

Zur Entstehung der Degersheimer Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz

Autor(en): **Büchi, Ulrich P. / Welti, George**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **43 (1950)**

Heft 1

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-161303>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Zur Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz

von **Ulrich P. Büchi**, St. Gallen, und **George Welti**, Kilchberg/Zch.

Mit 2 Textfiguren

Einleitung

Ausgangspunkt der vorliegenden Studie war die geologische Kartierung des NW-fallenden Südrandes der mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal durch U. P. BÜCHI (Lit. 2) und des Gebietes zwischen Goldinger-Tobel und dem oberen Zürichsee durch G. WELTI, im Rahmen der Aufnahmen für seine Dissertation.

Das Tortonien der Ostschweiz liegt völlig im Gebiet des Hörnlschuttkegels, eines der grössten miozänen Nagelfluhfächers der Schweiz. Intensive Nagelfluhschüttungen mit wenig mächtigen Zwischenlagen von gelbgraugefleckten und bunten Mergeln — seltener Sandstein-Komplexen — charakterisieren die zentralen Schuttfächerteile. In den randlichen Partien dieser miozänen Ur-Rheinschüttung, im Gebiete östlich der Sitter und westlich des Zürichsees, treten im Südrand der mittelländischen Molasse Nagelfluhen zurück, und mergelige Serien dominieren.

Innerhalb der erwähnten Aufnahmegebiete, lässt sich durchgehend im Tortonien eine Kalknagelfluh verfolgen, die in ihrer petrographischen Eigenart, im Auftreten von Breccien und von Konglomeraten von feinem Korn und mit hartem Bindemittel, wesentlich von den andern Nagelfluhen des Hörnlschuttfächers abweicht. Dies und ihre vorzügliche Eignung als Baustein (sogenannter „Appenzellergranit“) haben schon früh die Molassegeologen bewogen, ihr vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken und auf Kartierungen die Degersheimer-Kalknagelfluh speziell hervorzuheben. Es sei hier auf Lit. 2, 6, 8, 15, 16, 17, 18 verwiesen. [Neben Degersheimer-Kalknagelfluh werden in der Literatur auch die folgenden Bezeichnungen verwendet: Abtwiler-, Hüllensteiner-, Feldbacher-Kalknagelfluh oder „Appenzellergranit“.]

Die Degersheimer-Kalknagelfluh lässt sich von Abtwil (St. Gallen) bis an den Zürichsee verfolgen und bildet einen vorzüglichen Leithorizont, der von H. TANNER (Lit. 14) zu einer lithologischen Trennung eines unteren von einem mittleren Tortonien und später von F. HOFMANN (Lit. 8) zur Abgrenzung des Miozän 1 vom Miozän 2 verwendet wurde¹⁾.

Die Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh steht mit den normalen Molasseschüttungen nicht direkt im Zusammenhang. Es müssen Faktoren mitgespielt haben, die uns zwingen, den Wechselbeziehungen zwischen werdendem

¹⁾ Die Gliederung des Tortonien in Miozän 1—5 (abgekürzt Mio 1—5) wird hauptsächlich von deutschen Geologen für die obere Süsswassermolasse des Bodenseegebietes verwendet und liess sich auch auf das Aufnahmegebiet von F. HOFMANN übertragen.

Alpenkörper und Molassetrog vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken; insbesondere müssen wir versuchen, die Beobachtungstatsachen auch im Detail den gesamtpaläogeographischen Erkenntnissen einzugliedern. Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um einen solchen Versuch.

Verteilung der Aufschlüsse und lithologische Ausbildung

Die Zugehörigkeit der Degersheimer-Kalknagelfluh zur NW-fallenden mittelländischen Molasse bedingt die Anordnung der Aufschlüsse auf ein schmales Band, das mit N 62° E von Abtwil gegen den Zürichsee hin streicht. Die Schichten fallen im Mittel mit 14° gegen N 28° W ein, doch kann das Fallen besonders im Gebiet des Zürichsees bis auf 10° reduziert sein.

Wir beschränken uns im folgenden auf eine kurze Aufzählung der Aufschlüsse von Ost nach West, wobei jeweils auf die lithologische Ausbildung kurz verwiesen ist.

Als topographische Unterlage diente der Topographische Atlas der Schweiz (Siegfriedatlas) im Masstab 1 : 25000. Es wurden folgende Blätter für unsere Aufnahmen benutzt: 219 Herisau, 221 Schwellbrunn, 220 Brunnadern, 217 Lichtensteig, 231 Wattwil, 230 Wald, 232 Schmerikon, 229 Rapperswil.

Örtlichkeiten auf Blatt 219, Herisau, ersichtlich. (Siehe Blatt 218—221 Flawil-Schwellbrunn des Geologischen Atlas der Schweiz, 1 : 25000 [Lit. 17].)

(Für die Lage der Profile vergleiche Figur 2, p. 26.)

Östlichstes Vorkommen bei Abtwil 4 km westlich von St. Gallen. Ausbildung: grobgeröllige Kalknagelfluh mit hartem sandig-kalkigem Bindemittel. Rote Granit- und Diabasgerölle nicht selten.

Über 1 km gegen W durch Diluvialbildungen verdeckt.

Aufschlüsse im Gründenwald bis nördlich Oberdorf. Ausbildung: wie bei Abtwil.

Bis in die Gegend östlich Schachen (2 km westlich Herisau) fehlen Aufschlüsse, teils infolge diluvialer Schuttbedeckung, teils vielleicht primäres Fehlen.

Im Walde östlich der Ruine Ramsenburg lässt sich die in Profil 1 der Figur 1 dargestellte Gesteinsfolge beobachten. Von hier lückenlos aufgeschlossen über Pkt. 912 bis in die Gegend südlich Schachen, wo die Degersheimer-Kalknagelfluh als breite Schichtplatte die NW-Hänge jener Hügel bildet (grosse Steinbruchbetriebe). Ausbildung siehe Profil 2 der Figur 1. Die Nagelfluh ist zum Teil reich an bunten Komponenten, wobei das Auftreten von roten Graniten und von Grüngesteinen auffällig ist; Radiolaritgerölle sind ebenfalls nicht selten.

Ähnlich wie in Schachen bildet die Degersheimer-Kalknagelfluh weiter westlich die NW-Hänge des Stäggelenberges und der Neunegg. Ausbildung: im E ähnlich wie bei Schachen, im W wie am Weissenbach (siehe nächsten hier beschriebenen Aufschluss).

Aufschluss Weissenbach-Ost, Brücke Bodensee-Toggenburgbahn. Ausbildung: Feinkonglomeratische Nagelfluh oben z. T. brecciös, 2,4 m mächtig, in direktem Kontakt auf gewöhnlicher Nagelfluh liegend, deutliche Schichtfuge als Trennung.

Örtlichkeiten auf Blatt 220, Brunnadern, und Blatt 221, Schwellbrunn, ersichtlich. (Siehe Blatt 218—221 Flawil-Schwellbrunn des Geologischen Atlas der Schweiz, 1 : 25000.)

Gegen Westen durch den Bühlbergwald (Blatt 219), über Pkt. 965 (des Blattes 221) (Schichtplatte mit schönen Karrenbildungen) und über Untergampen (siehe Blatt 220) bis an den Bach im Bruderwald Q. 815 lückenlos aufgeschlossen. Ausbildung: ähnlich wie am Weissenbach-Ost ausser im westlichsten Teil, wo Breccien und knollige Kalke wechseln.

Im Bruderwald über 1 km durch Diluvialbildungen verdeckt.

Nächste Aufschlüsse E Fuchsackerhöhe Q. 1000; verfolgbar bis 50 m nördlich des höchsten Punktes der Fuchsackerhöhe. Ausbildung: unten Breccien und Kalke, oben feingeröllige Konglomerate. Gesamtmächtigkeit ca. 1 m.

Westlich der Fuchsackerhöhe bildet die Degersheimer-Kalknagelfluh zunächst als Schichtplatte den Hang oberhalb dem Fischenloch bis zur Q. 940 hinauf, weiter westlich den gesamten

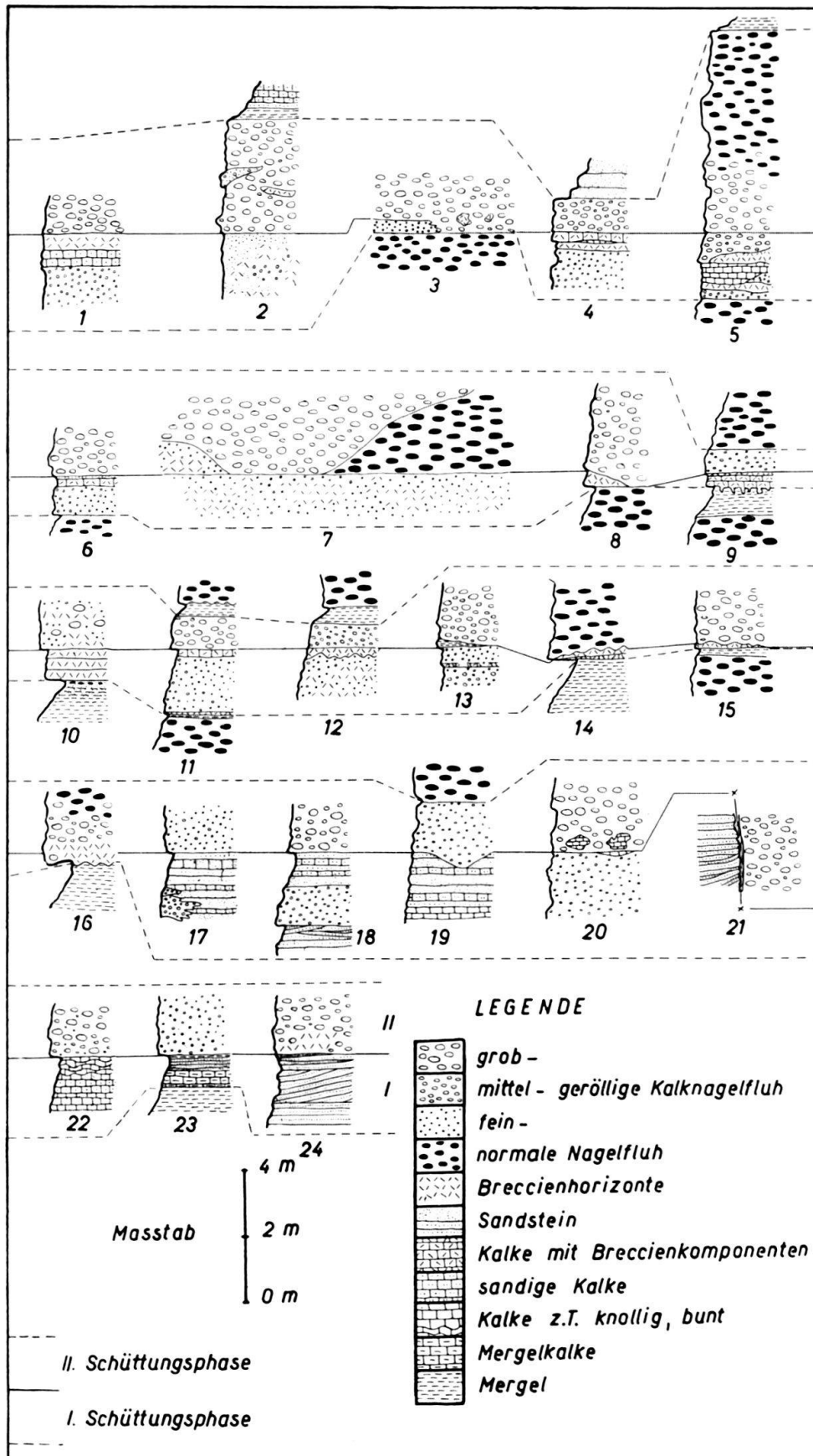


Fig. 1. Stratigraphische Detailprofile durch die Degersheimer-Kalknagelfluh. (Die Lage der mit Nummern 1—24 versehenen Profile zeigt Fig. 2, siehe ferner Text p. 18—21).

Hang vom Bahntracé der Bodensee-Toggenburgbahn bis hinauf zum Grat im Bistrichwald, Pkt. 1029,8 und Pkt. 958,4. Ausbildung: Profil 3 der Figur 1 (bei Pkt. 1029,8). Von hier gegen Westen bis zum Weissenbach-West, Brücke der Bodensee-Toggenburgbahn, und weiter bis Pkt. 931,5 lückenlos aufgeschlossen. Ausbildung: Profil 4 der Figur 1.

Weiter westlich Aufschlüsse am rechten Ufer des Bächleins bei Kohlholz bis hinunter an die Strasse bei Wiedenschopf. Ausbildung: zwei Breccienbänke getrennt durch scharfe Fuge, Mächtigkeit 0,5 m.

Gegen Westen rasche Mächtigkeitszunahme. Breite Schichtplatte bei Wiedenschopf, Schönegeten und Steinenbach. Am Ronnenbach auf Q. 820 aufgeschlossen. Ausbildung: Profil 5 der Figur 1.

Westlich des Ronnenbachs zum Hügel von Weid hinaufziehend. Ausbildung: stark wechselnde Verhältnisse auf kurze Distanzen, wie dies z. T. in den Profilen 6—8 zur Darstellung gelangt.

Westlich Weid bis an den Necker finden sich keine weiteren Aufschlüsse, teils infolge diluvialer Schuttbedeckung, teils scheint die Degersheimer-Kalknagelfluh in typischer Ausbildung gänzlich zu fehlen. Zur Festlegung der westlichen Fortsetzung wurde die mutmassliche Ausbisslinie an der topographischen Oberfläche rein konstruktiv aus Streichen und Fallen ermittelt. Diese zieht über Ebersol und durch den Nordhang des Josenbächli zum Necker, diesen bei gleichnamiger Ortschaft querend. Von hier, wieder nur konstruiert, streicht die mutmassliche Ausbisslinie der Degersheimer-Kalknagelfluh in SSW-Richtung in den Hang südlich der Ruine Neutoggenburg.

Von Vögelinsegg bis Graben (Hang S Ruine Neutoggenburg) ist die Degersheimer-Kalknagelfluh in typischer Ausbildung anzutreffen. Ausbildung: Profil 9 der Figur 1.

Örtlichkeiten auf Blatt 231, Wattwil, und Blatt 217, Lichtensteig, ersichtlich.

Von Graben streicht die Degersheimer-Kalknagelfluh durch den Nässwald (Blatt 220) und St. Loretto (Blatt 217) zur Thur hinunter in die Gegend von Felsenthal, dann über Gurtberg gegen Felsenhüttli hinauf. Von Graben bis Felsenhüttli fanden wir nirgends die typischen Gesteine der Degersheimer-Kalknagelfluh. Erst bei Felsenhüttli treten innerhalb der normal-ausgebildeten Nagelfluh feinkonglomeratische Schlieren mit hartem Bindemittel auf.

Über Gruben, durch den Wald der Grubenhöhe (Blatt 231) und über Rotenfluh bis zum Rotenbach bestehen meist ausgesprochen schlechte Aufschlussverhältnisse. Ausbildung: Profil 10 der Figur 1, am Rotenbach.

Von hier über Schaufelberg, Grat östlich Geisskopf und über Pkt. 1092 und Pkt. 967,8 bei Gemeinrütli bis ins Steintal fast lückenlos aufgeschlossen. Ausbildung: Profile 11 und 12 der Figur 1.

Vom Steintal, Q. 925, durch den Rumpfwald (Profile 13 und 14 der Figur 1) über die untere Tweralp und durch den Erosionskessel SE Klein Rotstein nach Gross Rotstein verfolgbare Ausbildung: Profile 15 und 16 der Figur 1.

Gegen Westen bildet die Degersheimer-Kalknagelfluh den Grat der Schwammegg und zieht östlich Atzmännig über Kohlrütli Pkt. 965,0 ins Goldingertal. Diluviale und jüngere Schuttbildungen überdecken hier die Molasseschichten und lediglich an der Oberkante der linksufrigen Böschung des Goldingerbaches findet sich ein kleiner Aufschluss in der anstehenden Kalknagelfluh.

Örtlichkeiten auf Blatt 230, Wald, ersichtlich.

Nächste Aufschlüsse westlich Vorder Sägen und 400 m östlich des Bächleins bei Berg N-Eglingen, Q. 860. Von hier westwärts als deutliche Geländerippe lückenlos aufgeschlossen bis in die Gegend von Hubwies-Laupen. Ausbildung: Profile 17—19 der Figur 1. Im untern Teil der Kalknagelfluh stark wechselnde Verhältnisse.

Örtlichkeiten auf Blatt 232, Schmerikon, ersichtlich.

Im Gebiet von Laupen durch Glazialbildungen verdeckt, ist die Degersheimer-Kalknagelfluh im Steinbruch von Unter Laupen wieder aufgeschlossen. Profil 20 der Figur 1; dann zieht sie über Schrennen (Karrenbildungen) durch das Kapfholz: Profil 21 der Figur 1 und weiter über Hiltisberg nach Tannenboden: Profil 22 der Figur 1. Ausbildung: ähnlich den dargestellten Profilen 20—22 der Figur 1, jedoch noch weitere Wechsel in Ausbildung und Mächtigkeit.

Zwischen Tannenboden und Wiedenriet ist der Horizont durch Schutt verdeckt, erscheint aber bei Pkt. 660,2 erneut und lässt sich längs des Baches N Dachsegg als Schichtplatte auf dem linken Ufer verfolgen, setzt bei Q. 570 aufs rechte Ufer über und zieht durch die Langhalden ins Jonatal. Ausbildung: Profil 23 der Figur 1.

Örtlichkeiten auf Blatt 229, Rapperswil, ersichtlich.

Im Jonatal fehlen über 2,5 km Aufschlüsse, die nächsten finden sich im Steinbruch von Hüllistein 1,5 km SW Rüti (schöne Palmblattfunde) und kurz westlich am kleinen Bache. Ausbildung: Profil 24 der Figur 1.

Als deutliche Geländekante streicht die Degersheimer-Kalknagelfluh durch das Engelhölzli bis unmittelbar nördlich Pkt. 483,6, von wo sie bis Lenggis unter einem Moränenwall verborgen liegt.

Nördlich Halden steht sie in einem Steinbruch an, zieht als deutlicher Terrassenrand gegen die Bahnlinie auf dem rechten Zürichseeufer, quert diese bei den Häusern von Gubelfeld und ist unterhalb der Strasse Rapperswil-Zürich bis zum Bächlein an der Kantonsgrenze bei Feldbach aufgeschlossen, wo sie gegen den See hinausstreicht. Ausbildung: von Hüllistein bis zur Kantonsgrenze stark wechselnde Verhältnisse. Intensive Verkeilungen feiner Konglomerate in psammitisch-pelitische Gesteine und Kalke.

Auf dem Westufer des Zürichsees konnte bis heute keine Fortsetzung der Degersheimer-Kalknagelfluh gefunden werden.

Lithologie

Unseres Erachtens entspricht es nicht den Beobachtungstatsachen, die Degersheimer-Kalknagelfluh als Ganzes in bezug auf ihren Geröllbestand den anderen Nagelfluhen des Tortonien gegenüberzustellen, siehe z. B. Lit. 6, 15, 17, 18.

Ohne Zweifel besteht ein auffälliges Zurücktreten kristalliner Komponenten, besonders in den tieferen Teilen dieses Horizontes; dies ist jedoch nicht allein für die Degersheimer-Kalknagelfluh charakteristisch. Im unteren und mittleren Tortonien sind Nagelfluhbänke mit niederen Kristallin-Anteilen um 2% (Lit. 2 und 14) nicht selten. Zudem darf die Degersheimer-Kalknagelfluh nicht durchgehend als kristallinarmer Psephithorizont angesprochen werden, da lokal der Anteil der kristallinen Gerölle bis zu 13,5% betragen kann. Die Zusammensetzung des Geröllbestandes bildet somit kein typisches Unterscheidungsmerkmal gegenüber den andern tortonen Nagelfluhen des Hörnli-fächers.

In ihrer petrographisch-lithologischen Eigenartigkeit unterscheidet sich die Degersheimer-Kalknagelfluh von sämtlichen Nagelfluhbänken des Hörnli-schuttkegels durch das Auftreten von Breccienhorizonten und feingerölligen Konglomeraten mit hartem, kalkigem Bindemittel. Im folgenden und in Figur 1 wurden Nagelfluhen, denen diese typischen Merkmale fehlen, als gewöhnliche resp. normale Nagelfluhen bezeichnet.

Die Gesteine der ersten Schüttungsphase

Feinkonglomeratische Nagelfluh:

Während der ersten Schüttungsphase der Degersheimer-Kalknagelfluh entstanden Konglomerate, die sich in den meisten Fällen durch ein feines Korn und ein hartes, sandig bis kalkiges Bindemittel auszeichnen. Im Mittel übersteigt die maximale Korngrösse selten 5 cm Maximaldurchmesser und der Grossteil der Gerölle liegt unter 2 cm. Kristalline Gerölle sind in diesen feinkonglomeratischen Nagelfluhen äusserst selten.

Zwischen der Gruppe der feinkonglomeratischen Nagelfluhen und der Gruppe der Breccien oder Sandsteine, finden wir sämtliche Übergänge. Teils lassen sich prachtvolle Auskeilerscheinungen feiner Konglomerate in Sandstein beobachten (speziell im Gebiet zwischen Goldingertobel und Zürichsee), teils finden wir kontinuierliche Übergänge zwischen Konglomeraten und Breccien.

Die **Breccien** lassen sich in folgende Untergruppen gliedern:

1. Grobbrecciöse Bänke mit wenig Bindemittel, das meist sandig, seltener kalkig ist. Diese bilden häufig kontinuierliche Übergänge in die Feinkonglomerate. Es sind ausgesprochene Kalkbreccien, und kristalline Komponenten finden sich in diesen nur ganz vereinzelt.

2. Feinbrecciöse Bänke mit wenig kalkigem oder sandigem Bindemittel, mit Übergängen in Untergruppe 1, 3 oder in Sandsteine.

3. Grauer oder gelblicher Kalk mit einzelnen brecciösen Trümmern. Übergänge zur Untergruppe 2 oder zur Gruppe der Kalke.

Die **Sandsteine** der ersten Phase der Schüttung der Degersheimer-Kalknagelfluh zeichnen sich meist durch sehr hohen Kalkgehalt aus und sind als eigentliche Kalksandsteine zu bezeichnen. Seltener sind die sonst im Tortonien der Ostschweiz auftretenden, quarzreichen oder „granitischen“, oft plattigen Sandsteine. Von den Sandsteinen finden wir Übergänge zu sämtlichen schon genannten, wie zur nachstehenden Gruppe der Kalke.

Die **Kalke** lassen sich im wesentlichen in zwei Untergruppen trennen.

1. Graue oder helle, gelbliche Kalke, die in enger Beziehung zur Untergruppe 3 der Gruppe der Breccien stehen, z. T. sind sie etwas mergelig oder sandig ausgebildet.

2. Bunte, mergelige oder sandige, meist knollige Kalke, die sich von ähnlichen Bildungen aus dem Hörnlschuttfächer nicht unterscheiden.

Mergel finden sich nirgends innerhalb dieser unteren Zone. Die zwischen erster und zweiter Schüttungsphase zwischengeschalteten Mergel haben nichts mit der Schüttung der Degersheimer-Kalknagelfluh s. str. zu tun, sind aber für die Erkenntnis der Zweiphasigkeit von gewissem Interesse.

Zwischen sämtlichen oben aufgeführten Gruppen können Übergänge stattfinden, doch zählen die erwähnten zu den häufigsten.

Die Gesteine der zweiten Schüttungsphase

Im Gegensatz zur ersten Schüttungsphase haben wir in der zweiten Schüttungsphase normale Verhältnisse, wie sie bei sämtlichen Nagelfluhschüttungen fluviatiler Bereiche beobachtet werden können: stromrinnenartige Lagerungsformen und Auskeilungen, Kegelwülste und Strudellöcher an der Unterfläche, und zudem ein oft hoher Anteil kristalliner Komponenten im Geröllbestand (bis 13,5%, Lit. 14).

Feinkonglomeratische Partien treten häufig auf, doch fehlen eigentliche Breccien völlig. Neben diesen feingerölligen Bänken unterscheidet sich die in der zweiten Schüttungsphase gebildete Degersheimer-Kalknagelfluh von andern Nagelfluhen des Tortonien in der Regel durch ein ausgesprochen hartes, sandig bis kalkiges Bindemittel. Dies bedingt, dass sie sich im Gelände morphologisch meist deutlich hervorhebt.

Neben Konglomeraten treten in der zweiten Schüttungsphase, wenn auch untergeordnet, Sandsteine, sowie knollige, grau gelbliche und bunte Kalke und Mergel-

kalke auf. Lokal lassen sich Verkeilungen zwischen den der Kalknagelfluh typischen Konglomeraten und normalen Nagelfluhen beobachten, die sich in nichts von den normalen tortonen Psephiten unterscheiden.

Geographische Verbreitung der einzelnen Gesteinstypen innerhalb der heute aufgeschlossenen Degersheimer-Kalknagelfluh

Erste Schüttungsphase:

Gebiet zwischen Abtwil und Schachen: Meist bestehen an der Basis der Degersheimer-Kalknagelfluh schlechte Aufschlussverhältnisse, Soweit sich über diese Zone etwas aussagen lässt, sind nur Konglomerate und Sandsteine am Aufbau beteiligt. Zudem scheint die erste Schüttungsphase teilweise primär zu fehlen.

Gebiet zwischen Schachen und Goldingertobel: Breccien sind allein auf dieses Gebiet beschränkt, das sich vom miozänen Schüttungszentrum des Ur-Rheins (Gebiet zwischen Necker und Thur) beidseits je 13 km gegen W und E erstreckt. Neben Breccien finden sich sämtliche oben erwähnten in der ersten Schüttungsphase auftretenden Gesteine.

Gebiet zwischen Goldingertobel und Zürichsee: Sandsteine, Kalke, Mergelkalke und feinkonglomeratische Nagelfluh bilden die Gesteine der ersten Schüttungsphase.

Zweite Schüttungsphase:

Im Gegensatz zur ersten Schüttungsphase mit ihrer ausgesprochen zonenartigen Verteilung der verschiedenen Gesteinstypen, insbesondere der Breccien, fehlen solche Phänomene der zweiten fast gänzlich. Ein weitgehendes Überwiegen der feinkonglomeratischen, über die grob- oder mittelkonglomeratischen Nagelfluhen ist besonders für das Gebiet westlich des Goldingertobels charakteristisch.

Primäre und sekundäre Mächtigkeitsschwankungen

Die Degersheimer-Kalknagelfluh in ihrer Gesamtheit ist starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfen, doch war es nicht immer leicht, zu entscheiden, ob sich dies auf primäre oder sekundäre Ursachen zurückführen lässt. Dabei betrachten wir rein sedimentäre Mächtigkeitsdifferenzen als primär, während sekundär jene genannt werden, die auf nachherige Abtragung beruhen.

Die kleinsten primären Mächtigkeitswerte finden wir am Bächlein bei Kohlholz (siehe p. 20) mit 0,5 m, während die grössten Werte 10 m übersteigen können. Irgendwelche Regelmässigkeit in den Schwankungen der Mächtigkeiten kann nicht festgestellt werden.

Das Fehlen der typischen Degersheimer-Kalknagelfluh im Thur- und Neckertal beruht auf Abtragung, die im zentralen Schüttungsgebiet verständlicherweise am meisten wirksam war.

Betrachtet man die einzelnen Schüttungsphasen, die für die Bildung der Degersheimer-Kalknagelfluh verantwortlich sind, für sich allein, so lässt sich keine Regelmässigkeit der primären Mächtigkeitsschwankungen erkennen.

Das Gebiet zwischen Ronnebach und Goldingertal zeichnet sich durch kleinere Werte in der ersten Schüttungsphase aus, als Folge sekundärer Reduktion der primären Mächtigkeit durch Ausräumung. Es zeigen sich lediglich in diesem Gebiet

eindeutige Aufarbeitungsphänomene der ersten durch die nachfolgende zweite Schüttungsphase.

Die Mächtigkeitsschwankungen primärer wie sekundärer Natur sind für die folgenden paläogeographischen Betrachtungen von untergeordneter Bedeutung, bieten uns jedoch mannigfaltige Beispiele der Spielformen von Ausräumungsphänomenen im Kleinen.

Die Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh und ihre paläogeographische Stellung innerhalb des Hörnlschuttfächers

Den Molassebildungen der Ostschweiz fehlen weitere der Degersheimer-Kalknagelfluh ähnliche Sedimente, auch sind uns aus anderen Molassegebieten solche nicht bekannt. Bei der Bildung müssen vom normalen Schüttungscharakter abweichende Faktoren gewirkt haben, und im folgenden soll versucht werden, an Hand des gesammelten Beobachtungsmaterials die Möglichkeiten darzustellen, die zur Entstehung dieses eigenartigen Horizontes geführt haben könnten.

In Lit. 1 wurde von F. HOFMANN und U. BÜCHI versucht, die Degersheimer-Kalknagelfluh in direkte Beziehung zum Vulkanismus in der Ostschweiz zu bringen, als Arbeitshypothese für spätere Forschungen.

Die späteren Untersuchungen haben gezeigt, dass der vulkanische Blockhorizont höher als die Kalknagelfluh zu liegen kommt, und dass die in Lit. 1 beschriebenen Blöcke südlich der Ruine Neutoggenburg nicht vulkanischer Entstehung sind. Eine Parallelisation der Degersheimer-Kalknagelfluh mit dem genannten Blockhorizont ist somit nicht möglich. Von der in Lit. 1 erwähnten Entstehungsmöglichkeit der Degersheimer-Kalknagelfluh als Folge sturzflutartiger Überschwemmungskatastrophen in Zusammenhang mit vulkanischen Eruptionen muss heute also abgesehen werden. Die Untersuchungen von F. HOFMANN (Lit. 8) ergaben zudem das Fehlen grösserer Wasseransammlungen im zentralen Molassebecken zur Zeit des Tortonien.

Die nicht marinen Molassebildungen des Hörnlschuttfächers sind fluviatilen Ursprungs (Lit. 2, 8), insbesondere sind es die Lagerungsverhältnisse der Nagelfluhbänke (Vorherrschen von Stromrinnen), die uns ein eindrückliches Bild eines reichverzweigten Systems stark mäandrierender Flüsse in einem flachen Troge vermitteln.

Für die Entstehung der ersten Schüttungsphase der Degersheimer-Kalknagelfluh kann ein solches System mäandrierender Flüsse nicht verantwortlich gemacht werden. Stromrinnenartige Lagerungsverhältnisse fehlen und die Einmaligkeit dieses Ereignisses, auf einer Breite von mehr als 50 km, schliesst normale Nagelfluhschüttung aus. Im Gegensatz zu andern Schüttungen, wo konglomeratische Ablagerungen nur eine sehr beschränkte Breite aufweisen (durchgehende Nagelfluhbänke bestehen aus aneinandergereihten Stromrinnen, siehe hierzu Lit. 2), stehen wir bei der ersten Schüttungsphase ohne Zweifel vor einer flächenhaften Überflutungskatastrophe grösseren Ausmasses.

Solche Überflutungen sind aus den grossen rezenten Deltas bekannt. Stromrinnenartig struierte Schichtkomplexe wechseln mit flächenhaft angeordneten Zonen, eine Folge zeitweiliger Hochwasser, die das gesamte Delta überfluteten. Die Einmaligkeit, die in der Bildung der Degersheimer-Kalknagelfluh vorliegt, kann nicht mit einem normalen Hochwasser des Ur-Rheins in Zusammenhang stehen. (Gewöhnliche Hochwasser können nur für das Einsetzen einer starken

Nagelfluhschüttung oder für Verlagerungen einzelner Flussarme verantwortlich gemacht werden.) Da innerhalb des Molassebeckens keine direkten Ursachen für die Schüttung der Degersheimer-Kalknagelfluh gefunden werden können, müssen diese im Einzugsgebiet des Ur-Rheinsystems liegen.

Im folgenden sind jene Daten festgehalten, die das miozäne Relief der Alpen gestalteten, und die wechsellagen Beziehungen zwischen Abtragungs- und Sedimentationsraum schufen. Dabei wurde den Angaben in Lit. 2 gefolgt, die eine Weiterführung und Modifizierung jener Erkenntnisse darstellen, die R. STAUB in seinem Werke „Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie“ (Lit. 12) niedergelegt hat.

Zu Beginn des Tortonien war der alpine Bau in seinen Grundzügen bereits vollendet. Die eigentliche Deformation des Alpenkörpers hat zu Beginn des Miozän mit den insubrischen Phasen begonnen, und mit der mittelsubrischen Phase kam es an der Wende Helvétien-Tortonien zu einer letzten grossen Geröllabfuhr in die Tiefe des mittelländischen Molassebeckens. Innerhalb des Tortonien des Südrandes der mittelländischen Molasse der Ostschweiz zeigt sich nach U. BÜCHI (Lit. 2) von unten nach oben eine stetige Zunahme der Schüttungsintensität, doch reichen die Spitzen der Konglomeratschüttungen im Osten vorerst nicht wesentlich über das Gebiet des westlichen Rosenbergs bei St. Gallen hinaus und erreichen im Westen kaum das westliche Zürichseeufer. Nach der Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh im mittleren Tortonien beginnen die Nagelfluhschüttungen weiter ostwärts bis in den östlichen Rosenberg und auch auf das westliche Zürichseeufer, insbesondere aber auch weiter nach Norden vorzudringen. Zudem finden wir im zentralen Fächergebiet erstmals Bänke maximaler Mächtigkeit (bis 50 m). Diese Tatsachen lassen auf beginnende, stärkere Deformationen im Alpenkörper schliessen, die an der Wende des unteren zum mittleren Tortonien zu grösseren Höhendifferenzen zwischen Abtragungs- und Sedimentationsraum führten, und zu einer stärkeren Geröllabfuhr ins Molassebecken. Diese Verhältnisse führten im Einzugsgebiet des Ur-Rheins, bedingt durch starke Erosionsvorgänge, zu ausgeprägten steilen Talbildungen, die häufig zu kleineren oder grösseren Bergsturzkatastrophen Anlass gegeben haben mögen, die wohl zeitweise zu Aufstauvorgängen des Ur-Rheins geführt haben.

Eine solche Katastrophe vermag am besten die Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh, wie auch anderer Horizonte zu erklären, auf die wir später zurückkommen werden. Es kam zu einem Aufstau des Ur-Rheins und zur Bildung eines intramontanen Wasserbeckens. Nachfolgende Bewegungsphänomene oder ein starkes Hochwasser führten zur plötzlichen Durchbrechung des Stauriegels. Als murgangartige Katastrophe ergossen sich die Wassermassen, das Bergsturzmaterial mit sich reissend, ins Molassebecken hinaus, weite Gebiete flächenhaft überflutend. Diese Verschwemmung eines Bergsturzriegels erklärt die Monotonie im Geröllbestand der Degersheimer-Kalknagelfluh, besonders der **ersten Schüttungsphase**. Während im zentralen Schuttfächer, 13 km östlich und westlich der zentralen Schüttungsachse (zwischen Necker und Thur gelegen), der murgangartige Transport eine Abrollung der Trümmer mehr oder weniger stark verhinderte (Bildung von Breccien) kam es in den randlichen Partien zur Sedimentation von Konglomeraten, Psammiten und Peliten, da mit der Entfernung vom Schüttungszentrum der murgangartige Transport mählich in einen rein fluviatilen überging, gefolgt von einer weiteren Zerkleinerung und Abrollung der Trümmer. Das Vorwiegen von Kalkmaterial, wahrscheinlich ostalpiner Provenienz, führte zur Bildung ausgesprochen kalkiger Sedimente, und während der Diagenese zu einer starken Verkittung des klastischen Materials.

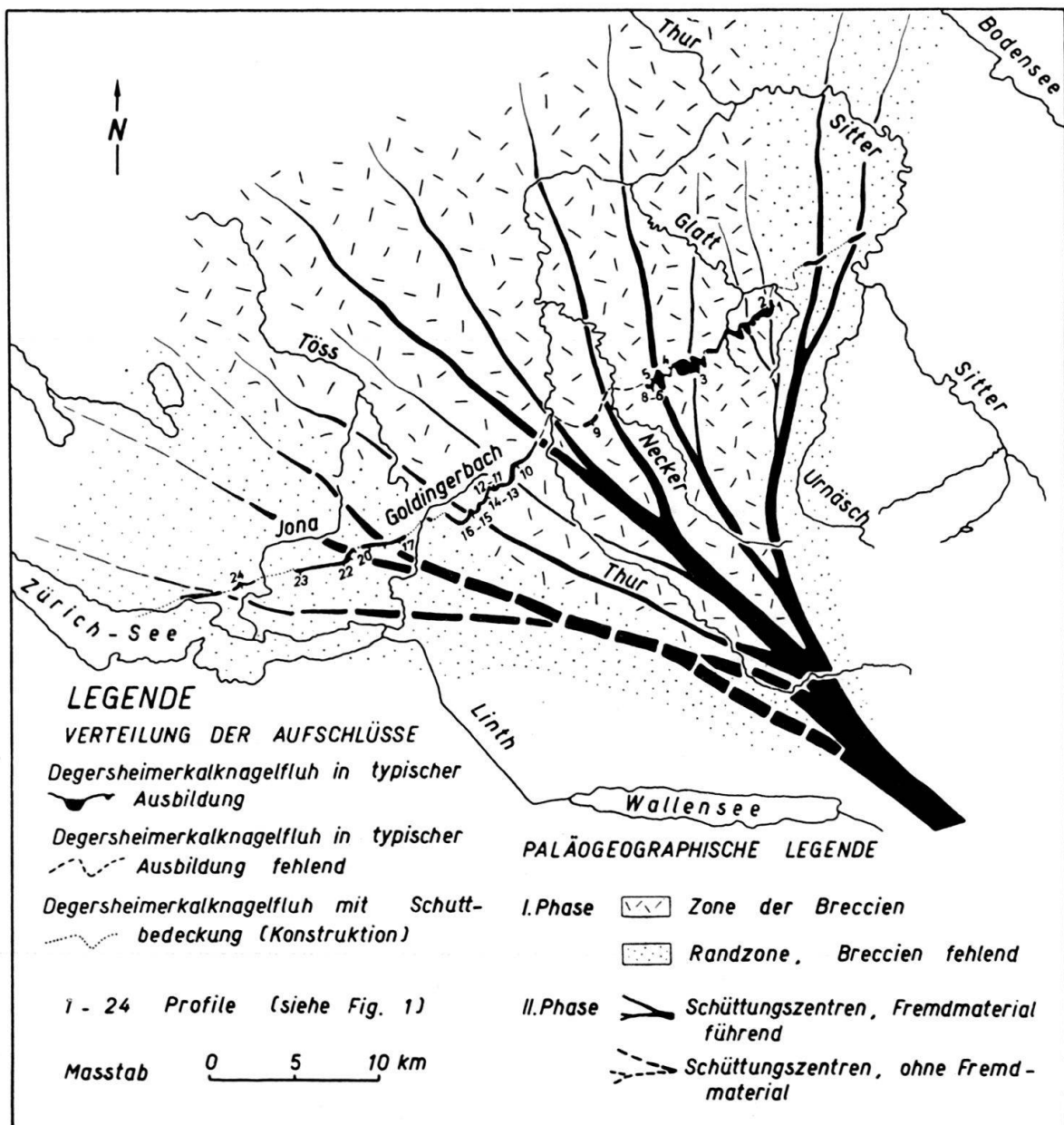


Fig. 2. Paläogeographische Karte zur Zeit der Schüttung der Degersheimer-Kalknagelfluh.

Einige Details innerhalb den Ablagerungen der ersten Schüttungsphase seien hier der Vollständigkeit halber in aller Kürze festgehalten:

Profil 9 der Figur 1, südlich Ruine Neutoggenburg: Im Liegenden der Degersheimer-Kalknagelfluh findet sich ein rötlicher Mergel, in welchem sich kleine zylindrische (1—2 cm Durchmesser) Gebilde finden lassen, die senkrecht in den Mergeln stecken und aus feinem Breccienmaterial bestehen. Die Ähnlichkeit mit den Steinpipern aus der Meeresmolasse von St. Gallen, rechtfertigt die Annahme auch hier auf ausgefüllte Wühlgänge problematischer Lebewesen zu schliessen. Die Erhaltung, resp. Ausfüllung solch zarter Gebilde zeigt, dass im Gebiet der heute aufgeschlossenen Degersheimer-Kalknagelfluh während der ersten Schüttungsphase z. T. keine wesentlichen Ausräumungsvorgänge stattfanden.

Profil 10 in Figur 1, Rotenbach: Die obersten Zentimeter der liegenden Mergel führen grosse gutgerundete Gerölle, darüber folgt in scharfem Kontakt die Degersheimer-Kalknagelfluh. Um eine beinahe völlige Ausräumung einer Nagelfluh kann es sich nicht handeln, da in der hangenden feinen Breccie sich keine grossen Gerölle finden lassen, die auf Aufarbeitung hinweisen würden. Wir haben es mit einer Nagelfluhschüttung zu tun, die in ihren ersten Anfängen durch das Einsetzen der murgangartigen Katastrophe ein jähes Ende fand.

Profil 12 in Figur 1, Schachen: Einzelne gutgerundete Gerölle z. T. in Nestern angereichert (häufig Diabase, Granite und Radiolarite, unterostalpinen und oberpenninischer Provenienz) liegen in feiner Breccie oder Sandstein. Kristalline Gerölle und Radiolarite stellen sonst in der ersten Schüttungsphase geradezu eine Seltenheit dar; es ist deshalb anzunehmen, dass hier eine relativ bunte Nagelfluh durch die Schüttung der Degersheimer-Kalknagelfluh aufgearbeitet worden ist.

Die **zweite Schüttungsphase** der Degersheimer-Kalknagelfluh besitzt wieder normal fluviatilen Charakter; dies kommt in Stromrinnen, Strudelkolken, Kegelwülsten und ähnlichem zum Ausdruck. Obwohl auch grobgeröllige oft auch bunte Nagelfluhen auftreten, ist im allgemeinen der Verkittungsgrad stärker als bei andern tortonen Nagelfluhen. Seitliche Übergänge der gutverkitteten in solche normale Konglomerate gehören zu den Seltenheiten. Besonders westlich des Goldingertobels überwiegen feinkonglomeratische Nagelfluhen, die sich durch grosse Monotonie des Geröllbestandes auszeichnen, während bunte und grobgeröllige Konglomerate auf die zentralen und östlichen Gebiete beschränkt sind. Das Auftreten der charakteristischen, feingerölligen Nagelfluhen, wie auch die meist vorzügliche kalkige Verkittung und die über weite Gebiete reichende Monotonie im Geröllbestand, spricht dafür, dass während der zweiten Schüttungsphase eine weitere Zufuhr desjenigen Trümmersmaterials stattfand, das zum Aufstau des Ur-Rheins geführt hatte. Zum Teil stammt dieses aus dem Einzugsgebiet selbst, zum Teil aber handelt es sich um Zusammenschwemmung von Material aus der ersten Schüttungsphase aus alpennäheren Teilen des Schuttfächers. Besonders im zentralen Teil (Gebiet zwischen Ronnenbach und Goldingertal) können vollständige Aufarbeitungen der Gesteine der ersten Schüttungsphase beobachtet werden. Beispiele solcher Aufarbeitungen kommen in den Profilen 7, 8, 14, 15 der Figur 1 zur Darstellung. Profil 3 zeigt die Aufnahme von Breccienschollen der ersten Schüttungsphase in die zweite, und Profil 16 die Aufnahme von Breccienmaterial als Bindemittel im untern Teil der Nagelfluh der zweiten Schüttungsphase. Profil 17 vermittelt ein Beispiel von Kolkerscheinung.

Dass zwischen dem Ende der ersten und dem Beginn der zweiten Schüttungsphase zeitliche Differenzen bestehen müssen, ist aus der meist stark ausgeprägten Schichtfuge ersichtlich. Lokal kam es zur Ablagerung kleiner Mergelkomplexe, die jedoch meist der Ausräumung durch die zweite Schüttungsphase anheimfielen (Profil 13 der Figur 1).

Die der Schüttung der Degersheimer-Kalknagelfluh folgenden Geröllschübe bedingten lokal eine starke Ausräumung, besonders im zentralen Schuttfächerteil (Gebiet zwischen Necker und Thur), wo teilweise eine vollständige Entfernung der Degersheimer-Kalknagelfluh stattfand. Teils ging die zweite Schüttungsphase nach oben direkt in eine Schüttung von Nagelfluhen normaler Zusammensetzung über, ohne dass sich eine Trennung durchführen liesse (Profile 5, 16 der Figur 1). Dies steht im Gegensatz zur ersten Schüttungsphase, die nirgends nach unten oder nach oben (Ausnahmen nur auf Ausräumung zurückzuführen) einen Übergang

in die hangenden oder liegenden Schichten zeigt, sondern von diesen stets durch eine deutliche Fuge getrennt ist.

Die Feldbeobachtungen lassen sich genetisch am besten durch die Annahme deuten, dass die Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh auf eine bergsturzartige Katastrophe und Aufstau des Ur-Rheins im Einzugsgebiet zurückgeführt wird, die durch eine plötzliche Entleerung des aufgestauten Beckens und murgangartige Verfrachtung des Sturzmaterials gefolgt war.

Über das Ausmass dieser Katastrophe lassen sich gewisse Anhaltspunkte finden: Bei einer mittleren Mächtigkeit der Degersheimer-Kalknagelfluh von 5 m innerhalb des gesamten möglichen Ablagerungsgebietes gelangt man für das Sturzmaterial zu Werten in der Grössenordnung von 10 km^3 . Ein Teil der zweiten Schüttungsphase führt bereits Material, das sicher nicht jenen stauenden Sturzriegel bildete (kristalline Gerölle etc.) womit obige Schätzung tiefer anzusetzen wäre. Vergleicht man diese Werte der mutmasslichen Sturzmasse mit denen, die für den Bergsturz von Flims, dem grössten inneralpinen Bergsturz, errechnet wurden — $12 \text{ bis } 15 \text{ km}^3$ — (Lit. 13), so sieht man, dass diese innerhalb den uns bekannten Ausmassen einer solchen Sturzkatastrophe liegen.

Der Vollständigkeit halber sei auf zwei kleintektonische Phänomene aufmerksam gemacht:

Den in Profil 21 der Figur 1 dargestellten Bruch und einen solchen im Erosionskessel SE Klein Rotstein mit einer Sprunghöhe von 3 m. Das Fehlen von Rutschstreifen lässt die Entscheidung offen, ob eine Vertikalverwerfung oder eine Blattverschiebung vorliegt. Erwähnenswert sind diese Brüche, da uns aus dem gesamten Gebiet der NW-fallenden mittelländischen Molasse zwischen Zürichsee und Rheintal-Bodensee sonst nur solche bekannt sind, deren Grössenordnung einige wenige Dezimeter nicht übersteigt.

Obwohl die Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh im Auftreten von Breccien eine Einmaligkeit innerhalb den Molasseablagerungen darstellt, bleibt die Frage offen, ob ähnliche Erscheinungen, sei es in Form murgangartiger Verfrachtung oder Verschwemmung von Bergsturzmassen, sich auch in andern Gebieten beobachten lassen.

In diesem Zusammenhang seien die aus den Pfingstbodenschichten der Kronbergzone bekannten schmalen Stromrinnen der **Riesenkonglomerate** erwähnt, deren Entstehung K. HABICHT (Lit. 5) auf murgangartige Schüttungen aus der Flyschrandkette zurückführt. Es handelt sich um lokale kleine Hochwasserkatastrophen. Während bei der Degersheimer-Kalknagelfluh die Monotonie im Geröllbestand nicht ohne weiteres verständlich war, lässt sie sich hier aus dem beschränkten Einzugsgebiet heraus erklären und Bergsturzkatastrophen müssen nicht unbedingt mitgespielt haben.

Sturzkatastrophen innerhalb des Einzugsgebietes des Ur-Rheins können für die Erklärung gewisser Konglomerathorizonte herbeigezogen werden, die in ihrem Geröllbestand Eigentümlichkeiten zeigen, abweichend von den normalen Nagelfluhen. Wie z. B.:

Ophiolithnagelfluh aus dem Tortonien im östlichen Nollengebiet, zwischen Wil und Thur: Diese Nagelfluh wird erstmals von F. HOFMANN in Lit. 8 erwähnt. Sie zeichnet sich durch einen extrem hohen Gehalt an ophiolitischen Geröllen aus, 25%, was sie von sämtlichen Nagelfluhhorizonten dieser Gegend unterscheidet. F. HOFMANN betont, dass es sich möglicherweise um die innerhalb einer kurzen Zeitspanne erfolgte Verschwemmung eines ophiolithreichen Bergsturziiegels im Einzugsgebiet des Ur-Rheins handeln könnte und vergleicht diese Bildung mit der Degersheimer-Kalknagelfluh.

Eine ähnliche **ophiolithreiche Nagelfluh** ist uns aus dem Gebiet der **vorderen Buchenegg am Albis** bekannt, deren Reichtum insbesondere an Diabasen und Radiolariten schon bei einer rein kursorischen Begehung des Gebietes auffällig ist. Auch hier dürfte eine ganz ähnliche Bildung vorliegen. Ob es sich um das gleiche Niveau wie das oben erwähnte handelt, steht noch offen, obwohl eine solche Parallelisation möglich wäre. Zudem bestehen in der Zürcher Molasse noch weitere Ähnlichkeiten zu den östlichen und nordöstlichen Gebieten des Hörnlichschuttfächers, auf die einzutreten uns heute als verfrüht erscheint und die weiterer Forschung bedürfen.

Im Gebiet **Hombrechtikon–Grünigen–Bubikon** östlich des Pfannenstiels sind ausgedehnte Horizonte eines oft **rötlichen, oft knolligen, dichten bis mergeligen Kalkes** bekannt, sog. „Wetterkalk“, der, ähnlich den in Lit. 2 erwähnten knolligen Kalken, fluviatilen Ursprungs ist, entstanden aus Anschwemmung von feinstem Kalkschlamm durch die Molasseflüsse. Dieses plötzliche Auftreten einer ausgesprochen reinen Kalkschlammführung der Flüsse in grösserem Ausmasse als in tieferen oder höheren Komplexen des Hörnlichschuttfächers, könnte auf ähnliche Bergsturzphänomene und Verschwemmung eines kalkigen Trümmersmaterials zurückzuführen sein.

Wichtigste benutzte Literatur:

1. BÜCHI, U., HOFMANN, F.: Spuren vulkanischer Tätigkeit im Tortonien der Ostschweiz. — *Eclogae geol. Helv.*, Vol. 38, Nr. 2, p. 337, 1945.
2. BÜCHI, U. P.: Zur Geologie und Paläogeographie des Südrandes der mittelländischen Molasse zwischen Toggenburg und Rheintal. — Dissertation. Manuskript 1949.
3. FRÜH, J.: Beiträge zur Kenntnis der Nagelfluh der Schweiz. — *Neu Denkschr. d. all. schweiz. Ges. für die ges. Naturwissenschaft.* Bd. XX, 1890.
4. GUTZWILLER, A.: Molasse und jüngere Ablagerungen, enthalten auf Blatt IX des eidg. Atlas. — *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* 14. Lf., 1. Abt., 1877.
5. HABICHT, K.: Geologische Untersuchungen im südlichen st. gallisch-appenzellischen Molassegebiet. — *Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz.* Neue Folge, 83. Lf., 1945.
6. HERBORDT, O.: Geologische Aufnahme der Umgebung von Rapperswil–Pfäffikon am Zürichsee. — Dissertation Zürich 1907.
7. HOFMANN, F.: Bericht über die Exkursion der schweiz. Geol. Ges. in der Ostschweiz. — *Eclogae geol. Helv.*, Vol. 41, Nr. 2, p. 307, 1948.
8. HOFMANN, F.: Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen fluvioterrestrischen Miozän zwischen Wil und dem Bodensee und zur Bodenseegeologie. — Dissertation, Manuskript 1949.
9. LUDWIG, A., FALKNER, CH.: Beiträge zur Geologie der Umgebung von St. Gallen. — *Jahrb. d. st. gall. naturw. Ges.*, Vereinsjahr 1901/02. St. Gallen 1903.
10. LUDWIG, A.: Erläuterungen zu Atlasblatt 218–221 Flawil–Schwellbrunn. *Geol. Atlas der Schweiz*, 1 : 25000, 1930.
11. RENZ, H. H.: Zur Geologie der östlichen st. gallisch-appenzellischen Molasse. — *Jahrb. d. st. gall. naturw. Ges.*, Bd. 69, 1937/38.
12. STAUB, R.: Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie. — *Denkschr. d. schweiz. Naturf. Ges.*, Bd. LXIX, Abh. 1, 1934.
13. STAUB, R.: Altes und Neues vom Flimser Bergsturz. — *Verhandl. d. schweiz. Naturf. Ges.*, 119. Versammlung, Chur 1938.

14. TANNER, H.: Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. — Mitt. d. thurg. Natf. Ges., Heft XXXIII, 1944.

Geologische Karten:

15. GUTZWILLER, A.: Geologische Karte der Schweiz 1 : 100000, Blatt IX, 1875.
16. LUDWIG, A., FALKNER, CH.: Geologische Karte von St. Gallen und Umgebung. — Jahrb. d. naturw. Ges. St. Gallen, Vereinsjahr 1901/02. St. Gallen 1903.
17. LUDWIG, A.: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25000, Blatt 218—221 Flawil-Schwellbrunn, 1930.
18. ZINGG, TH.: Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25000, Blatt 226—229 Mönchaldorf-Rapperswil, 1934.
-