

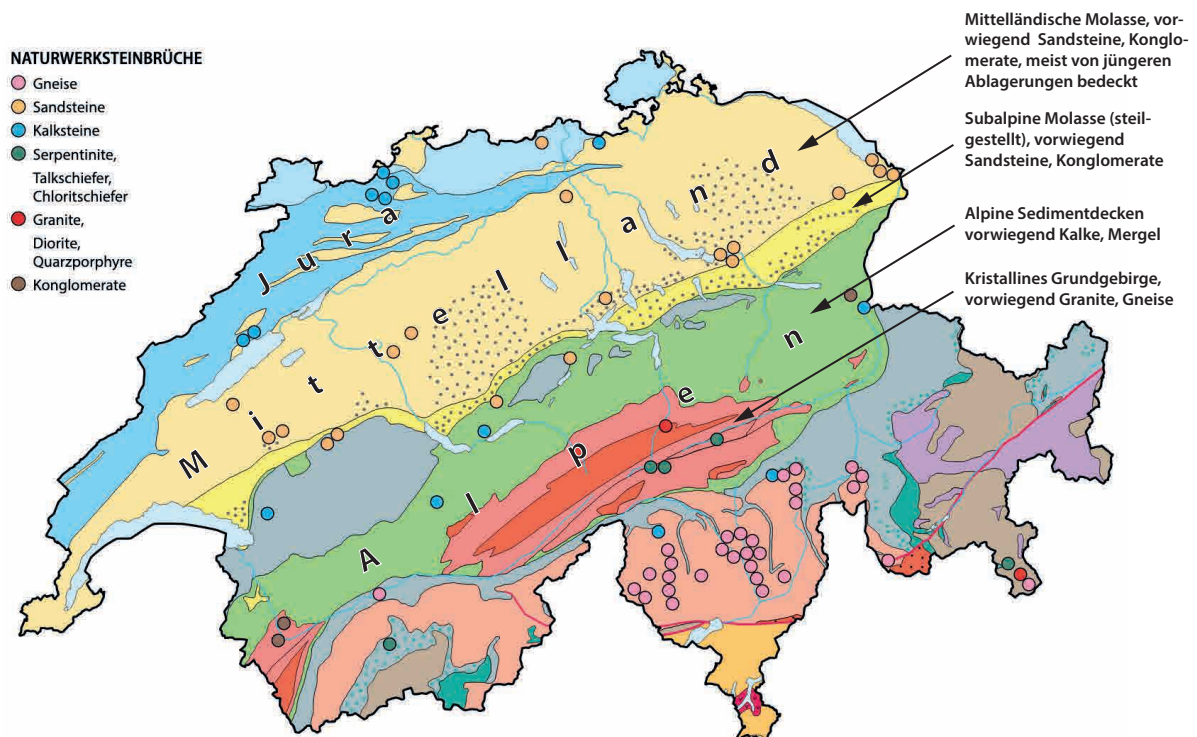
## Ergänzung zu Posten 3

## Die Sandsteinbrüche von Luzern

Während Zürich den Sandstein für seine Gebäude von weit her mit Schiffen aus Steinbrüchen am Oberen Zürichsee heran transportieren musste, befand sich die Stadt Luzern in der privilegierten Lage, Sandsteinvorkommen auf ihrem Stadtgebiet oder direkt vor ihren Toren nutzen zu können. Heute sind diese – meist unbemerkt – Teil der Stadt geworden, was nicht ganz ungefährlich ist. Wir werden in der Folge einen Blick auf den historischen Abbau werfen.

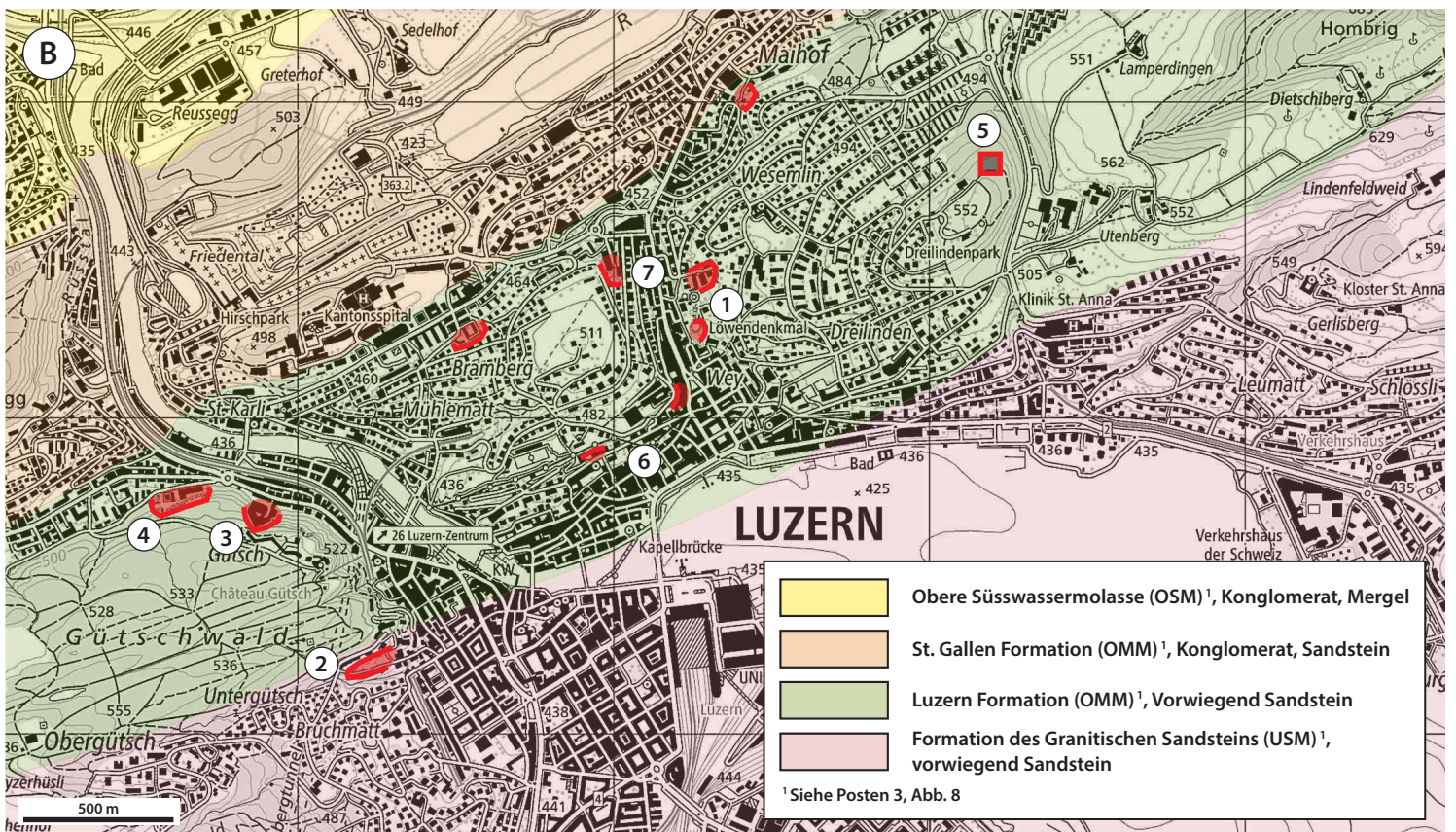
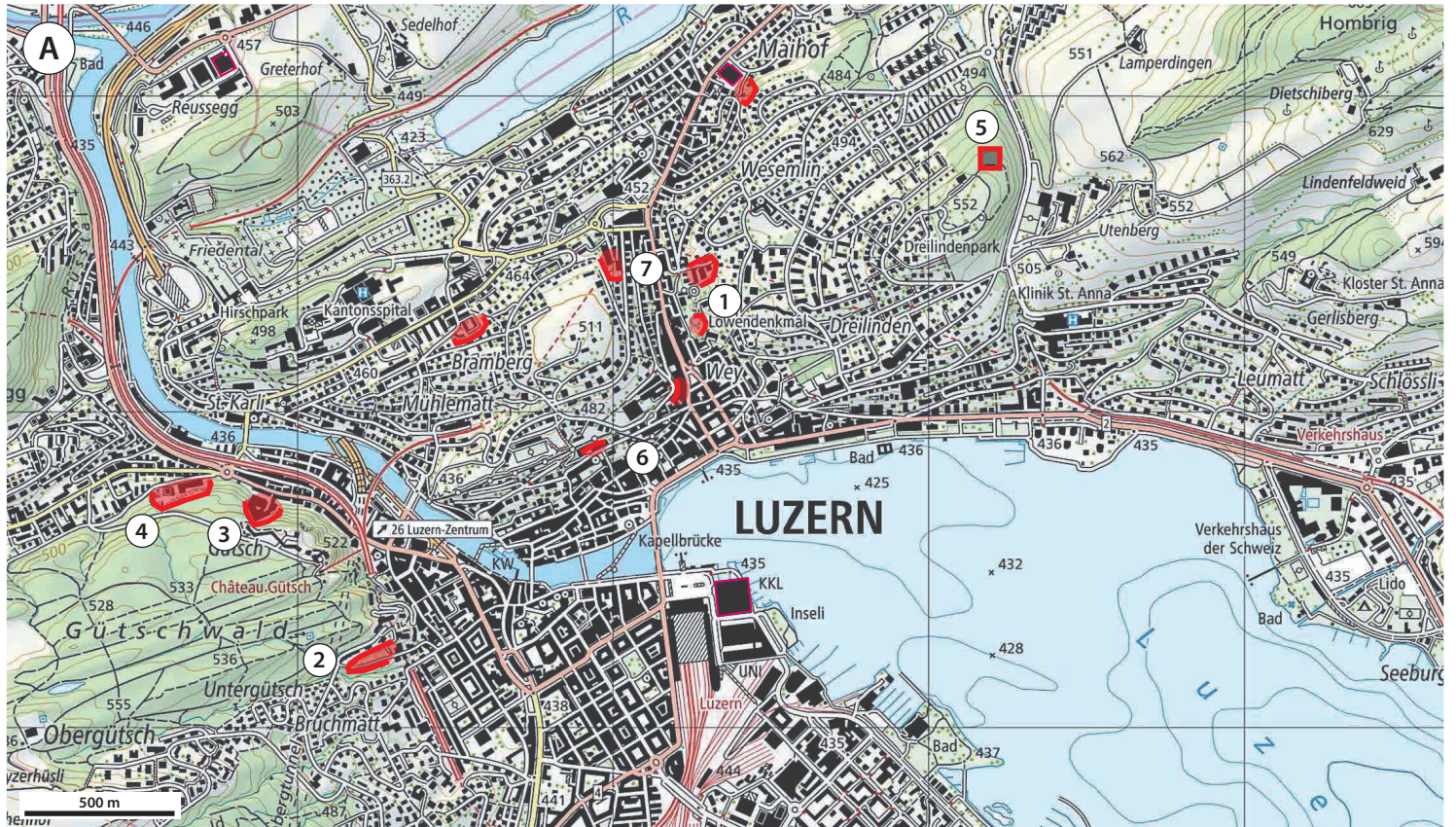
Sandstein war vom Mittelalter bis ins 19. Jh. in vielen Schweizer Städten der am weitesten verbreitete Baustein. Erst die schnelle und kostengünstige Betonbauweise hat ihn schliesslich von den Baustellen verdrängt. Einerseits ist Sandstein im Schweizer Mittelland zwischen dem Fuss der Alpen und dem Jura an vielen Orten aufgeschlossen (an der Oberfläche zugänglich) und konnte damit über kurze Transportwege beschafft werden, andererseits ist das Gestein aufgrund seiner geringen Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Bearbeitung im Steinbruch leicht abbaubar und durch seine Homogenität auch bei Steinmetzen beliebt, die daraus vielfältige Verzierungen z. B. für Kirchen herstellen können. Die Altstadt von Bern mitsamt dem Berner Münster ist vollständig aus Sandstein gebaut, auch in Zürich, Luzern, Fribourg, Zug oder St. Gallen – um nur die grösseren Städte zu nennen – bestehen viele sakrale und profane Bauten aus Sandstein.

Die im Vergleich beispielsweise zu Granit geringe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Bearbeitung ist das Ergebnis einer eher schwachen Zementation der Sandkörner und einer gewissen Porosität, wodurch das Gestein Regenwasser aufsaugen kann. Dadurch ist Sandstein wie kaum ein anderes, für die historische Architektur vieler Schweizer Städte wichtiges Gestein, mittel- und langfristig anfällig auf Witterungseinflüsse und Zerfall (vgl. Posten 14).



**Abb. 1:** Aktive Steinbrüche in der Schweiz um die Jahrtausendwende, mittlerweile wurden schon wieder einige davon stillgelegt. Die Farben kennzeichnen verschiedene tektonische Einheiten. Das Mittelland besteht aus Molassesandsteinen und vereinzelt aus Konglomeraten (schwarz gepunktet). Die subalpine Molasse wurde in der Schlussphase der Alpenbildung am Nordrand der Alpen von dicken Deckenstapeln überfahren, zerbrochen und steil gestellt. Einige der Sandsteinbrüche sind noch heute in Betrieb und liefern Sandstein, der vor allem für Restaurierungszwecke an historischen Gebäuden, für moderne Fassadenverkleidungen, den Innenausbau und für vielerlei Dekorationselemente verwendet wird. Ganze Gebäude aus Sandstein in der Art vergangener Jahrhunderte werden heute jedoch nicht mehr gebaut (Grafik modifiziert nach NATURSTEIN.SWISS).





**Abb. 2:** Karte der heute noch sichtbaren Steinbrüche in der Stadt Luzern (rot). A: topografische Karte; B: stark vereinfachte geologische Karte (Basis © swisstopo). (1) Löwendenkmal / Gletschergarten; (2) ehemaliger Steinbruch Bruchquartier; (3) ehemaliger Steinbruch Baselstrasse; (4) ehemaliger Steinbruch Sagenmattstrasse; (5) unterirdischer Steinbruch Dreilinden; (6) Hertensteinstrasse; (7) Steinenstrasse. Die mit unterschiedlichen Farben dargestellten Gesteine können nur selten direkt an der Erdoberfläche gefunden werden, meist sind sie von einer Schicht jüngerer Ablagerungen bedeckt.



### Wo überall findet man Sandstein?

Die Sandsteine der Molasse (Molassesandsteine) mit ihren charakteristischen, graugrünlischen, graubläulichen oder graurötlichen Farben wurden zwischen ca. 35 und 5 Millionen Jahren am nördlichen Fuss der entstehenden Alpen im Schweizer Mittelland, aber auch in Deutschland und in Österreich abgelagert. Ältere, rote Buntsandsteine aus der Triaszeit (252-243 Mio. J.) wurden in Deutschland häufig als Bausteine verwendet, auch in Basel bestehen das Münster und zahlreiche Profanbauten aus diesem Material (vgl. Posten 4, Ergänzung 2).

Molassesandsteine bauen den Untergrund des ganzen Schweizer Mittellandes auf (Abb. 1) und befinden sich unter den Fluss- und Gletscherablagerungen der vergangenen Kaltzeiten oft nahe an der Oberfläche, sodass sie in unzähligen grossen und kleinen Steinbrüchen abgebaut werden konnten. Ein paar wenige grosse Steinbrüche sind noch in Betrieb oder wurden sogar vor nicht allzu langer Zeit neu in Betrieb genommen. Die Mehrheit der Steinbrüche ist jedoch längst geschlossen, viele sind von Vegetation überwachsen und kaum mehr als solche zu erkennen. Der letzte seiner Art in der näheren Umgebung von Luzern befindet sich am Rooterberg und wird nur noch unregelmässig genutzt (Abb. 3). Für Restaurierungsarbeiten an denkmalgeschützten Bauten in Luzern ist der Rooterberger Sandstein jedoch von enormer Wichtigkeit. Auch in der Umgebung von Bern wird der Sandstein, aus welchem das Münster und die ganze Altstadt gebaut ist, nur noch sporadisch für Restaurierungszwecke abgebaut. In Zürich ist die Situation besser, am Obersee sind noch drei Sandsteinbrüche in Betrieb, zwei davon werden sogar aktuell stark ausgebaut (Abb. 1).

### Historischer Sandsteinabbau in Luzern

Auf dem Gebiet Stadt der Luzern gab es früher über 20 Steinbrüche. Jene, die heute noch deutlich zu erkennen sind, sind in den Karten in Abb. 2 eingezeichnet. Die grössten davon dürften mehrere hundert Jahre genutzt worden sein.

Die Geschichte der Steinbrüche in der Stadt Luzern geht zurück bis ins Mittelalter, als die hölzernen Häuser den steinernen wichen. So ist bereits auf der Stadtansicht von Martin Martini aus dem Jahr 1597 (Abb. 4) der Steinbruch «St. Anton im Bruch» eingezeichnet, wo sich heute das Löwendenkmal befindet (1 in Abb. 2, Abb. 5), dessen Steine sehr wahrscheinlich beim Bau



Abb. 3: Steinbruch Wiesbruch am Rooterberg oberhalb Root



Abb. 4: Stadtansicht Luzerns von Martin Martini, 1597; der Steinbruch St. Anton ist rot hervorgehoben.



der Hofkirche zum Einsatz kamen. Zusammen mit Fribourg ist Luzern damit die einzige Stadt der Schweiz, die inmitten ihres Stadtgebietes in grösserem Umfang Sandstein abgebaut hatte. Der Luzerner Sandstein wurde ausschliesslich für eigene Bauten verwendet und nicht in andere Städte exportiert, wie dies z. B. beim Berner Sandstein üblich war, der sowohl am Hauptgebäude der ETH Zürich, am Verwaltungsgebäude der Gotthardbahngesellschaft in Luzern oder am Schulhaus Rittergasse in Basel Verwendung fand, wenn auch mit unterschiedlichem Erfolg bezüglich seiner Haltbarkeit. Möglicherweise verdankt auch die umfassende mittelalterliche Befestigungsanlage Luzerns mit zwei Mauerringen und insgesamt 31 Türmen und Toren (vgl. Posten 6) ihre Existenz den nahen Sandsteinvorkommen auf dem Stadtgebiet. Direkt neben der Museggmauer gab es mehrere kleinere Steinbrüche, deren Steine für die Mauer verwendet wurden.

Zuerst begannen die Luzerner am Rand der heutigen Altstadt mit dem Abbau des Steins. Dadurch erhielten die Hertensteinstrasse und die Steinenstrasse (6, 7 in Abb. 2) ihre Namen. Auch bei der Lokalität Hertenstein bei Weggis wurde bis ins 18. Jh. Sandstein von guter Qualität abgebaut und mit Nauen (Lastschiffen) in die Stadt gebracht. Ab dem 18. Jh., als die Vorkommen leicht abbaubarer Steine von guter Qualität rechtsseitig aufgebraucht waren, wurde die Steinbruchtätigkeit weitgehend auf die linke Seite der Reuss verlegt. Im Bereich Bruchquartier, das auf diese Weise zu seinem Namen kam (2 in Abb. 2) sowie in der Basel- und Sagenmattstrasse (3, 4 in Abb. 2) entstanden die jüngsten, ganz grossen Steinbrüche.

Der grünlichgraue Luzerner Sandstein mag zwar frisch abgebaut einen genügend harten Eindruck machen, was ihn zur Nutzung als Baustein geeignet erscheinen lässt, mittel- und langfristig ist das Gestein jedoch verwitterungsanfällig und damit ein sehr unterhaltsintensives Baumaterial (vgl. Posten 14). Die geringe Verwitterungsbeständigkeit hat der Luzerner Sandstein gemeinsam mit anderen grünlichgrauen Molassesandsteinen wie dem Berner Sandstein und auch einigen Sandsteinen von der Südseite des Oberen Zürichsees. Einzig der rötlichgraue «Granitische» Molassesandstein aus dem ehemaligen Steinbruch im heutigen Bruchquartier (2 in Abb. 2) ist etwas verwitterungsbeständiger. Dieser wurde ebenfalls teilweise in den Mauern der Hofkirche verbaut, vermutlich bei späteren Reparaturarbeiten (Posten 3, Abb. 4). Auch in Zürich wurden die grünlichen Sandsteine in den Mauern vieler Bauten nach und nach durch den Typ «Granitischer» Sandstein ersetzt, der auf der Nordseite des Oberen Zürichsee bis heute abgebaut wird. Diesen Befund bestätigt die geologische Karte in Abb. 2B: Während sich alle anderen Steinbrüche der Stadt Luzern im grünlichgrauen Sandstein der sog. **Luzern Formation** befinden, liegt der ehemalige Steinbruch im Bruchquartier in der **Formation des Granitischen Sandsteins**.

Um 1910 wurde der Sandsteinabbau in Luzern eingestellt. Der Niedergang des Sandsteinabbaus an der Wende vom 19. zum 20. Jh. dürfte mehrere Gründe gehabt haben:

- Schäden an Bauwerken durch die geringe Verwitterungsresistenz des Sandsteins kamen mit der Zeit immer häufiger zum Vorschein und die hohen Kosten für deren Behebung rückten immer mehr in den Fokus der Bauherrschaften.



**Abb. 5:** Das Löwendenkmal erinnert in der Allegorie eines sterbenden Löwen an die am 10. August 1792 beim Tuileriensturm in Paris gefallenen Schweizergardisten. Es entstand auf Initiative des Gardeoffiziers Karl Pfyffer von Altshofen zur Ehrung und in Erinnerung an seine Kameraden. Am 10. August 1821 wurde es eingeweiht.

A: 1821 in einer zeitgenössische Illustration von Franz Hegi inmitten einer ländliche Idylle mit weidenden Kühen

B: Es ist zahlreichen Restaurierungsmassnahmen zu verdanken, dass das Denkmal heute noch aussieht wie neu und nach rund 200 Jahren nicht zerfallen ist. Unter anderem sammelt ein Rohrsystem hinter dem Denkmal das im Fels zirkulierende Wasser und führt es ab. 2009 musste es nach einem Anschlag mit roter Farbe durch Abtragung der obersten Schicht aufwändig gereinigt werden. Beachten Sie die markante, diagonale Schichtung der mächtigen Sandsteinbänke (gelb markiert).

- Anfang des 20. Jh. kam ein Gutachten zum Schluss, der Luzerner Sandstein sei minderwertig gegenüber jenem aus Bern. Dies war zwar nicht gerechtfertigt, beschädigte seinen Ruf jedoch nachhaltig.
- Neue Bautechniken unter Verwendung von Stahlbeton ermöglichten ein kostengünstigeres Bauen.
- Repräsentative Sandsteinfassaden gerieten aus der Mode.

### Historische Abbautechnik

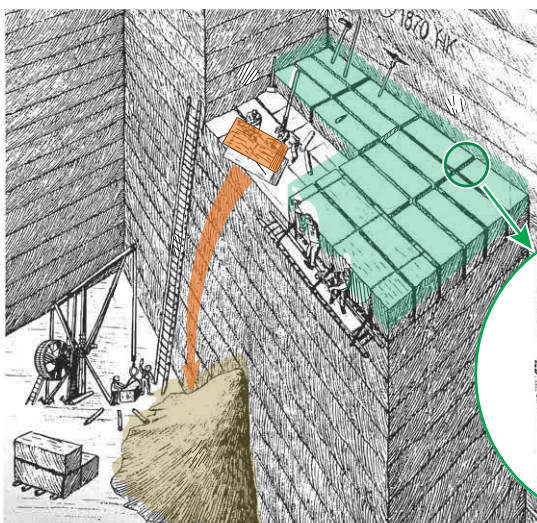
Liegen die Sandsteinschichten horizontal, konnten schon im Mittelalter rechteckige Blöcke immer gleicher Grösse mit Handwerkzeugen gewonnen werden, was deren Transport vereinfachte. Diese Technik ist in den Steinbrüchen in der Umgebung von Bern gut dokumentiert. Dabei wurden jeweils viele Meter hohe, säulenförmige Bereiche in Etagen von oben nach unten abgetragen (Abb. 6). Jede Etage wurde durch schmale Schlitzte in mehrere Kubikmeter grosse, rechtwinklige Blöcke unterteilt. Diese Arbeit hiess je nach Region «schroten» oder «schrämen» und wurde von Hand mit doppelseitigen Hacken, sogenannten Zweispitzen erledigt. Danach wurden die Blöcke mit Keilen und Hammer von ihrer Unterlage abgetrennt und über die Steinbruchwand auf einen Sandhaufen hinunter geworfen. Dieser dämpfte ihren Fall, damit sie nicht kaputt gingen. Mit Pferdefuhrwerken konnten sie danach zu ihrem Bestimmungsort transportiert werden.

In Luzern und Umgebung liegen die Sandsteinschichten nicht horizontal, da sie durch den Druck der nahen Alpen steil gestellt wurden. Dies ist gut an der Wand des Löwendenkmals zu sehen (Abb. 5). Deshalb mussten die Schichten einzeln mit Pickeln und Brechstangen gelöst werden, bis sie von selbst von der Wand herunter rutschten oder fielen, was für die Steinbrucharbeiter sehr gefährlich sein konnte.

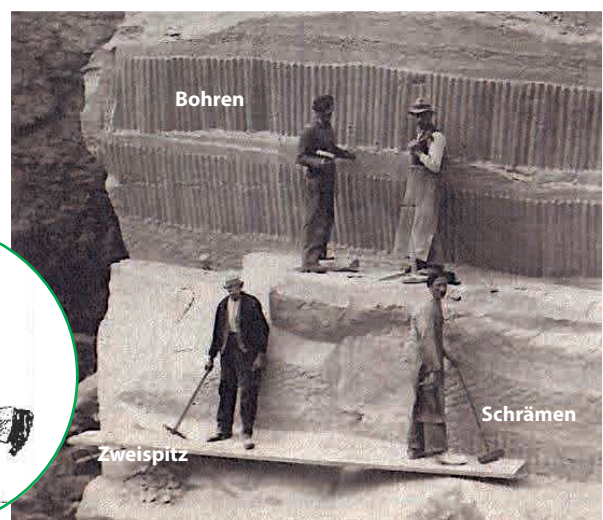
Von der Entwicklung druckluftbetriebener Bohrhämmer, die in Europa erstmals beim Bau des 13.7 Kilometer langen Mont-Cenis-Eisenbahntunnels zwischen Italien und Frankreich (1857–1870) und ab 1872 auch beim Bau des ersten Gotthard-Eisenbahntunnels zum Einsatz kamen, konnten auch die Steinbrüche profitieren. Im Sandstein reichte es, mit geringem Abstand in einer Linie Löcher zu bohren, um die Blöcke danach mit Keilen von der Wand zu lösen (Abb. 7, 12), Sprengstoff war nicht notwendig und hätte die Blöcke nur beschädigt. Derart von den Steinbruchwänden abgetrennte Blöcke waren oft unförmig und mussten von Hand mit Keilen und Hammer weiter zerteilt und in die gewünschte Form gebracht werden (Abb. 8). Abb. 9 bis 13 vermitteln einen Eindruck von der damaligen, harten Arbeit in den Steinbrüchen und beim Transport der Steine am Beispiel der Steinbrüche am Oberen Zürichsee.

### Unterirdischer Abbau

Häufig ist qualitativ guter Sandstein erst ab einer gewissen Tiefe zu finden, wo er vor Verwitterung geschützt ist. Der Abbau von tausenden Kubikmetern minderwertigen Materials, das zuerst oberflächlich entfernt werden musste, ist jedoch aufwändig und teuer, insbesondere in Anbetracht der heutigen strengen



**Abb. 6:** Historischer Abbau von Sandstein in einem Steinbruch bei Bern. Grün: fertig geschroten (geschlitzte) Blöcke; orange: von der Unterlage losgelöster Block wird hinunter geworfen; braun: Sandhaufen, der den Sturz abdämpfen soll.



**Abb. 7:** Historischer Abbau von Sandstein am Zürichsee. Oberhalb der Bildmitte wurden die Blöcke mittels nahe beieinander liegender Bohrlöcher von ca. 5 cm Durchmesser von der Steinbruchwand gelöst, unterhalb der Bildmitte sind am Fels Spuren des Schrämens sichtbar.





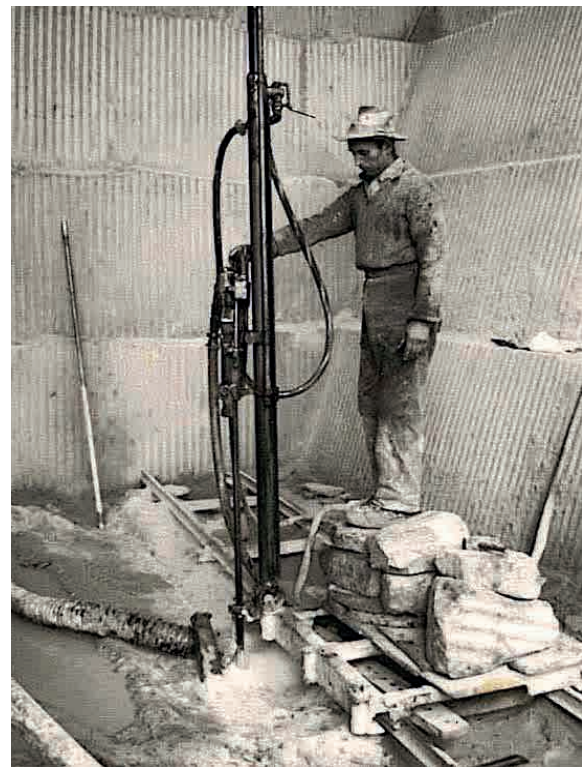
**Abb. 8:** Sepp Niederberger bei der Arbeit im «Wiesbruch» am Rooterberg (Max A. Wyss / Stiftung Fotodok).



**Abb. 11:** Steintransport mit stählernem Pferdefuhrwerk, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG), ZH



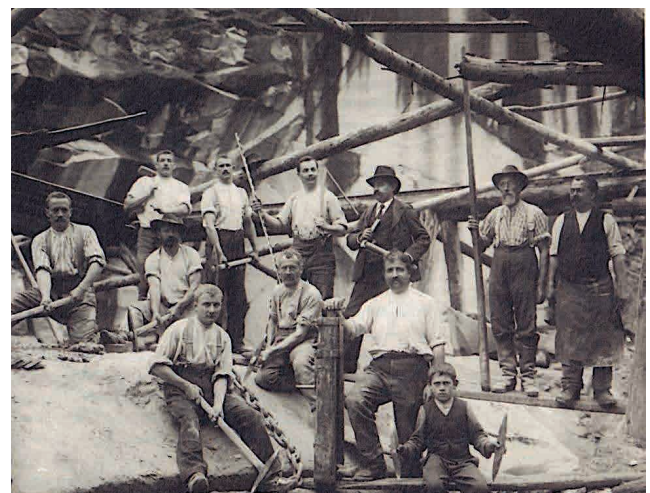
**Abb. 9:** Arbeit in einem Steinbruch, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG), ZH



**Abb. 12:** Druckluftbohrmaschine auf Schienen, Spuren der Bohrlöcher am Fels, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG)



**Abb. 10:** Mit Steinen beladenes Ruder/Segel-Ledischiff auf dem Zürichsee, undatiert (TerraPlana)

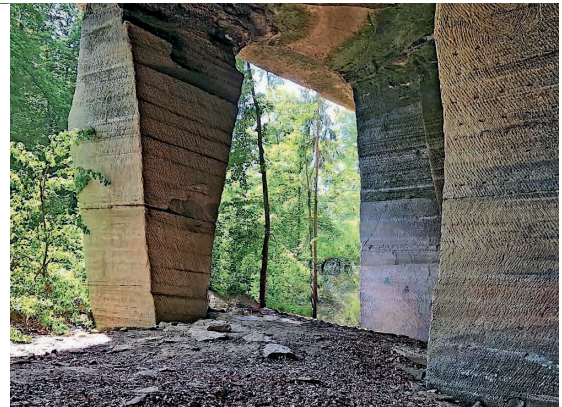


**Abb. 13:** Arbeiter in einem Steinbruch, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG), ZH





**Abb. 14:** Abbau von Sandstein in Kavernen bei Krauchthal in der Umgebung von Bern mit Spuren des Schrämens an den Wänden (wird in Bern auch Schroten genannt)



**Abb. 15:** Kavernen des aufgelassenen Steinbruchs Staffelsbach (AG) mit Spuren des Schrämens an den Wänden

Umweltgesetzgebung, da dieses minderwertige Material nicht nur abgebaut, sondern auch auf Deponien entsorgt werden müsste. Deshalb wurden und werden noch heute Kavernen mächtigen Ausmasses angelegt, unter anderem in den Sandsteinbrüchen in der Umgebung von Bern (Abb. 14), aber auch bei Staffelsbach im Kanton Aargau (Abb. 15) und seit Neuestem bei Bollingen am Oberen Zürichsee (Abb. 17). Der einzige – allerdings bescheidene – unterirdische Steinbruch Luzerns liegt im Wald nördlich des Dreilindensparks, wo Gestein zum Bau des Konservatoriums abgebaut wurde.

### Moderne Abbautechnik

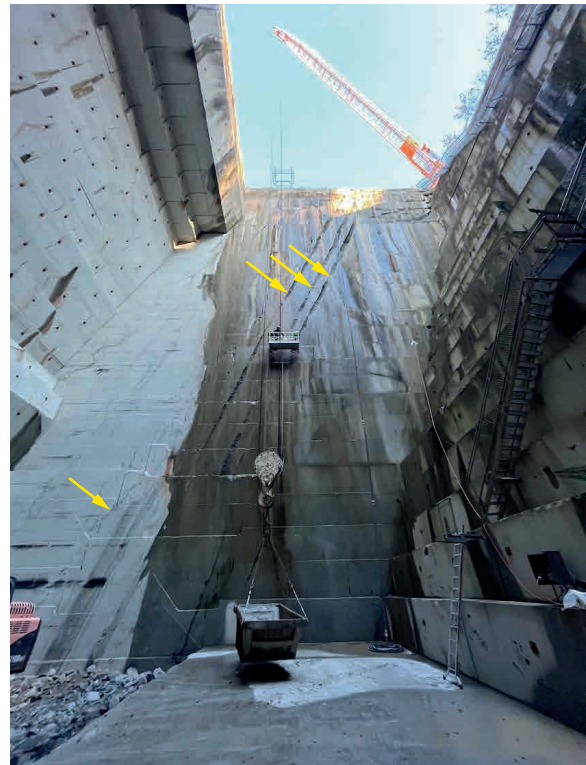
Das Schrämen oder Bohren der Schlitze wird heute von mechanischen Schrämsägen, sog. Schwertsägen mit diamantbewehrten Stahlketten (Abb. 16) oder von Diamant-Seilsägen erledigt. Dadurch ist es möglich,



**Abb. 16:** Schwertsäge auf Schienen im Steinbruch Brand bei Eschenbach (Müller Natursteine AG), SG



**Abb. 17:** Unterirdische Kaverne im Steinbruch Leholz bei Bollingen (SG). Vom Hauptgang aus werden auch seitliche Nischen abgebaut (Markus Arnitz, Linth24).



**Abb. 18:** 35 m tiefer Schacht des Steinbruchs Brand bei Eschenbach (Galli/Rudolf). Der Schacht könnte bis auf 60 m abgeteuft werden. Der Sandstein ist massig und weist keine erkennbare Schichtung auf, dies erleichtert den Abbau. Einzig einige tektonische Bruchzonen (Pfeile) müssen beachtet werden, auch eindringendes Grundwasser muss laufend abgepumpt werden.

rechtwinklige Blöcke mit weitgehend genormten Massen zu gewinnen, die zwischen 10 und 20 Tonnen wiegen. Um das Konfliktpotential mit den Interessen des Landschaftsschutzes zu verringern und dadurch den Abbau auch in der Zukunft sicherzustellen, wird der Sandstein in den letzten verbliebenen, grossen Sandsteinbrüchen auf der Nordseite des Oberen Zürichsees in senkrechten, tiefen Schächten (Schachtverfahren) oder unter Tage in bis zu 100 m langen Kavernen abgebaut (Abb. 17, 18).

### Ehemalige Steinbrüche in Luzern als Gefahr

In den 1950er- und 1960er Jahren, als die Stadt wuchs, wurde nahe an und sogar in die ehemaligen Steinbrüche hinein gebaut. Man war sich damals offenbar der wachsenden Gefahr, die von steilen, der Verwitterung ausgesetzten Sandsteinwänden ausgeht, noch nicht bewusst. Der Sandstein ist nicht nur an Gebäuden anfällig auf Verwitterung, sondern auch im Steinbruch. Dort kann Regenwasser entlang von Schichtgrenzen (vgl. Abb. 5) und durch Brüche (vgl. Abb. 18) tief eindringen und das Gestein nicht nur oberflächlich, sondern tiefgründig verwittern lassen. Dadurch wird es brüchig und weich, wodurch die Gefahr steigt, dass grosse Felspartien abrutschen oder gar abbrechen. Ausserdem wurden viele Steinbrüche erst aufgegeben, nachdem all jene Schichten restlos abgebaut waren, die stabiles Gestein enthielten. Zurück blieben danach Felswände aus minderwertigem, weichem, teils sogar tonigem und dadurch rutschgefährdetem Gestein.

Im September 1986 ereignete sich im Steinbruch bei der Baselstrasse (3 in Abb. 2) ein erster Felssturz. Weitere Felsstürze gab es dort auch 1989 und 1992. 1994 wurde der Steinbruch mit 300 tief im Fels befestigten Felsankern gesichert. Im Januar 2016 mussten 125 Personen an der Sagenmattstrasse vorübergehend evakuiert werden. Überwachungssensoren hatten gemeldet, dass sich eine 20 m hohe Felsplatte aus der Wand des ehemaligen Steinbruchs (4 in Abb. 2) gelöst hatte und abzurutschen drohte. Diese musste in der Folge mit einem Bagger entfernt werden. Heute ist die Felswand mit einem Gitter aus massiven Betonrippen gesichert, das mit Felsankern tief im dahinter liegenden Gestein verankert ist (Abb. 19). Auch bei Steinbrüchen auf der rechten Seite der Reuss wurden in den letzten Jahren Sicherungsmassnahmen umgesetzt. Dafür zuständig sind jeweils die Grundstückseigentümer und nicht die öffentliche Hand, da Steinbrüche rechtlich nicht zu den Naturgefahren gezählt werden, sondern als künstliche Werke gelten.

*Quelle: Neue Luzerner Zeitung, 1. Februar 2016*



**Abb. 19:** Der ehemalige Steinbruch an der Sagenmattstrasse ist mit einem Gitter aus Betonrippen und Felsankern gesichert.