

Dionýs Štúr und die Felsstürze vom Mönchsberg (Stadt Salzburg)

JOSEF-MICHAEL SCHRAMM¹ & THOMAS HOFMANN²

7 Abbildungen, 1 Tabelle

Zum Gedenken an den 120. Todestag von Dionýs Štúr am 9. Oktober 2013

Österreichische Karte 1:50.000
Blatt 63 Salzburg

Bergsturz
Quartär
Stadtgeologie
Ingenieurgeologie
Massenbewegung

Inhalt

Zusammenfassung	301
Abstract	301
Einleitung	301
Geologischer Abriss unter Einbeziehung historischer Fakten	303
Chronologie der Ereignisse aus zeitgenössischer Sicht	305
Geologische Studie von Dionýs Štúr des Jahres 1887	306
Deutung aus moderner naturwissenschaftlicher Sicht	309
Öffentliches Management geogener Risiken im urbanen Bereich	311
Dank	311
Literatur	312

Zusammenfassung

Die aus unterschiedlich verfestigten quartären Konglomeraten bestehenden, örtlich sogar überhängenden Mönchsbergwände bilden seit Jahrhunderten ein latentes Gefahrenpotenzial für das Zentrum der Stadt Salzburg. Der bislang größte Felssturz ereignete sich am 16. Juli 1669 frühmorgens; kleinere Steinschläge ereigneten sich seit dem Bestehen Salzburgs und treten – trotz des alljährlichen systematischen Abschlagens lockerer Gesteinspartien – bis zur Gegenwart auf. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit einem geologischen Gutachten von Dionýs Štúr (1827–1893), welches dieser im Jahr 1887 für die Stadt Salzburg erstattete. Die Ausarbeitung Štúr's stellt ein rares Dokument aus dem Bereich der frühen Ingenieurgeologie dar.

Dionýs Štúr and the Rockfalls from Mönchsberg (City of Salzburg)

Abstract

The vertical partly overhanging walls of the Mönchsberg, built of quaternary conglomerates with different grade of consolidation, represent a permanently geohazard in the city of Salzburg. The biggest rockfall so far happened on July 16th of 1669 very early in the morning. Smaller rockfalls happened before and also occur up to present times – although loose parts are removed systematically every year – even in our days. The present work deals with a geological expertise by Dionýs Štúr (1827–1893), elaborated in 1887 for the city of Salzburg. This study represents a rare geological document in the fields of early engineering geology.

Einleitung

Der Geologe Dionýs Rudolf Josef Štúr (geboren am 5. April 1827 in Beczkó/Oberungarn heute Beckov/Slowakei, gestorben am 9. Oktober 1893 in Wien) wirkte in vielen Kronländern der Österreichisch-Ungarischen Monarchie. Eine lange Publikationsliste (MIKO & SAMUEL, 1994) belegt seine

Tätigkeiten im Bereich der geologischen Landesaufnahme und der Paläobotanik, weniger bekannt sind angewandte geologische Aktivitäten von Štúr. Im Archiv der Geologischen Bundesanstalt befindet sich für das Jahr 1887 unter der Nummer 251 die Korrespondenz samt einem Gutachten von Dionýs Štúr über die Felssturzgefahr vom Salzburger Mönchsberg. Nach einem der wiederholt auf-

1 JOSEF-MICHAEL SCHRAMM: Universität Salzburg, Fachbereich Geographie und Geologie, Hellbrunnerstraße 34, 5020 Salzburg. josef-michael.schramm@sbg.ac.at
2 THOMAS HOFMANN: Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. thomas.hofmann@geologie.ac.at

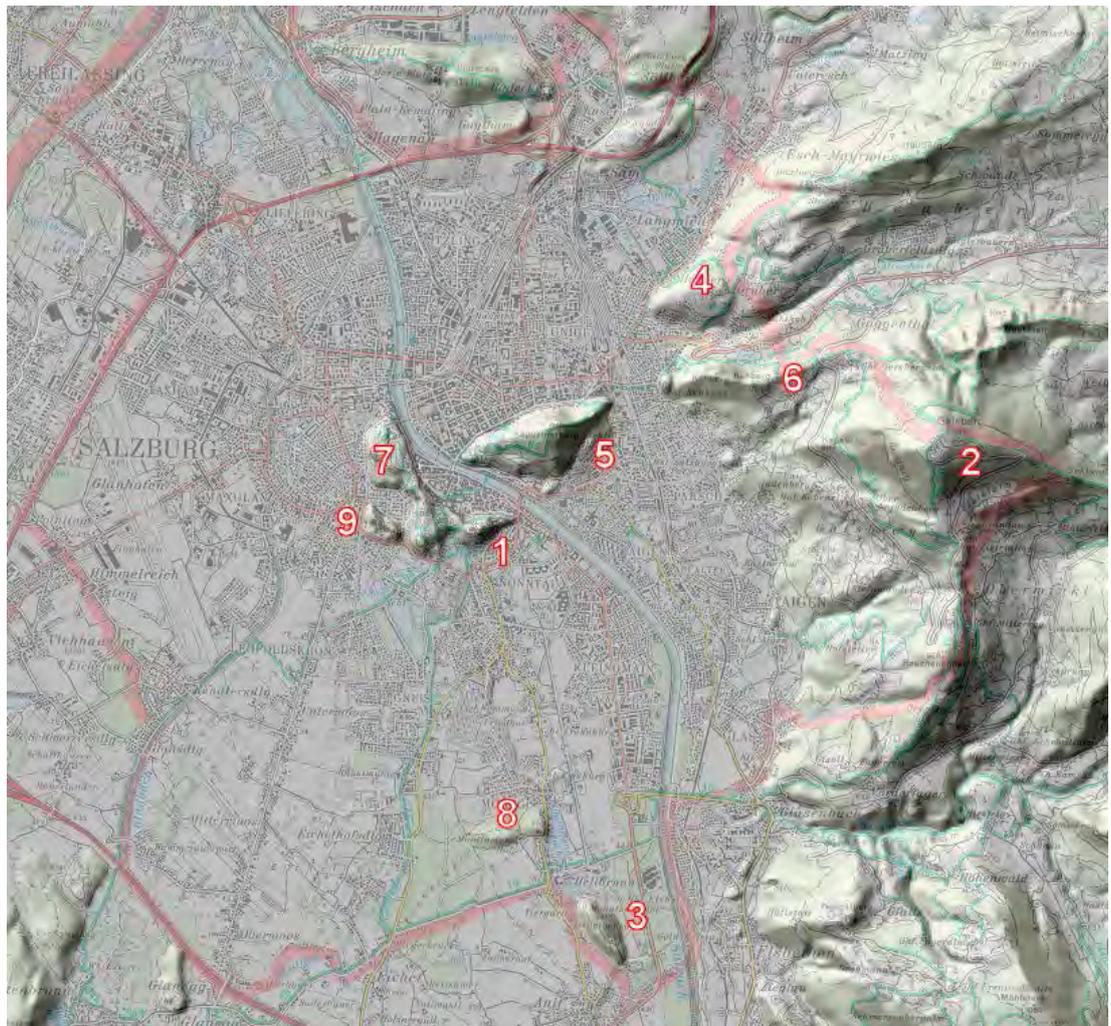


Abb. 1. Schattiertes Relief des Stadtgebietes von Salzburg mit Position der Stadtberge (die Ziffern 1 bis 9 entsprechen den in Tabelle 1 aufgelisteten Stadtbergen).

getretenen Felsstürze, zuletzt 1886, wandte sich die Stadtgemeindevorstellung Salzburg an die k. k. Geologische Reichsanstalt. Der Bitte um Begutachtung kam der damalige Direktor Dionýs Štúr höchstpersönlich nach. Štúr berichtete darüber in der Jahressitzung am 17. Jänner 1888 in einer kurzen Mitteilung (ŠTÚR, 1888b).

Schon relativ früh hatte sich Štúr mit Fragen der angewandten Geologie auseinandergesetzt. Zu erwähnen wäre zum einen eine Rutschung bei Weissenbach (ŠTÚR, 1868) und als Meilenstein ein Gutachten über die Bodenverhältnisse des Wiener Zentralfriedhofes (ŠTÚR, 1869). Des Weiteren befasste sich Štúr aber auch mit der öffentlich be-

		Höhe	Tektonische Zuordnung	Gesteinsbestand (Auswahl)
1	Festungsberg	540 m	NKA – T	Hauptdolomit, Plattenkalk
2	Gaisberg	1.287 m	NKA – Gosau NKA – T	Konglomerat Hauptdolomit, Plattenkalk
3	Hellbrunner Berg	515 m	Quartär	Nagelfluh (Konglomerat)
4	Heuberg	901 m	RDF	Zementmergel, Mübsandstein
5	Kapuzinerberg	636 m	NKA – T NKA – B	Hauptdolomit, Plattenkalk Neokommergel
6	Kühberg	711 m	NKA – T NKA – B	Hauptdolomit, Plattenkalk Neokommergel
7	Mönchsberg	508 m	Quartär	Nagelfluh (Konglomerat)
8	Morzger Hügel	470 m	NKA – Gosau	Glanegger Schichten
9	Rainberg	510 m	Quartär	Nagelfluh (Konglomerat)

Tab. 1. Salzburgs Stadtberge samt Höhenangabe, tektonischer Zuordnung und Gesteinsbestand. NKA = Nördliche Kalkalpen, T = Tirolikum, B = Bajuvarikum, RDF = Rhenodanubischer Flysch. Das Helvetikum-Fenster des Heuberges befindet sich außerhalb des Stadtgebietes.

deutsamen Wasserversorgung zahlreicher Kommunen von Ried über Hainburg bis Czernowitz (ŠTÚR, 1889a–e).

Die Frage, warum gerade Štúr als damaliger Direktor der k. k. Geologischen Reichsanstalt sich angewandt-geologischer Themen annahm, beantwortet Štúr im Jahresbericht für 1887 (ŠTÚR, 1888a: 23) selbst: „Im Verlaufe der Aufnahmezeit im Sommer und Herbst habe, in Abwesenheit der Herren Geologen, ich selbst die Beantwortung mancher Anfragen von amtlicher und privater Seite übernommen.“

Geologischer Abriss unter Einbeziehung historischer Fakten

Die neun Stadtberge Salzburgs (Abb. 1, Tab. 1) prägen die einmalige Kulisse der Landeshauptstadt und bieten ein

einzigartiges (geo)touristisches Potenzial (JÄGER & PORN-DORFER, 1928).

Abgesehen von der Naturschönheit bergen die Stadtberge latente geogene Gefahrenherde, wie auch der jüngste Felssturz von der Ostflanke des Kapuzinerberges vom 11. Juli 2013 mit ca. 2 m³ (knapp 5 Tonnen) beweist. Eine Hauptdolomitplatte löste sich aus dem Felsverband, stürzte rund 60 m auf den Parkplatz beim Haus Fürbergstraße 34 ab und zerteilte sich. Einige Blöcke durchschlugen die Fassade. Es entstand nur Sachschaden.

Im 17. Jahrhundert, also noch zur frühen Neuzeit, hat eine – geologisch gesehen winzige – Gesteinsmassenverlagerung zur wohl größten geogenen Katastrophe in der Stadt Salzburg geführt. Es handelt sich um die in alten Darstellungen übertriebenermaßen als Bergsturz



Abb. 2. Blick auf die ENE-Wand des Mönchsberges, die im Bereich Gstättengasse rund 70 m senkrecht, teilweise überhängend aufragt. Links die Fassade der Markuskirche, 1669–1705 auf dem Trümmerfeld des Felssturzes 1669 von Johann Bernhard Fischer von Erlach (1656–1723) wiedererrichtet. Man beachte die wandparallelen, offenen Entspannungsklüfte. Foto: J.-M. Schramm.

bezeichneten Felsstürze, welche sich am 16. Juli 1669 aus der ostseitigen Mönchsbergwand gelöst haben (HACQUET, 1785; HÜBNER, 1792; KÖNIG, 1969).

Die in der geologischen und geomorphologischen Literatur (u.a. ABELE, 1974: 5) gebräuchliche Definition „*Bergstürze sind Fels- und Schuttbewegungen, die mit hoher Geschwindigkeit (in Sekunden oder wenigen Minuten) aus Bergflanken niedergehen und im Ablagerungsgebiet ein Volumen von über 1 Million m³ besitzen oder eine Fläche von über 0,1 km² bedecken*“, lässt sämtliche Mönchsberg-Ereignisse „nur“ als Felsstürze werten. Derartige Naturvorgänge sind für Geologen nichts Ungewöhnliches. Gravitativ bedingte Ausgleichsbewegungen treten sowohl in Hochgebirgen verbreitet auf, als auch in all jenen Bereichen, wo überhaupt relative Höhenunterschiede vorliegen.

Was erhebt dann einen solchen geologischen Alltagsprozess zur erwähnenswerten Besonderheit?

- Die Felsstürze vom Mönchsberg betrafen nicht eine unberührte Naturlandschaft, sondern das Zentrum einer Kulturlandschaft. Salzburg existierte seit dem Hochmittelalter als kleines, eigenständiges geistliches Staatsgebilde mit der gleichnamigen Hauptstadt.
- Die Sturzvorgänge können nicht nur in geologischer Dimension (postglazial, subrezent) datiert werden, sondern sind historisch exakt dokumentiert (tages-, ja sogar stundengenau).
- Entsprechend der urbanen Lage wurden alle stummen Zeugen (Felssturzablagerungen und Schäden) innerhalb kurzer Zeit vollständig beseitigt. Einzelne Partien der ursprünglichen Abrissnische wurden wegen der latenten Sturzgefahr nachträglich skarpiert (d.h. man begradigte die Abhänge). Somit müssen für eine nachträgliche Befundaufnahme wesentliche Elemente der Massenbewegung aus historischen Quellen rekonstruiert und nach modernen geologischen Erkenntnissen analysiert werden.

Im Mittelabschnitt der Nördlichen Kalkalpen folgt das Salzach-Quertal einer NNW–SSE verlaufenden Störungszone und öffnet sich flussabwärts von Golling trichterförmig zum Salzburger Becken. Dieses wird im Süden von

den Kalkalpen umrahmt und bettet sich im Norden ins Alpenvorland (Rhenodanubischer Flysch, Helvetikum) ein. Das Salzburger Becken weist eine differenzierte quartäre Sedimentations- und Erosionsgeschichte auf. Zuletzt deuten signifikante Moorbildungen auf die spätglaziale Verlandung eines ausgedehnten Sees hin. Der kalkalpine Rahmen des Salzburger Beckens sowie der Kapuziner- und Festungsberg (Inselberge) werden großtektonisch dem Tirolikum zugeordnet (DEL-NEGRO, 1979; PREY et al., 1969; PREY, 1980).

Schroffe Geländeformen überragen im Stadtzentrum von Salzburg die Ebene des Salzburger Beckens (Abb. 2). Der Kapuziner- und Festungsberg erheben sich gleichsam wie kalkalpine Inseln aus der quartären Beckenfüllung, der nördlich an den Gaisberg anschließende Kühberg modelliert die sich auf den Rhenodanubischen Flysch schiebende kalkalpine Deckenstirn lehrbuchartig (Abb. 3). Mönchsberg, Rainberg und Hellbrunner Berg stellen die Reste älterer quartärer top set Ablagerungen dar.

Während der pleistozänen Vereisungen erreichte der Salzachgletscher Ausdehnungen bis ins Vorland und hinterließ in seinem Zungenbereich (Salzburger Becken) jeweils unterschiedlich aufspiegelnde Eisseen (Seespiegelhöhen bei 530, 490, 460 m SH, nach DEL-NEGRO, 1983). Diese wurden je nach ihrer Auslaufposition mit Sedimentabfolgen auf verschiedenen Niveaus gefüllt (VAN HUSEN, 1990).

Über den Grundmoränensedimenten setzten sich mächtige Seetone (bottom set) ab und an den Mündungen der Zuflüsse Schotter und Sande (fore set). Ein nordwärts ausdünnendes Salzach-Delta samt Nebenflussablagerungen bildet die hangenden Zehnermeter der Beckenfüllung (top set) (VAN HUSEN, 1995). Die im Salzburger Becken weit verbreiteten Konglomerate – u.a. Mönchsberg, Rainberg, Hellbrunner Berg (FUGGER, 1901, 1904; CRAMMER, 1903; VORTISCH, 1924; STUMMER, 1941; STOCKER, 1987; GÜRTLER, 1996) – stellen demgegenüber Reste älterer top set Ablagerungen dar (VAN HUSEN, 1995). Die spätglaziale Formgebung (u.a. Salzachterrassen: Friedhof- und Hammerau-terrasse) wird von PIPPAN (1957, 1958, 1959), SEEFELDNER (1961), HEUBERGER (1972) und VAN HUSEN (1990) teils kontroversiell diskutiert.

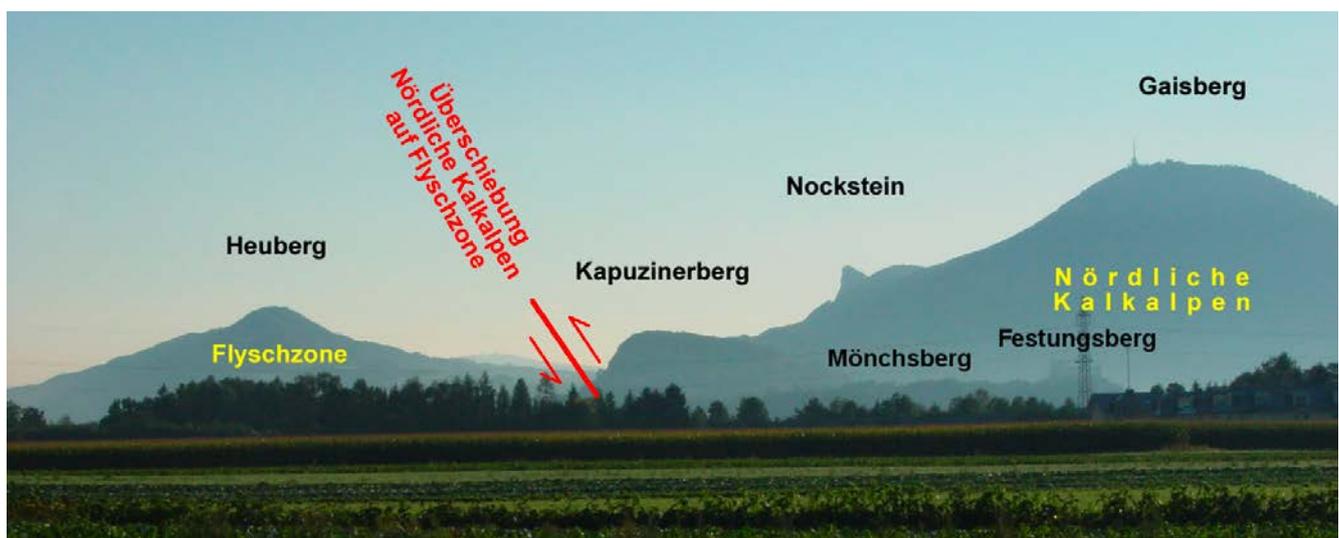


Abb. 3. Blick vom Walser Feld über die Salzburger Ebene (Friedhofterrasse) nach ENE. Obwohl sich der Mönchsberg bis zu 78 m, der Festungsberg gar um 110 m über das Niveau der Salzburger Innenstadt (430 m) erheben, scheint die Höhendifferenz aus rund 5,5 km horizontaler Distanz verschwindend klein. Man beachte die Asymmetrie des Kapuzinerberges (mittlere Kulisse) und des Nocksteins, welche die Deckenstirn der Nördlichen Kalkalpen bilden. Foto: H. Kautz.

Am und im Mönchsberg wurden wiederholt Baumaßnahmen größeren Maßstabes vorgenommen, zum Beispiel:

- Vortrieb des Sigmundstores (Neutor) 1764 bis 1765 (PIRKMAYER, 1901; MUDRICH, 1915).
- Bau von Kellerräumen, Luftschutzbauten und Stollen für die städtische Infrastruktur (MARTIN, 1947; GRÜNWALD et al., 1962; HORNINGER, 1986; FASCHING, 2011).
- Errichtung des Neuen Festspielhauses (KIESLINGER, 1960a, 1972).
- Aushub von mehrstöckigen, als Parkgaragen genutzten Kavernen (FUSCHELBERGER, 1975; HORNINGER, 1975a, b, 1976; KÖHLER, 1975a, b, c).
- Sanierung der teilweise auf den Felssturzablagerungen (Ereignis 1669) gegründeten und von ungleichförmigen Setzungen betroffenen Markuskirche (AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, ABTEILUNG 6, 1980; FERSTL, 1980; RITTER, 1980; SCHLEGEL, 1980; SCHRÖCK, 1980).

Chronologie der Ereignisse aus zeitgenössischer Sicht

Über die Felsstürze vom Mönchsberg 1666, 1669 und 1750 berichten HACQUET (1785), PEZOLT (1894), MARTIN (1922), EDER (1924), STINY (1938: 16), KÖNIG (1969), HAUER (2007, 2008a, b), RUDOLF-MIKLAU & MOSER (2009: 44–45) sowie UHLIR & SCHRAMM (2011).

Der bisher größte Felssturz vom Mönchsberg ereignete sich am 16. Juli 1669, etwa 2 Uhr nachts. Die Felsmassen (ca. 110.000 m³) begruben das Kloster (Alumnat), die ehemalige St. Markuskirche, die Bergl-Kapelle und 13 Häuser mitsamt etwa 220 Menschen. Ein Nachsturz (ca. 400 m³) erschlug 30 zur Rettung herbeigeeilte Menschen. Eine Marmortafel an der Außenmauer der Markuskirche (vor 1669 Ursulinenkirche) in der Gstätten-gasse erinnert an das Unglück vom 16. Juli 1669. Die Dokumentation zeitgenössischer Bilddokumente vor und nach dem Bergsturz von 1669 zeigt PFEIFER (2011) auf.

Dieser Felssturzkatastrophe waren bereits weniger folgenschwere Ereignisse vorange-gangen, und zwar:

1493: Steinschlag am 25. Oktober. Gstät-ten nächst Bürgerspital, ein Haus zerstört, vier Tote (PICHLER, 1865: 289).

1574: Die städtische Kammeramts-Rai-tung vermerkt: Ausgabe von vier Schillingen für einen Tagwerker, den man ober dem Klausentor die Mönchsbergwände zur Inspektion herabließ (HAUER, 2007).

1614: Schlosser Heyberger-Haus in der Gstötten.

1624, 1625: Keine Angaben über Perso-nen- und Sachschäden.

4. April 1666: Steinschlag Gstätten, ein Haus zerstört mit sechs Toten und zwei Schwerverletzten (PICHLER, 1865: 476). Damals hatte die Stadt Salzburg 10.113 Einwohner.

In der Folge ereigneten sich in den Jahren 1694, 1736, 1744, 1756 (Geburtsjahr Wolfgang Amadeus Mozarts) und 1765 kleinere Felsstürze und Steinschläge.

1886: Steinschlag am 22. April unmittelbar nördlich Klau-sentor (Kosten für die Skarpierung 1.569 fl. [= Florin, Gul-den]).

Auch vom zweiten großen Stadtberg, dem Kapuzinerberg (vormals Imberg genannt), lösten sich in historischer Zeit bis zur Gegenwart (z.B. 11. Juli 2013: Fürbergstraße, siehe oben) kleinere Massenbewegungen:

24. September 1675: oberhalb Faßlwirtshaus.

1778: Felssturz in der Linzergasse (aus diesem Anlass wurde geplant, die „Anlaiten“ zu fixieren).

7. Oktober 1889: Haus Linzergasse 60.

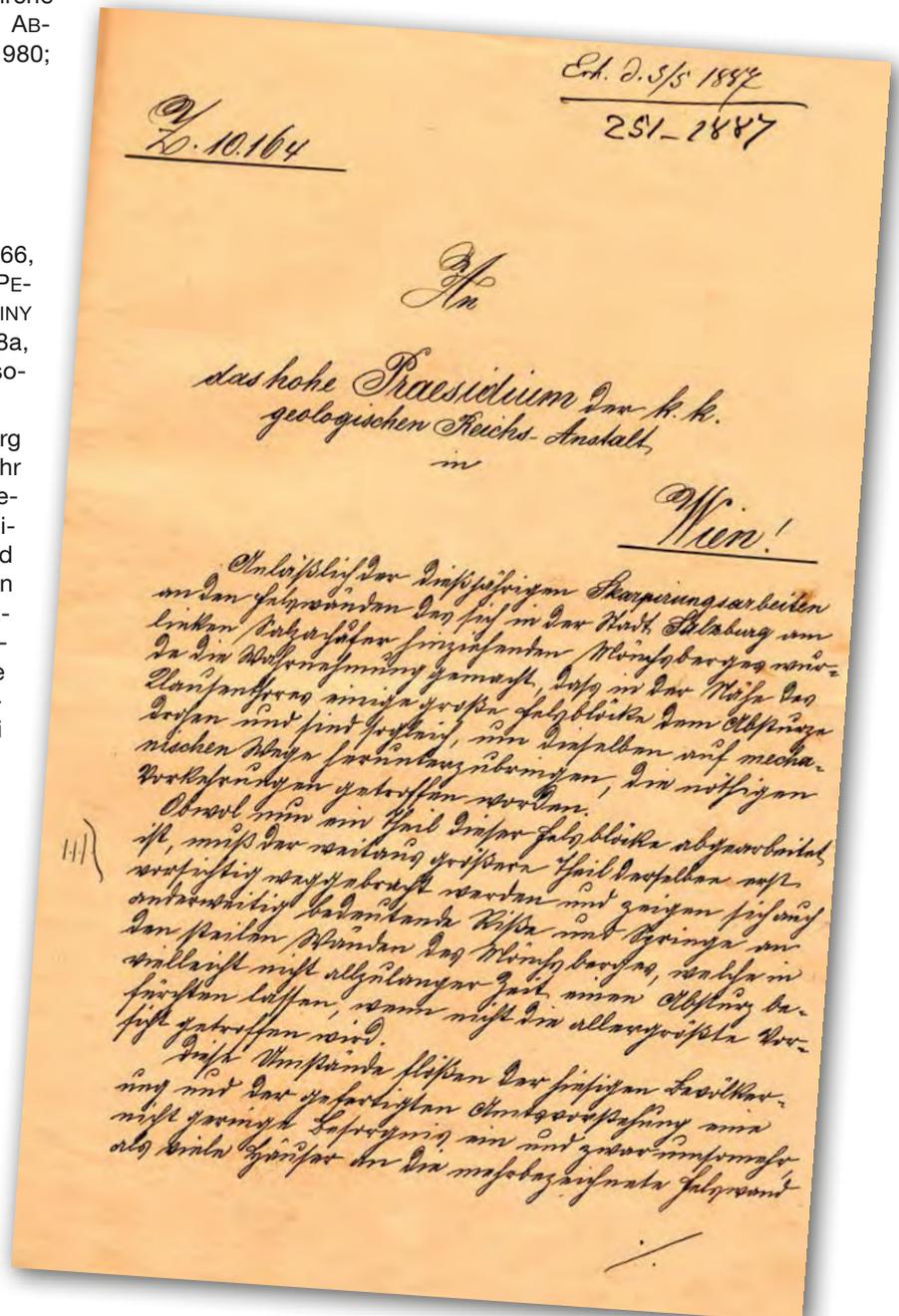


Abb. 4. Schreiben des Bürgermeisters der Stadt Salzburg an die k. k. Geologische Reichsanstalt vom 3. Mai 1887. Archiv der GBA, 1887, Zahl 251 (05.05.1887).

11. April 1890: Stein- und Erdrutsch neben der Scharnberger'schen Seifensiederei.

13. Juni 1891: Haus Schallmoser, Hauptstraße 28b.

28. Mai 1893: Haus Linzergasse 60.

Weitere Steinablösungen sind von der Südseite des Kapuzinerberges sowie vom Bürglstein amtsbekannt (keine Personen- und Sachschäden).

Über die von der Nordseite des Kühberges 1924 und 1966 erfolgten Steinschläge und Felsstürze berichten HITSCH (1980), KIRCHNER (1980), ÜBLAGGER et al. (1980) und VOGELTANZ (1990).

Geologische Studie von Dionýs Štúr des Jahres 1887

Wohl aus Anlass einer am 22. April 1886 nördlich des Klausentores niedergegangenen massiven Felsablösung (ca. 15 m³, analysiert nach einem zeitgenössischen Bild des Malers Eduard Gehbe (1845–1933), dargestellt in UHLIR & SCHRAMM, 2011: 32) und weiterer kleinerer Steinschläge richtete Leopold Scheibl (1817–1894), Bürgermeister der Stadt Salzburg (1885–1888), nachfolgendes Schreiben an die k. k. Geologische Reichsanstalt (Faksimile: Abb. 4).

Transkription:

„Erh. d. 5/5 1887
251–1887

Z. 10.164

An
das hohe Praesidium der k.k.
geologischen Reichs-Anstalt,
in

Wien!

Anlässlich der dießjährigen Skarpierungsarbeiten an den Felswänden des sich in der Stadt Salzburg am linken Salzufer hinziehenden Mönchsberges wurde die Wahrnehmung gemacht, daß in der Nähe des Klausenthores einige große Felsblöcke dem Absturze drohen und sind sogleich, um dieselben auf mechanischen Wege herunterzubringen, die nöthigen Vorkehrungen getroffen worden.

Obwohl nun ein Theil dieser Felsblöcke abgearbeitet ist, muß der weitaus größere Theil derselben erst vorsichtig weggebracht werden und zeigen sich auch anderweitig bedeutende Risse und Sprünge an den steilen Wänden des Mönchsberges, welche in vielleicht nicht allzulanger Zeit einen Absturz befürchten lassen, wenn nicht die allergrößte Vorsicht getroffen wird.

Diese Umstände flößen der hiesigen Bevölkerung und der gefertigten Amtsvorsteherung eine nicht geringe Besorgnis ein und zwar umsomehr, als viele Häuser an die mehrbezeichnete Felswand angebaut sind und daher ein fürchterliches Unglück entstehen könnte.

Das hohe Praesidium wird es daher begreiflich finden, wenn im Gemeinderate der Wunsch ausgedrückt wurde, die ganze dießbezügliche Felsenpartie durch einen erfahrenen Fachmann beziehungsweise Geologen einer eingehenden Untersuchung unterziehen zu lassen, um sodann die erforderlichen Vorkehrungen einleiten zu können und Alles gethan zu haben, was nach menschlicher Beurtheilung möglich ist.

Die ergebenst gefertigte Stadtgemeindevorsteherung wendet sich sohin vertrauensvoll an das hohe k.k. Praesidium der geologischen Reichsanstalt mit der dringenden Bitte, sobald als möglich einen dießbezüglichen Fachmann hieher auf Kosten der Stadtgemeinde entsenden zu wollen, welcher sodann mit dem Leiter des städt. Bauamtes Herrn Oberingenieur Dauscher das Erforderliche besprechen würde.

Indem die gefertigte Stadtgemeindevorsteherung glaubt mit Rücksicht auf diesen das allgemeine Interesse so sehr berührenden Sachverhalt keine Fehlbitte genannt zu haben, erlaubt man sich in vorhinein für das freundliche Entgegenkommen des verbindlichsten Dank auszudrücken.

Stadtgemeindevorsteherung Salzburg

am 3. Mai 1887

Der Bürgermeister

(eh. Unterschrift Leopold Scheibl)“

Dionýs Štúr erkannte, dass Gefahr im Verzug sei, führte eine umgehende Befundaufnahme durch und erstattete sein Gutachten, datiert mit 22. Mai 1887 (Faksimile: Abb. 5).

Transkription:

„An die verehrliche Stadtgemeindevorsteherung Salzburg.

Im Sinne der geehrten Zuschrift vom 3. Mai 1887 Z. 10.164 übergibt die ergebenst gefertigte Direction das erwünschte geologische Gutachten über die Gefahr der Felsabstürze am Mönchsberge bei Salzburg, zur freundlichen Annahme.

Wien d. 22/5 1887

DStur.

Die Gefahr der Felsabstürze am Mönchsberge im Salzburg.

Die mit Felsturz – Gefahr drohende Strecke der Steilwand des Mönchsberges ist zwischen dem Klausner – Thore in Süd und dem Mödelhammer Keller im Nord situirt und circa 30–40 Meter lang. Diese Steilwand erhebt sich unmittelbar über der durch das Klausnerthor ziehenden Strasse die die Stadt Salzburg mit den Müllner Häusern verbindet etwa 60 Meter hoch. An dieser Strassenstrecke sind keine Häuser vorhanden und befindet sich da, gerade unterhalb der gefährlichsten Stelle der Steilwand, nur eine in die Wand ausgehöhlte unbedeutende 3–4 Meter im Quadrat große sogenannte Auskocher-Räumlichkeit. Trotzdem hemmt aber die Absperrung dieser Straße den Verkehr zwischen Stadt und Müllerhäuser und sind dabei einige Geschäfte, namentlich der Mödelhammer Keller, zu welchem der Zutritt nur auf Umwegen ermöglicht ist, sehr benachtheiligt, und eine Wiedereröffnung des Strassenverkehrs wünschenswerth.

Aufmerksam wurde man auf die Absturzgefahr durch einen Fall, der allerdings kein Menschenleben gekostet hat, der Aber eine Anzahl von Menschen thatsächlich in Lebensgefahr gebracht hat.

Das Aufsichts-Personale der sogenannten Scalpir-Arbeit hatte vor einer Zeit bemerkt, dass gerade über dem Dache der Mödelhammer-Keller-Vorhauser eine Partie des Felsens abzustürzen drohte. Es wurde die betreffende Stelle untersucht, vom Ober-Ingenieur der Stadt, Herrn Dauscher persönlich die Anordnungen getroffen und kaum eine halbe Stunde nach dem diess [sic!] geschehen war, stürzte der Felsblock auf das Haus, zertrümmerte dasselbe vollends und brachte wie erwähnt mehrere Menschen in die Gefahr unter den Trümmern begraben zu werden.

Gerade über der Auskocher-Räumlichkeit, zeigte nun eine sorgfältige Untersuchung, dass dortselbst zwei weitere etwa 10 m hohe ebenso breite und 3–7 m. dicke, also flache scheibenförmige Felstheile die knapp neben einander circa in 40 m Höhe der Wand, klebend durch Risse, die erst seit einem Jahre circa die Aufmerksamkeit der Scalpirer erweckt hatten, von der Steilwand soweit losgetrennt erscheinen, dass deren Absturz jeden Moment zu erwarten ist.

Die Risse die die erwähnten beiden Felsen von der Steilwand trennen, sind einerseits sehr klar markirt sodass man sie, sowohl von der Strasse, als auch vom Dache des Klausnerthores, nicht minder von der Bastion, die auf der Höhe des Klausnerthor Felsens gebaut ist, ganz klar beobachten kann. Diese Risse namentlich von der Klausnerthorseite also vom Süden her gesehen sind 2-3 cm breit und sind nahezu parallel mit der Fläche der Wand, sehr flach in die Wand sich so vertiefend, dass mittelst

Die Gefahr der Felsabstürze am Mönchsberge bei Salzburg.

Die mit Felssturz-Gefahr drohende Felswand des Mönchsberges ist zwischen dem Klausner-Thore in Süd und dem Mädelhammer Keller in Nord absteigt und circa 30-40 Meter lang. Diese Felswand erhebt sich unmittelbar über der durch durch das Klausnerthor ziehenden Straße die die Stadt Salzburg mit den Mädelhäusern verbindet. Circa 60 Meter hoch. Auf dieser Felswand sind keine Häuser vorhanden und befindet sich in geringer unterhalb der gefährlichsten Stelle der Felswand, nur circa in die Hand ausgestreckte unbedeutende 3-4 Meter im Quadrat große sogenannte Aushöcker-Räumlichkeit. Von dort kommt aber die Abgrenzung dieser Straße der Verkehr zwischen Stadt und Mädelhäusern und sind dabei einige Geschäfte, namentlich der Mädelhammer Keller, zu welchen der Verkehr nur auf dem Wege ermöglicht, sehr beengt ist, und eine Verengung der Straßenverhältnisse wünschenswerth.

Aufmerksam wurde man auf die Absturzgefahr durch einen Fall, der allerdings kein Menschenleben gekostet hat, der aber eine Anzahl von Menschen schädlich in Lebensgefahr gebracht hat.

Das Aufsichts-Personale der sogenannten Salzburger-Regierung hatte vor einiger Zeit bemerkt, dass gerade über dem Danke des Mädelhammer-Keller-Vorhauses eine Partie des Felsens abzustürzen drohte. Es wurde die betreffende Stelle untersucht, vom Ober-Ingenieur der Stadt, Herrn Dauschen persönlich die Anordnungen getroffen, und durch dessen Bemühungen kaum eine halbe Stunde nachdem dies geschah war, stürzte der Felsblock auf das Haus, worin man dasselbe vollendet und brachte wie erwartet mehrere Menschen in die Gefahr unter den Trümmern begraben zu werden.

Abb. 5.
Gutachten über den Steinschlag nördlich des Klausentores vom 22. April 1886, erstellt von Dionýs Štúr. Archiv der GBA, 1887, Zahl 251 (22.05.1887).

derselben flachlinsenförmige Felsstücke von der Steilwand losgetrennt erscheinen. Auf der entgegengesetzten Seite, also vom Mädelhammer Keller sind die Felsstücke von der Wand nicht so klar abgetrennt, wenn es auch dort an kleineren Klüften nicht fehlt, die man als die noch nicht ganz ausgesprochene Fortsetzung der auf der Südseite klar ausgebildeten Klüfte betrachten könnte.

Hieraus schließt man dass die mit Absturz drohenden beiden Felsstücke nur circa zur Hälfte von der Steilwand abgetrennt sein dürften, dass dieselben aber mit ihrer anderen Hälfte noch an der Felswand haften. Letzteres erscheint auch dadurch thatsächlich begründet, dass eben die Felsstücke noch nicht herabgestürzt sind.

Das „Abklopfen“ hat diese Ansicht in sofern bestätigt, als diese Felsstücke an ihren blossliegenden flacheren, zum Klausnerthor gekehrten Rändern sehr hohl klingen, also als wie (?) abgetrennt sich bekunden, während mehr gegen ihre Mitte zu und entfernter von den Klüften, die Hammer schläge einen festen Klang entlocken.

Diese Thatsachen sprechen aber ganz klar dafür, dass, durch zufällige Erschütterungen, vielleicht auch durch ungleiche Abkühlung, wobei die Felswand selbst relativ kälter oder wärmer bleibt, dagegen die losen Felsstücke durch die Sonne erwärmt oder durch Witterungswechsel abgekühlt sich ungleichförmig ausdehnen oder zusammenziehen können, die Klüfte ganz unerwartet weiter ausgebildet, und in Folge davon, die Felsstücke von der Steilwand losgelöst werden können, also eine Katastrophe unerwartet eintreten kann.

Es liegt also zweifellos die Pflicht ob, diese mit einer eminenten Gefahr drohenden Felsstücke von der Steilwand herab zu bringen.

Soweit ich unterrichtet bin, wurden Spreng-Techniker befragt: ob an dieser Stelle eine Massensprengung angerathen erscheine? und diese ergaben eine Antwort, die von einer solchen Massensprengung abrieth.

Thatsächlich kann hier auch von einer Massensprengung eigentlich nicht die Rede sein, da die Aufgabe vorliegt: die Steilwand selbst von grossen Erschütterungen zu bewahren, der selben keine weiteren Schäden beizubringen; vielmehr handelt es sich darum die losen Felsstücke zu entfernen. Wünschenswerth ist ferner wenn möglich diese Entfernung, so schnell als es bei Verhütung jeder weiteren Gefahr, irgend möglich erscheint

zu bewerkstelligen, um der ferneren Schädigung der Beteiligten möglichst zu begegnen.

Um nun eine möglichst klare Einsicht in der Beschaffenheit des Mönchsberges, respective über den Zustand des Conglomeratfelsens, aus welchem dieser Berg besteht zu erhalten wurden folgende Untersuchungen und Besichtigungen durchgeführt.

Erstens wurde der Neuthor-Tunnel, der die Conglomerat-Masse des Mönchsberges in ihren schmälsten Theile verquert, besichtigt.

Die Conglomeratmasse ist sehr wohl geschichtet und fallen die dicken Schichten circa unter 15 Graden in West. Der Tunnel selbst entblöst diese Schichten ganz ausserordentlich vollkommen. Man sieht dass die Masse des Conglomerates stellenweise sehr fest ist und zwar so fest, dass die eingekitteten Gerölle nicht auslösbar erscheinen, sondern die Gerölle samt Bindemittel, als eine homogene Masse brechen. Allerdings sind einzelne namentlich dolomische Gerölle weich, zu Staub zerreiblich und luckig geworden, welcher Eigenschaft das Conglomerat seine poröse Beschaffenheit verdankt; trotzdem ist dasselbe fest und behalten die Wände an solchen Stellen, abgesehen von Lückigkeit die ihnen vor vielen Jahren gegebene Gestalt ganz unverändert. Es giebt aber in den einzel-

nen Schichten auch solche Stellen, die im Verlaufe von Jahren locker geworden sind, so dass das Conglomerat in einzelne lose Gerölle und Sandkörner aufgelöst erscheint. Diese Stellen müssen alle Jahre vom dem losen Gerölle gesäubert werden und daher datiren die an der Schlusslinie (?) des Tunnelgewölbes sichtbaren grossen Lucken.

Es ist sehr erfreulich zu sehen dass an den Wänden des Neuthor-Tunnels die Conglomeratmasse und zwar in dem grössten Theile desselben keine Spur von Klüften und Sprüngen zeigt, so dass man sagen kann, dass der Kern der Conglomeratmasse nicht nur als fest sondern als auch unzerklüftet innerhalb des Neuthor Tunnels erscheint.

Allerdings fehlen der Conglomeratmasse auch im Durchschnitte des Tunnels, die Klüfte nicht ganz. Man bemerkt nämlich knapp vor der rückwertlichen Ausmündung des Tunnels, also auf der Westseite des Mönchberges, innerhalb der letzten 10 Meter der Tunnellänge und knapp vor dem Portale, 3 fast parallel neben einander situierte Klüfte, die circa eine NWN SOS Richtung einhalten und vom Pflaster der Strasse an bis an den Schluss des Gewölbes an beiden Tunnelwänden sichtbar sind. Eine von diesen Klüften ist fast 2 cm weit klaffend und aus dieser rieselt zur Regenzeit Wasser hervor, dass im Winter zu mächtigen Eiszapfen erfriert, die oft entfernt werden müssen.

Die Begehung des Neuthor-Tunnels zeigt somit dass die Conglomeratmasse des Mönchberges im Innern unzerklüftet sei; dass aber im Westgehänge des Berges dessen Gesteinsmasse zerklüftet erscheint und zwar dass hier speciell von der Conglomeratmasse drei, senkrecht gestellte, ungleich dicke Platten von circa 1–3 Meter Dicke abgetrennt erscheinen. Es ist selbstverständlich, dass, bei zufällig gegebener Gelegenheit namentlich: wenn dass in die Klüfte eindringende Wasser erfriert, wenn die in die erweiterten Klüfte hineinfallenden Gesteinsbruchstücke die Wirkung des frierenden Wassers unterstützen, eine Erweiterung der Klüfte möglich ist. Wird nun überdiess der Fuss der sich vom Berge nach und nach abtrennenden Platten beschädigt, so ist die Möglichkeit einzusehen, dass die Platten endlich zur Neigung, zum Falle und Absturze gebracht werden können.

Obwohl nun auf der Stadtseite die Nordöstliche Mündung des Neuthor-tunnels ganz unzerklüftet erscheint, so ist doch auf der Scalpirten Wand des Mönchberges, unweit vom Tunnel, in einer Ecke näher zu dem Weikelschen Spital-Keller abermals eine senkrecht stehende Kluft bemerkt worden, die auch hier eine ähnliche senkrechte Platte des Conglomerats von der Gesteinsmasse des Berges abtrennt [sic!].

Merkwürdigerweise ist jedoch von dieser Kluft auf den Wänden und dem Plafond des grossen Weikelschen Spital Keller keine Spur mehr zu sehen.

Hieraus folgt der Schluss dass die senkrechten Klüfte der Conglomeratmasse nicht längs den ganzen Gehängen des Mönchberges continuirlich fortsetzen, sondern nur streckenweise vorhanden seien, dass resp. streckenweise die Conglomeratmasse ganz unzerklüftet ist. Speciell könnte man für die Strecke der Mönchberg-Steilwand vom Neuthor an in Nord bis zum Klausenthor die Meinung aufstellen dass in diesen langen Verlaufe die Steilwand vollkommen unzerklüftet also fest und gesund ist, um so mehr als die weitere Untersuchung der vorhandenen Keller in der Gstättergasse, keine solche Klüfte beobachten lässt.

Im Hause No 29 ist der zweite Weikelsche Weinkeller situiert. Derselbe ist 19 m tief in die Conglomeratmasse hineingehauen, ein echter Felsenkeller. Die Spannweite des Plafonds dieses Kellers beträgt 18 m und wird in der Mittlinie des Kellers und seiner Länge nach dieser Plafond von einer Reihe von 4 ebenfalls aus der Conglomeratmasse herausgemeisselten Säulen getragen. Weder an den Wänden noch an den Säulen ist auch nur eine Spur von einer Kluft sichtbar.

In der nächsten Nähe des Klausenthores ist der Trauner Keller in die Conglomeratmasse 10 M. tief hineingebaut, ohne jeder Spur von Zerklüftung oder Ablösung des Gesteins.

Wer noch überdiess die zum Bürgerspital gehörigen in die Conglomeratmasse tief hinein gehauenen hohen durch dünne kühne Säulen gestütz-

ten Raumllichkeiten die an die Kirche unmittelbar anschliessen, besichtigt hat, der wird wohl zugeben dass die hier vorliegende Conglomeratmasse der Mönchberg-Steilwand ungemein fest, ganz unzerklüftet sein müsse, sonst würde sich die Kunde auch von nur partiellen Ablösungen des Gesteins, hier erhalten haben. Was auf dieser Strecke herabfällt, dass sind lose Gerölle die von den da nistenden Tauben herabgeworfen werden.

Es ist ferner ganz besonders hervorzuheben dass hier, gerade am Bürgerspital ein Kanal ausmündet der in Form eines engen Stollens oder Tunnels die Wässer des Almcanals der dortigen Mühle zuführt. Da sich hier der Fall nie erreignet [sic!] hat, dass der Tunnel durch einstürzende Conglomeratmassen verstopft worden wäre, folgt daraus, dass auf der vom Canal durchquerten Strecke das Conglomerat des Mönchberges ebenso vollkommen gesund und fest sein müsse, wie im Neuthor-Tunnel.

Ich gelange mit der Untersuchung der Steilwand des Mönchberges zum Klausner Thore.

Der Felsen an welchem das Klausnerthor angebaut, fast angelehnt ist, erscheint schon in den ältesten Zeichnungen und Plänen der Stadt Salzburg dargestellt und steht dieser Felsen daher mindestens seit dem XV Jahrhundert unverändert da.

Von der Stadt her zum Thore fortschreitend bemerkt man in dem Winkel den der vorspringende Klausner Thorfelsen mit der Steilwand einschliesst, drei senkrechte Klüfte nebeneinander Aufstreben. Auf der Aussenseite des Thores bildet der da ebenfalls vorspringende Fels einen ebensolchen Winkel mit der Steilwand, doch dieser Winkel ist von Gesträuch und Vegetation so dicht bewachsen, dass hier eine Beobachtung der Klüfte nicht möglich ist.

Trotz seinen Klüften, die ihn von der Steilwand des Mönchberges los-trennen, steht dieser Felsen durch 4 Jahrhunderte unbeweglich. Derselbe ist sehr gut fundirt, von dem an ihm lähnenden menschlichen Bollwerk überdiess unterstützt und wir sehen ihn trotz Prasseln der an ihm vorbeigeführten Kanonen und Lasten unerschütterlich ein Wahrzeichen von Unbeweglichkeit und Festigkeit.

Unmittelbar an ihn gränzt die mit Absturz drohende Felspartie der Steilwand.

Es wäre von Wichtigkeit gewesen, wenn der Eiskeller des Mödelhammer Kellers, der vor kurzem mit Eis gefüllt wurde hätte näher besichtigt werden können. Ich musste mich also damit begnügen den nicht gefüllten sorgfältig zu besichtigen. In den Keller führt ein 3 Meter langer circa 7 Meter hoher Eingang, der 21 m tief im Conglomeratfels eingehauen ist.

Von da an zieht der Eiskellerraum 7 Meter breit und ebenso hoch durch circa 30 Meter nach Süd, also in der Richtung zum Klausnerthor, und etwa parallel mit der Strasse fort.

Durch diesen Hohraum erscheint also die Steilwand am Mödelhammer Keller unterminirt und es liegt nahe der Gedanke: das durch diesen Keller die Absturzgefahr der Felspartien über den Auskocher-Räumlichkeit veranlasst wurde, oder mindestens erschwert erscheint.

Allein die Besichtigung des Planes zeigt, dass der besprochene Keller-raum nicht bis an die gefährdete Stelle der Steilwand reicht. Wenn also der Keller der Festigkeit der Steilwand Gefahr bringen sollte, so sollte gerade über dem Keller die Absturzgefahr sich bemerklich machen, was nicht der Fall ist.

Nach Bericht der Inhaber des Kellers ist in diesem nie ein Abstürzen der Wände bemerklich geworden; auch würde man diesen Raum gewiss nicht benützen können, wenn Regenwasser Einsickerungen in denselben Platz gegriffen hätten, da diese ja das Eis selbst angegriffen hätten.

Nach diesen vorliegenden Thatsachen muss man zugeben dass dieser Keller eine mindestens ebensolche Festigkeit besitze, und zur Schwächung der Steilwand ebenso wenig beitragen könne, wie die früher erörterten Kellerräume in der Gstättergasse.

Beachtenswerth ist übrigens das Vorhandensein einer Kluft in diesem Keller. Dieselbe steht ganz senkrecht, ist an den beiden Wänden und am

Plafond kontinuierlich offen, etwa 1 cm weit, und befindet sich 9,5 m tief vom Eingange des Kellers in den Gänge welcher in den eigentlichen Eiskellerraum führt. Diese Kluft scheidet somit von der Conglomerat Steilwand eines senkrechte, 9,5 m dicke Platte ab, sieht ganz so aus, wie die schwächeren Klüfte im Neuthor-Tunnel, und ist überdies vollkommen trocken führt also auch nicht zeitweilig Regenwasser.

Das diese Kluft nur eine lokale Erscheinung darstellt folgt daraus, dass in dem Stiebelbräukeller weiter hinaus in der Müllnerhauptstrasse keine Spur von dieser Kluft zu bemerken ist. Dieser Keller ist 40 M. lang und 9 m breit, doch ist nur sein innerster Theil von circa 10 m Länge in die Conglomeratmasse eingehauen. Dieser Keller ist vollkommen leer, seine Wände wurden besichtigt, und ohne jeder Spur von einer Kluft befunden. Es ist bemerkenswerth dass an der Gränze zwischen den vorderen aus Ziegel gebauten und den hinteren in Fels gehauenen Theil dieses Kellers zur Regenzeit Wasser einrieselt. Da nun dabei der rückwärtige Theil des Kellers, der als Eiskeller benutzt wurde, und der im Conglomerate eingehauen ist, vollkommen trocken blieb, spricht diese Thatsache dafür, dass das Conglomerat des Mönchsberges wasserundurchlässig ist, welche Eigenschaft denselben um so fester und unverwüstbarer erscheinen lässt.

Vom Stiegelbräu Keller in Nord bis zur Augustiner Kirche, folgt jenes, jetzt niedrige Terrain des Mönchsberges, welches im Jahr 1669, von einem grossen Felssturze heimgesucht wurde, welcher grosse Opfer an Menschenleben gefordert hatte. Wie ich aus einer aus dem XV Jahrhundert stammenden Zeichnung die mir im Salzburgermuseum vom Herrn Dir. Dr. Peter gezeigt wurde zu entnehmen glaube war dieser Theil des Mönchsberges vordem weit höher als gegenwärtig, und es mögen vielleicht von der Gesteinsmasse des Berges durch Klüfte ebenso getrennte Steinplatten, wie jene sind die man am äusseren Neuthor beobachtet, und die unter dem Bürgerwehr-Söllner sehr stark zerklüftet sind gewesen sein, die jenem sagenhaften Felssturze unterlagen.

Wenn daher je wieder am Mönchberge ein so grossartiger Felssturz wie der vom Jahre 1669 sein mochte, zu erwarten wäre, so würde ich einen solchen am Bürgerwehr Söllner erwarten.

Wer die zerklüftete Wand am Bürgerwehr-Söllner mit der Steilwand am Klausnerthore vergleicht, der wird unmittelbar einsehen, dass am Klausnerthore von der grossartigen gefahrdrohenden Zerklüftung keine Spur vorhanden sei. Die wirklich vorliegenden Klüfte am Klausnerthore sind im Vergleiche mit jenen des Bürgerwehr Söllners unbedeutend. Die zwei Felsenplatten die am Klausner Thore bemerklich sind und mit Absturz drohen, erscheinen dem unbefangenen Beobachter wie Risse in dem Anwurfe eines hohen Hauses, die nur herabgekratzt sein wollen um unschädlich zu werden; während dagegen die Steilwand am Bürgerwehrsöllner, tatsächlich mit einer schon theilweise eingefallenen zerklüfteten Hausmauer vergleichbar wird.

Will man sich nun am Bürgerwehrsöllner einen grossartigen Zukunfts-Felsensturz vorstellen, so wird an dieser Steilwand eine Erniedrigung der Höhe des dortigen Terrains sich vollziehen die nicht unähnlich werden dürfte wie die am Stiegelbraukeller heute ist. Zu einem derartigen Felsensturze am Klausnerthor fehlen vorläufig noch alle die nöthigen Bedingungen vor allem die tief eingreifende Zerklüftung der Wand.

Nüchtern betrachtet, und mit anderen Stellen der Steilwand verglichen, kann man in den Erscheinungen am Klausnerthore kaum anders als nur unbedeutende Gefahr erblicken, eine Gefahr, die allerdings bei nicht Beachtung der sichtbaren Zeichen, im Falle des Absturzes immer hin ein grosses Unglück anrichten könnte, die aber mit jenem Felssturze im Jahre 1669, nicht im Vergleich kommen kann.

Meiner Ansicht nach wurde vorläufig der mit Absturz drohende Theil der Steilwand am Klausnerthore mit der entsprechenden Vorsicht behandelt. Es ist gewiss nicht anzurathen an dieser Stelle grosse Massensprengungen vorzunehmen, denn grosse Massen von Gestein sind da nicht wegzusprengen, auch aus gebotener Vorsicht jede unnütze zu grosse Erschütterung zu vermeiden.

Meiner Ansicht nach ist es aber auch nicht nöthig mit Vermeidung jedes energischeren Angriffs, so fortzuschreiten wie bisher; sondern halte dafür dass bei Anwendung kleiner Schiesspulver-Patronen, mit welchen grössere Stücke des festen Gesteins als bisher durch Schlägel und Meissel abgesprengt werden können, ferner dass bei Anwendung kleiner in die Klüfte placirter Patronen, diese Klüfte entsprechend erweitert, der Zusammenhang der schon halblosen Felspartien, ohne jede Gefahr gelockert werden kann – man also, vorsichtig das Schiesspulver mit Schlägel paaren, schneller zum Ziele gelangen dürfte, die so sehr bedauerliche Absperrung der Strasse am Klausnerthore aufzuheben.

Der bisherigen Leitung dieser Arbeiten traue ich die auf dem goldenen Mittelwege vorzunehmende energischere Durchführung der Wegräumung der gefahr drohenden Felspartien am Klausnerthore vollkommen zu.

Es sei noch die Bemerkung gestattet dass es im Interesse [sic!] der Conservierung der Festigkeit der Steilwand liegen dürfte, diese Steilwand von der darauf wuchernden Vegetation zu befreien.

Nicht nur dass die Wurzeln der Pflanzen, wenn sie nach und nach dicker werden das Gestein lockern, förmlich auseinander treiben, also langsam sprengen, - überdies Öffnungen veranlassen in welche das Regenwasser leichter als sonst eindringen kann - ; es sammelt sich in dem Pflanzenrasen ein kraftvoller Humus an, der dem eindringenden Regenwasser Kohlensäure mittheilt und das so angesäuerte Wasser fähig macht Kalk aufzulösen, also das Bindemittel des Conglomerates zu zerstören respective das Conglomerat zu lösen oder mindestens weichem Schotter umzuwandeln nicht minder die einzelnen Gerölle noch luckiger zu machen als sie ohne hin schon sind.

Ein solches durch angesäuertes Regenwasser angegriffenes Conglomerat wird so weich, dass es in der Hand zerdrückt werden kann. Solche weichgewordene Stellen des Conglomerats sind nun nicht mehr im Stande sich selbst und die übrige darauf lastende Conglomeratmasse zu tragen – und diess mag die Hauptveranlassung zum Absturze einzelner Felspartien abgeben.

Dagegen ist es wünschenswert dass an der oberen Kante der Steilwand ein kräftiger Baumwuchs cultivirt werde, der durch die vorspringenden belaubten Aeste ein schützendes Dach bildet, welches das Auffallen des Regens auf die Steilwand verhüten, also das Feuchtwerden der Wand verhindern kann.

Wien d. 22./5 1887

D. Stur“

Deutung aus moderner naturwissenschaftlicher Sicht

Nach kritischer Überprüfung zeitgenössischer Darstellungen (teils über-, teils untertrieben) und Vergleich mit moderner geologischer Befundaufnahme sind folgende Rekonstruktionen möglich:

- Lage und Verlauf der Abrissnische (Abb. 6): ENE-Wand des Mönchsberges zwischen Klausentor und altem „Haus bey der Stiegen“ (altes Stieglbräu, heute Amtsgebäude der Salzburger Landesregierung: Anton-Neumayr-Platz 3). Die Abrissnische verläuft entlang reliefparalleler Kluftscharen (Entspannungsklüfte) und an der Basis an Schicht- und Bankungsflächen (Deltaschüttung).
- Art der Einflussfaktoren: Zusammenwirken von Trennflächen (Schicht- und Bankungsflächen, Oberflächenentspannung (wandparallele Entspannungsklüfte), spezielle Spannungen infolge des weichen Untergrundes (Grundmoränensedimente im Liegenden der Nagelfluh)

= „hart auf weich“, selektive Verwitterung (Erosion gering bis unverkitteter Lagen) mit unterschneidender Wirkung, künstliche Hohlräume (Keller im Fuß der Felswand) sowie Skarpierungsarbeiten (Übersteilung und Glättung der Mönchsbergwände um 1621 zu Verteidigungszwecken: Dreißigjähriger Krieg!). Über die oberflächennahen Spannungsklüfte berichten KIESLINGER (1959, 1960b), HORNINGER (1973, 1974) sowie AYADIN & VAVROVSKY (1985).

- c) Mögliche Auslösemechanismen: Niederschlagstätigkeit, Salzachhochwasser und sukzessive Unterschneidung des Mönchsbergfußes im Prallhangbereich Gstätten, eventuell auch durchgepauste Tektonik (bis rezent andauernde Relativbewegungen Nördliche Kalkalpen-Flysch) sowie seismische Aktivität. Auf den Kontext flussgeschichtlicher Entwicklung der Salzach im unmittelbaren Stadtgebiet und zerstörende Wirkung weist ROHR (2003) hin.
- d) Ablauf des Sturzes, Überlegungen zur Energie: extrem schnelle Massenbewegung (knapp unter 10^1 m/s). Der Ablauf dieses Felssturzes umfasste den Initialbruch, die Sturzphase und die Ablagerungsphase.

Beim Initialbruch vollzog sich die Trennung der Sturzmasse vom unverritzten Gesteinsverband. Das Trennflächengefüge kontrollierte den Bruchmechanismus (Wegkippen vom Gesteinsverband, Abgleiten). Im Falle der Sedimente des Mönchsberges dürfte aufgrund der horizontalen und vertikalen Strukturierung (Bankung und

wandparallele Spannungsklüfte) ein Wegkippen vom Gesteinsverband als vorherrschende Form des Initialbruches anzusehen sein. Ein Abgleiten als Initialbruch ist nur an jenen Störungsstellen, wo das Schichtpaket angekippt wurde, denkbar. Diese Art des Initialbruches bestimmte auch den weiteren Verlauf der Sturzphase.

Ein Abgleiten der Sturzmasse führte zu einer Sturzbahn, die sich relativ nah an der Felswand des Gesteinsverbandes bewegt. Das Kippen als Initialbruch dagegen führt zu einer Sturzbahn, die sich etwas weiter vom Felsmassiv wegbewegte. In der Sturzphase erfolgte durch Interaktion der einzelnen Gesteinsbrocken untereinander eine erste Fraktionierung des Materials.

In der Ablagerungsphase vollzog sich, verursacht durch den Aufprall am Wandfuß, die Fraktionierung des Materials zur letztlichen Zusammensetzung. Die Komponentengrößen des verlagerten Materials hingen von mehreren Faktoren ab, wie Sturzmasse, Sturzhöhe, Verfestigungsgrad und Bindemittelanteil des Konglomerats. Der eigentliche Ablagerungsprozess begann mit dem Aufschlag, wobei die vorhandene kinetische Energie durch die erwähnte Gesteinszerkleinerung, aber auch durch eine Deformation des Aufschlagplatzes vernichtet wurde. Die verbliebene Restenergie wurde infolge geringer Verlagerung des Gesteinsmaterials abgebaut. Die Reichweite dieses Materials war also von der Sturzhöhe und Sturzmasse abhängig, aber auch vom Material und dem Relief der Aufschlagstelle. Brocken

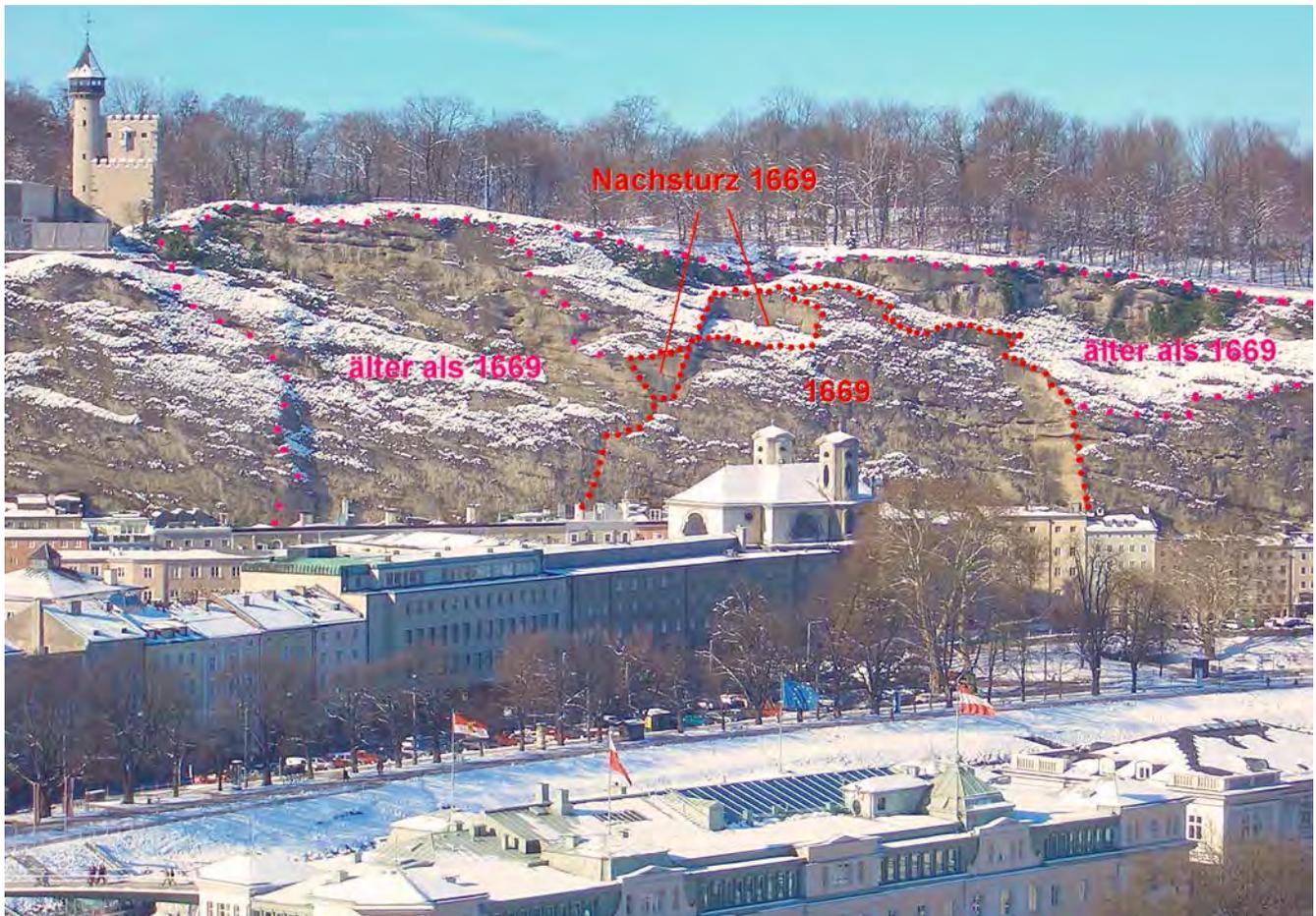


Abb. 6. Nordostseite des Mönchsberges mit Abrissnischen der Felsstürze 1669 und älter. Blick vom Kapuzinerkloster nach Westen. Foto: J.-M. Schramm.



Abb. 7. ESE-Wand des Mönchsberges zwischen Klausentor (rechts) und Markuskirche (links). Die historische Bebauung reicht unmittelbar an den Wandfuß, Keller unter-schneiden diesen. Blick vom Turm der Christuskirche nach SW. Foto: J.-M. Schramm.

um 2.000 Zentner (1 Zentner = 100 kg) entsprechen 200 Tonnen, das ergibt bei einem Raumgewicht von 2,14 (KIESLINGER, 1964: 99) jeweils 90 bis 95 m³ (Würfel mit Kantenlängen um 4,5 m). Die Rohdichte des Mönchsbergkonglomerats beträgt 2,36 bis 2,40.

- e) Erfasste Fläche und Kubatur (vergleichbar mit den Felsstürzen von der Bischofsmütze im September und Oktober 1993, vgl. VOGELTANZ, 1993): Anhand der historischen Schadensberichte (Salzburger Landesarchiv, Hofbaumeisterei Mönchsberg („durch Abfall eingeschlagene Häuser in der Gstötten“)) und der gegenwärtigen Form der Mönchsbergwand – unter Berücksichtigung der Skarpierung – kann auf eine 120 m lange Abrissnische geschlossen werden (Abb. 5, 6 und 7). Die 45 m hohe und durchschnittlich 20 m mächtige Felspartie umfasste bei ihrer Ablösung etwa 110.000 m³ Kubatur. Das Sturzmaterial baute einen Schuttkegel mit etwa 33° bis maximal 42° Neigung auf, welcher ab dem Wandfuß horizontal etwa 70 m bis in den damaligen (unregulierten) Verlauf der Salzach hinein reichte (UHLIR & SCHRAMM, 2011).

Öffentliches Management geogener Risiken im urbanen Bereich

In der Stadt Salzburg gibt es seit dem 17. Jahrhundert den einmaligen Männerberuf des „Bergputzers“, welcher auf die schwere Felssturzkatastrophe vom 16. Juli 1669 zurückgeht. Nach den Wintermonaten werden bis heute

Männer an Seilen vom Mönchsberg, Kapuzinerberg und vom Festungsberg heruntergelassen, um die Felswände mit Hämmern abzuklopfen, Bewuchs zu entfernen und lockeres Gestein zu lösen. Die ersten Bergputzer hießen Hauser, Brandauer und Jager. Diese Namen blieben bis heute erhalten (HAUER, 2009). An der Außenmauer der Ursulinenkirche in der Gstättengasse erinnert eine Marmortafel an das Unglück vom 16. Juli 1669.

Mit 1. Jänner 1997 wurde die Salzburger Altstadt (Historic Centre of the City of Salzburg, Austria: N 47° 48' 02“, E 13° 02' 36“) als eine der wesentlichen Stätten Österreichs in die UNESCO-Liste des Weltkulturerbes aufgenommen (WORLD HERITAGE COMMITTEE, 1997).

Zur Abschätzung der Felssturzgefahr auf historisch bedeutsame Kulturgüter wurde mittels GPR (ground penetrating radar) von 1998 bis 2001 eine Pilotstudie an exponierten Stellen in der Salzburger Altstadt durchgeführt. Über das Projekt „The application of GPR to the estimation of rock fall hazard to cultural heritage“ der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (IGCP-425) berichten ROCH et al. (2006).

Dank

Unser Dank gilt Dr. Gerhard MALECKI (Wien) für seine Hilfestellung bei der Transkription der Originalhandschrift von Dionýs Štúr.

Literatur

- ABELE, G. (1974): Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen. – Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, **25**, 1–230, 73 Abb., 3 Kt., 4 Tab., München.
- AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, ABTEILUNG 6 (Hrsg.) (1980): Markuskirche Salzburg (Ursulinenkirche), Generalsanierung. – Baudok. Abt. VI, **6**, 47 S., Salzburg.
- AYADIN, N. & VAVROVSKY, G.M. (1985): Langzeitbeobachtungen an Felsböschungen. – Felsbau, **3**, 147–152, **16** Abb., Wien.
- CRAMMER, H. (1903): Das Alter, die Entstehung und Zerstörung der Salzburger Nagelfluh. – Neues Jb. Min., Geol. & Paläont., Beilageband **16**, 325–334, Stuttgart.
- DEL-NEGRO, W. (1979): Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. – 41 S., 4 Abb., Geol. B.-A., Wien.
- DEL-NEGRO, W. (1983): Geologie des Landes Salzburg. – Schriftenr. Landespressebüro, Sonderpubl., **45**, 152 S., 27 Abb., Salzburg.
- EDER, J. (1924): Salzburgs wichtigste Daten und Wappen. Mit 2 Vierfarbentafeln. – 14 S., Salzburg (Höllrigl).
- FASCHING, G.L. (2011): Schutzbauten im Bereich der Stadtberge. – In: UHLIR, C.F. (Hrsg.): Salzburger Stadtberge (Mönchsberg, Kapuzinerberg, Festungsberg, Nonnberg, Rainberg). – 176–183, 4 Abb., Borsdorf (Edition Winterwork).
- FERSTL, B. (1980): Bautechnische und statische Sanierung. – In: AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, ABTEILUNG 6 (Hrsg.): Markuskirche Salzburg (Ursulinenkirche), Generalsanierung. – Baudok. Abt. VI, **6**, 22–41, 19 Abb., Salzburg.
- FUGGER, E. (1901): Zur Geologie des Rainberges. – Mitt. Ges. Salz. Landeskd., **41**, 71–76, Salzburg.
- FUGGER, E. (1904): Zur Geologie des Rainberges. – Mitt. Ges. Salz. Landeskd., **44**, 386, Salzburg.
- FUSCHELBERGER, S. (1975): Die Mönchsberggaragen in Salzburg. – Mayreder Zeitschrift, **20/11**, 52–58, 7 Abb., Linz.
- GRÜNWALD, E., MÜLLER, L. & RABCEWICZ, L. V. (1962): Mönchsbergtunnelplanung in Salzburg. – 32 S., Salzburg (Selbstverlag).
- GÜRTLER, H.-D. (1996): Zum geologischen Alter des Rainberges. Eine wissenschaftsgeschichtliche Betrachtung. – Jahresber. Akad. Gymn. Salzburg **1995/96**, 15–20, 2 Abb., Salzburg.
- HACQUET, B. (1785): Physikalisch=politische Reise aus den Dinarischen durch die Julischen, Carnischen, Rhätischen in die Norischen Alpen im Jahre 1781 und 1783 unternommen. – 220 S., mit Kupfern, Leipzig (Adam Friedrich Böhme).
- HAUER, K. (2007): „... plötzlich viel Häuser zerschmettert, zerknirschet und tieff in die Erde geschlagen.“ Zur Wahrnehmung, Deutung und Bewältigung von Bergstürzen in der Stadt Salzburg vom Spätmittelalter bis zum großen Mönchsbergsturz vom 16. Juli 1669. – 212 S., 41 Abb., 3 Tab., unveröff. Diplomarbeit, Univ. Salzburg.
- HAUER, K. (2008a): Der große Bergsturz des Mönchsbergs in der Stadt Salzburg von 1669: Wahrnehmung, Deutung und Bewältigung. – In: ROHR, CH. (Red.): Naturkatastrophen in der Geschichte: Wahrnehmung, Deutung und Bewältigung von extremen Naturereignissen in Risikokulturen, 21–31, 7 Abb., Verein Geschichte u. Sozialkunde (VGS), Wien.
- HAUER, K. (2008b): Über die Wahrnehmung, Deutung und Bewältigung des großen Mönchsbergsturzes. – Ber. Geol. B.-A., **72**, 39, Wien.
- HAUER, K. (2009): Die Geschichte der Salzburger Bergputzer. – Jb. Geol. B.-A., **149**, 331–336, 1 Abb., Wien.
- HEUBERGER, H. (1972): Die Salzburger „Friedhofterrasse“ – eine Schliernterrasse? – Z. f. Gletscherkd. u. Glazialgeol., **8**, 237–251, 3 Abb., Innsbruck.
- HITSCH, E. (1980): 3. Hydrologischer Befund. – In: LANDESHAUPTSTADT SALZBURG (Hrsg.): Umweltschutzprogramm Kuehberg Nordhang. Hydrologische und geologische Negativauslese. – Umweltschutzprogramm Magistrat Salzburg, **2**, 88–112, 3 Tab., 3 Beil., Salzburg.
- HORNINGER, G. (1973): Gutachten über die wandparallelen Steilklüfte ober dem Ausgang des Neutores in Salzburg. – Unveröff. Gutachten im Auftrag der Baudirektion Salzburg, 16 S., Wien.
- HORNINGER, G. (1974): Tiefliegende, oberflächenparallele Klüfte. – Proc. 3rd Int. Congr. Rock Mechanics, **II/A**, 613–618, 2 Abb., Denver.
- HORNINGER, G. (1975a): Baugeologische Ergebnisse bei Erkundungsarbeiten im Mönchsberg, Salzburg. – Verh. Geol. B.-A., **1975**, 75–129, 9 Abb., 2 Taf., Wien.
- HORNINGER, G. (1975b): Zur Baugeologie der Kavernengaragen Mönchsberg-Nord, Salzburg: Schrittweise gereifte Erkenntnisse von den Ausbruchsarbeiten. – In: ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOMECHANIK (Hrsg.): XXIV. Kolloquium 2. und 3. Oktober in Salzburg: Kurzfassungen der Vorträge, Teilnehmerverzeichnis, 9–10, Salzburg.
- HORNINGER, G. (1976): Geologische Erfahrungen vom Bau der Kavernengaragen Mönchsberg-Nord, Salzburg. – Rock Mechanics, Suppl., **5/6**, 3–28, 9 Abb., Wien.
- HORNINGER, G. (1986): Der Verbandsammlerstollen VS 3.1 durch den Mönchsberg, Salzburg. – Mitt. Ges. Geol- u. Bergbaustud. Österr., **33**, 105–116, 3 Abb., Wien.
- HÜBNER, L. (1792): Beschreibung der hochfürstlich-erzbischöflichen Haupt- und Residenzstadt Salzburg und deren Gegenden verbunden mit ihrer ältesten Geschichte. Band I: Topographie. – 606 S., 2 Kupfertaf., Salzburg (im Verlage des Verfassers).
- VAN HUSEN, D. (1990): Quartär. – In: PLÖCHINGER, B. mit Beitr. v. BRANDECKER, H., LEDITZKY, H.P., MAURIN, V., TICHY, G. & VAN HUSEN, D.: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 – Erläuterungen zu Blatt 94 Hallein. – 29–36, Geol. B.-A., Wien.
- VAN HUSEN, D. (1995): Alpine Traverse: 1st Day: Tongue basin of Salzach glacier; Stops 1–3. – In: SCHIRMER, W. (Ed.): Quaternary field trips in Central Europe, **2**, 658–659, 1 Abb., München (Verlag Dr. Pfeil).
- JÄGER, V. & PORNDORFER, R. (1928): Der Mönchsberg: Eine Wanderung über den sogenannten Pensionistengletscher in Salzburg. – 2. Aufl., 79 S., Salzburg (Höllrigl).
- KIESLINGER, A. (1959): Restspannung und Entspannung im Gestein. – Geol. u. Bauw., **24**, 95–112, 21 Abb., Wien.
- KIESLINGER, A. (1960a): Geologische Vorarbeiten [zum Salzburger Festspielhaus]. – In: GRUNDNER, L. (Red.): Das Neue Salzburger Festspielhaus: zur Eröffnung am 26. Juli 1960. – 103–104, Salzburg (Residenzverlag).
- KIESLINGER, A. (1960b): Residual Stress and Relaxation in Rocks. – Report of the 21th Int. Geol. Congress, Rept. Pt. **XVIII**, 270–276, 5 Figs., Copenhagen.
- KIESLINGER, A. (1964): Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – XII + 436 S., 127 Abb., 5 Farbtaf., 2 Pläne, Salzburg–Stuttgart (Das Bergland Buch).
- KIESLINGER, A. (1972): Felsgeologische Probleme beim Neuen Festspielhaus in Salzburg. – Schweiz. Bauztg., **90/34**, 814–818, 10 Abb., Zürich.

- KIRCHNER, E.CH. (1980): 2. Geologischer Befund. – In: LANDESHAUPTSTADT SALZBURG (Hrsg.): Umweltschutzprogramm Kuehberg Nordhang. Hydrologische und geologische Negativauslese. – Umweltschutzprogramm Magistrat Salzburg, **2**, 24–87, 24 Abb. (2–25), 7 Falttaf., 3 Beil., Salzburg.
- KÖHLER, H. (1975a): Salzburg baut Parkgaragen im Mönchsberg: Einsatz von Teilschnittmaschinen. – *Erzmetall*, **28**, 309–378, 8 Abb., Stuttgart.
- KÖHLER, H. (1975b): Die Mönchsberg-Parkgaragen Nord und Mitte. – *PORR-Nachr.*, **64**, 8–18, 13 Abb., 4 Tab., Wien.
- KÖHLER, H. (1975c): Die Vortriebsarbeiten mit Teilschnittmaschinen im Mönchsbergkonglomerat für die Kavernen der Mönchsberg-Parkgaragen in Salzburg. – *Rock Mechanics*, Suppl. **4**, 85–97, 9 Abb., Wien.
- KÖNIG, A. (1969): Jubiläum des Grauens ... (Zum Gedenken an den großen Bergsturz vom Mönchsberg vor 300 Jahren) 16. Juli 1669–16. Juli 1969. – *Amtsbl. d. Landeshauptstadt Salzburg*, **20/14**, 2–5, 6 Abb., Salzburg.
- MARTIN, F. (1922): Eine Zeitung über den großen Bergsturz von 1669. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **62**, 27–32, Salzburg.
- MARTIN, F. (1947): Geplante Keller im Neutor im Jahre 1770. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **86/87**, 98–99, 1 Plan, Salzburg.
- MIKO, O. & SAMUEL, O. (1994): Bibliografia Dionyza Stura. – In: MIKO, O. & SAMUEL, O. (Eds.): *Dionyz Stur: geolog, paleontolog, botanik, slovensky narodovec (1827–1893): Zbornik referatov zo seminarov uskutocneno dne 7.10.1993 venovaneho pamiatke 100. vyrocia umrtia Dionyza Stura: Bibliografia Dionyza Stura. – Geologicky Ustav Dionyza Stura*, 53–69, Bratislava.
- MUDRICH, A. (1915): Die Geschichte des St. Siegmunds- oder Neutores bis 1774. Zum 150 jährigen Jubiläum. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **55**, 113–150, 3 Abb., Salzburg.
- PEZOLT, L. (1894): Ueber Bergunglücke, Bergskarpierung und die „Bergputzer“ in der Stadt Salzburg. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **34**, 21–30, Salzburg.
- PFEIFER, K. (2011): Ein extremes Naturereignis in Bildern: Der große Mönchsbergsturz bei Lucas Schnitzer. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **151**, 257–264, 8 Abb., Salzburg.
- PICHLER, G.A. (1865): Salzburg's Landesgeschichte. – 1076 S., Salzburg (Oberer).
- PIPPAN, TH. (1957): Anteil von Glazialerosion und Tektonik an der Beckenbildung am Beispiel des Salzachtales. – *Z. f. Geomorph., N.F.*, **1**, 71–95, Stuttgart.
- PIPPAN, TH. (1958): Bericht 1957 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein 94/1 und Untersberg 93/2, 1:25.000 und dem Stadtplan 1:10.000. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1958**, 232–240, Wien.
- PIPPAN, TH. (1959): Bericht 1958 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein 94/1 und Untersberg 93/2, 1:25.000 und dem Stadtplan 1:10.000. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1959**, A49–A56, Wien.
- PIRKMAYER, F. (1901): Projekt einer Stadterweiterung und der Eröffnung eines Thores durch den Mönchsberg im 17. Jahrhundert. – *Mitt. Ges. Salz. Landeskd.*, **41**, 98–104, Salzburg.
- PREY, S. (1980): Erläuternde Beschreibung des Nordteiles der Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. Flyschzone, Walsbergserie, Gosau im Nordrand der Kalkalpen und Quartär. – *Verh. Geol. B.-A.*, **1980**, 281–323, 2 Abb., Wien.
- PREY, S., DEL-NEGRO, W., PIPKAN, TH., PLÖCHINGER, B., SCHLAGER, M. & SEEFELDNER, E. (1969): Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. – *Geol. B.-A.*, Wien.
- RITTER, S. (1980): Kosten und Finanzierung. – In: AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, ABTEILUNG 6 (Hrsg.): *Markuskirche Salzburg (Ursulinenkirche), Generalsanierung. – Baudok. Abt. VI*, **6**, 17–20, 3 Abb., Salzburg.
- ROCH, K.-H., CHWATAL, W. & BRÜCKL, E. (2006): Potentials of monitoring rock fall hazards by GPR: considering as example the results of Salzburg. – *Landslides*, **3**, 87–94, 14 Figs., Berlin-Heidelberg (Springer).
- ROHR, CH. (2003): Der Fluss als Ernährer und Zerstörer. Zur Wahrnehmung, Deutung und Bewältigung von Überschwemmungen an den Flüssen Salzach und Inn, 13.-16. Jahrhundert. – In: GISLER, M., HÜRLIMANN, K. & NIENHAUS, A. (Hrsg.): *Naturkatastrophen – Catastrophes naturelles. – Themenband Traverse. Zeitschrift f. Geschichte* **2003/3**, 37–49, Zürich.
- RUDOLF-MIKLAU, F. & MOSER, A. (Koord.) (2009): *Alpine Naturkatastrophen: Lawinen, Muren, Felsstürze, Hochwässer. – 120 S., Graz–Stuttgart (Leopold Stocker Verlag).*
- SCHLEGEL, W. (1980): Geschichtlicher Überblick. – In: AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, ABTEILUNG 6 (Hrsg.): *Markuskirche Salzburg (Ursulinenkirche), Generalsanierung. – Baudok. Abt. VI*, **6**, 7–9, 3 Abb., Salzburg.
- SCHRÖCK, J.R. (1980): Baubericht. – In: AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, ABTEILUNG 6 (Hrsg.): *Markuskirche Salzburg (Ursulinenkirche), Generalsanierung. – Baudok. Abt. VI*, **6**, 10–12, 3 Abb., Salzburg.
- SEEFELDNER, E. (1961): Salzburg und seine Landschaften. – X + 574 S., 67 Abb., 26 Fig., Salzburg–Stuttgart (Das Bergland Buch).
- STINY, J. (1938): Über die Regelmäßigkeit der Wiederkehr von Rutschungen, Bergstürzen und Hochwasserschäden in Österreich. – *Geol. & Bauw.*, **10**, 9–31, 33–48, 2 Tab., Wien.
- STOCKER, E. (1987): Zur Bildung der kavernenösen Wandformen an der Nagefluhstufe bei Urstein. – *Ber. Haus Natur Salzburg*, **10**, 135–143, 7 Abb., 1 Tab., Salzburg.
- STUMMER, E. (1941): Zum interglazialen Alter des Mönchs- und Rainberges in Salzburg. – *Ber. Reichsst. f. Bodenforsch.*, **1941**, 95–99, 4 Abb., Wien.
- ŠTŮR, D. (1868): Die grosse Bergabruetzung im Weissenbach, südlich von St. Egidy und Hohenberg bei Lilienfeld. – *Verh. Geol. R.-A.*, **1868**, 316–317, Wien.
- ŠTŮR, D. (1869): Die Bodenbeschaffenheit der Gegenden südöstlich bei Wien. Ein Bericht über die, der Gemeinde Wien zur Anlage eines Centralfriedhofes offerirten Flächen in der Gemeinden: Kaiser-Ebersdorf, Rannersdorf, Himberg, Pellendorf und Gutenhof. – *Jb. Geol. R.-A.*, **19/4**, 465–484, Wien.
- ŠTŮR, D. (1888a): Jahresbericht des Directors D. Stur. – *Verh. Geol. R.-A.*, **1888**, 1–40, Wien.
- ŠTŮR, D. (1888b): Untersuchungen des Mönchsberges in Salzburg [fingierter Titel]. – *Verh. Geol. R.-A.*, **1888**, 23–24, Wien.
- ŠTŮR, D. (1889a): Geologisches Gutachten anlässlich der Versorgung der Landeshauptstadt Czernowitz mit gutem Trinkwasser. – 27 S., Czernowitz (Czopp).
- ŠTŮR, D. (1889b): Die Trinkwasserversorgung der Stadt Hainburg. – *Jb. Geol. R.-A.*, **39**, 35–44, Wien.
- ŠTŮR, D. (1889c): Zur Frage der Erweiterung des Heilbades „Wiesbaden“ bei Ries. – *Jb. Geol. R.-A.*, **39**, 21–28, Wien.
- ŠTŮR, D. (1889d): Zur Frage der Versorgung der Stadt Ried mit Trinkwasser. – *Jb. Geol. R.-A.*, **39**, 29–34, Wien.
- ŠTŮR, D. (1889e): Zur Trinkwasserfrage von Neunkirchen. – *Jb. Geol. R.-A.*, **39**, 259–280, Wien.
- ÜBLAGGER, G., HITSCH, E., KIRCHNER, E.CH., SCHEURINGER, E. & SCHWARZ, H. (1980): 5. Schlußfolgerungen und Lösungsvorschläge. – In: LANDESHAUPTSTADT SALZBURG (Hrsg.): *Umweltschutzprogramm Kuehberg Nordhang. Hydrologische und geologische Negativauslese. – Umweltschutzprogramm Magistrat Salzburg*, **2**, 134–172, 4 Abb., 3 Beil., Salzburg.

UHLIR, C.F. & SCHRAMM, J.-M. (2011): Naturgefahren, Bergstürze und Bergputzer. – In: UHLIR, C.F. (Hrsg.): Salzburger Stadtberge (Mönchsberg, Kapuzinerberg, Festungsberg, Nonnberg, Rainberg), 31–46, 78–79, 15 Abb., Borsdorf (Edition Winterwork).

VOGELTANZ, R. (1990): Bauen und Siedeln im alpinen Raum aus der Sicht des Geologen. – Mitt. Natw. Ver. Stmk, **120**, 179–188, 8 Abb., Graz.

VOGELTANZ, R. (1993): Die Felsstürze von der Bischofsmütze im Jahre 1993. – In: BAUTECHNISCHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT SALZBURG (BVFS) (Hrsg.): Bau-Symposium „Aktuelle Fragen – neue Lösungen – europäische Perspektiven“, 77–78, 2 Abb., Salzburg.

VORTISCH, W. (1924): Zur Entstehung des Mönchsbergkonglomerates in Salzburg. – Verh. Geol. B.-A, **1924**, 204–207, 2 Abb., Wien.

WORLD HERITAGE COMMITTEE (1997): Report of the Twentieth session of the World Heritage Committee, Merida, Mexico, 2–7 December 1996. – 109 pp., IX Annexes, Merida. [<http://whc.unesco.org/archive/1996/whc-96-conf201-21e.pdf>, abgerufen am 16.08.2013]

Eingelangt: 23. August 2013, Angenommen: 4. September 2013

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 2013

Band/Volume: [153](#)

Autor(en)/Author(s): Schramm Josef-Michael, Hofmann Thomas

Artikel/Article: [Dionýs Stúr und die Felsstürze vom Mönchsberg \(Stadt Salzburg\). 301-314](#)