Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwisenschaftliche Gesellschaft
Band: 58 (1922)
Heft: 2

Artikel: Nachträge zur Kenntnis der st. gallisch-appenzellischen Molasse
Autor: Ludwig, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834869

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: 14.07.2025

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

III.

Nachträge

zur Kenntnis der st. gallisch-appenzellischen Molasse.

Von **A. Ludwig.**

Die grosse, prächtig ausgestattete, in Text, Illustrationen und Beilagen gleich gediegene „Geologie der Schweiz" von Prof. Heim liegt abgeschlossen vor und bildet eine würdige Krönung der reichen Lebensarbeit des hochverdienten Forschers. Es erscheint wohl angebracht, aus dem Abschnitt „Molasse" des grossen Werkes das herauszuheben, was eine Erweiterung und Vertiefung der in den „Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz" 1877 und 1883 von Gutzwiller und in den Jahrbüchern unserer Gesellschaft von einer Reihe von Autoren niedergelegten Kenntnisse bedeutet. Auf Vollständigkeit und systematischen Zusammenhang können und wollen die folgenden, ausdrücklich als Nachträge zu bezeichnenden Bemerkungen, in denen ich gelegentlich auch meine eigenen Beobachtungen verwertet habe, keinen Anspruch machen.

Allgemeines. Das Wort „Molasse" geht sprachlich auf molare, mahlen zurück. Ursprünglich weiche, zerreibliche Sandsteine der Westschweiz bezeichnend, wird das Wort heute ganz als geologisch-fazieller Begriff genommen und umfasst alle Bildungen des schweizerischen mittleren Tertiärs (Nagelfluh, Sandstein, Mergel, Süsswasserkalk, Kohlen nebst anderen, quantitativ wenig bedeutenden Einlagerungen).

Die Molasse ist hervorgegangen aus der Verwitterung und Abtragung mächtiger Gebirgsmassen, deren Schutt durch Flusstransport geschlämmt und dann im Meere oder in Süsswasserseen wieder abgesetzt wurde. Jene Gebirgsmassen waren nichts anderes als die damals in Bildung und Bewegung begriffenen Alpen, die noch nicht das jetzige Aussehen zeigten, sondern vielleicht mehr den Charakter der heutigen Apenninen trugen. In der Molassezeit war zwischen den Alpen und dem Schwarzwald teils Meer, teils flaches Deltaland vorhanden; zeitweilig fehlten auch grosse Süsswasserseen nicht. Das Molassemeer, ein Abkömmling des alten Flyschmeeres, weniger weit südlich, dafür aber weiter nordwärts greifend als dieses, war im Laufe der Zeit in seiner Ausdehnung verschiedenen Schwankungen unterworfen, was durch den Wechsel zwischen reinen Meeresablagerungen und Land- und Süsswasserbildungen bewiesen wird. Es muss eine zu verschiedenen Zeiten verschieden starke Senkung des Untergrundes stattgefunden haben; es mögen auch wirkliche Transgressionen und Regressionen des Meeres im Sinne von Suess (d. h. wirkliches

Steigen und Fallen des Meeresniveaus in bedeutendem Betrage) eingetreten sein. Zur Zeit der Bildung der st. gallischen Meeresmolasse lag die Südküste unseres Molassemeeres nur wenig südlich der Linie Rorschach-St. Gallen-Herisau; es wird uns dies bewiesen durch die das Gestade anzeigenden Bohrmuscheln, durch eingeschwemmte Baumstämme und Blätter und auch durch die innerhalb der Meeresbildungen auftretende Nagelfluh, die ja unmöglich weit ins Meer hinausgeschwemmt werden konnte. Südlich der Küste erstreckte sich flaches Deltaland noch mehrere Stunden weit in der Richtung gegen die Alpen hin, nordwärts dagegen reichte das Meer bis nach dem heutigen Kanton Schaffhausen hin. Das Meeresbecken wurde nach und nach ausgesüsst und zugefüllt; man kann sich versetzt denken in Regionen, wie sie heute viele Flussdeltas aufweisen (Nil, Rhone, Po, Wolga, Mississippi). Das Deltaland war grösstenteils bewaldet; auch grössere und kleinere Lagunen mit Torfmooren fehlten nicht.

Mit dem Vorrücken des Deltas wanderte auch die Nagelfluh in den höheren Schichten immer weiter nach Norden. In den ältesten Schichten unserer Gegend, im Kern der grossen Antiklinale, ist Nagelfluh noch gar nicht vorhanden; in der Meeresmolasse unserer Gegend ist sie schon stark vertreten; in den bedeutend jüngeren Schichten der oberen Süsswassermolasse treffen wir sie schon weit draussen auf den Höhen des Ottenberges und des Seerückens.

Nagelfluh. Die Liste der in der bunten Nagelfluh vorkommenden Gerölle, bezw. Gesteinsarten bedarf zahlreicher Ergänzungen, ist aber auch in der folgenden, an die Heim'sche Zusammenstellung in der „Geologie der Schweiz“ sich anlehnenden Fassung noch keineswegs vollständig.

Flyschsandstein, Flyschsandkalk, Flyschmergelkalk, Oelquarzit, weisser Quarzsandstein, Nummulitenkalk, Lithothamnienkalk, Echinodermenbreccie, Biancone (weisse Majolika), Chatelkalk, Tithonkalk, heller, roter und grüner Radiolarienhornstein, Lias-Fleckenmergel, roter Adnetherkalk und Steinsbergkalk, rote Krinoidenbreccie des Lias, dunkler Hornstein, schwarze und gebleichte Spongite; blauer Lias, blutroter Hornstein, Quarz aus Adern im Bündnerschiefer, oberer Dachsteinkalk (Lithodendronkalk), Plattenkalk, Hauptdolomit (unterer Dachsteinkalk, kristallin-körnig), ockergelber Kalk, Kössenerschichten (Rhät.), Wettersteindolomit, schwarzer Muschelkalk (Virgloriakalk), Buntsandstein, ostalpiner Verrucano, weisser Marmor, grüne Bündnerschiefer, rote Granite,[1]) grüne Granite, Granite mit weissem und grauem Feldspat, Aplite, Porphyre, Porphyrite, Diorite, Syenite, Banatite, Monzonite, Gabbro, Variolit, Spilit, Serpentin (selten), dichter Grünstein, Gneise, Glimmerschiefer, Quarz und Quarzite verschiedener Herkunft.

---

[1]) Die wenigen hier aufgeführten Namen geben von der erstaunlichen Mannigfaltigkeit der kristallinischen Silikatgesteine nur eine dürftige Vorstellung. — Banatite sind etwas basischere Granite, grobkörnig, blaugrau, niemals weiss, die „blauen Granite“ älterer Autoren. Der Name stammt vom Banat an der Donau. — Die Monzonite (Name von Monzoni in Südtirol) sind ebenfalls granitähnliche Gesteine; sie führen mehr Hornblende und weniger Quarz, als die Banatite. Die bläuliche Färbung der Quarze und Feldspate beruht wahrscheinlich auf feinster Beimengung von Graphit oder Zoisit. Vergl. Heim, II/2, 701.

Es fehlen in der Nagelfluh die Gesteine der autochthonen Regionen (Finsteraar- und Tödimassiv, Gotthardmassiv) und der helvetischen Decken[1]) (d. h. der heutigen nördlichen Kalkalpen ohne die Klippen) und es fehlen auch die hochgradig dislokationsmetamorphen Gesteine. Heute kann man mit Bestimmtheit sagen, dass die ostalpinen Decken (Err-, Sella-, Bernina-, Languard- und Campodecke) die Hauptmasse der Nagelfluhgerölle geliefert haben. Die roten[2]) und grünen Granite, Banatite, Monzonite und Quarzporphyre der Nagelfluh stimmen viel besser mit denjenigen des Berninagebirges überein, als mit Baveno, Luganersee und Predazzo. Die Kalk- und Dolomitgerölle[3]) der Nagelfluh, die Radiolarithornsteine und viele andere mehr entstammen ebenfalls den ostalpinen Decken. Doch hat nicht das Berninagebirge die Hauptmasse der Nagelfluh geliefert, denn in diesem Falle würde es ja gar nicht mehr existieren. Vielmehr war es die jetzt abgetragene Fortsetzung der ostalpinen Decken gegen Norden und besonders gegen Westen.

Merkwürdig ist, dass die kristallinen Gesteine der mächtigen oberostalpinen Decke (Silvretta) in der Nagelfluh nur schwach vertreten sind; besonders die Hornblendeschiefer scheinen vollständig zu fehlen, obwohl es sich bei den Amphiboliten der Silvrettagruppe um sehr feste und zähe Gesteine handelt. Dagegen werden Porphyrite aus der oberostalpinen Decke in der Nagelfluh hie und da angetroffen.

Als Früh seine klassische Studie veröffentlichte (Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz, Denkschriften der schweiz. naturf. Ges. Bd. 30, 1890), hatte man vom Deckenbau der Alpen kaum die ersten schwachen Ahnungen. Dennoch erkannte er die südliche und südöstliche Herkunft vieler Gerölle und seine gründliche Arbeit ist auch heute noch für das Studium der Nagelfluh unentbehrlich.

Die Kalknagelfluh besteht in der Hauptsache aus Geröllen von Kalksteinen, Dolomiten, Sandsteinen und Hornsteinen; nur vereinzelt treten andere Gesteine auf. Im ganzen erscheint die Kalknagelfluh als die ältere, die bunte als die jüngere Bildung. Das Auftreten einer Kalknagelfluheinschaltung mitten in bunter Nagelfluh, wie es in der Degersheimer Kalknagelfluh, dem sogenannten Appenzeller Granit vorliegt, hat etwas Rätselhaftes.[4])

[1]) So fehlen z. B. die Kreidegesteine des Säntis in der Nagelfluh vollständig.

[2]) Aus der Nagelfluh des Freudenberges bei St. Gallen besitze ich einen roten Granit, der vollständig übereinstimmt mit einem bei Samaden im Engadin gesammelten, also unzweifelhaft aus der Berninadecke stammenden Gerölle.

[3]) Eine Kalk- und Dolomitbreccie aus der Nagelfluh von Joosrüti bei St. Gallen ist sozusagen identisch mit einem südlich unter dem Gipfel der Stammerspitze im Unterengadin gefundenen Stück. Ich traf diese sofort auffallende Breccie auch auf der Ost- und Westseite des Piz Plafna da daint. Grossartig entwickelt, mit sehr grossen Komponenten, tritt sie auch südlich unter dem Piz Quatervals auf, zur Seite des merkwürdigen, einen geradezu arktischen Eindruck machenden kleinen Sees in Val Müschauns. Die genannten Lokalitäten gehören der heute als mittelostalpin bezeichneten Campodecke an, mit Ausnahme der Stammerspitze.

[4]) Die Bank lässt sich von Abtwil bei St. Gallen bis Feldbach am Zürichsee auf 50 km Länge verfolgen. Bei Abtwil ist die Nagelfluh jedoch schon etwas gröber und enthält auch kristallinische Silikatgesteine. — Eine Bank fast reiner Kalknagelfluh tritt auch in der Nähe von Rotmonten bei St. Gallen auf, unter der gelben Wand beim Strebel. Auffällig arm an Graniten, Gneisen etc. ist auch die auf den geologischen Karten 1 : 100,000 und 1 : 500,000 nicht eingezeichnete Nagelfluhbank, welche die Ruine Ramschwag an der Sitter unweit Häggenswil trägt.

Aber auch im Kleinen lässt sich eine ähnliche, schwierig zu erklärende Erscheinung beobachten. [1])

Speer-Stockberg und die tieferen Bänke der Kronbergkette sind die grossen Regionen ausgeprägter Kalknagelfluh. Dagegen enthalten die Basisbänke der Nagelfluhregion Gäbris-Hundwilerhöhe-Hochham mehr oder weniger häufig Gneise, während die für die Berninadecke charakteristischen roten Granite erst in der 4. oder 5. Bank auftreten. Gutzwiller hat dies schon vor 50 Jahren beobachtet und es wird hier nur erwähnt wegen der interessanten Frage der Altersbeziehungen zwischen Deckenüberschiebungen und Nagelfluhbildung. [2])

Geröllgrösse. In den alpennahen Nagelfluhregionen zeigen die Gerölle oft sehr bedeutende Dimensionen. Aber selbst im Dach des marinen Vindobonien bei St. Gallen findet man noch Granite von maximal 34 cm Länge und Sedimentgesteine von 38 cm Länge. Das sind allerdings selten erreichte Maximalzahlen; aber Gerölle von 20—30 cm Länge sind in der erwähnten Bank ziemlich häufig. Bei solchen Dimensionen ist Flusstransport aus sehr grosser Entfernung kaum anzunehmen; man muss wohl an Herkunft aus dem an exotischen Blöcken reichen Wildflysch und aus kristallinen Gesteinsmassen denken, die von den weit nach Norden vorgedrungenen Sediment-Deckenteilen mitgeschleppt wurden (Beispiel: Grüne Granite an der Basis der Sulzfluh). Dass aber auch die zurückgebliebenen kristallinen Deckenkerne an der Materiallieferung für die Nagelfluh durch direkten weiten Flusstransport beteiligt waren, ist wohl nicht zu bezweifeln. — Eigentümlich ist, dass die maximalen Gerölldimensionen bei St. Gallen höher sind als in der Zone Gäbris-Hundwilerhöhe-Hochham.

Eindrücke. Bei den Eindrücken an den Kalkgeröllen handelt es sich um eine Vermehrung der Löslichkeit durch feine Desaggregation an Punkten der Druckkonzentration, nicht um ein mechanisches Ineinanderquetschen. Prof. Heim hat dies auf klare und schöne Weise gezeigt durch den Hinweis auf die Tatsache, dass allfällige feine Schichtungs- oder Schieferungslinien nicht eingedrückt werden, sondern geradlinig fortgehen bis an den Eindruckrand, hier aussetzen und jenseits des Eindruckes in unverschobener Richtung wieder fortsetzen. Durch eine allerdings mechanisch veranlasste Auflösung ist ein Materialverlust eingetreten. Die Eindrücke sind also eigentlich gar keine „Eindrücke", überhaupt keine direkt mechanische Erscheinung. — Quarzite, Hornsteine, Granite können Eindrücke an kalkigen Geschieben erzeugen, aber nicht umgekehrt.

---

[1]) Beim Bau des neuen Reservoirs am Freudenberg stiess man mitten in typischer bunter Nagelfluh auf ein schon durch seine grosse Härte sich bemerkbar machendes Nest von Kalknagelfluh.

[2]) Schon die erste, aus sehr kleinen Geröllen bestehende Nagelfluhbank südlich von Haslen (App. I. Rh.) enthält vereinzelte Gneise und in der dritten mächtigeren Bank sind mannigfaltige schöne Gneise (meist mit hellem Glimmer, Muskovit) auffällig zahlreich. Mit der 5. Bank ist der Uebergang in richtige bunte Nagelfluh schon vollzogen; leider ist die Altersbestimmung der Uebergangsschichten immer noch nicht völlig sicher. Für die Beobachtung ist die Gegend zwischen Haslen und Appenzell mit den im Gelände auffällig hervortretenden und von der Strasse angeschnittenen zahlreichen Nagelfluhrippen günstig und interessant.

Diagenetische Glättung und Streifung. Feine Rutschflächen und seidenglänzende Glättungen sind die Folge kleiner, kaum einige Millimeter betragender Bewegungen unter hohem Schweredruck, der beim Sintern des ganzen Gebildes Ungleichheiten zwischen Geröll und Umgebung hervorbringt. Verfestigung von unterliegenden Sandsteinen und Tonen kann ebenfalls Sinterungsbewegungen (Zusammengehen) der ganzen Nagelfluhmasse bewirken. Glättung und Streifung dieser Art, sowie kleine stellenweise glänzende Eindrücke finden sich auch in ungestört gelagerter Nagelfluh und sind nicht zu verwechseln mit den viel schärferen Rutschstreifen der dislozierten (aufgerichteten) Nagelfluh.

Dislokationsumformung. In der aufgerichteten Nagelfluh zeigen sich oft prachtvolle glänzende scharfe Rutschstreifen und Furchen, sowie weitgehende mechanische Umformungen, die als Quetschungen, Durchscherungen, Verschiebungen, schuppenförmige Uebereinanderschiebungen und Drehungen der Geröllstücke auftreten. Die Dislokation (hier gleichbedeutend mit umformender Bewegung) betrifft oft auch die Eindrücke, welche also älter sind als erstere. Der Eindruck wird durch das eingreifende Geröll wie mit einem Hohleisen geöffnet. Der Weg der überschiebenden Gerölle oder Geröllteile ist mit glänzenden Rutschstreifen und Furchen gepflügt, die in der Gefällsrichtung der aufgerichteten Nagelfluhbänke verlaufen. Merkwürdigerweise trifft man die intensivsten Geröllderformationen nicht in der den Alpen zunächst liegenden Nagelfluh, sondern in den Bänken des Nordflügels der grossen Antiklinale, besonders in der Bank Rappenstein-Schaugentobel-Wenigerweiher. Die eidgenössische technische Hochschule und das naturhistorische Museum in St. Gallen besitzen eine grosse Menge prachtvoller Stücke dieser Art.

Sandstein. Neben den beiden typischen Hauptarten des Sandsteins, dem granitischen Sandstein (Ausschlämmungsprodukt der bunten Nagelfluh, bauwürdige Zone von St. Margrethen im Rheintal bis Bollingen am Zürichsee) und dem Kalksandstein (Ausschlämmungsprodukt der Kalknagelfluh, auch Ebnater- oder Appenzellersandstein genannt, aquitanisch) gibt es noch eine Menge von Uebergängen und Abarten, von denen einige hier Erwähnung verdienen.

Pflasterstein von Teufen[1]) *und Heiden.*[2]) Er zeigt manche Aehnlichkeit mit dem aquitanischen Kalksandstein, ist jedoch feinkörniger, liegt stratigraphisch höher, sogar über der bauwürdigen Zone des granitischen Sandsteins; im höheren Teil der unteren Süsswassermolasse (Burdigalien in Süsswasserfazies). Die früher in mehreren Brüchen lebhaft betriebene Gewinnung dieses jüngern Pflastersteines für Strassenbesetze hat beinahe aufgehört. Im gleichen Steinbruch (z. B. unter der Haltestelle „Sternen“

[1]) Vergl. meine Notiz im Jahrbuch der St. Gall. Naturw. Ges. 1919.

[2]) Was Kaufmann und Gutzwiller (19. Lief. der Beiträge, 1883) Heidenerstein nennen, ist nach meiner Ansicht identisch mit dem Teufener Pflasterstein. Gutzwillers Bemerkung, der sogenannte Appenzellersandstein (Ebnatersandstein, aquitanisch) sei ein grobkörniger Heidenerstein, wirkt etwas verwirrend. Die Pflastersteine von Heiden und Teufen einerseits und die ebenfalls als Pflastersteine verwendeten aquitanischen Kalksandsteine anderseits liegen sowohl nach dem Alter als nach dem Abstand im Schichtprofil weit auseinander und sollten nicht zusammen genannt werden.

bei Teufen) können deutlich granitische Sandsteine über und unter dem Pflasterstein auftreten, vielleicht ein Beweis, dass es sich bei letzterem um eine unter etwas veränderten Bedingungen erfolgte Sedimentation des nämlichen Ausschlämmungsmateriales handelt.

Plattensandstein *(plattenförmige Molasse).*[1]) Nach Korn und Zusammensetzung ist der Plattensandstein dem granitischen Sandstein ähnlich, ist aber nicht wie dieser in mächtigen, massigen Bänken abgelagert, sondern durch tonige Zwischenlagen in wenige cm bis über 30 cm dicke Platten getrennt. Die bauwürdige Zone der unteren Platten (Wienachten-Buchen-Martinstobel-Notkersegg-Beckenhalden) gehört dem marinen Burdigalien an. Aber im Martinstobel gibt es auch eine allerdings weniger mächtige obere Plattenzone im obersten marinen Vindebonien; ihr gehören verlassene Steinbrüche an der Strasse nach Untereggen und auf der linken Seite der Goldach an.

Seelaffe *(subalpiner Muschelsandstein, Burdigalien).* Im bekannten Steinbruch von Blatten bei Staad am Boden setzt die Seelaffe im nordnordwestlichen Schichtfallen seewärts nach der Tiefe nicht fort,[2]) sondern geht in petrefaktenarmen gewöhnlichen Sandstein über, ein kleines Beispiel synchroner heterogener Fazies.

Der eigentümliche Name Seelaffe hat weder mit einem Affen, noch mit einem Laffen, noch mit der Seele etwas zu tun. „Die Seelaffen" heisst im Volksmund ein niedriger, als langgestreckter Hügel sich ziemlich weit ins Bauriet hineinziehender Ausläufer des Rorschacherberges.[3]) „Laffe" (Läffli, beim Tierkörper), deutet auf die Lage zur Seite des Sees.

Knauersandstein *(Knauermolasse).* Rundliche bis ellipsoidische Knollen oder Knauer von Faust- und Kopfgrösse bis zu 1 m Durchmesser sind in Reihen der Schichtung entsprechend angeordnet. Die Knauer zeichnen sich nicht durch andere Beschaffenheit des Korns, einzig durch bessere Bindung aus und ragen daher als festere Partien aus der mehr und mehr zurückwitternden weicheren Grundmasse heraus. Knauersandstein kommt in allen Altersstufen der Molasse vor. Beispiele: Schlucht der Goldach zwischen Kastenloch und Uebergang Trogen-Wald, Rotbach zwischen Rotbrücke und Unterer Lochmühle.

Farbe. Das in den Sandsteinen anderer Formationen (z. B. Buntsandstein der Trias) oft auftretende Rot fehlt auffallenderweise den Molassesandsteinen vollständig. Sie sind in frischem Zustande alle grau (bläulichgrau, grünlichgrau, neutralgrau, dunkler oder lichter); die Verwitterungsrinde und Anwitterung werden manchmal gelblichgrau, gelb, bräunlich etc., aber niemals rot.

Mergel. Die Mergel nehmen innerhalb einer Altersstufe mit der Entfernung von den Alpen zu; innerhalb einer bestimmten Region geschieht

---

[1]) Die Bezeichnung „Molasse" im eingeschränkten Sinne für Sandstein zu gebrauchen, erscheint heute nicht mehr angezeigt.

[2]) Herr Dr. Billwiller (Möttelischloss-Goldach) machte mich auf diese interessante, bisher übersehene Tatsache aufmerksam.

[3]) S. Walt, Heimatkunde von Thal. 1. Jahrbuch des kantonalen Lehrervereins St. Gallen 1906. S. 52.

die Zunahme nach der Tiefe. In den eigentlichen Nagelfluhregionen sind merkwürdigerweise Mergel, aber nur selten Sandsteinbänke zwischengelagert und die wunderbare Regelmässigkeit der ungestört eben und parallel auf viele Kilometer weit zu verfolgenden Wechsellagerung von Nagelfluhbänken und Mergeln oder sandigen Mergeln (z. B. im Toggenburg) kann noch nicht völlig befriedigend erklärt werden. Sinkendes Delta oder Tätigkeit des Meeres in breiter flacher Uferzone kommen da in Frage.

Rote aquitanische Mergel kommen besonders am Alpenrande vor, rötlichviolette kalkspatreiche Mergel namentlich im Kern der grossen nördlichen Antiklinalzone; auch der oberen Süsswassermolasse fehlen rötliche oder rötlichviolette Mergel nicht ganz.

„Schneckenmergel", „Helicitenmergel" sind Beweis für autochthone Süsswasserabsätze (z. B. Strebel bei Rotmonten); diese durch ihre dunklere Farben sich auszeichnenden Mergelschichten sind bituminös.

Süsswasserkalk. Marine Kalke kommen in der st. gallisch-appenzellischen Molasse[1]) nicht vor;[2]) die wenigen Kalkvorkommnisse beschränken sich auf Süsswasserkalk (z. B. Rufi bei Schännis: hellbrauner bis schwarzer Süsswasserkalk, in mehreren Bänken mit der Rufikohle wechsellagernd, reich an Süsswasserschnecken, besonders kleinen Planorben, äusserst hart und splittrig; ferner harter Kalk zwischen zwei kleinen Kohlenbändern beim Weiherchen[3]) in St. Georgen). Andere gelegentlich erwähnte kleinere Vorkommnisse von vermeintlichem Süsswasserkalk sind eher als Kalkmergel zu bezeichnen. — Für den bituminösen, gewöhnlich mit Kohlen vergesellschafteten und zahlreiche Schnecken führenden Kalk wird oft die Bezeichnung Stinkkalk angewendet; er ist aus Seekreide hervorgegangen.

Kohlen. Nach ihrem Alter, bezw. dem Verkohlungsstadium wären die Kohlen der Molasse als Braunkohlen zu bezeichnen; da sie aber nach Farbe, Glanz und Konsistenz der viel älteren Steinkohle ähnlich sehen, so kann man sie nicht „Braunkohlen" nennen. Man redet einfach von Molassekohlen; nicht selten wird auch der Ausdruck „Pechkohle" gebraucht. Man hat zu unterscheiden:

1. Autochthone Kohlenflöze.
2. Allochthone Kohlen oder Schwemmkohlenflöze.

Die autochthonen Flöze sind durch Wachstum an Ort und Stelle entstanden nach Art der heutigen Torflager in seichten Süsswasserseen oder Tümpeln und sind von schwarzen bituminösen Schneckenmergeln, oft auch von Stinkkalk unterlagert. Die begleitenden Mergel enthalten oft Blätter und Zweige.

Die allochthonen Kohlen (Schwemmkohlen) sind Vorkommnisse von sehr geringer Ausdehnung und treten nur nesterförmig oder in unzusammenhängenden Fetzen oder gar nur in vereinzelten Kohlenstücken auf, ver-

---

[1]) Nur die Seelaffe erinnert einigermassen an einen zoogenen Meereskalk.

[2]) Das Molassemeer war in unserer Gegend zu wenig tief und wurde zu rasch ausgefüllt. In andern, von einem tieferen und breiteren Teil des Molassemeeres eingenommenen Gebieten ist es auch zu ansehnlichen Kalkbildungen gekommen (Leithakalk im Wienerbecken).

[3]) Vergl. Gutzwiller, 19. Lief. der Beiträge 1883, S. 35.

dienen also in den allermeisten Fällen gar nicht den Namen Flöze. Sie kommen sowohl in der Meeresmolasse als in der Süsswassermolasse vor und finden sich in allen drei Hauptfelsarten der Molasse, oft sogar mitten in der Nagelfluh. Oft handelt es sich nur um eingeschwemmte Stammstücke und diese lieferten dann eine sehr reine Kohle.

Das bedeutendste autochthone Kohlenflöz des Kantons St. Gallen[1]) ist die Rufikohle bei Schännis, 30—120 cm mächtig, zwischen 70—75° nach SEE fallenden Sandstein- und Nagelfluhschichten liegend, mit zeitweiligen Unterbrechungen ausgebeutet 1837—1869 und sodann wieder in neuester Zeit infolge der während des Krieges eingetretenen Kohlennot.

Analyse der Rufikohle: Kohlenstoff 64,93%, Wasserstoff 5,04%, Sauerstoff 15,54%, Asche 14,48%. Spezifisches Gewicht 1,34. 100 kg Rufikohlen = 89 kg Saarkohlen. (Weiteres in Heim, Geol. I, 88/89).

Besondere Einlagerungen. Im Gebiete der Potersalp am Nordende des Säntis trafen Hans Hirschi und Professor Heim in den Molassesandsteinen Petrolimprägnationen. — Im Rickentunnel machten sich während des Baues starke Grubengasausströmungen unliebsam bemerkbar und bedingten einen mehrere Monate dauernden Unterbruch der Arbeiten. (Näheres in Heim, I, 92/93). —

An Kluftmaterialien zeigt die Molasse wenig Bemerkenswertes. Bergkristalle scheinen der Molasse gänzlich zu fehlen.

Kalkspat in ordentlichen Kristallformen ist namentlich in Sandsteinen und Mergeln der Antiklinalzone nicht selten (z. B. an der Sitter in der Gegend von Haslen, am Rotbach zwischen Rotbrücke und Oberer Lochmühle). Auch Spalten in der Nagelfluh sind gelegentlich mit Kalkspat

---

[1]) Von den ziemlich zahlreichen, aber meist kaum erwähnten Vorkommnissen unserer näheren Umgebung ist dasjenige im Schaugentobel an der Goldach das bedeutendste. Im Frühjahr 1918 liess der Bodeneigentümer, Herr Gemeinderat Eberle, Langgasse, auf der rechten Seite der Goldach, gegenüber dem Nagelfluhhügel von Rappen zwei neue Versuchsstollen erstellen und einen schon bestehenden vergrössern. Im ersten, unmittelbar am Flussufer gelegenen Stollen, sind vier Kohlenschichten zu beobachten, von denen die stärkste durchschnittlich 5 cm Mächtigkeit hat, während die andern nur 2—4 cm mächtig sind. Der zweite, etwas höher und weiter östlich in geringer Entfernung gelegene, ungefähr 25 m lange Stollen wurde schon 1892 begonnen, zu welcher Zeit die Kohlen vom Wirt im Schaugentobel ausgebeutet wurden; man gewann damals etwa 150 q Kohle. Hier zeigen sich sechs Kohlenschichten, die zusammen mit den dazwischen lagernden Mergeln und Sandmergeln beinahe 60 cm Mächtigkeit aufweisen, wovon ein Drittel auf die Kohlen fallen mag. Der dritte Stollen liegt beträchtlich höher und bedeutend weiter östlich am Gratrücken (Goldachseite) gegen das Heimwesen „Kasten" hin. Von den hier auftretenden Kohlenschichten ist die stärkste im Maximum 7 cm mächtig; die übrigen sind bedeutend schwächer. In den Begleitschichten finden sich Mergel mit Schnecken und Pflanzenresten. — In dem 1917 an der linken Urnäschseite nach dem Gübsenmoos erstellten Stollen, den ich mit den Herren Dr. H. Rehsteiner und Betriebschef Hohl besuchte, zeigten sich zwei schwache Kohlenflözchen. Das höhere, im Maximum 12 cm mächtig, führt eine sehr unreine, mergelige und schieferige, aufblätternde Kohle und verdient wohl eher den Namen Kohlenmergel; das tiefere dagegen besteht aus glänzend schwarzer Pechkohle, ist aber nur 2 cm mächtig. Im gleichen Stollen trafen wir ausser diesen autochthonen Flözchen auch ein allochthones Vorkommnis, einen zu reiner glänzender Pechkohle umgewandelten plattgedrückten Baumstamm, von welchem die Rindenstruktur als Negativ im umgebenden mergeligen Sandstein noch deutlich zu erkennen war.

besetzt (Gegend beim Rossfall hinter Urnäsch, ferner südöstlich unter dem Kronberg und auch am Speer).

Pyrit (Schwefelkies) wird hie und da gefunden (z. B. bei Rehetobel), ist fein verteilt auch in manchen Molassekohlen vorhanden.

Ausblühungen von Gips finden sich auf dem rechten Ufer der Goldach, ungefähr 800 m nördlich der Martinsbrücke, direkt unter der Nagelfluhbank, die das Dach der marinen Molasse bildet. Die Effloreszenzen bestehen aus feinen silberglänzenden Nädelchen.

Stratigraphie. Für den Lokalgebrauch genügt auch heute noch die alte Einteilung: *Obere Süsswassermolasse* (Oehningerstufe).
Meeresmolasse (Helvetische Stufe).
Untere Süsswassermolasse (Aquitanische Stufe).

Diese Dreiteilung liegt vielerorts klar vor unseren Augen; überall finden wir die Meeresmolasse, wo solche in unserer Gegend überhaupt vorhanden, zwischen zwei Süsswassermolassen. Aber die Meeresmolasse einer Gegend kann ihr gleichalteriges Aequivalent in andern Gebieten in Süsswasser- und Landbildungen haben und es ist darum die Grenze zwischen Meeresmolasse und einer der beiden Süsswassermolassen nicht notwendig zugleich eine stratigraphische Altersgrenze. Zudem gibt es Gegenden, in welchen die gesamten verschiedenen Altersstufen der Molasse überhaupt nur durch einen kontinuierlichen Komplex von Süsswasserbildungen vertreten sind, so z. B. in dem gewaltigen Toggenburgerdelta zwischen Herisau und Rapperswil. Hier wären wir um die sichere stratigraphische Einreihung verlegen, wenn nicht auf beiden Seiten des Deltas die durch Versteinerungen wohlcharakterisierte Meeresmolasse von St. Gallen und Bäch feste Anhaltspunkte böte. Die alte Dreiteilung ist also keine scharfe; die Grenzen schwanken zeitlich für verschiedene Orte; Meeres- und Süsswasserbildung können auch seitlich wechseln. Oberer Teil der Meeresmolasse und unterer Teil der oberen Süsswassermolasse können gleichzeitig sein, ebenso tieferer Teil der Meeresmolasse und höherer Teil der unteren Süsswassermolasse.

Bei der Vergleichung unserer st. gallisch-appenzellischen Molasse mit den übrigen schweizerischen oder gar mit den ausserschweizerischen Molassebildungen genügt überhaupt die alte Dreiteilung nicht mehr; es gilt dann die folgende, von Professor Heim in seinem grossen Werk angewendete, aus den Arbeiten einer Reihe von Forschern begründete Stufeneinteilung[1]) der Molasse von oben nach unten:

1. Sarmatien (Sarmatische Stufe).
2. Vindobonien (Wienerstufe).
3. Burdigalien (Bordeauxstufe).
4. Aquitanien (Aquitanstufe).
5. Stampien (Stampische Stufe).

In Anlehnung an die von Professor Heim (I, 130/131) gegebene Gliederung der schweizerischen Molasse, jedoch mit besonderer Berücksichtigung der ostschweizerischen Verhältnisse, ergibt sich die in der folgenden Tabelle enthaltene Uebersicht.

[1]) Sarmatien vom alten Sarmatien, Vindobonien von Vindobona = Wien, Burdigalien von Burdigala = Bordeaux, Aquitanien vom alten Aquitanien, Stampien von Etampes, südlich von Paris.

		Stufen.	Alte Einteilung	Leitfossilien.
Miocän	Oberes Miocän	Pontien	fehlt	Helix osculina
		Sarmatien	Obere Süsswasser-molasse (Oehningerstufe).	Mastodon angustidens Dinotherium giganteum Helix Renevieri z. T. = Helix Sylvana. Helix insignis Clausilia helvetica
	Mittleres Miocän	Vindobonien in Süsswasserfazies	Meeresmolasse (Helvetische Stufe. „Helvetien").	Mastodon angustidens Arca Touronica Ostrea crassissima Cerithium lignitarum Cardita Jouanneti Pecten palmatus Pecten scabriusculus
		Vindobonien (II. Mediterranstufe).		
	Unteres Miocän	Burdigalien (I. Mediterranstufe).		Mastodon angustidens Brachyodus onoideus Pecten praescabriusculus Cardium commune Tapes helvetica
Oligocän	Oberes Oligocän	Burdigalien in Süsswasserfazies?	Untere Süsswasser-molasse.	
		Grenze Burdigalien-Aquitanien nach Alb. Heim Aquitanien		Anthracotherium magnum Cerithium margaritaceum Helix Ramondi
	Mittleres Oligocän	Stampien		Aceratherium Helix rugulosa Ostrea cyatula
	Unt. Olig.	Tongrien	fehlt	

Toggenburg und angrenzende Gebiete.		Sitter- und Goldachgebiet, Appenzellersporn.	
Fehlt in der Schweiz infolge Hebung und beginnender Abspülung.			
limnisch	Bunte Nagelfluh in enormen Massen (Kreuzegg bis Hörnli, Mogelsberg bis N Wil) wechselnd mit Mergeln.	limnisch	Viel Mergel, wenig Sandstein, vereinzelte Nagelfluhbänke, teilweise arm an krist. Geröllen, nach E abnehmend.
limnisch (nur bei Jona-Bäch marin).	Degersheimer Kalknagelfluh. Bunte Nagelfluh, wechselnd mit Mergeln. Im Südflügel: Bunte Nagelfluh der Kronberg-Hübschholzzone z. T. — Speernagelfluh z. T.		Abtwiler Kalknagelfluh, Mergel, wenig Sandstein, Nagelfluh nach E abnehmend.
		marin	Meeresmolasse Rorschach-St. Gallen-Herisau (Petrefaktenreiche „St.Gallerschichten"). Sandige Mergel, Schiefermergel, Sandstein, Bunte Nagelfluh, nach E abnehmend u. verschwindend. Im Südflügel: Bunte Nagelfluh der Gäbriszone z. T., Mergel.
limnisch	Bunte Nagelfluh, wechselnd mit Mergeln. Im Südflügel: Bunte Nagelfluh der Kronberg-Hübschholzzone im tieferen Teil. Speernagelfluh z. T.	marin	Meeresmolasse Staad-S Martinsbrücke-S Kubel (Seelaffe und ihr Aequivalent), Sandstein, nach E zunehmend. (Zone der unteren Platten). Bunte Nagelfluh, nach E abnehmend. Im Südflügel: Bunte Nagelfluh und Mergel der Gäbriszone z. T.
limnisch	Tiefste bunte Nagelfluh. Sandsteine, vorwiegend granitisch. Bauwürdige Zone des gran. Sandsteins (Bildhausersandstein). Im Südflügel: Kalknagelfluh an der Basis der Kronbergzone und Fortsetzung nach W. Speernagelfluh im tieferen Teil. Kalksandsteine (Ebnatersandstein).	limnisch	Tiefste bunte Nagelfluh, nach E abnehmend. Sandsteine von granitischem Typus und Mergel, mit Zwischenlagerungen von kalksandsteinähnlichem Pflasterstein von Teufen und Heiden. Bauwürdige Zone d. granitischen Sandsteins (St. Margrethener Sandstein). Sandsteine und Mergel. Im Südflügel: Halbbunte Basisnagelfluh der Gäbriszone, Kalksandstein und Mergel.
limnisch (n. b. Bilten marin)	Kohlenführende Schichten von Rufi-Schännis.	limnisch	Mergel im Antiklinalkern bei Haslen a. d. Sitter?

Die ostschweizerische Molasse ist eine Bildung von so einheitlichem Charakter, dass man hier kaum jemals auf die Trennung von Oligocän und Miocän verfallen wäre. — Marines Stampien (mittleres Oligocän) fehlt im st. gallisch-appenzellischen Gebiet, ist aber in der benachbarten Gegend von Bilten durch Meerespetrefakten nachgewiesen. Stampien in Süsswasserfazies ist wohl in den ältesten Schichten des Speergebietes[1]) und vielleicht sogar im Kern der grossen nördlichen Antiklinale[2]) vorhanden. Für das Aquitanien bleibt wenig übrig, falls man (Heim I, 73) den granitischen Sandstein und speziell dessen bauwürdige Zone St. Margrethen-Bildhaus-Bollingen schon zum Burdigalien rechnet. Die Zuteilung eines über 1000 m mächtigen,[3]) bisher zum Aquitanien gerechneten Süsswasserschichtenkomplexes zu dem in 300 m Mächtigkeit darüber liegenden marinen Burdigalien erregt schwere Bedenken, um so mehr, als nach den Säugetierfunden die genannte granitische Zone zum Aquitanien gezogen werden muss.[4]) In der Antiklinalzone von Haslen an der Sitter trifft man granitischen Sandstein schon in tiefliegenden Schichten des Nordschenkels. — Das marine Burdigalien Staad-Martinsbrücke-Kubel ist südlich vom Kubel nur noch wenig mächtig, tritt auch noch auf die linke, westliche Seite der Urnäsch über, keilt aber früher aus als das bis an die Glatt durch Versteinerungen sicher nachgewiesene Vindobonien Rorschach-St. Gallen-Herisau. Die Zweiteilung der marinen Molasse ist auf Blatt IX 1:100,000 noch nicht durchgeführt; das Burdigalien südlich vom Kubel war damals noch gar nicht bekannt. Im grossen Toggenburgerdelta wären allfällige Spuren der Meeresmolasse in der streichenden Verlängerung der Zone Rorschach-St. Gallen-Herisau zu suchen; ein sicherer Nachweis ist bisher nicht geleistet. — Das petrefaktenreiche St. Galler Vindobonien („St. Gallerschichten" im engern Sinne, Schichten von Hagenbuch etc.) ist etwas älter als das Vindobonien des Kantons Bern. Ein Teil der früheren oberen Süsswassermolasse, etwa von Bruggen bis Abtwil und in beidseitig streichender Verlängerung wird heute als Vindobonien in Süsswasserfazies betrachtet. Das Sarmatien, in ausserschweizerischen Gebieten durch Meeresbildungen vertreten, ist in unserm Lande ausschliesslich limnisch (Süsswasser- und Deltabildung). Das oberste Miocän, die pontische Stufe (Pontien, vom alten Pontus) ist in der Schweiz überhaupt nicht mehr durch Ablagerungen vertreten; es war hier schon eine Zeit der Hebung und Abspülung, wie auch das zeitlich folgende Pliocän.

---

[1]) H. G. Stehlin erwähnt (Eclogae XVI, N. 5, Januar 1922), dass beim Kohlenabbau in Rufi-Schännis ein oberer Backenzahn von einem Cänotherium gefunden wurde. Dadurch ist das voraquitanische Alter der kohlenführenden Schichten mit Sicherheit bewiesen.

[2]) Gutzwiller fand (19. Lief. der Beiträge, 1883) an der damals neuen Strasse Haslen-Appenzell zahlreiche Exemplare der für Stampien charakteristischen Helix rugulosa Mart. Bei der allzu unbestimmten Ortsangabe gelang es mir leider nicht, die inzwischen wohl überwachsene Stelle wieder aufzufinden.

[3]) Hinsichtlich der Mächtigkeit vergl. Ch. Falkner u. A. Ludwig, Profil II, Jahresbericht 1902/03 der Naturw. Ges. St. Gallen.

[4]) Heim I, 145—152, Verzeichnis der Säugetierfunde in der schweizerischen Molasse von Dr. H. G. Stehlin (Basel).

Pflanzen der Molasse. In der eigentümlichen, aus amerikanischen, japanischen, mediterranen und kleinasiatischen Typen zusammengesetzten Mischflora herrscht der amerikanische Charakter vor; die häufigsten und wichtigsten Molassepflanzen finden wir heute zwischen den Jahresisothermen von 15° und 25° C in den tropischen und subtropischen Gegenden von Amerika.

Amerikanisches Element: Zahlreiche immergrüne Eichen-, Ahorn- und Pappelarten, Platanen, Amberbäume und Robinien, Sequoien, Taxodien.

Japanisches Element: Massenhaft Kampherbäume und Glyptostroben.

Mediterranes Element: Lorbeerbäume.

Kleinasiatisches Element: Planeren, Populus mutabilis.

Die immergrünen Bäume und Sträucher bilden gegen $^2/_3$ der Gesamtzahl der Blütenpflanzen. In der oberen Molasse nehmen sie etwas ab und Holzgewächse mit fallendem Laub treten immer mehr in den Vordergrund. Immerhin gehen die drei häufigsten Bäume, der Scheuchzerische Zimtbaum (Cinnamomum Scheuchzeri Heer), der tertiäre Kampherbaum (Cinnamomum polymorphum A. Braun) und der dreilappige Ahorn (Acer trilobatum A. Braun) durch alle Molassestufen hindurch.

Aus dem gesamten schweizerischen Molassebecken, Oehningen mitgerechnet, sind über 900 Pflanzenarten beschrieben; davon entfallen auf die st. gallisch-appenzellische Molasse 132 Arten.[1]) Von den zahlreichen Fundstellen unseres Gebietes können hier nur die wichtigsten genannt werden: Altstätten, Findlinge um St. Gallen, Herisau (Reservoir), Menzlen-Wattbach, Riethäusli, Ruppen (25 bestimmte Arten), Steingrübli-St. Gallen, St. Margrethen, Teufen, Strasse Wolfhalden-Walzenhausen. Am Ruppen und bei Altstätten kommen Myrica oeningensis und Populus latior vor, die sonst mehr in der oberen Molasse zu finden sind, aber auch Dryandroides[2]) banksiaefolia und andere Pflanzen, welche die untere Molasse charakterisieren. Die sonst seltene Myrica[3]) salicina ist sowohl bei Altstätten und am Ruppen, als auch bei Teufen häufig. Im Steingrübli wurden Schilfrohre, Rohrkolben und Banksien häufig gefunden, während an den andern der Stadt St. Gallen benachbarten Fundstellen Cinnamomumarten, Cornus rhamnifolia, Rhamnus Decheni und Rhamnus acuminatifolius stärker vertreten sind. Am Wattbach wurden grosse Bruchstücke von sehr stattlichen Blättern einer Fächerpalme gesammelt.

In allen Stufen der st. gallisch-appenzellischen Molasse liegen die Pflanzen in ziemlich grobkörnigem Sandstein; die Mergel haben sehr wenig geliefert. Eine Ausnahme macht der feine, harte, rotbraune Mergel der pflanzenführenden Findlinge von St. Gallen (Bürgerspital, „Kunkler'sches Gestein"). 34 bestimmte Arten in schön erhaltenem Zustande haben diese

[1]) Vergl. R. Keller, Beiträge zur Tertiärflora des Kantons St. Gallen. Jahresberichte 1890/91, 1893/94, 1894/95 der St. Gall. Naturw. Ges.

[2]) Sträucher oder kleine Bäume mit langen, steifen, lederartigen, häufig scharf gezähnten Blättern, heute auf die südliche Halbkugel beschränkt.

[3]) Die zahlreichen Myriceen bildeten wahrscheinlich dichtes, zum Teil immergrünes Buschwerk in Sümpfen und Mooren. Verwandt mit heute in Amerika und am Cap lebenden Arten.

kleinen erratischen Molasseblöcke uns übermittelt, aber der Stammort, der nicht sehr weit entlegen sein kann, ist leider auch heute noch nicht bekannt. Acacia, sonst selten, ist in den Findlingen mit 5 Spezies vertreten, Robinia durch zwei unserm übrigen Gebiet ebenfalls fehlende Arten.

Tiere der Molasse.

Säugetiere. Die Funde im st. gallisch-appenzellischen Gebiet sind äusserst spärlich; es sind nach H. G. Stehlin folgende:

Rufi-Schännis: Tapirus, Aceratherium, Cänotherium. Stampische Stufe.

Bollingen: Chalicotherium Wetzleri Kow., ferner eine Rhinozerosart. Aquitanisch.

Speer: Eine Rhinozerosart. Aquitanisch.

Vogelherd und Bandlehn bei Speicher: Rhinozerosarten. Aquitanisch.

Buchental bei Niederuzwil: Hyotherium. Vindobonien.

Auch St. Margrethen wird als Fundort bezeichnet, doch ohne nähere Bezeichnung gefundener Spezies.

Glücklicherweise geben uns zahlreiche schöne Funde aus andern schweizerischen Gegenden ein besseres Bild von der Säugetierwelt der Molasse. Die Dickhäuter und die Wiederkäuer waren viel stärker vertreten als heutzutage. Die grössten Tiere der Molassezeit waren die elefantenartigen Mastodonten und Dinotherien, die einer im Miocän in Europa neu eingewanderten Fauna angehören, während für die oligocäne Molasse das seltsame Anthracotherium (Kohlentier, von Ochsengrösse und Schweinstracht) charakteristisch war. Zu den überhaupt sehr zahlreichen schweinsartigen Tieren gehörten auch Hyotherium (Schweinstier, verwandt mit dem heutigen Hirscheber) und die ausgestorbene Gattung Listriodon. Den Uebergang von den Wiederkäuern zu den Dickhäutern vermittelte die Gattung Chalicotherium. Die meisten der zur Molassezeit verbreitetsten Säugetiergattungen sind ausgestorben;[1]) unter den noch lebenden Gattungen finden sich die wenigsten in unserm Lande (Schwein und Eichhörnchen).

Vögel. Solche sind in unserm Molassegebiet nicht gefunden worden. Von Oehningen ist ein entenartiger Wasservogel bekannt (Anas oeningensis H. v. Mey.). Ferner wurden dort Federn von Schwimmvögeln, sowie Federn und Knochen von einem hühnerartigen Vogel gefunden. Vogelreste gehören in der Molasse zu den seltensten Versteinerungen.

Reptilien und Amphibien. An fossilen Reptilien hat die st. gallisch-appenzellische Molasse nichts geliefert, ebensowenig an Amphibien. Aus andern schweizerischen Gebieten und von Oehningen sind interessante Funde von Krokodilen, Schlangen, Eidechsen, Schildkröten, Fröschen und Salamandern zu verzeichnen.

Fische. Süsswasserfische fehlen unserm engern Molassegebiet; erst Oehningen hat zahlreiche und wohl bestimmbare Tiere geliefert, namentlich viele Karpfenarten, sodann Hechte, Schleien, Barsche. Zwei Arten von Aalen zeigen, dass der Oehningersee direkte Verbindung mit dem Meere hatte.

---

[1]) Vergl. I, 144 und Heer, Urwelt der Schweiz.

Von den das Meer bewohnenden Fischen haben die Haifische (Selachier) uns im Muschelsandstein (Seelaffe, Burdigalien) zahlreiche prachtvoll erhaltene Zähne hinterlassen. Sie sind am häufigsten im grossen Seelaffe-Steinbruch[1]) von Blatten bei Staad am Bodensee, recht selten dagegen im St. Galler Vindobonien. Lamna contortidens Ag. wird von verschiedenen Fundstellen angeführt, ferner Lamna cuspidata Ag., Oxyrhina hastalis Ag., Notidanus primigenius Ag., Sparoides Quenstedti May. Für Carcharodon polygurus Ag. wird Sturzenegg auf der linken Seite der Urnäsch als Fundort angegeben (Burdigalien).

Gliedertiere. Fossile Insekten und Spinnen fehlen der st. gallisch-appenzellischen Molasse, während Oehningen reiche Ausbeute geliefert hat. An Krebsen wird von St. Gallen Cancer Rietmanni May. erwähnt. Die Balanen (Seetulpen oder Seeglocken) sind durch 6 Spezies vertreten (Fundorte vom Martinstobel bis zum Kubel); die bekannteste Art ist Balanus tintinnabulum L., heute im atlantischen und chinesischen Meere vorkommend.

Als Wurmspur ist vielleicht Helminthoidea molassica Heer zu deuten (Martinstobel).

Weichtiere. Das Vindobonien von St. Gallen war schon früh durch seinen Petrefaktenreichtum weitbekannt. Nach den Untersuchungen von cand. geol. A. Fank, der sich speziell mit den St. Galler Petrefakten beschäftigte, muss jedoch die von Mayer-Eymar aufgestellte ausserordentlich hohe Artenzahl bedeutend reduziert werden. Die Fossilien unserer marinen Molasse sind grösstenteils bruchlos deformiert, hie und da auch gebrochen gestaut. Die Gebirgsstauung geht durch die ganze Masse des Gesteins hindurch. Je nach der Lage im Gestein ist das Fossil verschieden umgeformt worden. Dasselbe Petrefakt kann in einer langen schmalen und in einer kurzen breiten Form vorliegen; zwischen diesen Extremen finden sich Uebergangsformen, Die Wirkungen der Umformung nicht berücksichtigend, hat Mayer-Eymar viel zu viele Spezies unterschieden[2]) namentlich bei den Gattungen Panopäa, Lutraria, Cardium und Tapes. So schmelzen die vielen hundert Spezies der Muscheln und Schnecken auf vielleicht einen Dritteil zusammen. — Faunistisch ist nach A. Fank das St. Galler Vindobonien etwas älter, als bisher angenommen wurde; die St. Gallerschichten sind ein Uebergangs- oder Zwischenglied zwischen dem typischen Burdigalien und dem Vindobonien, werden aber dem letzteren zugerechnet.[3])

Bei St. Gallen sind die Muscheln nach Arten- und Individuenzahl etwas stärker vertreten, als die Schnecken. Es dominieren die mediterranen Formen; ausschliesslich nordische Formen fehlen. Tropische, dem heutigen Mittelmeer fehlende Typen, vorwiegend Schnecken, sind in 15 Gattungen vorhanden.

---

[1]) Herr Stähelin-Bäumlin in St. Gallen besitzt eine reiche Sammlung von Haifischzähnen und Knochenresten aus der Seelaffe.

[2]) Das hat, wie ich aus persönlicher Unterredung weiss, schon der verstorbene vieljährige Präsident unserer Gesellschaft, der hochverdiente Museumsdirektor Prof. B. Wartmann geahnt. — Um die Kenntnis der Molasse hat sich Mayer-Eymar, bekannt als „Molassemayer“ oder „Tertiärmayer“ dennoch bedeutende Verdienste erworben.

[3]) Vergl. meine Notiz im Jahrbuch 1919.

Im St. Galler Vindobonien sind Lutraria sanna, mehrere Arten von Cardium und Turritella turris besonders häufig, geradezu massenhaft vorhanden. Die schöne Cardita Jouaneti ist nicht selten, sehr selten dagegen Ostrea crassissima Lam.[1]), die im übrigen schweizerischen Vindobonien zu den allerhäufigsten Versteinerungen gehört. Mactra, Tapes, Pecten sind sehr häufig, Panopäa, Natica, Conus, Ficula, Pyrula, Pinna ziemlich häufig, doch nicht überall vorkommend. Die Nomenklatur der zahlreichen Petrefakten steht in Revision.

Die merkwürdigen Schrauben- oder Spiralsteine gehen durch die ganze marine Molasse hindurch; sie finden sich im tiefsten marinen Burdigalien (z. B. rechtes Sitterufer) und im oberen marinen Vindobonien (Gübsenmoos). An letztgenannter Stelle wurden beim Bau der Bodensee-Toggenburgbahn zahlreiche schöne Exemplare gefunden und durch Dr. E. Bächler im Museum deponiert. Sie sind links gewunden, während das von Heim (I, 106) abgebildete prachtvolle Exemplar rechts gewunden ist.

Neue Fundstellen von Meeresversteinerungen wurden in den letzten Jahren u. a. geöffnet am Westkamm der Menzlen an der neuen Waldstrasse, ferner nahe südwestlich unter dem Freudenberg[2]) und bei der Schiessanlage im östlichen Teil des Hagenbuchwaldes.

Die früher oft genannte und stark ausgebeutete Fundstelle „Felsenkeller im Hagenbuch" ist jetzt nicht mehr zugänglich; sie ist beim Revolver-Scheibenstand etwas mehr westlich vom Bächlein („Muschelnbach") zu suchen, als die oft mit ihr verwechselte fast petrefaktenleere Höhle unmittelbar über dem westlichen Bachufer.

Die Land- und Süsswasserschnecken der Molasse gehören durchweg zu lebenden Gattungen. Die Arten dagegen sind fast alle ausgestorben und ihre Verwandten leben heute in mediterranen, subtropischen und tropischen Gegenden.

Für das Stampien ist Helix rugulosa, Martens charakteristisch, für das Aquitanien Helix Ramondi Brogn. Leider fehlen sie in der St. Galler Sammlung und scheinen überhaupt in der Ostschweiz sehr selten zu sein. Für die sarmatische Stufe sind die grosse, bei uns noch nicht gefundene Helix insignis, Schübler und Helix Renevieri, Maillard bezeichnend. Aus unserer oberen Süsswassermolasse liegt in den Sammlungen eine häufig vorkommende, als Helix sylvana oder auch als Helix sylvestrina bezeichnete Art; hier dürfte in vielen Fällen eine Verwechslung mit Helix Renevieri vorliegen; die richtige Sylvana ist untermiocän. Jedoch entspricht die von Heim (I, 157) abgebildete Helix Renevieri in ihrer Grösse nicht völlig der bei uns gefundenen häufigsten Helixart (bekannteste Fundstelle: Gelbe Wand beim Strebel-Rotmonten).

---

[1]) In der Seelaffe sind zerbrochene Austernschalen allerdings sehr häufig, aber es handelt sich hier wohl um Ostrea Giengensis? Die Seelaffe enthält massenhaft Cardium commune May.

[2]) Diese nur vorübergehend geöffnete Stelle, die ich im Oktober 1921 mit Herrn Dr. H. Rehsteiner besuchte, liegt in einer wenige Meter mächtigen Sandsteinschicht zwischen der Nagelfluh des neuen Reservoirs und der eigentlichen Freudenbergnagelfluh; sie gehört dem untersten marinen Vindobonien an und enthält Cardien, Lutrarien, Pecten und schlecht erhaltene Austern.

Eingeschwemmte Land- und Süsswasserschnecken liegen hie und da auch in der Meeresmolasse.

Strahltiere (Echinodermen). Aus der st. gallischen Meeresmolasse sind 4 Arten von Seeigeln bekannt. Die Funde sind nicht zahlreich.

Mooskorallen (Bryozoen). Die spärlichen Funde verteilen sich auf 13 Spezies, darunter Lunulites (Korallen-Mondscheibe); von den übrigen Pflanzentieren (Phytozoen) werden 8 Arten aufgeführt.

Schwämme (Spongiae). Zwei Spezies werden erwähnt.

Urtiere (Protozoen). In der Seelaffe kommen Foraminiferen (Wurzelfüsser) vor, die mitunter schon von freiem Auge als schwarze Punkte sichtbar sind.

Tektonik. Die Faltung der subalpinen Masse ist erwiesen durch Wechsel in Fall und Stellung der Schichten und gelegentliche Erhaltung von Gewölbe- und Muldenbiegungen. Völlig sichergestellt ist die grosse nördliche Hauptantiklinale. Die Aufrichtung der Schichten beginnt auf der Linie Arbon-Bütschwil-Wald und die Antiklinale läuft, nicht ganz geradlinig, in der Richtung Berneck-Trogen-Hundwil-Kappel-Uznach.

Erhaltene Gewölbeumbiegungen:

1. Auermühle S Waldstadt (Gutzwiller).

2. Zwischen Hargarten und Schmidten an der Strasse Hundwil-Appenzell geschlossenes Gewölbe auf 15 m Länge entblösst. In der Mitte Schichten horizontal, Schenkel 30° S und 15° N fallend (Gutzwiller, 14. Lief., S. 48).

Trogen: Spitze gewölbeförmige Umbiegung im Antiklinalkern nahe S des Dorfes.

Berneck: Horizontale Schichten über der Antiklinale.[1])

Der Rickentunnel bot nicht die erwartete klare antiklinale Umbiegung. Auf über 200 m Länge kann man nicht sagen, wo die Antiklinale liegt. Die ganze antiklinale Gesteinsmasse ist innerlich verquetscht und verschoben. Die total verworrene Mergelmasse, in welcher gar keine Schichtung mehr erkennbar ist, wird so sehr von glänzenden, meist gebogenen Rutschflächen in flaseriger Anordnung durchsetzt,[2]) dass man kaum ein grösseres Handstück schlagen konnte.

Die zweite und dritte Antiklinale, sowie die erste und zweite Synklinale sind nicht mit befriedigender Deutlichkeit zu verfolgen. Die Stratigraphie ist unsicher; Meeresmolasse fehlt; deshalb ist die Verbindung mit dem Nordschenkel der Hauptantiklinale schwierig. Was südlich der letztern liegt, betrachtete man früher insgesamt als untere (aquitanische) Süsswassermolasse. Heute kommt man von dieser Auffassung immer mehr ab und vertritt die Ansicht, dass die Meeresmolasse des Nordflügels alpeneinwärts durch Delta, bezw. festländische Aufschüttung ersetzt sei. Die von Baumberger am Rigi gewonnenen Resultate werden auch auf die

[1]) Weitere interessante Stellen der Antiklinalzone sind am rechten Ufer des Rotbaches bei Teufen zwischen Oberer Lochmühle und Haltestation Rose (kleine Gewölbebiegung) und beim Uebergang Trogen-Wald, rechte Bachseite (Rest eines steilstehenden Gewölbes).

[2]) Aehnliche Beobachtungen kann man an der Sitter in der Antiklinalzone bei Haslen und am Rotbach zwischen Teufen und Bühler machen.

ostschweizerische gefaltete Molasse übertragen. Burdigalien und Vindobonien wären also auch in südfallenden Schichten vorhanden, Vindobonien in der bunten Nagelfluh der Gäbris- und Kronbergzone, Burdigalien in den Basisnagelfluhbänken (vorwiegend Kalknagelfluh) dieser Zonen und in einem Teile der Stockberg-Speernagelfluh (Heim I, 171). Man wird dieser Auffassung im allgemeinen beipflichten müssen; die Frage, ob die Kalknagelfluh an der Basis der Zonen Gäbris-Hundwilerhöhe-Hochham und Kronberg-Petersalp nicht noch aquitanisch sei, ist vielleicht offen zu lassen. Die Bemerkung über „Appenzeller Granit" am Südrande der nördlichen Antiklinale (I, 171, unten) ist jedenfalls nur ein Verschrieb, da dieses Gestein (Degersheimer Kalknagelfluh) durchaus dem Nordflügel angehört.

Die Molassefaltung fällt in die Zeit nach Sarmatien und vor Diluvium, also in das jüngste Miocän (Pontien) und in das Pliocän. Die Hauptdislokationen darf man sich in pontischer Zeit, die Abwitterung zu teilweiser präglazialer Fastebene und die präglaziale Talbildung mehr im Pliocän am wirksamsten denken.

Am Schnebelhorn und Bachtel fällt die Molasse einige Grade südlich. Bei Bütschwil-Bazenheid finden sich rückläufige Terrassen und Talböden, ebenso an der Wasserscheide zwischen Töss und Jona. Es hat zwischen den beiden ersten und den beiden letzten Eiszeiten noch eine diluviale Dislokation stattgefunden, die als alpine Randflexur bezeichnet wird und nach Art und Zeit nichts mit der subalpinen Molassefaltung zu tun hat. Im Zusammenhang mit der alpinen Randflexur (bewirkt durch Einsenkung der Alpen und ihrer Randzonen) steht die Bildung der grossen alpinen Randseen. Letztere werden als „ertrunkene" Täler aufgefasst; die Penck-Brückner'sche Theorie von der Seebeckenbildung durch Glazialerosion wird abgelehnt (I, 196, 361, 373—377).

Beziehungen zur Alpenfaltung. Die Molasse reichte einst noch weiter südlich, etwa bis zur Linie Sennwald-Näfels. Faltung und Erosion haben den Molasserand weiter nach Norden gerückt. Das Nagelfluhgebirge war schon teilweise aufgestaut, erodiert und von Tälern durchschnitten, bevor die letzten Wellen der alpinen Deckenfalten an ihm brandeten, sich mit ihm zusammenschweissten und es zum Teil überschoben. Hingegen sind die ersten Bewegungen der grossen alpinen Ueberschiebungsdecken wesentlich älter als die Molassefaltung. Die bunte Nagelfluh wiegt schon in Burdigalien weit vor, das Speergebiet ausgenommen. Heim selbst betont in den „Nachträgen" (II, 891), dass seine Darstellung der Nagelfluhen (I, 65) etwas zu schematisch gehalten sei. Granitischer Sandstein, reich an roten, aus Graniten der Berninadecke stammenden Feldspatkörnchen reicht im Nordflügel noch tief ins Aquitanien der Antiklinalzone hinab, noch weit unter die durch Steinbrüche bezeichnete bauwürdige Zone. Die ostalpinen Decken sind oligocän bewegt worden und die Erosion muss schon im Aquitanien und Burdigalien nicht nur die Stirn- und Rückensedimente, sondern auch in die altkristallinen Deckenkerne tief eingegriffen haben.

Oberflächengestaltung des Molasselandes. Manche alte Flüsse haben bei der Aufrichtung der Molasse ihren Lauf behauptet und Quertäler in ihre

eigenen Molasse-Ablagerungen eingeschnitten, so Rhein und Linth. Aber auch kleine Flüsse haben die Riegel der Molassestauung überwunden; Rotbach, Sitter, Urnäsch, Necker und Thur sind Querläufe.

Die Nagelfluhregionen zeigen höchst ausgeprägte Abwitterungsformen. Charakteristisch und mannigfaltig sind die getreppten Bergformen im Toggenburg und im Appenzellerland. Am Speer mit seinen ziemlich steilen Nagelfluhschichten bilden die etwas schief zum Streichen laufenden Gräte ungeheure Sägen. Auch der Stockberg ist, von Norden gesehen, eine markige Gestalt. Etwas weniger kraftvolle, aber immer noch stattliche Höhen sind die Gipfel der Zone Kronberg-Petersalp-Spitzli und ihre Fortsetzung zwischen Urnäsch und Thur. Sie alle wenden, wie auch Hundwilerhöhe und Hochham, ihr steiles Profil gegen das Molasseland hinaus, während die aus dem Nordflügel herausgearbeiteten Gipfel den Steilabfall alpenwärts kehren.

Prächtige Isoklinallandschaften finden wir sowohl im Toggenburg und Seebezirk, als auch im Appenzellerlande und in der Umgebung von St. Gallen. Wo feste Nagelfluhbänke mit weicheren Sandsteinen und Mergeln wechseln, sind die Bergkämme aus Nagelfluhzonen gebildet; die Tal- und Sattelzüge folgen den Mergeln und Sandsteinen. Die Art der meist zerstreuten Siedelung ist durch die Bodengestaltung bedingt.

Kleinere steilere Wasserwege sind gestuft und zeigen Stromschnellen und Wasserfälle, unter welchen Kolke folgen. Grössere Gewässer haben sich auch bei wechselndem Gesteine schon ziemlich gleichmässig eingeschnitten; grössere Gesteinsfestigkeit spricht sich noch in Talverengungen, geringere in Erweiterungen aus.

Dass das Molassegebirge am kräftigsten da erhalten ist, wo die Nagelfluh vorherrscht, zeigt sich nicht nur in der subalpinen gefalteten Zone, sondern sehr prägnant auch in der horizontalen Molasse (Hörnli-Tössgebiet). Die Molasseberge mit flacher Schichtung sind nicht als Berge geboren, sondern passiv als die bis jetzt verschonten Ruinen aus der früheren Masse herauspräpariert worden.

Raummangel zwingt uns, folgende Kapitel nur noch anzudeuten, unter Nennung der in unserm Molassegebiet in Betracht fallenden Lokalitäten. Vergleichendes über Fluss- und Gletscherwirkung:

Alte Flusserosionsterrassen in Molassefels an den Gehängen in der Umgebung von Uznach. Inselberge (Buchberge zwischen Walensee und Zürichsee), Rippen (zwischen Rapperswil-Rüti und zwischen Staad-Thal), Sporne (Appenzellersporn bis Monstein, Biberlikopf bei Weesen) als Beweise gegen erhebliche Glazialerosion.

Flussverlegung durch Erosion oder Vergletscherung. Tote Täler (Torsi): Tal der Stadt St. Gallen, Talboden Winkeln-Gossau-Wil. Aelterer Torso: Ricken, einst der Linth dienend. — Heutiges Sitterthal von Bruggen bis Bischofszell jung.[1]), Folge der Ablenkung durch die Endmoräne Winkeln-

[1]) Diese Frage ist noch nicht völlig geklärt. Die Kieskrönung des Hügels 604 unter Stocken-Bruggen und der Waldburg 639 (unweit Ramschwag), die tiefreichenden Moränen zwischen Rote Brücke und Bischofszell, indirekt auch die tiefreichenden glazialen Kiesmassen bei List hinter Haslen und selbst die Moränenmassen bei Schwendi-Weissbad erlauben Schlüsse auf ein höheres Alter des Sittertales.

Gossau. Toter Talweg Wil (Rickenbach)-Dussnang. Wasserscheide zwischen Jona und Töss durch eine Endmoräne bestimmt.

Weitere Umgestaltung der Oberfläche. Postdiluviale Schluchten. Schuttrutschungen (Molasseschutt rutscht auf Molasse am Rosenberg-Hätterenwald gegen die Sitter), gelockerter Molassefels rutscht auf fester Molasse (Bahnhof Rorschach 1857). Ablagerungen: Seekreide am Grunde der Seen und Torfmoore (z. B. bei Flawil). Quellentuffe von Libingen und Bütschwil im Toggenburg, einst stark ausgebeutet. Dünen im untern st. gallischen Rheintal, von Früh erkannt und beschrieben.

Quellen. In der Quellenführung ist die Molasse vom Kalkgebirge gänzlich verschieden. Die Molasse ist im ganzen schwer durchlässig und zugleich nur unvollkommen löslich in Wasser. Unterirdische Wasserläufe von Bedeutung kommen in der Molasse selbst nicht vor. Nur hie und da fliessen kleine Quellen in den Sandsteinbänken oder in Spalten der Nagelfluhschichten zwischen den Mergellagern. Solche Quellen trifft man vorwiegend in der gefalteten Molasse, wo die Sandsteine, hie und da auch die Nagelfluhbänke,[1]) oft von regelmässigen Klüften durchsetzt sind. Aber wohl $^{9}/_{10}$ der Quellen des Molasselandes kommen nicht aus dem Molassegestein selbst, sondern aus dem Diluvium oder dem alluvialen Schutt; kaum $^{1}/_{10}$ sind Molasseschicht- oder Molassespaltquellen. Einsenkungen nach unterirdischen Wasserläufen fehlen; auch die Seen des Molasselandes erweisen sich nirgends als Einsenkungsbecken nach unterirdischen Erosionen. Die Molasse spielt die Rolle einer undurchlässigen und deshalb auch unauslaugbaren Unterlage. Kaum eine Hektare Oberfläche ist im Molasseland ohne eine kleine Wasserrinne; die ganz grossen Quellen fehlen; die zahlreichen kleinen Quellen sind in ihrer grossen Mehrzahl Schuttquellen. (I, 355, 700).

Schlussbemerkung. Die ostschweizerische Molasse, in Felsarten und Bau, teils wirklich, teils scheinbar einfach bis eintönig, birgt dennoch manche Rätsel. Südlich der Hauptantiklinale sind Tektonik und Stratigraphie noch nicht völlig sichergestellt. Rätselhaft ist es, dass inmitten bunter Nagelfluh auch Kalknagelfluh auftreten kann und zwar sowohl in kleinen Nestern (Freudenberg beim Reservoir), als auch in weithin zu verfolgenden Bänken (Degersheimer Kalknagelfluh und Speicher-Glückberg, I, 47). Nicht weniger auffällig sind dem Kalksandstein ähnliche Bänke in der Zone des granitischen Sandsteins (Gegend von Teufen-Speicher-Heiden). Rätselhaft ist das Vorkommen des bauwürdigen granitischen Sandsteins in ununterbrochener Zone von St. Margrethen im Rheintal bis Bollingen am Zürichsee, während doch dem Speergebiet die bunte Nagelfluh fehlt.[2]) Und rätselhaft ist es vor allem, dass in der Nähe oder innert der

[1]) Die einzelnen Klüfte ausgenommen, sind die Lücken zwischen den Geröllen vollkommen ausgefüllt, die Verkittung ist total, so dass die Nagelfluh an sich quellentechnisch undurchlässig ist.

[2]) Die von Heim (I, 171 unten) angedeutete Möglichkeit, dass am Speer die aufliegende bunte Nagelfluh vor Anstauung der Alpen abgewittert sei, ist gewiss in Betracht zu ziehen, erfordert aber eine kaum vorstellbare Gesamtmächtigkeit der Nagelfluh.

bunten Nagelfluh niemals ächter granitischer Sandstein sich findet, der doch ihr zertrümmertes Aequivalent sein soll, während der Kalksandstein als zerkleinerte Kalknagelfluh bezeichnet wird.

Im allgemeinen gilt, wie schon erwähnt, die Kalknagelfluh als älter, die bunte Nagelfluh als die jüngere. Aber angesichts obiger Rätsel gelangt man zu der absurd erscheinenden und vielleicht wirklich absurden Frage: Ist der Unterschied zwischen Kalknagelfluh und bunter Nagelfluh wirklich primär, bedingt durch die Gesteine des Stammgebirges, oder vielmehr sekundär, bedingt durch langsamere oder schnellere Einbettung? War nicht alle Nagelfluh, soweit sie von grösseren, weit zurückgreifenden Flüssen geliefert wurde, ursprünglich bunt? In lange der oberflächlichen Verwitterung ausgesetzten Geröllfeldern (namentlich in aquitanischer Zeit) verwitterten zuerst die Granite und verwandte Gesteine; sie zerfielen zu Grus und Sand, der leicht weggeschwemmt wurde und heute als granitischer Sandstein vor uns liegt. Was an widerstandsfähigen Geröllen übrig blieb, bildete nach wiederholter Umarbeitung und Umbettung schliesslich die Kalknagelfluh.[1]) Bei rascher Einbettung blieben die Granite, Syenite, Porphyre etc. erhalten und bewahrten den Geröllmassen den Charakter der bunten Nagelfluh. Rasche Einbettung erfolgte in den Zeiten andauernder Senkung des Untergrundes oder, was im Effekt dasselbe ist, während der Transgressionen des Meeres. Die Zeiten solcher Transgressionen sind das Burdigalien und das Vindobonien und hier finden wir in der Tat die bunte Nagelfluh in mächtiger Entwicklung, sowohl in der marinen Fazies als auch in der entsprechenden festländischen Deltaaufschüttung, die bei steigendem Meer (oder sinkendem Land) eben auch rascher vor sich ging. So kämen wir aus andern Ueberlegungen heraus zu ähnlichen Resultaten, wie Baumberger am Rigi und im Prinzip zu derselben Auffassung und Einreihung, die Heim für die ostschweizerische bunte Nagelfluh gegeben hat (I, 171); nur müsste man schon dem Burdigalien einen beträchtlichen Teil der bunten Nagelfluhmassen zuweisen.

Aus dem nordöstlichen Teil der Speerzone geht die halbbunte Nagelfluh nach und nach in die entschieden bunte Nagelfluh der Zone Hübschholz-Speicher-Kronberg über. Dass im übrigen die ungeheure Nagelfluhmasse des Speergebietes ausgeprägte Kalknagelfluh ist, dürfte seinen Grund eben in der gewaltigen Ausdehnung des einstigen Geröllkegels haben, der wiederholte Verlegungen der fliessenden Gewässer gestattete und bei seiner Mächtigkeit auch zur Zeit der Transgressionen die raschere Einbettung nicht mehr in sehr wirksamer Weise sich rückwärts geltend machen liess, so dass die Geröllfelder sehr lange den Einflüssen der atmosphärischen Verwitterung und des Sickerwassers ausgesetzt bleiben konnten, wobei die kristallinen Silikatgesteine zuerst der Zerstörung

[1]) Etwas Analoges zeigt sich auch in den diluvialen Schottern. Der Deckenschotter, der auf ausgedehnten Flächen ausgebreitet wurde, zeigt intensive Verwitterung der kristallinen Silikatgerölle, die zudem viel seltener sind als im Niederterrassenschotter, der schmälere Felder und tiefere Rinnen einnimmt und bei der Einbettung rascher den Einflüssen der atmosphärischen Verwitterung und des Sickerwassers entzogen wurde, allerdings als jüngeres Gebilde diesen Einflüssen auch weniger lange ausgesetzt war

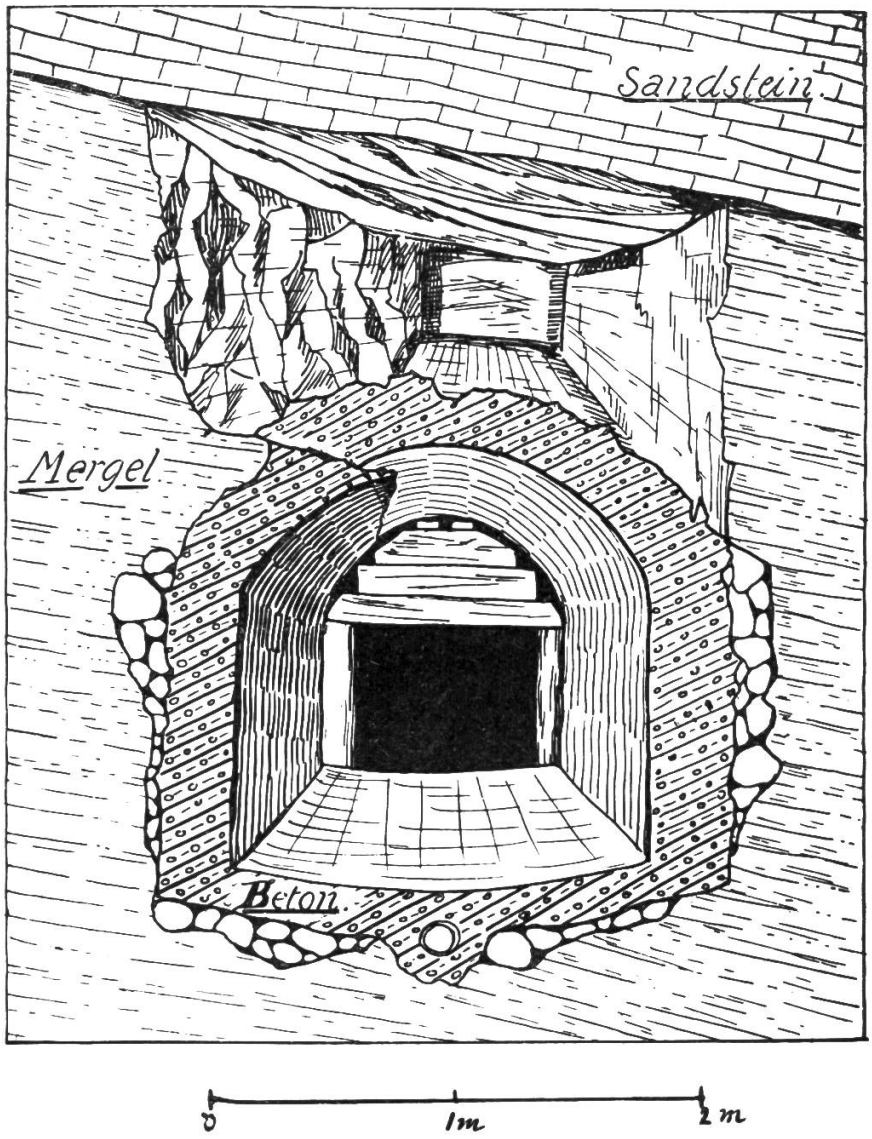
anheimfielen. Gneise fehlen übrigens der Speernagelfluh nicht ganz und im Bindemittel der heute so typischen Kalknagelfluh beobachtet man hie und da kleine Geschiebchen, die aus Feldspatgesteinen stammen.[1])

Dass die Umdeutung in ursprünglich mehr oder weniger bunte Nagelfluh nicht für alle und jede Kalknagelfluh gelten kann, ist einleuchtend. Flüsse, deren Einzugsgebiet in der Stirn- und Rückenregion der oberostalpinen Ueberschiebungsdecke lag, lieferten ächte primäre Kalknagelfluh. Das dürfte namentlich für die Nagelfluh des Bregenzerwaldes zwischen Rhein und Iller gelten.

Mag nun der vorliegende Versuch, das merkwürdige Nebeneinander und wiederholte Uebereinander der beiden Hauptnagelfluharten zu erklären, teilweise zutreffend oder auch ganz verfehlt sein, immer bildet die gewaltige Masse dieser Konglomerate in der Landschaft einen fesselnden Zug, auffallend durch geometrische Regelmässigkeit und Steifheit der Schichtlagen, die ausgesprochene Bänderung beim Wechsel mit Mergeln und Sandsteinen, die erstaunliche Mannigfaltigkeit der Gerölle und deren wechselvolle Schicksale, von der Ablösung vom südlichen Muttergestein bis zu der Ablagerung im Meere, in Lagunen oder in festländischer Aufschüttung und deren Aufrichtung zu mächtigen, langen und breiten Bergzügen, die nun, von Tälern und Schluchten durchschnitten, selbst wieder Geröll, Sand und Schlamm liefern zu neuen Deltabildungen.

---

[1]) Gutzwiller, 14. Lief., S. 10.



Wirkung treibender Mergel

im Stollen I, ca. 300 m südlich vom Gübsenmoos.

Die Auffüllung mit losem Steinschutt zwischen der Betonierung und dem Mergel ergab für diesen die Möglichkeit der Bewegung (Treiben) und damit der Auslösung eines Druckes auf die Stollenwand. Man könnte sich freilich fragen, ob nicht bei der Berührung des Mergels mit Luft und Wasser Quellungsvorgänge auftraten, so dass der zur Erklärung des Stollenbruches notwendige Druck von einer Volumvergrösserung des Materials herrühren würde. Sandstein und Nagelfluh blieben auf der ganzen Stollenlänge ruhig.

Die keineswegs ernstliche Besorgnis erregende, schon seit manchen Jahren existierende Bruchverschiebung beschränkt sich auf eine kurze Stollenstrecke; der Betrag der Verschiebung nahm jährlich nur um wenige Millimeter zu; doch schritt man vorsichtshalber im März 1923 zu erneuter Ausmauerung der betreffenden Stelle.

Gezeichnet nach einer von den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken zur Verfügung gestellten Photographie.