

# Generalversammlung Freitag, den 12. September 1930, in der Handelshochschule St. Gallen

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **23 (1930)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

de la Société géologique suisse, c'est Emmanuel de Margerie, qui a condensé toutes les connaissances que nous avons de cette chaîne dans ce monument admirable qu'est sa Bibliographie du Jura.

La Société géologique suisse est beaucoup plus jeune que la vôtre, presque exactement deux fois plus jeune. Et avant sa fondation, la Société géologique de France était pour nos savants le meilleur centre de ralliement. Ils ont contracté alors, envers votre association, une dette de reconnaissance que nous n'oublions pas. Lorsque nos géologues ont constitué, en 1882, un groupement national, ce n'a pas été pour rompre ces relations, mais au contraire pour les renforcer; aussi les adhérents de l'une à l'autre de nos deux Sociétés ont-ils été dès lors de plus en plus nombreux.

C'est pourquoi nous sommes heureux de venir saluer aujourd'hui votre Société centenaire, et nous saisissons cette occasion pour vous inviter à fêter avec nous, à Lausanne, en 1932, le cinquantième anniversaire de la Société géologique suisse, à la fondation de laquelle contribua l'un des grands d'entre vous.

*Neuchâtel*, le 1<sup>er</sup> juin 1930.

AU NOM DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE SUISSE,

Le Président:  
A. JEANNET.

Le Secrétaire:  
P. BECK.

**B. Generalversammlung Freitag, den 12. September 1930,  
in der Handelshochschule in St. Gallen.**

**Erster Teil: Geschäftliche Sitzung.**

Leitung: Vizepräsident E. GAGNEBIN.

Der vom Sekretär verlesene Jahresbericht 1929/30 wird samt Redaktionsbericht genehmigt, ebenso die Rechnungs- und Revisionsberichte. Der aus Gesundheitsrücksichten und im Hinblick auf die Organisation der im Jahre 1932 fälligen 50. Jahresfeier der S. G. G. zurücktretende Präsident A. JEANNET wird ersetzt durch Herrn MAURICE LUGEON, der sich zur Durchführung der Feier gewinnen liess. Der Vorsitzende verdankt Herrn A. JEANNET, der während drei Jahren das Amt eines Sekretärs in vorbildlicher Weise bekleidete und 1926 das verantwortungsvolle Präsidium übernahm, seine viele Arbeit und die geschickte Leitung der S. G. G. herzlich. An Stelle des gleichzeitig mit Herrn JEANNET in den Vorstand eintretenden und heute ebenfalls demissionierenden Herrn P. NIGGLI wird als Vorstandsmitglied Herr M. REINHARD, Basel, gewählt. Als Rechnungsrevisor wurde Herr HOTZ in Basel durch Herrn H. SCHWARZ, Bankprokurist

in Schaffhausen, ersetzt. Der Jahresbeitrag pro 1931 soll gleich bleiben: 12 Franken für Mitglieder, die in der Schweiz wohnen, 14 Franken für solche im Ausland. — Der Vorsitzende beglückwünscht Herrn P. NIGGLI als Preisträger der Marcel Benoît-Stiftung. — Die wissenschaftliche Sitzung wird folgendermassen organisiert: Präsidenten: Die HH. Ad. HARTMANN, Aarau, und H. EUGSTER, Trogen; Sekretäre: J. CADISCH, Basel, und W. CUSTER, Lausanne. Die Vortragszeit wird auf 15 Minuten festgesetzt.

Der Sekretär: P. BECK.

### Zweiter Teil: Wissenschaftliche Sitzung.

Zugleich Sitzung der Sektion für Geologie der S. N. G.

#### 1. — E. BAUMBERGER (Basel): **Vorläufige Mitteilung über die Altersbestimmung der subalpinen Süsswassermolassen in der Ostschweiz.**

Während der Neukartierung der subalpinen Molasse zwischen Necker und Rhein hat Herr A. LUDWIG aus den subalpinen Süsswassermolassen durch sorgfältige Sammelarbeit ein beträchtliches Molluskenmaterial zusammengebracht. Ich habe versucht, dasselbe soweit möglich zu bestimmen, um auf paläontologischer Grundlage die Altersfolge der verschiedenen Gesteinskomplexe festzustellen. Vor allem aus sind es die Landschnecken, welche sich für die Lösung dieser Aufgabe als wertvoll und zuverlässig erweisen. Derzeit ist eine Klärung dieses Problems mit Hilfe anderer organischer Überreste nicht möglich. Die für eine sichere Horizontierung so wichtigen Säugertierfunde sind bis jetzt äusserst spärlich (vgl. Lit. 30); aus dem südlich der granitischen Molasse liegenden Gebiet sind mit Ausnahme von Ruffi bei Schännis keine Funde aus anstehendem Gestein bekannt (Lit. 29, 31). Fossile Pflanzen eignen sich für eine zuverlässige Altersbestimmung enger begrenzter Schichtserien nicht, was die Bearbeitung der Pflanzenfunde am Rossberg von neuem wieder bewiesen hat (Lit. 4, p. 302). Der Versuch, mit Hilfe der fossilen Mollusken die Gesteinskomplexe des subalpinen Molasseprofils zu horizontieren, hatte besonders deshalb einige Aussicht auf Erfolg, weil die zahlreichen Fundstellen sich auf das ganze weite Gebiet verteilen. Freilich ist das Fossilienmaterial mit allen Mängeln behaftet, welche die Fossilien stark dislozierter, zum Teil grobklastischer Ablagerungen allgemein aufweisen. Viele Gehäuse sind bis zur Unkenntlichkeit zusammengedrückt, die Schalen abgesplittert oder aufgelöst, viele schon bei der Einbettung in das Sediment verletzt oder zerbrochen worden. Die Mergel sowohl, als der Erhaltungszustand der Schnecken, eignen sich nicht zum Ausschlämmen der Gehäuse. Diese müssen mühsam mit der Nadel herausgearbeitet werden; hiebei ergeben sich

auch bei sorgfältiger Präparierarbeit viele Verluste. Daher überrascht es nicht, wenn von vielen Fundstellen nur wenige oder gar keine Arten bestimmt werden konnten. Nachfolgend möchte ich über die bisherigen Resultate meiner Untersuchungen kurz berichten.

Schon im Jahr 1852 hat KARL DEICKE von St. Gallen sich eingehender über die subalpine Molasse der Ostschweiz mit besonderer Betonung des Sitterprofils geäußert (vgl. Lit. 5, 6). Nach den „eingeschlossenen organischen Überresten“ gliedert DEICKE die Molasse des genannten Gebietes in drei Zonen, von denen die mittlere der miocänen marinen Molasse entspricht, die beidseitig anschliessenden Zonen aber Süßwasserbildungen umfassen. Eine Horizontierung der drei paläontologisch begründeten Zonen war in jener Zeit nicht möglich. Bis auf den heutigen Tag hat, wie leicht begreiflich, die reiche marine Molluskenfauna der mittlern Zone in weit höherem Masse die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, als die wenig auffälligen, im allgemeinen schlecht erhaltenen und weniger bekannten Land- und Süßwassermollusken der beiden andern Zonen. Die marine Schichtserie von St. Gallen entspricht den beiden miocänen Molassestufen Burdigalien und Helvétien; ihre Fauna wird uns hier nicht beschäftigen. Dieser paläontologisch genau fixierte Gesteinskomplex trennt nun, ganz wie in der subalpinen Molasse bei Luzern, die dem nördlichen Alpenrande vorgelagerten orogenen Sedimente nach ihrem Alter in zwei grosse Abschnitte. Nördlich des marinen Molassestreifens liegt das Areal der obern Süßwassermolasse, die schon lange nach ihrer geologischen Position ins Miocän gestellt wird. Südwärts des marinen Molassezuges folgt bis an den Nordrand der Säntisdecke ein breiter Molassestreifen, stark disloziert und lithologisch mannigfaltig, ein Gebiet, über dessen Stratigraphie und über dessen Gebirgsbau die Ansichten auch heute noch stark voneinander abweichen. Wir stellen im folgenden die gegensätzlichen Anschauungen, soweit sie die Altersstellung der Gesteinsserien in diesem alpennähern Molassestreifen betreffen, einander kurz gegenüber. Nach der einen Auffassung enthält der in Frage stehende Molassestreifen nur oligocäne Sedimente, die bis jetzt in ihrer Gesamtheit als untere Süßwassermolasse zusammengefasst werden. Diese nimmt im stratigraphischen Molasseprofil den Raum ein zwischen der untern marinen Molasse der Nordwestschweiz — dem jetzigen marinen Stampien oder Rupélien, olim Tongrien — und der miocänen marinen Molasse, wie sie uns bei St. Gallen entgegentritt. Dieser Auffassung steht nun jene gegenüber, wonach sich ausser oligocänen Sedimenten in hervorragender Weise auch miocäne am Aufbau des innern Molassestreifens beteiligen. Diese miocänen Sedimente des innern Molassestreifens werden mit der marinen Molasse bei St. Gallen in Verbindung gebracht. Sie werden gedeutet als mit der miocänen marinen Molasse gleichzeitig entstandene Süßwasserbildungen mit starkem Einschlag fluviatiler Nagelfluh, ganz nach den Anschauungen, die KAUFMANN

für die Molasse bei Luzern verfochten hat. Es würde zu weit führen, hier auf die einzelnen Arbeiten einzugehen, die den einen oder andern Standpunkt vertreten. Dies soll einer spätern eingehenden Darstellung vorbehalten bleiben.

Unsere Untersuchung hat nun vorerst mit aller Sicherheit ergeben, dass im innern Molassegebiet keine miocänen Sedimente existieren. Die Molluskenfauna enthält nur oligocäne Arten. Ganz übereinstimmende Verhältnisse sind für die subalpine Molasse am Vierwaldstättersee und für den benachbarten Vorarlberg schon nachgewiesen (Lit. 4 und 14).

Die untere Süßwassermolasse ist von HEER und MAYER-EYMAR der Aquitanstufe zugeteilt worden. Seither hat sich ergeben, dass die damals in der Aquitanstufe untergebrachten Sedimente der Schweizermolasse paläontologisch zwei verschiedenen Stufen angehören, dem *Aquitani* einerseits und dem *Chattien* oder *Oberstampien* andererseits. Vor allem aus ist es das unbestrittene Verdienst unserer Säugetierpaläontologen, im Laufe der letzten dreissig Jahre durch genaue Horizontierung zahlreicher alter und neuer Fossilfundstellen eine sichere Grundlage für die Gliederung unserer oligocänen Süßwassermolasse geschaffen zu haben. Die Trennung unseres Oligocäns in eine obere aquitane und eine untere stampische Schichtserie lässt sich auch mit Hilfe der Landschnecken sicher durchführen. Neben einer grossen Zahl von Arten, die in beiden Stufen auftreten (sog. Dauertypen) wie z. B. die verbreitete und häufige *Cepaea rugulosa* (ZIETEN), gibt es zuverlässige aquitane und stampische Leitformen. Nach dem Auftreten solcher Leitformen gliedert sich die oligocäne subalpine Molasse der Ostschweiz folgendermassen:

Zunächst folgt auf die miocäne marine Molasse bei St. Gallen ein Gebietsstreifen mit einer ausgesprochen aquitanen Schneckenfauna<sup>1)</sup>. Er gehört zum Nordschenkel der grossen Antiklinale. Entscheidende Leitformen haben geliefert die Lokalitäten Hombergtobel südlich Brunnadern (Neckergebiet), Lustmühle an der Strasse St. Gallen-Teufen<sup>2)</sup>, Harzig südöstlich Teufen; wir nennen: *Tropidomphalus minor* FISCHER und WENZ, *Omphalosagda subrugulosa* QUENST., *Ena (Napaesus) hassiaca ulmensis* WENZ, *Poiretia rugulosa ulmensis* WENZ, *Triptychia antiqua* ZIETEN, *Pomatias (Ericia) bisulcatum* ZIET., *Vivipara pachystoma* SANDB. Das ist die Fauna der granitischen

<sup>1)</sup> Lit. 32 (Fossilium Catalogus) gibt Auskunft über die jetzt geltende Nomenklatur der aufgeführten Arten, die Synonymen, die vertikale Verbreitung und die Literaturnachweise.

<sup>2)</sup> Diese Lokalität ist 1924 besonders von dem unermüdlichen Sammler und feinen Beobachter OTTO KÖBERLE in St. Gallen ausgebeutet worden. Er hat mir nicht nur die Ausbeute dieser Lokalität, sondern auch seine Funde aus der Kontaktzone von Helvétien und Silvanaschichten bei der Sitter-Eisenbahnbrücke südlich Kräzern (gesammelt 1925) noch kurz vor seinem Tode zur Verfügung gestellt.

Molasse vom Buchberg am obern Zürichsee, von Greit am Hohrhonen (Zug), von Staudach im Vorarlberg. Die in Greit und Staudach aufgefundenen Säugetierreste bestätigen das aquitane Alter dieser Molassezone (vgl. Lit. 14).

In der südwärts anschliessenden Sattelzone haben die Lokalitäten Schlössli östlich der Sitter und das Hargartentobel westlich der Sitter stampische Leitformen geliefert: *Pomatias (Ericia) antiquum* BRONGT., *Parachloraea oxystoma valdecarinata* A. BRAUN, *Triptychia Escheri* MAYER-EYMAR. Im Gegensatz zum Vierwaldstätterseegebiet reichen hier stampische Kernschichten an die Erdoberfläche hinauf.

Wir erwarten nun südwärts dieser stampischen Kernzone einen aquitanen Südschenkel. Die Schichtstellung im Nagelfluhzug Ruppen-Gäbris-Hundwilerhöhe entspricht vollständig dieser Voraussetzung. Allein die bis jetzt bestimmbaren Schneckenfunde aus dieser Gesteinszone sprechen für stampische Molasse. Deren tektonische Lage kann kaum anders als durch eine Aufschiebung erklärt werden. Übereinstimmende Verhältnisse finden wir im benachbarten Vorarlberg. Hier folgen auf die stampische Kernzone von Inngrüne die aufgeschobenen stampischen Horwerschichten. Die Gleitfläche liegt über den roten Mergeln der Kernzone. Nach dieser Deutung würde die Nagelfluhzone Gäbris-Hundwilerhöhe der bunten Nagelfluh entsprechen, die in der Centralschweiz Rigi und Rossberg aufbaut. Vom Lauffentobel nördlich Appenzell, vom Donnersbach<sup>1)</sup> und Ruppen<sup>2)</sup> kennen wir *Parachloraea oxystoma valdecarinata* A. BRAUN, *Tropidomphalus Arnoldi* THO., *Galactochilus Brauni Ehingense* KL., *Trichia leptoloma* A. BRAUN, *Vivipara gravistriata* GÜMBEL, *Theodoxus Linthae* MAYER-EYMAR<sup>3)</sup>.

Zwischen Gonten und Weissbach folgt die Kronbergzone, in welcher von Norden nach Süden über mächtig entwickelten Mergeln und Kalksandsteinen zuerst Kalknagelfluh und dann bunte Nagelfluh sich einstellen. Der ganze mächtige Schichtenkomplex ist nach seiner Schneckenfauna ins Stampien zu stellen. Die stampischen Leitformen *Parachloraea oxystoma* THOMAE, *Pomatias (Ericia) antiquum* BRONGT., *Triptychia Escheri* MAYER-EYMAR und *Canariella lapicidella* THO. konnten sicher nachgewiesen werden. Nach meinem Dafürhalten stellt die stampische Kronbergzone eine weitere aufgeschobene Schichtserie, eine zweite Schuppe dar. Wahrscheinlich ist zwischen die Gäbriszone und die Kronbergzone ein aquitaner Molassestreifen eingeschoben. Denn an der Widenbachbrücke bei Urnäsch fand sich eine Landschnecke, die jedenfalls mit der aquitanen Leitform *Tropidomphalus minor* FISCHER und WENZ zu identifizieren ist. Und weiter westwärts, im Streichen dieser Schichten, am Zwislerbach unter

<sup>1)</sup> Nach Bestimmungen von SANDBERGER, Lit. 28, p. 469.

<sup>2)</sup> Bestimmungen von MAYER-EYMAR, Lit. 8.

<sup>3)</sup> Zuerst in Rufi bei Schännis gefunden, Lit. 19, 22.

Harzenmoos im Neckergebiet, ist der ebenfalls aquitane *Galactochilus inflexum* ZIETEN nachgewiesen.

Durch neue, besser erhaltene Schneckenfunde wird diese Frage noch abgeklärt werden können. Grosse Mächtigkeit kann das in der Synklinalzone GUTZWILLERS liegende Aquitan nicht besitzen; denn in Stanzlis bei Gonten treffen wir schon wieder die stampischen Leitformen.

Älter als die Gäbris- und Kronbergzone ist die Molasse, die südlich vom Weissbach unter die Säntisdecke taucht (Weissbachzone). Hier hat A. LUDWIG 1926 die flyschähnlichen Mergel der Horwer (Biltner) Schichten entdeckt mit Steinkernen von Bivalven, deren Bestimmung grosse Schwierigkeiten bietet, die aber durchaus mit denen von Horw, Ralligen und Vaulruz (Lit. 1) übereinstimmen. Die Gesteinsserie entspricht der untern Meeresmolasse Bayerns, und die Fossilien dokumentieren das untere Stampien oder Rupélien, das schon vor Jahren bei Bilten und neuerdings auch im Vorarlberg erkannt worden ist (Lit. 14). Die Einlagerung von fluviatiler Kalknagelfluh beweist eine starke Zuschüttung des stampischen Meeres; die oligocäne subalpine Süswassermolasse reicht somit nicht, wie früher angenommen, bis an die heutige Stirne der Säntisdecke. Auch für diese brackisch-marine Molassezone ist mit einer Aufschiebung zu rechnen.

Im Jahr 1924 habe ich versucht, in den Profilen durch die subalpine Molasse südlich St. Gallen die Gäbriszone, die Kronbergzone und die Weissbachzone als Schuppen zu deuten in Übereinstimmung mit den Verhältnissen am Vierwaldstättersee (Lit. 1 a). Hierbei stützte ich mich auf die vorzügliche, von A. GUTZWILLER in Karte und Textband gegebene Darstellung (Lit. 10, 33). Die äusserst sorgfältige Neuaufnahme des Gebietes, sowie die nun vorliegende Horizontierung der grössern Schichtkomplexe werden die Anschauungen vom Jahr 1924 in einzelnen Punkten modifizieren. Zu korrigieren ist jene Darstellung nach dem nunmehrigen paläontologischen Belegmaterial schon jetzt in folgenden Punkten: Miocäne Sedimente gibt es südlich der marinen St. Gallermolasse nicht; die zu Tage tretenden Kernschichten der grossen Antiklinale haben stampisches, nicht aquitanes Alter. Ferner wird die Neuaufnahme auch darüber aufklären, ob eine aquitane Synklinalzone Gäbrizug und Kronbergzug verbindet oder ob es sich um eine selbständige Gäbrisschuppe handelt, die mit aquitanen Sedimenten abschliesst. Weitere Bemühungen um Beschaffung sicher bestimmbarer Fossilien aus einzelnen Horizonten der Profile könnten voraussichtlich manche noch jetzt bestehende Schwierigkeit in der Interpretation des geologischen Baues aus dem Wege schaffen.

Was die Fauna der obern Süswassermolasse betrifft, so stimmt sie in den Artlisten vollständig überein mit derjenigen der Silvanaschichten Schwabens. Diese Bezeichnung ist auch für die Schweiz durchaus berechtigt. Die Silvanaschichten entsprechen nach ihrer

Lage im stratigraphischen Molasseprofil dem marinen Tortonien der internationalen Skala. Die Fossilien sind weit besser erhalten als die der oligocänen Molasse, entsprechend der weniger energisch dislozierten Gesteinszone. Die Artenliste<sup>1)</sup> ergibt: *Cepaea silvana* KL., *Cepaea eversa Larteti* BOISSY, *Klikia coarctata* KL., *Tropidomphalus incrassatus* KL., *Tropidomphalus Zelli* KURR, *Zonites (Aegopis) costatus* SANDB., *Poiretia gracilis porrecta* GOB., *Triptychia suturalis* SANDB., *Triptychia helvetica* MAYER-EYMAR, *Melanopsis Kleini* KURR, *Theodoxus crenulatus* KL., *Brotia Escheri turrita* KL., *Bythinia gracilis* SANDB., *Planorbis (Coretus) cornu Mantelli* DÜNKER, *Unio flabellatus* GOLDF.

Von diesen Arten setzt die grosse Mehrzahl im miocänen Schichtenkomplex erst über dem marinen Helvétien ein, im Juragebiet (Basler- und Solothurnerjura, Chaux-de-Fonds, Locle, Pontarlier) über den Helicidenmergeln mit *Cepaea eversa Baumbergeri* Jooss, welche mit der Juranagelfluh eine fluviatil-lacustre Fazies des obersten Helvétien darstellen. Nur ganz wenige Arten der Silvanaschichten treten schon im Helvétien auf; keine der aufgeführten Arten reicht ins Oligocän hinab. Die Schneckenfauna besitzt ein ausgesprochen miocänes Gepräge und eignet sich vorzüglich für die Horizontierung der oft weit auseinander liegenden Molasseaufschlüsse.

#### Literatur.

1. BAUMBERGER, E. Über das Alter der Vaulruz- und Ralligschichten. *Eclogae geol. Helv.* Vol. XVI. 1920.

1a. BAUMBERGER, E. Versuch einer Umdeutung der Profile durch die subalpine Molasse der Central- und Ostschweiz. *Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. Luzern*, 1924, p. 150, u. *Eclogae geol. Helv.* Vol. XIX, Nr. 1, 1925.

2. BAUMBERGER, E. Die Fauna der Silvanaschichten im Tafeljura der Kantone Baselland und Solothurn. *Verh. d. Naturf. Ges. in Basel.* Bd. 38, 1927.

3. BAUMBERGER, E. Die stampischen Bildungen der Nordwestschweiz und ihrer Nachbargebiete mit besonderer Berücksichtigung der Molluskenfaunen. *Eclogae geol. Helv.* Vol. XX. Nr. 4, 1927.

4. BAUMBERGER, E. Die Deutung des Rigi- und Rossbergprofils auf Grund neuer Fossilfunde. *Verh. d. Naturf. Ges. in Basel.* Bd. 40, 2. Teil, 1929.

5. DEICKE, J. C. Beiträge über die Molasse der Schweiz (mit Profil längs der Sitter). *Neues Jahrbuch für Mineralogie usw.* Jahrgang 1852.

6. DEICKE, J. C. Das Molassegebilde in der östlichen Schweiz (mit einer Profiltafel). *Verh. d. St. Gall.-Appenzell. gemeinnützigen Gesellschaft in Berneck.* 1854.

7. FALKNER, C. und LUDWIG, A. Beiträge zur Geologie von St. Gallen. *Jahrb. St. Gall. Natw. Ges.* 1902/03.

8. FRÜH, J. Zur Geologie von St. Gallen und Thurgau, mit besonderer Berücksichtigung der Kalktuffe. *Jahrb. d. St. Gall. Natw. Ges.* 1884/85.

<sup>1)</sup> Mit Berücksichtigung einiger Funde von A. GUTZWILLER in Basel aus dem Jahr 1873 und von G. SCHENK, Bezirkslehrer in Berneck, aus dem Jahr 1929 (Bestimmungen vom Verfasser E. BAUMBERGER).

9. FRÜH, J. Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Denkschr. der Schweiz. naturf. Ges. Bd. XXX. 1888.
10. GUTZWILLER, A. Molasse und jüngere Ablagerungen enthalten auf Blatt IX des Eidg. Atlas. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Lief. XIV, 1877.
11. GUTZWILLER, A. Molasse und jüngere Ablagerungen enthalten auf Blatt IV des Eidg. Atlas. Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. XIX, 1. Teil, 1883.
12. HEER, O. Urwelt der Schweiz. 1883.
13. HEIM, ALB. Geologie der Schweiz. Lief. 2. 1913.
14. HEIM, ARN. BAUMBERGER, E., STEHLIN, H. G. und FUSSENEGGER, S. Die subalpine Molasse des westlichen Vorarlberg. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich. Jahrgang 73. 1928.
15. HEIM, ARN. Der Alpenrand zwischen Appenzell und Rheintal. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. 53. 1923.
- 15a. HEIM, ARN. Über Bau und Alter des Alpen-Nordrandes. Eclogae geol. Helv. Vol. XXI, Nr. 1. 1928.
16. KAUFMANN, J. F. Untersuchungen über die mittel- und ostschweizerische subalpine Molasse. Neue Denkschr. der Schweiz. naturf. Ges. Bd. XVII. 1860.
17. KAUFMANN, J. F. Emmen- und Schlierengegenden nebst Umgebungen usw. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lief. 24. 1886.
18. KESSELI, E. Neuere Ansichten über die Tektonik der subalpinen Molasse zwischen Linth und Rhein. Jahrb. d. St. Gall. Natw. Ges. Bd. 61. 1926.
19. LETSCH, E. Die schweizerischen Molassekohlen östlich der Reuss. Beitr. z. Geologie d. Schweiz. Geot. Serie. Lief. 1. 1899.
20. LUDWIG, A. Nachträge zur Kenntnis der st. gallisch-appenzellischen Molasse. Jahrb. St. Gall. Natw. Ges. Bd. 58, Teil 2, 1922.
21. LUDWIG, A. Aus dem ostschweizerischen Molassegebiet. Jahrb. St. Gall. Natw. Ges. Bd. 62. 1926.
22. MAILLARD, G. et LOCARD, A. Monographie des Mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. Mém. Soc. paléont. Suisse. Vol. XVIII, 1891, Vol. XIX, 1892.
23. MAYER-EYMAR. Molasse von Appenzell und St. Gallen. Compte-rendu der Jahresversammlung der Schweiz. naturf. Ges. in St. Gallen, in Archives d. Sc. phys. et nat. Genève, T. II, p. 687. 1879.
24. RICHTER, MAX. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Allgäuer Molasse. Geolog. Rundschau (Steinmann-Festschrift), Bd. XVIIa, 1926 (vgl. Profile durch die subalp. Molasse der Ostschweiz, Taf. IX).
25. ROLLIER, L. Die Entstehung der Molasse auf der Nordseite der Alpen. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich. 1904.
26. ROLLIER, L. Révision de la Stratigraphie et de la Tectonique de la Molasse au nord des Alpes en général et de la molasse subalpine suisse en particulier. Nouv. Mém. Soc. helvet. d. Sc. nat. Vol. 46, 1911.
27. SACCO, F. Les terrains tertiaires de la Suisse. Observations nouvelles. Bull. Soc. belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. T. II. 1888.
28. SANDBERGER, F. Die Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. 1870—1875.
29. SCHAUB, S. Der Tapirschädel von Haslen. Ein Beitrag zur Revision der oligocänen Tapiriden Europas. Abh. d. Schweiz. paläont. Ges. Bd. 47, 1928.
30. STEHLIN, H. G. Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel. Bd. XXV. 1914.
31. STEHLIN, H. G. Säugetierpaläontologische Bemerkungen zur Gliederung der oligocänen Molasse. Eclogae geol. Helv. Vol. XVI. Nr. 5. 1922.
32. WENZ, W. Fossilium Catalogus. I. Animalia. Gastropoda extramarina tertiaria. 1923—1930.

*Geologische Karten.*

33. Blatt IX, 1:100000 (Schwyz-Glarus-Appenzell-Sargans) v. A. ESCHER, A. GUTZWILLER, C. MÖSCH und F. KAUFMANN, 1875.

34. Blatt IV, 1:100000 (Frauenfeld-St. Gallen), v. F. SCHALCH, A. GUTZWILLER und J. SCHILL, 1879.

35. Geologische Karte von St. Gallen und Umgebung, 1:25000, von C. FALKNER und A. LUDWIG, 1903.

2. — JACOB M. SCHNEIDER (Altstätten): **Stockholmer Doppel-As-Mittelstück als Klimaindicator der Späteiszeit.**

Nach DE GEER ist das As<sup>1)</sup> die Delta-Aufschüttung eines subglacialen Flusses des Inlandeises, gebildet innerhalb eines Jahres und zwar durch das Frühjahr-Sommer-Hochwasser. Das As ist also ein Schmelz- (und Regen-) Effekt. Ich fand verschiedenste As mehrschichtig, wie früher schon betont, und jede Schicht muss naturgemäss in eine Warve auslaufen. Falls im Sommer oder Frühherbst nach der Schmelze ein Temperatur- und Schneefall eintrat, wie öfter in der Schweiz, und darauf neue Wärme und Schmelze, so mussten sich im gleichen Jahre zwei Asteile bilden. Die As beweisen, dass je- weilen sehr starke Schmelze herrschte und das Inlandeis rasch zurück- wich. Ohne Zweifel war das gerade Gegenteil der Fall beim Inlandeis- Anwachsen. Aber wie stand es im Winter? Folgendes gibt wenigstens vereinzelt Aufschluss. Prof. G. DE GEER führte mich bei einem Besuch nördlich von Stockholm zu einem Doppelas, nach DE GEER der Bildung zweier Jahre mit einem sehr interessanten Spätjahr- oder Wintersediment. Nach DE GEER hatte sich zuerst ein As normal gebildet, dann hatte sich die Richtung des Eistunnels etwas geändert und hernach teilweise das folgende As schief an das vorausgehende angelagert. Auf der Kontaktstrecke musste sich der Niederschlag finden, der entstand nach Schluss der ersten und vor Beginn der zweiten Flut. DE GEER schnitt mir ein Stück von diesem Zwischen- sediment so heraus, dass rechts und links noch Material vom anstossen- den As haften blieb. Dieses Mittelstück untersuchte ich zu Hause nach dem Vertrocknen, und ich war überrascht, eine vielfache, unge- ahnte Schichtung zu finden. Das Stück ist 4,6 cm dick. Zuerst ist eine graue Schicht anstehend, anschliessend folgt eine 18 mm dicke ziegelrote Schicht, dann eine scharf ausgeprägte 1 cm dicke neunfache Feinbänderschicht, worin fünf hellgraue mit vier ziegelroten Bändchen abwechseln, dann eine fast 2 mm dicke dunkle, schwarzbraune, schliesslich eine 7 mm dicke Feinbändchenschicht, worin drei schwarz- braune mit drei grauen Bändchen wechseln. Mit Lupe sieht man die fast 2 mm starke Dunkelschicht ebenfalls feinst hell und breiter dunkel gebändert. Die sämtlichen Bändchen sind abwechselnd mehr mehlig oder mehr sandig. Dieses lehrreiche, bunte Gestein ist unter

<sup>1)</sup> Sprich: Os.

dem Gletschertor und höchst wahrscheinlich in den Wintermonaten sedimentiert worden. Letzteres deshalb, weil wohl nur für seltenste Fälle angenommen werden kann, dass zwischen Frühlings-Schneeschmelze und herbstlichem Schluss der Gletscherschmelze der Fluss durch längere Zeit nur so äusserst schwach gelaufen wäre, dass er an der Mündungsstelle über ein Dutzend bloss kaum mm dicke Schichten hätte ablagern können.

Eine andere Schichtung infolge mehrmaligen Fallens und Wiederanschwellens des subglacialen Flusses hat ganz andere Stärken in einem nicht weit davon entfernten As, die wir der Verhältnisse wegen vielleicht dem Spätsommer oder dem Frühherbst zuzuweisen haben. Dieses letztere Schichtenpaket ist 60 cm mächtig und besteht aus 12 Bändern, die abwechselnd sehr grobsandig und mehr sandig-tonig sind, mit kleinen Geröllen verschiedenster Färbung gemischt, und je zwei Bänder zusammen, also je ein Warv, im Mittel 1 dm dick. Unter ihm liegt ein geröllreicher, mächtiger, grobsandig-mehliger Asteil. Unmittelbar aufliegend ist etwa 1 m mächtig kopfgrosses Geröll, mit Kies und Sand durchmischt, dem einige Meter stark immer kleiner werdendes Geröll folgt. Da haben wir also die Folgen einer plötzlich einsetzenden, scharfen, jedoch kurzdauernden Hochflut, welcher nach der Frühlings- und Sommerhochflut ein halbes Dutzend kurze und kaum mittelstarke Zwischenfluten vorausgegangen waren. Das ergab naturgemäss auch ebensoviele Warven im anstossenden Eismeer im gleichen Jahr und durchbricht und verkürzt das zu schematische Chronologie-System DE GEERS.

Wir müssen demzufolge obiges Doppelas-Mittelstück wohl den Wintermonaten zuteilen. Als notwendige Bedingung dafür ergibt sich, dass zur Zeit der Inlandeis-Randlage bei Stockholm (während des Eisrückzuges) nicht allein grosse und mehrwellige Frühling-Sommer-Herbstwärme auftrat, sondern dass auch die Wintermonate, wenn vielleicht auch nicht alle, mit einer Reihe von Temperaturwellen über 0° durchzogen wurden. Die Wärmeanstiege mussten ziemlich beträchtlich sein, um einen Schmelzeffekt zu bewirken, dass das Wasser bis auf den Grund des Inlandeises fliessen und den subglacialen Strom ausreichend beeinflussen konnte. Wie weit Regen mitspielten, dürfte schwerlich zu entscheiden sein; jedenfalls gab es ohne Wärme keinen Regen. Nur wirkte Regen intensiver, auch Wechsel von Frischschnee und Schmelze konnten eingetreten sein.

Aus einem Vergleich mit den Verhältnissen der heutigen Alpengletscher ergibt sich eine bedeutend vielfachere Wärmewirkung auf die Randgebiete des Inlandeises in der Mittelschwedischen Spätzeit als auf die kleinen Alpengletscher der Gegenwart. Bezüglich der Saaser Visp, beim Ausfluss aus dem Mattmarksee, welcher von den Schmelzwässern des Allalin- und Schwarzenberg-Seewinengletschers usw. genährt wird, sind folgende Erhebungen von Dr. OTTO

LÜTSCHG<sup>1)</sup> verzeichnet: „Das Niedrig-Wasser, welches vom Oktober bis April dauert, wird von eigentlichen Hochwassern nur wenig gestört. In der vorliegenden Periode 1914/15—1917/18 treten nur *zweimal*, nämlich am 30. Oktober 1914 infolge starker Niederschläge und am 5. November 1916, ebenfalls nach Niederschlägen, *kleinere* Anschwellungen auf.“ (S. 199.) Ferner allgemein: „(Saaser Visp.) — Dem grössten Wert der Temperatur entspricht der grösste Wert des Abflusses. Der Grösse der Vergletscherung des Gebietes entsprechend, kann man die Saaser Visp in die Gruppe der Gewässer mit Gletschertypus mit Maximum im Monat Juli (Juni 132, Juli 197, August 138 L sec/km<sup>2</sup>) einreihen. Eine aussergewöhnlich kleine und anhaltende Niederwassermenge während der ganzen Winter-, das heisst Kälte-Zeit mit Minimum im März zeichnet das Gebiet besonders aus. Winterliche Anschwellungen (Oktober bis April) treten nicht ein. Auch bei steigender Temperatur, z. B. Föhnlage, und selbst bei beginnender Schneeschmelze tritt infolge des grossen Retentionsvermögens des Schnees kein merklicher Zuwachs der Abflussmenge ein.“ (S. 365.)

Demzufolge mussten beim Eisrückgang um Stockholm herum angesichts der Sedimentation der vielen Flussanschwellungen beträchtliche Temperaturen oder oftmalige, kurze, starke Regen sogar im Winter auftreten. Der rapide Rückgang der Eiszeit-Vergletscherung ist also begreiflich.

### 3. — P. ARBENZ (Bern): **Crinoidenfunde im Lias der Dent Blanchedecke am Mt. Dolin bei Arolla und in den Bündnerschiefern der Alp Monterascio südlich der Greina (Kt. Tessin).**

Die vorgewiesenen Crinoidenfragmente (fünfeckige und runde Stielglieder) stammen vom Osthang des Mt. Dolin bei Arolla, wo sie der Vortragende 1928 gesammelt hat. Es sind dies seines Wissens die ersten deutlichen Fossilreste, die hier gefunden wurden. Leider sind sie nicht näher bestimmbar. Prof. R. STAUB (Zürich) hat anlässlich einer Exkursion mit Studenten an Pfingsten 1930 an der gleichen Stelle ebenfalls Crinoiden gefunden.

E. WEGMANN<sup>2)</sup> erwähnte 1922 als ersten Fund im südlichen Wallis rundliche Seelilienstielglieder im Elemente einer (wahrscheinlich liasischen) Breccie aus der Bernharddecke des mittleren Val d'Hérens, leider ohne Fundortsangabe.

Bei dieser Gelegenheit werden Stielglieder von *Pentacrinus* vorgewiesen, die vom Sprechenden 1914 in den Terrischiefern bei

<sup>1)</sup> Über Niederschlag und Abfluss im Hochgebirge. Sonderdarstellung des Mattmarkgebietes. Ein Beitrag zur Fluss- und Gletscherkunde der Schweiz. Von OTTO LÜTSCHG.

<sup>2)</sup> E. WEGMANN. Zur Geologie der St. Bernharddecke im Val d'Hérens (Wallis). (Thèse), Bull. Soc. Neuchâteloise sc. nat., 47, 1922, p. 51.

Monterascio südlich des Greinapasses gefunden wurden. Die Funde stammen aus einem Kalkschiefer südlich des Triaszuges, der die zum Gotthard gehörenden Schiefer von den penninischen Terrischiefern trennt. Diese Funde sind auffallend, weil nicht bloss einzelne Stielglieder, sondern Stielstücke von 2 cm Länge, aus mehreren Stielgliedern bestehend, erhalten sind. Die Gelenkflächen haben durch Umkristallisation ihre Struktur verloren, so dass eine Bestimmung nicht möglich ist.

#### 4. — P. ARBENZ (Bern): **Über die Faziesverteilung im Eocän der Titliskette<sup>1)</sup>.**

Wenn man über die steilen Bänder südlich der Scharmadläger bei der Engstlenalp gegen die Titliskette emporsteigt, sieht man sich einer grossen Masse von Eocänsandstein, sandigen und kohligen Mergeln, Cerithien führenden Schichten und zwischenliegenden Lamellen von mesozoischem Kalk (vorwiegend Unt. Valangien in der Fazies des geschieferten dichten hellen Oehrlikalks) gegenüber, die stratigraphisch und faziell nicht leicht in einen Zusammenhang gebracht werden können. Es zeigt sich nämlich, dass der Kontakt zwischen Eocän und Mesozoikum sehr verschieden gestaltet ist und dass namentlich die basalen Eocänschichten von Band zu Band bedeutenden Wechsel in Mächtigkeit und Fazies erkennen lassen. Das konstanteste Schichtglied ist der bekannte marine Bartonien-Sandstein, ein Kalksandstein bis Quarzit mit kleinen Nummuliten und Einlagerungen von Lithothamnienkalk, der unter anderm die Gipfel der Gadmerflühe und des Wendenstocks aufbaut. Er liegt transgressiv auf ältern Eocänschichten oder direkt auf Mesozoikum. Versucht man, die verschiedenen Kontaktprofile in faziellen Zusammenhang zu bringen, so ergibt sich etwa folgende Reihe von Möglichkeiten, angefangen bei den Profilen mit der grössten Lücke und fortschreitend zu den Profilen mit zwischengeschalteten Cerithienschichten. Dabei ist aber zu betonen, dass das räumliche Nebeneinander der einzelnen Fälle nicht dieser Reihe entspricht.

1. Mariner Bartonien sandstein direkt auf Unterkreide:
  - a) mit fehlender oder geringfügiger Verzahnung von Kalk und Sandstein;
  - b) auf siderolithischen Breccien und Taschen.
2. Zwischen Unterkreide und Bartonsandstein schalten sich Kalkbreccien ein, bestehend aus aufgearbeitetem Valanzienkalk:
  - a) grobe Breccien, ähnlich den siderolithischen, aber völlig eisenfrei, allmählich in den gesunden Kalk übergehend, mit quarzsandigem Bindemittel;
  - b) feine Kalkbreccien mit spärlichem bis ganz fehlendem sandigem Bindemittel. In laminiertem Zustand von Valangienkalk oder Malmkalk ununterscheidbar. Ohne scharfe Grenze gegen die Unterlage. Ohne nennenswerten eocänen (d. h. neuen) Kalkabsatz entstanden.

Diese Breccien 2a und b zeigen nie einen sichern genetischen Zusammenhang mit den siderolithischen Breccien. Letztere sind stets älter.

<sup>1)</sup> Veröffentlicht mit Genehmigung der Schweiz. Geolog. Kommission.

3. Unter dem Bartonsandstein schalten sich die *Cerithiensichten* ein und zwar entweder direkt auf gesundem Kalk oder auf Breccien vom Typus 2 oder auch (selten) auf siderolithischen Taschen und Breccien:

- a) sandige, z. T. kohlige Mergel mit Cerithien usw., mit untergeordneten Quarzitsandsteinen (unten), lokal mit Kohle (Telli). Im ganzen von geringer Mächtigkeit bis zu nur geringfügigen Spuren;
- b) kohlige Schiefer mit Quarzitsandsteinbänken (ähnlich den oben genannten Bartonsandsteinen) in Wechsellagerung, von bedeutender Mächtigkeit (bis über 100 m), meist ohne Fossilien.
- c) a und b kombiniert. Cerithien-führende Mergel und Kalke (am Eppigerberg N Innertkirchen von rötlicher Färbung) über der Quarzsandsteingruppe.  
 Accessorisch treten in den Cerithiensichten Conglomerate aus Kreide- und Malmkalken auf.

Leider ist es bisher nicht gelungen, durch Nummulitenfunde das Alter der ältern Quarzsandsteine zu bestimmen. Sie mögen brackisch bis marin sein.

Diese Typen der Grenzprofile ordnen sich zum grössern Teil ungefähr parallel zu den Falten an und halten im Streichen einiger-massen aus, seltener handelt es sich, wie z. B. bei den Cerithien-sichten mit den Kohlen im Telli um ein ganz lokales, allseitig begrenztes Vorkommen. Die Fazies ändert sich in den einzelnen Streifen aber nicht stetig und nicht eindeutig, vielmehr zeigt sich ein auffallend sprungweiser Wechsel von Streifen zu Streifen.

Die ehemals südlichsten Profile finden sich in den Resten der Parautochthondecken, wie sie nördlich des Gentals in den Bändern zwischen Schlafbühlen und Baumgartenalp auftreten. Bohnerz-breccien, Taschen, sowie auch vereinzelt Vorkommen von Cerithien-sichten zeigen, dass man sich noch im gleichen Faziesbereich befindet.

In der Titliskette kann von S gegen N fortschreitend folgende Verteilung der Faziestypen festgestellt werden:

- I. Falten der Gadmerflühe:  
 Wendenstock 3a, fossilreich auf siderolithischen Bildungen;  
 Gadmerflühe um Mittaglücke: Cerithiensichten schwach bis 0, Bohnerz 0;  
 Telli: 3a, mit Kohle.
- II. Antiklinale in den Scharmadbändern (N-hang der Gadmerflühe):  
 Klein Tellistock: 1a, keine Cerithiensichten und kein Bohnerz;  
 Scharmadbänder (Kalkfläche): Bohnerztaschen verbreitet, Cerithiensichten nur stellenweise (3a bis 1b).
- III. Synklinale in den Scharmadbändern: 1a, 2, Lücke.
- IV. Antiklinale östl. Bäregg (= Tellistock-A.), stark vorgezogen und zwischen Scharmadbändern und Grossband wieder aufgeschlossen: meist 2a bis 1a. Breccienbildung östlich Bäregg typisch.  
 III und IV sind somit durch starke Lückenbildung ausgezeichnet.
- V. Synklinale unter IV (über Grossband):  
 a) Mittelschenkel von IV: Lücke 1a—2a;  
 b) anschliessende Teilmulde: Cerithiensichten 3a mit Conglomerat treten plötzlich auf, fossilführend an beiden Lokalitäten;  
 c) stark vorgezogene Teilantiklinale aus gelblichem Valangienkalk (Oehrli-kalk), reich an siderolithischen Taschen und Breccien, bildet ein auffallendes gelbes Band, umgeben von mächtigen Cerithiensichten Typus 3b. Letztere sind über den Bartonsandstein des Grossband heruntergeschleppt und scheinen denselben normal zu überlagern. Dies ist jedoch eine Täuschung.

Es gibt keine kohligen Schiefer und hellen Quarzite, die jünger wären als der Bartonsandstein. — Das plötzliche Anschwellen der Cerithienschichten ist sehr auffallend;

- b) Synklinale mit dem Bartonsandstein des Grossband: Unterlage Breccien vom Typ 2a, keine Cerithienschichten mehr.

Bei der Alp Bäregg, die ebenfalls in dem tiefen verzipfelten Synklinalkomplex V liegt, zeigt sich ungefähr die gleiche Reihenfolge: Unter der Tellstockfalte folgen Streifen mit siderolithischen Bildungen, dann Cerithienschichten und schliesslich bei den Hütten Profile mit laminierten Breccien 2a–2b unter dem Bartonsandstein. Keine Cerithienschichten. Dass diese Breccien eine seitliche Fazies der Cerithienschichten darstellen, lässt sich nirgends nachweisen. Sie können ebensogut jünger sein. Noch weniger zeigt der Bartonsandstein eine Verahnung mit den Cerithienschichten und ihren Sandsteinen. Beide Komplexe sind voneinander völlig getrennt.

Die grosse Ansammlung von Cerithienschichten am Eppigerberg bei Innertkirchen, Typ c, oben fossilreich, entspricht faziell und wohl auch tektonisch einermassen der Synklinalregion Grossband-Bäregg. Auch in den Engelhörnern finden sich in entsprechender Position die Cerithienschichten gut entwickelt.

Es zeigt sich somit, dass in der Titliskette und z. T. auch westlich davon die Cerithienschichten im Wesentlichen auf zwei Streifen beschränkt sind, einen südlichen in den Gadmerflühen (I) und einen nördlichen (V) bei Bäregg-Grossband, in der Zwischenregion fehlen sie fast ganz. Dieser Rücken ist hier mit einer der bedeutendsten Antiklinalen der Titliskette identisch, die Regionen I und V, namentlich letztere, haben tektonisch ausgesprochenen Muldencharakter. Dieser Umstand lässt vermuten, dass die Unebenheiten des Untergrundes, die sich in den grossen Faziesunterschieden in den untern Eocänschichten ausdrücken, auf Faltungen im Eocän zurückgehen könnten. Weniger wahrscheinlich erscheint es, dass die Eocäntransgression durch die schief austretenden Schichtköpfe der Kreideschichten, im besondern des Oehrlikalkes modifiziert worden wäre, etwa in dem Sinne, dass der genannte Rücken vom Schichtkopf des Oehrlikalks, die anschliessenden Mulden von den isoklinalen Kombentälern im untersten Valangien und im obersten Valangien bestimmt worden wären. Die nördliche Abgrenzung des mit mehr oder weniger Recht als Oehrlikalk bezeichneten Kalkkomplexes festzustellen ist nämlich bisher überhaupt noch nicht gelungen, jedenfalls fällt sie mit der Muldenregion V nicht direkt zusammen.

5. — J. CADISCH (Basel): **Geologische Beobachtungen im Molassegebiet zwischen Linth und Thur<sup>1)</sup>**. Mit einer Textfigur.

Während der letzten zehn Jahre sind von E. BAUMBERGER und A. LUDWIG so viele wichtige Untersuchungsergebnisse über die zentral- und ostschweizerische Molasseregion veröffentlicht worden, dass es an der Zeit ist, die für unser zwischengelegenes Arbeitsgebiet geltenden Schlüsse zu ziehen und gleichzeitig einige eigene Resultate niederzulegen.

<sup>1)</sup> Veröffentlicht mit Zustimmung der Geologischen Kommission der Schweiz. Naturf. Ges.

Stratigraphie: E. BAUMBERGER hat sich, von Westen her kommend, hie und da mit den geologischen Verhältnissen des Speer- und Rickengebietes befasst. So bestimmte er eine Suite Fossilien vom Buchberg, gesammelt von L. BRAUN (Basel) als aquitanisch (Lit. 2). Damit wurde die frühere Annahme bestätigt, dass die Zone des granitischen Sandsteins, welche sich von der Hohen Rhone über den Buchberg nach Bildhaus am Ricken verfolgen lässt, Aquitan repräsentiert. Weiterhin untersuchte E. BAUMBERGER 1920 und in den darauffolgenden Jahren die von der wiederaufgefundenen Stelle im Biltentobel stammenden Fossilien, in der Hauptsache Cardien und Cyrenen, welche für marines Stampien leitend sind. Im Osten des Necker war es A. LUDWIG, der unermüdlich Fossilfundorte suchte und fand. Ihm gelang der sichere Nachweis (Lit. 4), dass südlich der 1. Hauptantiklinale (Ricken-Urnäsch-Trogen-Berneck) ausschliesslich oligocäne Molasse vorliegt. Infolgedessen musste die frühere Annahme L. ROLLIER's, dass die Kalknagelfluh des Hirzli-, Speer- und Stockberggebietes miocänen Alters sei, endgültig aufgegeben werden.

Mit den paläontologisch belegten Untersuchungsergebnissen stimmen unsere lithologisch-stratigraphischen Beobachtungen gut überein. Das Studium der Nagelfluhgerölle ergibt folgendes: Die Speer-Kalknagelfluh besteht zur Hauptsache aus oberostalpinen Komponenten, Triasdolomit, Rhät-, Lias- und Malmkalke (letztere als Biancone) sowie Radiolarite sind sehr häufig, ebenfalls glaukonitische Kieselkalke und Sandkalke, die am ehesten mit dem sog. ostalpinen Flysch der bayrischen Geologen verglichen werden können. Gelbliche, z. T. eisenschüssige Nummulitenkalke und Lithothamnienkalke scheinen mit helvetischem Eocän in Südbayern identisch zu sein. Kristalline Gerölle finden sich in der Speer-Stockbergnagelfluh nur selten; wenn sie vorkommen, sind es meistens Granite. So fanden A. LUDWIG und der Verfasser auf einer Exkursion W des Speermürli 1928 einen schön frischen Pinit-Granitporphyr mit roten Orthoklasen, der nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. M. REINHARD (Basel) an ähnliche Gesteine aus der Silvretta und den Südalpen erinnert. Die Erklärung für die vorwiegend oberostalpine Herkunft der stampischen Nagelfluh unseres Gebietes ist einfach: Im Mitteloligocän gelangten noch vorwiegend die höchsten tektonischen Einheiten des alpinen Einzugsgebietes zum Abtrag, erst im Aquitan, Burdigalien und Vindobon wurden im Bereiche des heutigen Mittelbünden grössere unterostalpine Komplexe durch die Erosion blossgelegt. Die Frage, weshalb mit den oberostalpinen Sedimentgesteinen der Kalknagelfluh fast kein zugehöriges Kristallin in die Molasse gelangte, ist vielleicht wie folgt zu beantworten: Wie die heutige Allgäu- und Lechtaldecke östlich des Rheins, so entbehrte deren früher über Mittel- und Westbünden liegende Fortsetzung einer kristallinen Unterlage, diese blieb bei den grossen Deckenschüben

im S und SE zurück. Die endgültige Blosslegung des Silvretta-kristallins ging erst in relativ junger Zeit vor sich, denn auch die miocäne Nagelfluh enthält keinen grossen Prozentsatz an Silvretta-gesteinen; die Amphibolite des Flüelagebietes sind bis dahin überhaupt noch nicht gefunden worden. In der miocänen bunten Nagelfluh N des Ricken werden unterostalpine Granite vom Typus Err-Bernina ausserordentlich häufig, desgleichen typisch unterostalpine Gesteine wie Tristelkalk (Urgo-Apt) und Gaultsandsteine sowie -Quarzite. Sie stammen zweifellos aus der Falknis-Sulzfluh-Decke. Die mesozoischen Ophiolithe endlich sind besonders in den tortonischen Psephiten ange-reichert. So treffen wir im Schnebelhorn- und Hörnligebiet Diabasporphyrite, Spilite, Diabase, Ophicalcite und Gabbros, d. h. die mechanisch widerstandsfähigeren Spaltprodukte des basischen Mag-mas sehr häufig an.

Über die tektonischen Verhältnisse des Geländes zwischen Ricken und Speer kann auf Grund der heutigen stratigraphischen Kenntnisse folgendes ausgesagt werden: Die steil südfallende Schub-fläche, welche beim Bau des Rickentunnels durchfahren wurde, ent-spricht nach E. BAUMBERGER der Rigi-Aufschubung. Die südlich anschliessende, mehrere grosse Falten aufbauende Mergel- und Kalk-sandsteinzone ist als Liegendes des granitischen Sandsteins zu betrach-ten und besitzt zur Hauptsache stampisches Alter. Nach der aus Dünnschliffen ersichtlichen Zusammensetzung könnten die Kalk-sandsteine als äussere Schuttfächerteile den südlicher anschliessenden Kalknagelfluhen entsprechen. Bei Ebnat sind denn auch deutliche Übergänge von Kalksandstein in Nagelfluh festzustellen. Tektonische Erscheinungen beeinträchtigen hier die Verfolgung der stratigraphi-schen Zusammenhänge. Die Kalknagelfluhmassen sind den Sand-steinen aufgeschoben; schon 1923 wies der Verfasser nach (Lit. 3), dass bei Ebnat die gefalteten Kalksandsteine gegen Osten axial unter die Nagelfluhplatte von Blomberg und Wintersberg einfallen. Eine weitere Schubfläche tritt allem nach noch weiter südlich, näher dem Alpenrand, auf. Sie verläuft unmittelbar im Hangenden des marinen Stampiens von Bilten (Biltentobel). Auf der Ostseite des Linthtales stellten A. LUDWIG und der Verfasser 1928 die wahrschein-liche Fortsetzung dieser Störung bei Oberhochwald (Kaltbrunner Hochwald) fest. Verfolgen wir ihren Verlauf nach Osten, die Nagel-fluhkomplexe als ungefähre Leitlinien benutzend, so gelangen wir, der Grenze zwischen bunter und Kalknagelfluh entlang, in das Seitental von Ennetbühl und weiterhin an den Weissbach, wo A. LUDWIG 1927 (Lit. 6) eine Überschiebung zwischen marinem Mitteloligocän und Kalknagelfluh im Süden und der bunten Kron-bergnagelfluh im Norden vermutete. Letztere wäre in diesem Falle wohl jünger als Mitteloligocän, d. h. ins Chattien oder Aquitan zu stellen, desgleichen die ihr weiter westlich entsprechende Kalknagel-fluh der Umgebung von Rufi. Die zwischen Ricken und Speer mehr-

fach verschuppte Kalknagelfluh würde somit unterstampische bis aquitane Horizonte umfassen. Das von E. BAUMBERGER (Lit. 1) schon früher vermutete Vorhandensein dreier Schubflächen im Querprofil durch unser Molassegebiet wird somit bestätigt. Es handelt sich um Vorgänge, die mit den letzten alpinen Gebirgsbildungsphasen in Zusammenhang stehen. Durch das Vorrücken des Alpenrandes wurden auch die Mündungen der alpinen Flüsse weiter nordwärts ins Molassebecken abgedrängt. Damit stimmt auch die Beobachtung überein, dass ähnlich grobe Nagelfluhen, wie wir sie in der älteren

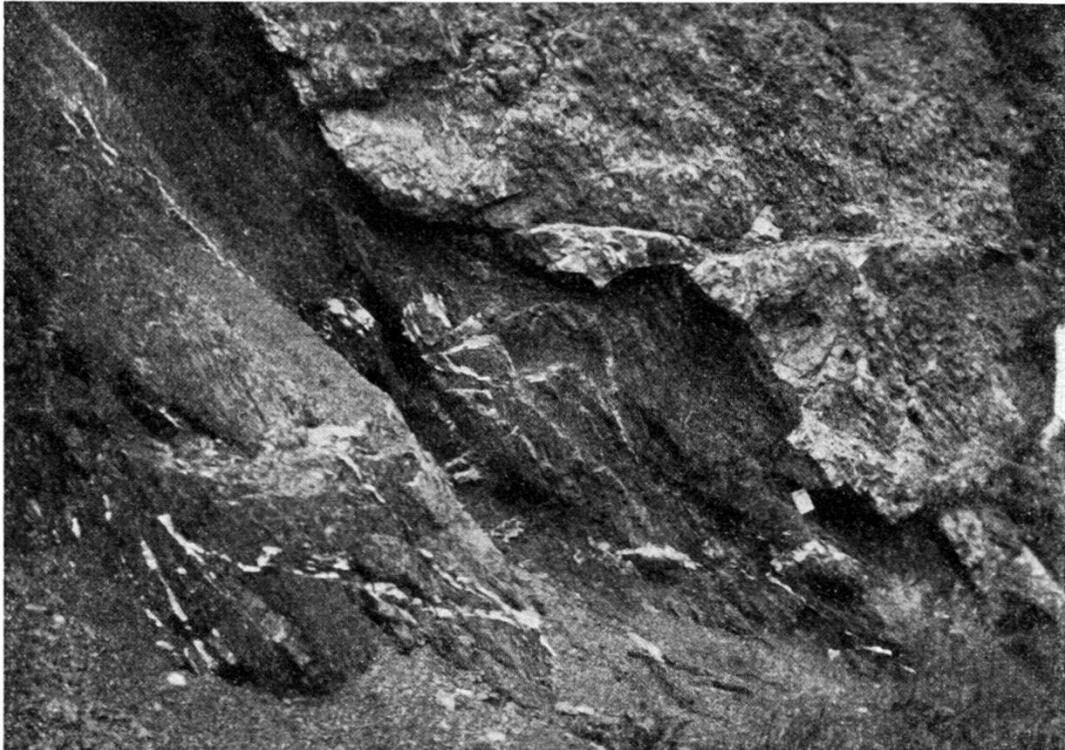


Fig. 1. Aufschluss NW Station Ziegelbrücke. Kleine horizontale Blattverschiebung in Mergeln (links) und Nagelfluh (rechts). Im Mergel Gleitflächen mit Calcitbelag (weiss). Masstab unten rechts: Weisser Karton 9×12 cm.

Molasse bei Ziegelbrücke antreffen, im Miocän nördlich des Rickenpasses wieder auftreten. Der Verlauf der Nagelfluhzonen im Grossen wird viel mehr durch die alpinen Gebirgsbogen beeinflusst, als umgekehrt. Entsprechend dem Überschneiden west- und ostalpiner Faltenbogen in der Walenseeegend und dem südlich benachbarten Glarnerland weist die Nagelfluhzone zwischen Hirzli und Speer eine starke Knickung in der Streichrichtung auf. Am Hirzli ist W-E-liches, am Speer SW-NE-liches Streichen vorhanden; die Azimutdifferenz beträgt ungefähr 40 Grad. Ähnliche Erscheinungen liegen im st. gallisch-vorarlbergischen Rheintal vor. Die Knickstelle bei Ziegelbrücke wird durch das Auftreten kleintektonischer

Störungen charakterisiert. Anlässlich der Bahnhof-Erweiterungsarbeiten entstanden hier eine Reihe tektonisch interessanter Aufschlüsse. Die zwischen den Nagelfluhbänken auftretenden Mergel sind bald ausgewalzt, bald zusammengeschoben worden. Sie sind von Schubflächen vollständig durchsetzt, Nagelfluhfetzen wurden zwischen sie hineinverschleppt. Kleine Verwerfungen durchsetzen Mergel- und Nagelfluhlagen (s. Fig.). Die zukünftige Durchforschung des Speergebietes wird wahrscheinlich das Vorhandensein weiterer tektonischer Störungen kleineren und grösseren Ausmasses ergeben.

*Verzeichnis der zitierten Literatur.*

1. BAUMBERGER, E. Versuch einer Umdeutung der Profile durch die subalpine Molasse der Zentral- und Ostschweiz. Ecl. geol. Helv. XIX, 1925.
2. BAUMBERGER, E. Über eine aquitane Molluskenfauna vom untern Buchberg. Ecl. geol. Helv. XX, 1927.
3. CADISCH, J. Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Nagelfluh. Ecl. geol. Helv. XVIII, 1923.
4. LUDWIG, A. Zur Stratigraphie und Tektonik der Molasse zwischen Necker und Rhein. Ecl. geol. Helv. XIX, 1925.
5. LUDWIG, A. Aus dem ostschweizerischen Molassegebiet. Jahrbuch d. St. Gallischen Naturw. Ges. Bd. 62, 1926.
6. LUDWIG, A. Stampische Molasse mit mariner Molluskenfauna am Nordrand des Säntisgebirges. Ecl. geol. Helv. XX, 1927.

6. — AD. HARTMANN (Aarau): **Beobachtungen und Erfahrungen bei der Neufassung der Mineralquelle Fideris (Graubünden).** Mit 1 Textfigur.

Die Mineralquellen von Fideris sind seit dem 15. Jahrhundert bekannt und schon mehrmals chemisch untersucht worden, so 1811 von CAPELLER, 1864 von BOLLEY und KINKELIN, 1879 von v. PLANTAREICHENAU und zuletzt 1912 von G. NUSSBERGER in Chur. Die gehaltreichste der drei bekanntgewordenen Quellen ist ein erdig-alkalischer Sauerling mit Spuren von Eisen. Sein Wasser enthält nach G. NUSSBERGER (Heilquellen und Bäder im Kanton Graubünden, Chur 1914) im Kilogramm:

		Gramm
Kationen:	Na, Ca, Mg, K, Li, Sr, Fe, Mn, Al	0,65135
	Ammonium als NH <sub>4</sub> . . . . .	0,00275
Anionen:	Chlor als Cl . . . . .	0,00404
	Sulfatrest als SO <sub>4</sub> . . . . .	0,03835
	Kohlensäurerest gebunden als HCO <sub>3</sub>	1,8365
		2,53299
	Borsäure (meta) als HBO <sub>2</sub> . . . . .	0,00107
	Kieselsäure (meta) als H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> . . . . .	0,00906
	Kohlensäure, frei als CO <sub>2</sub> . . . . .	1,61
	Total	4,15312

Der wichtigste Bestandteil ist also die Kohlensäure, die total, gebunden als HCO<sub>3</sub> und frei gelöst als CO<sub>2</sub>, 3,446 gr oder 83% der

gelösten Stoffmenge ausmacht. Auffallend ist der hohe Gehalt an Ammoniak und Borsäure und der geringe Gehalt an Schwefelsäure, was am Schluss der Arbeit noch besprochen wird.

Neben der Hauptquelle, die oben in der Trinkhalle liegt und schon mehrmals neugefasst werden musste, findet sich heute noch eine schwächere, in der Zusammensetzung ähnliche Quelle zwischen dem Arieschbache und dem Badehaus.

Die wichtige Trinkquelle hatte ihren Zufluss immer wieder durch Sinter verstopft, wie das bei vielen Mineralquellen, besonders bei stark tuffenden Säuerlingen, der Fall ist. In den letzten Jahren waren Gehalt und Erguss der Quelle so stark zurückgegangen, dass ein Kurbetrieb kaum mehr möglich war und die untere Badequelle auch zur Trinkkur verwendet werden musste. Die Hauptquelle lieferte kaum mehr  $\frac{1}{3}$  min./l Wasser, und ihr Gehalt war so zurückgegangen, dass die früher 30 betragende Alkalinität auf 8 bis 10 gesunken war. (Alkalinität ist die Anzahl der zur Neutralisation von 100 cc<sup>3</sup> Wasser nötigen ca.  $\frac{1}{10}$  Normal-Salzsäure.)

Im Winter 1928/29 wurde die Hauptquelle unter Leitung des Verfassers dieser Mitteilung neu gefasst, und es bot sich Gelegenheit, anlässlich mehrerer Besuche und an über 100 Bestimmungen der Temperatur und des Gehaltes Beobachtungen zu machen, die über die Entstehung des Mineralwassers einigen Aufschluss geben.

Der kleine, gemauerte, aber unbrauchbar gewordene Schacht und der Schutt des bisherigen Quellenraumes wurden beseitigt und der Bündnerschiefer freigelegt. In diesen wurde ein 1,5 × 3 m weiter und schliesslich 6 m tiefer (vom Boden der Trinkhalle aus gemessen) Schacht gegraben, was über 200 Sprengschüsse und viel mühsame Grabarbeit erforderte. Der Gesteinsschutt konnte durch einen ca. 10 m langen Seitenstollen in den Arieschbach geworfen werden. Das Gestein war Bündnerschiefer, teils weiches, teils hartes, quarzreiches Material, stark ausgequetscht und ausgewalzt, und bildete eine leichte Aufwölbung mit westost verlaufender Axe. Diese lokale Aufwölbung der Schieferlagen bedingte ein Sammeln der von unten aufsteigenden gasförmigen Kohlensäure. Während des Abteufens des Schachtes traten bald da, bald dort kleine Quellen von verschiedenem Erguss, Gehalt und Temperaturgrad auf, die den Ort des Austrittes und die Natur während der Grabarbeit änderten. Am 17. November 1928 war der Schacht 4,7 m tief, und es traten aus dessen Boden 5 Quellen heraus:

	1	2	3	4	5
Temperatur . .	6,0	6,0	7,0	7,0	7
Erguss in min./l	1,0	6	4	0,5	0,3
Alkalinität . .	13,6	7,8	18,6	16,4	28,2

Wenn der Schachtboden mit Wasser bedeckt war, so konnten an mehreren Stellen kleine Kohlendioxydblase beobachtet werden.

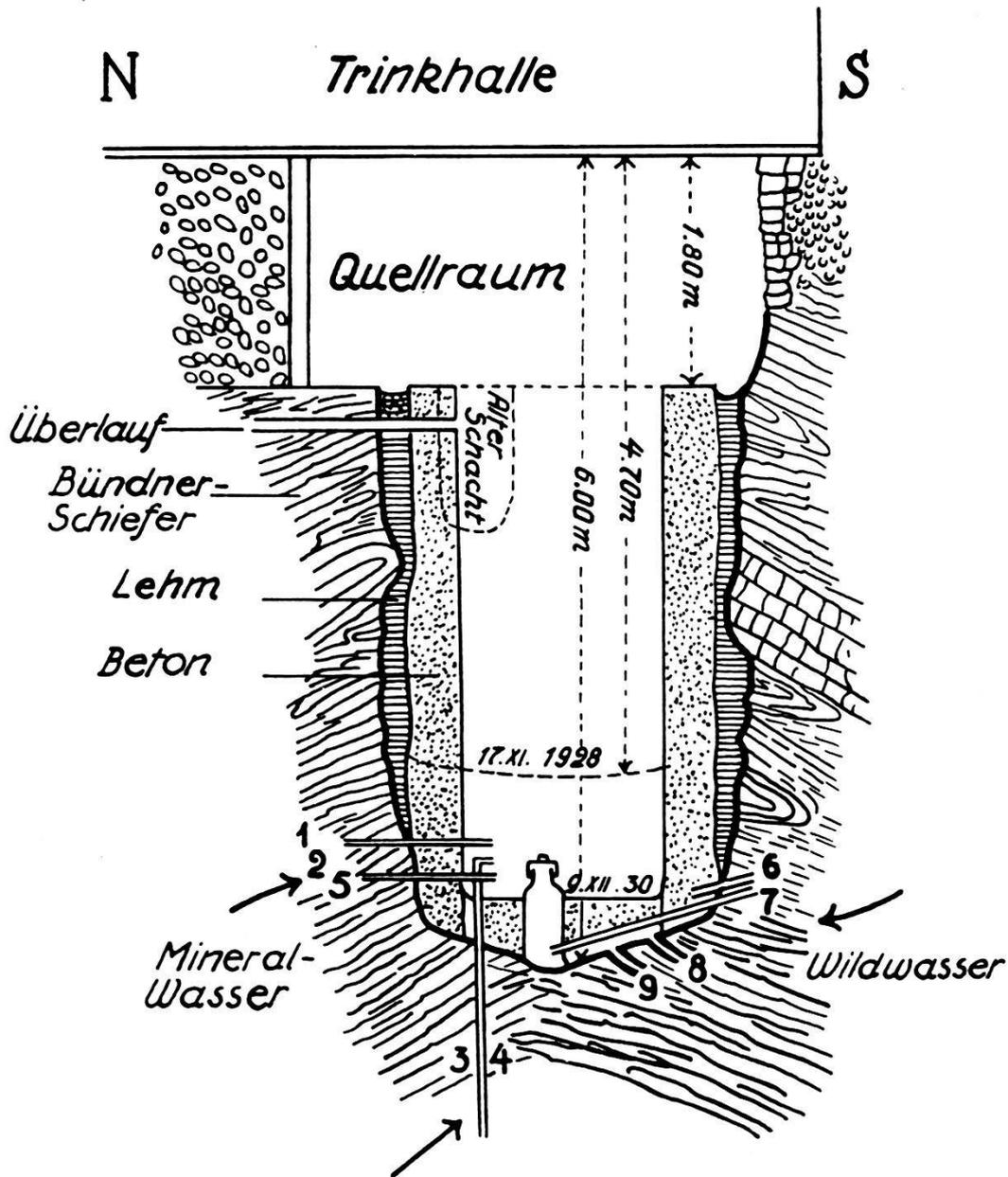


Fig. 1. Quell-Fassung im Bad Fideris. 1928/29.

Die Austritte von Wild- und Mineralwasser waren unregelmässig verteilt, und der Schachtgrund bestand aus weichem, schlechtem Gestein, sodass in dieser Tiefe eine sichere Trennung der Quelladern nicht möglich gewesen wäre. Durch Vertiefen des Schachtes bis auf 6 m erreichte man ein wesentlich besseres Gestein; dann traten am 8./9. Dezember 7 einzelne Quellen aus dem Boden und der Seitenwand heraus. Ihre Prüfung ergab folgenden Befund:

	1	2	3	4	5	6	7
Temperatur . . .	5,1	5,2	5,2	5,6	6,4	2,9	2,6
Erguss in min./l .	0,6	1,2	1,0	—	2,4	7	10
Alkalinität . . .	13,2	13,8	15,8	25,0	21,8	4,1	3,6

Die Quellen 1, 2 und 5 kamen aus kleinen Klüften in der Basis der Schachtnordwand, Quellen 3 und 4 aus 0,6 und 1,5 m tiefen Bohrlöchern. Die zwei verhältnismässig grossen Wildwasserquellen traten in der südwestlichen Ecke aus der Basis der Seitenwand. Die Mineralwasserquellen 1 bis 5 waren Mischungen von Wild- und Mineralwasser. Dieses hatte sogar zur grossen Enttäuschung einen tieferen Gehalt als Proben, die früher weiter oben entnommen worden waren; dafür traten an mehreren Stellen Kohlensäureblasen aus dem Boden aus. Im tiefen Schacht hatte das Wildwasser vermehrtes Gefälle zum Eintritt; Gas und Mineralwasser traten aber z. T. getrennt aus dem Gestein. Man gewann die Überzeugung, dass die Mineralquelle nicht als fertiges Ganzes von irgendeinem Ort herkommt, sondern hier im Quellgrund durch chemische Reaktion von Gas, Wasser und Gestein entsteht.

Da der Fels in der Tiefe von 6 m wesentlich besser und alle Mineralquelladern im Norden, die zwei grossen Wildwasserquellen im Süden ausflossen, so konnte nun eine Fassung der einzelnen Adern in Angriff genommen werden. Sämtliche 7 Quellen wurden in 50—100 cm langen verzinkten Eisenröhren gefasst und diese mit Ton und Zement gegen das Gestein gedichtet. Alles Wasser sammelte sich in der muldenartig vertieften Mitte des Schachtbodens und konnte mit einer Injektorpumpe herausgehoben werden. Auf dem sauber gewaschenen Fels wurde jetzt ein Betonschacht von  $1,4 \times 2,12$  m Weite und 30—40 cm Wandstärke wasserdicht aufgesetzt. Die unregelmässigen Hohlräume zwischen Schachtwand und Gestein wurden mit Lehm und Beton ausgestampft, um eine Wasserzirkulation hinter dem Betonschacht zu vermeiden. Nach dem Erhärten des Zementes wurden die Röhren der Quellen 6 und 7 mit Schrauben verschlossen, um dem Wildwasser den Eintritt in den Schacht zu verwehren. Nun traten aber an mehreren Stellen des Schachtbodens neue Wildwasserquellen auf (8 und 9), und es erwies sich als unmöglich, diese separat zu fassen. Der scheinbar dichte und gute Fels war von zahlreichen unsichtbaren Klüften und Fugen durchsetzt, die sich erst unter dem Druck des gestauten Wassers zeigten. Es blieb nichts anderes übrig, als die ganze Schachtsohle gegen das Eindringen von Wildwasser mit Zement abzudichten. Um das zu ermöglichen, wurde ein unten offener, oben verjüngter und mit Schraubenverschluss versehener Eisenzylinder beschafft und in der Mitte der Schachtsohle so aufgestellt, dass alle Mineralquellen mit Schläuchen von oben und die nach Verschluss der Röhren 6 und 7 auftretenden 4 Wildwasserquellen von unten in den Zylinder geleitet werden konnten. Das Saugrohr der Injektorpumpe entnahm dem Zylinder das gesamte Wasser, und es konnte so der ganze Schachtboden bis an die Seitenmauer mit einer dichten Zementschicht belegt werden. Nach dem Erhärten des Zementes wurden die Mineralwasserschläuche entfernt und der Eisenzylinder mit der Verschlusschraube versehen.

Das Wildwasser war mit Sicherheit abgehalten, und es traten nur noch die Mineralquellen in den Schacht ein; dieser füllte sich langsam mit Wasser, das bald eine rote Ockerschicht an Boden und Wänden absetzte. Kohlensäureblasen konnten nicht mehr beobachtet werden; im nur teilweise gefüllten Schacht löste sich alles Gas auf. Aus dem gefüllten Schacht flossen ca. 4 min./l Mineralwasser, dessen Gehalt unmittelbar nach beendiger Fassung zugenommen hat, wie aus folgenden Zahlen ersichtlich ist:

Probefassung	Trockenrückstand gr	Alkalinität cc $\frac{1}{10}$ nHCl
15. Mai	1,094	19,4
16. „	1,141	20,0
17. „	1,207	21,2
18. „	1,242	22,2
19. „	1,256	22,6
20. „	1,260	23,9
25. „	1,328	23,8
31. „	1,350	24,2
3. Juni	1,359	24,9
15. „	1,363	25,0
20. „	1,335	25,4
3. Juli	1,442	26,8
8. „	1,438	26,6
28. Sept.	1,486	27,8
8. Oktober	1,521	28,0

Die Neufassung der Quelle hat den Erguss um das Zehnfache gesteigert und die frühere Wasserqualität wieder gebracht. Die früher durch Verunreinigungen bedrohte Quelle ist im 6 m tiefen, frischen Fels liegenden und gut gedichteten Schacht sicher geschützt. Der grosse Schacht dient als Wasserreservoir, und es reicht infolgedessen die kleine Quelle aus für die Trinkkur, zum Abfüllen des sehr geschätzten Mineralwassers, und der Überfluss fliesst zu den Bädern.

#### *Zur Frage der Entstehung der Bündner Säuerlinge.*

Die an der Quelle in Fideris gemachte Beobachtung, dass im leeren Schacht die Mineralisation des Wassers geringer ist und freie gasförmige Kohlensäure austritt, dass dann nach dem Füllen des Schachtes die Mineralisation des Wassers langsam ansteigt und Kohlensäureblasen ausbleiben, steht nicht vereinzelt da. Im Winter 1925/26 konnten bei der Fassung der Carolaquelle Tarasp und im Frühjahr 1927 bei der Fassung der Carolaseitenquelle ähnliche Feststellungen gemacht werden. Im geleerten Schacht war die Mineralisation geringer, die Kohlensäureproduktion grösser, im gefüllten umgekehrt. Aus diesen Tatsachen geht hervor, dass die Säuerlinge nicht als fertige Mineralquellen aus der Tiefe oder aus weiter Distanz kommen, sondern im Untergrund des Quellaustrittes aus Gas, Wasser und Gestein entstehen. Durch viele Messungen an meh-

reren Sauerlingen ist der Beweis erbracht, dass das Wasser Hydro-meteorwasser ist, dessen Temperatur mit der Jahreszeit und dessen Erguss mit den Niederschlägen oder der Schneeschmelze schwanken.

Das Kohlensäuregas löst sich im Wasser auf und macht dieses zur Säure, die das Gestein angreift. Wo sich der Prozess im Bündnerschiefer abspielt, sind die Quellen gehaltreicher, als wenn vorwiegend Silikatgesteine zugegen sind, wie bei den Sauerlingen von St. Moritz. Finden sich im Boden noch Chloride der Alkalien und des Ammoniums, Arsen- und Borsäure-Verbindungen (wahrscheinlich vulkanischer Herkunft), so entsteht ein salzreicher Sauerling.

Von besonderem Interesse ist die Entstehung des Kohlendioxydes. An der Quelle von Fideris lässt sich diese Frage nicht entscheiden, denn die Kohlensäuremenge ist sehr gering. Viel günstiger liegen die Verhältnisse in St. Moritz oder gar im Unterengadin bei den Sauerlingen von Schuls-Tarasp. Über die Bildung des  $\text{CO}_2$  dieser Sauerlinge bestehen zwei Hypothesen. THEOBALD, CHR. TARNUZZER und besonders G. NUSSBERGER nehmen an, dass durch Verwitterung des Pyrites im Bündnerschiefer Schwefelsäure entstehe, die dann Karbonate zersetze und  $\text{CO}_2$  austreibe. W. v. GÜMBEL und besonders der Verfasser vertreten die Ansicht, dass  $\text{CO}_2$  juvenilen Ursprungs sei und aus vulkanischen Prozessen hervorgehe. Zum Beweis der vulkanischen Herkunft sei hingewiesen auf die grosse Menge des  $\text{CO}_2$ , die Zusammensetzung der Quell- und Mofettengase, das Verhältnis von Schwefelsäure zu Kohlensäure in den Sauerlingen und endlich die auffallend grossen Mengen von Borsäure, Ammoniak und Halogenverbindungen.

Über die Mengen des  $\text{CO}_2$  bei den Unterengadiner Sauerlingen haben wir folgende Anhaltspunkte:

Die stündliche entwickelte Kohlensäuremenge, gelöst und gebunden, beträgt ca. 27000 l, wovon nur ein kleiner Teil aus den aufgelösten Karbonaten stammt. Die frei aufsteigenden Quellgase können in der Stunde einige Tausend Liter betragen. Im Val Sinestra erfordert die starke Gasentwicklung besondere Einrichtungen im Quellraum, damit die Gase den Menschen nicht gefährden. An der kleinen Mofette ob der Wyquelle haben Dr. TH. v. FELLEBERG vom Eidgen. Gesundheitsamt in Bern und der Verfasser im Oktober 1927 in einer halben Stunde 2500 l Gas herausgepumpt, ohne den Gastümpel über der Mofette entleeren zu können. Jene Mofette liefert also stündlich mindestens 5000 l oder täglich mindestens 120000 l Gas. Möglicherweise entweicht aber noch ein Vielfaches dieser Menge. Die zur Befreiung von 120000 l  $\text{CO}_2$  nötige Schwefelsäure von 10% Gehalt würde 5200 kg betragen. Es müssten also gewaltige Mengen Pyrit verwittern, die im Bündnerschiefer niemals vorhanden sind. Die Umgebung der Mofette ist zudem mit dichter Moräne bedeckt und eine Schieferverwitterung ausgeschlossen. Durch

diese Feststellung der Gasmenge in der Mofette ob der Wyquelle ist die Pyritverwitterungshypothese endgültig erledigt.

Die Zusammensetzung der Quell- und Mofettengase spricht mit aller Entschiedenheit gegen einen Verwitterungsprozess, bei dem die Luft beteiligt ist. Die zuverlässigen Analysen mit 11 Gasproben aus verschiedenen Sauerlingen und Mofetten, ausgeführt von KEKULÉ, BUNSEN, v. PLANTA und dem Verfasser, haben ergeben, dass die Gase 98—99,5% Kohlendioxyd und nur Spuren von Stickstoff und Sauerstoff enthalten. Bei einem Verwitterungsprozess müsste der Luftstickstoff in irgendeiner Weise wieder zum Vorschein kommen. In den Gasen der Quellen und Mofetten tritt aber fast reines Kohlendioxyd aus.

Gegen eine Pyritverwitterung spricht auch das Verhältnis von Kohlensäure zu Schwefelsäure in den Sauerlingen. Diese enthalten 5-, 10-, sogar 100mal mehr Kohlensäure als Schwefelsäure. Nach stöchiometrischen Gesetzen müssten die beiden Säuren im Verhältnis ihrer Äquivalentgewichte vorhanden sein, wenn die eine die andere austreiben soll.

Sowohl Gase als auch Quellwasser der Sauerlinge weisen chemische Eigentümlichkeiten auf, die kaum anders als durch vulkanische Stoffzufuhr erklärt werden können. Die Sauerlinge enthalten Borsäure, Ammoniak, Halogenverbindungen, sogar teilweise Schwefelwasserstoff und Arsen. Die Mengen an Borsäure sind 170 bis 500mal grösser als in thermalen Mineralquellen der Schweiz und über 1000mal grösser als in gewöhnlichen kalten Quellen. Ähnlich verhält es sich mit dem Ammoniakgehalt. Das amtliche Lebensmittelbuch gestattet im Trinkwasser einen Gehalt an freiem Ammoniak von 0,02 mgr im Liter. Unzählig viele Quellen der Schweiz, die aus verschiedensten Formationen austreten, entsprechen dieser Forderung und haben einen noch wesentlich kleineren Gehalt an Ammoniak. Die Bündner Sauerlinge weisen einen 100- bis 1000mal grösseren Ammoniakgehalt auf und sind doch einwandfrei im Schiefer gefasst, wobei organische Verunreinigungen ausgeschlossen sind. Dieser hohe Ammoniakgehalt kann nur vulkanischen Ursprungs sein. Gleiches gilt für Halogen- und Arsenverbindungen. Dr. v. FELLEBERG hat in der Mofette ob der Wyquelle Borsäure, Brom und Jod nachgewiesen, letzteres Element in grösseren Mengen als in der Luft oder den Quellgasen.

Der Verfasser hat die Annahme ausgesprochen und zu begründen versucht, dass die Bündner Sauerlinge durch den Deckenbau der Alpen und die Unterengadiner durch das geologische Fenster und dort vorhandene Antiklinale im Schiefer bedingt seien. J. CADISCH ist dieser Ansicht entgegengetreten. In seiner Arbeit erwähnt er Sauerlinge in Deutschland, die aber alle auf Bruchlinien oder jungvulkanischen Gebieten sind, ferner zählt er die alpinen Sauerlinge auf, in der Ivrea, Aosta, Bognaco, Crodo, San Bernardino usw., die aber alle in den Südalpen, teils in der Wurzelregion der penninischen

und ostalpinen Decken, liegen. Kein Sauerling liegt im Gebiet des Aarmassivs, der helvetischen Decken, des Mittellandes oder Jura-gebirges. Alle deutschen Sauerlinge liegen im Gebiet erloschener tertiärer Vulkane. Die Arbeit von J. CADISCH hat mich in der Auffassung nur bestärkt, dass die Bündner Sauerlinge mit dem Deckenbau der Alpen, speziell den ostalpinen Decken, im Zusammenhang stehen. Die von unten aufsteigenden Gase sammeln sich in den weiten tektonischen Kulminationsgebieten des Unterengadins und treten dort aus dem Fenster heraus, wo Antiklinale vorhanden sind. Andere, viel schwächere Gasströme dringen weiter nordwärts und erzeugen die Sauerlinge von Passugg und Fideris. Unter den gelösten Stoffen der Quelle von Fideris sind die grossen Mengen Kohlensäure, beträchtlichen Mengen von Borsäure und Ammoniak besonders bemerkenswert. Der Gehalt an freiem Ammoniak beträgt mehr als das Hundertfache gegenüber gewöhnlichen Quellen aus dem benachbarten Bündnerschiefer. Selbst nach sorgfältiger Neufassung im frischen Fels und jeder Fernhaltung von unreinem Oberflächenwasser war stets ein Ammoniakgehalt von 1—2 mgr im Liter vorhanden.

Die im Wasser gebundene Schwefelsäure beträgt nicht  $\frac{1}{100}$  der total vorhandenen Kohlensäure. Es ist ausgeschlossen, dass Schwefelsäure eine 100mal grössere Kohlensäuremenge in Freiheit setzt. Die Mineralquelle von Fideris kann nicht durch Pyritverwitterung im Bündnerschiefer, sondern nur durch Zufuhr von juvenilen Gasen erklärt werden. Zu diesen Schlüssen gelangt man freilich erst, wenn man den schwachen Sauerling von Fideris vergleicht mit den salzreichen, sprudelnden Sauerlingen und gasreichen Mofetten des Unterengadins.

#### *Literatur:*

- MEYER-AHRENS, Heilquellen und Kurorte der Schweiz. 1867. — Bäder und Kurorte der Schweiz (Verlag Sauerländer, Aarau 1910).  
 G. NUSSBERGER, Heilquellen und Bäder im Kanton Graubünden. 1914.  
 AD. HARTMANN, Die Entstehung der Mineralquellen von Tarasp-Schuls. Vierteljahresschrift der Nat. Ges. Zürich. 1927.  
 AD. HARTMANN, Zur Entstehung der schweiz. Mineralquellen. Schweiz. Rundschau für Medizin. 1927.  
 J. CADISCH, Zur Geologie alpiner Thermal- und Sauerquellen. Chur 1928.  
 TH. V. FELLENBERG, Zur Geochemie des Jods III. Der atmophile Charakter des Jods. Mitteilungen aus dem Geb. d. Lebensmittelunters. u. Hygiene. Bern 1928.  
 E. SCHERF, Hydrothermale Gesteinsmetamorphose im Buda-Biliser-Gebirge. Budapest 1928.

7. — A. LUDWIG (St. Gallen): **Mitteilung über die geologische Kartierung des st. gallisch-appenzellischen Molassegebietes zwischen Thur und Rhein.**

Von dieser Arbeit ist kein Auszug eingegangen.

8. — A. BUXTORF (Basel): **Grundwasserbohrungen im Rheintal bei Grenzach oberhalb Basel.**

Von dieser Arbeit ist kein Auszug eingegangen.

9. — A. BUXTORF (Bâle) et AD. JAYET (Genève): **Poches éocènes à fossiles albiens à la Perte du Rhône, près de Bellegarde (France).**

Les auteurs n'ont pas envoyé de résumé.

10. — L. DÉVERIN (Lausanne): **Sur la structure de la rive gauche du Nesselstal (Haut-Valais).**

Le travail paraît dans les « Actes » de la S. H. S. N.

---

