

## Das Alter, die Entstehung und Zerstörung der Salzburger Nagelfluh.

Von

**Hans Crammer** in Salzburg.

---

Links von der Salzach erhebt sich über die Stadt Salzburg der Mönchsberg. Seine z. Th. künstlich hergestellten verticalen Felswände und der durch den Berg geführte Strassentunnel, das Neuthor, zeigen überall schräg einfallendes, regelmässig geschichtetes Conglomerat. Aus demselben gleichaltrigen Gestein bestehen ferner der in nächster Nähe befindliche Rainberg und der in grösserer Entfernung südlich von Salzburg liegende Hügel von Hellbrunn. Man ist zwar einig darüber, dass alle diese Berge Reste einer einst weit ausgebreiteten, zusammenhängenden Conglomeratdecke sind, die wir Salzburger Nagelfluh nennen, doch gehen die Meinungen über das Alter, die Entstehungsweise und die Zerstörung dieser Decke auseinander.

Erst in letzter Zeit schrieben zwei Vertreter der einander entgegenstehenden Ansichten über dieses Thema. EBERHARD FUGGER veröffentlichte im Vorjahre eine Schrift unter dem Titel: „Zur Geologie des Rainberges“ im XLI. Band der Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, und ALBRECHT PENCK behandelt „Die Salzburger Nagelfluh“ in seinem eben erscheinenden Werke: Die Alpen im Eiszeitalter.

FUGGER spricht von einem ziemlich hochliegenden Aufschluss an der Südostecke des Rainberges, dessen Lage er ganz genau angiebt. Hier hat er mit CARL ABERLE wieder-

holt gesehen, dass der Nierenthaler Mergel, welcher das Hangendste der Kreideformation bildet, unmittelbar, also ohne jede Zwischenschicht von einem feinkörnigen Sandstein und dieser ebenso unmittelbar ohne Zwischenlagerung von dem Rainbergconglomerat überlagert wird. Im Jahre 1900 wurde auf der Höhe des Rainberges, also auf der Oberkante des Conglomerates ein von Grundmoräne überlagerter Gletscherschliff entdeckt. Es muss folglich, als der Schliff entstand, das Conglomerat schon gut verfestigt gewesen sein. Dazu war aber der Zeitraum selbst von der ältesten Interglacialzeit bis zur jüngsten Eiszeit zu kurz. So schliessend und sich auf die Neigung und Concordanz sämtlicher Schichten des Rainberges stützend, glaubt FUGGER mit Recht behaupten zu können, das Conglomerat des Rainberges und mit ihm auch das des Mönchsberges gehöre dem jüngeren Tertiär an.

PENCK hingegen theilt mit, er habe im Jahre 1899 unter den vorspringenden Conglomeratwänden des Rainberges aus der hangenden Partie des Mergels eine Anzahl typisch gekritzter Geschiebe hervorgeholt. Er hält es für ausgeschlossen, dass diese Geschiebe vielleicht erst nach Ablagerung des Conglomerates eingepresst wurden. Die ganze Art ihres Auftretens macht sicher, dass die gekritzten Geschiebe vor Ablagerung der Nagelfluh in die obersten Lagen des Mergels eingeknetet wurden. Im Widerspruch mit FUGGER schliesst daher PENCK auf das interglaciale Alter der Rainberg- und somit auch der Salzburger Nagelfluh überhaupt. — Den von FUGGER gemachten Einwand, auf einer quartären Schotterablagerung könnte wegen zu geringer Verfestigung kein Gletscherschliff entstanden sein, widerlegt PENCK durch den Hinweis, dass gar nicht selten ältere Quartärbildungen unter jüngeren geschrammt sind.

Sowohl Professor FUGGER wie PENCK zeigten mir im Jahre 1902 persönlich den Ort, wo jeder von ihnen die oben mitgetheilten Beobachtungen gemacht hatte. Da stellte sich heraus, dass beide Herren ganz genau an ein und derselben Stelle waren. PENCK fand auch in meiner Gegenwart unter dem feinkörnigen Sandstein etliche gekritzte Geschiebe. Er ersuchte mich, den sehr schlechten Aufschluss für eine Excursion des nächstjährigen internationalen Geologencongresses

verbessern zu lassen. Diesem Wunsche kam ich nach. Bei der Grabung machte ich folgenden Befund.

An der Südostecke des Rainberges, wo die strittige Stelle liegt, bildet das Conglomerat eine Wand, an deren Fuss sich ein ziemlich steiler, mit Gras und Strauchwerk bewachsener Hang anschliesst. In den untersten Partien wird das Conglomerat von einigen Sandsteinschichten abgelöst. Im Hange liess ich einen bis zu 1,6 m tiefen Einschnitt von 4 m Länge in der Richtung senkrecht gegen die Wand herstellen. Dadurch wurde der Sandstein 1 m weit unterfahren. Weiter hineinzugraben war nicht rätlich, weil das Nachsitzen der Sandsteinbänke zu befürchten war. Nach Abhebung einer etwa 1 dm dicken Humusschichte wurde aus dem ganzen Einschnitt nur Grundmoräne gefördert. Nirgends, auch nicht unter dem Sandstein, stiess ich auf anstehendes Gestein. Die Zusammensetzung der Moräne war jedoch derart, dass man bei einem weniger guten Aufschluss in der That die gekritzten Geschiebe übersehen und die Moräne wegen ihres reichen Gehaltes an Mergelgeschieben für anstehenden Mergel halten konnte. So ist der Widerspruch in den Beobachtungen FUGGER's und PENCK's erklärlich.

Ausser den Mergelgeschieben und dem zum Schlamm zerriebenen Mergel enthält die Moräne, wie schon gesagt, deutlich gekritzte Kalkgeschiebe, dann Geschiebe aus ortsfremdem, sehr feinkörnigem Sandstein und Geschiebe aus einem hier nicht anstehenden dichten Conglomerat. Von Bedeutung ist, dass ich in der Moräne kein einziges Stück von der einst weithin verbreiteten Salzburger Nagelfluh finden konnte, obgleich ich sehr sorgfältig danach suchte.

Unter dem anstehenden Sandstein enthielt die Grundmoräne einen harten Felsblock von 1,5 m Durchmesser, dessen Entfernung eine schwere Arbeit war. Gleich hinter diesem Block traf ich einen zweiten, noch grösseren an, der ohne Sprengung nicht fortzuschaffen war. Auch aus diesem Grunde stellte ich die Arbeit ein.

Der Aufschluss, wie er jetzt ist, reicht also nur 1 m weit unter den anstehenden Fels hinein. Es mag daher vielleicht von Gegnern immer noch behauptet werden, die Moräne bilde nicht das Liegende, sondern sie sei bloss ein Stück weit

unter das schon bestandene Conglomerat in eine Hohlkehle gepresst worden. Dieser Behauptung widerspricht aber das Fehlen von Geschieben aus Salzburger Nagelfluh, welche letztere in der Moräne ziemlich zahlreich enthalten sein müssten, wenn diese nach der Nagelfluh abgelagert worden wäre. Gegen die Einpressung der Moräne spricht ferner auch der Umstand, dass die Moräne unter dem weichen anstehenden Sandstein, von dem man an frisch entblösten Stellen mit dem Finger Sand abreiben kann, harte Geschiebe bis zu 2 m Durchmesser enthält. Bei einer erfolgten Einpressung hätten diese Geschiebe vom Sandstein Stücke absprengen müssen, welche sich entweder im Ganzen oder zu Sand zerrieben in der Contactzone der Moräne wieder zeigen müssten. Auch müsste die Unterseite des Sandsteins Spuren gewaltsamer Bearbeitung aufweisen. Weder das Eine noch das Andere ist der Fall.

Während der ganzen Dauer der Grabung behielt ich die Contactfläche zwischen Moräne und Sandstein im Auge. Sie bildet eine scharfe, flach gewellte Grenze zwischen beiden Ablagerungen. Mehrere kleine, meist nur einige Millimeter hohe Steinchen, die nach ihrer Form, Grösse und petrographischen Beschaffenheit zur Moräne gehören, sah ich mit ihrer unteren Hälfte im Moränenschlamm, mit ihrer oberen im Sandstein stecken. Das gleiche galt auch von einem 10 cm langen, walzenförmigen Geschiebe, welches ganz aufrecht gestellt war. Wäre auch die Moräne unter den Sandstein gepresst worden, so hätten dennoch die kleinen, in weichem Moränenschlamm gebetteten Steine und Steinchen nicht in dieser Weise in den härteren Sandstein eindringen können. Auffällig ist, dass auf keinem der in den Sandstein ragenden Steine Schlamm lag, während sich solcher sonst überall dazwischen an der Contactfläche unter dem Sandstein vorfand.

All das erkläre ich mir so: Zuerst wurde die Moräne abgelagert. Nachdem sie vom Eise verlassen war, wurde sie oberflächlich durch schwach darüberströmendes Wasser zum Theil ihres Schlammes beraubt. Die Oberseiten hochliegender Steinchen wurden entblöst, während der Schlamm dazwischen in den geschützten Vertiefungen liegen blieb. Später brachte das Wasser feinen Sand, in welchem die abgewaschenen Stein-

chen begraben wurden. Endlich kam über dem Sand Schotter zu liegen. Sand und Schotter verfestigten sich schliesslich zu Sandstein und Conglomerat.

Diese Vorgänge (die Verfestigung der Ablagerungen ausgenommen) konnten nur in einem See stattfinden, der nach einem Rückzuge des Salzachgletschers das Salzburger Becken erfüllte. Der See entstand, indem sich die Salzach in das vom Gletscher erodirte Zungenbecken ergoss. Ausserdem wurde nach PENCK das Wasser durch einen im Vorlande liegenden, geschlossenen Endmoränenwall noch höher gestaut. Wo die Salzach in den See mündete, schüttete sie ein Delta auf. Infolge der abnehmenden Strömung blieben die gröberen Salzachgerölle gleich beim Eintritt in den See liegen, während die kleineren Gerölle, besonders der Sand, erst weiter drinnen im See zur Ruhe kamen. Noch weiter von der Flussmündung entfernt, war aber die Strömung nur mehr so stark, dass sie eben noch feinen Schlamm von der Oberfläche der Grundmoräne hinwegzuspülen vermochte. — Mit dem seewärtigen Anwachsen des Deltas wurde aber an dieser Stelle die Strömung mit der Zeit kräftiger und kräftiger. Sie brachte dann Sand und später Gerölle daher. Es entstand über der Moräne eine schräggeschichtete Sand- und Schotterablagerung, deren Reste uns heute noch im verfestigten Zustand als Salzburger Nagelfluh vorliegen.

PENCK erwähnt, dass diese Nagelfluh an verschiedenen Orten nach verschiedenen Richtungen einfällt. Aber nicht nur das, sondern auch die Regelmässigkeit der Schichtung, welche es ermöglicht, am Rainberg wie am Mönchsberg ebene Schichtflächen auf weitere Strecken hin ununterbrochen zu verfolgen, lässt auf eine Deltabildung schliessen. Die Ablagerungen im Bette eines verwilderten Gebirgsflusses, wie es die Salzach war, können nie so regelmässig geschichtet sein.

Nach Beendigung der Grabung an der Südostecke suchte ich am Rainberg nach anderen Moränenaufschlüssen. Einen solchen fand ich an der Nordostwand des Rainberges, mit welcher dieser gegen die Gründe der Sternbrauerei in der Vorstadt Riedenburg abfällt<sup>1</sup>. Diese verticale Wand ist künst-

<sup>1</sup> Man sehe die Karte des Rainberges 1 : 2500 von G. v. PELIKAN. Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. Bd. XL. 1900.

lich hergestellt. In ihrem oberen Theil ist sie glatt bearbeitet, während man im unteren noch die durch Sprengung erzeugten Bruchflächen sieht. Der glatte Wandtheil wurde schon zur Zeit der Herrschaft der Fürsterzbischöfe über das Land Salzburg geschaffen. Ihr unterer, rauher Theil entstand aber erst in jüngster Zeit, indem man den Abbau des Conglomerates zu Bauzwecken fortsetzte. Der Bruch wurde schliesslich aufgelassen, weil man in seinem südöstlichen Theil ziemlich hoch über der Thalsohle auf minderwerthiges, weniger festes, sandiges Conglomerat stiess, im nordwestlichen Theile aber, wohin sich die Schichten senken, die Thalsohle erreichte. Es blieb also im Südosten des Bruches ein an die Felswand gelehnter Hügel stehen. Er war bis vor ganz kurzer Zeit von dem beim Steinbrechen abgefallenen Kleinmaterial und auch von grösseren Blöcken bedeckt, die wegen ihrer mürberen Beschaffenheit von weiterer Verwendung ausgeschieden worden sind. Um Bauplatz zu gewinnen, wird gegenwärtig der Hügel entfernt. Der ihm oberflächlich auflagernde Schutt ist bereits so weit fortgeschafft, dass man den natürlichen Aufbau des Hügels erkennen kann. Wo sich der Hügel an die künstliche Felswand anlegt, besteht er aus zwei stehengelassenen Conglomeratresten, die aus der Wand vorspringen und mit dieser einheitlich verwachsen sind. Sonst lugt überall an den vom Schutt befreiten Stellen Grundmoräne hervor, welche hinsichtlich ihrer Zusammensetzung mit der früher beschriebenen an der Südostecke des Berges identisch ist. Auch hier im Bruche fehlen der Moräne Geschiebe aus Salzburger Nagelfluh.

Es ist die Frage zu entscheiden: Setzen sich die beiden Conglomeratreste, welche unseren Hügel krönen, nach abwärts in den Hügel hinein fort, oder bilden sie nur Kappen, die dem Hügel aufgesetzt sind? Mit anderen Worten: Ist die Moräne der Nagelfluh nur angelagert oder schiebst die Moräne unter das Conglomerat ein?

Beim südlichen Reste ist die Überlagerung der Moräne durch das Conglomerat auf gut 1 m Länge deutlich zu sehen. Auch hier machte ich die Wahrnehmung, dass ein an der Contactfläche liegendes, grösseres Moränengeschiebe in das darüberlagernde Conglomerat eingreift. Auf seiner Oberseite liegt kein Schlamm, sondern eine  $\frac{1}{2}$  cm dicke Lage

lichtgrauen, gewaschenen Sandes. Darüber folgt sandiges Conglomerat.

Beim nördlichen Reste stak ein 2 m<sup>3</sup> fassendes, kugelförmiges Mergelgeschiebe mit seinem Untertheil in der Moräne. Seine Oberseite lag frei; denn das Conglomerat das bis vor ganz kurzer Zeit darauf lag, war abgesprengt worden. Mit einer Seite lehnte sich der Mergelblock aber noch dicht an das Conglomerat. Die ganze sichtbare Oberfläche des Geschiebes war gut gerundet, was durch das weiche Material und den Transport unter dem Eise bedingt ist. Um die Contactfläche zwischen dem Block und dem Conglomerat zu sehen, habe ich den Block zerschlagen lassen. Er war auch gegen den Fels hin schön gerundet und passte vollkommen genau in die Höhlung des an dieser Stelle recht festen Conglomerates. Es ist ganz undenkbar, dass das weiche Mergelgeschiebe die Höhlung in dem harten Conglomerat ausgerieben oder eingedrückt hat. Ebenso ist es ausgeschlossen, dass der Mergelblock in eine Höhlung des schon bestehenden Conglomerates eingepresst wurde und dabei deren Formen annahm; denn in diesem Falle müsste der Mergel zum Mindesten in der Contactzone zermalmt sein, was nicht der Fall ist. Es kann sich somit der Vorgang nur so abgespielt haben, dass der Block unter losem Schotter verschüttet wurde, der sich später zu Nagelfluh verkittete. Wir haben also einen Negativabguss eines Mergelgeschiebes in Nagelfluh vor uns. Alle eben angeführten Befunde beweisen wieder das höhere Alter der Moräne gegenüber den Nagelfluh.

Der beste Beweis dafür ergibt sich aber aus Folgendem: Auf der Oberfläche unseres Hügels ist die Grundmoräne auch zwischen den beiden ihn krönenden Nagelfluhresten und zwar in zusammenhängender Fläche blossgelegt. Diese Fläche bildet einen Streifen, der, senkrecht gegen die Felswand gemessen, eine Breite bis zu 8 m hat. Herr JAKOB CECONI, der ehemalige Besitzer des Steinbruches, sagte mir nun an Ort und Stelle, wodurch ein Missverständniss ausgeschlossen ist, dass dieser Streifen in seiner ganzen Breite von anstehendem Conglomerat überdeckt war. Erst in der Zeit, in welcher der Bruch in CECONI's Besitz war, wurde hier das Conglomerat bis auf die Moräne abgebaut. Der im Bruche

seit Jahren beschäftigte Polier bestätigte die Aussage seines Herrn vollinhaltlich. Übrigens zeugt die ganze Situation für eine solche Sachlage.

Der Polier fügte nur hinzu, dass das abgetragene Conglomerat durch Risse, welche zur jetzigen Felswand parallel verliefen, in verticale Platten zertheilt war. Genau dieselbe Zertheilung ist heute noch im Nagelfluhvorsprung nördlich der blossgelegten Moränenfläche zu sehen. Dort zählte ich fünf zu einander parallele, hintereinander befindliche Risse. Es besteht aber nicht der geringste Zweifel, dass trotzdem anstehender Fels und kein Haufwerk von Trümmern vorliegt, da sich die Schichtung von einer Platte zur anderen über die Risse hinweg vollkommen ungestört bis in die Wand fortsetzt. Es sei dies ganz ausdrücklich betont.

Die Entstehung der Risse ist leicht erklärlich. Hier liegt unter der Nagelfluh nachgiebige Moräne, die am Tage ausstreicht. Sie wird darum durch die Last der Nagelfluh etwas herausgedrückt. Dadurch verliert die Nagelfluh am Rande ihre Unterlage und es entstehen in ihr die beobachteten Risse.

Es ist also sicher, dass sich die Moräne mindestens 8 m weit unter die anstehende Nagelfluh erstreckte. Eine Einpressung von Moräne so weit unter ein Gestein, gehört in das Bereich der Unmöglichkeit.

Zum Schluss einige Worte über die Zerstörung der Nagelfluhdecke. WÄHNER, welcher der Salzburger Nagelfluh ein höheres Alter zuschreibt, führt tektonische Vorgänge ins Treffen. Wir haben aber das jugendliche Alter der Nagelfluh erkannt und gesehen, dass ihre schräge Schichtstellung ursprünglich, und nicht auf tektonische Störungen zurückzuführen ist<sup>1</sup>. Suchen wir an den noch vorhandenen Resten nach den Spuren jener Kräfte, welche sich an der Zerstörung der Nagelfluhdecke beteiligten, so finden wir zweierlei. Die schöne Concave, nach welcher der Mönchsberg steilwandig gegen die Altstadt abfällt, weist auf Wassererosion hin. Die Wand entstand, als die Wellen der Salzach den Fuss des Mönchberges bespülten und durch seitliche Erosion unter-

---

<sup>1</sup> s. hierüber A. PENCK: Die Alpen im Eiszeitalter. 1902. S. 161—166.



gruben. Es entstanden überhängende Stellen der Nagelfluh, die zeitweilig in Form verticaler Platten abbrachen und deren Trümmer das Wasser entführte.

Der Schliff auf dem Rainberg beweist die Abtragung der Nagelfluh durch Eiserosion. Dieser Schliff, der leider bereits abgesprengt ist, bot besonderes Interesse, da er anschaulich machte, in welcher Weise das Eis erodirte. Wo die Nagelfluh aus ziemlich gleich harten Geschieben zusammengesetzt war, war auch ihre Abnutzung gleichmässig. Der im Sonnenschein glänzende Schliff war da eben. Wo aber in der Nagelfluh härtere Gesteine staken, leisteten diese der Abschleifung grösseren Widerstand als ihre weichere Umgebung. Das war vielfach zu sehen. Beispielsweise überragte ein hartes Geschiebe von 2 dm Durchmesser seine Umgebung um 6 cm. An der Stosseite, wie an den beiden Seitenflächen lag es frei. An den Leeseiten schloss sich aber einem jeden dieser harten Geschiebe ein Riedel aus weicherer Nagelfluh an, der im Schutze des vorliegenden harten Geschiebes stehen blieb. Ich habe Riedel bis zu 50 cm Länge gemessen. Die Richtung der Riedel stimmte ganz überein mit jener der Kritze auf der Oberseite der harten Gerölle. Es ist klar, dass durch die fortgesetzte Abschleifung die harten Geschiebe immer mehr und mehr herausgearbeitet wurden, bis endlich ihr Zusammenhang mit dem anstehenden Fels zu schwach wurde, und die Geschiebe ausbrachen. Der Riedel aus weicherem Stein dahinter konnte nun auch nicht mehr lange Stand halten. Beim vorhin erwähnten Ausbrechen sind manchmal Partien anstehenden Gesteins mitgegangen, was ich aus einem 3 dm tiefen Loch mitten im Schlicke schliesse, folglich beschränkte sich die erodirende Wirkung des Eises nicht nur auf die Abschleifung der Nagelfluh. Das Ausbrechen von Gesteinsstücken beschleunigte die Abtragung des Conglomerates wesentlich.

Es ist auffällig, dass die Reste der Salzburger Nagelfluh, sowohl am Mönchsberg, wie am Hellbrunnerhügel an Erhebungen aus älterem Gestein gebunden sind, welche den heutigen Thalboden überragen. So schliesst sich das Mönchsbergconglomerat unmittelbar an den ihn überragenden Festungsberg an, der aus Hauptdolomit besteht. Der Hellbrunner-

hügel ist zwar ein vollständiger Conglomeratberg, aber es sind da zwei Conglomerate verschiedenen Alters zu unterscheiden. Die Hauptmasse des Berges bildet die uns wohlbekannte Salzburger Nagelfluh. Darunter streicht in der südlichen Hälfte der Ostseite, sowie an der Südecke des Berges über der Thalsohle Gosauconglomerat aus. — Endlich lehnt sich nach einer mündlichen Mittheilung FUGGER's auch an den Numulitenkalkhügel von Morzg ein kleiner Nagelfluhrest an. In allen diesen Fällen schliesst sich die Salzburger Nagelfluh den älteren Erhebungen in der Richtung thalabwärts an, also in der Richtung, in der das Wasser floss, und in der sich das Eis des Salzachgletschers bewegte. Der Gedanke liegt daher nahe, die heute noch vorhandenen Nagelfluhreste erhielten sich gegen die Wasser- und Eiserosion, weil sie im Schutze älterer und widerstandsfähiger Gesteinshügel lagen. Es sind das Vorgänge, welche mit den kleinen am Rainbergschliffe besprochenen analog sind.

Ob sich die Rainbergnagelfluh auch im Schutze des Festungsberges erhielt, oder ob am Rainberge eigene Verhältnisse obwalteten, vermag ich gegenwärtig noch nicht zu entscheiden.

---

### **Berichtigungen.**

Auf p. 211 ist hinter dem Worte **DATHE** am Schlusse des dritten Absatzes hinzuzufügen: (. . . Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1896. **DATHE** ist zu einer wesentlich anderen Auffassung dieses Bebens gelangt als **LEONHARD** und **VOLZ**.)

Auf p. 211 vierte Zeile von unten muss es heissen: . . . bei Gleiwitz, in Niederschlesien . . .

Auf der Taf. VIII lies **Kempen** statt **Kempton**.

---