dass der Lebensprocess der Pflanzen hinreiche, um die sauren Kalksalze in basische zu verwandeln, und wenn *G. Bischof* (Lehrb. d. Geol., II. Bd., pag. 1048) im Dornstein der dortigen Gradirwerke erheblich Kalkcarbonat gefunden, so wird dies der Thätigkeit der kleinen *Glöotila oscillaria* zugeschrieben, welche in der herabfliessenden Soole, „wenn auch spärlich", wächst. (!)

sondern vermöge ihrer Scheidenbildung können sie an intermittirend befeuchteten Felsen ein amphibisches Leben fristen. Dort bilden sie die bekannten Ueberzüge, die sich beim Eintrocknen oft rindenartig abheben. Dass sie hier die Geschwindigkeit des Wassers gleich einem Filz verzögern, dasselbe feiner zertheilen und wie ein Filter wirken, ist leicht einzusehen. Daher besteht die Cruste bei weichem Wasser aus zurückgehaltenen diversen Mineraltrümmern; bei hartem Wasser zugleich aus Kalk, der hier gewiss ohne Hülfe der Lebensthätigkeit der Pflanzen deponirt wurde.

Auch in Wasserbecken, Seen, überziehen die Oscillariaceen alles Mögliche.

Ein mehr oder weniger erdiger poröser *Kalktuff*, der bei Grandson *am Neuenburgersee* aus einer Tiefe von 3 m gewonnen wurde, zeigte auf seiner Oberfläche ein olivenfarbenes Häutchen. Der Rückstand einer Probe enthielt ziemlich viel feine Quarzkörner, humificirte Pflanzenreste, zerfetzte Theile von Bastfasern, Chitin; dann viel Diatomeen, insbesondere *Epithemia Argus* Ehr., *Navicula vulgaris* Heib., *N. elliptica* Ktz., *Cymbella lanceolatum* Ehr., *Himantidium pectinale* Ktz., *Pleurosigma attenuatum* Sm., *Melosira varians* Ag.; dann Cladophorastücke; ferner viele Bündel von *Microcoleus* Desm. (*Chthonoblastus* Ktz.), *Cladothrix dichotoma* Cohn und Zooglœaformen, wahrscheinlich von Spaltpilzen, dann in Zersetzung begriffene Palmellazustände von Chlorophyllalgen, kurz ein Gemenge, wie man es so häufig in seichten, stillstehenden Gewässern findet. Beziehung zu der betreffenden Tuffbildung haben sie kaum; *keine dieser Pflanzen war incrustirt. Ich habe überhaupt nie Ueberrindungen dieser Oscillariaceen* beobachten können, obschon sie dick genug waren, um eine entsprechende Ansatzfläche zu bieten. Während auch junger Tuff ohne diese Einschlüsse ziemlich compact ist, ist

derjenige mit Einschlüssen mehr oder weniger mild, matt, und man kann mit dem Mikroskop die glashellen Kalkcrystalle von diesen Algen gleich Schnüren durchzogen finden; der Kalk besteht also nicht aus Röhrchen, sondern aus crystallinischen Gebilden, die wenigstens structurell oder puncto Anordnung keine Beziehung zu den vegetabilischen Fäden erkennen lassen.*

Wenn auch *Charatuffe* seltene und unbedeutende Erscheinungen sind, so ist bekannt, dass die Charæ von allen Wasserpflanzen am meisten mit Kalk incrustirt sein können. Dass Nitella „niemals" überrindet werde, wie Cohn (l. c.) angibt, ist nicht ganz richtig. In der ausgezeichneten „Uebersicht der schweizerischen Characeen von Alex. Braun, 1847" betont diese Autorität, dass der von Agardh angewendete Charakter der mangelnden Berindung der Nitellen zur Unterscheidung von Charæ „völlig ungenügend sei". Gerade die gemeinste Species, *Nitella syncarpa* Ktz., ist häufig überrindet als *forma opaca* oder *incrustata* der Autoren. Dann ist auch für die Charaspecies bemerkenswerth, dass gerade die drei gemeinsten Arten: *Ch. fœtida* A. Br., *Ch. hispida* L. und *Ch.*

* Bei dieser Gelegenheit mag darauf aufmerksam gemacht werden, dass ebenso dünne Fäden von Spaltalgen, nämlich von *Crenothrix Kühniana* und *Cladothrix dichotoma* Cohn (*Leptothrix ochracea* Ktz.) an Quellen von Sumpfwiesen bis faustgrosse, rostgelbe Gallertmassen bewohnen, indem Eisenoxydhydrat nicht nur innerhalb der Gallerte fein zertheilt, sondern der Scheide oder Membran in- und aufgelagert ist; das letztere ist bei der feinen, amorphen Vertheilung des Eisenoxydhydrates und dessen ausserordentlich kräftigem Tinktionsvermögen leicht begreiflich. Ich bezweifle aber, ob die Pflanzen durch ihre Lebensthätigkeit wesentlich Ursache sind von der Zersetzung des doppeltkohlensauren Eisenoxyduls, weil das letztere nicht nur aus den schon für das Calciumbicarbonat angeführten physikalischen Gründen leicht zerfällt, sondern in Berührung mit Luft bekanntlich äusserst energisch oxydirt und dies um so schneller, je grösser die dem Sauerstoff dargebotene Angriffsfläche ist.

fragilis B. Br. am stärksten incrustirt angetroffen werden und desshalb mehr oder weniger brüchig erscheinen; vor Allem gilt dies für *Ch. fœtida* A. Br., die verbreitetste Species in unserem Vaterlande, die „besonders in kleineren stehenden und langsam fliessenden Gewässern" vorkommt. Soll man sich wundern, wenn diese gegen äussere Einflüsse widerstandsfähige Pflanze in zu Zeiten austrocknenden Pfützen, Tümpeln und Gräben mit Kalk überzogen wird? Geschieht dies denn nicht auch mit Steinen, Laub, Wurzeln etc.? Wir können es in der wärmeren Jahreszeit genugsam bestätigen; aber auch andere schöne Wasserpflanzen werden in stehenden Gewässern durch starke Verdunstung des harten Wassers incrustirt. Am Wenigersee bei St. Gallen habe ich wiederholt auf den Blättern von *Potamogeton natans* L. prachtvolle crystallinische und bis 0,5 mm dicke Abgüsse der Oberseite mit feinster Darstellung der Nervation abheben können, sobald die Pflanze nach und nach in seichte Stellen versetzt oder gar trocken gelegt wurde. Gewiss hat hier kein physiologischer Process stattgefunden.*

Was die Charæ betrifft, so war es mir an meinem jetzigen Wohnorte unmöglich, selbst Pflanzen in massgebender Stellung und mit Kenntniss aller localen Verhältnisse zu sammeln und zu prüfen, um mir hierin ein Urtheil zu bilden. Doch ist bekannt, dass die Charastengel meistens stark mit Diatomeen besetzt sind, auch mit Fadenalgen, die zusammen mit allfälligen Stacheln der Rinde eine Oberflächenvergrösserung und ein Auffangssystem für sedimentirende Kalktheilchen bieten können. An Herbariumsexemplaren fand ich z. B. *Cocconeis Pediculus* Ehrb., *Navicula elliptica* Ktz., viel *Cymbellæ, Gomphonemæ, Achnanthes,* Borsten von Anne-

* Bei Potamogeton und andern Schwimmpflanzen gibt es eine *chlorophyllfreie,* häufig mit Wasser erfüllte Epidermis.

liden etc., Glimmerblättchen und Quarzsplitter bis 0,05 mm; kleinere in Salzsäure unlösliche Mineralsplitter oft viel mehr als in Kalktuffen. (Asche von Chara fœtida bis 70 $^0/_0$ der Trockensubstanz.)

Da uns zur Zeit noch jede Einsicht in die eventuelle Zerlegung des Calciumbicarbonates von Seite der Chlorophyllpflanzen fehlt, so würde man gut thun, jeden einzelnen Fall des Vorkommens incrustirter lebender Gewächse auf die verschiedenen physikalischen Factoren zu prüfen, als: Tiefe und Bewegung des Gewässers, Zuflüsse, Insolation, permanente oder intermittirende Benetzung, Bekleidung mit Algen, physische Widerstandsfähigkeit etc. Vielleicht dürften diese in den meisten Fällen völlig ausreichen zur Erklärung der Incrustation, die zudem auf anorganische und in Salzsäure unlösliche Gemengtheile zu untersuchen wäre, und dürfte dann die Thatsache, dass im gleichen Gewässer die einen Pflanzen mehr, die andern weniger incrustirt sind, häufig eine befriedigende Begründung finden.

Dass nur gewisse Laubmoose unsere eigentlichen Tufflager aufbauen helfen, darf nicht befremden. Die sogenannte Auswahl des Standortes und Mediums tritt hier so deutlich zu Tage, wie bei so vielen andern niederen und höheren Gewächsen. Torfmoose ertragen gar kein hartes Wasser; viele Laubmoose nur in geringem Masse; *Philonotis* erleidet schon eine Incrustation seines Wurzelfilzes und der unteren Stengeltheile. *Hypnum commutatum* Hedw. und seine oben bezeichneten Begleiter lieben das harte, sie berieselnde oder beträufelnde Wasser. Dadurch, dass diese Moose die Geschwindigkeit des Wassers durch zahlreiche capillare Widerstände verkleinern, dasselbe fein zertheilen und eine Unzahl von Cascadellen erzeugen, die wieder als Luftinjectoren arbeiten, dass sie die Tiefe der Wasserrinnen verkleinern

und der Flüssigkeit eine kolossale verdampfende Oberfläche verschaffen, zugleich aber fort und fort durch ein unbegrenztes Spitzenwachsthum sich höher und höher aufbauen, *wirken sie als ein vorzügliches Gradirwerk,* sind also *mechanisch activ,* aber kaum im physiologischen Sinne, da die eben angeführten physikalisch-chemischen Factoren gewiss ausreichen können.

Hiefür liefern uns die directe Beobachtung der Natur und Experimente hinreichendes Beweismaterial. Es genügt, an die Versinterungsanstalten zu erinnern, an das crystallinische Kalkhäutchen, oder den Kesselstein in Kochgeschirren, die crystallinischen Ueberzüge, die man erhält, wenn hartes Wasser über gesponnenes Glas träufelt, die Ueberrindung von Steinen, Wurzeln etc., die aus so verschiedenen Fundorten und ausführlich beschriebenen Sinter- und Tropfsteinbildungen in Höhlen, Klüften, die Verkittung von älteren und relativ sehr jungen Spalten unserer Gebirgsmassen etc.

Lehrreich erscheint mir in dieser Beziehung auch ein Vorkommen *im Stollen von Bévieux des Salzbergwerkes von Bex.* Vor vielen Jahren sammelte ich einen gelblichen, schleimigen, nach Schwefelwasserstoff riechenden Ueberzug an den Wänden dieses Stollens. Beim Eintrocknen ergab sich eine gelblichweisse Masse, die sich ungern mit Wasser benetzen lässt. Einige Stücke waren schöne, blätterig aufgebaute Sinterbildungen. Unter dem Mikroskop erkannte ich grosse *Calcitaggregate,* welche oft eckige und schwarz berandete Einschlüsse enthielten (Fig. 4 und 5); dann grosse einzelne *Gypscrystalle* (Fig. 6) mit deutlich appositionellem Aufbau nach der bekannten Combination ∞ P. ∞ P $\bar{\infty}$. P. und ca. 0,08—0,1 mm Länge, Zwillings- und polysynthetische Bildungen desselben. Durch Behandlung mit kochender, verdünnter Salzsäure wurde der Gyps gelöst und erschien nun beim Erkalten in graulichen Flocken, aus verfilzten Gyps-

crystallen der mannigfachsten Form bestehend. Nun erkannte ich aber viel *crystallisirten Schwefel;* er ist's, der zum Theil als Einschluss innerhalb des Calcites vorkam. Tadellos entwickelte orthorhombische Pyramiden mit einer Hauptaxe von 0,002—0,004 mm, dann aufeinandergesetzte, unvollkommen entwickelte Pyramiden mit nothwendig zickzackförmigem Rand, bis 0,04 mm lang und bis 0,002 mm breit, sehr viel Aggregate von unbestimmt polyedrischen Umrissen, wegen des starken Reflexionsvermögens schwierig zu erkennen, vielleicht zum Theil von hemiedrischer Ausbildung (Fig. 7 bis 10).

Algen fand ich nie, dagegen einige blasse, sehr schlecht erhaltene Fadenstücke, die vielleicht Spaltpilzen angehören, vielleicht *Beggiatoa*? Doch ist die weitaus vorherrschende Menge des Schwefels deutlich crystallisirt und fand ich nur untergeordnet winzige Körnchen. Einige dunkle, unbestimmt begrenzte Fetzen mögen Lampenruss darstellen.

Hier liegt doch sicher ein bekannter chemischer Process vor. Kohlenstoffhaltige Einschlüsse des dunkeln, Gyps und Salz einschliessenden Kalkes haben löslichen Gyps auf Schwefelcalcium reducirt, das durch kohlensäurehaltiges Wasser in Calciumcarbonat und Schwefelwasserstoff umgesetzt worden ist, welch' letzterer an Ort oxydirt wurde, wobei sich Schwefel crystallinisch ausgeschieden hat.

Dass durch langsame Oxydation des Schwefelwasserstoffes Schwefel crystallinisch bis crystallisirt ausgeschieden werden kann, lehrte mich die mikroskopische Untersuchung des bekannten gelblichweissen Niederschlages in einer Flasche, in der ich seit 8 Jahren successive Wasser und Schwefelwasserstoff erneuerte, ohne das schon bestehende Sediment zu entfernen.

Ich fand nebst Kügelchen viele crystallinische Aggregate, prachtvoll ausgebildete Pyramiden von ca. 0,0085 mm Länge,

dann superponirte Pyramidenverbände wie in Bévieux, 0,02 bis 0,03 mm lang und in der Mitte 0,002—0,003 mm breit, im Allgemeinen von rautenförmigem Umriss (Fig. 11).

Käufliche *Schwefelmilch, Sulfur præcipitatum* der Pharmacopœen, erwies sich ebenfalls crystallinisch bis crystallisirt, während sie gewöhnlich als „feines, gelblichweisses, *nicht crystallinisches* Pulver“ beschrieben wird (Biechele, Prüfung der Arzneimittel, 5. Aufl., 1884).

Unsere Tuffe erlangen, wie Cohn es auch über den Travertin bemerkt, ihre Härte erst durch später unausgesetzt erfolgende innere Crystallisation, die bei der reichen Durchlüftung der Gesteinsmasse gewiss leicht stattfinden kann. Wir finden alle Porenwände mindestens oberflächlich geschichtet übersintert (Fig. 12); oft erscheint innerhalb dieser schönen homogenen Sinterrinde der weissliche und scheinbar noch erdige Kalk. Dieser nachträglichen, auf einer enormen Attractionsfläche stattfindenden inneren Crystallisation verdankt das Gestein seine Druckfestigkeit, die für verschiedene Proben desselben Bruches nothwendig ungleich ausfallen muss. Je drei Proben von Batzenheid ergaben als Mittel 60,6 Kgr., für Libingen 96,5 Kgr. trocken und per cm^2 (Die Baumaterialien der Schweiz an der Landesausstellung. Bericht; 2. Aufl. 1884, Nr. 135 und 141).

Sicher ist nun diese nachträgliche Verfestigung nicht so zu verstehen, dass Kalk, welcher an der Oberfläche, innerhalb der Moosdecke ausgeschieden worden, einfach mechanisch in die verschiedenen Hohlräume geführt wird; die directe Beobachtung spricht dagegen. Vielleicht wird überhaupt nur wenig Kalk zugeführt aus dem in die Tiefen gedrungenen harten Wasser. Vielmehr scheint mir eine theilweise Umcrystallisation des ursprünglich abgelagerten Minerals mit Hülfe des kohlensäurehaltigen Wassers stattzufinden. Die

nöthige Kohlensäure findet sich kaum im Sickerwasser, sondern ist ein *endogenes* Product, d. h. innerhalb des Tufflagers entstanden. Bei seinen Studien an tertiären Nulliporenkalken von Syrakus fand Walther (Zeitschrift der deutsch. geolog. Ges. XXXVII), dass die Lithothamniumknollen mit der Tiefe des Lagers immer weniger deutlich erhalten, dagegen der Kalk compacter geworden war. Gleichzeitig hatte der Kalkgehalt um 12 % zugenommen, war die organische Substanz auf ein Minimum von 0,28 % (statt 5,06 %) gesunken und kaum mehr structurell zu erkennen.

Nun erkennt man allerdings in unseren Tuffen schon in geringer Tiefe kaum mehr zusammenhängende Pflanzentheile, aber selbst in älteren Absätzen noch einen krümeligen Detritus von übrig gebliebenen organischen Theilen, welche bei der porösen Beschaffenheit des Gesteines fortwährend zu Kohlendioxyd und Wasser oxydirt werden.

Aeste und Zweige von Holzpflanzen, die gelegentlich in den Tuff gelangen, vermodern leicht und liefern Kohlensäure. An der Stelle jener Pflanzenreste trifft man gewöhnlich Höhlen. Umgekehrt kann man bisweilen total durch Kalkspath ersetzte Schneckengehäuse finden. In Batzenheid konnte ich im untern Bruch einen grossen Fichtenstamm eingeschlossen erkennen; er lag offenbar in seiner ursprünglichen Stellung, d. h. mit dem Wurzelstock nach dem oberen Rande des Tuffabsatzes. Die Aeste waren mit Beibehaltung der äusseren Form total durch Kalk ersetzt; obschon der Stamm alle Einzelheiten eines faulenden Holzstückes, das härtere Herbstholz der Jahresringe, Löcher von Insecten etc., erkennen liess, zeigte der ihn repräsentirende crystallinische Kalk keine Zellstructur, und erst, nachdem ich grössere Portionen mittelst kalter Salzsäure zersetzte, gelang es mir noch, einige Zellverbände, namentlich die keilförmig ineinander greifenden

Enden der Holzzellen, einige behöfte Tüpfel und porös verdickte Zellen der Markstrahlen zu erkennen. Die organisirte Substanz ist durch crystallinischen Kalk ersetzt.

Das schönste Beispiel einer natürlichen chemischen Ausscheidung von Kalk hat wohl Senft in einer der Diluvialzeit angehörenden Versinterung von *Burgtonna in Thüringen* entdeckt, nämlich vollständig in ihrer natürlichen Stellung und Ausbreitung erhaltene Stöcke von *Scolopendrium officinarum* Sw. mit tadellos erhaltenen Sori. Der weisse Ueberzug war 1—2 Linien dick und zeigte unter dem Mikroskop 3—4 parallel übereinander liegende Lagen von „aragonitischem Gefüge und so zartnadelig, dass jede Spore incrustirt erscheint".

Eine lediglich chemische Ausscheidung von kohlensaurem Kalk und zwar im grossen Massstabe lehren uns die „*Seekreide*" der schweizerischen Naturforscher, der „*Alm*" im glacialen Diluvium der schwäbisch-bayrischen Hochebene, horizontale Tufflager in Thüringen, der „*Wiesenkalk*" am Grunde von norddeutschen Torflagern.

1. Mit dem sogenannten „*Wiesenkalk*" wurde ich namentlich bei der Untersuchung von Torfproben aus Hannover und Mecklenburg bekannt, und lernte ich in ihm ein Aequivalent unserer Seekreide kennen. Naturgemäss erscheint er in verschiedenen Nüancen, bald mehr oder weniger reich an Diatomeen, ja sogar in Diatomeenerde übergehend, bald mehr oder weniger humificirte Pflanzenreste oder Conchylien einschliessend, bald mehr oder weniger gelblich gefärbt durch Eisenoxydhydrat.

   Ich will hier 2 sehr gute Proben anführen, welche mir Herr Professor Geinitz in Rostock aus der dortigen geologischen Sammlung freundlichst überlassen hat.

   a) „*Am Rothener See bei Borkow,* 2 m mächtig, *unter* ca. 0,5 m Torf."

Ein hellaschgraues Mehl, das sich in Wasser sehr gut milchig zertheilt und fast ausschliesslich aus Kalkkörnern und entsprechenden Aggregaten besteht; sehr selten erscheinen unkenntlicher organischer Detritus, ein Pollenkorn von Pinus, ein verkieselter Zahn des Blattrandes eines Grases oder Spongillanadeln.

b) „*Diatomeenreicher Wiesenkalk von Neu-Sammit* bei Krackau, ca. 2 m mächtig, *unter* Torf."

Aussehen wie grauliches Weizenmehl; sehr rein, selten einige Zellverbände von höhern Pflanzen oder eine Spongillanadel. Nebst vorherrschenden Kalkaggregaten zahlreiche Panzer von Diatomeen wie: *Pinnularia oblonga* Rab., *Cymbella lanceolatum* Ehr., *Melosira varians* Ag., *M. arenaria* Moor, *Epithemia Argus* Ehr., *Synedra capitata* Ehr., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Cocconeis Placentula* u. v. a.

Wenige Quarzsplitter und Glimmerblättchen.

Diese Wiesenkalke sind Niederschläge in flachen, seichten Gewässern, welche später gewöhnlich von Torf ausgefüllt wurden. Pollenkörner von Pinus, Spongillanadeln, Diatomeen und oft abgerollte Quarzkörner aus dem Flugsand sind fast regelmässig auftretende Gemengtheile.

2. Senft (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1861) beschreibt einen etwa 50 Fuss mächtigen *horizontal geschichteten Kalktuff von Langensalza,* der viel Phragmitesstengel und Limnæus einschliesst und als Ausfüllung eines Sees zu betrachten ist.

3. Die „*Seekreide*" wurde von Kaufmann („Beiträge", 11. Lieferung, pag. 348 ff.) einer kritischen Untersuchung unterzogen und als chemisch ausgefällter Kalk erkannt,

welcher als Bicarbonat namentlich aus dem glacialen Diluvium in Seen geführt wird. Bekanntlich ist diese Ablagerung, die wir heute noch gut verfolgen können, am Grunde von Torflagern als Basis einstiger Seen und Teiche bei uns sehr stark verbreitet. Naturgemäss variirt das Aussehen nach dem Grade der übrigen Beimengungen: organischer Detritus, Diatomeen, Spongillanadeln, Rhizopodenpanzer, Conchylien und anorganische Sinkstoffe; herrschen letztere vor, so entstehen mergelige Gebilde analog den Kalkmergeln der oberen Süsswassermolasse.

So lieferte ein graulichweisser, poröser, erdiger „*Kalktuff*", der unter 1 m Kies beim Fundamentiren der Gemüsebrücke *aus der Limmat in Zürich* gewonnen wurde, einen ganz erheblichen Rückstand. Dieser besteht aus durch vorherrschend organische Substanz verkittetem Schluff von Quarzkörnern, Kaolin von durchschnittlich 0,004 bis 0,008 mm Durchmesser, seltener von 0,03 bis 0,8 mm; daneben humificirte Pflanzenreste, fächerartig zerklüftete Bastfasern von Hanf, vereinzelte unbestimmbare Pflanzenzellen, einzelne Fadenstücke von Spaltalgen, je ein Exemplar von *Cyclotella operculata* Ag. *var. antiqua*, *Cyclotella Kützingiana* Thw., *Synedra Ulna* Ehrb.; von animalischen Resten: ein Stück eines Daphnidenskelets, gestielte Eikapseln (von *Planaria?*) und 7 Gehäuse von *Difflugia* von fast kugeliger Form (*D. globulosa* Duj.?). Hätten incrustirte Pflanzen diesen Tuff geliefert, so müsste man sicher noch einige entsprechende Reste erkennen können. Die Ausfüllung des Kalkes geschah hier wahrscheinlich durch senkrechte Strömungen im Wasser in Folge von Temperaturdifferenzen am Grunde und der Oberfläche (Wettstein l. c.); jedenfalls nicht durch Chara,

die schon am Ende des Sees auf dem Grunde grüne Wiesen bildet.

4. Der *Alm* ist eine namentlich durch Sendtner's „Vegetationsverhältnisse von Südbayern“ bekannt gewordene, oft flächenreiche Kalkablagerung in der schwäbisch-bayrischen Hochebene; er erscheint als Absatz aus dem mächtige Diluvialschotterdecken durchrieselnden Grundwasser, welches in Mulden, Mooren etc. zu Tage tritt. Bald ist es eine gelblichweisse, körnige Masse, die seltener an der Oberfläche blumenkohlähnliche Aggregate bildet (Weisssand), oder gar in Berührung mit Luft übersintert und eine harte, Tuffstein gleichende Substanz liefert. Mächtigkeit einige cm bis 3 m (conf. Gruber, Münchener Becken; Heft 4 der „Landeskunde“ von Lehmann, 1885). Der Kalk enthält selbstverständlich verschiedene Pflanzenreste, welche, wie Büchele (Jahresbericht des nat. Vereins von Augsburg 1858) beschreibt, nach oben im Contact mit der Luft mehr und mehr zerstört werden. Offenbar ist es dann zum Theil die endogene Kohlensäurebildung, welche die harte Umcrystallisation des Alms zu einer Art porösen Tuffsteins vermittelt. In dem durch Salzsäure zersetzten Rückstand aus schönen Proben von Memmingen, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Holler daselbst verdanke, erkannte ich Pollenkörner von Gramineen und Coniferen, Diatomeen, einige Mycelreste, humificirte Zellreste, Chitin; vor allem krümelig macerirte, unbestimmbare, organische Theile ähnlich wie in den älteren Partien unserer Süsswassertuffe, gemischt mit einigen Quarzsplittern und Glimmerblättchen. Die Farbe wird, wie bei unsern Tuffen, durch Eisenoxydhydrat erzeugt. Hiemit stimmt gut überein der jüngst

von Dr. Vogel in Memmingen (nat. Verein von Augsburg, Jahresber. 1885) mitgetheilte chemische Befund:

Kohlensäure	41,060	Gew. %
Kalk	50,307	„
Magnesia	0,098	„
Thonerde und Eisenoxyd	0,864	„
Kieselerde	0,250	„
Schwefelsäure	0,463	„
Salze der Alkalien	0,513	„
Wasser	0,366	„
Organische Substanz (Mittelwerth)	5,0	„

Wenn wir die ausführlich beschriebenen mannigfaltigen Formen des Kalktuffes und verwandter Erdbildungen überblicken, so erkennen wir Folgendes:

1. Sie erscheinen als Absatz von mit Calciumbicarbonat mehr oder weniger reichlich beladenen Quellen und Sickerwassern.
2. Daher wird man weitaus in den meisten Fällen einzelne bis viele in Salzsäure unlösliche feinste Schlämmtheilchen wie Quarzsplitter, Kaolinkörner, Glimmer etc. beigemengt finden, welche in der chemischen Analyse als Thonerde, Eisenoxyd, Kieselerde, Alkalien etc. zum Ausdruck kommen.
3. Die „organische Substanz“ rührt theils von infiltrirten Pflanzen- und Thierresten her, theils von den Ueberresten der auf oder in dem deponirten Kalk lebenden Pflanzen und Thiere. Die animalischen Bestandtheile mögen namentlich den Stickstoffgehalt bedingen, der manchmal nachgewiesen werden kann.
4. Von Vegetabilien treten besonders Algen und Laubmoose auf, und zwar unter solchen Verhältnissen, dass eine

nähere Beziehung zwischen der Tuffbildung und diesen assimilirenden Lebewesen ausser allem Zweifel liegt.

Dass die Pflanzen hiebei vermöge ihrer assimilatorischen Thätigkeit direct die Zerlegung des Bicarbonates einleiten und die Ausscheidung des einfach kohlensauren Kalkes bedingen könnten, lag sehr nahe. Es liegt diese Thatsache wirklich vor bei mehreren marinen Algengattungen. In keinem einzigen der von mir untersuchten Fälle konnte ich dieselbe jedoch constatiren. Dass den betreffenden Pflanzen nicht genügend freie Kohlensäure zur Disposition gestellt wäre, ist nicht bewiesen, das Gegentheil aber mehr als wahrscheinlich. Die Kalkabsätze erscheinen durch bekannte physikalisch-chemische Eingriffe genügend erklärt und die Sedimente auf lebenden Pflanzen wirklich als Incrustationen oder Ueberrindungen wie auf anorganischen und todten Gegenständen. *Die Betheiligung der Pflanzen an der Tuffbildung ist keine physiologische, sondern mechanische.* Sie sind hiebei mehr passiv als activ; desshalb wird ihr inniger Antheil an der Entstehung dieser Gesteine nach wie vor aufrecht erhalten und gewürdigt. Sehr häufig erscheinen die Pflanzen für die structurellen Verhältnisse der Tufflager oder ihre Localisation als primäre Ursache.

Cohn (l. c.) gibt in seiner mehrfach citirten Abhandlung über den römischen Travertin zu, dass manche Tufflager „ohne Mitwirkung der Pflanzen“ entstehen können, oder „dass für die Auscrystallisation des kohlensauren Kalkes die Vegetation offenbar nur die primäre Ursache abgibt“, und schliesst andere Factoren nicht aus, so dass man den Eindruck bekommt, es sei die von Cohn ausgesprochene physiologische Betheiligung der Pflanzen von andern Forschern ohne weiteres stärker betont worden, als es in der Absicht des Autors ursprünglich gelegen war.

Was nun die feineren *morphologischen Verhältnisse des ausgeschiedenen kohlensauren Kalkes* betrifft, so dürfte bei der ausserordentlich individualisirenden Tendenz dieser Verbindung a priori ein crystallinisches bis crystallisirtes Vorkommen desselben häufig zu erwarten sein. Allerdings muss man hiebei berücksichtigen, wie so manche Factoren bestimmend mitwirken, sei es auf die Form als solche oder auf das Crystallsystem. Der plötzliche Uebergang eines gelösten Salzes in den festen Zustand erzeugt leicht amorphe Massen, und es darf nicht befremden, wenn der Kalk oft in feinsten amorphen Körnern und Aggregaten angetroffen wird. Seit den schönen Versuchen von G. Rose wissen wir, dass aus Lösungen des Bicarbonates durch Verlust der Kohlensäure in der Wärme gleichzeitig Aragonit und Kalkspath ausgeschieden werden, wobei der Aragonit vorwiegt, dass in kalten Lösungen nur Kalkspath gebildet wird, dass starke Verdünnung die Aragonitbildung begünstigt, wie denn Senft als Erfahrungssatz hinstellen konnte, dass in stark dolomitischen Gebirgen der kohlensaure Kalk am häufigsten in der orthorhombischen Form angetroffen wird. Sicher wirken Temperatur, Concentration der Lösung und Beschleunigung der Verdampfung entscheidend auf die Form ein. Wurde eine Lösung von $CaCO_3$ in kohlensäurehaltigem Wasser während 6—8 Wochen zu gleichen Theilen in einem niedern flachen Topf und einem sehr engen Cylinder stehen gelassen, so erhielt man im ersten Gefäss Calcit, in letzterem Aragonit; die rhombische Form zeigte sich aber im flachen Gefäss ebenfalls, wenn die Lösung verdünnt wurde (Isis 1883, pag. 255). Wenn ich hartes Wasser hiesiger Brunnen in einem offenen Becherglase so erwärmte, dass keine Dampfblasen aufstiegen, erhielt ich ein Häutchen, das nur aus tadellos ausgebildeten Rhomboëdern bestand (Fig. 14). Erhitzte ich von demselben Wasser in einem Kolben,

den ich mittelst eines mit langer senkrechter Glasröhre versehenen Korkes verschlossen, so erhielt ich nebst vorherrschend rhomboëdrischen Formen auch aragonitische. Wurde Tuffsteinwasser in einer zu zwei Drittel gefüllten und mit Glasstöpsel verschlossenen Halbliterflasche während einer Stunde geschüttelt, so zeigte sich nachher ein Kalkhäutchen aus rhombischen und rhomboëdrischen Gestalten. In bedeckten Kochgeschirren, die Monate lang nur zum Erwärmen von Wasser gebraucht werden und dann eine beträchtliche Kesselsteinbildung aufweisen, besteht das Kalkhäutchen fast ausschliesslich aus spiessigen oder prismatischen, häufig parallel oder radial verbundenen oder durch Kalkplatten vereinigten Formen (Fig. 15), wobei der Längsdurchmesser oft das Vierzigfache der Dicke betragen kann.

Was nun das Vorkommen in der Natur betrifft, so ist zu berücksichtigen, dass hier nicht nur so verschiedenartige Factoren mitwirken, sondern auch die Lösung selten rein ist, so dass dann, wie Credner gezeigt, statt des Grundrhomboëders am häufigsten mancherlei Combinationen auftreten oder unvollständige Formen. Gerade die letzteren, mehr abgerundeten Gestalten wurden früher für amorphe Gebilde gehalten, bis Kaufmann (l. c.) dieselben in der Seekreide als crystallinische Sedimente erkannte. Ich kann dies bestätigen, obschon ich bemerken will, dass der Nachweis nicht immer leicht und oft bei reichlicher Mischung mit andern unorganischen Bestandtheilen ohne weiteres einfach unmöglich ist. Wenn ich dünne Häutchen auf Moosblättchen oder Incrustationen von *Scytonema, Chara, Vaucheria, Cladophora* im polarisirten Licht bei $\frac{320}{1}$ untersuchte, gelang es mir, sehr deutliche Doppelbrechung mit bläulichgrauen Polarisationsfarben zu erkennen und oft rhomboëdrische Individuen aufzudecken, die mir bei normalem Licht entgangen waren. Die einzelnen unvoll-

kommen entwickelten Formen bilden Aggregate aus rhombischen oder fünf- und sechseckigen Gestalten (Fig. 16 und 17). Bisweilen entdeckt man ausgezeichnete Rhomboëder. Grössere Individuen von 0,015 mm Durchmesser (Fig. 18) mit theilweise etwas corrodirten Oberflächen (vielleicht Aetzfiguren?) traf ich im Schlamm der als Filter wirkenden Vaucheriarasen. Offenbar haben sie hier unter ähnlichen Verhältnissen grössere Dimensionen und gute Formen angenommen wie Crystalle verschiedener Salze aus mit ihren Lösungen durchtränktem Thon oder bis 5 cm grosse Zwillinge der Calcite nach R_3, die ich in plastischem Thon des Aquitanians bei Clarens am Genfersee gesammelt habe.

Es scheint mir, dass die Moosblättchen die crystallinische Ausbildung des Kalkes in der Weise begünstigen können, wie die glatten Flächen der Glimmerblättchen des miocenen Sandsteins oder Pflanzenreste im thonigen Sediment von Teichen die Ablagerung von Cryställchen des Schwefelkieses (Fig. 19).

Auch die scheinbar amorphen Tufftheile sind oft durchaus crystallinisch und nur wegen der losen Aggregation von sandigem Habitus.

Erklärung der Tafel.

Vergr. $\frac{450}{1}$

Fig. 1 Mergelschluff, halbschematisch (pag. 92); 4 grössere Quarzkörner, zum Theil mit Gasporen, und 2 humificirte Pflanzenreste.

„ 2 a Schluff, dessen einzelne Gemengtheile durch organische Substanz oder Limonit verkittet sind; in b ist das Bindemittel durch Kaliumhypochlorid entfernt (pag. 93 und 104).

„ 3 Gehäuse von Difflugia pyriformis Perty (pag. 105 und 141).

„ 4 Calcitcrystalle aus dem Stollen von Bévieux, zum Theil Schwefelcrystalle einschliessend (pag. 160).

„ 5 Gruppe von Calcitcrystallen von Bévieux (pag. 160).

„ 6 Gypscrystalle von Bévieux (pag. 160).

„ 7 Schwefel in orthorhombischen Pyramiden von Bévieux (pag. 161).

„ 8 und 9 Schwefel von Bévieux in Combinationen von Pyramiden (pag. 161).

„ 10 Aggregate von Schwefelcrystallen von Bévieux (pag. 161).

„ 11 Schwefelcrystalle aus dem Sediment von Schwefelwasserstoffwasser. a = Fig. 7, 8 und 10; b = Fig. 9 (pag. 162).

„ 12 Nachträgliche Uebersinterung von scheinbar amorph ausgeschiedenem Kalktuff (pag. 162).

„ 13 a—d Bildung der Calcitcrystalle durch Einwirkung von Natriumcarbonat und Chlorcalcium (pag. 154).

„ 14 Calcitcrystalle des Kalkhäutchens bei Verdunstung des harten Wassers in einem offenen Becherglas (pag. 170). Das grösste Rhomboëder steht auf der Hauptaxe und zeigt durch Totalreflexion 3 dunkle gleichschenklige Dreiecke unter abwechselnden Seitenecken.

„ 15 Spiessige und prismatische Formen des Calciumcarbonates bei Erwärmung von hartem Wasser in geschlossenen Gefässen (pag. 171); in 15 b Prisma und Pinakoid.

„ 16 und 17 Gewöhnliche rhomboëdrische Aggregate des Kalktuffes als Incrustation von Pflanzentheilen (pag. 172).

„ 18 Grosse Crystalle des Calcites, zum Theil mit corrodirten Flächen (Aetzfiguren?), aus dem Schlamm von Vaucheriarasen (pag. 172).

„ 19 Muscovitblättchen aus Molassesandstein mit aufgewachsenem Pyrit (pag. 172).