©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

angewandten Geophysik wurde bei einem artilleristischen Scharfschießen auf dem Kärntner Gurkfeld 1907 durchgeführt. VEITH widmete sich allerdings in der Folge wieder seinen Ambitionen am Sektor der antiken Schlachtfeldforschung und der Herpetologie.

Abb. 1: Porträt von Oberst Dr. h.c. Georg Veith

Die praktische Bewährungsprobe erlebte die „seismographische Detektion von Artilleriefeuer“ im Ersten Weltkrieg: in der August-Ausgabe 1916 berichtet das amerikanische Magazin Popular Science Monthly, dass die Österreicher an der Südfront Seismographen zur Lokalisierung feindlicher Geschütze einsetzten (gemeint ist hier vermutlich die 5. Isonzoschlacht im Frühjahr 1916, damals war VEITH Artilleriekommandant bei Rovereto).

Geologische Folgewirkung einer „nassen Grenze“ – Zum kausalen Zusammenhang zwischen Napoleons Kriegen und technisch geologischen Problemen im Salzburger Stadtbereich

Josef-Michael Schramm

Fachbereich Geographie & Geologie, Universität Salzburg,
A-5020 Salzburg, Hellbrunner Straße 34; e-mail: Josef-Michael.Schramm@sbg.ac.at

Was versteht man unter einer „nassen Grenze“?

Der Begriff „nasse Grenze“ (engl. water border) bezeichnet eine Landes- bzw. Staatsgrenze, die durch stehende oder fließende Gewässer verläuft. Im Falle von Fließgewässern sah die historische Vertragspraxis meist die mittige Stromlinie eines Flussbettes vor, oder im Falle eines schiffbaren Gewässers die Mitte des Hauptfahrwassers.

Mit einer zusätzlichen Klausel „*ohne Rücksicht auf spätere Veränderungen der flussseitigen oberen Baukanten der Ufer*“ sollten Grenzstreitigkeiten a priori vermieden werden. „*Mitte des regulierten Flussbettes*“ ist eine ausgeglichene fortlaufende Linie, die von den flussseitigen oberen Baukanten

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

der Ufer gleich weit entfernt ist und endgültig bestimmt wird. Unbeweglich kann eine solche Grenze nur dann sein, wenn es sich um ein reguliertes Flussbett handelt.
Dem Geologen stellt sich angesichts der erdgeschichtlichen Entwicklung die berechtigte Frage, über welchen Zeitraum eine nasse Grenze wohl *unbeweglich* bleiben mag.

Historische und militärhistorische Bemerkungen

Bereits im Jahre 798 zum Erzbistum erhoben, bestand Salzburg im Hochmittelalter als eigenständiges geistliches Fürstentum im Verband des römisch-deutschen Reiches. Bis zum Ende des selbstständigen Erzstiftes 1803 umfasste das geschlossene Salzburger Territorium mitsamt Tiroler und bayrischem Gebiet rund 14.000 Quadratkilometer. Außer den Bayern 1816 zugesprochenen Gebieten westlich von Saalach und Salzach sowie Tiroler Gebieten besaß Salzburg Exklaven im heutigen Niederösterreich, in Oberösterreich, in der Steiermark und in Kärnten sowie in Slowenien und Kroatien (DOPSCH & SPATZENEGGER, 1988, 1995).

Nach der Säkularisierung 1803 erlebte Salzburg vier Herrschaftswechsel, bis es zuletzt 1816 Österreich zugesprochen wurde. Die Folgeerscheinungen der historischen Ereignisse zu Beginn des 19. Jahrhunderts (napoleonische Kampfhandlungen und Grenzziehungen) wirkten und wirken sich im Land Salzburg insbesondere auf die technisch geologische Situation nachhaltig aus (SCHRAMM, 2009).
Während des Zweiten Koalitionskriegs wütete vom 12. bis 14. Dezember 1800 unmittelbar westlich der damaligen Fürst- und Residenzstadt Salzburg die Schlacht am Walserfeld (MITTERER, 1999), wobei die österreichische Hauptarmee (Feldzeugmeister Erzherzog Johann) einem Teil der französischen Rheinarmee (verstärktes I. Korps Generalleutnant Lecourbe) unterlag. Die Verluste innerhalb von drei Gefechtstagen betrugen auf österreichischer Seite etwa 12.000 Mann, auf französischer Seite über 10.000 Mann. Nach der Überschreitung der Salzach bei Laufen durch die Masse der französischen Truppen (Obergeneral Jean-Victor Moreau) drohte der österreichischen Armee eine Einkesselung im Raum Salzburg, jedoch gelang es den Österreichern, sich nach der Schlacht auf dem Walserfeld geordnet zurückzuziehen und der Einkesselung zu entgehen. Am 25. Dezember 1800 beendete der Waffenstillstand von Steyr den Vormarsch der Franzosen bei Melk (MITTERER, 2000).

Ein Denkmal (Abb. 1) erinnert an diese Schlacht. Der Künstler und Steinmetzmeister Bernhard HASENÖHRL beschreibt sein Werk (in MÜLLER, 2000) wie folgt (Auszug):
„Bei dem zwischen der Bundesstraße und Gois errichteten Denkmal handelt es sich … um eine Erinnerungsstätte … .
Der Hauptteil aus Untersberger Marmor stellt einen Bischofsstab dar und steht symbolisch für das Erzstift Salzburg, auf dessen Boden die besagte Schlacht stattgefunden hat. Der Untersberg war damals im Besitz des Landes und somit auch der Bischöfe. Die Krümmung des Stabes kann auch für das geistliche Fürstentum als eine gewachsene, beinahe 500-jährige eigenständige Ordnung angesehen werden. Die Armeen der beiden Kontrahenten werden als Keile dargestellt, die mit Kriegswillen eindringen. Zwei Kräfte stoßen aufeinander und reiben sich gegeneinander auf. …
Die drei Schichten des Hirtenstabes versinnbildlichen jene damaligen Tage des Feldzuges, an welchen gewaltsam zwei Fremdkörper ins Land eingedrungen sind. Jeden Tag wird dem Land Gewalt angetan, jeder Tag ein neuer Ruck durch die symbolischen Schichten des Hirtenstabes. …
Die unterschiedliche Stärke der Keile kennzeichnet die Ungleichheit der beiden Armeen in Mannstärke und Taktik. Der östliche Keil stellt die Rheinarmee dar. Der aus französischem „Napoleon Notre Dame“ Marmor gefertigte Keil durchdringt den Hirtenstab vollständig, da auch die Napoleonischen Truppen die Angreifer waren. Dabei versucht der österreichische Keil aus Wachauer Marmor, welcher aus dem geschichtlichen Kernland Ostarrichi stammt, den

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

französischen am Weiterdringen aufzuhalten, was ihm jedoch auch unter großen Menschen- und Materialverlusten nicht gelingt. Dabei wird er durch den Gegendruck zur Seite geneigt.
Die Kaiserlichen mussten sich daraufhin nach Österreich zurückziehen. Der gespaltene Hirtenstab versinnbildlicht das führungslose Gnadenjahr, welches dem alten Erzstift noch gegönnt gewesen war - zwar „stand“ es noch - jedoch folgte das unheilbare Ende und der Sturz binnen der nächsten 14 Monate. Unsere Heimat kam von nun an die nächsten Jahre nicht mehr zur Ruhe. …
Das Maßverhältnis des Denkmals entspricht dem Goldenen Schritt der Antike und auch dem des Klassizismus, der vorherrschenden Stilrichtung jener Epoche, nämlich 5:3 oder im Naturmaß 250 cm hoch und 150 cm lang. Die Stätte ist West-Ost gerichtet, im Sinne der geographischen Lage der beteiligten Länder. Auf den Keilen ist eine Inschrift in deutscher und französischer Sprache eingraviert.
Der Text soll eine Botschaft sein: Die Schlacht ist Vergangenheit. Die Gegenwart soll aus Fehlern der Geschichte lernen, um diese in Zukunft nicht zu wiederholen.“

Abb. 1: Denkmal am Walser Feld, Blickrichtung SSW, im Hintergrund Mitte Untersberg, rechts Predigtstuhl (Foto: Schramm).

Eine vorläufige Grenzziehung zum damaligen Königreich Bayern wurde im Vertrag von München (14. April 1816) vorgenommen und 1818 endgültig festgelegt. Alsbald folgte der Staatsvertrag von Salzburg „*zur Korrektion und Rektifizierung, die Richtung der nassen Grenze zwischen Saale und Salzach betreffend*“ (24. Dezember 1820), in dem die (erst Jahrzehnte später begonnene) Regulierung von Salzach und Saalach vereinbart wurde.

Regulierung der Salzach samt Saalach und Sohlerosion

Salzach und Saalach entwässern knapp über 75% der Fläche des Bundeslandes Salzburg. Durch Hochwässer wurden die Stadt Salzburg und zahlreiche Siedlungen im Salzburger Land regelmäßig bedroht, beispielsweise in den Jahren 876, 964, 1196, 1269, 1316, 1386, 1400, 1442, 1480, 1505, 1508, 1567, 1572, 1576, 1598, 1641, 1661, 1736, 1749, 1761, 1785, 1786, 1803, 1840, 1846, 1855, 1881, 1892, 1893, 1896, 1897, 1899, 1920, 1931, 1959, 1991, 2002 und 2011.
Vor allem die Festlegung der „neuen“ Landesgrenze (Flussmitte), aber auch der Hochwasserschutz und die Sicherung der Schifffahrt bildeten im 19. Jahrhundert den Anlass, die Unterläufe von Salzach und Saalach weitgehend zu regulieren und zu begradigen. Die Karte (1815) der bayerischen Maler und Kupferstecher Friedrich F. Fleischmann (1791-1834) und Carl August

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Helmsauer (1789-1844) dokumentiert noch die ursprünglichen Flussläufe von Salzach und Saalach im Bereich der Stadt Salzburg (Abb. 2). Auch das berühmte Salzburg-Panorama (26 m langes Rundgemälde), in den Jahren 1824-1829 von Johann Michael Sattler (1786-1847) geschaffen, zeigt die Salzach samt Verzweigungen und Uferstrukturen mit der Akkumulations- und Erosionsdynamik eines Wildflusses.

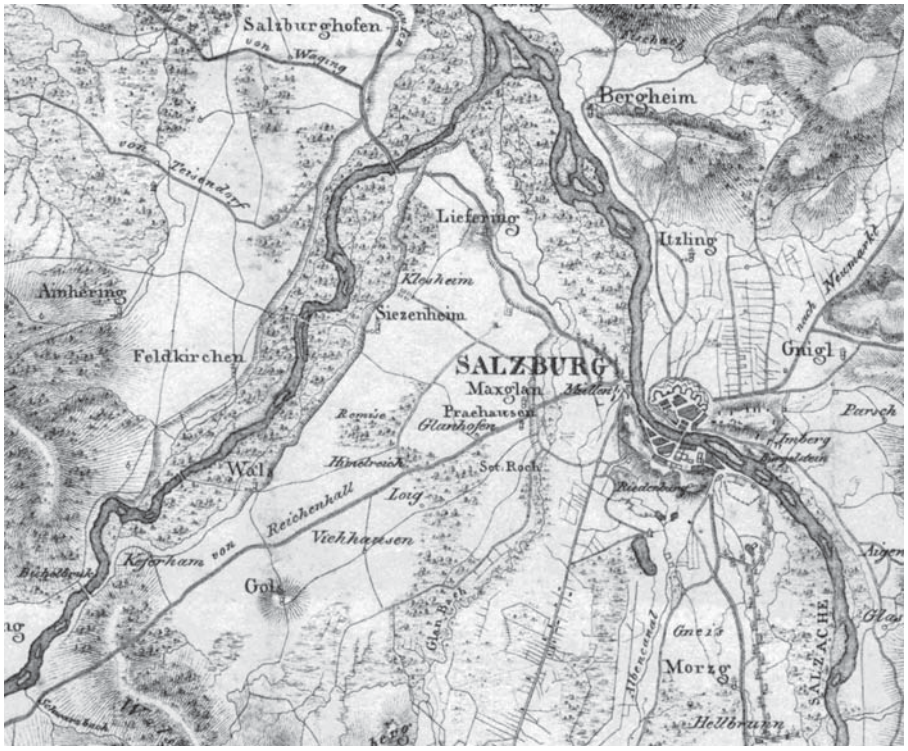

Abb. 2: Ausschnitt aus der Carte von Salzburg 1815 (nach der Generalquartiermeisterstab-Specialkarte 1:144.000 vereinfacht) mit den noch nicht regulierten Flüssen Salzach und Saalach, entworfen und gestochen von Fleischmann und Helmsauer (1815). Nota bene: Ohne Darstellung einer Landesgrenze, zumal das Herzogtum Salzburg 1809-1816 dem Königreich Bayern angegliedert war! Originalgröße 154 x 157 mm.

Historische Regulierungsmaßnahmen zwecks exakter politischer Grenzziehung, Uferverkürzung und Laufstreckung prägten die morphologische Entwicklung des Fließgewässernetzes im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert (SCHEUERMANN et al., 1980). Sukzessive wurden so die einstigen Wildflüsse Salzach und Saalach im Verlauf eines Jahrhunderts enger und geradliniger gestaltet. Im Salzachunterlauf nördlich Salzburg begannen 1852 die Regulierungsarbeiten mit einer Ausbaubreite von zunächst 80 Wiener Klaftern (etwa 152 m) und wurden 1873 auf 60 Klafter (114 m) verringert (WIESBAUER & DOPSCH, 2007). Im Stadtgebiet erfolgte diese Verminderung rechtsufrig. Dementsprechend verkürzten sich die hektometrischen Flussläufe bei gleichzeitiger Versteilung des Gefälles. Die kontinuierliche Eintiefung steigerte die Gefahr von Sohldurchschlägen und bewirkte ein Absinken des Grundwasserspiegels zu den Vorflutern mit allen Folgewirkungen.
Zwar schuf die erhöhte Fließgeschwindigkeit ausreichende Hochwasserprofile, beschleunigte aber zugleich infolge verringerter Geschiebetransportraten die Tiefenerosion zusätzlich.

Im Durchschnitt der Jahre 1849-1944 tiefte sich die Salzach-Flusssohle zwischen Hallein und Salzburg 36 mm pro Jahr ein. Die Eintiefung steigerte sich im Durchschnitt 1927-1944 auf 47 mm pro Jahr (BISTRITSCHAN & FIEBINGER, 1951)! Nach der Abtragung von bereichsweise konglomerierten Bänken (Salzachsohle zwischen Hallein und Salzburg) ab 1950, beschleunigte sich die Tiefenerosion in den darunter liegenden Feinsanden dramatisch. Das Gesamtausmaß dieser Eintiefung beim Pegel Salzburg (Beobachtungszeitraum 1870-1960) beträgt 5,2 Meter. Ab 1960 bis heute (2012) tiefte sich die Salzachsohle um weitere 2 bis 3 Meter ein. Beim zweiten

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Hochwasserereignis des Jahres 2002 (Mitte August) kam es zum lange befürchteten Sohldurchschlag, die Auskerbung der Flusssohle erreichte den erosionsanfälligen Salzburger Seeton! Die jährliche Sohleintiefung durch Erosion und Suffosion beträgt gegenwärtig bedenkliche 66 mm. Ohne flussbauliche Maßnahmen wären eine schluchtartige Eintiefung, das Absinken des Grundwasserspiegels und die Beschleunigung des die Vorflut anströmenden Grundwassers die Folge.

Auch an der „Saale“ (Saalach) hatten sich seit historischer Zeit teils verheerende Hochwässer wiederholt. Deshalb wurden seit dem 16. Jahrhundert wiederholt Wehre und Sohlrampen errichtet (und zerstört). Zum Hochwasserschutz, aber auch zwecks exakter dauerhafter Festlegung des Grenzlinienverlaufs (Flussmitte) begannen nach 1873 Regulierungsarbeiten an der Saalach. Wegen der alsbald beobachteten raschen Sohleintiefung wurde daher von 1883 bis 1889 das Saalach-Gerinne von 38 wieder auf 55 m ausgeweitet, sowie 1906 unterhalb der Eisenbahnbrücke (Strecke Salzburg-Rosenheim) die Sohlschwelle Rott gebaut (1931 Umbau). Mit der Errichtung der Kiblinger Sperre 1911–1913 (Laufkraftwerk oberhalb Bad Reichenhall) wurde der Geschiebehaushalt der Saalach erneut nachhaltig gestört. Ein Massendefizit von zunächst rund 10.000 m³ Geschiebe pro Jahr steigerte das Problem der Saalacheintiefung sukzessive. Im Unterlauf bis zum Laufkraftwerk Saalach-Rott und weiter bis zur Einmündung in die Salzach tiefte sich die Saalach von 1916 bis 2006 um bis zu 5 Meter ein. Davon beträgt alleine die Erosion der letzten zwei Jahrzehnte (1986-2006) 1,5 Meter, das entspricht einer Jahresrate von 75 mm, höher als jene der Salzach!

Technisch geologische Auswirkungen der Sohlerosion

Die nachhaltige Tiefenerosion der Salzach ist im Bereich der Stadt Salzburg deutlich erkennbar. Die verschiedenen linksufrig in die Salzach einmündenden Arme des historischen Almkanal-Systems, welches vom Salzburger Domkapitel und dem Stift St. Peter 1136-1143 errichtet wurde (Stiftarmsystem: Höllbräuarm, Kapitelarm, Hofstallarm, St. Peterarm), liegen gegenwärtig etwa vier Meter höher als der Normalwasserstand (Abb. 3).

Untersuchungen und Sondierungen zum Thema Geologie und Grundwassersituation im Salzburger Becken (BRANDECKER, 1974; DEL-NEGRO, 1979) zeigen vereinfacht folgende quartäre Lockergesteinsabfolgen:
Maximal 10 m mächtiger Kies und sandiger Kies („Alluvialschotter“) enthalten großflächige seicht liegende Porengrundwasserkörper (durchschnittlich rund 5 m Flurabstand), gestaut durch locker gelagerte Schluffsande und Schlufftone (postglazial). Diese Stauschichte steht unter artesischem Überdruck durch tiefer liegende gespannte Porengrundwasserkörper. Der Felsuntergrund des Salzburger Beckens ist unter dem Stadtteil Maxglan (nahe Gasthaus Kuglhof) bis 260,9 m unter der Geländeoberkante ausgeschürft, im Durchschnitt beträgt die Mächtigkeit der quartären Beckenfüllung 70 Meter.
Über den Saalachunterlauf sind aufgrund grenzüberschreitender Zusammenarbeit (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft und Amt der Salzburger Landesregierung - Geologischer Dienst) detaillierte Informationen über den Talweg, Schichtaufbau unter der Flusssohle und die Uferbereiche verfügbar. Unter vier Meter sandig-steinigem Kies (gut gerundet) liegt schluffiger Feinsand, wobei der Schluffanteil zum Liegenden hin zunimmt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Abb. 3: Salzach (Normalwasserstand) zwischen Staatsbrücke und Makartsteg. Fließrichtung nach rechts. Blick zur linksufrigen Altstadt. Die Einmündung des Gamperarmes ist nur bei Hochwässern unsichtbar. Hintergrund rechts Kollegienkirche (Foto: Schramm).

Als Folgen der Sohlerosion wurden in der Stadt Salzburg Uferböschungen destabilisiert, Brückenfundamente (Eisenbahnbrücke, Salzachbrücke der Westautobahn A 1) unterspült und das Grundwasserspiegelgefälle zu den Vorflutern Salzach und Saalach erhöht. Mit dem beschleunigten Grundwasserstrom wurden Feinsandanteile aus weitgestuften Korngemischen ausgewaschen, was Bauwerkssetzungen und Geländeabsenkungen zur Folge hatte. Auch der Unterlauf der Salzach befindet sich im morphologischen Ungleichgewicht (Defizit in der Geschiebeführung und sukzessive Eintiefung der Sohle). Nach dem Einsturz der Salzachbrücke der Westautobahn A 1 im August 1959 (Abb. 4) wurden bei den meisten Brücken im Stadtgebiet Sanierungs- und Verstärkungsmaßnahmen an den Pfeilern vorgenommen (WEIDENHOLZER & MÜLLER, 2001), z.B. massive Steinschüttungen an der Eisenbahnbrücke. Weiters wurde unter Ausnützung einer linksufrig oberflächennahen Felsschwelle im Flysch etwa 500 m stromaufwärts der Glanmündung 1968 eine Sohlstufe errichtet (HEINRICH, 1968).

Abb. 4: Salzachbrücke der Westautobahn A 1 nahe Hagenau (Gemeinde Bergheim), beim Hochwasserereignis am 13. August 1959 infolge Unterspülung des östlichen Brückpfeilers (im Bild rechts) eingestürzt. Blickrichtung NNW (Quelle: Bildarchiv Oberst i.R. Dr. Koppensteiner).

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Ähnliche Auswirkungen der Sohlerosion gelten auch für den Unterlauf der Saalach, wo Grundwasserspiegelabsenkungen (z.B. Bischofswald) sowie ein erhöhter Gradient und Geschwindigkeit des Grundwasserstroms zur Vorflut bewirkten, dass Feinstkorn aus dem Grundwasserleiter herausgelöst wurde. Dies führte zu ungleichförmigen Setzungen. Zu erwähnen ist weiters die Unterspülung von Brückenpfeilern der Eisenbahnbrücke bei Rott (errichtet 1859-1860). Nach Zerstörung der dortigen Sohlschwelle durch Hochwasser 1940 wurde das grenzüberschreitende Kraftwerk/Sohlstufe Rott als „Mehrzweckanlage“ 1943-1949 errichtet (WAGNER, 1950).

Grenzüberschreitendes Zusammenwirken – Integrale Sanierung

Für die öffentlichen Behörden Bayerns und Salzburgs hat die Eintiefung der Grenzflüsse Saalach und Salzach bereits ein Ausmaß erreicht, „*das so nicht mehr hingenommen werden kann*“. Weiteres Abwarten sei „*nicht mehr anzuraten*“. Grundsätzlich wurden fünf Varianten untersucht:

- Belassen des Ist-Zustandes,
- Aufweitung der Flussufer,
- Aufweitung der Flussufer samt Schaffung von Sohlrampen,
- Aufweitung der Flussufer *plus* Errichtung von Stützkraftwerken,
- Aufweitung der Flussufer *plus* Errichtung von Stützkraftwerken *plus* Einbringung zusätzlicher Geröllfracht.

Das erstgenannte Szenario – nämlich den aktuellen Stand zu halten und ansonsten nichts zu tun – musste wegen Gefahr im Verzug verworfen werden. Derzeit transportiert die Salzach jährlich eine Geröllfracht von 25.000 bis 30.000 Kubikmetern. Demgegenüber wären zum Halten des Zustandes 80.000 Kubikmeter erforderlich, was etwa 55.000 Kubikmeter an künstlicher Gerölldotierung pro Jahr bedürfte. Um die Sohle nur um zehn Millimeter anzuheben, bräuchte man etwa 60.000 Kubikmeter Geröll. Seit 1998 wird das Unterwasser der Saalach wieder mit 50.000 m³ grobem Geröll (pro Jahr) aus dem Stauraum oberhalb der Kiblinger Sperre (Bad Reichenhall) dotiert.

Der weitere Ablauf der Planung und die grenzüberschreitende Abstimmung wird erst nach Vorlage einer Studie über Für und Wider aller Varianten bei der „Ständigen Gewässerkommission (nach dem Regensburger Vertrag)“ möglich sein und wird als politische Entscheidung gefällt. Zur Lösung dieses grenzübergreifenden Problems arbeiten Experten aus Bayern, Oberösterreich und Salzburg zusammen (HOPF, 2006).
Zur Minderung weiterer Eintiefungen der Salzach wurde seitens der Wasserbauverwaltung ein Salzach-Stufenplan ausgearbeitet (vier Sohlstufen zwischen Hallein und Salzburg). Drei Schwellen wurden als Mehrzweckanlagen (Laufkraftwerke Hallein, Urstein und Sohlstufe Lehen) errichtet und erfüllen neben flussbaulichen Aufgaben auch Energieerzeugung. An der Saalach wurde das bestehende Kraftwerk Rott 2002-2004 neu gebaut (KRENN, 2006).

Fazit bzw. in Stichworten zusammengefasste Wirkungskette

Napoleonische Kriege → neue Grenzziehung (nasse Grenze zu Bayern 1816) → Regulierungsmaßnahmen (Unterläufe der Saalach und Salzach) → Verkürzung des Talweges samt Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und Schleppkraft → Sohl- und Seitenerosion → Rückhalt der Geröllfracht durch Staumaßnahmen (Kiblinger Sperre) → verstärkte Sohleintiefung → Beschleunigung des Grundwasserstroms zu den Vorflutern → Ausspülungen von Sedimentpartikeln aus den Grundwasserleitern → Bauwerkssetzungen → fassungsloses Staunen bis Entsetzen → interdisziplinäre Ursachenforschung → nachhaltige Gegenmaßnahmen (gerade noch rechtzeitig, hoffentlich nicht zu spät) → und dann … ???

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Literatur

BISTRITSCHAN, K. & FIEBINGER, K. (1951): Die Tiefenerosion der Salzach im weiteren Bereiche der Stadt Salzburg. – Geologie und Bauwesen, **18**, 243-246, Wien.

BRANDECKER, H. (1974): Hydrogeologie des Salzburger Beckens. – Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, **26**, 5-39, 2 Fig., 16 Taf., Graz.

DEL-NEGRO, W. (1979): Erläuterungen zur Geologischen Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. – 41 S.; Wien (Geologische Bundesanstalt).

DOPSCH, H. & SPATZENEGGER, H. (Hrsg.): 1988: Neuzeit und Zeitgeschichte 1. Teil (Neuzeit bis zum Ende des geistlichen Fürstentums). – Geschichte Salzburgs, Stadt und Land, **II/1**, 576 S., illustr., Salzburg (Verlag Pustet).

DOPSCH, H. & SPATZENEGGER, H. (Hrsg.), 1995: Neuzeit und Zeitgeschichte 2. Teil (Neuzeit ab 1803, Zeitgeschichte). – Geschichte Salzburgs, Stadt und Land, **II/2**, 2. Aufl., 577-1360, illustr., Salzburg (Verlag Pustet).

HEINRICH, M. (1968): Salzach-Sohlstufe Salzburg. – PORR-Nachrichten, Jg. 9, **37**, 19-23, 5 Abb., Wien.

HOPF, G. (2006): Die Sanierung der unteren Salzach. – LWF Wissen, **55**, 62-66, 8 Abb., Freising (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft).

KRAMML, P. F.; MARX, E. & WEIDENHOLZER, T. (1999): Historischer Atlas der Stadt Salzburg. – Schriftenreihe des Archivs der Stadt Salzburg, **11**, 60 Kartenblätter in einer Kassette, Salzburg (Landeshaupstadt Salzburg).

KRENN, G. (2006): Kraftwerk Rott – Kraftwerksbau im „Grenzbereich“. Neubau/Ersatzbau des Saalach-Kraftwerkes Rott-Reilassing. – Zement Beton, **51**/ 3, 2-11, Wien.

MITTERER, K. A. (1999): Salzburg anno 1800 – Die vergessene Schlacht auf den Walser Feldern. – Reihe Österreichischer Milizverlag, **17**, 197 S., illustr., Salzburg (Österreichischer Milizverlag).

MITTERER, K.A. (2000): Anno 1800. Schlacht vor den Toren Salzburgs. Ein vergessenes militärisches Großereignis. – Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde, **140**, 169-184, Salzburg.

MÜLLER, E. (Red.) (2000): Festschrift „Die Historischen Landwehrschützen Wals 1800–2000“. – 116 S., Wals-Siezenheim (Selbstverlag Historische Landwehrschützen Wals & Gemeinde Wals-Siezenheim).

SCHEUERMANN, K.; WEISS, F.H. & MANGELSDORF, J. (1980): Die flußmorphologische Entwicklung der Salzach von der Saalachmündung bis zur Mündung in den Inn. – Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, **2**, 35 S., München.

SCHRAMM, J.-M. (2009): Technische Geologie mit historischen Aspekten im Bundesland Salzburg (Exkursion F am 16. April 2009). – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereines, N.F. **91**, 257-276, 3 Tab., Stuttgart.

WAGNER, R. (1950): Das Kraftwerk Saalach. – Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, **3**/11, 364-367, 2 Abb., Wien.

WEIDENHOLZER, T. & MÜLLER, G. (2001): Salzburgs alte und neue Brücken über die Salzach. – Schriftenreihe des Archivs der Stadt Salzburg, **15**, 112 S., illustr., Salzburg (Stadtgemeinde Salzburg).

WIESBAUER, H, & DOPSCH, H. (2007): salzach • macht • geschichte. – Salzburg Studien Forschungen zu Geschichte, Kunst und Kultur, **7**, 264 S., illustr., Salzburg (Verein „Freunde der Salzburger Geschichte“).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 2012

Band/Volume: 96

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

Artikel/Article: Geologische Folgewirkung einer "nassen Grenze" - Zum kausalen Zusammenhang zwischen Napoleons Kriegen und technisch geologischen Problemen im Salzburger Stadtbereich. 37-44