

Zeitschrift: Jahrbuch der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 43 (1901-1902)

Artikel: Beiträge zur Geologie der Umgebung St. Gallens
Autor: Falkner, C. / Ludwig, A.
Kapitel: A. Die Molasse
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-834979>

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: 17.01.2026

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

A. Die Molasse.

(Miocen, Tertiär.)

Mit Molasse werden im Waadtlande die Sandsteine bezeichnet. Heute ist der ursprünglich petrographische (d. h. gesteinsbeschreibende oder gesteinsbezeichnende) Name zu einem stratigraphischen (die Schichtstufe, bezw. das Alter bezeichnenden) geworden. Man versteht darunter jene Ablagerungen, welche als jüngstes Glied der Tertiärbildungen auf das Eocen (Flysch und Nummuliten) folgen und, wohl $\frac{1}{5}$ des Gesamtareals der Schweiz umfassend, den Untergrund des schweizerischen Mittellandes bilden, in Speer und Rigi auch noch Gipfel von ansehnlicher Höhe zusammensetzen, jedoch nirgends mehr in das eigentliche Alpengebirge eindringen. Aus dem zuletzt genannten Grunde ist es, beiläufig gesagt, vollkommen zwecklos, wenn auf geologischen Übersichtskarten kleineren Massstabes die Molasse mit dem noch tief in die Alpen bis in die Nähe der krystallinischen Zentralkämme eindringenden Eocen stets unter derselben Farbe zusammengefasst wird, nur deshalb, weil beide dem Tertiär angehören. Wohl ist die Hauptfaltung des Alpengebirges erst nach Ablagerung der Molasse erfolgt, aber doch war das Alpengebiet schon Festland, als die Molasse gebildet wurde und es wäre darum viel lehrreicher und auch auf Übersichtskarten kleinsten Massstabes gut durchführbar, die Molasse scharf von den ältern Formationen abzusondern.

Nach der Zeitfolge der Ablagerung sind in der Molasse unseres Kartengebietes und in der Ostschweiz überhaupt folgende Stufen zu unterscheiden:

Untere Süßwassermolasse,

Meeresmolasse (Helvetian),
obere Meeresmolasse (Öningerstufe).

Berücksichtigt man hingegen auch die Verhältnisse in der Westschweiz, so wären in der Molasse nicht nur drei, sondern fünf Abteilungen (Stufen) zu unterscheiden. Darauf ist indessen hier nicht einzutreten.

Die Felsarten der Molasse sind Sandstein, Mergel und Nagelfluh und zwar gilt dies für alle drei Molassesstufen. In vereinzelten, wenig mächtigen Schichten tritt Süßwasserkalk auf. Die Kohlevorkommnisse sind nicht von Bedeutung.

I. Die untere Süßwassermolasse.

Von den drei Molassesstufen ist die untere Süßwassermolasse diejenige, welche die höchsten Berggrücken unseres Kartengebietes bildet und zugleich am wenigsten von Gletscherablagerungen bedeckt ist. Sandstein und Mergel herrschen vor, während die Nagelfluh erst in den höhern, der Meeresmolasse benachbarten Schichten bedeutenderen Anteil am Aufbau nimmt und auch dies nur im westlichen, bzw. südwestlichen Teil.

Die Sandsteine scheinen an Mächtigkeit gegenüber den Mergeln entschieden das Übergewicht zu haben. Wir befinden uns hier in dem nördlich von der nördlichsten Antikinalen gelegenen Teile jener Sandstein- und Mergelzone, welche zwischen der dritten (Gäbris-Hundwilerhöhe-Hochham) und vierten Nagelfluhzone (St. Gallen-Hörnli) in WSW Richtung sich erstreckt.

Die Sandsteine der untern Süßwassermolasse unseres Gebietes gehören zum grössten Teil jenem kaum 2 km breiten Streifen der granitischen Molasse an, welcher von St. Margrethen im Rheintal bis nach Bollingen am Zürich-

see sich verfolgen lässt und nur nördlich der nördlichsten Antiklinale am Südrande der grossen Nagelfluhzone Hörnli-St. Gallen zu finden ist. (Siehe Gutzwiller, 14. Lieferung der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Seite 34, und 19. Lieferung der Beiträge, Seite 8.)

Studer betrachtete die granitische Molasse als Abänderung der gemeinen Molasse. Gutzwiller dagegen schlug vor, die granitische Molasse wegen ihrer allgemeinen Verwendung als Baustein und auch um der grossen Verbreitung willen als ebenbürtig neben die andern Hauptabänderungen des Sandsteins hinzustellen und unterschied demgemäß folgende Sandsteinarten:

1. Subalpine Molasse.
2. Granitische Molasse.
3. Gemeine Molasse.
4. Mergelmolasse.
5. Knauermolasse.

Die erstgenannte Hauptabänderung, der subalpine Sandstein, tritt nur am äussersten südöstlichen Rande unseres Kartengebietes auf, ohne indessen hier in erwähnenswerten Aufschlüssen sich zu zeigen. Dagegen lässt er sich in unmittelbarer Nähe, auf dem Rücken der „Hohen Buche“ schön beobachten. Das äusserlich gelbbraune, innen blaugraue Gestein fällt uns schon durch seine Härte auf. Auf den zahlreichen Kluftflächen sitzt Kalkspat, mitunter sind ziemlich schöne Kristalle vorhanden. Das Gestein braust in Säure sehr stark, das Bindemittel ist vorzugsweise kohlensaurer Kalk, die Körner bestehen aus Quarz, Kieselkalk und kohlensaurem Kalk. Der subalpine Sandstein ist meist grobkörnig. Eine feinkörnige Abänderung, welche von Früh untersucht wurde, zeigte einen aus Quarzsplittern, Glimmerblättchen und

Hornsteinsplittern bestehenden unlöslichen Rückstand von 27 Vol. %.

Es ist eine auffällige Tatsache, dass der subalpine Sandstein im allgemeinen nicht weiter nördlich reicht als bis zur nördlichsten Antiklinallinie.

Gutzwiller (14. Lieferung, Seite 88) und Früh (Neue Denkschriften der Schweizer. Gesellschaft für die Naturwissenschaften, Band XXX, Seite 71 und 56) betrachten übereinstimmend den subalpinen Sandstein als das sandige Schlammprodukt der Kalknagelfluh.

In seiner Abhandlung über das Verbreitungsgebiet des Säntisgletschers zur Eiszeit (Jahresbericht 1871/72 der st. gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft) hat Gutzwiller die subalpine Molasse als Appenzeller-Sandstein bezeichnet. Dieser Name wäre in der Tat vorzuziehen, denn der Ausdruck „subalpine Molasse“ kann deshalb verwirrend wirken, weil seit Studers Zeiten (Monographie der Molasse 1825) die Bezeichnung „subalpine“ oft in Gegensatz gestellt wird zu „subjurassisch“ und dann natürlich eine weit umfassendere Bedeutung erhält.

Der granitische Sandstein. Diese zweite Hauptabänderung des Sandsteins ist in der Zusammensetzung und im äussern Habitus gänzlich verschieden vom subalpinen Sandstein. Die granitische Molasse ist frisch gebrochen blaugrau und ziemlich weich, wird an der Luft hart und hellbläulichgrau bis hellgrau. Sie ist reich an roten Feldspatkörnern, häufig sind auch weisse Glimmerblättchen und Quarzkörnchen, auch dunkle und blassgrüne Körnchen (z. T. Hornblende?) sind zahlreich. Das Gestein hat keine scharf sich abhebende Verwitterungsrinde, ist innen und aussen ziemlich gleichfarbig. Grobkörnige, weniger feste,

leicht verwitternde Varietäten sind oft mit einer Lage von Sand bedeckt.

In Säure braust der granitische Sandstein ganz wenig. Früh erhielt von einer bei der „Spinnerei“ in Trogen gesammelten Gesteinsprobe einen unlöslichen Rückstand von 82 Vol. % (gegenüber 27 Vol. % beim subalpinen Sandstein!).

Gutzwiller hat erkannt (14. Lieferung der Beiträge, Seite 88 und 19. Lieferung, Seite 8) und Früh hat nochmals betont (Neue Denkschriften, XXX. Band, Seite 70/71), dass der granitische Sandstein im Nordflügel der nördlichen Antiklinale als das ausgeschlämpte feinere Material der bunten Nagelfluh im Südflügel der nördlichen und mittleren Antiklinale, nämlich der Gäbris- und Kronbergzone aufzufassen sei. Das feinste Schlämmprodukt stellen die Mergel dar.

Ganz kurz kann also zusammenfassend gesagt werden: der granitische Sandstein verhält sich zum subalpinen wie die bunte Nagelfluh zur Kalknagelfluh.

Wie schon erwähnt, herrscht der granitische Sandstein (auch St. Margrethener- oder Bollinger-Sandstein genannt) in der untern Süßwassermolasse unseres Kartengebietes vor. Doch ist die Sache nicht so zu verstehen, dass innerhalb des genannten engbegrenzten Streifens nur ausgeprägt granitische Sandsteine zu finden wären. Man trifft in der genannten Zone vergesellschaftet mit der typischen granitischen Molasse auch eine merklich verschiedene Sandsteinabänderung, die da und dort gebrochen und zur Pflästerung verwendet wird. Nach seinem ausgezeichneten Vorkommen bei Heiden wird er auch etwa als Heidener-Pflasterstein bezeichnet. Dieser Sandstein ist sehr hart, stark bläulichgrau und feinkörnig. Manche

Abänderungen zeigen so feines Korn, dass man die einzelnen Bestandteile mit der Lupe nicht mehr sicher unterscheiden kann. Die Verwitterungsrinde ist gelbbraun bis rötlichgelb und hebt sich vom bläulichgrauen Kern scharf ab. Solche Pflastersteine werden gewonnen in den Steinbrüchen bei Vorderhaus und Steinegg nordöstlich von Teufen und fehlen auch nicht dem Steinbruch im Horst, der schon auf Blatt IX der geologischen Karte der Schweiz verzeichnet ist.

Der Heidener Pflasterstein zeigt in mancher Beziehung, z. B. hinsichtlich der Härte und der scharf sich abhebenden Verwitterungsrinde, grosse Ähnlichkeit mit dem subalpinen oder Appenzeller-Sandstein. Dass der Pflasterstein in der Zone der granitischen Molasse vorkommt, während er doch weit mehr Ähnlichkeit mit dem südlich der Antiklinale vorherrschenden subalpinen Sandstein aufweist, erscheint zunächst sehr auffällig, kann aber als ein Analogon zu der Tatsache betrachtet werden, dass die zweite (Kronberg - Petersalp - Hochalp) und dritte Nagelfluhzone (Gäbris - Hundwilerhöhe - Hochham) auch nicht in ihrer ganzen Mächtigkeit bunt sind, sondern im tieferen Teile jeweilen Kalknagelfluhbänke aufweisen. Ja, auch in der vierten Nagelfluhzone (St. Gallen-Hörnli), in der die bunte Nagelfluh absolut dominiert, finden sich, abgesehen von der Abtwiler-Degersheimer Kalknagelfluh, einzelne Bänke, welche durch ein ganz ungewöhnliches Zurücktreten der kristallinischen Silikatgesteine sich auszeichnen.

Abänderungen der granitischen Molasse und des Heidener Pflastersteins sind natürlich sehr häufig. So findet sich im Horststeinbruch eine etwas feinkörnigere und zugleich dunklere Varietät des granitischen Sandsteins. Auch die bei Teufen gewonnenen Pflastersteine sind trotz äusser-

licher Ähnlichkeit von recht verschiedenem Korn. Neben äusserst feinkörnigen gibt es auch solche, welche dunkle und rote Körner von blossem Auge erkennen lassen.

Die gemeine Molasse ist ein Sandstein von wenig ausgeprägtem Charakter, zeigt Übergänge zum subalpinen und granitischen wie auch zum mergeligen Sandstein und weist in Beziehung auf die Grösse der Körner, auf Farbe, Zusammensetzung und Festigkeit solche Unterschiede auf, dass eine genaue Beschreibung kaum möglich ist.

Die Mergelmolasse (mergeliger Sandstein), ein ton- und kalkreicher, lockerer Sandstein, kommt in unserem Gebiet öfters vor, besonders zwischen den Nagelfluhschichten der untern Süßwassermolasse.

Knauermolasse kommt in der untern Süßwassermolasse unseres Kartengebietes ebenfalls vor, doch wenig ausgeprägt und seltener, als in der obern Süßwassermolasse. Die Knauermolasse hat ihren Namen von eigentümlichen Verhärtungen, welche als abgerundete Erhebungen aus dem umgebenden weicheren Gestein hervortreten und der Schichtung parallel laufen. Besonders auffällig sind aber die Knauer da, wo der massig auftretende Sandstein keine Neigung zu Absonderungen zeigt. „In wunderbaren Formen durchziehen sie dann die Molasse nach jeder Richtung, zuweilen aufrecht stehenden Baumstämmen ähnlich mit abgeschnittenen Ästen und Wurzeln, oder Riesenknochen mit noch deutlichen Gelenken; zuweilen glaubt man die Trümmer eines in Sand begrabenen Säulenganges zu erblicken.“ (Studer, Monographie der Molasse, Seite 97.)

Ungleicher Kalkgehalt des Bindemittels, resp. Konzentration des Kalkleims auf gewisse Stellen mag wohl die Hauptursache der Knauerbildung sein.

Die Mergel der untern Süßwassermolasse unterscheiden

sich schon durch ihre gelbliche, graugelbe bis bräunliche, violette und rote Farbe von den blauen Mergeln der Meeresmolasse. Die ausgesprochenen Mergel zeigen oft Fettglanz, zerfallen in unregelmässige Bruchstücke, so dass es unmöglich ist, ein grösseres zusammenhängendes Stück herauszubringen und können ihrer Zusammensetzung nach als feiner Ton bezeichnet werden.

Daneben aber entstehen durch Hinzutreten von Sandkörnern und Kalk so mannigfache Übergänge, dass eine Unterscheidung zwischen Mergeln und Sandstein oft schwierig wird.

Schwärzliche bituminöse Mergel, deren Bitumgehalt von verwesten organischen Stoffen herrührt, kommen hie und da vor, sind aber bei weitem nicht so häufig, wie in der oberen Süßwassermolasse.

Die Kalkeinlagerungen der untern Süßwassermolasse sind nicht von Bedeutung. Sie finden sich teils als dünne, höchstens 1 m mächtige Bänke, teils nur als Knollen in den Mergeln.

Diese Süßwasserkalke sind oft gelblich, bläulich, violett und rötlich gefleckt und sehen aus einiger Entfernung oft bunten Mergeln täuschend ähnlich, unterscheiden sich jedoch von ihnen durch ihre Härte, wie auch dadurch, dass sie, im Gegensatz zu den Mergeln, aus dem Abriss hervorragen.

Das bedeutendste Vorkommnis dieser Art findet sich am Wenigerweier in dem bekannten Aufschluss unmittelbar nördlich des nach St. Georgen führenden Strässchens. Die Mächtigkeit des gelblich bis violett und rötlich gefleckten Kalkes beträgt hier fast 1 m. Wir wurden auf dieses Vorkommnis von Herrn Prof. Früh in Zürich aufmerksam gemacht.

Eine ca. 30 cm mächtige Schicht von Süßwasserkalk findet sich ferner in dem Steinbruch bei Häuschen östlich von Fröhlichsegg.

Süßwasserkalk in Gestalt von meist ellipsoidischen, den Mergeln eingelagerten Knollen trifft man nördlich der Strasse von Speicher nach Teufen zwischen Schlatt und Stelz. Auch auf der Westseite des von der Waldegg dem Rande des Stuhleggwaldes entlang führenden Strässchens kommt Süßwasserkalk vor, der indessen ebenfalls nicht eine eigentliche Schicht zu bilden scheint, sondern knollen- und knauerartig den Mergeln eingelagert ist.

Versteinerungen.

Die untere Süßwassermolasse ist im allgemeinen sehr arm an Versteinerungen.

Kohlenspuren finden sich da und dort. Kohlenstreifen von überhaupt erwähnenswerter Mächtigkeit finden sich indessen nur am rechten Ufer der Goldach, unter dem Wege, der nach dem Scheibenstand führt, in unmittelbarer Nähe des Steges. Hier wurden in die grauen und blaugrauen, Kohlen führenden Mergel fünf Stollen getrieben, die sich ca. 2—4 m über dem Wasserspiegel der Goldach befinden. Das mächtigste der Kohlenbänder, deren man im grössten Stollen drei bemerkte, hat etwas über 5 cm Dicke. Im Jahre 1892 hat Herr Huber, Wirt zum „Schaugenbäddli“, aus diesen Gruben ca. 300 Zentner Kohle gewonnen, die, obwohl ziemlich viel Schlacken übrig lassend, doch gut sich verwerten liess. Vor zirka drei Jahren wurde das Kohlevorkommnis durch Herrn Bergwerksinspektor Rocco einer fachmännischen Expertise unterworfen, welche ergab, dass an eine bergmännische Ausbeutung der ungünstigen Schichtung und der schwierigen Transportverhältnisse wegen nicht zu denken sei.

In den umgebenden Mergeln finden sich zahlreiche Pflanzenreste. Ferner hat Prof. Früh dort folgende Versteinerungen gefunden:

- Planorbis cornu, Brogn.
- Planorbis lævis, Klein.
- Limnæus dilatatus, Noul.
- Melania Escheri, Brogn.
- Helix sylvana, Klein.
- Helix subcostata, Sandbg.
- Pupa, sp. (?).

Anknüpfend an die in den Kohlenmergeln zahlreich vorkommenden, wenn auch meist undeutlichen Pflanzenreste mag hier noch der rätselhaften, oft genannten pflanzenführenden St. Galler Molasse-Findlinge gedacht werden. Beim Bau des Bürgerspitals St. Gallen (1840) fand man nämlich in den dortigen Kies- und Sandablagerungen leicht kenntliche rotbraune Mergel von ziemlicher Härte und muscheligem bis splitterigem Bruch. Diese Mergel enthielten Pflanzenabdrücke von einer für unsere Gegend ungewöhnlichen Schönheit. Architekt Kunkler sammelte während drei Jahren diese Geschiebe und brachte so eine hübsche Sammlung von Pflanzenresten zusammen. Es sind wohl die schönsten fossilen Pflanzen, welche die st. gallisch-appenzellische Molasse geliefert hat. Sie wurden von Prof. Heer bestimmt und das Verzeichnis ist folgendes (siehe Gutzwiller, 19. Lieferung, Seite 19):

- Sphæria Kunkleri, Heer.
- Phacidium Eugeniarum, Heer.
auf Eugenia hæringiana.
- Salvinia reticulata, Heer.
- Pinus palæostrobus, Heer.
- Phragmites œningensis, A. Braun.

- Myrica Studeri*, Heer.
Planera Ungeri, Ett.
Cinnamomum Scheuchzeri, Heer.
Cinnamomum lanceolatum, Ung. sp.
Cinnamomum subrotundum, Heer.
Cinnamomum polymorphum, Heer.
Dryandrodes arguta, Heer.
Andromeda vaccinifolia, Ung.
Vaccinium parvifolium, Heer.
Cornus Deickei, Heer.
Eugenia hæringiana, Ung.
Eugenia aizoon, Ung.
Eucalyptes oceanica, Ung.
Sapindus falcifolius, A. Braun.
Carya Heerii, Ett.
Robinia Regeli, Heer.
Robinia constricta, Heer.
Cæsalpinia Falconeri, Heer.
Dahlbergia Scheitlii, Heer.
Leguminosites Tschudii, Heer.
Acacia parschlugiana, Ung.
Acacia cyclospurma, Heer.
Acacia Sotzkiana, Ung.
Acacia Gaudini, Heer.
Acacia microphylla, Ung.
Mimosa Wartmanni, Heer.
 Hierzu kommt noch (Jahresbericht 1894/95 und 1890/91
 der st. gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft):
Zanthoxylum serratum, Heer, ebenfalls von Kunkler
 beim Bürgerspital gesammelt.
Palmacites helveticus, Heer.
Rhus Pyrrhæ, Ung.

Das Kunkler'sche Gestein mit *Cinnamomum lanceolatum* wurde von Mettler auch an der St. Georgenstrasse gefunden.

Ferner haben wir selbst diese typischen rotbraunen Mergel mit mehreren der oben erwähnten Pflanzen in der grossen Kiesgrube des Herrn Stadelmann im Neudorf gefunden, wenn auch nicht allzu häufig. Es ist absolut das gleiche Gestein wie das von Kunkler beim Bürgerspital gesammelte; eine Verwechslung ist unmöglich und hier wie dort enthält es neben den Pflanzenabdrücken auch Melanien und Planorben.

Kunkler und Deicke haben lange nach dem Stammort dieser eigentümlichen, sowohl nach den Fossilien als nach dem Gesteinscharakter der Molasse angehörigen Findlinge gesucht, aber ohne sichern Erfolg. Auch uns ist es nicht gelungen, den Ort des Anstehens dieser Mergel mit Sicherheit zu konstatieren. Dagegen darf der Vermutung Raum gegeben werden, dass sie jenen Schichten der untern Süßwassermolasse entstammen, welche am rechten Goldachufer die oben erwähnten Kohlenmergel führen. Zwar finden sich dort keine so schönen Pflanzenabdrücke, aber doch zeigt das Gestein entschiedene Anklänge an die Kunkler'schen Findlinge, enthält ebenfalls Melanien und Planorben, und der Ort liegt, wie es die Gletscherbewegung erfordert, östlich von der Ablagerungsstätte. Da zudem jene Kohle führenden Schichten nur auf kurze Strecke entblösst sind, so ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass man in geringer Entfernung das Kunkler'sche Gestein unter Schutt begraben anstehend fände.

Von andern Fundorten innerhalb der untern Süßwassermolasse führt Gutzwiller folgende fossile Pflanzen an (19. Lieferung, Seite 15/16):

Myrica salicina, Heer, Teufen.

Laurus princeps, Heer, Teufen.

Rhamnus Eridani, Ung., Teufen.

Juglans bilinica, Lortanne bei Teufen.

Die Bezeichnung „Teufen“ ist natürlich sehr unbestimmt. Vermutlich handelt es sich um den grossen Steinbruch beim Horst, in welchem sehr zahlreiche Pflanzenreste gefunden werden, jedoch nur ausnahmsweise in ordentlichem Erhaltungszustande. Auch im Steinbruch bei Vorderhaus N E Teufen findet man schlecht erhaltene fossile Pflanzen, sowie Kohlenspuren.

Obigem Verzeichnis ist noch beizufügen („Beiträge zur Tertiärfloren des Kantons St. Gallen“ von Dr. R. Keller, Jahresbericht 1890/91 der st. gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft):

Populus latior, A. Braun, Niederteufen.

Fundstellen tierischer Fossilien sind uns, abgesehen von den Kohlenmergeln am rechten Goldachufer, in der untern Süßwassermolasse nur wenige bekannt. Im Steinbruch von Häuschen östlich von Fröhlichsegg trifft man dunkle Mergel, unter welchen der schon erwähnte zirka 30 cm mächtige Süßwasserkalk liegt, während noch tiefer zuerst dünnsschieferiger und plattiger, sodann dickbankiger Sandstein folgt. Die Mergel werden überlagert von Sandstein und gelblichen Mergeln. Die dunkeln Mergel sind einige Meter mächtig und enthalten zahlreiche Schalen von Land- und Süßwasserschnecken.

Fossile Schnecken wurden ferner gefunden beim Bau der Wasserleitung nordwestlich vom Harzig (in der südöstlichen Ecke unseres Kartengebietes). Es gelang uns aber nicht, die Stelle ausfindig zu machen.

Im Museum sind vorhanden:

- Planorbis declivis*, Dpd., Kubelmühle.
Planorbis lævis, Kubelmühle.
Columbella Borsoni, Bell., St. Georgen.
Melania Escheri, Brongn., Kubel.
Poromya quadrata, Hinds. (*Corbula*), Philosophental.
Unio flabellatus, Goldf., Kubel.¹⁾

Die Nagelfluh.

Konsequenterweise müsste für jede der drei Molassestufen die Nagelfluh in einem besondern Abschnitt behandelt werden, ähnlich wie Sandstein und Mergel. Es empfiehlt sich hier indessen, von der üblichen Ordnung abzugehen und der Nagelfluh einen zusammenfassenden Abschnitt zu widmen, auf welchen später, wenn von der Nagelfluh der einzelnen Stufen die Rede ist, einfach verwiesen werden kann.

Jedermann kennt die Unterscheidung der Nagelfluh in zwei Hauptarten: die Kalknagelfluh und die bunte Nagelfluh. Die letztere enthält neben immerhin vorwiegenden Sedimentgerölle (hauptsächlich Kalke) auch eine namhafte Zahl von kristallinischen Silikatgesteinen. Ohne dass hier eine exakte Prozentzahl angegeben wird, mag als bunte Nagelfluh jede Nagelfluh bezeichnet werden, in welcher man auf den ersten Blick, ohne zu suchen, mehrere kristallinische Silikatgesteine (Gneise, Granite, Porphyre etc.) erkennen kann.

Wir haben es in unserem Gebiete hauptsächlich mit der bunten Nagelfluh zu tun. Unsere St. Galler Nagelfluh gehört der sogenannten vierten Zone (St. Gallen-Hörnli) an. Gutzwiller hat nämlich, von den Alpen aus gerechnet,

¹⁾ *Unio flabellatus* kam uns in einem einzigen Exemplar auch vom Steinbruch am Gstaldenbach zu.

in der ostschweizerischen Molasse folgende vier Nagelfluh-zonen unterschieden (14. Lieferung der Beiträge):

1. Zone: Stockberg-Speer-Hirzli (wahre Kalknagelfluh).
2. Zone: Kronberg-Petersalp-Hochalp (im tiefern Teil Kalknagelfluh, im höhern bunte Nagelfluh).
3. Zone: Gäbris-Hundwilerhöhe-Hochham (vorwiegend bunte Nagelfluh, die tiefern Schichten jedoch auffallend arm an kristallinischen Geröllen).
4. Zone: St. Gallen-Hörnli (bunte Nagelfluh).

Indes kommt die Kalknagelfluh auch in der vierten Zone als Degersheimer- oder Abtwiler-Nagelfluh noch einmal auffällig zur Geltung und soll bei Behandlung der oberen Süßwassermolasse näher erwähnt werden.

An der Zusammensetzung der bunten Nagelfluh, die als polygenes Konglomerat bezeichnet werden kann, beteiligen sich hauptsächlich folgende Gesteine:

Mergelkalke, Kieselkalke, gelbliche, graue und schwärzliche Kalke, Dolomit, Kalkbreccien und Kalkkonglomerate, Hornsteine, Quarzsandsteine, Quarzite, Porphyre, Gabbro, Talkgneise, Gneise, Gneisgranite, rote und grüne Granite. Das Bindemittel (Zement, Nagelfluhkitt) ist sandsteinartig.

Wenn beim Zerschlagen der Nagelfluh die Gerölle oft eher zerbrechen, als dass man sie ganz aus dem Zement herausbringt, so ist dies nicht immer ein Beweis für die Festigkeit des Bindemittels. Es ist zu berücksichtigen, dass viele Gerölle weit fortgeschrittene Verwitterung zeigen, Gerade aus diesem Grunde ist das Nagelfluhkies, weil weniger widerstandsfähig, für Strassenbeschotterung etc. lange nicht so geschätzt und begehrt, wie das Kies der Gletscherablagerungen.

Besonders die Feldspatgesteine sind oft so verwittert, dass sie beim Herausfallen zu Sand sich auflösen und man

leicht zu falschen Schlüssen gelangen kann, wenn man nur die am Fusse einer Nagelfluhwand liegenden Gerölle betrachtet.

Prof. Früh hat über das numerische Verhältnis der Sedimentgesteine zu den Silikatgesteinen Erhebungen gemacht in der Weise, dass er in einer gut erhaltenen Nagelfluhschicht je einen Quadratmeter genau abgrenzte und die innerhalb desselben gelegenen Gerölle zählte und zugleich qualitativ notierte.

So erhielt er am Wenigerweier an zwei Lokalitäten folgende Resultate (Neue Denkschriften, XXX. Band, S. 76):

a) 452 Gerölle.	Sedimentgesteine	430 = 95,1 %
	Kristallinische Silikatgesteine	22 = 4,9 %
	(darunter rote Granite)	9 = 2 %
b) 590 Gerölle.	Sedimentgesteine	557 = 94,4 %
	Kristallinische Silikatgesteine	33 = 5,6 %
	(darunter rote Granite)	6 = 1 %

Hiebei wurde der weissliche Quarzit zu den Silikatgesteinen, das verrucanoartige Gestein zu den Sedimentgesteinen gezählt.

Es wird behauptet und trifft im grossen und ganzen zu, dass die Grösse der Gerölle mit der Entfernung von den Alpen abnimmt. In unserm Spezialgebiet zeigen die grössten Gerölle eine Längendimension von 20—25 cm. Ein merkbarer Unterschied in der Geröllgrösse lässt sich in den nordwestlichsten gegenüber den südöstlichsten Bänken nicht nachweisen. So finden sich z. B. in der Nagelfluh zwischen Gruben und Bühl bei Joosrüti mindestens ebenso viele, wo nicht mehr Gerölle von ansehnlicher Grösse (20 cm und darüber), als in der Nagelfluh-Kiesgrube bei Hinter-Hörlen, südöstlich von St. Georgen.

Auffällig und allbekannt sind die Eindrücke, Rutsch-

streifen und Quetschungen der Gerölle, besonders schön zu beobachten am Wenigerweier und in der Grenznagelfluh zwischen Meeresmolasse und oberer Süßwassermolasse.

Prof. Früh hat diese Erscheinungen in seiner später noch zu erwähnenden gekrönten Preisschrift „Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh“ besonders einlässlich behandelt, mit Verwertung der reichen Literatur, hauptsächlich aber gestützt auf sehr zahlreiche exakte eigene Beobachtungen.

Das Gestein, welches die Eindrücke empfing, ist meistens ein Kalk- oder Dolomitgestein. Das Geröll, das den Eindruck erzeugte, ist gewöhnlich, aber nicht immer, ein härteres Gestein, z. B. Quarzit. Als Erfahrungssatz stellt Früh mit andern Forschern auf: Stossen zwei Gerölle aneinander, so wird jenes den Eindruck hervorbringen, welchem an der Berührungsstelle der kleinere Krümmungsradius entspricht, hingegen nimmt jenes den Eindruck an, welches den grössern Krümmungsradius hat.

Die Eindrücke sind eiförmig oder elliptisch, mehr oder weniger schalenförmig, mit scharfem Rand, von wechselnder Tiefe. Sehr häufig sind polyedrische Eindrücke, herührend von den eckigen Körnern des Bindemittels.

Bei der Erklärung der Entstehung der glatten Eindrücke haben alle Forscher bis auf Früh ein ganz entscheidendes Moment übersehen, das doch schon von Deicke beobachtet und von Sorby berücksichtigt und betont worden war. Es findet sich nämlich in der Regel zwischen der Eindrucksoberfläche und dem eindrückenden Gerölle eine Zwischenschicht, die sich von beiden unterscheidet und oft mit einem Calcithäutchen schleimartig bedeckt ist.

Nach langen und mühevollen Untersuchungen, während welcher Prof. Früh diese Häutchen als Residuum des Gesteins bei der Auflösung desselben mittelst Kohlensäure

betrachten lernte, gelangte er betreffend Bildung der Eindrücke zu folgenden Resultaten:

1. Die Carbonate enthaltenden Gesteine mit den typischen Eindrücken mit ganzem, scharfem Rand lassen keine mechanisch-plastischen Umformungen durch Sprungsysteme oder Breccienbildung erkennen.

2. Reine Carbonate ausgenommen, zeigt sich zwischen den beiden Geröllen eine Zwischenschicht, welche in jeder Beziehung nur aus den in Säuren unlöslichen Gemengteilen des den Eindruck empfangenden Gesteins besteht und als das nicht dislozierbare, durch Druck zu einem Ganzen geformte Residuum einer durch Kohlensäure und hohen Druck erfolgten chemischen Aushöhlung zu betrachten ist.

In einem weiteren Kapitel behandelt Professor Früh weitergehende Formveränderungen an Geröllen, wobei schon grössere Bewegungen und Dislokationen aller Art stattgefunden haben (einseitig gebaute Eindrücke mit einem scharfen konkaven Steilrand, resp. mit mehreren treppen- und terrassenförmig aufeinanderfolgenden abgebrochenen Steilrändern, Quetschungen mit Verwerfung der Gerölle, sternförmige Zerquetschung der Gerölle, Torsionen etc.). Die Bruchstücke von zerdrückten Geröllen sind meist durch Calcit wieder verbunden.

In einem dritten Kapitel bespricht Prof. Früh die Ursachen, welche die Eindrücke, Rutschstreifen, Quetschungen etc. bewirkt haben. Er ist der Ansicht, dass die für die Nagelfluhgerölle charakteristischen Oberflächenveränderungen sich zwanglos ohne Mithilfe der Gebirgsdislokation erklären, d. h. ohne Mitwirkung jener Schubkraft, welche das Molassevorland und die Alpen faltete. Ohne den Einfluss der Gebirgsdislokation abzuleugnen,

betrachtet er ihn doch mehr als einen graduellen und hält dafür, dass ihr von andern Forschern, wie Gutzwiller und Rothpletz, ein zu grosser Anteil an der Entstehung der Eindrücke etc. zugeschrieben worden sei. Nach der Auffassung von Prof. Früh wären diese Oberflächenveränderungen durch Lösung des Gesteins mit Kohlensäure unter Druck (d. h. unter der Last der Geröllmassen selbst) entstanden.

Die grössten Veränderungen an Geschieben sind nicht in den steilen Schichten der Antiklinalzone, sondern in der Zone Wenigerweier mit ca. 25° NW Fallen gefunden worden und zwar sowohl von Gutzwiller als von Früh.

Gegen einen bedeutsamen Einfluss der Gebirgsdislokation spricht auch der Umstand, dass nach Früh südlich von Steckborn und am NW-Ende des Zürichberges die horizontal oder fast horizontal gelagerte Nagelfluh glänzende Eindrücke, glänzende Rutschstreifen, ausgezeichnete Polituren, in Häutchen zerriebene Pyrite und Quetschungen zeigt.

Die vielumstrittene Frage der Herkunft der Nagelfluh muss hier ebenfalls kurz gestreift werden. In seiner „Monographie der Molasse“ (Seite 159) schrieb Studer: „Kaum ist es möglich, der Betrachtung der Nagelfluhgebirge einige Aufmerksamkeit zu widmen, ohne seine Gedanken in das Gebiet der Hypothesen über die Ursachen und den Stammort dieser ungeheuren Geschiebeablagerung hinüberschweifen zu lassen; aber die Schwierigkeiten, mit denen jeder Versuch zu kämpfen hat, zeigen dann auch sogleich, dass wir noch lange nicht genug Materialien besitzen, um ein irgend haltbares Gebäude begründen zu können.“

Die angedeuteten Schwierigkeiten betreffen in erster Linie die kristallinischen Silikatgesteine. Während ein Teil

der Sedimentgerölle unschwer als aus den der Molasse benachbarten Alpenketten stammend erkannt wurde, gelang es nicht, den Ort des Anstehens der fremdartigen Granite, Porphyre, Gneisgranite u. s. w. zu finden. Sie erwiesen sich als so verschieden von den kristallinischen Silikatgesteinen der Alpen, dass man zu andern Erklärungen griff. Studer dachte an eine Abstammung dieser fremdartigen Gerölle aus dem Schwarzwald, kam aber später davon zurück und stellte die bekannte Theorie von einem abgetragenen granitischen Randgebirge auf. Heer hat die teilweise Übereinstimmung der Nagelfluhgerölle mit den Gesteinen des Schwarzwaldes dadurch zu erklären versucht, dass er einen Ausläufer des Schwarzwaldgebirges bis zum Napf sich erstrecken liess.

Arnold Escher von der Linth hielt die Nagelfluhgerölle ebenfalls für Flussgeschiebe und liess sie, soweit es sich um Kalkgeschiebe handelt, aus dem Alpengebiete östlich und südöstlich unserer Molasse herstammen. Schon früh hatte er erkannt, dass die Kalkgerölle der Nagelfluh zum Teil durchaus identisch seien mit Gesteinen, welche im Trias-Liasgebirge Vorarlbergs und den nördlich vorgelagerten Kreide- und Eocenketten der Schweiz und Vorarlbergs anstehend gefunden worden.

Gutzwiller vertrat ebenfalls die Ansicht Eschers und äusserte den Gedanken, dass eine genaue Vergleichung der kristallinischen Gesteine des östlichen Teiles der Schweizeralpen, sowie der Ostalpen mit den kristallinischen Gesteinen der Nagelfluh dasselbe Resultat liefern, d. h. auf südöstliche und östliche Herkunft der Nagelfluh hindeuten werde.

Anno 1884 schrieb die allgemeine schweizerische naturforschende Gesellschaft auf einen zweijährigen Termin folgende Preisfrage aus:

Die Gesellschaft verlangt eine Zusammenstellung der auf die miocene Nagelfluh bezüglichen Erscheinungen, welche über den Ursprung derselben, über die sie bildenden Strömungen und über die Umstände, welche die letzteren bestimmten, Aufschluss geben können.“

Als Antwort reichte Herr Prof. Dr. J. J. Früh eine Arbeit ein, welche preisgekrönt unter dem Titel erschien: Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. Mit 17 in den Text gedruckten Figuren und 4 Tafeln. (Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesamten Naturwissenschaften. Band XXX.)

Diese ausführlichste, erschöpfendste und lehrreichste Arbeit, die wir über die Nagelfluh besitzen, fusst auf einem ungeheuren Beobachtungsmaterial und ist zugleich von grossen leitenden Gesichtspunkten aus geschrieben. Über den reichen Inhalt können hier selbstverständlich nur kurze Andeutungen gemacht werden.

Früh hat in den Sedimentgerölle der Nagelfluh folgende Stufen und Felsarten nachgewiesen:

Flysch: Flyschsandkalk, Flyschsandstein, Flyschquarzit, Flyschmergel und Flyschmergelkalk.

Nummulitenstufe: Nummulitenkalk und Lithothamnienkalke.

Kreide: Seewenerkalk (nicht absolut sicher).

Gault als glaukonitischer Sandstein.

Schrattenkalk (auffälligerweise wurde niemals Ca-protinenkalk gefunden).

Neocom und Valengien als Kieselkalke und Echino-dermenbreccien.

Jura: Malmkalke.

Dogger fehlt.

Grauer Fleckenliaskalk und Fleckenmergel (Allgäuschichten Gümbels).

Adnetherkalk und verschiedene andere Liaskalke.

Trias: Oberer Dachsteinkalk, Kössenerschichten, Plattenkalk, Hauptdolomit, alpiner Muschelkalk (letzterer nicht ganz sicher).

Buntsandstein: Rote Sandsteine und gelbliche bis weisse Quarzite.

Gerölle, welche mit den Melser Konglomeraten oder gar mit den roten Ackersteinen (Sernifit) aus dem Glarerland übereinstimmen würden, hat Herr Früh in der Nagelfluh nie gefunden.

Erwähnenswert ist, dass nach Früh kein alpines Formationsglied so sehr mit einem ausseralpinen petrographisch übereinstimmt, als der nach Versteinerungen festgestellte alpine Buntsandstein. Die typischen Vogesensandsteine der Nagelfluh fand Früh nur im Vorarlberg, nie im Anstehenden des Verrucano der Schweiz.

Sehr häufig sind die oben erwähnten Liasfleckenkalke und Fleckenmergel in unserer Nagelfluh. Sie stammen, wie auch die Triasgerölle, aus den Sedimentketten Vorarlbergs. Westlich vom Rhein ist die stufenreiche alpine Trias bekanntlich nicht mehr entwickelt, wird vielmehr vertreten durch die Rötistufe.

An Petrefakten wurden nach Früh in den Sedimentgerölle der Nagelfluh bisher gefunden:

Flysch: Chondrites intricatus Brongn.

Chondrites Targonii Brongn.

Chondrites patulus Fischer.

Tænidium Fischeri Heer.

Palæodictyon singulare Heer.

Spongienadeln, Foraminiferen.

Nummuliten- Zahlreiche Arten Nummulina.

stufe: Lithothamnium nummuliticum Gümb.

Reste von Echinusschalen.

Echinodermenstacheln.

Ostrea.

Pecten.

Serpula.

Kreide: Korallen, Echinodermenstacheln, Bryozoen.

Jura: Fucoiden.

Belemniten.

Pentacrinus und Ecrinus.

Aegoceras capricornu Schlotheim.

Arietites raricostatus Ziet.

Arietites spiratissimus Qu.

Weisse Pentacriniten.

Ammonites spec.?

Trias: Lithodendren.

Avicula contorta Portl.

Avicula spec.?

Myophoria spec.?

Mytilus minutus Jaks.

Cerithium.

Corbis (Corbula).

Terebrateln (Rissoa).

Fischzahn.

Rissoa alpina.

Gyroporella Gümb.

Die Untersuchung der Sedimentgerölle zwingt zur Annahme einer Strömung von Südosten her. Das Material haben die damals noch nicht oder nur schwach gefalteten schweizerisch-vorarlbergischen Sedimentketten (nördliche Kalkalpen) geliefert und es ist namentlich das vorarlberg. Trias-Liasgebirge, das dort in eigenartiger, von den gleichaltrigen Bildungen der Schweiz gänzlich verschiedener Facies auftritt, durch charakteristische Gerölle sicher nachgewiesen.

Bedeutend schwieriger war das Studium der Sili kat-
gesteine, ihrer Beschaffenheit und mutmasslichen Herkunft.
Prof. Früh bespricht nacheinander die Gneise (Augen-
gneise, flaserig-knotige Gneise, Stengelgneise, dünnge-
schichtete und dünnflaserige Gneise etc.), sodann die Gra-
nite mit rötlichem Feldspat, mit weissem und grauem
Feldspat, die Granitporphyre und Porphyre und end-
lich die massigen Hornblende- und Augitgesteine (Diorit,
Dioritporphyr, Aphanitporphyr, Variolit, Gabbro etc.).

Nie hat Herr Früh, obwohl er ganze Fuder Nagelfluh
untersucht hat, den so charakteristischen Puntaiglasgranit
aufgefunden. Das dortige Gebirge schlummerte zur Ablage-
rungszeit der Nagelfluh wohl noch unter einer Sedimentdecke.

Ferner fand er in der Nagelfluh niemals: Serpentin,
Amphibolit und Amphibolgneis.

Die mühsame Untersuchung der wichtigsten in der
Nagelfluh vorkommenden kristallinischen Felsarten brachte
Prof. Früh zu der Überzeugung, dass für einen grossen
Teil derselben identische und für scheinbar exotische zum
mindesten sehr ähnliche anstehend gefunden werden in
einem südöstlich vom Ablagerungsgebiet gelegenen Areal,
von der Silvrettagruppe und Innerbünden zu den Ötztaler-
bergen und dem westlichen Etschgebiet über Unterengadin,
das südöstliche Graubünden, Oberengadin und Oberhalb-
stein sich erstreckend.

So nennt er z. B. als Stammgebiete der Nagelfluh die
Talgebiete der Etsch und des Inn für verschiedene Gneise,
Piz Minschun für Gneis, Berninagruppe für Granite mit
rötlichem Feldspat, Piz Julier für grobkörnige Granite
vom Wenigerweier, Nordrand des Brixener Granitmassivs
für bunte Granitporphyre, Bernina-Heutal, Val Chiamuera
für Felsitporphyr, östliches und südöstliches Bünden für

Diorit und Dioritporphyr, Oberhalbstein für Gabbro und Variolit, inneres Bünden (Bündner Schiefer) für Quarzite.

Besondere Bedenken gegen die alpine Abstammung der kristallinischen Nagelfluh-Silikatgesteine verursachten von jeher die auffälligen roten Granite. Teller in Wien hat indessen Prof. Früh mitgeteilt, dass die roten Granite den Alpen nicht mehr so fremd seien, wie man anzunehmen pflege und dass im Granitgebirge von Brixen wiederholt Gesteinsabänderungen beobachtet wurden, welche den von Prof. Früh eingesandten Proben sehr ähnlich seien.

Ferner erinnert Prof. Früh an gewisse Berninagranite mit rötlichem Feldspat und betont im übrigen nachdrücklich, dass die rote Färbung der Nagelfluh-Granite in vielen Fällen nicht eine ursprüngliche war, sondern durch Verfärbung entstanden sei.

Endlich darf als gewiss angenommen werden, dass die Wasserscheide der Alpen in der vormiocenen Zeit und vor erfolgter Hauptfaltung viel weiter nach Süden vorgeschoben war als heute. Nach Früh bestand eine aus eruptiven Felsarten (Granite, Granitporphyre, Porphyre) zusammengesetzte Landmasse von Westtirol über das südöstliche Bünden, die lombardischen Alpen, Lugano, Arona bis Biella und er hält dafür, dass die roten Granite und Porphyre mit andern massigen Gesteinen grösstenteils von diesem Eruptivgebiet Westtirol, Engadin, Veltlin bis Lago Maggiore abstammen dürften. Sie können nicht von einem verschwundenen granitischen Gebirge am Nordrande der Schweizeralpen herrühren und es ist eine solche Hypothese gar nicht nötig, denn gerade die granitischen Vorkommenisse in Westtirol und im südöstlichen Bünden sind noch so wenig untersucht, dass hier noch überraschende Auf-

schlüsse zu erwarten sind und man vorläufig nicht zur Theorie von verschwundenen Vorbergen oder von ausseralpiner Provenienz der bunten Nagelfluhgerölle zu greifen braucht.

Bei aller Anerkennung der klassischen und hochwichtigen Arbeit von Prof. Früh darf nicht verschwiegen werden, dass gegen seine Auffassung von der Herkunft der kristallinischen Silikatgesteine lebhafter Widerspruch laut geworden ist. Prof. Baltzer (Bern) verwahrte sich gegen die Anwendung der Früh'schen Resultate auf die Berner Nagelfluh. Dr. Frey („Zur Heimatbestimmung der Nagelfluh“, Beilage zum Jahresbericht 1892 über das städtische Gymnasium in Bern) kam nach genauer Untersuchung der kristallinischen Gesteine der Guntenschlucht am Thunersee und Vergleichung der dort vorkommenden Gesteinstypen mit Gesteinen anderer Lokalitäten und anderer in Betracht fallender Länder zu dem Schlusse, dass die Gerölle der bunten Nagelfluh der Guntenschlucht weder mit den Gesteinen der Berner Alpen, noch mit denen der ausländischen Gebirge übereinstimmen und dass nur wenige kristallinische Gesteine von Gunten Affinität mit ostschweizerischen Geröllen aufweisen. Die für die Ostschweiz vielleicht richtige Annahme des Herrn Dr. Früh könnte also für die Thunersee-Nagelfluh keine Anwendung finden. Die Nagelfluh am Thunersee steht aber auch derjenigen vom Emmental fast fremd gegenüber. Deshalb schloss Dr. Schardt auf die ganz lokale Ausbildung der Nagelfluh und es wurde im weitern die Studer'sche Hypothese von dem verschwundenen Randgebirge wieder ernstlich in die Diskussion gestellt,

Was unsere persönliche Anschauung betrifft, so können wir den Früh'schen Satz von der südöstlichen Herkunft der Nagelfluh nicht rundweg ablehnen, obwohl wir von

seiner Richtigkeit nicht vollkommen überzeugt sind, so weit die kristallinischen Gesteine in Frage kommen.

Es gibt uns zu denken, dass Dr. Früh in der Nagelfluh keinen Hornblendegneis fand, ein Gestein, das doch so mächtigen Anteil am Aufbau der kristallinischen Zentralmassive der Alpen nimmt. Damit fiele z. B. das ganze gewaltige Silvrettamassiv für die Herkunft der Nagelfluh ausser Betracht. Es ist dies noch viel auffälliger, als das Fehlen des Puntaiglas-Granits. Denn im Silvrettamassiv bilden Hornblendegneise geradezu die höchsten Gipfel, während der Puntaiglas-Granit auch heute noch grössten teils unter einer Sedimentdecke ruht und die höchsten den Puntaiglasgletscher umgebenden Gipfel aus Sedimentgesteinen bestehen (Bifertenstock 3426 m aus Nummulitenbildung und Kreide, Piz Urlaun 3371 m und Piz Frisal 3295 m aus Hochgebirgskalk, Brigelserhörner 3217 m und 3251 m aus Rötidolomit und Verrucano), während das kristallinische Gestein seine grösste Höhe in dem mehrere hundert Meter niedrigern Piz Ner (3070 m) erreicht.

Wenn ferner die Wasserscheide früher wesentlich südlicher lag, so musste wohl auch die heutige Presanella- und Adamellogruppe angeschnitten werden. Allein von ihrem charakteristischen Gestein, dem prachtvollen Tonalit, der ebenso schnell und leicht kenntlich ist, wie der Puntaiglas-Granit, findet man in der Nagelfluh keine Spur.

Wollte man dagegen einwenden, Silvretta und allenfalls auch Adamello haben zur Zeit der Nagelfluhbildung noch unter einer Sedimentdecke geruht, so müsste dies noch viel eher für alle heutigen kristallinischen Gebirge Graubündens angenommen werden. Diese fielen somit für die Herkunft der Nagelfluh zu einem grossen Teil ebenfalls ausser Betracht, es sei denn, man wollte annehmen,

Gebirgsstöcke von Eruptivgesteinen hätten inselartig aus der Sedimentdecke emporgeragt, was zwar nicht undenkbar wäre, aber doch nur in beschränktem Masse stattgefunden haben kann, weil die grobkörnigen roten Granite der ostschweizerischen bunten Nagelfluh mindestens vom Alter der Trias, wahrscheinlich älter sind.

Es blieben sodann als Heimat der bunten Nagelfluhgerölle noch die Gebirge Tirols übrig und zwar auch solche, welche heute nach Süden entwässert werden.

Wir haben die Stubaier- und Ötztaleralpen, die Ortlergruppe, die Presanella- und Adamellogruppe bereist und haben ferner fast sämtliche Gebirgsketten des Kantons Graubünden besucht. Der Totaleindruck ist der, dass die kristallinischen Gesteine aller dieser Gruppen von den Stubaieralpen weg bis zur Adulagruppe den kristallinischen Silikatgesteinen der Nagelfluh ebenso fremdartig gegenüberstehen, wie die Gesteine der weiter westlich gelegenen schweizerischen Zentralmassive.

Allein es handelt sich eben nur um einen Totaleindruck, denn unsere Reisen in diese Gebirge verfolgten touristische, nicht geologische Zwecke. Gang- und lagerartig auftretende granitische Gesteine von grosser Härte, aber geringer Ausdehnung werden leicht übersehen. Und doch können gerade sie in dem Geröll miocäner Flüsse verhältnismässig viel zahlreicher erhalten geblieben sein, als weniger widerstandsfähige, die Hauptmasse des angeschnittenen Gebirges zusammensetzende kristallinische Schiefer. Prof. Früh hat in dieser Hinsicht so viele Tatsachen vorgebracht, dass nicht nach einem Totaleindruck über die südöstliche Herkunft der Silikatgesteine absprechend geurteilt werden darf.

Das Problem ist entschieden lösbar, erfordert aber

eine mühevolle und zeitraubende Untersuchung der Eruptivgesteine Graubündens und West- und Südtirols und Vergleichung mit den kristallinischen Silikatgesteinen der Nagelfluh.

Nicht lösbar aber wäre das Problem, wenn bei der Faltung der Alpen eine ganz wesentliche Metamorphose der Gesteine der kristallinischen Zentralmassive stattgefunden hätte.

Zur Herkunftsbestimmung der Nagelfluh können auch aus der Schuttkegelstruktur innerhalb der Nagelfluhbänke Schlüsse gezogen werden, wenigstens auf die Richtung der ablagernden Strömung und unter der Voraussetzung, dass eine grössere Anzahl solcher Stellen nachgewiesen werden kann. In unserm Gebiet findet sich ein solcher deutlich von der allgemeinen Schichtung sich abhebender Geröllkegel innerhalb der Nagelfluh südwestlich von Ober-Hofstetten, unweit der Menzlen. Er unterstützt allerdings die Theorie des Herrn Früh, indem er auf von Südosten kommende Strömung schliessen lässt.

Die Nagelfluh ist nicht eine unserm Vaterlande allein eigentümliche Bildung. Sie ist nach Früh bekannt in den Westalpen nördlich von Marseille und am Lac de Bourget, ferner in Kärnten und Steiermark, wo sie sicher von den benachbarten Gebirgen stammt. Ebenso findet sich Molasse mit Nagelfluh am Nordrande der Pyrenäen und selbst im Molassevorland des höchsten Kettengebirges, am Südfusse des Himalaya fehlt die Nagelfluh nicht.

Die untere Süsswassermolasse unseres Kartengebietes zeigt an der Goldach nur zwei Nagelfluhbänke, von denen die obere, wenig mächtige und aus auffallend kleinen Geröllen bestehende jene schnurgerade Kante bildet, welche vom Heimwesen „Kasten“ in WSW-Richtung nach der

Goldach hinabzieht, während die tiefere, sehr mächtige Bank von der Ruine Rappenstein nach dem rechten Steilufer der Goldach hinübersetzt und sich über Eggersriet noch weit nach Osten verfolgen lässt.

An der Sitter dagegen zählt die untere Süßwassermolasse neun Nagelfluhbänke, ungerechnet diejenigen in den Süßwasserschichten innerhalb der beiden Abteilungen der Meeresmolasse.

Die Gegend, in welcher neue Nagelfluhbänke auftauchen, liegt NE, N und NW von Teufen.

Der Zusammenhang zwischen Aufschlüssen derselben Bank ist oft auf weite Strecken gänzlich durch Vegetation und Schutt verdeckt und wurde in solchen Fällen, obwohl der mutmassliche Verlauf unschwer zu erraten ist, in der Karte nicht eingetragen.

Von besonderem Interesse ist die Zone der Wenigerweier-Nagelfluh, da sie annähernd die Grenze zwischen unterer Süßwassermolasse und Meeresmolasse bildet und aus der Gegend von Herisau durch unser ganzes Gebiet bis über die Goldach hinaus fast ununterbrochen verfolgt werden kann.

Auskeilen einer Nagelfluhbank lässt sich beobachten am Wege im Brandtobel, nicht weit oberhalb der Gaiser Bahnlinie.

II. Die Meeresmolasse von St. Gallen. (*Helvetian.*)

Die Meeresmolasse oder marine Molasse ist es, welche unsere Umgebung stratigraphisch interessanter und reicher gegliedert erscheinen lässt, als die westlich und südwestlich von Herisau gelegenen Teile des st. gallisch-appenzellischen Molassegebietes. Der grosse Reichtum an Petrefakten

musste schon frühe in die Augen fallen und so ist denn erklärlich, dass die älteste unsere Gegend betreffende geologische Litteratur sich mit der marinen Molasse befasst. (Dr. Schläpfer, Neue Alpina, 1821: Über die bei St. Gallen befindlichen Versteinerungen.)

Gesteine der Meeresmolasse. Die Sandsteine dieser Zone gehören vorwiegend der sogenannten gemeinen Molasse an. Als Abänderung derselben bezeichnet Studer die plattenförmige Molasse. Letztere fällt indessen so sehr in die Augen und ist zudem, weil an mehreren Stellen ausgebeutet, so wichtig, dass wir sie für diese Stufe als besondere Varietät des Sandsteins aufstellen möchten. Als besonders charakteristisches Gestein kommt sodann noch die Seelaffe (Muschelsandstein) hinzu.

Wir hätten also für die marine Molasse von St. Gallen zu unterscheiden:

1. Gemeine Molasse.
2. Plattensandstein.
3. Seelaffe.
4. Mergeliger Sandstein.

Die gemeine Molasse ist ein Sandstein, der in Korngrösse, Festigkeit und Zusammensetzung sehr variiert und mannigfache Übergänge zum granitischen und zum subalpinen, wie auch zum mergeligen Sandstein zeigt. Für die fragestehende marine Zone mag unter gemeiner Molasse jeder einigermassen feste Sandstein verstanden werden, der nicht ausgesprochen plattigen Charakter zeigt.

Der Plattensandstein findet sich an der Goldach im obern Teil des obern Helvetians und wurde hier früher ausgebeutet. Die Steinbrüche bei P. 602 und gegenüber an der Strasse nach Untereggen sind jetzt verlassen. Aber auch im mittlern Helvetian findet sich an der Goldach unter

der Seelaffe ein mächtiger Komplex nahezu fossilleerer Platten. In diesen Schichten ist östlich von P. 623 an der Strasse nach Eggersriet ein Steinbruch angelegt. Plattsandsteine gewinnt man ferner in den Steinbrüchen bei Notkersegg und bei Beckenhalden. Die Platten in der Umgebung von St. Gallen sind freilich nicht von ganz gleich guter Qualität wie diejenigen von Rorschach.

Die Plattsandsteine der marinen Molasse von St. Gallen sind meistens in 0,2—0,4 m dicken Schichten abgelagert. Sie zeigen oft den Wellenschlag. Innen sind sie blaugrau. Überhaupt unterscheiden sich die marinen Gesteine durch ihre blaugraue Farbe — es gilt dies auch für die Mergel — scharf von den gelbgrauen, gelblichen, ja oft rötlichen und schwärzlichen Felsarten der oberen und unteren Süßwassermolasse. Die Anwitterung der Plattsandsteine ist meist gelblichgrau.

Eigentliche ausgeprägte Knauermolasse kommt in der Meeresmolasse von St. Gallen nicht vor. Dagegen beobachtet man in der Zone der Platten oft eigentümliche Auswitterungsformen in Gestalt von Löchern, die im Vertikalschnitt dreieckige bis elliptische und rechteckige Form zeigen. Besonders schön sind diese an Wabenformen erinnernden Höhlungen an einem Felskopf am linken Ufer der Goldach unmittelbar S der Martinsbrücke zu beobachten, ferner in der Plattenregion der obersten Meeresmolasse am linken Goldachufer bei P. 602 und auch in der tiefsten Meeresmolasse an der grossen Felswand S Unter-Ebne am rechten Ufer der Goldach. Diese Felslöcher werden an den genannten Lokalitäten mitunter von Raubvögeln als Niststätten benutzt.

Nach dem Reichtum an Muscheln und Muscheltrümmern könnte man in der marinen Molasse zwei verschiedene

Horizonte von Muschelsandstein unterscheiden. Der eine wäre in der obersten, versteinerungsreichen Partie der obern Meeresmolasse zu suchen. Es mag indessen hier nur von demjenigen Muschelsandstein gesprochen werden, der an der Goldach in dem tiefern Teil der Meeresmolasse auftritt und sich als die direkte Fortsetzung der Seelaffe von Blatten zwischen Staad und Buchen nachweisen lässt.

Typische Seelaffe: Verwitterungsrinde braungrau, Inneres blaugrau. Grobkörniges bis nagelfluhähnliches, sehr hartes und zähes Gestein, mit Geschiebe-Einschlüssen (Kiesel, Hornstein, Granit, Kalk). Löst in Säure sich fast vollständig auf. Zahlreiche Muscheltrümmer, vorwiegend Cardien, sodann *Ostrea crassissima* und Haifischzähne. Enthält bei der Martinsbrücke auch etwas Kohle.

Die Seelaffe an der Goldach trägt indessen schon einen etwas modifizierten Charakter. Der Kalkgehalt und die Festigkeit sind bedeutend geringer. Haifischzähne sind hier sehr selten, Cardien und Austern aber in grosser Zahl vorhanden. Nähert die typische Seelaffe von Blatten etc. sich hinsichtlich der Zusammensetzung mehr einem Kalkstein, so zeigt diejenige an der Goldach eher den Charakter des Sandsteins. Es ist diese Abänderung um so bemerkenswerter, als im nächsten östlichen, schon ausserhalb des Kartengebietes gelegenen Aufschluss auf Eggersriethöhe, E des Strässchens von Eggersriet nach Untereggen, die Seelaffe schon weit entschiedener den östlichen Typus repräsentiert. Wir haben hier eine Faciesänderung auf kurze Distanz.

Über die Verbreitung der Seelaffe an der Goldach als 1 bis höchstens 5 m mächtige Schicht gibt die Karte Aufschluss. Über ihre vermutliche Erstreckung nach Westen ist an anderer Stelle geredet worden und über die Wichtig-

keit der noch in kleinen Geschieben charakteristischen Seelaffe als Erratikum findet man das Nötige in dem Abschnitt über die Glazialbildungen und in der Karte.

Mergelige Molasse (nach Studer), d. h. mergeliger Sandstein, ist in der Meeresmolasse ziemlich häufig, namentlich in den oberen, versteinerungsführenden Schichten. Übergänge zwischen Sandstein und Mergel finden sich nicht selten und können zum Teil als Schiefermergel bezeichnet werden, wie z. B. diejenigen am rechten Ufer der Goldach, welche das Material zum dortigen Bergsturz geliefert haben.

Die eigentlichen Mergel der Meeresmolasse unterscheiden sich durch ihre blaugraue Farbe leicht von den bunten Mergeln der Süßwassermolasse.

Kalkeinlagerungen sind selten. Bei St. Georgen findet sich an der Nordseite des SW von Kamelenberg gelegenen Weierchens zwischen dünnen Kohlenbändern eine Schicht von sehr hartem dunklem Kalk. Zerdrückte Planorben beweisen die Süßwassernatur dieser Bildung. In den darüber folgenden Sandsteinen sind Cardien sehr häufig. Vereinzelt finden sich solche nach Gutzwiller auch in den unter den Kohlenstreifen gelegenen schiefrigen Mergeln.

Die Nagelfluh der Meeresmolasse ist, abgesehen von der mächtigen oberen Grenzschicht, an der Goldach nur noch in einigen schwachen Geröllbändern vorhanden. Nach WSW nehmen Zahl und Mächtigkeit der Nagelfluhbänke zu. Die Gegend, in welcher neue Riffe auftauchen, liegt zwischen Notkersegg und dem Oberlauf der Steinach (Philosophental). Schon in der Gegend Bernegg - Ringelsberg zählen wir in der Meeresmolasse mindestens acht Nagelfluhbänke, die sich, zum Teil an Mächtigkeit noch zunehmend, bis an die Sitter und Urnäsch und gegen Herisau verfolgen

lassen. Je stärker die Nagelfluh sich geltend macht, desto mehr nimmt die Meeresmolasse nach Westen hin an Mächtigkeit ab und es muss zwischen diesen zwei Tatsachen wohl ein kausaler Zusammenhang vorhanden sein.

Gliederung. Auf unserer Karte stellt die Meeresmolasse sich dar als ein von Ostnordost nach Westsüdwest allmählich sich verschmälernder Streifen, dessen Abweichung von der Ostrichtung nach Norden (oder von der Westrichtung nach Süden) zirka 30° beträgt. Gegenüber der geologischen Karte 1 : 100,000 zeigt unsere Spezialkarte an der Sitter und Urnäsch eine Abweichung, die in den folgenden Zeilen begründet werden mag.

Bekanntlich keilt sich die Meeresmolasse von St. Gallen in der Gegend von Herisau aus. Erst am Zürichsee, in der Gegend von Bäch bei Wollerau und Freienbach, erscheinen wieder marine Bildungen.

Es war schon seit langer Zeit bekannt, dass die Meeresmolasse an der Sitter nicht mehr die Mächtigkeit besitzt, wie an der Goldach. Gutzwiller nahm als Grenzschicht zwischen den marinen Bildungen und der untern Süßwassermolasse eine Nagelfluhbank an, welche der von der hohen Eisenbahnbrücke nach der Sitter und dem Kübel führende Weg überschreitet. Es ist, von der Brücke an gerechnet, die dritte Nagelfluhschicht. So ergab sich für die marine Molasse an der Sitter die geringe Mächtigkeit von 140 m (siehe Gutzwiller, Beiträge, 19. Lieferung, Seite 34).

In der Tat ändert bei der erwähnten Nagelfluhbank das Gestein seinen Charakter; rote Mergel treten auf und wir zweifelten keineswegs an der Süßwassernatur der tiefer liegenden Bildungen, obwohl wir damals im fraglichen Schichtenkomplex noch keine Fundstellen von Süß-

wasserpetrefakten kannten. Eine geringere Mächtigkeit der marinen Molasse war ja an der Sitter sowieso zu erwarten. Um so grösser war unser Erstaunen, als wir einst auf einer Exkursion noch bedeutend weiter südlich, zirka 100 m hinter der abgebrochenen Kubelmühle am rechten Ufer der Urnäsch, plötzlich wieder auf unzweifelhafte Meeresmolasse stiessen. Es fanden sich da zahlreich wohl-erhaltene Cardien (Herzmuscheln), daneben noch in bedeutend kleinerer Individuenzahl einige andere marine Spezies. Jetzt schauten wir die Sache allerdings mit andern Augen an und waren geneigt, den ganzen Komplex von der Eisenbahnbrücke bis hinter die Kubelmühle als Meeresmolasse einzutragen und die Süßwasserbildungen bei den hölzernen Brücken als unbedeutende Zwischenlagerungen einfach darin aufgehen zu lassen, umso mehr, als ja auch weiter östlich, z. B. bei St. Georgen und Riethäusle, in der marinen Molasse Süßwassereinlagerungen sich finden, allerdings nur solche von sehr geringer Mächtigkeit. Allein der Umstand, dass wir in der fraglichen Zwischenlagerung von der Sitter, resp. der erwähnten Nagelfluhbank bis zum Kubelgebäude drei Stellen mit unzweifelhaften Süßwasserpetrefakten fanden, und die Tatsache, dass dieser Zwischenkomplex bedeutend mächtiger ist, als die darunter folgende tiefere Etage der Meeresmolasse, drängten uns die Überzeugung auf, dass die Zwischenlagerung als Süßwassermolasse besonders eingezzeichnet werden müsse. Es bleibt also die interessante Tatsache bestehen, dass die Meeresmolasse an der Sitter und Urnäsch in zwei durch eine ziemlich mächtige Süßwasserschicht getrennten Etagen auftritt und überhaupt noch viel tiefer sich findet, als bisher allgemein angenommen wurde.

Wir haben durch eine Fundstelle von Turritellen die

tiefer Abteilung der Meeresmolasse auch noch hoch oben am linken Ufer der Urnäsch nordöstlich von Punkt 772 konstatiert. Überhaupt wäre vielleicht die ganze Frage des Auskeilens der marinen Molasse bei Herisau nochmaliger Untersuchung wert.

Es lag nun der Gedanke nahe, die Süßwasserbildungen zwischen den beiden Abteilungen der Meeresmolasse auch weiter östlich zu konstatieren. Sie lassen sich in der hohen rechtsseitigen Uferwand der Sitter in der Richtung gegen die Punkte 679 und 696 verfolgen, aber weiter östlich fehlen im Streichen dieser Schichten grössere Aufschlüsse gänzlich und erst an der Goldach werden die Verhältnisse wieder günstiger. Dass dort in der Meeresmolasse zwei Abteilungen zu unterscheiden sind, war schon längst bekannt; denn bis hieher, bis hoch an das linke Ufer der Goldach gegen Schachenbühl hin lässt sich die Seelaffe nachweisen, jener eigentümliche Muschelsandstein, der von Prof. Mayer-Eymar zum mittlern Helvetian gerechnet wird und weiter östlich, auf Eggarsriethöhe, bei Wienachten und Staad, weit typischer ausgebildet ist, als an der Goldach. Im Flussbett der Goldach stiessen wir auf eine Mergelschicht, die wir für eine Süßwasserbildung hielten; doch fehlten uns zu völliger Gewissheit Petrefakten. Solche fanden sich aber später auf der rechten Seite der von der Martinsbrücke nach Untereggen führenden Strasse, fast südlich vom i im Wort Martinstobel der Karte, etwas tiefer, als jenes nur noch wenig mächtige Geröllband, zu welchem die weiter westlich so mächtige Feudenberg-Nagelfluh hier zusammengeschrumpft ist. Über einem schwärzlichen Mergelband liegen mehrere Meter höher in dem steilen Aufriss unmittelbar unter den Wurzeln der überragenden Bäume und Sträucher gelbliche Mergel,

welche unzweifelhafte Süßwasserpetafakten enthalten. Ziemlich wohlerhaltene Schnecken sind dort nicht allzu selten. Die Schicht ist ohne Zweifel die im Flussbett der Goldach gefundene, denn auch hier trifft man sie stratigraphisch tiefer als das erwähnte Nagelfluh-Geröllband. Man könnte nun freilich die Süßwasserbildung für eine rein lokale halten und in diesem Falle hätte eine kurze Erwähnung genügt. Allein ihr Vorkommen unter der Freudenberg-Nagelfluh, zusammengehalten mit der Tatsache, dass an der Sitter die Süßwasserbildung ebenfalls im Liegenden einer Nagelfluhbank sich findet, die höchst wahrscheinlich für die westliche Fortsetzung der Freudenberg-Nagelfluh zu halten ist, lassen vermuten, dass wir es an beiden Flüssen mit einer und derselben Süßwasserschicht zu tun haben, welche, von Westen nach Osten an Mächtigkeit allerdings bedeutend abnehmend, in unserm ganzen Kartengebiete die beiden Abteilungen der Meeresmolasse trennt. Dementsprechend haben wir auf der Karte unterschieden:

Meeresmolasse, höherer Teil = oberes Helvetian,
Meeresmolasse, tieferer Teil = mittleres Helvetian (mit Seelaffe oder Muschelsandstein).

Bei dieser Unterscheidung kam allerdings noch eine andere Frage in Betracht, nämlich der Verlauf der Seelaffe im Gebiet westlich der Goldach. Gutzwiller (Beiträge, 19. Lieferung, Seite 30/31) lässt sie westlich von der Stelle an, wo sie oberhalb der Martinsbrücke zu beiden Seiten des Tobels auftritt, für immer verschwinden.

Wir fanden aber unter der Nagelfluh südlich der Station Riethäusle ein petrefaktenführendes Gestein, das entschieden an die Seelaffe erinnerte, d. h. an die Seelaffe, wie sie an der Goldach auftritt. Denn es ist nochmals zu

betonen, dass sie an der Goldach schon merklich verschieden ist von der typischen Seelaffe, wie sie bei Blatten, Wartensee, Schlipf, Wienachten an der Landegg, Bilchen, Rossbühl und westlich von Wiesflecken im obersten Teil des Tobels nach Hiltenried auftritt. Auch an andern Orten trafen wir Gesteine, die an die Goldach-Seelaffe erinnerten, so z. B. am rechtseitigen Steilhang des Wattbaches (südwestlich von der Bezeichnung „In der Held“), wo sich sogar ein Haifischzahn fand, ferner bei der schon erwähnten Versteinerungsfundstelle südlich vom Kubel. Es fand sich zudem *Ostrea crassissima* rechts an dem von „In der Held“ nach Wilen führenden Wege und ebenso unmittelbar links an dem von St. Georgen nach Biserhof führenden Strässchen. Die genannten Lokalitäten liegen ungefähr im Streichen der Schichten, welche an der Goldach die Seelaffe führen und ihr Gestein zeigt entschieden grössere Ähnlichkeit mit der Goldach-Seelaffe, als letztere mit der wirklich typischen Seelaffe von Blatten etc. Dass aber die Seelaffe im Martinstobel die unmittelbare Fortsetzung der weiter östlich typischer ausgebildeten eigentlichen Seelaffe ist, daran ist gar kein Zweifel. Gestützt auf diese Gründe sind wir anzunehmen berechtigt, dass die Seelaffe in weniger charakteristischer Ausbildung bis nach der Urnäsch sich verfolgen lässt, petrographisch weniger auffällig zwar, als im östlichen Gebiet, aber durch Fossilien (*Ostrea crassissima*) wohl ausgewiesen.

Grenzen der Meeresmolasse. Dringt man von der Martinsbrücke durch das Flussbett der Goldach in SSE-Richtung vor, so befindet man sich im Gebiet der Meeresmolasse bis dahin, wo die auf kurze Strecke westliche Richtung des Flusses zur NNW-Richtung umbiegt. Die hohe Sandsteinwand S Unter-Ebne gehört noch der Meeresmolasse an. Nicht weit nördlich der Stelle, wo die Wand

über den Fluss setzt, treffen wir noch Meeresversteinerungen und in den tiefsten dort anstehenden Schichten finden sich jene auffälligen zylindrischen Körper in grosser Zahl. Die eigentliche Kontaktstelle mit der untern Süßwassermolasse ist durch Moräne und Flussgeröll verdeckt. Der isolierte Molassefetzen NE Riedtobel gehört wohl schon der untern Süßwassermolasse an.

Im weiteren Verlauf bis zum Wenigerweier lässt sich die Grenze nur annähernd bestimmen. Die Nagelfluh N vom Weier und die unmittelbar über der Nagelfluh lagenden Bildungen (Sandstein, Süßwasserkalk und Mergel) gehören noch der untern Süßwassermolasse an. Da die Grenze höher liegt, als die Wenigerweier- Nagelfluh und nicht anzunehmen ist, dass die Meeresmolasse nach W an Mächtigkeit zunehme, so rechnen wir, im Gegensatz zu Blatt IX der geologischen Karte 1 : 100,000, den Brandwald nicht mehr zur Meeresmolasse.

Der Steinbruch bei Beckenhalden an der Strasse von St. Georgen nach dem Brand gehört ganz der Meeresmolasse an. Rechts am Eingange in den Steinbruch finden sich in den bläulichen Mergeln über der Nagelfluh sog. Schraubensteine. Diese merkwürdigen Gebilde (s. unter „Versteinerungen“) treten aber auch noch in den Schichten auf, welche stratigraphisch tiefer liegen als die Plattsandsteine des Steinbruches. Leider ist die Stelle durch Verbauung eines Rinnals östlich der Strasse schon vor Jahren zugedeckt worden, doch sieht man noch Schraubensteine unmittelbar W an der nach dem Untern Brand führenden Strasse.

Die Plattsandsteine, welche im Steinbruch von Beckenhalden ausgebeutet werden, sind fossil leer, wie schon Gutzwiller hervorhebt (Beiträge, 19. Lieferung, Seite 25). Im Frühjahr 1903 kam indes zwischen den Platten und der

überlagernden Nagelfluh eine nur $1-1\frac{1}{2}$ m mächtige und nur auf kurze Distanz sich erstreckende Mergeleinlagerung zum Vorschein, in welcher sich neben deutlichen Cardien und Turritellen auch noch andere marine Spezies fanden (Lutaria, Mactra etc.).

Merklich tiefer als die Beckenhalden - Ringelsberg-Nagelfluh findet sich SW von Ringelsberg eine Fundstelle mit Cardien. Sie mag der Schicht entsprechen, von welcher W der Gaiserbahnlinie hoch oben am Steilabhang des Wattbaches die Fossilien herabgerollt sind, welche Gutzwiller erwähnt (Beiträge, Lieferung 19, Seite 25). Dass die hier überlagernde, gegen P. 825 hinaufziehende Nagelfluh die Fortsetzung der den Steinbruch bei Beckenhalden deckenden Nagelfluh ist, daran ist gar nicht zu zweifeln.

Wir fanden weiter westlich eine marine Petrefakten führende Fundstelle, welche stratigraphisch sogar noch tiefer liegt, als die beiden letztgenannten. Auf der Karte ist sie nicht ganz 1 cm südlich vom W des Wortes Wattwald eingezeichnet. Hier fanden sich auf der Grenze zwischen Sandstein und einem nicht besonders eingezeichneten Geröllband vereinzelte Cardien. Es ist dies die tiefste marine Schicht, welche in der Umgebung von St. Gallen bisher bekannt geworden ist.

E an dem neuen Wege, der östlich des von Rietgasse herunterziehenden Tobels steil gegen P. 837 hinaufführt, finden sich unter Nagelfluh, welche als die Fortsetzung derjenigen von Ringelsberg und Beckenhalden zu betrachten ist, in einem bläulichen tonigen Mergel Cardien, Solen und andere marine Versteinerungen, daneben aber auch eingeschwemmte Süßwasserschnecken.

Über der Nagelfluh liegen am gleichen Wege mürbe Sandsteine mit schlecht erhaltenen Pflanzenresten.

Nicht selten, obwohl keine Kabinetstücke, sind marine Petrefakten am Strässchen „In der Held“. Ferner ist der beiden Stellen mit dem Haifischzahn und *Ostrea crassissima* schon gedacht worden. Erwähnung verdient auch eine Fundstelle unmittelbar am rechten Ufer der Sitter bei Zweibrücken, SW von der Hundwilerleiter. An der Basis einer ziemlich mächtigen Nagelfluhschicht (es ist die westliche Fortsetzung derjenigen von Ringelsberg und Beckenhalden) wechselt in kleinere Nagelfluhbänke mit Sandstein und in diesen wechselt in den Schichten findet man zahlreiche Reste mariner Petrefakten, ganz vorwiegend Cardien, sodann auch Kohlenspuren.

Etwas weiter westlich trifft man schöne Schraubensteine. Dieses Niveau liegt allerdings schon etwas höher als die soeben erwähnte Stelle bei Zweibrücken. Die Stelle mit den Schraubensteinen liegt schon über der erwähnten Nagelfluh, ebenfalls direkt am rechten Sitterufer, am Fusse einer andern mächtigen Nagelfluhbank, die hoch oben in der Wand bis gegen den Haggen hin verfolgt werden kann.

Die Fundstelle mariner Versteinerungen S vom Kubel und die entsprechende hoch oben am linken Ufer der Urnäsch sind schon erwähnt worden. Alle die Fundorte von Meeresversteinerungen vom Brand weg bis zur Urnäsch können nicht als reich an Spezies bezeichnet werden; sie würden wohl alle miteinander lange nicht so viel Ausbeute liefern, wie eine einzige der reichen Fundstellen in der obersten Meeresmolasse. Aber die erwähnten Lokalitäten im Wattwald, an der Sitter und Urnäsch sind deshalb wichtig, weil sie uns über die untere Grenze der Meeresmolasse sichern Aufschluss geben. Es ergibt sich aus ihnen, dass die marine Molasse nach Westen nicht so rasch abnimmt, als man bisher annahm.

Es wäre nun interessant, zu wissen, wie es bei Herisau mit dem Auskeilen steht, bezw. ob an der Glatt nur noch die obere Meeresmolasse vorhanden ist oder ob beide, durch Süßwasserbildungen getrennte Abteilungen der Meeresmolasse ungefähr gleich weit nach Westen sich erstrecken.

Obere Grenze der Meeresmolasse. Als obere Grenze der marinen Molasse kann im allgemeinen die mächtige Nagelfluhschicht betrachtet werden, welche von der Goldach an (W von Hinterhof) bis zur Eisenbahnbrücke an der Sitter sich verfolgen lässt, wenn sie auch da und dort auf grössere Strecken durch Gletscherablagerungen dem Auge verdeckt ist. Die grossen, durch Nagelfluhschichtflächen gebildeten nördlichen Abhänge des Hügels beim Grüttsteinbruch (mit dem Schiessstand), des Hagenbuchwaldes, des Harfenberges, der Berneck und Menzlen bilden also ungefähr das Dach der marinen Molasse.

Diese Grenznagelfluh ist allerdings nicht eine einheitliche Bank, sondern zeigt an ihrer Basis Wechsellagerung von Sandstein und Mergel mit kleineren Nagelfluhbänken. Doch erwies sich eine genauere Einzeichnung als unmöglich.

Es ist nun freilich nicht überall mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Grenznagelfluh noch der Meeresmolasse oder schon der obern Süßwassermolasse zuzurechnen sei. Gutzwiller hält, und wohl mit Recht, die Nagelfluh, auf welcher die Eisenbahnbrücke an der Sitter ruht, schon zur obern Süßwassermolasse. Wenn wir dennoch im grossen und ganzen die Grenznagelfluh zur Meeresmolasse ziehen, so bestimmten uns hiezu folgende Tatsachen.

In der Nagelfluh, welche im Grüttsteinbruch (NE Hof Tablat) zur Kiesgewinnung ausgebeutet wird, finden sich marine Petrefakten. Zahlreich sind hier in der Nagelfluh selbst wohlerhaltene Cardien. Selten sind andere Spezies;

doch fand sich auch *Pecten scabrellus*. Um im Steinbruch die Stelle zu finden, suche man in der Nagelfluh eine Schicht mit auffallend kleinen Geröllen, unter welcher eine mit merklich grösseren Geröllen folgt. Erst unter der letztern liegt die Cardien-Nagelfluh. Von den Geröllen und ihrem Zement heben sich die weisslichen Herzmuschelchen sehr schön und zierlich ab. Das interessante und eigenartige Vorkommnis, das auch von Prof. Früh in seiner Schrift über die Nagelfluh erwähnt wird, wiederholt sich im Aufschluss jenseits der Strasse, W von P. 697. Hier ist also die Grenznagelfluh unzweifelhaft marin.

Im Bachbett zwischen Flurhof und Hagenbuch trifft man auf der Nordseite des Strässchens, welches die genannten Örtlichkeiten verbindet, zahlreiche Meeresversteinerungen, namentlich Turritellen. Die versteinerungsführende Schicht, die auf der Nordseite des Strässchens im Bachbett nur noch auf kurze Strecke ansteht, nachher aber durch Gletscherschutt verdeckt wird, liegt stratigraphisch schon höher, als die mehrmals erwähnte Nagelfluh. Hier ist also nicht nur die Nagelfluh selbst noch marin, sondern sogar noch ein Teil der höher liegenden Schichten. Es ist dies die höchste Fundstelle (stratigraphisch), welche man in der marinen Molasse von St. Gallen kennt.

An der gleichen Lokalität kamen anfangs der neunziger Jahre bei Erstellung des Goldbrunnens auch unmittelbar S vom Strässchen zahlreiche Petrefakten zum Vorschein, darunter sehr schön erhaltene Steckmuscheln (*Pinna Brocchii*) und zahlreiche, das Gestein fast erfüllende Turritellen.

Weniger klar sind die Grenzverhältnisse an der Goldach. Die fragliche Nagelfluhbank ist dort eigentlich zweiteilig, denn von dem öbern, weit mächtigern Teil ist an der Basis eine kleinere Bank durch eine 2—4 m mächtige

Zwischenschicht von Sandstein und Mergel getrennt. Es ist nicht sicher, ob die wohl 12 m mächtige Nagelfluh noch marin ist. Nochmalige Nachsuche in der erwähnten Zwischenschicht wird hier vielleicht Gewissheit bringen. Wir fanden dort wohl ganz spärliche Reste von Versteinerungen, aber es waren durchaus unbestimmbare Trümmer.

Mächtigkeit der Meeresmolasse. Die allzu hohen Zahlen, welche hiefür angegeben wurden, hat Gutzwiller in der 19. Lieferung der Beiträge auf das richtige Mass zurückgeführt. Für die Mächtigkeit der Meeresmolasse an der Goldach gibt er 430 m an, welche Zahl mit Hilfe der Profile gewonnen wurde.

Auch an Hand unserer Karte lässt sich die Mächtigkeit ziemlich genau berechnen und zwar nach der Formel

$$m = d \sin \alpha + h \cos \alpha,$$

wobei

m = Mächtigkeit des zu messenden Schichtenkomplexes,

α = mittlerer Fall- oder Neigungswinkel,

h = Differenz der Meereshöhen zweier Punkte, von denen der eine auf der oberen, der andere auf der unteren Grenzschichtfläche des fraglichen Schichtenkomplexes liegt,

d = der auf einer Horizontalebene gemessene kürzeste Abstand der Projektionen zweier Geraden, welche man sich in der Streichrichtung durch die genannten zwei Punkte gezogen denkt.*)

d und h können der Karte entnommen werden, α ist natürlich direkt zu messen. Da an der Basis der Meeresmolasse die Schichten steiler fallen, als im Dach, so nimmt

*) In obiger Formel erhält der Ausdruck $h \cos \alpha$ das Pluszeichen, wenn der stratigraphisch höhere Punkt zugleich topographisch höher liegt.

man entweder das Mittel aus beiden Fallwinkeln oder misst den Fallwinkel in der Mitte der Schichten. Als mittlerer Fallwinkel darf für die marinen Schichten an der Goldach mindestens 23° angenommen werden.

Auf diese Weise erhalten wir für die marine Molasse an der Goldach eine Mächtigkeit von 450 m, welches Ergebnis von dem Gutzwiller'schen nur wenig abweicht.

Bei St. Gallen (Mühlenen bis Brandwald) mag die Mächtigkeit noch 400 m erreichen, an der Sitter von der Eisenbahnbrücke bis hinter die Kubelmühle mit Einschluss der Süsswasserzwischenlagerung ca. 320 m, wovon zirka 140 m auf das obere Helvetian entfallen und von dem Rest der grösseren Teil dem Süsswasserkomplex angehört, welcher oberes und mittleres Helvetian trennt.

Fossilien der marinen Molasse.

I. Pflanzliche Überreste.

Bekannt ist das reizende Bild, welches Oswald Heer in seiner „Urwelt der Schweiz“ von der Gegend südlich von St. Gallen entwirft. „Sie war mit immergrünen Kampher- und Lorbeerbäumen bewaldet, aber auch Nussbäume, Pappeln und Robinien, wie feinblättrige Akazien fehlten nicht. Mehrere Rietgrasarten und eine Art Rohrkolben deuten morastigen Boden an. Die Steingrube in der unmittelbaren Nähe von St. Gallen (Steingrübli, unter der Brauerei Bavaria) weist uns die Stelle, wo ein Bach, der von Süden her kam, in das Meer sich ergoss. Seine Ufer waren von Schilf- und Rohrkolben umsäumt, deren Reste wir jetzt in den Mergeln finden; aber auch der dreilappige Ahorn, eine Heidelbeerart, eine Stechpalme und einige Cornel- und Kreuzdornarten, deren Blätter uns dort begegnen, haben wahrscheinlich am Ufer gestanden, wo-

gegen ein paar steifblättrige Banksien (*B. helvetica* und *Deickei*) und Eichen (*Quercus sclerophyllina* und *elæna*) wohl auf dem weiter entfernten trockenen Land sich angesiedelt hatten.“ Die der obersten Meeresmolasse angehörende Fundstelle pflanzlicher Fossilien im Steingrübli, welche zu dieser Schilderung Anlass gab, ist schon seit vielen Jahren zugedeckt. Die seinerzeit gemachte Ausbeute hat Heer in seiner *Flora tertaria helvetica* beschrieben. Das folgende Verzeichnis der Arten ist der 19. Lieferung der Beiträge, Seite 52 (Gutzwiller) entnommen:

- Phragmites *œningensis*, A. Braun.
- Populus *salicina*, Heer.
- Quercus *elæna*, Unger.
 - „ *chlorophylla*, Unger.
 - „ *sclerophyllina*, Heer.
- Daphnogene *Ungeri*, Heer.
- Pimella *maritima*, Heer.
- Banksia *Deickeana*, Heer.
 - „ *helvetica*, Heer.
- Dryandrodes *lignum*, Ung.
- Vaccinium *acheronticum*, Ung.
- Cornus *Deickei*, Heer.
 - „ *rhamnifolia*, O. Weber.
- Acer *trilobatum*, Stb.
- Ilex *stenophylla*, Ung.
 - „ *sphenophylla*, Ung.
- Rhamnus *brevifolius*, A. Braun.
 - „ *deletus*, Heer.
 - „ *Rossmässleri*, Ung.

Aus den früher erwähnten „Beiträgen zur Tertiärfloren des Kantons St. Gallen“ von Dr. Robert Keller ergibt sich, dass diesem Verzeichnis noch beizufügen sind:

Sapindus undulatus, A. Braun (Jahresbericht 1890/91 der st. gallischen naturwissenschaftl. Gesellschaft, S. 107).

Myrica vindobonensis, Heer (Jahresbericht 1894/95 der st. gallischen naturwissenschaftl. Gesellschaft, S. 300).

Von andern Fundorten innerhalb der marinen Molasse sind bekannt geworden:

Lastrea stiriaca Ung., Riethäusle.

Cyperites Deucalionis Heer, Menzlen.

Poacites cæspitosus Heer, Freudenberg.

Carex tertiaria Heer, Freudenberg.

Sabal major Heer, Wattbach.

Myrica lignitum Saporta, Riethäusle.

„ *salicina*, Freudenberg.

„ *Studeri* Heer, Wattbachtobel, Menzlen.

Quercus chlorophylla Unger, Menzlen.

„ *Haidingeri* Ett., Herisau.

„ *elæna* Ung., Menzlen.

Sassafras Aesculapi Heer, St. Gallen.

Salix varians Gœpp., Menzlen.

„ *macrophylla* Heer, in Geröll bei St. Gallen.

„ *angusta* Braun, Grütli.

„ *tenera* Braun, Wattbach, Freudenberg.

„ *integra*, Wattbach.

Juglans acuminata Heer, Herisau, Menzlen.

„ *vetusta* Heer, Freudenberg.

„ *bilinica* Unger, Menzlen, Herisau.

Cinnamomum Buchii Heer, Menzlen, Riethäusle.

„ *Rossmässleri*, Freudenberg, Menzlen.

„ *Scheuchzeri*, Freudenberg, Grütli, Wattbach.

„ *lanceolatum* Heer, Wattbach, Menzlen, Freudenberg, Grütli, Urnäsch, Herisau.

- Cinnamomum subrotundum* Heer, Wattbach, Riethäusle.
„ polymorphum Heer, Wattbach, Menzlen, Riethäusle, Herisau.
Daphnogene Unger Heer, Wattbach.
Elæagnus acuminatus O. Weber, Grütli.
Styrax stylosa Heer, Menzlen, Freudenberg.
Cornus Studeri Heer, Wattbach.
„ rhamnifolia O. Weber, Menzlen.
Sapindus falcifolius Heer, Kubel a. d. Urnäsch.
Dodonæa helvetica spec. nova, Fundort nicht angegeben.
Rhamnus Decheni Weber, Menzlen.
„ Wartmanni Keller, Menzlen.
„ Rossmässleri Ung., Menzlen.
„ Gaudini, südlich von St. Georgen.
Rhus Meriani Heer, Mühlegg.
Colutea macrophylla Heer, Freudenberg.
Personia laurina Heer, Menzlen.
Dryandrodes banksiæfolia, Menzlen.
Echitonium Sophiæ Weber, Riethäusle.

Das vorstehende Verzeichnis stammt zum grössern Teil aus den „Beiträgen zur Tertiärfloren des Kantons St. Gallen“ von Dr. Keller (Jahresberichte 1890/91 und 1894/95 der st. gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft), zum kleinern Teil aus dem auf Seite 15/16 der 19. Lieferung der „Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz“ von Gutzwiller veröffentlichten Verzeichnis, das dem bekannten Werke von Heer „Flora tertiaria helvetica“ entnommen wurde.

Seit dem Erscheinen von Heers klassischer Arbeit und seit der Publikation des speziell die st. gallisch-appenzellische Molasse betreffenden Verzeichnisses durch Gutzwiller hatte sich ein ziemlich reiches und in mehrfacher

Beziehung interessantes Material tertiärer Pflanzenfossilien st. gallischen Ursprunges angesammelt. Herr Direktor B. Wartmann übergab dasselbe Herrn Rektor Dr. R. Keller in Winterthur, der die mühsame und schwierige Aufgabe der Bestimmung auf sich nahm und die Resultate in drei „Jahresberichten der st. gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft“ (1890/91, 1893/94 und 1894/95) unter dem Titel „Beiträge zur Tertiärflora des Kantons St. Gallen“ veröffentlichte.

Den Publikationen 1890/91 und 1894/95 wurden für obiges Verzeichnis natürlich nur diejenigen Spezies entnommen, welche von Fundorten unseres räumlich beschränkten Spezialgebietes stammen.

Die von Dr. R. Keller bestimmten Pflanzenfossilien waren nach und nach gesammelt worden von den Herren Gräminger, Haltiner, Singer, Wehrli, Kunkler, Deicke, Mösch, Tobler, Mettler, Brassel und den Verfassern.

Was die einzelnen Fundstellen anbetrifft, so sind die Bezeichnungen Menzlen, Riethäusle und Wattbach etwas ungenau und beziehen sich zum Teil auf die nämliche Stelle, nämlich auf die rechtsseitige, nach unsern Untersuchungen sicher noch zur Meeresmolasse gehörige obere Steilwand des Wattbaches unter Hofstetten. Doch auch östlich von der Gaiserbahn finden sich am rechtseitigen Steilhang dieses Baches hie und da schlecht erhaltene Pflanzenreste. — Die Fundstelle Freudenberg bezieht sich auf eine grobkörnige Sandstein-Zwischenlagerung in der Nagelfluh östlich vom Freudenberg.

Endlich ist hier noch eine Fundstelle zu erwähnen, welche nicht mehr auf unserem Kartengebiete, aber doch in unmittelbarer Nähe derselben liegt. Im Sommer 1894 erhielt nämlich Dr. R. Keller von Dr. med. Koller in Herisau

die Mitteilung, dass bei den Grabungen zum neuen Reservoir in Herisau eine mit Pflanzenresten durchsetzte Schicht aufgedeckt worden sei. Der ziemlich harte Mergel enthielt massenhaft Blätttereinschlüsse, nur zu reichlich, so dass das einzelne Blatt wegen der wirr über und unter ihm liegenden Blätter sich meist nicht in der wünschbaren Weise isolieren liess. Dennoch gelang es sowohl Herrn Dr. med. Koller als auch Herrn Dr. R. Keller selbst, eine Anzahl ziemlich gut erhaltener Einschlüsse zu sammeln und es gaben dieselben Anlass zu der im „Jahresbericht 1893/94“ erschienenen Publikation.

Das Verzeichnis, das eine Reihe für das Vereinsgebiet neuer Spezies aufwies, ist nach der Bestimmung von Dr. R. Keller folgendes:

- Linosporoidea populi* Keller.
- Myrica salicina* Ung.
- Quercus neriifolia* A. Braun.
- " *mediterranea* Ung.
- Salix varians* Gœpp.
- " *Lavateri* Heer.
- " *denticulata* Heer.
- " *angusta* A. Braun.
- " *tenera* A. Braun.
- Populus latior* A. Braun.
- " *balsamoides* Gœpp.
- Populus mutabilis* Heer.
 - a. f. *repando-crenata*.
 - b. f. *ovalis*.
- Populus Gaudini* Fischer.
- Juglans bilinica* Unger.
- Carya Heerii*.
- Cinnamomum Scheuchzeri* Heer.

- Cinnamomum lanceolatum* Heer.
 " *retusum* Heer.
 " *polymorphum* Heer.
 " *Buchii* Heer.
Cornus paucinervis Heer.
 " *rhamnifolia* O. Weber.
 " *Studeri* Heer.
Terminalia elegans Heer.
Sapindus densifolius Heer.
Celastrus Aeoli Ett.
 " *cassifolius* Ung.
 " *Elænus* Ung.
Rhus Meriani Heer.
Amygdalus pereger Ung.
Cassia Berenices Heer.

Auf Grund der zahlreichen miocenen Pflanzenreste hat Heer durch vergleichende pflanzengeographische Studien festgestellt, dass unser Vaterland zur Miocenezeit in klimatischer Beziehung den heutigen Südstaaten der Union (Louisiana, Florida, Georgia und Carolina, wie auch California) und den Mittelmeerländern glich. Die mittlere Jahrestemperatur betrug nach Heer

im Untermiocen $20-21^{\circ}$ C,
 im Obermiocen $18-19^{\circ}$ C.

Die Bäume mit immergrünem Laub überwogen in der Molasseflora an Zahl merklich diejenigen mit fallendem Laub. Die meisten und wichtigsten Typen der Molasseflora finden wir nach Heer in dem Erdgürtel, welcher zwischen des Isothermen von 15° und 25° C liegt und in diesem Gürtel ist wieder Amerika als die Weltgegend zu bezeichnen, deren Naturcharakter am meisten demjenigen unseres miocenen Landes entspricht.

Kohlenvorkommnisse sind in der Meeresmolasse nicht selten. Hierbei ist zu unterscheiden zwischen blosen Nestern, die nirgends von Bedeutung sind, und zusammenhängenden Schichtlagen (Flötzen), die leider in unserm Gebiet höchstens einige Centimeter Mächtigkeit erreichen, so dass von einem bergmännischen Betrieb keine Rede sein kann. Es sind folgende Stellen zu nennen: Seelaffe an der Goldach oberhalb der Martinsbrücke und in ihrem weiteren Verlauf, Speicherstrasse zwischen Wiesen und Kurzegg, Weierchen bei St. Georgen, Wattbach (rechtes Ufer in der Gegend von Zweibrücken und Nordmühle; diese Stelle wurde im Kleinen ausgebeutet), Sturzenegg (in der Nähe der Einmündung der Urnäsch). An der letztgenannten Stelle wurde früher ebenfalls gegraben.

Die in den Molassebildungen vorkommende Kohle, eine Braunkohle mit pechartigem Glanz, wird gewöhnlich als Pechkohle bezeichnet.

Bei nesterartigen Kohleneinlagerungen, die von eingeschwemmten Baumstämmen, Ästen etc. herrühren, erkennt man oft noch die organische Struktur.

Die in dünnern oder dickern Lagern vorkommende Kohle verdankt nach Gutzwiller ihre Entstehung Torfmooren, die nur relativ kurze Zeit bestanden. An der Sohle liegt oft Stinkkalk mit Süßwasserconchylien. Schwankungen des Meeresniveaus mögen zu solchen kleinen Süßwasserbildungen Anlass gegeben haben.

Tierische Fossilien.

An solchen ist die marine Molasse von St. Gallen ausserordentlich reich. Die Sammlung im hiesigen Museum wurde bestimmt von dem vorzüglichen Kenner der Molassefauna, Herrn Professor Dr. Ch. Mayer, und in den Jahren

1894/95 neu geordnet und aufgestellt. Als Sammler sind zu nennen die Herren Rietmann, Wild, Deicke, Kunkler und Miescher für die ältern Fundorte¹⁾, die Herren Bezirksförster Fenk, Prof. Dr. Steiger, Dr. C. Mettler und Ricklin in neuerer Zeit.

Weitaus die meisten Fossilien stammen aus den obersten Schichten der Meeresmolasse. Als Fundstellen aus dieser Etage sind zu nennen: das Strässchen von Untereggen nach Eggersriet, Goldachstollen, Goldachtobel an der Strasse von der Martinsbrücke nach Untereggen, wie auch zur Seite des Flussbettes selbst, Grütli-Neudorf, Hagenbuchwald, Muschelnberg im Hagenbuch (links und rechts des Bächleins), Speicherstrasse unmittelbar oberhalb der Einmündung der von Birnbäumen herkommenden Treppe, Reservoir an der Speicherstrasse, Felsenkeller an der Speicherstrasse, die Bachrunse östlich neben der Brauerei Bavaria, Goldbrunnen im Hagenbuch, Mühlegg (Felswand hinter den Häusern in der Nähe der Station), Mühlegg-Tunnel, Nest-Reservoir, Menzlen, Strässchen von Stocken nach dem Kubel, Gübsenmoos (östlich und südlich vom Weier).

Wo genügend grosse Entblössungen vorhanden, beobachtet man fast immer 2 bis 4 durch mehrere Meter mächtige leere Schichten getrennte petrefaktenführende Schichten.

Beim Bau des Mühlegg-Tunnels anfangs der neunziger Jahre erhielt das Museum nahezu 100 Spezies, gesammelt und geschenkt teils von Herrn Prof. Dr. Steiger, teils von

¹⁾ Noch früher hat neben Herrn Dr. Schläpfer auch Herr Zyli von St. Gallen im Steingrübli und im Hagenbuch Petrefakten gesammelt. Studer redet nämlich in seiner „Monographie der Molasse“ (Seite 381) von einer Sammlung von St. Galler Petrefakten, die das Berner Museum Herrn Zyli verdanke.

den Herren Mettler und Ricklin. Ausser einigen Raritäten (*Pleurotoma taurinensis*, *Cypræa amygdalum*, *Fasciolaria tarbelliana* etc.) kamen mehrere neue Spezies zum Vorschein, die von Prof. Ch. Mayer benannt wurden als *Lutraria fastidiosa*, *Scalaria paucilamella*, *Euthria striatnodosa* und *Euspatangus maximus*.

Die versteinerungsreichen Schichten im Mühlegg-Tunnel liegen teils über, teils unter der sog. Mühlegg-Nagelfluh, die sich vom Nordrande der Weier auf Dreibinden bis zur Station und weiter westlich verfolgen lässt, während sie im Osten, gegen Birnbäumen und Hagenbuch hin, bald verschwindet.

Im Frühjahr 1903 wurde am rechten Ufer des Bächleins im Hagenbuch ein Steinbruch geöffnet, der Versteinerungen in reichster Fülle liefert. Fast der ganze Fels ist aus Muscheln zusammengesetzt; Schnecken sind seltener. Cardien, Lutrarien, Venusmuscheln und grosse Panopäen, daneben auch Turritellen wiegen vor. Die Fundamentmauern der neuen Häuser im Hagenbuch sind zum Teil förmlich aus Muscheln aufgebaut und aus dem gleichen Material besteht der Körper der dortigen neuen Strassenzüge.

Im Sommer des gleichen Jahres wurden durch Sprengungen beim Reservoir an der Speicherstrasse, da, wo der Weg nach Dreibinden abzweigt, wieder die petrefaktenreichen Schichten der oberen Meeresmolasse entblösst. Es sind zwei durch mehrere Meter fast leeres Gestein getrennte, mit Petrefakten geradezu angefüllte Schichten zu beobachten, von denen die obere die mächtigere ist. Die grosse Panopäa Menardi kommt in beiden vor, daneben sind wieder Cardien und namentlich Lutrarien besonders häufig. Besonders schön aber sind grosse Blöcke einer etwas festeren Schicht mit zierlichen Turritellen. Mehrere solcher Blöcke wanderten bei diesem Anlass ins Museum.

An beiden Lokalitäten, an der Speicherstrasse wie im Hagenbuch, kann das Gestein als förmliches Muschelkonglomerat bezeichnet werden. Hie und da sind die Schalen noch ordentlich erhalten.

In der obern Meeresmolasse finden sich Geröllbänder, deren Kalkgeschiebe wie wurmstichig aussehen und im Innern Bohrmuscheln zeigen (*Sphenia* [*Saxicava*], *Lithodomus* etc.). Zwei solche Geröllbänder liegen zirka vier Meter von einander entfernt, über der dritten Nagelfluhbank, von der Eisenbahnbrücke an gerechnet, am Wege nach dem Kubel, ein anderes, in Heers „Urwelt der Schweiz“ erwähntes, das in und zwischen den Geröllen zahlreiche Petrefakten aufweist, trifft man unmittelbar neben der Brauerei Bavaria am westlichen obern Rande der dortigen Bachrunse. Ein vierter, weniger gut ausgeprägtes Geröllband mit Bohrmuscheln führenden Kalkgeschieben ist auf der Westseite der Speicherstrasse, zirka 50 m unter der Abzweigung des Weges nach Kloster Notkersegg zu konstatieren.

Im östlichen Teil des Hagenbuchwaldes, südlich vom Grütli, finden sich Petrefakten in der Nagelfluhschicht, die den Abhang mit dem Scheibenstand (nicht Schiessstand!) bildet und stratigraphisch der Mühlegg-Nagelfluh entsprechen dürfte. Die Nagelfluh ist hier oft ein förmliches Petrefakten-Konglomerat. Das Vorkommnis ist nicht zu verwechseln mit dem früher erwähnten Auftreten von Cardien in der Grenznagelfluh beim Grütli-Steinbruch.

Auch anderwärts finden sich Petrefakten im Bindemittel der Nagelfluh.

Zapfenzieherartig gewundene Steine, oft drei vollständige Umgänge aufweisend, trifft man in den mergeligen Schichten über und unter dem Steinbruch bei Becken-

halden (St. Georgen), ferner am rechten Sitterufer, südwestlich von P. 696 in den tiefsten Schichten der Meeresmolasse. Auch an der Goldach kommen diese merkwürdigen Schraubensteine vor, welche Heer als Muschelgänge anzusehen geneigt war. Eine genügende Erklärung ist bisher noch nicht gegeben worden. Im Martinstobel haben wir die genaue Stelle des Anstehens dieser interessanten Gebilde nicht auffinden können, obwohl das Museum schöne von dorther stammende Exemplare besitzt.

Verwandter Natur sind jedenfalls die sowohl in der oberen als in der tiefsten Meeresmolasse zahlreich vorkommenden zylindrischen Körper. Meist stehen sie fast senkrecht zur Schichtung, aber auch schiefe und liegende Stücke sind nicht selten. Der Durchmesser beträgt 1 bis 3 cm. Manche Exemplare sind kreuzförmig verzweigt, wobei die Kreuzungsstelle knotenartig angeschwollen erscheint.

Die Seelaffe und die westwärts in ihrem Streichen liegenden Schichten, sowie die noch tiefer liegenden Schichten weisen ebenfalls ziemlich zahlreiche Fundstellen auf, die meist im Abschnitt über die untere Grenze der Meeresmolasse schon erwähnt wurden und im übrigen aus der Karte zu ersehen sind.

Zirka 30 m südlich (stratigraphisch tiefer) von der Stelle, wo die Seelaffe im Flussbett der Goldach ansteht, findet sich eine zweite ähnliche Bank. Noch viel weiter südlich kommen am linken Ufer am Fusse einer interessanten Felswand in einem durch grünliche, graugrüne und graue Toneinlagerungen ganz gefleckten erscheinenden mergeligen Sandstein vereinzelte Cardien vor. Die Felswand zeigt, wenn nicht der Schein trügt, einen ganz auffallenden Übergang von massigem, kompaktem Sandstein zu einer Wechsellagerung von dünnen Mergelschichten

mit 5 bis 25 cm mächtigen Sandsteinbänken. In einem Winkel von 26° schneidet die Grenzlinie gegen den massigen Sandstein die wechseltäglichen, in grosser Zahl aufeinanderfolgenden Sandstein- und Mergelbänke, die zusammen wohl 20 m Mächtigkeit erreichen mögen. Wenn es sich hier wirklich um einen so auffälligen Übergang von Sandstein zu Mergeln handelte, so liessen sich Schlüsse auf die ablagernde miocene Strömung ziehen. Die Lokalität liegt ca. 350 m südlich der Martinsbrücke. Noch gegen 100 m weiter südlich liegt die tiefste Stelle, von welcher aus dem Goldachtobel Meeresversteinerungen bekannt geworden sind, wenn wir von den bis zur Grenze der untern Süsswassermolasse reichenden zahlreichen zylindrischen Körpern absehen.

Die Fundstelle der im Museum in wohlerhaltenen Exemplaren vorhandenen *Avicula Studeri* konnten wir nicht entdecken, obwohl Gutzwiller den ungefähr im Streichen der Seelaffe gelegenen Steinbruch im Schaugen hiefür angibt.

In dem nachfolgenden Verzeichnis der weitaus zum grössten Teil aus der obern Meeresmolasse stammenden Petrefakten haben wir für die im Museum vorhandenen Spezies die Fundorte beigefügt. Im übrigen folgten wir dem von Gutzwiller in der 19. Lieferung der „Beiträge“ veröffentlichten Verzeichnis, welches dem von Professor Dr. Ch. Mayer in der 11. Lieferung der „Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz“ publizierten „Verzeichnis der Versteinerungen des Helvetian der Schweiz und Schwabens“ entnommen ist. Wir fügten jedoch auch eine grössere Anzahl Spezies bei, die im Museum vorhanden, aber in Gutzwillers Verzeichnis nicht aufgeführt sind. Zum Teil sind es neue Arten, zum Teil mögen sie sich decken

mit denjenigen Spezies im erwähnten Verzeichnis, die dem Museum unter diesem Namen fehlen. Die beigefügten Arten sind mit * bezeichnet.

Abkürzungen der Fundorte.

U.E. = Strässchen zwischen Untereggen und Eggersriet.	
Ml. = Martinstobel.	Kl. = Kleinberg.
Mbr. = Martinsbrücke.	Tw. = Totenweier.
Sch. = Schaugen.	D. = Dreilinden.
Ph. = Philosophental.	M. = Mühlegg.
N. = Notkersegg.	Mt. = Mühlegg-Tunnel.
T. = Tivoli.	Gg. = St. Georgen.
Mb. = Muschelnberg im Hagenbuch.	Nr. = Nest-Reservoir.
H. = Hagenbuch.	R. = Riethäusle.
Hg. = Goldbrunnen im Hagenbuch.	K. = Kubel.
Fh. = Felsenkeller im Hagenbuch.	Sto. = Stocken.
Fs. = Felsenkeller an der Speicherstrasse.	S = Sitter.
St. = Steingrube.	Kr. = Krätzern.
Ort? = Im Museum vorhanden, aber ohne Angabe des Fundortes.	Hd. = Heinrichsbad.
Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass in diesem Verzeichnis der Fundorte mitunter mehrere Namen auf dieselbe oder auf eine ganz naheliegende Stelle sich beziehen. In vereinzelten Fällen wurden auch Fundorte ausserhalb unseres Kartengebietes berücksichtigt.	L. = Lutzenland bei Herisau.
	Sf. = Seelaffe.

Spongiarier.

- Cliona Duvernoyi, Nardo (Vioa).
 „ Nardoi, Mich. (Vioa). St.

Phytozoen.

- Ceratotrochus duodecimcostatus, Goldf. (Turbin). D.
 Cyathina clavus, Scac. (Caryophylla).
 Dendrophyllia amica, Mich. (Caryophylla). H. Fs.
 Phylloccenia thyrsiformis, Mich. (Styliina).
 Porites Collegnoi, Mich.

Gyrochorte Nægelii, May.

 ", minor, May.

Metrochorte Rietmanni, May.

*Horneria frondiculata, Lam. St.

Bryozoen.

Eschara reteporiformis, Mich.

Escharina celleporacea, Mich. St.

Membranipora Andegavensis, Mich.

Myriapora truncata, Blaino.

Alveolaria semiovata, Busk.

Mæandropora cerebriformis, Blaino.

Radiopora tuberosa, Mich.

Cellepora pumicosa, Lam.

Polytrema lyncurium, Lam. St.

 ", simplex, Mich.

Lunulites androsaces, Mich. St. Mb. Mbr. Fs.

Cupularia Cuvieri, Defr. (Lunulites).

 ", umbellata, Defr. (Lunulites). H. Fs.

Echinodermen.

Psammechinus mirabilis, Nicol. (Echinometra). Sto.

Schizaster Scillai, Ag.

Echinocardium Deickei, Des. K.

*Euspatangus maximus, May. Kr.

Brachiopoden.

Lingula ovalina, May. Fs.

Pelecypoden.

Anomia ephippium, L. Hd. St. S. Sto. K. St. Gg. M. Ml.

* ", Provincialis, May. Sto.

Ostrea (Gryphæa) cochlear, Poli. Ort?

* ", arenicola, May. Mbr. Fh. Ml.

 ", Boblayei, Desh. Mb.

**Ostrea caudata*, Münst. Ort?

- „ *crassicostata*? Sow.
- „ *crassissima*, Lam. Ml.
- „ *cucullata*, Born. Staad.
- „ *edulis*, L.
- „ *exasperata*, May.
- * „ *foveolata*, Eich. Ml. Mbr. S.
- „ *digitalina*, Dub.
- * „ *Gallensis*, May. St.
- „ *Gingensis*, Schl. (*Ostracites*). Ml.
- „ *hyotis*, L. (*Mytilus*).
- „ *neglecta*, Mich.
- „ *tegulata*, Münst. K. St. M. Mbr.

Plicatula mytilina, Phil.

- „ *ruperella*, Duj.

**Pecten benedictus*, Lam. Mt.

- „ (*Neithaea*) *Hermannseni*, Dunk. K. Sto. TW. Ml.
U.E. Sf. St. Mb. Fh. Mt. Nr.

- * „ (*Neithaea*) *Hermannseni*, var. *vindacinus*. Mt.
„ „ *solarium*, Lam.
- „ *palmatus*, Lam. Staad.
- „ *pusio*, L. (*Ostrea*).
- „ *scabrellus*, Lam. Mt. St. H. Mbr. Ml. K. Mt. Sto.
S. Mb.

- „ *scabriusculus*? Math.

* „ *ventilabrum*, Goldf. Ml.*Lima hians*, Gm. (*Ostrea*).

- „ *inflata*, Chemn. (*Pecten*). Fs. K.
- „ *Loscombi*? Sow.
- „ *squamosa*, Lam.

Perna Soldanii, Desh.**Avicula Gallensis*, May. Sch.

Avicula Crossei*, May. Mt.*„ (Meleagrina)* Studeri, May. Sch. K.*„ phalænacea*, Lam. Fh. Sch. St. S. Mt. Sto.*Pinna Brochii*, Orb. Mt. St. Fh. Sto. K. U.E. Hg.*„ tetragona*, Broc. T.*Mytilus Aquitanicus*, May.*„ oblitus*, Mich.*„ (Modiola) barbatus*, L. Fs. St. K.*„ (Modiola) Dolfusi*, May. K.*„ (Modiola) Escheri*, May. S. Nt. K. Sto.*Lithodomus candigerus*, Lam. (*Modiola*) St.*„ cinnamomeus*, Chemn. (Myt.). St. „ lithophagus* L. St.*Congeria Basteroti*, Desh. (*Mytilus*).*Arca barbata*, L.*„ diluvii*, Lam.*„ Fichtelii*, Desh. M. Fs.*„ Helvetica*, May. N. M. Sto. S.*„ imbricata*, Brug.*„ lactea*, L.*„ polymorpha*, May.** „ Turonica*, Duj. M.*„ variabilis*, May.*Pectunculus Gallicus*, May.*„ glycineris*, L. Mb. H. K. St.*„ inflatus*, Broc.*„ obtusatus*, Partch. Riethäusle.*„ stellatus*, Gm. Ml.*„ violaceascens*, Lam. Ml. H.*Trigonocælia aurita*, Broc.*„ minuta*, Phil.*Leda clavata*, Calc.

Leda fragilis, Chemn.

„ *nitida*, Broc.

„ *pella*, L.

Nucula Coboldæ? Sow.

„ *Mayeri*, Hœrn.

„ *nucleus*, L.

**Cardita affinis*, Duj. Fs.

„ *antiquata*, L. Ort?

* „ *calyculata*, L. St. Sto.

„ *corbis*, Phil.

„ *crassicosta*, Lam. St. Sto.

„ *intermedia?* Broc. Fs.

„ *Jouanneti*, Bast. Mb. Sto. H. Nr. Ko. Kr.

„ *monilifera*, Duj.

„ *radians*, May. St. Mt.

„ *sabricosta*, Mich. Sto. St.

„ *trapezia*, L.

Woodia digitaria, L.

Solenomya Doderleini? May.

Lucina Agassizi, Mich.

„ *borealis*, L. Fs.

„ *columbella*, Lam. Sto.

„ *dentata*, Bast. Fs.

„ *divaricata*, L.

„ *exigua*, Eichw.

„ *incrassata*, Dub.

„ *lactea?* L.

„ *miocœnica?* Mich.

„ *multilamellata?* Desh.

„ *spinifera*, Mont.

„ *transversa*, Bronn.

* „ *Wildi*, May. Fh.

Ungulina unguiformis, Bast.

Diplodonta rotundata, Mont. St.

 " *trigonula*, Bronn.

Chama gryphina, Lam. St. Mt. Gg. M. S. K. Sto. D. Mb.

* " *gryphoides*, L. St.

Cardium Burdigalinum, Lam. Mb. St. H. Fs. Mt. Nr. Sto.

* " *commune*, May. St. Sf.

* " *Clodiense*, Ren. St.

 " *costatum*? L.

 " *crassum*, Defr.

 " *Darwini*, May. Fs. Mt. U.E. T. M. Mb.

 " *discrepans*, Bast. St. Mb. K. Sto. Fs. M. S. Mt.

 " *echinatum*, L.

 " *edule*, L. St. Fs. Sto. H. St. M. Nr.

* " *Gallense*, May. Mt.

 " *Grateloupi*, May. Ort?

 " *hians*, Broc. St. Sto.

 " *lapicidinum*, May. St. Mb. Mt.

 " *multicostatum*, Broc. St. M. Fs. Fh. Mb. Mt.

 " *Nr. Sto. U.E. Kr. S.*

 " *papillosum*, Poli. Fs.

 " *præcellens*, May. Mb. St. Fs. K. H. Nr.

 " *tuberculatum*, L.

Cypricardia Deshayesi, May.

Isocardia Burdigalensis, Desh.

 " *cor*, L.

Cyprina Agassizi, May.

Circe minima, Mont. St.

* *Cytherea crassissima*, May. St.

* " *Helvetica*, May. H. St.

 " *rudis*, Poli. St.

Artemis Adansoni, Phil. Fs.

- **Artemis Africana*, Gray. Fs. H. T. Ml.
- * " *exoleta*, L. St.
- " *lincta*, Penn. Fs. T. St.
- Lucinopsis Lajonkairei*, Payr. K.
- Venus Brocchii*. Ml. H. U.E. Mt. Fs. T. Gg. M. St. Nr.
- * " *Basteroti*, Desh. H.
- * " *crassissima*, May. St.
- * " *casina?* St. Fs.
- * " *clathrata*, Duj. Fs.
- * " *fasciculata*, Re. St.
- * " *islandicoides*, Lam. Mt.
- " *multilamella*, Lam. Gg. St. K. H. M. Fs.
- * " *nux*, Gm. Mt. St.
- " *ovata*, Paun.
- " *plicata*, Gm. Fs. St. M. Sto. Mt.
- * " *pedemontana*, Lam. St. H. M.
- " *rusticula*, May.
- " *umbonaria*, Lam. T. H. K. Mb. St. Nr.
- " *verrucosa*, L.
- " *Vindobonensis*, May.
- **Tapes Gallensis*, May. M. K. St.
- " *Helvetica*, May. Kleinberg St. T. Mt. Gg. K. Sto.
- L. Hd. Fs. Nr. H.
- " *Helvetica* var. *crassissima* May. Sto. St.
- " *puella?* May.
- " *vetula*, Bast. H. Mb. U.E. Fs. St. Mt. M. Nr. K.
- St. T.
- Petricola lithophaga*, Retz.
- Donax lucidus*, Eichw.
- " *transversus*, Desh.
- Psammobia incornata*, Penn. H. Fh. M.
- " *Labordei*, Bast.

Psammobia vespertina? L.

Strigilla carnaria, L.

Tellina crassa, Penn.

 " *compresa*, Broc.

* " *distorta*, Broc. R.

 " *donacina*, L. Fs.

 " *elliptica*, Broc. M. St.

 " *exigua?* Poli.

 " *facilis*, May.

* " (*Fragilia*) *fragilis*. Mb.

 " *incarnata*, L. H.

 " *lacunosa*, Chemn. M. Sto. St.

 " *nitida*, Poli.

 " *planata*, L.

 " *strigosa*, Gm.

 " *ventricosa*, Serr.

Gastrana fragilis, L.

Scrobicularia plana, Dacosta.

Syndosmya obovalis, Wood. Fs.

Ervilia pusilla, Phil.

Mactra Adansoni, Phil.

 " *antica*, May. Gg. H. M. Ph. Sto. St.

 " *Basteroti*, May.

 " *facilis*, May.

 " *Gallensis*, May. H. St.

 " *Helvetica*, May. H. Sto. Ko.

 " *Rietmanni*, May. H. M.

 " *striatella*, Lam.

* " *subtruncata*. M.

 " *triangula*, Ren. Sto.

 " *Turonica*, May. M.

Lovellia consobrina, May.

Deickea Gallensis, May.

" *Rietmanni*, May. Fs.

Estonia mitis, May. St. Sto.

" *rugosa*, Chemn. St. Ml.

* " *Turonica*, May. Ort?

Lutraria ambigua, May.

" *arcuata*, Desh. Ort?

" *cuneata*, May. S. Ko. T.

" *Deickei*, May. Mt. Fh. Sto.

" *dissimilis*, Desh. T.

" *elliptica*, Boissy. T. H.

* " *fastidiosa*, May. Mt.

" *Græffei*, May.

" *Hœrnisi*, May. Fh.

" *latrix*, May. H. Fh. Mb. St. T.

" *latissima*, Desh. Sto. T. Fh. H. St. Fs. M. Mt.

" *mutata*, May. Mt. Fs. M. Fh.

" *oblonga*, Chemn. H.

" *ovalis*, May. Mt. Mb. Sto. H.

* " *partim sulcata*. H.

" *Rietmanni*, May.

" *sanna*, Bast. St. Fh. H. T. H. Mt. Nr. Sto. K.

* " *turgida*, May. H.

" *scalprum*, May. Fh. L. Fs. St.

* " *semimutata*. T.

" *Sieboldti*, Desh. M.

" *Stockensis*, May. T. Sto. K. H.

" *tellinaria*, May. Sto.

" *Wartmanni*, May. St.

* " *(Metabola) Wildi*, May. Nr.

" *(Metabola) Gallensis*, May. U.E. St. H. Mb. Mt.
Nr. Sto. K. Hd.

- **Metabola mixta*, May. L. K.
Pholadomya alpina, Math. T. Fs. Mbr. Fh. St. Mt. Sto.
 " *rectidorsata*, Hœrn. Mbr.
- **Thracia anceps*, May. H.
 " *angusta*, May.
 " *convexa*, Wood. Fs. Mt. H.
 " *corbuliformis*, Desh.
 " *elliptica*, May.
 " *Gallensis*, May.
 " *inflata*, Sow.
 " *plicata*, Desh. H.
 " *pubescens*, Pult. St.
 " *rostralis*, May. Fh.
 " *Wartmanni*, May.
 " *Wildi*, May.
- Pandora inæquivalvis*, L. Fs. K. Sto. Fs.
 " *oblonga*, Phil. Mt. Fs.
 " *pinna*, Mont. Fs.
- Corbula Basteroti*, Hœrn.
 " *gibba*, Olivi. Fh. Fs. K. St. S.
 " *revoluta*, Broc.
- Corbulomya complanata*, Sow.
- Sphenia anatina*, Bast. (Saxicava). St. Sto. K.
- Panopæa abbreviata*, Valenc.
- * " *Americana*, May. St.
 " *australis*, Sow. Fs.
 " *declivis*, May. St.
* " *Eichwaldi*, May. Fs.
 " *filiola*, May.
 " *glycimeris*, Born.
 " *Helvetica*, May.
* " *intermedia*. Mbr. St. Mb.

**Panopaea latirugata*? May. Ort?

- " Menardi, Desh. St. H. Fh. U.E. Gg. Nr. Sto. M. K.
 " Norwegica, Spengl.
 " notabilis. May. Mbr.
 * " reflexa, May. H. Mb. Fs. St. Mt.
 " Rietmanni, May. Fh. Mt.
 * " Rudolphi, Eichw. Mt. T.
 " subalpina, May.
Saxicava aretica, L. St.
Cyrtodaria Nysti, May.
Psammosolen coarctatus, L.
 " strigilatus, L.
Polia legumen, L. St. Fs. M.
Ensis magnus, Schum. St.
 * " Hausmanni, Phil. St. Sto.
 " Rollei, Hœrn.
Cultellus pellucidus, Penn.
Solen Deickei, May. St.
 " siliqua, L. Fs. Fh. St. Sturzenegg.
 " vagina, L. Mb. St. H. St. K.
Pholas cylindrica, Lam. Ml. Mbr. U.E. M.
 " rugosa, Broc. Sto. St.
 " (Jouanetti) semicaudata, Desm. St.
Teredo Norwegica, Spengl. St. M.
Gastrochœna dubia, Penn. St.
 " intermedia, Hœrn. St.
Clavagella baccillum, Broc. H. St. Mb. Fs. K. Mt.
 " Brocchii, Lam. St.

Gastropoden.

- **Dentalium Burdigalinum*, May. St.
 " incrassatum, Sow.

- Dentalium mutabile, Doderl. K. St. Fs.
 , sexangulare? Gm.
- *Fissurella græca. L. Mt.
 , Italica, Defr. Fs. Mt. M. D.
 Hipponyx sulcatus, Bors. (Patella).
 Pileopsis Hungaricus, L. (Patella).
 Crepidula unguiformis, Lam. D. St.
 Calyptræa chinensis, L. (Patella). Sto. Mb. St. M. Mt.
 K. H. Ml.
 , deformis, Lam. Ml. Mb. H. St. Mt. M. Gg.
 K. Fs. S. N.
 , depressa, Lam. Mb. N. Fs. K. H. St. Mt. Sto.
 * , intermedia, May. Mt. Sto.
 , ornata, Bast.
- Serpulorbis arenarius, L. (Serpula). D. St. Gg.
 Vermetus intortus, Lam. (Serpula). St.
 Siliquaria anguina, L. (Serpula).
 Turritella Archimedis, Brongn. Ml. St. Sto.
 , bicarinata, Eich. M. Fs. St. H. St.
 * , cochlea. Re. St. Sto.
 , Desmaresti, Bast. Gg. St. K.
 , Doublieri, Math. Ml. H. Gg. L. K. St. M. Mt.
 Fs. Sto.
 , incrassata, Sow.
 * , rediviva, May. N.
 , Riepeli, Partsch. Mb.
 * , spiralis? Broc. Sto.
 , strangulata, Grat.
 , subangulata, Broc. St. Fs. K.
 , terebralis, Lam. Fs. Gg. M. St. K. Sto.
 , triplicata, Broc. St. Gg. H. Sto. Mt. Nr. Mb.
 , turris, Bast. H. Mb. St. Fs. M. N. Sto. K. Mt.

- Turritella varicosa*, Broc.
 * " *vermicularis*, Broc. St.
Proto cathedralis, Brongn. Mt.
 * *Scalaria paucilamella*, May. Mt.
 " *pseudo-scalaris*, Broc.
Mathilda quadracarinata, Broc. Fs.
Adeorbis planorbillus, Duj.
 " *subcarinatus*, Brown.
Melania Escheri, Brongn. St.
Melanopsis impressa, Krauss.
Bithynia acuta, Drap. St.
Niso eburnea, Risso.
Pyramidella unisulcata, Duj.
Tornatella papyracea? Bast.
 " *semistriata*, Fér.
Auriculina buccinea, Broc.
Solarium carocollatum, Lam.
 " *simplex*, Bron. Kr. K. Sto.
Auricula oblonga, Desh. K. St.
Cassidula umbilicata, Desh. K. St.
Alexia Gallensis, May.
Helix deflexa, Braun. Mbr. St.
 " *maguntina*, Desh.
 * *Clausilia Helvetica*. Sitter-Bahnbrücke.
 " *maxima*, Grat.
Cyclostoma elegans? Drap.
Turbo muricatus, Duj. St. Gg. D.
 * *Delphinula Gallensis*, May. St.
 " *Schlæpferi*, May.
 * *Trochus biangulatus*, Eichw. St.
 " *cingulatus*, Broc. N. Mt. Ml. H. Fs. K. St. Sto.
 " *cineriiformis?*

Trochus conulus? L. Mbr. St.

- „ *lapicidinus*, May.
- „ *miliaris*, Broc. St. Fs. Mt.
- „ *patulus*, Broc. St. Mb.

Clanculus cruciatus, L.

Xenophora Helvetica, May. St. Mt.

Natica Burdigalensis, May. Ml. Gg. Mt. Mb. H. D. St.
K. Sto.

- „ *eburniformis?* Grat.
- „ *helicina*, Broc. Mb. Fs. St. Sto. Mt. K. Gg. M.
- „ *Josephinæ*, Risso. Mt. Sto. N. Mb. H. St.
- „ *millepunctata*. Fs. K. Mb. M. St.
- * „ *neglecta*, May. St. K. Gg.
- „ *redempta?* Mich. M. St. Gg.
- „ *Laucatsensis*, May. H. St. M.
- „ *sulcata*, Grat.
- „ *tigrina*, Defr. Mb. St. K. Fs. Gg. M. Mt. Hd.

**Natica Volhynica*, Orb. St.

**Sigaretus affinis*, Eichw. Mt. Kr.

- „ *clathratus*, Recluz.
- * „ *Grayii*. H. Sto. Mb. S. St.
- „ *haliotoideus*, L.

**Cancellaria Bellardii*. Mt.

- „ *ampullacea*, Broc.
- „ *cancellata*, L. Fs.
- „ *callosa*, Partsch. St. Mt.
- „ *contorta*, Pusch. M. St.
- * „ *Geslini*, Bast. Kr. H. M. Fs.
- * „ *inermis*, Partsch. Mt.
- * „ *mitræformis*, Ag. St.
- „ *piscatoria*, Gm.
- * „ *scabra*, Desh. Ml.

Cancellaria umbilicaris, Broc. Mt.

- " *uniangulata*, Desh.
- " *varicosa*, Broc. M.
- " *Westi*, Bast. Mt. Sto. H.
- " *Wildi*, May. Ort?

Cerithium puctum, Defr.

- " *salmo?* Bast.
- " *scabrum*, Olivi.
- " *vulgatum*, Brug.

Fusus Burdigalensis, Defr. Fs. H. Mb. M. Sto. K. Mt. Gg.

- " *glomus?* Gené.
- * " *inconstans*, Desm. H.
- " *mitriformis*, Broc. Fs. St. D.
- " *rostratus*, Olivi.
- " *Valenciennesi?* Grat. Mt. D.
- " *virginius*, Grat. Mt. Fs. St. Tw.

Pirula cornuta, Ag. H.

- " *rusticula*, Bast. Mt. S. Kr. Mbr.

Triton Tarbellianum, Grat.

Murex angulosus? Broc.

- " *Aquitanicus*, Grat. St.
- " *brandaris*, L. Ml.
- " *craticulatus*, Broc. Gg. Sto. Mt. Kr.
- " *cristatus*, Broc.
- " *imbricatus*, Broc.
- * " *Partschi*, Hœrn. St.
- " *pyramidatus*, Desh. St.
- * " *Sedgwicki*, Hœrn. Ort?
- * " *striaformis*, Grat. K. S. St.
- * " *subasperimus*, Grat. K. S. St.
- " *sublavatus*, Bast. St. St.
- " *trunculus*, L.

Murex vaginatus, Phil.

 " *ventricosus*, Hœrn.

**Anura inflata*, Broc. Mt.

Pleurotoma asperulata, Lam. Fs.

calcarata, Grat. N.

* " *Chinensis*. Fs.

* " *consimilis*, Bell. Kr.

* " *Desmoulini*, Grat. Ort?

 " *gradata*, Defr. D. Fs.

 " *granulato-cincta*, Münst. Mt. St.

 " *Helvetica*, May. H. Fs. D. Mt.

 " *intermedia*, Bronn. St. M. Mt. Fs.

* " *Jouanetti*. St. Fs. M. K.

 " *interrupta*, Broc. St. Fs. Gg. Sto. Mb. K.

 Mbr. N. M.

 " *Mortilleti*, May. Sto.

* " *obeliscus*, Dem. M.

 " *pustulata*, Broc.

 " *ramosa*, Bast. K. D. L. Fs. Mt. St. N.

 " *Schreibersi*, Hœrn. Mt. H.

 " *semimarginata*, Lam. D. St. Gg.

 " *(Defrancia) strombillus*, Duj. Fs.

* " *striatula*, Lam. Ort?

* " *Taurinensis*, May. Mt.

 " *turricula*, Broc.

 " *terebra*, Bast.

**Euthria striato-nodosa*, May. Bavaria.

Conus Aldrovandii, Broc. Nr.

 " *antiquus*, Lam.

 " *betuliniformis*, Lam.

 " *Borsoni*, May. K. L.

* " *Brocchii*, Bronn. D. H.

Conus canaliculatus, Broc. D.

- " *clavatus*, Lam. Nr. D. K. Sto. M. Gg.
- " *Escheri*, May. Nr.
- * " *Mercatii*, Broc. M. Sto. St.
- " *Noæ*, Broc. Sto. S. Kr.
- " *pelagicus?* Broc. Sto. Gg.
- " *ponderosus*, Broc. S. Kr. Gg.
- " *Puschi?* Mich.
- " *ventricosus*, Bronn.

**Pereiræa Bredai*, Mich. M.

Ficula Agassizi, May. Gg. M. Fs. Sto. Mb. H. Mt.

- " *Burdigalensis*, Sow. Mt. K. St. Sto. H. M. N.
- " *condita*, Brongn. Mt. Mb. St. Nr. S. Sto. K. M. H.
- " *intermedia*, E. Sism. Mt. Nr. H. Sto. St. Mb. K.
N. D.

Oniscia cithara, Broc.

Cassis saburon, Brug. St. Mt. Sto. H. K. N. Mb. Fs.

- " *striatella*, Grat. M. D. H.
- " *variabilis?* Bell. Mich.

Buccinum baccatum, Bast. Sto. Mt. H. N. Sto. St.

- " *Caronis*, Brongn. S. Mt. Mb. H. K. S. St.
- " *conglobatum*, Broc.
- " *costulatum*, Renieri.
- " *duplicatum*, Sow. Sto. Gg. St. S. Mb. Mt. Kr.
Fs. H. Hd.
- " *Galliculum*, May.
- * " *(Nassa) instabilis*, Bell. Mt.
- " *Helveticum*, May. M. N. St. Fs. K. Mt.
- " *limatum*, Chemn. K. Fs. Gg.
- * " *miocenicum*, Mich. St.
- " *mutable*, L.
- " *polygonum*, Broc. M. Mt.

- Buccinum serratum? Broc.
- * " spectabile. H.
- " ventricosum, Grat. K. Gg.
- *Nassa Rosthorni, Partsch. Mt.
- Terebra Basteroti, Nyst.
- " cinerea, Born.
- *Columbella Borsoni, Bell. Gg. Fs. St.
- " curta? Duj. St.
- " nassoides, Bell.
- " Turonica, May. St. Fs.
- Mitra fusiformis, Broc. K. Mb. Sto. Kr. N. St.
- " scrobiculata, Broc. St.
- " striatula, Broc. Mb. Sto. Mt.
- Erato laevis, Sow. St. Fs.
- Cypræa elongata, Broc. D.
- * " amygdalum, Broc. D. Mt.
- Ancillaria glandiformis, Lam. Sto.

Cyrrhopoden.

- *Balanus oblique-striatus, Fisch. St. Mb.
- " palmatus, Lam.
- * " porcatus, Bronn. Ort?
- " sulcatus, Brug. St. Sto. K. S. N. Mb.
- " tintinnabulum, L. Mt. N. K. St. Gg. Mb.
- " undulatus, Fischer.

Crustaceen.

Cancer Rietmanni, May.

Fische.

- Lamna contortidens, Ag. St. Mbr. Sto.
- " cuspidata, Ag.
- Oxyrrhina hastalis, Ag.

Carcharodon polygurus, Ag. Sturzenegg.

Notidanus primigenius, Ag.

Sparoides Quenstedti, May.

Die vereinzelten Süßwasser-Spezies des obigen Verzeichnisses beziehen sich auf Exemplare, die, teils vom Lande her eingeschwemmt, in wirklichen Meeresbildungen (Strandbildungen) neben marinen Spezies gefunden wurden, teils aus Süßwasserbildungen innerhalb der marinischen Molasse stammen. Im Nagelfluh-Bruch östlich der Gaiserbahn bei Riethäusle findet man deutliche *Helices* in einer ca. 3 m mächtigen, aus bläulichem, brüchigem Kalkmergel bestehenden Zwischenlagerung innerhalb der Nagelfluh. Marine Spezies fehlen hier — es handelt sich um eine lokale Süßwasserbildung, während z. B. im Wattwald und in der Steingrube neben durchaus vorherrschenden Meeresversteinerungen nur ganz vereinzelt Süßwasserschnecken gefunden werden.

III. Die obere Süßwassermolasse.

(Öningerstufe.)

Von der Grenz-Nagelfluh gegen die Meeresmolasse bis nach Edliswil in der NW-Ecke unserer Karte mag die obere Süßwassermolasse immerhin noch eine Mächtigkeit von zirka 1000 m aufweisen. Sie ist zum weitaus grössten Teile von Gletscherablagerungen bedeckt; doch sind letztere vielerorts so wenig mächtig, dass die Molasse, abgesehen von den grössern Entblössungen an der Sitter, Steinach und Goldach, Bruggwald-Peter und Paul, am Tiefenbach und im Bernhardzellerwald, auch sonst noch an zahlreichen Stellen sich konstatieren lässt. Die Aufzählung dieser Stellen kann hier füglich unterbleiben, da die Karte hierüber Aufschluss gibt.

Die Sandsteine treten gegenüber den **Mergeln** zurück. Nur wenige kleinere Brüche auf Sandstein finden sich in diesem Gebiete, denn das Gestein ist im allgemeinen von geringer Festigkeit und als Baustein nicht begehrte. Die Sandsteine der obren Süsswassermolasse sind grau bis gelbgrau und brausen in Säure stark, da kohlensaurer Kalk das Bindemittel bildet und auch in Gestalt von Körnchen an der Zusammensetzung beteiligt ist. Den Rückstand bilden „glasglänzende, farblose oder schmutzige gelbe, durchsichtige bis durchscheinende Quarzkörner, rote Körner von Feldspat oder Quarz, wenig dunkelgrüne Körnchen, wie sie im Sandstein der marinen Molasse häufig beobachtet werden, einige helle Glimmerblättchen und mehr oder weniger graulicher Schlamm, wahrscheinlich von beigemengter Tonerde herrührend“ (Gutzwiller, 19. Lieferung, Seite 64).

Ein kleiner, in neuester Zeit erschlossener Bruch westlich der Ziegelei Bruggwald unter dem Wildpark liefert Steine von ziemlicher Festigkeit.

So charakteristische Sandsteinarten wie der subalpine und granitische Sandstein in der untern Süsswassermolasse oder der Plattensandstein in der Meeresmolasse sind in der obren Süsswassermolasse nicht mehr anzutreffen. Man wird die Sandsteine dieser Stufe in diejenige Hauptabänderung einzureihen haben, welche Studer als „gemeine Molasse“ bezeichnet. Logischerweise müsste man eigentlich hinsichtlich der Zusammensetzung nur zwei oder höchstens drei Hauptarten des Sandsteins unterscheiden, nämlich kalkreichen (Appenzeller- oder subalpinen Sandstein, Schlammprodukt der Kalknagelfluh), sodann silikatreichen (granitischen) Sandstein (Schlammprodukt der bunten Nagelfluh) und endlich tonreichen (mergeligen) Sandstein, welch

letzterer namentlich all die zahlreichen Übergangsformen zwischen Sandstein und eigentlichen Mergeln umfassen würde. Solche Übergänge sind gerade auch in der obern Süsswassermolasse sehr häufig.

Knauersandstein in wenig mächtigen Schichten zeigt sich hie und da, z. B. im Hätterenwald.

Die Mergel der obern Süsswassermolasse zeigen etwas mehr Abwechslung, namentlich in der Farbe. Wir treffen rote und violette Mergel in den tiefsten, an die Meeresmolasse angrenzenden Schichten (sehr schön z. B. von der Sitterbrücke zwischen Stocken und Kräzern an den Uferwänden der Sitter zu beobachten). Gelbliche, rötlichgelbe, graue, gelblichgraue, grünliche, bläuliche Farbe rechtfertigen den Namen „bunte Mergel“. Die roten, violetten und grünlichen Mergel erinnern in ihrer Farbe manchmal an ein viel älteres Gestein, den Verrucano.

Recht häufig und in den grössern Aufrissen meist wiederholt auftretend, sind Bänder von schwärzlichen, bituminösen Mergeln, die sich von der gelbgrauen Umgebung scharf abheben. Sie enthalten meist Schneckenschalen, seltener auch Pflanzenreste. Farbe und Bitumengehalt röhren wohl von den organischen Stoffen her.

Die Mergel zerbröckeln leicht; niemals bringt man ein grösseres zusammenhängendes Stück heraus. Die Ablösungsflächen glänzen fettig.

In der Zusammensetzung zeigen sich bedeutende Schwankungen, je nach dem Ton- und Kalkgehalt.

Am östlichen Rande des Bruggwaldes werden die Mergel für die benachbarte Ziegelei in grossem Massstabe ausgebeutet.

Süsswasserkalk kommt da und dort vor, aber nirgends in grösserer Mächtigkeit. Eine Schicht von $\frac{1}{2}$ bis 1 m

Mächtigkeit, die sich zu beiden Seiten des Tiefenbach-tobels verfolgen lässt, trifft man zwischen Sitterbrücke und Ebnat an der Strasse nach Engelburg.

Die Nagelfluh der obern Süsswassermolasse tritt von Stocken weg bis nach Edliswil in mindestens zwölf zum Teil noch ziemlich mächtigen Bänken auf, nimmt also einen bedeutendern Anteil am Aufbau dieser Stufe, als man bisher annahm.*)

Den Rücken des Geissberges (668 m) bei Kräzeren möchte man bei oberflächlichem Anblick für einen Moränen-wall halten. Allein eine Begehung desselben zeigte uns, dass Sandsteine und Mergel des linken Steilufers der Sitter bis zur Höhe des Rückens reichen und noch mehr wurden wir überrascht, als der Bewohner des am Westhange liegenden Häuschens (südlich vom „i“ im Wort Geissberg) uns versicherte, in seinem Keller sei Nagelfluh. Es war tatsächlich so; es fand sich da richtige tertiäre Nagelfluh an-stehend, nicht etwa nur fest verkitteter glacialer Schotter.

Im Gebiet der Süsswassermolasse östlich von Peter und Paul und von Wittenbach tritt dagegen die Nagel-fluh gänzlich zurück. Höchstens finden sich noch schwache Geröllbänder und Übergänge zu grobkörnigem Sandstein.

Auskeilen und Wiederaufauchen einer Nagelfluhbank beobachtet man an der Strasse von der Sitterbrücke nach Engelburg neben dem Tiefenbach.

Besondere Erwähnung verdient die Abtwiler Nagel-fluh, die im Bruche an der Strasse östlich des Dorfes aus-

*) Hier ist, obwohl nicht speziell die Nagelfluh der obern Süsswassermolasse betreffend, nachzutragen, dass Herr Konser-vator Bächler in der Nagelfluh der Umgebung von St. Gallen eine Anzahl Gerölle gesammelt hat, welche die bekannten Quetschungen und Rutschstreifen in ausgezeichneter Weise zeigen und von Prof. Heim wahre Prachtstücke genannt wurden.

gebeutet wird. Gutzwiller hat den Zusammenhang dieser Kalknagelfluh mit der als Appenzeller-Granit bezeichneten eigentümlichen Nagelfluhschicht festgestellt, welche über Rosenburg bei Herisau, Bistricht bei Degersheim, St. Loretten bei Lichtensteig, Tweralp und Laupen bei Wald bis nach Feldbach am Zürichsee sich verfolgen lässt. Er konnte sie für diese ganze Erstreckung ziemlich genau in die geologische Karte (Blatt IX, 1 : 100,000) eintragen. Seine Beschreibung des eigentümlichen Vorkommnisses findet sich in der 14. Lieferung der „Beiträge“, S. 29/31.

Auch Früh hat den Appenzeller-Granit näher untersucht und ihm in seiner schon erwähnten Schrift über die Nagelfluh einen eigenen Abschnitt gewidmet (Neue Denkschriften, Band XXX, Seite 78/79).

Dem irreführenden Namen Appenzeller-Granit wäre die auch übliche Bezeichnung „Degersheimer Kalknagelfluh“ entschieden vorzuziehen. An der Zusammensetzung beteiligen sich schwarze und dunkelgraue Kalke, gelblich-graue und gelblich-verwitternde Kalke und Dolomite, so dann auch Hornsteine; selten sind Glimmerquarzite, Granite und andere kristallinische Gesteine. Die Grösse der Gerölle schwankt im typischen Gestein, wie es im Bistricht bei Degersheim auftritt, von Erbsen- und Bohnen- bis Nussgrösse.

Das Zement, hinsichtlich seiner Zusammensetzung (90 % Carbonate und 10 % unlösliche Substanz) als reiner Kalkstein zu bezeichnen, verwittert etwas leichter als die Gerölle. Früh konstatierte an Grabdenkmälern auf dem Friedhofe in Gossau (St. Gallen) eine Erosion des Bindemittels von 1 mm in 40—70 Jahren.

An verschiedenen Orten sind im Appenzeller-Granit echte Karrenbildungen beobachtet worden, ähnlich denen

im Schrattenkalk. Das Gestein kann auch zu fettem Kalk gebrannt werden und wird im übrigen zu den verschiedensten Zwecken gebrochen, wofür Brunnentröge, Treppen- und Trottoirsteine etc. vielerorts, auch in der Stadt St. Gallen, Zeugnis ablegen. Auch der Sockel des Schlachtdenkmales bei Vögelinsegg besteht aus Appenzeller-Granit.

Bei Abtwil ist diese Kalknagelfluh schon nicht mehr so typisch ausgebildet. Sie ist grobkörniger und enthält etwas mehr kristallinische Gesteine, als die eigentliche Degersheimer Kalknagelfluh. Auch ihre Festigkeit ist nicht mehr so gross, doch immerhin noch so bedeutend, dass beim Sprengen die Gerölle eher entzwei gehen, als dass sie sich ganz aus dem Zement herauslösen. Die Mächtigkeit der Schicht beträgt bei Abtwil zirka 10 m. Klüfte und mächtige Rutschflächen mit Calcit durchziehen den Fels.

Die vom „b“ im Wort „Hafnersberg“ südwestlich streichende Nagelfluhbank erweist sich ebenfalls als Kalknagelfluh und ist reich an gelblichen Kalkgerölle. Auch ihre weissgraue bis gelbgraue Anwitterung zeigt, dass wir es hier nicht mehr mit der sonst in der obern Süßwassermolasse durchaus vorherrschenden bunten Nagelfluh zu tun haben.

Es scheint aber diese Bank doch nicht die direkte Fortsetzung der Abtwiler Kalknagelfluh zu sein; berücksichtigen wir vergleichend Höhenlage, Fallen und Streichrichtung der beiden Schichten, so müsste die Abtwiler Nagelfluh noch etwas weiter südlich von Hafnersberg durchziehen. Es sprechen auch noch andere Umstände dafür, dass überhaupt in dieser Zone Kalknagelfluhbänke auftreten. Im ungefähren Streichen dieser Schichten findet

man nämlich viel weiter östlich, bei Holz (774 m), zwischen Katzenstreb und Rotmonten, eine Nagelfluhbank, die auf-fallend arm ist an kristallinischen Geschieben und sich zugleich durch ihre bedeutende Festigkeit auszeichnet.

Das Auftreten von Kalknagelfluh in der oberen Süswassermolasse, wie übrigens auch dasjenige in der zweiten und dritten Nagelfluhzone und selbst in der untern Süswassermolasse unseres Kartengebietes, wo zwischen Lustmühle und Teufen eine kleinkörnige Kalknagelfluh zu beobachten ist, muss entschieden als etwas Eigentümliches betrachtet werden. Wie konnten miocene Flüsse auf einmal fast ausschliesslich Kalkgerölle führen, während vor und nachher in langen Zeiträumen nur bunte Nagelfluh zur Ablagerung gelangte? Wir müssen auf Dislokationen im Quellgebiet schliessen. Denn ohne die Annahme von successiven Hebungen des Alpengebirges, durch welche kristallinische Gesteine bald in stärkerem, bald in schwächerem Grade zur Abtragung gelangten und durch welche mitunter auch der Lauf der Flüsse verändert wurde, lassen sich die verschiedenen Nagelfluhzentren und die Abwechslung zwischen bunter und Kalknagelfluh nicht erklären. Senkungen im Ablagerungsgebiet mögen hinzugekommen sein und können Stosskraft der Gewässer, Abtragung des Gebirges und Geschiebetransport vermehrt und beschleunigt haben.

Versteinerungen.

Reste von Land- und Süswasserschnecken sind in der oberen Süswassermolasse häufiger, als in der untern, aber der Erhaltungszustand lässt meist sehr zu wünschen übrig. Die schon erwähnten, zahlreich vorkommenden bituminösen Mergelbänder enthalten fast immer Schneckenschalen, aber die Ausbeute ist punkto Qualität eine kläg-

liche. Die grössere Zahl der auf unserer Karte verzeichneten Fundstellen bezieht sich auf solche Mergelbänder.

Die besterhaltenen Petrefakten, schöne weissschalige Planorben und Helices liefert die Fundstelle bei Holz (774 m), rechts oberhalb des von Rotmonten nach dem Bruggwald führenden Strässchens. Der gleiche Aufriss liefert etwas höher in schwärzlichen Mergeln nochmals zahlreiche, aber schlecht erhaltene Schneckenschalen.

Südwestlich von Bühl bei Joosrüti findet man an einem Nebenwaldwege mittelmässig erhaltene Steinkerne mit etwas zu rauher Oberfläche.

Eine Stelle im Bruggwald, die vor zirka 10 Jahren zahlreiche, oft zerdrückte, aber immerhin gut bestimmmbare Schalen von *Unio*, *Melania* etc. aufwies, ist jetzt zugedeckt und überwachsen. Wenigstens konnten wir sie trotz eifrigen Suchens nicht mehr auffinden.

Ähnlich ging es uns mit einer Stelle im Galgentobel, am linken Ufer, südöstlich unter Punkt 663. Sie lieferte einst ziemlich gute Exemplare von *Melania Escheri*, liess sich jedoch, nachdem wir sie fast zehn Jahre lang nicht mehr besucht, absolut nicht mehr auffinden.

Besonders erwähnt seien noch die Stellen südlich vom „h“ im Wort Bernhardzeller-Wald und nördlich vom „g“ im Wort Bruggwald, ferner bei Bild NW von Heiligkreuz, westlich vom Uebergang über das kleine Bächlein. Qualität und Quantität sind unter mittelmässig, aber immerhin besser, als in den schwärzlichen Mergelbändern.

Die Petrefakten der erwähnten Stelle im Bernhardzellerwald liegen in einem eigentümlichen, interessanten Gestein, das man als Uebergang von grobkörnigem Sandstein zu ganz feinkörniger Nagelfluh bezeichnen kann. Es ist deutlich geschichtet und ziemlich gut spaltbar; die

ziemlich glatten Ablösungsflächen der nur wenig (unter 1 cm bis mehrere cm) mächtigen Schichten zeigen bedeutend feineres Korn.

Pflanzenreste und Kohlenspuren sind in der oberen Süßwassermolasse der Umgebung von St. Gallen seltener, als in der untern und in der Meeresmolasse.

Im Museum sind folgende Versteinerungen aus der oberen Süßwassermolasse vorhanden:

Helix depressa, Katzenstreb.

- „ *sylvestrina*, Ziet. Katzenstreb. Martinstobel.
- „ *subverticilla*. Katzenstreb.
- „ *sylvana*, Kl. Galgentobel, Martinstobel.
- „ *Larteti*, Noulet. Martinstobel.

Clausilia antiqua, Schübl. Martinstobel.

- „ *Helvetica*. Sitter-Bahnbrücke.

Melania Escheri, Brongn. Katzenstreb. Kubel.

Unio flabellatus, Goldf. Sitter unter Rotmonten, Kubel.

- „ *Lorioli*, Loc. Katzenstreb.
- „ *Kunkleri*, Man. Sitter.

Die Fundortangaben Martinstobel und Sitter sind so unbestimmt, dass die betreffenden Petrefakten ebenso gut aus der untern, als aus der oberen Süßwassermolasse stammen können. Übrigens führen beide Stufen die nämlichen Versteinerungen; man sehe z. B. die Angaben für *Unio flabellatus* und *Melania Escheri*.

Clausiliens wurden von Kantonsschüler Vonwiller unterhalb der Krätzernbrücke in den Schichten direkt über dem Dach der marinen Molasse gesammelt.

IV. Schichtenstellung.

Die Tektonik ist eine sehr einfache. Unser Kartengebiet liegt, mit Ausnahme eines verschwindend kleinen

Stückes, auf dem nördlichen Flügel der ersten oder nördlichen Antiklinale. Damit ist über die Lagerungsverhältnisse die Hauptsache mit einem Worte gesagt.

Man bemerkt in der südöstlichen Ecke der Karte eine nur wenige Centimeter lange gerade rote Linie. Sie soll die erwähnte erste Antiklinallinie andeuten, d. h. die Linie, jenseits (südlich) welcher die Schichten, statt wie bis dahin nach Norden, nach Süden, genauer Südsüdwesten, gegen das Appenzellerland hin fallen. Statt Antiklinale wird auch etwa der Ausdruck Faltengewölbe angewendet.

Leider sind in der Gegend der Antiklinallinie die Verhältnisse zur Beobachtung der Schichtenstellung geradezu raffiniert ungünstig, indem Moräne, Wald und Weide alles Anstehende verdecken, ausgenommen wenige, zudem undeutliche Stellen in Bachrungen. Sicher ist, dass man in der Nähe von Neppenegg SE von P. 1025 an der rechten Seite eines Bachbettes nach N fallende Schichten trifft, während oben auf dem aussichtsreichen Kamm „zur hohen Buche“ sich das ziemlich steile S-Fallen gut verfolgen lässt. Indessen sind ausserhalb unseres Kartengebietes die Verhältnisse der Antiklinalzone in etwas günstigerem Terrain genügend untersucht worden und es hat sich daraus ergeben, „dass nirgends konstant nordfallende Schichten allmählich in senkrecht stehende und dann in konstant südfallende übergehen; vielmehr zeigt sich immer, dass nord- und südfallende Schichten mit senkrecht stehenden öfter wechseln“ (Gutzwiller, 14. Lieferung der Beiträge, S. 45; man vergleiche auch die Profile auf Tafel II, so dann auch Profil I auf Tafel I).

Nach N nimmt der Fallwinkel beständig ab. Er beträgt z. B.:

Östlich von Almenweg (südlich von Speicher) .	45°
---	--------------

Steinegg bei Speicher	35°
Horst unweit Hörlen	29—30°
Reservoir an der Speicherstrasse*)	25°
Martinsbrücke	23—24°
zwischen Kapf und Lochmühle (Goldach) . . .	18—19°
Hätterenwald	17°

Die Abnahme des Fallwinkels ist zunächst nördlich der Antiklinallinie eine rasche, wie schon aus der gegebenen kleinen Zusammenstellung hervorgeht. Noch augenfälliger tritt die zuerst rasche, dann nur sehr allmählich vor sich gehende Abnahme des Fallwinkels bei einem Blick auf die Karte hervor. Denn von den senkrecht stehenden Schichten der Antiklinalzone beim Harzig unter der „hohen Buche“ bis zu den nur noch 45° fallenden bei Almenweg und den nur noch 30° fallenden beim Horst SW von Speicher ist die Horizontaldistanz sehr klein im Vergleiche mit jener von Horst und Speicher bis in die Gegend W von Bernhardzell hinter dem Tannenberg, wo die geneigte Schichtstellung in die horizontale übergeht, der Fallwinkel also 0° wird.

Aber auch noch andere auffallende Ungleichheiten sind zu erwähnen. In einem alten Steinbruch am Kapf E vom Freudenberg fallen nämlich die Schichten merkwürdigerweise mit 36° Neigung viel steiler, als man es hier erwarten sollte, mit einem Winkel, den wir sonst erst viel weiter S, im Tal zwischen Speicher und Teufen wieder finden.

Eine ähnliche Anomalie treffen wir bei Waldegg auf

*) Die bei der Vergrösserung des Reservoirs von 600 m³ auf 3000 m³ nötig gewordenen Sprengungen entblössen günstige Stellen zum Messen. Das Fallen ist mit 25° etwas stärker als in den obersten marinen Schichten an der Goldach und Sitter. Das Streichen weicht von der Ostwestlinie um 27 $\frac{1}{2}$ —28° ab.

dem Kamm zwischen Rütiweier und der Strasse von Speicher nach Teufen. In unmittelbarer Nähe der Wirtschaft Waldegg fallen nämlich die Schichten 45° NNW, während doch in den stratigraphisch tiefen Schichten des Steinbruches von Horst das Fallen nur noch 30° beträgt.

Um diese interessanten Tatsachen erklären zu können, müsste man zuerst untersuchen, ob im Streichen der betreffenden Schichten (von Kapf und Waldegg) weiter östlich oder westlich an Punkten gleicher Meereshöhe ebenfalls unerwartet hohe Fallwinkel sich finden und wenn ja, ob im Streichen der nämlichen Schichten an topographisch tiefer gelegenen Punkten kleinere Fallwinkel herrschen. Der letztere Punkt ist zwar an verschiedenen Stellen schon in bejahendem Sinne erledigt. Man hätte also, wenn die Sache im angedeuteten Sinne sich verhält, gleichsam an eine Aufbiegung der Schichten zu denken, die uns nur noch in den höchsten Partien erhalten geblieben — Kapf und Waldegg gehören ja den beiden ausgeprägtesten Kämmen unseres Gebietes an; eine Analogie findet sich in den alpinen Faltenbildungen — die höheren Schichten wölben sich, weil sie leichter ausweichen konnten, in kühnerem, weiter ausholendem Schwunge. Sollte die oben angedeutete Aufbiegung oder Aufwölbung tatsächlich vorhanden sein, so könnte im allgemeinen gleichwohl die für unser Gebiet übliche Vorstellung von Schichtflächen als schiefe Ebenen beibehalten werden; nur für die Schichten, welche in den höchsten Kämmen unserer Gegend zutage treten, hätte man sie sich nennenswert im Sinne gekrümpter Flächen modifiziert zu denken.

In dem Übergangsgebiete zwischen gehobener und horizontaler Molasse, ja überhaupt in der ganzen nordwestlichen Hälfte des Kartengebietes ist eine direkte Messung

des Fallwinkels durch Anlegen des Bergkompasses und Klinometers an eine Schichtfläche sozusagen unmöglich, da die hiebei unvermeidlichen Fehler im Verhältnis zu dem zu messenden Winkel viel zu gross sind. Genauere Resultate liefert eine trigonometrische Formel, welche die Beziehungen feststellt zwischen dem gesuchten Fallwinkel, der Streichrichtung der Schichten, der Projektion und der Neigung einer in ganz beliebiger Richtung verlaufenden Grenzlinie zwischen zwei Schichten, z. B. einer Schichtfuge oder eines schwärzlichen Mergelbandes oder einer vom Mergel gut sich abhebenden Sandsteinbank. Solche günstige Linien bietet jeder grössere Aufriss und damit ist der Vorteil verbunden, dass die gewählte Gerade (die natürlich einer und derselben Schichtebene angehört) auf grössere Strecke leicht zu verfolgen ist. Es können also die Richtung ihrer Projektion auf eine gedachte Horizontal-ebene und die Neigung der gewählten Geraden zur Horizontal-ebene mit Kompass und Klinometer leicht und genau gemessen werden. Die Formel lautet:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin (\beta + \delta)}. \text{ Dabei ist}$$

φ = der gesuchte Fallwinkel,

α = die Neigung der gewählten Geraden zur Horizontal-ebene,

δ = Streichrichtung der Schichten, resp. ihre Abweichung von der Ostwestlinie,

β = Richtungsabweichung der Projektion der gewählten Geraden von der Ostwestlinie, bzw. Westostlinie.

Winkel δ ist bekannt, denn in unserm ganzen Karten-gebiet ist die Streichrichtung*) der Schichten WSW, resp.

*) Für die untere Süßwassermolasse und für die Meeres-molasse beträgt die Abweichung der Streichrichtung von der Ost-

ENE und zwar beträgt die Abweichung von der Ostwestlinie nach Süden (oder von der Westostlinie nach Norden) $27-30^{\circ}$. Die Winkel α und β werden direkt gemessen und aus diesen drei Größen kann nun Winkel φ , d. h. der gesuchte Fallwinkel berechnet werden.

Nehmen wir ein Beispiel. Rechts am Wege vom Rosenberg nach dem Hätterensteg, näher dem letztern, findet sich eine grössere Entblössung, in welcher eine aus den Mergeln etwas hervortretende Sandsteinschicht günstige Gelegenheit zum Messen bietet. Wir konstatieren ein Fallen von $11\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Horizontalebene und eine Richtung der gemessenen Geraden, genauer ihrer Projektion, von N 78° W, wobei die Deklination schon berücksichtigt ist. Setzen wir diese Werte ein, so finden wir den wirklichen Fallwinkel durch die Gleichung

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi &= \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin(\beta + \delta)} = \frac{\operatorname{tg} 11\frac{1}{2}^{\circ}}{\sin([90-78^{\circ}]+30^{\circ})} = \frac{\operatorname{tg} 11\frac{1}{2}^{\circ}}{\sin(12^{\circ}+30^{\circ})} = \\ &= \frac{\operatorname{tg} 11\frac{1}{2}^{\circ}}{\sin 42^{\circ}} = \frac{0,20345}{0,66913} = 0,30405 \end{aligned}$$

Daraus ergibt sich für den gesuchten Fallwinkel (etwas aufgerundet): $\varphi = 17^{\circ}$.

In unmittelbarer Nähe der genannten Stelle befindet sich links am Wege wieder ein Aufschluss, der ebenfalls eine leicht zu messende Schichtlinie bietet. Sie kann uns zur Verifikation obiger Rechnung dienen.

Diese Schichtlinie fällt $15\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Horizontal-ebene und ihre Projektion verläuft in der Richtung N 52° W, wobei die Deklination schon berücksichtigt ist. Es sind hier also $\alpha = 15\frac{1}{2}^{\circ}$

westlinie im allgemeinen etwas unter 30° ; für die obere Süßwassermolasse dagegen scheint diese Abweichung eher etwas zunehmen, weshalb in den nachfolgenden Rechnungen der Winkel δ zu 30° angenommen wurde.

$$\begin{aligned}
 \beta &= 90^\circ - 52^\circ = 38^\circ \\
 \delta &= 30^\circ \\
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin(\beta + \delta)} = \frac{\operatorname{tg} 15\frac{1}{2}^\circ}{\sin(38^\circ + 30^\circ)} = \frac{\operatorname{tg} 15\frac{1}{2}^\circ}{\sin 68^\circ} = \\
 &\quad \frac{0,27732}{0,92718} = 0,29910
 \end{aligned}$$

Der Fallwinkel φ beträgt also (unbedeutend aufgerundet) $16^\circ 40'$, was dem oben gefundenen von 17° ordentlich entspricht. Die Differenz von $20'$ kann, da nicht mit Präzisions-Instrumenten gemessen wurde, nicht befremden.

Da die zur Berechnung des Fallwinkels dienende Gleichung ziemlich einfach ist, so wurde in obigen Rechnungen die Einsetzung der natürlichen goniometrischen Funktionen der Anwendung von Logarithmen vorgezogen.

Für Stellen, an welchen, wie im genannten Beispiel am Hätterenwege, in unmittelbarer Nähe zwei in verschiedener Richtung laufende Schichtlinien gemessen werden können, böte die Gleichung

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin(\beta + \delta)}$$

zugleich das Mittel, den Winkel δ , d. h. die Streichrichtung absolut genau zu bestimmen. Bezeichnen wir die entsprechenden Winkel beider Messungen mit α' und α'' , β' und β'' , so ergeben sich, da für benachbarte Stellen φ sowohl als δ (Fallwinkel und Streichrichtung) keinen irgendwie nennenswerten Unterschied zeigen, folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned}
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\sin(\beta' + \delta)} \\
 \operatorname{tg} \varphi &= \frac{\operatorname{tg} \alpha''}{\sin(\beta'' + \delta)}
 \end{aligned}$$

φ könnte nun eliminiert werden und es bliebe noch eine Gleichung mit der Unbekannten δ übrig. Allein die resultierende Gleichung gestaltet sich für die Berechnung

von δ so kompliziert, dass sie, wenn nicht durch Transformation zweckdienlicher gemacht, für den praktischen Gebrauch ausser Betracht fällt.

Bei den sehr einfachen tektonischen Verhältnissen ist es ferner möglich, eine Gleichung aufzustellen, welche zu berechnen gestattet, wo eine an einem gewissen Punkte konstatierte bestimmte Schicht (z. B. eine Nagelfluhbank) an einem zweiten Punkte mit verschiedener Meereshöhe wieder gefunden werden kann. Es sei φ der Fallwinkel, h die Höhendifferenz (Unterschied der Meereshöhen) der beiden Punkte und d der auf der Horizontalebene (bezw. Karte!) gemessene senkrechte Abstand des zweiten Punktes von einer in der Streichrichtung durch den ersten Punkt gezogenen Geraden. Dann gilt die Gleichung

$$d = h \cotg \varphi$$

und es bezeichnen die Schnittpunkte der in der Entfernung d durch den zweiten Punkt gezogenen Streichrichtungslinie mit den Höhenkurven des Geländes (resp. der Karte) den Ort der fraglichen Schicht für eine bestimmte Meereshöhe.

In Worte übersetzt, sagt uns diese Gleichung unter anderem folgendes:

Je geringer der Fallwinkel, desto weiter ausholend wird die Spitzkurve, welche eine bestimmte Schicht in einem Bach- oder Flussbett, überhaupt in einer Geländenische bildet.

Alle die erwähnten Gleichungen können natürlich nur da angewendet werden, wo der Nordflügel der Antiklinale nicht durch Dislokationen weiterer Art in seinem einseitigen Aufbau, bei welchem die Schichtflächen wenigstens für nicht allzu grosse Strecken als schiefe Ebenen aufgefasst werden können, gestört worden ist. Und solche Störungen können, wenn auch nicht in grossem Massstabe,

immerhin da und dort konstatiert werden, am frappantesten südöstlich vom ersten e im Wort „Hätterenwald“, sodann auch im Steinbruch beim Grütli im Neudorf. An beiden Orten scheint gewölbeartige Aufstauchung der Schichten zu einem Bruch mit nachfolgender Verschiebung geführt zu haben, so dass die entsprechenden Bruchränder der Schichten längs einer fast schnurgeraden Linie mehrere Meter von einander entfernt sind und die Schichten zugleich, einen stumpfen Winkel bildend, nach verschiedenen Seiten fallen. Das Vorkommnis im Hätterenwald, an und für sich geringfügig, ist die grösste uns in der Umgebung von St. Gallen bekannte sekundäre Dislokation und erscheint, da die Schichten dort im allgemeinen nur zirka 17° fallen, merkwürdig genug, denn a priori würde man die grösseren Störungen in der Antiklinalzone bei sehr steil oder senkrecht stehenden Schichten suchen.

Im Hätterenwald beobachtet man auch, ungefähr südlich vom „w“, feine Fältelung der Schiefermergel. Sie erinnert ganz an zierliche Bildungen, wie man sie im Innern der Alpen, z. B. im Bündnerschiefer, oft trifft. Ähnliche, etwas gröbere Faltung im Kleinen sieht man an der rechten Seite der Goldach, an der Strasse nach Untereggen, in der Nähe des die Freudenberg - Nagelfluh repräsentierenden Geröllbandes.

Bei der Hebung des Gebirges entstandene Rutschungen mit Calcit, Spiegel oder Harnische findet man da und dort, z. B. in der linksseitigen Felswand unterhalb der Martinsbrücke, wie auch im Galgentobel und an der Sitter; ferner bei dem 1903 vergrösserten Reservoir an der Speicherstrasse und im Mergel beim Reservoir an der Teufenerstrasse.

Ausgezeichnete Klüftung beobachtet man im Steinbruch beim Horst, wo zwei Kluftflächensysteme die zirka

30° NNW fallenden Schichten kreuzen, nämlich ein mit ebenfalls ca. 30° S fallendes und ein zweites, fast senkrecht zur Streichrichtung stehendes. Ähnliche Verhältnisse zeigen sich beim Einschnitt der Bahn unter Vögelinsegg bei Speicher.

Klüftung mit Kalksinter-Ausfüllung zeigt sich sehr schön im Steinbruch S Ladern an der Strasse von St. Georgen nach dem Wenigerweiher.

Fixieren wir ganz kurz noch die tektonische Stellung unserer Gegend im Zusammenhang mit einem grösseren Gebiet. Denken wir uns das Alpengebirge als ein System ungefähr paralleler Falten oder Wellen, die in den kristallinischen zentralen Alpenkämmen ihre grösste Höhe erreichen, aber auch in den nördlichen und südlichen Kalkalpen noch bedeutende Höhe und Intensität der Faltung aufweisen, während im Molassevorland die Falten stets niedriger und einfacher werden, so liegt die Umgebung von St. Gallen auf dem Nordflügel der äussersten oder letzten Welle dieser mächtigen Faltenschar. Mit andern Worten: es beginnt am Nordabhang des Tannenberges mit der gehobenen Molasse jener mächtige Zusammenschub der Erdrinde, welchem das Alpengebirge seine Entstehung verdankt. Oder noch kürzer: die Alpen reichen im tektonischen Sinne bis nach Bernhardzell und Waldkirch. Vergleichen wir den vom Tannenberg bis zur „hohen Buche“ reichenden Nordflügel der ersten Antiklinale in Gedanken mit einem von St. Gallen quer durch die Alpen bis zur Poebene gezogenen Profil, so werden wir finden, dass die erste Falte, einfach in ihrem Bau, aber gross angelegt und imponierend in der Breite und namentlich in ihrer gewaltigen Längserstreckung, einen nicht unwürdigen Anfang darstellt.