

Ergänzung zu Posten 3

Die Steinbrüche vom Zürichsee

Der Sandstein vom Zürichsee – insbesondere der erstaunlich widerstandsfähige Bollinger Sandstein – war während Jahrhunderten weit über die Region hinaus ein begehrtes Baumaterial. Neben zahlreichen Sakral- und Profanbauten in der Stadt Zürich wurde auch das Kloster Einsiedeln aus diesem Gestein erbaut und es wurde bei Renovationen der Stiftskirche St. Gallen eingesetzt. Noch heute wird das Gestein genutzt.

Wir werden in der Folge einen Blick auf den historischen und den aktuellen Abbau werfen.

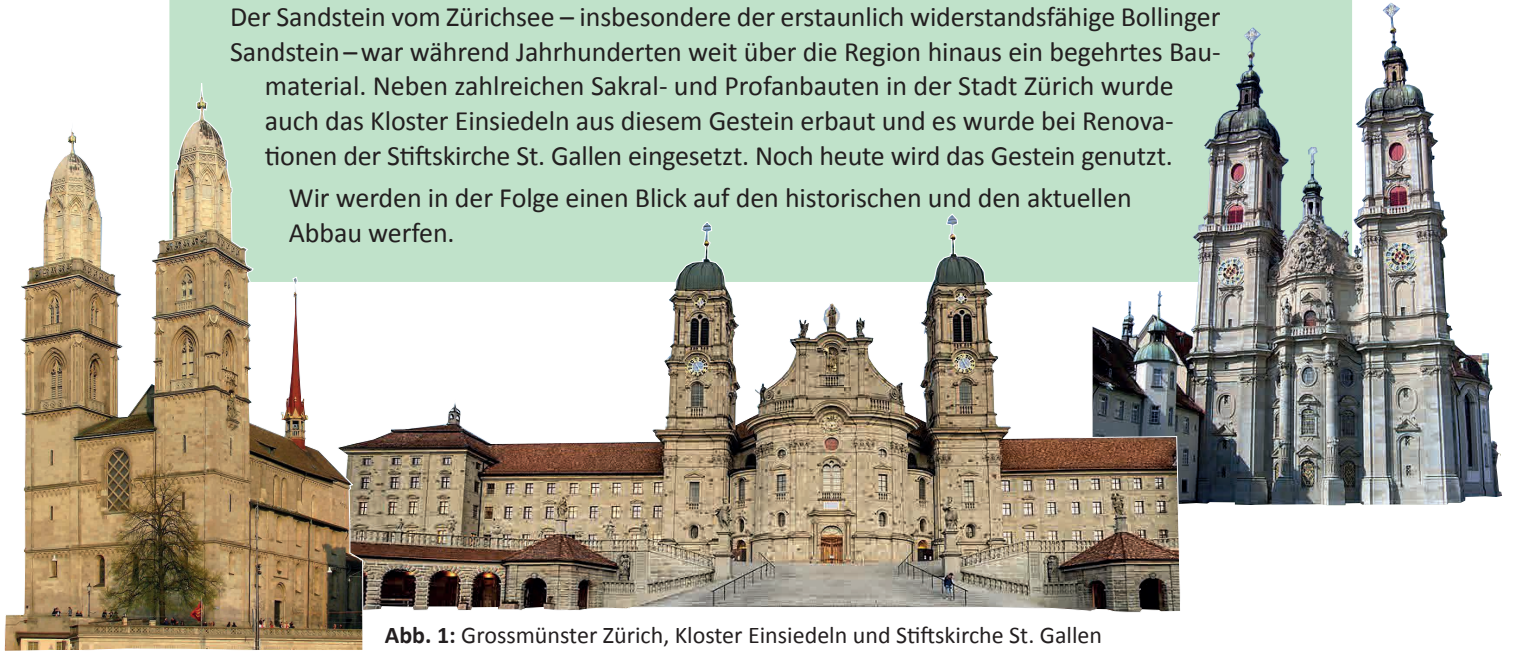


Abb. 1: Grossmünster Zürich, Kloster Einsiedeln und Stiftskirche St. Gallen

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 Altstadt von Bern mitsamt dem Berner Münster ist vollständig aus Sandstein gebaut, auch in Zürich, Luzern, Freiburg, 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, die Regenwasser aufsaugen kann. Zusätzlich besteht der Zement aus Kalzit, weshalb er anfällig ist auf Verwitterung, denn Kalzit wird von der Kohlensäure im Regen ($\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{H}_2\text{CO}_3$) angegriffen. Es sind deshalb bei Weitem nicht alle Sandsteine so robust wie der Bollinger Sandstein vom nördlichen Ufer des Obersees, aus welchem das Grossmünster oder auch das Haus zum Rechberg erbaut sind. Das Berner Münster beispielsweise ist seit seiner Fertigstellung Ende des 19. Jahrhunderts ein «ewiger Sanierungsfall» und selten frei von Baugerüsten (Abb. 2).

Damit der weiche, witterungsanfällige, grünliche Berner Sandstein nicht zerfällt, müssen laufend Restaurierungs- und Konservierungsarbeiten durchgeführt werden, zuständig dafür ist die Münsterbauhütte¹. Auch das Zürcher Rathaus (vgl. Posten 5) war ursprünglich aus einem witterungsanfälligen Sandstein, vermutlich vom südlichen Ufer des Zürichsees, erbaut worden, viele Blöcke der Fassade wurden jedoch im Lauf der Jahrhunderte allmählich durch robustere Sandsteine – meist aus Bollingen – ersetzt.



Abb. 2: Der Turm des Berner Münsters ist mit 101 m beinahe 40 m höher als die Türme des Grossmünsters (aktuell höchster Kirchturm der Welt: Ulmer Münster, 162 m). Der «Berner Sandstein», der in verschiedenen Steinbrüchen in der Umgebung von Bern gewonnen wurde, ist sehr anfällig auf Verwitterung, sodass das Münster fast immer auf der einen oder anderen Seite saniert werden muss und deshalb eingerüstet ist.

Wo überall findet man Sandstein?

Die Sandsteine der Molasse (Molassesandsteine) mit ihren charakteristischen grau-bräunlichen, grau-grünlichen und grau-bläulichen 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 (Posten 10, Ergänzung 2). In Zürich wurde Buntsandstein jedoch nur als Strassenbelag verwendet (Posten 10). Molassesandsteine bauen den Untergrund des ganzen Schweizer Mittellandes auf 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.

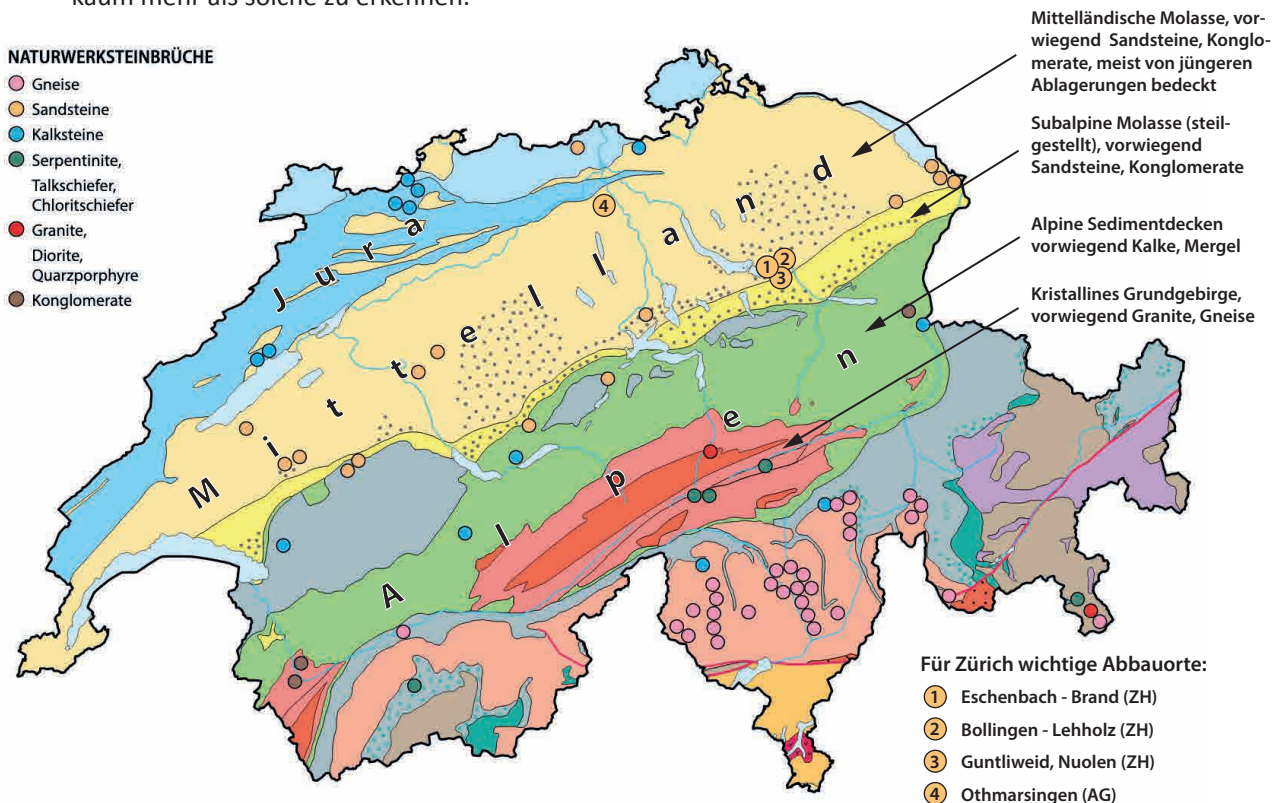


Abb. 3: Aktive Steinbrüche in der Schweiz um die Jahrtausendwende, mittlerweile wurden schon wieder einige davon stillgelegt. Die Farben kennzeichnen verschiedene tektonische Einheiten. Das Mittelland besteht aus Molassesandsteinen und vereinzelt aus Konglomeraten (schwarz gepunktet). Die subalpine Molasse wurde in der Schlussphase der Alpenbildung am Nordrand der Alpen von dicken Deckenstapeln überfahren, zerbrochen und steil gestellt. Die drei Abbauorte am Zürichsee (1-3) liefern noch heute hochwertigen Sandstein, der vor allem für Restaurierungszwecke an historischen Gebäuden, für moderne Fassadenverkleidungen, den Innenausbau und für vielerlei Dekorationselemente verwendet wird. Auch ein neuer, 12 m langer Brunnen in Zürich-Enge wurde erst kürzlich fertiggestellt. Ganze Gebäude aus Sandstein in der Art vergangener Jahrhunderte werden heute jedoch nicht mehr gebaut. Abbauort 4 ist der letzte noch im Betrieb sich befindende Lieferant des selteneren Muschelkalksandsteins, der Thema von Posten 8 sein wird (Grafik modifiziert nach NATURSTEIN.SWISS).

Historischer Sandsteinabbau am oberen Zürichsee

Der qualitativ hochwertige Sandstein vom Nordufer des Obersees – heute als Bollinger Sandstein bekannt – wurde bereits von den Römern für Grabsteine und Reliefs verwendet. Ab dem 10. Jahrhundert erlangte der Sandstein für den Bau von mittelalterlichem Quadermauerwerk (ganze Mauer aus Sandstein gebaut) der Stadt Zürich grosse Bedeutung, ab dem 16. Jahrhundert auch für das Sichtmauerwerk (mit Sandstein verkleidete Mauern). Ihre Blütezeit erlebten die Steinbrüche im 19. Jahrhundert. Es gab damals unzählige Abbaustellen (Abb. 4), wovon sich einige noch heute durch hohe Felswände verraten. Damals wuchsen die Stadt Zürich und die Ortschaften am Zürichsee besonders schnell. Der Bollinger Sandstein war nicht nur seiner Widerstandsfähigkeit wegen begehrt, er konnte vom Seeufer aus mit Ledischiffen² (Abb. 12, 13)

auch gut und günstig an alle Bestimmungsorte entlang des Seeufers verschifft werden. Bereits im Murerplan von 1576 der Stadt Zürich ist ein Kran am Ufer der Limmat für den Entlad der Ledischiffe erkennbar (Ergänzung 1 zu Posten 11, Abb. 18, Nähe Fraumünsterkloster). Für Abbau und Transport waren in jener Zeit einige hundert Personen tätig.

Auch auf der Südseite des Zürichsees lassen sich seit dem 12. Jahrhundert Steinbrüche nachweisen. In Bäch boten diese im Spätmittelalter zusammen mit dem Schifftransport der Steine nach Zürich wichtige Erwerbsmöglichkeiten. Vom 16. bis ins 18. Jahrhundert reihten sich zwischen Bäch und Freienbach Steinbruch an Steinbruch (Abb. 5, 8), noch 1858 waren 250 Arbeiter mit dem Abbau beschäftigt. Allerdings ist der dort abgebaute, grünlichgraue Sandstein weniger widerstandsfähig.

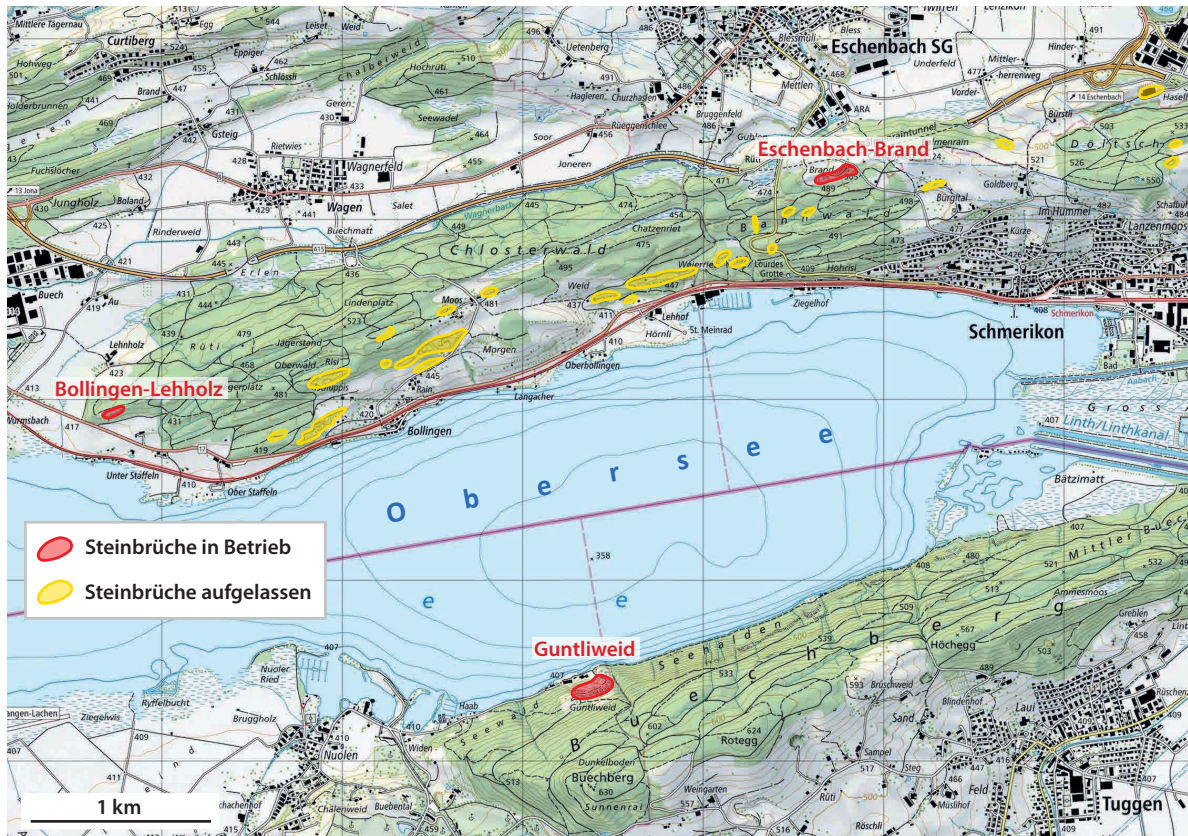


Abb. 4: Aufgelassene (stillgelegte) Steinbrüche (gelb) und aktuell betriebene Steinbrüche (rot) am Obersee

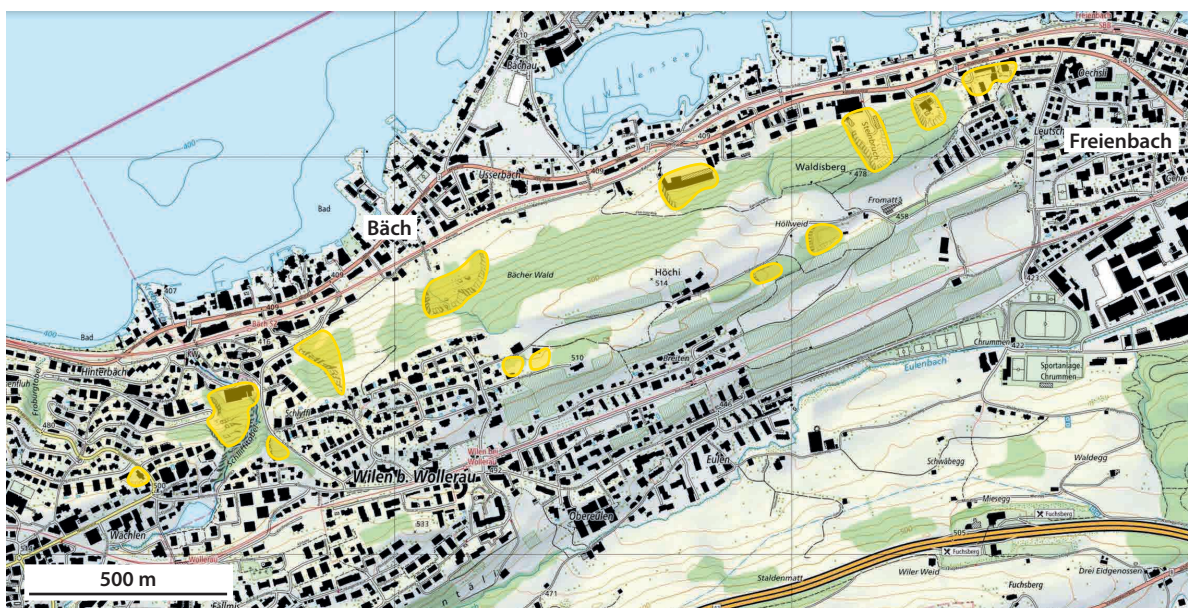


Abb. 5: Aufgelassene (stillgelegte) und teils überbaute Steinbrüche (gelb) zwischen Bäch und Freienbach

Historische Abbautechnik

Trotz seiner relativen Widerstandsfähigkeit ist selbst der Bollinger Sandstein ein weiches Gestein, die meisten anderen Sandsteine sind sogar noch weicher. Die Sandsteine des Zürichseegebietes konnten deshalb mit Handwerkzeugen und bereits in Form von rechteckigen Blöcken gewonnen werden, was deren Transport vereinfachte. Diese Technik ist in den Steinbrüchen in der Umgebung von Bern gut dokumentiert und dürfte in vergleichbarer Weise auch auf das Zürichseegebiet übertragbar sein.

In den Sandsteinbrüchen wurden jeweils viele Meter hohe, säulenförmige Bereiche in Etagen von oben nach unten abgetragen (Abb. 6). Dabei wurde jede Etage 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 wurden die Blöcke ans Seeufer gezogen, von wo aus sie mit Ledischiffen zu ihrem Bestimmungsort transportiert wurden. Der Transport der Steine für den im späten 17. und im beginnenden 18. Jh. errichteten Barockbau des Klosters Einsiedeln musste hingegen weitgehend mit Fuhrwerken auf dem Landweg gemeistert werden.

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. In weichem 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, 9), Sprengstoff war nicht notwendig und hätte die Blöcke nur beschädigt. Abb. 9 bis 13 vermitteln einen Eindruck von der damaligen, harten Arbeit in den Steinbrüchen und beim Transport der Steine.

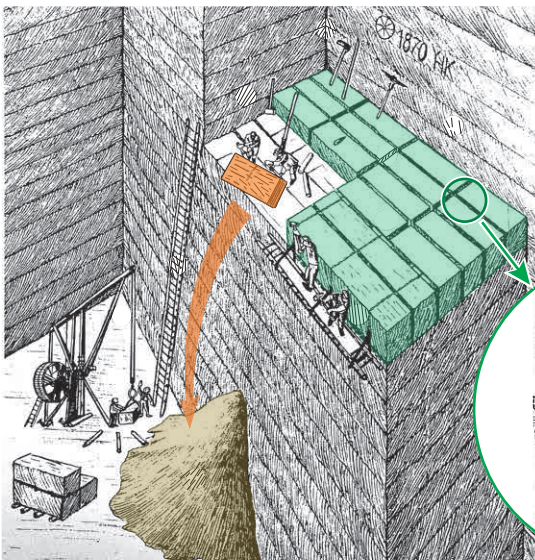


Abb. 6: Historischer Abbau von Sandstein in einem Steinbruch bei Bern. Grün: fertig geschroten (geschlitzte) Blöcke; orange: von der Unterlage losgelöster Block wird hinunter geworfen; braun: Sandhaufen, der den Sturz abdämpfen soll.

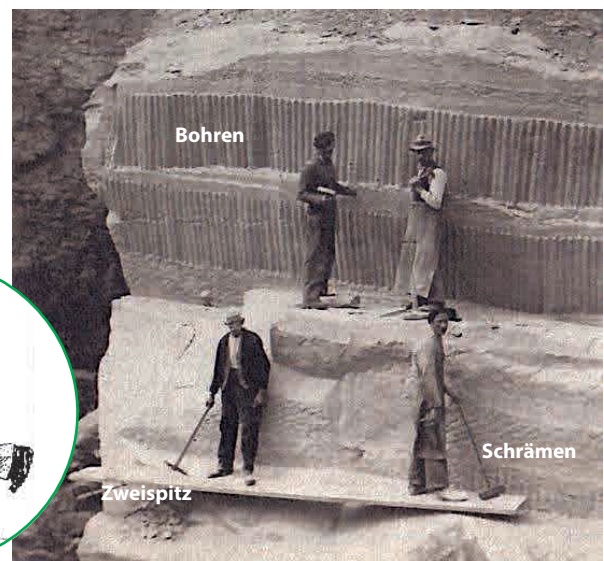


Abb. 7: Historischer Abbau von Sandstein am Zürichsee. Oberhalb der Bildmitte wurden die Blöcke mittels nahe beieinander liegender Bohrlöcher von ca. 5 cm Durchmesser von der Steinbruchwand gelöst, unterhalb der Bildmitte sind am Fels Spuren des Schrämens sichtbar.

Moderne Abbautechnik

Das Schrämen oder Bohren der Schlitzte wird heute von mechanischen Schrämsägen, sog. Schwertsägen mit diamantbewehrten Stahlketten (Abb. 16) oder von Diamant-Seilsägen erledigt. Dadurch ist es möglich, 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 Bollinger Sandstein auf der Nordseite des Obersees in senkrechten, tiefen Schächten (Schachtverfahren) oder sogar unter Tage in Kavernen abgebaut (Abb. 14-19).

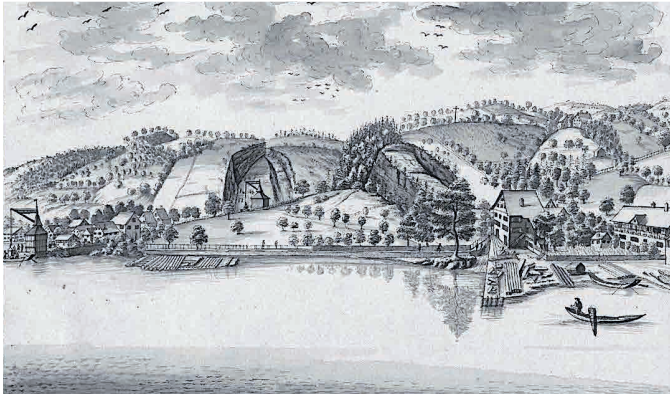


Abb. 8: Steinbrüche bei Bäch im Jahr 1771, Zeichnung von Johann Jakob Hofmann



Abb. 11: Arbeit in einem Steinbruch, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG)



Abb. 9: Druckluftbohrmaschine, Spuren der Bohrlöcher am Fels, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG)



Abb. 12: Mit Steinen und einem ganzen, ausgegrabenen Baum beladenes Ledischiff, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG)



Abb. 10: Steintransport mit stählernem Pferdefuhrwerk, undatiert (zvg. Müller Natursteine AG)



Abb. 13: Mit Steinen beladenes Ruder/Segel-Ledischiff auf dem Zürichsee, undatiert (TerraPlana)



Abb. 14: Steinbruch Brand bei Eschenbach, der Schacht in der Bildmitte ist in Betrieb (Wikimedia Commons)

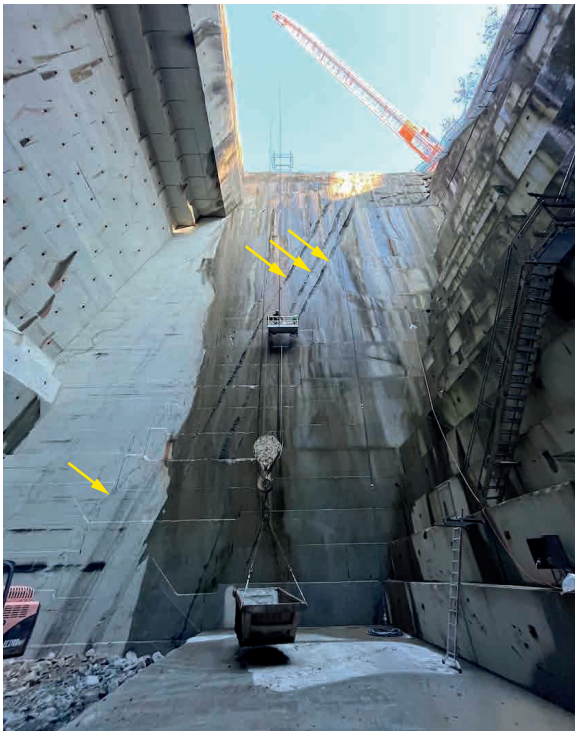


Abb. 15: 35 m tiefer Schacht des Steinbruchs Brand bei Eschenbach (Galli/Rudolf). Der Schacht könnte bis auf 60 m abgeteuft werden. Der Sandstein ist massig und weist keine erkennbare Schichtung auf, dies erleichtert den Abbau. Einzig einige tektonische Bruchzonen (Pfeile) müssen beachtet werden, auch Grundwasser muss laufend abgepumpt werden.



Abb. 16: Schwertsäge im Steinbruch Brand bei Eschenbach (Müller Natursteine AG)



Abb. 17: Bis vor einigen Jahren wurde auch im Steinbruch Lehholz bei Bollingen im Schachtverfahren gearbeitet.



Abb. 18: Im Steinbruch Lehholz wurden die Schächte mit minderwertigem Ausbruchmaterial aufgefüllt und es wurde auf den Abbau in einer Kaverne (Pfeil) umgestellt. Diese wird über 100 m lang werden.



Abb. 19: Unterirdische Kaverne im Steinbruch Lehholz bei Bollingen. Vom Hauptgang aus werden auch seitliche Nischen abgebaut (Markus Arnitz, Linth24).

Der Abbau in unterirdischen Kavernen ist auch der Tatsache geschuldet, dass qualitativ guter Sandstein oft erst ab einer gewissen Tiefe zu finden ist, wo er vor Verwitterung geschützt ist. Der Abbau von tausenden Kubikmetern darüber liegenden, minderwertigen Materials, das zuerst entfernt werden müsste, ist aufwändiger und teurer als der Abbau in Kavernen, da dieses minderwertige Material nicht nur abgebaut, sondern auch auf Deponien entsorgt werden müsste. Deshalb wurden auch früher schon Kavernen mächtigen Ausmasses angelegt, unter anderem in den Sandsteinbrüchen in der Umgebung von Bern (Abb. 20), aber auch in den Kalksandsteinbrüchen von Dottikon / Mägenwil und Würenlos im Kanton Aargau (Abb. 21).



Abb. 20: Abbau von Sandstein in Kavernen bei Krauchthal in der Umgebung von Bern mit Spuren des Schrämens an den Wänden (wird in Bern auch Schrotten genannt).



Abb. 21: Kaverne des Steinbruchs Würenlos, siehe Ergänzung zu Posten 8.

Das Nashorn von Eschenbach

Der Bollinger Sandstein gilt, wie auch die meisten anderen reinen Sandsteine, als arm an Fossilien. Umso überraschender war deshalb der Fund eines nahezu vollständigen Schädels eines jugendlichen Urzeit-Nashorns im Steinbruch Brand bei Eschenbach, der zwischen 23 und 20 Mio. Jahre alt ist (Abb. 22, 23). Besonders auffallend sind die gut erhaltenen Zähne. Aufnahmen mit dem Computer-Tomographen zeigen im Bereich der Vorbacken- und der Backenzähne sogar einen bevorstehenden Zahnwechsel.

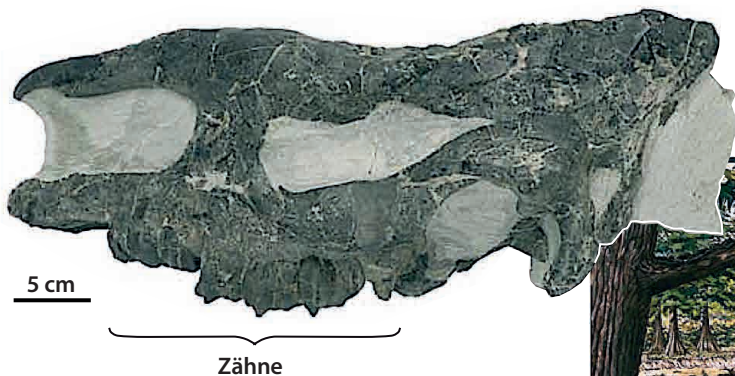


Abb. 22: Schädel eines Nashorns (*Diceratherium lemanense*), ohne Unterkiefer (Berichte der St. Gallischen Naturw. Ges., 123, Bd 91; Bernard Migy).

Abb. 23: So könnte das Schweizer Mittelland ausgesehen haben, als der Bollinger Sandstein abgelagert wurde (Beat Scheffold).



¹ Bauhütte ist ein historischer Begriff für einen Werkstattverband, dem verschiedene Spezialisten wie Steinmetze, Zimmerleute, Maurer, Schmiede und Glaser angehören.

² Ein Ledischiff ist ein Frachtschiff für Massenfracht (oft Stein- oder Kiestransport) auf Schweizer Seen in der Ostschweiz. Auf dem Vierwaldstättersee in der Zentralschweiz heissen die Schiffe Nauen. Auf zwölf Schweizer Seen sind um die 200 solcher Schiffe unterwegs. Die KIBAG mit Sitz am Obersee betreibt auch heute noch mehrere Ledischiffe zum Transport von Baumaterial oder Beton in die Seegemeinden.