

Posten 3: Haus zum Rechberg

Bollinger Sandstein - von Sandstränden und einem Meer

Während die Mauern der meisten Häuser der mittelalterlichen Zürcher Altstadt mit Mörtel verputzt sind und sich deren Baumaterialien nur erahnen lassen – meist ein wildes Durcheinander aus Steinen, die mit möglichst geringem Aufwand in der unmittelbaren Umgebung beschafft werden konnten – besitzen viele Sakralbauten und auch grössere Bürgerhäuser (sog. Profanbauten), insbesondere jene, die im 18. und 19. Jh. gebaut wurden, Fassaden aus feinkörnigem, sandigem Gestein, das aufwändig aus Steinbrüchen in grösserer Entfernung beschafft werden musste: Sandstein. Eines der eindrücklichsten Beispiele dafür ist das Haus zum Rechberg, ein Palais, das 1770 fertiggestellt wurde.

Wir werden uns mit folgenden Fragen beschäftigen:

- Wie und wann ist der Sandstein entstanden?
- Wie könnte das Gebiet der Schweiz damals ausgesehen haben?
- Weshalb hat Sandstein unterschiedliche Farben?



Abb. 1: Haus zum Rechberg

Sandsteine bestehen, wie ihr Name sagt, aus Sand. Es gibt grobe Sandsteine und sehr feine. Jener Sandstein, der in Zürich verwendet wurde, ist eher feinkörnig (Abb. 2). Wo man die Sandkörner gerade noch zu sehen vermag, sind sie etwa einen halben Millimeter bis einen Millimeter gross, oft sind sie jedoch auch nur 1/10 mm gross, sodass man von Auge kaum einzelne Körner erkennen kann. Doch auch sehr feiner Sandstein verrät sich durch eine Oberfläche, die sich sandig anfühlt und von der sich beim Berühren Sandkörner lösen können.

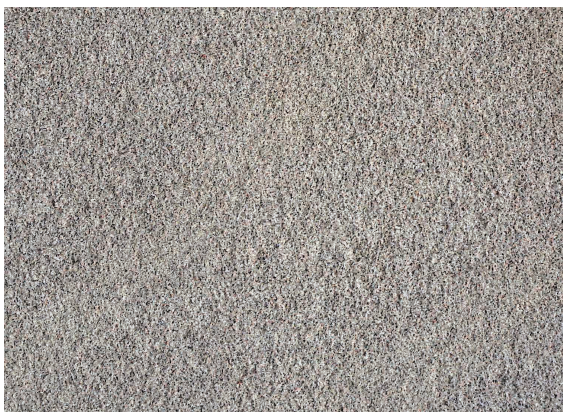


Abb. 2: Feiner Sandstein, ca. Originalgrösse, Haus zum Rechberg

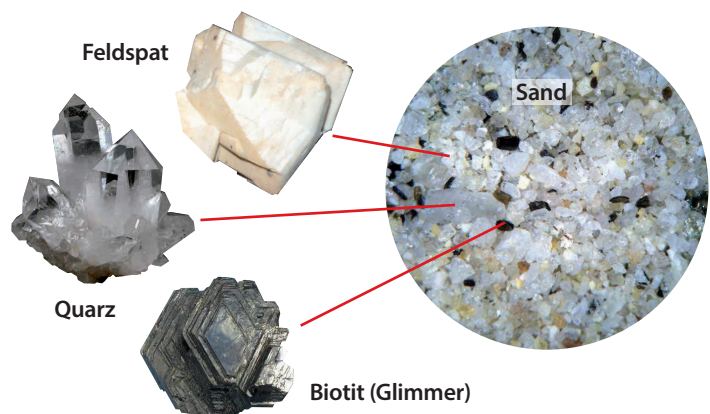


Abb. 3: Feldspat, Quarz und Glimmer, die drei Hauptkomponenten des Sandsteins in Zürich



Welche Geschichten erzählt uns der Sandstein?

Mittlerweile haben Sie sicher bemerkt, welche Geschichten die Gesteine am besten erzählen können: jene ihrer eigenen Entstehung. Das ist auch beim Sandstein nicht anders. Der Sandstein erzählt seine Geschichte einerseits durch die Art seiner Bestandteile, andererseits durch die Art seiner Schichtung.

Sand ist immer das Resultat der Zerkleinerung von Gesteinen durch die Einflüsse zerstörerischer Kräfte, der sogenannten **Verwitterung**, wie auch des **Transportes** durch Wasser oder Wind. Gefriert z. B. im Gebirge

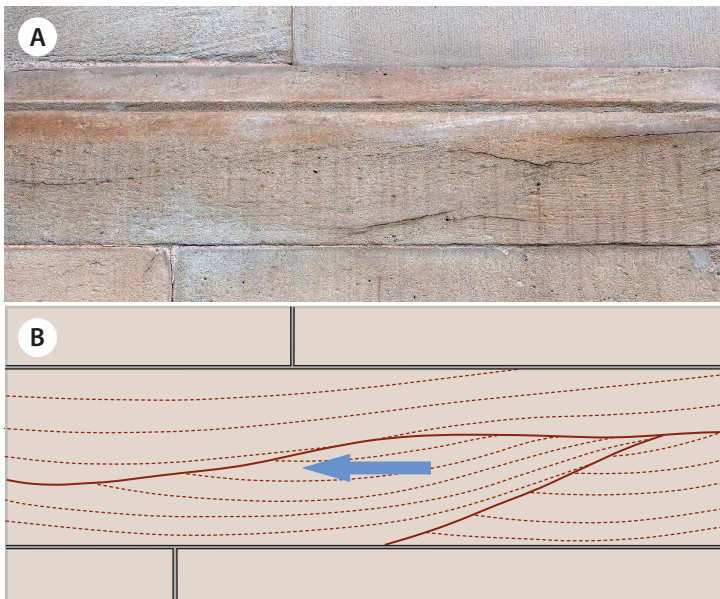


Abb. 4A,B: Schrägschichtung in einem Sandsteinquader an der Westseite des Hauses zum Rechberg (bei B ist die Schichtung hervorgehoben). Der blaue Pfeil markiert die Fließrichtung des Wassers.



Abb. 5: Wellenrippeln im Sand an einem Strand

gelagert worden waren. Doch unter welchen Bedingungen geschah das? Hier kann die Art der Schichtung im Sandstein eine Antwort geben.

- 1.** In einigen Sandsteinquadern kann eine Schichtung beobachtet werden. Was ist das Besondere an der Schichtung des Sandsteins?

Eine horizontale Schichtung, wie wir sie bei den Kalksteinen an Posten 2 gesehen haben, entsteht in stehendem Wasser. Das kann ein See oder ein Meer sein. Wurden die Schichten hingegen schräg abgelagert, so spricht man von **Schrägschichtung** (Abb. 4). Schrägschichtungen entstehen, wenn Sandkörner in fließendem Wasser entweder in einem träge dahin fließenden Fluss, in einem Flussdelta oder am flachen Strand eines stehenden Gewässers abgelagert werden. Flussdeltas entstehen, wenn Flüsse in einen See oder ein Meer münden, die Fließgeschwindigkeit abnimmt und alles abgelagert wird, was sie mittransportieren. In vielen Sandsteinen können auch gewellte Schichten beobachtet werden. Dies sind **Wellenrippeln**, wie sie auch heute auf weiten, flachen Sandstränden durch Wellenschlag entstehen (Abb. 5).

Die Geologie geht davon aus, dass die Gesteine früher auf dieselbe Weise entstanden sind wie heute, dies nennt man **Aktualitätsprinzip**. Der Sandstein ist demnach in einem Gebiet mit einem Meer oder See, Flussdeltas und flachen Stränden entstanden. Die Flüsse müssen den Sand aus einem Gebirge mit sehr starker Verwitterung herangetragen haben. Das könnte etwa so ausgesehen haben (Abb. 6):

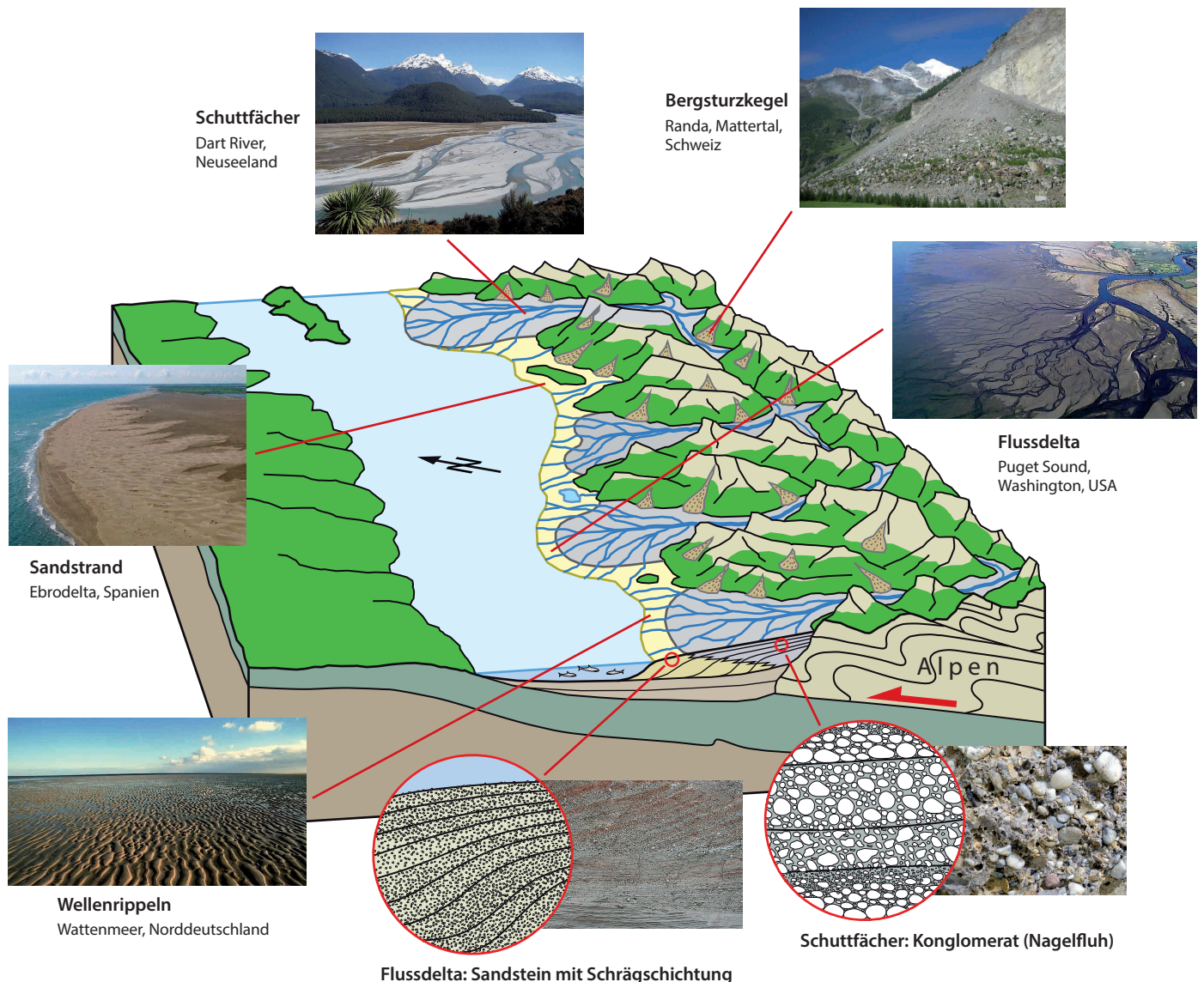


Abb. 6: So könnte der Ablagerungsraum des Sandsteins im Schweizer Mittelland ausgesehen haben.

Das Gebirge rechts in Abb. 6 sind die noch jungen Alpen vor ca. 20 bis 18 Millionen Jahren, die von Süden her sehr schnell (mit ca. 2 cm pro Jahr) nordwärts überschoben werden (roter Pfeil). Das Gebirge ist deshalb sehr instabil und anfällig für Verwitterung. Dadurch wird es gleichzeitig auch wieder um mehrere Millimeter pro Jahr abgetragen. Es gibt viele Bergstürze, die grosse Bergsturzkegel bilden. Bäche und Flüsse tragen die Steine mit, runden sie ab und zerkleinern sie zu Kies und Sand. Geröll und Kies werden auf Schuttfächern riesigen Ausmasses abgelagert. Die leichteren Sandpartikel hingegen werden im fließenden Wasser bis an den Strand eines untiefen Gewässers transportiert und erst dort abgelagert, wo das fließende Wasser auf das Stehende trifft und dadurch gestoppt wird (Flussdelta). Aus Geröll und Kies entsteht ein sogenanntes **Konglomerat**. Dieses findet man heute z. B. im Gebiet Hörnli / Schneebehorn im Tösstal, am Speer nördlich von Weesen oder auch im Gebiet des Napfs östlich von Bern oder an der Rigi. In der Deutschschweiz, aber auch bis nach Bayern, heisst dieses Gestein auch «Nagelfluh». Der Sand bildet **Sandstein** mit Schrägschichtungen, wie sie für Flussdeltas und Strände typisch sind. Alle diese Ablagerungen werden unter dem Begriff **Molasse**¹ zusammengefasst, die Sandsteine werden deshalb gelegentlich auch als **Molassesandsteine** bezeichnet. Am Fuss der Alpen sind die Molassegesteine bis zu 5 km mächtig, gegen Norden werden sie zunehmend dünner und erreichen nur noch wenige 100 m.

See oder Meer oder gar beides?

Bleibt noch die Frage, ob das Gewässer nördlich der Alpen, an dessen Rand die Molasseablagerungen sedimentiert wurden, ein Meer oder ein grosser See war. Auf diese Frage könnten Fossilien eine Antwort geben, die sich Lebensräumen zuordnen lassen, die entweder typisch waren für Salz- oder für Süsswasser.

Leider findet man in Sandsteinen und in Konglomeraten nur sehr wenige Fossilien, da Schalen von Muscheln oder Schnecken in bewegtem Wasser zwischen Sand- und Kiespartikeln zerrieben werden. Pflanzenüberreste werden noch seltener gefunden. Trotzdem ist es der Geologie gelungen, herauszufinden, dass das Gewässer zeitweise ein seichter Meeresarm und zeitweise ein vom Ozean abgetrennter, verlandender Süsswassersee war. Dies führte zur heute gängigen Aufteilung in zwei Meeres- und zwei Süsswasserperioden (Abb. 7). Die Sandsteine vom Haus zum Rechberg gehören zur Unteren Süsswassermolasse.

Mio. Jahre

5			
10	Obere Süsswassermolasse	OSM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel, dünne Kohleschichten
15			
20	Obere Meeresmolasse	OMM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel, Muschelkalksandsteine
25	Untere Süsswassermolasse	USM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel, z. B. Bollinger Sandstein
30	Untere Meeresmolasse	UMM	Vorwiegend Sandsteine, Konglomerate, Mergel
35			

Abb. 7: Unterteilung der Molasseablagerungen in zwei Meeres- und zwei Süsswasserperioden. Der Bollinger Sandstein des Hauses zum Rechberg stammt aus der Unteren Süsswassermolasse (USM).

Wie kam dieses Gewässer dahin, wo heute das Schweizer Mittelland und der Jura liegen? Wir wissen noch vom Solothurner Kalkstein an Posten 2, dass Europa in früheren Zeiten anders aussah. Vor 155 Millionen Jahren beispielsweise, als der Solothurner Kalkstein entstand, war Europa fast ganz von einem Meer bedeckt, aus dem nur einzelne Inseln herausragten. Seither hat der Kontinent sein Gesicht mehrmals verändert.

In der Zeit vor 35 bis 5 Millionen Jahren, als die Molassegesteine abgelagert wurden, waren die Alpen am Entstehen und ragten wohl schon 3'000 m über den Meeresspiegel hinaus. Im Süden der Alpen lag ein Meer, das später einmal Teil des Mittelmeeres werden würde, im Norden hingegen existierte nur ein schmaler, untiefer Meeresarm von Genf über Zürich und München bis nach Wien, der zwischendurch mehrmals verlandete und zeitweise auch ein Süsswassersee war. Dieser Meeresarm wird in der Geologie **Molassemeer** genannt. Vermutlich entstand er, weil das Gewicht der Alpen die nördlich darunter liegende europäische Erdkruste in den Erdmantel hinunter drückte, wodurch ein Becken entstand, das sich mit Wasser füllte (Abb. 8). Hoben sich die Alpen stark, wurden sie auch stärker erodiert und es entstanden grosse Mengen Sedimente, die das Becken schnell ausfüllten und verlanden liessen. Hob sich der Meeresspiegel, entstand wieder ein Meeresarm.

Die grossen Alpenflüsse wie Aare, Rhein, Rhone oder Inn / Donau flossen damals noch nicht an denselben Orten durch wie heute. Die Hauptwasserscheide der Alpen, also die Trennlinie zwischen jenen Flüssen, die nach Norden fliessen und jenen, die nach Süden fliessen, lag damals ca. 40 km weiter südwärts, wodurch die Urflüsse von Aare und Rhein andere Einzugsgebiete² hatten als heute.

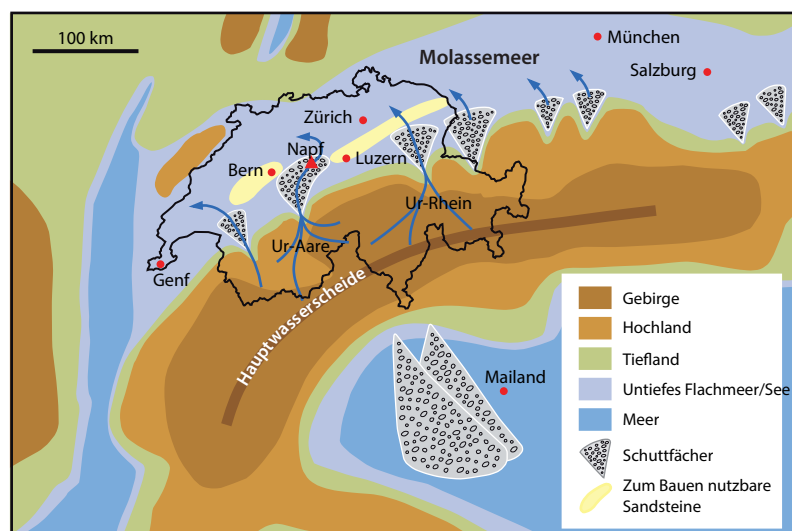


Abb. 8: Das Molassemeer vor 20 bis 18 Millionen Jahren (OMM)

Vom Sediment zum Sedimentgestein: wie aus Sand und Kies festes Gestein wird

Werden in einem Fluss oder Flussdelta Sand und Kies abgelagert, entstehen zuerst lockere Sand- und Kiesablagerungen, so wie man sie heute z. B. in Kiesgruben findet. Dort sind die Ablagerungen so locker geschichtet, dass sie mit einem Bagger abgegraben werden können. Damit daraus ein festes Gestein wird, müssen sich die Sand- und Kieskörner miteinander verbinden.

Wie schon im Fall des Solothurner Kalksteins erläutert, werden auch die Sand- oder Kiesschichten durch jede weitere Schicht, die sich an der Oberfläche ablagert, in die Tiefe gedrückt. Während dieser sog. **Diagenese** werden die Sand- und Kieskörner zusammengepresst und die Zwischenräume werden immer kleiner (**Kompaktion**). In den Zwischenräumen befindet sich Wasser, in welchem Mineralstoffe gelöst sind. Wenn diese Mineralstoffe auskristallisieren, bilden sie mikroskopisch kleine Kristalle, welche die Sand- und Kieskörner miteinander verbinden, dies wird **Zementation** genannt. Dadurch entsteht ein festes Gestein (Abb. 9).

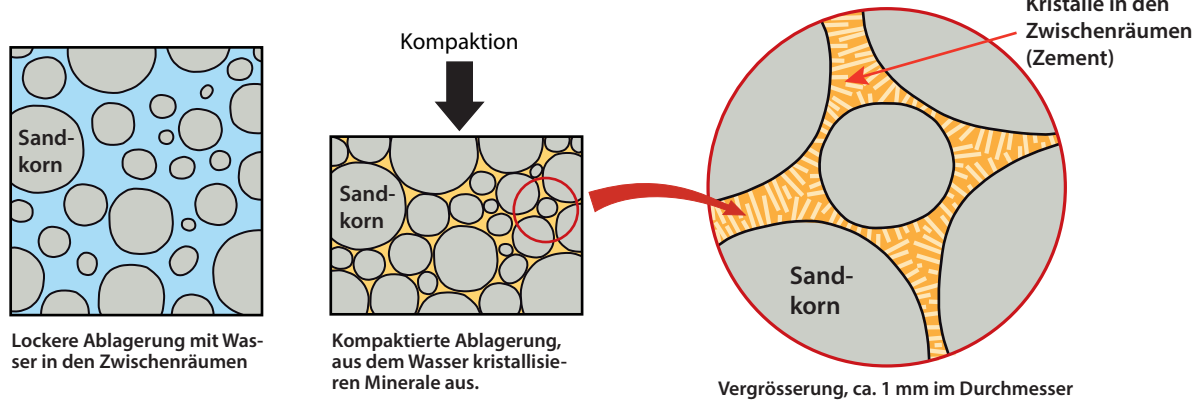


Abb. 9: Kompaktion und Zementation lockerer Ablagerungen zu einem Sedimentgestein (Diagenese)

Welche Bedeutung hat die Farbe von Sandstein?

Die Farbe von Sandstein kommt entweder durch die Eigenfarbe der Sand-Komponenten, durch die Farbe des Zements oder durch beides zustande. Die Farbe des Sandes hängt von dessen Zusammensetzung, also von den darin enthaltenen Mineralkörnern ab und kann Hinweise auf das Herkunftsgebiet des Sediments geben, manchmal auch auf dessen Ablagerungsgebiet. Die Farbe des Zements kann Hinweise darauf geben, unter welchen Bedingungen die Diagenese des Gesteins stattfand. Bei Posten 10 werden Sie ein solches Gestein kennen lernen.

Der Sandstein am Haus zum Rechberg ist bräunlich, da er neben farblosen bis weiss-grauen Quarzkörnern auch rötliche Feldspatkörner enthält (Abb. 10). Diese grosse Menge von Bruchstücken rötlicher Feldspäte zeigt, dass es im Herkunftsgebiet des Sandes weit verbreitet Granite mit rötlichen Feldspäten gegeben haben muss (vgl. Posten 1, Abb. 3), denn nur solche Granite kommen als Ursprungsgestein der Feldspatkörner in Frage. Rötliche Granite sind in Form von auffälligen, gerundeten, mehrere Zentimeter grossen Komponenten in kiesigen Lagen auch in einigen Sandsteinquadern an der Fassade des Hauses zum Rechberg enthalten (Abb. 11). In den Konglomeraten von Rigi und Speer können Komponenten aus rotem Granit sogar recht häufig beobachtet werden (Abb. 12).

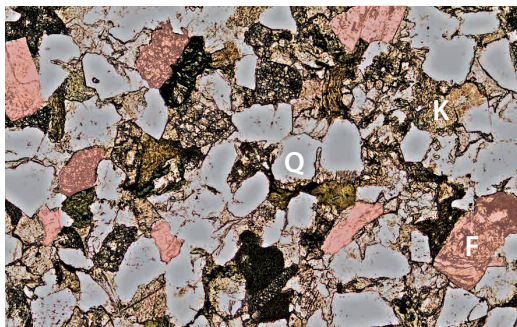


Abb. 10: Dünnschliff-Foto eines Sandsteins mit Sandkörnern aus Quarz (Q), rosa Feldspat (F) und dunklen, optisch nicht bestimmbaren Komponenten sowie mit gelb-bräunlichem Zement aus Kalzit (K). Da die Farbe der Feldspatkörner im Dünnschliff nicht erkennbar ist, wurden diese nachgefärbt (Vergrößerung ca. 20 x).

Jenes Gebiet, in welchem die Gesteine ursprünglich vorkamen, die später als Verwitterungs- und Erosionsprodukte in Form von Sandsteinen und Konglomeraten mit Komponenten aus rotem Granit am Nordrand der Alpen abgelagert wurden, kann dadurch aber leider nicht eingegrenzt werden, denn bekannte Vorkommen roter Granite gibt es heute nördlich der damaligen Hauptwasserscheide (Abb. 8) keine mehr, offenbar wurden sie vollständig wegerodiert.

Auch der bräunlich anwitternde Zement aus Kalzit (Abb. 10) trägt zum bräunlichen Erscheinungsbild des Sandsteins am Haus zum Rechberg bei.

¹ Der Begriff Molasse wurde 1779 von Horace-Bénédict de Saussure in die wissenschaftliche Literatur eingeführt. Er leitet sich womöglich vom gleichlautenden französisch-schweizerischen Wort für „sehr weich“ ab. Dieses wurde bereits im 14. Jahrhundert verwendet und geht seinerseits auf das lateinische Wort „mollis“ für „weich, mild“ zurück. In der Westschweiz wurden auch Sandsteine als Molasse bezeichnet, aus denen man Mühlsteine (lateinisch: „mola“) herstellen konnte. Heute wird der Begriff weltweit für Sedimente verwendet, die sich überwiegend im Vorland eines sich hebenden Gebirges ablagern und aus dessen Erosionsmaterial bestehen.

² Gebiete, in welchen alles Wasser in denselben Fluss fliesst.



Abb. 11: Gerundeter, roter Granit-Kiesel (G) im Sandstein des Hauses zum Rechberg (ca. Originalgrösse)



Abb. 12: Gerundetes Granit-Geröll mit rotem Feldspat (G) im Konglomerat des Rossbergs (Kanton Schwyz), ca. halbe Originalgrösse

- 2.** a) Welche Geschichten kann uns der Bollinger Sandstein erzählen und welche nicht – und weshalb?
- b) Welcher Schluss kann aus dem, was der Bollinger Sandstein nicht erzählen kann, gezogen werden?