

Ergänzung 1 zu Posten 3

Vom Münster, Sandstein und roter Farbe

Bauwerke aus rotem Sandstein sind in Deutschland nichts Aussergewöhnliches, in der Schweiz jedoch schon. Der Buntsandstein ist deshalb ein Wahrzeichen Basels. Er ist kein Baumaterial wie jedes andere, er ist auch ein Teil der Basler Kultur.

Hier erfahren Sie, wie das Münster erbaut wurde, wie es erhalten wird, woher der Sandstein stammte und wie man das Problem mit den drei unterschiedlichen Sorten von Sandstein löste.

Bau des Münsters

Das Basler Münster ist nicht die erste Kirche, die an diesem Platz steht. Bereits Mitte des 7. Jahrhunderts wurde Basel vermutlich Bischofssitz. In jener Zeit dürfte auch die erste Bischofskirche auf dem Münsterhügel erbaut worden sein, wovon jedoch bis heute keine Mauerreste gefunden wurden.

Das Haito-Münster (9. Jh.)

Das erste Münster, vom welchem noch heute Mauerreste im Untergrund existieren, liess Haito erbauen. Er war Abt des Klosters Reichenau auf der gleichnamigen Insel im Bodensee und von 805 bis 823 Bischof von Basel. Dieses Münster war mit 52 Metern Länge bereits ansehnlich gross. 917 fielen ungarische Reiter in Basel ein und zerstörten die Stadt. Auch das Haito-Münster wurde beschädigt, blieb jedoch weitere 100 Jahre bestehen (Abb. 1).

Das Heinrichs-Münster (11. Jh.)

Der mächtige Heinrich II (973-1024), Kaiser des Ostfrankenreiches, Römisch-Deutscher Kaiser und König von Italien, förderte Basel, seit er die Stadt 1006 durch einen Erbvertrag erhalten hatte. Er integrierte die Stadt, die damals etwa 2000 Einwohner hatte, ins römisch-deutsche Reich und beschenkte sie mit Land- und Güterbesitz sowie mit liturgischen Gegenständen wie dem goldenen Heinrichskreuz (Abb. 5). Kaiser Heinrich II. und seine Frau, Kaiserin Kunigunde von Luxemburg, stifteten auch einen Ersatzbau für das beschädigte Haito-Münster, der am 11. Oktober 1019 in Präsenz des Kaiserpaars eingeweiht wurde (Abb. 2). Später wurde das Kaiserpaar heiliggesprochen. Dadurch ist es in allen Kirchen, die es stiftete, bildlich dargestellt, so auch am Basler Münster links des Hauptportals (Abb. 6). Von diesem Bau sind Fundamente sowie eine auffällige Wandpartie aus hellen Sandsteinen am heutigen Georgsturm erhalten (Abb. 7).

Das spätromanische Münster (12./13. Jh.)

Für das heutige Bild des Basler Münsters prägend ist nicht das Heinrichs-Münster (Abb. 2), sondern sein Nachfolgebau aus der Zeit um 1200. Dieser ist zu einem grossen Teil noch erhalten. Bauherr dieses Münsterbaus war Bischof Lüthold I. von Aarburg, 1191 bis 1213 Bischof von Basel. Es kann anhand historischer Quellen nicht eindeutig nachgewiesen werden, weshalb dieser Bau erstellt wurde, möglicherweise war ein Brand im Jahr 1185 der Auslöser. Wie die Bestimmung des Alters von Eichenholz (siehe Ergänzung 3) auf der Innenseite des Glücksradfensters (oberhalb der Galluspforte, Abb. 8) ergab, wurde der Bau in den 1220-er Jahren fertiggestellt. Das Bau-

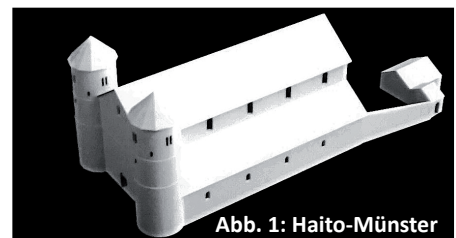


Abb. 1: Haito-Münster

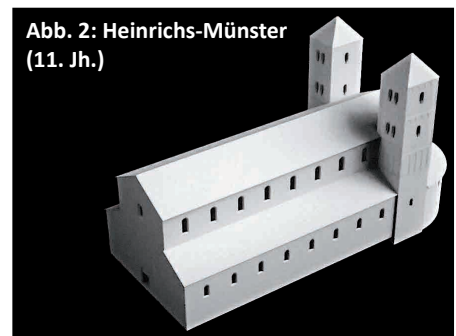


Abb. 2: Heinrichs-Münster (11. Jh.)



Abb. 3: Spätromanisches Münster (12./13. Jh.)



Abb. 4: Gotisches Münster (1270-1500)



Abb. 5: Heinrichs-kreuz, Kunstgewerbemuseum Berlin

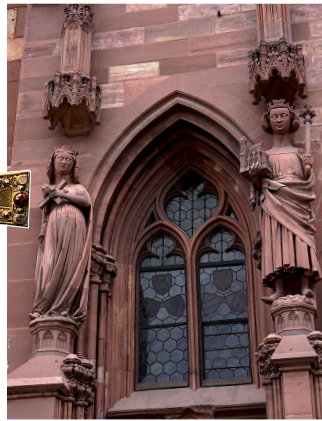


Abb. 6: Kaiserin Kunigunde und Kaiser Heinrich II, links oberhalb des Hauptportals

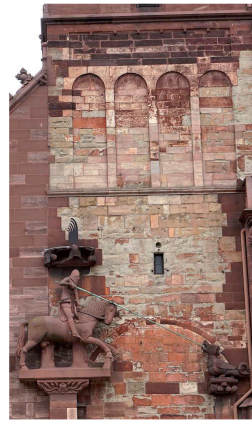


Abb. 7: Helle Steine am Georgsturm als Zeugen des Heinrichs-Münsters

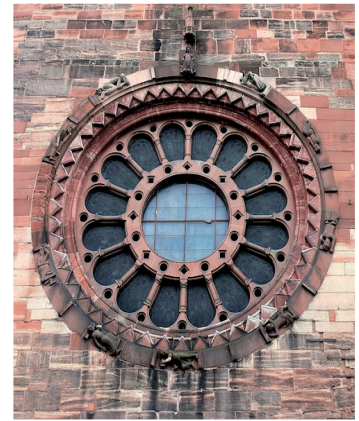


Abb. 8: Glücksradfenster, spätromanisches Münster, ca. 1220

schema mit drei Längsschiffen und einem Querschiff (Abb. 9 A) gleicht jenem grosser Dome wie Speyer, Worms oder Bamberg in Deutschland. Dieser Münsterbau wird «spätromanisch» genannt, da die typischen Stilelemente der Romanik wie Rundbögen bei Gewölben und Fenstern zugunsten einer vielfältigeren Formgebung erweitert wurden. So wurden im Innenraum Rundbögen mit Spitzbögen kombiniert (Abb. 10), wie sie für die darauf folgende Stilepoche der Gotik charakteristisch sind.

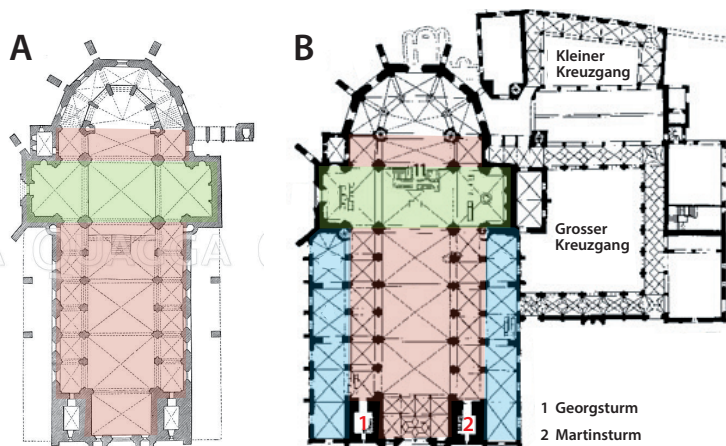


Abb. 9 A: Grundriss des spätromanischen Münsters mit drei Längsschiffen (rot) und einem Querschiff (grün)

Abb. 9 B: Grundriss des gotischen Münsters, das um zwei Längsschiffe (blau) auf fünf Längsschiffe erweitert wurde.



Abb. 10: Spätromanische Kombination aus Rund- und Spitzbögen im Innenraum des Münsters

Das gotische Münster (um 1270–1500)

Nachdem das spätromanische Münster fertiggestellt war, wurde es ab ca. 1270 bis 1500 in mehreren Bauetappen in gotischem Stil umgebaut und erweitert. So wurde das Hauptportal dem neuen gotischen Stil angepasst und darüber anstelle mehrerer kleiner Fenster ein grosses Fenster mit Spitzbogen eingebaut. In den folgenden Jahrzehnten wurde die Kirche durch den Anbau verschiedener Seitenkapellen in der Breite erweitert, sodass sie neu über fünf Schiffe verfügte (Abb. 9 B).

Am 18. Oktober 1356 wurde Basel vom heftigsten, jemals in historischer Zeit in der Schweiz registrierten Erdbeben erschüttert. Dieses richtete am Münster erhebliche Schäden an, unter anderem brachen alle fünf Türme zusammen. In der Folge wurden Teile des Innenraums mehrfach umgestaltet. Bis 1428 wurde der Georgsturm (links des Hauptportals) und bis 1500 der Martinsturm (rechts des Hauptportals) auf die heutige Höhe aufgestockt. Damit wurden die Türme des Basler Münsters am Ende des Mittelalters vollendet. Dies im Gegensatz zu vielen anderen Domen und Münstern wie Köln, Ulm, Regensburg und Bern, deren Türme über mehrere Jahrhunderte unvollendet blieben und erst im 19. Jahrhundert fertiggestellt wurden. Die restlichen drei Türme des Basler Münsters wurden nach dem Erdbeben nicht wieder aufgebaut.



Abb. 11: Basel um 1493, Holzschnitt von Wilhelm Pleydenwurff in der Nürnberger Weltchronik. Der eine Turm des Münsters ist vollendet, der andere im Bau.

1. Finden Sie heraus, was an der Darstellung der Münstertürme in Abb. 11 nicht korrekt ist?

Veränderungen im 16. und 19. Jahrhundert

Nach der Reformation von 1529 übernahm der Stadtrat das Münster als Hauptfarrkirche und war für dessen Instandhaltung verantwortlich. Ende des 16. Jahrhunderts erhielt die ganze Fassade einen roten Anstrich. Dieser dürfte sowohl das Ergebnis ästhetischer Überlegungen gewesen sein – man störte sich vermutlich an der Mehrfarbigkeit der Steine – wie auch eine Massnahme zum Schutz des Sandsteins vor der Witterung. Im Innenraum wurden die Wände weiss, Pfeiler, Bogen und Fensterumrahmungen rot bemalt



Abb. 12: Innenraum des Münsters, 1650 von Hans Sixt Ringle gemalt; Historisches Museum Basel

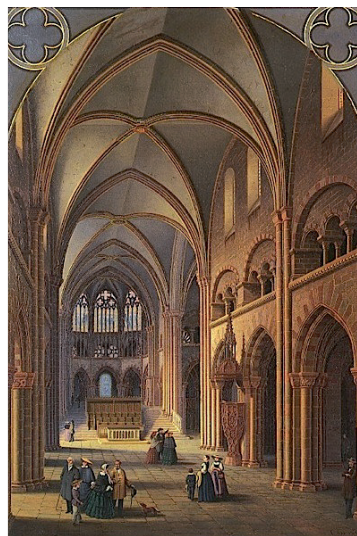


Abb. 13: Innenraum des Münsters, 1857 von Constantin Guise gemalt; Historisches Museum Basel



Abb. 14: Einbau des Eisendachstuhls am Münster, 1880/90; Foto Kantonale Denkmalpflege Basel-Stadt, Sammlung Münsterfoto

(Abb. 12). 1852-1857 fanden grössere Umgestaltungen im Innenraum statt. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden die Wände wieder vom weissen Putz und Farbe befreit, um dem Innenraum die natürliche Farbe des Sandsteins zurück zu geben (Abb. 13). Dabei gingen auch Wandmalereien verloren. Die Aussenfassade wurde zwischen 1880 und 1890 renoviert. Dabei wurden schlecht erhaltene Bauteile und Figuren durch Kopien ersetzt, die von Steinbildhauern originalgetreu neu hergestellt wurden. In jenen Jahren stellte man die Sichtbarkeit des Sandsteins vor dessen Schutz vor der Witterung und entfernte auch auf der Aussenseite den Farbanstrich. Anstelle des mittelalterlichen Holzdachstuhls wurde eine Eisenkonstruktion eingebaut und mit neuen, industriell hergestellten Dachziegeln eingedeckt (Abb. 14).

Die beiden Türme

Der linke Turm des Münsters ist dem heiligen Georg gewidmet, welcher der Legende nach mit seiner Lanze einen Drachen tötete (Abb. 16). Er wird deshalb Georgsturm genannt. Der rechte Turm heisst Martinsturm, weil er dem heiligen Martin gewidmet ist, der als barmherziger Samariter seinen Mantel mit dem Schwert zerschchnitt, um ihn mit Armen zu teilen (Abb. 17). Im Vergleich mit anderen Münstern und Domen mit zwei Türmen fällt auf, dass die beiden Türme des Basler Münsters insbesondere im obersten Drittel sehr unterschiedlich aussehen (Abb. 15). Dies rührt daher, dass die oberen Teile der Türme nach ihrem Einsturz beim Erdbeben von 1356 zu unterschiedlichen Zeiten und von unterschiedlichen Baumeistern wieder aufgebaut wurden. Der Georgsturm wurde bis 1428 von Ulrich von Ensingen, dem damals wichtigsten süddeutschen Baumeister, fertiggestellt. Der Martinsturm wurde erst in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts bis 1500 vollendet. Die beiden Türme werden erst seit der Neuzeit «Georgsturm» und «Martinsturm» genannt. Im Mittelalter hiessen sie «Alter Turm» und «Neuer Turm».



Basler Münster

Grossmünster in Zürich

Abb. 15: Basler Münster und Grossmünster Zürich



Abb. 16: Statue des heiligen Georg als Drachentöter am Georgsturm



Abb. 17: Der heilige Martin am Martinsturm

Buntsandstein als Baumaterial

Basel ist die einzige Stadt in der Schweiz mit bedeutenden Bauwerken aus Buntsandstein. In der Schweiz tritt dieses Gestein nirgends an die Oberfläche. Anders ist dies in Deutschland und den westlich angrenzenden Vogesen, wo Buntsandstein in grosser Menge und mit einer grossen Vielfalt von Rottönen vorkommt, von grobkörnig bis sehr feinkörnig. Entsprechend vielfältig sind denn auch seine Anwendungsmöglichkeiten als Baustein oder für die Herstellung von Ornamenten (Verzierungen) und Figuren. Als Beispiel ist in Abb. 18 die Verbreitung des Buntsandsteins in Deutschland dargestellt, zusammen mit einigen Bauwerken aus Buntsandstein. Das nördlichste Vorkommen von Buntsandstein liegt auf der Nordseeinsel Helgoland. Es kann davon ausgegangen werden, dass Buntsandstein im Untergrund auch zwischen den rot eingefärbten Gebieten in Abb. 18 vorhanden ist, er ist dort jedoch von jüngeren Gesteinsschichten überdeckt und deshalb nicht sichtbar.



Abb. 18: Verbreitung des Buntsandsteins in Deutschland und einige Bauwerke aus Buntsandstein. In den rot eingefärbten Gebieten tritt Buntsandstein an die Erdoberfläche. Für Bauwerke ausserhalb dieser Gebiete musste der Buntsandstein teils über grosse Distanzen heran transportiert werden.

2. Kennen Sie neben dem Münster noch weitere Bauwerke aus Buntsandstein in Basel?

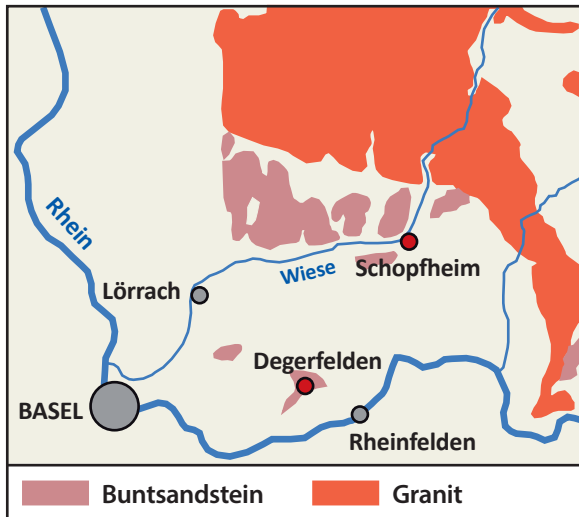


Abb. 19: Karte des Südschwarzwaldes, auf welcher eingetragen ist, wo Buntsandstein und Schwarzwaldgranit (siehe Posten 10) an der Oberfläche zu sehen (in der Fachsprache «aufgeschlossen») sind.

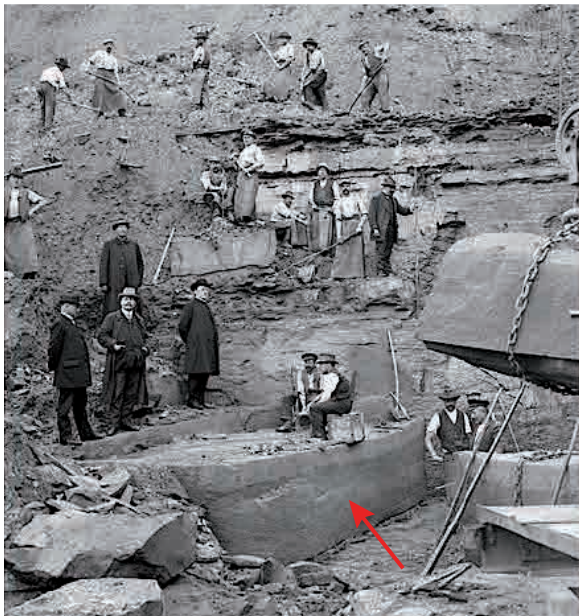


Abb. 20: Abbau von Sandstein mit Hammer und Keilen Anfang des 20. Jahrhunderts in der Region von Freiburg. i. Br. Die Schicht mit nutzbaren Steinen ist nur etwa 1.5 m dick (Pfeil), wird aber von ca. 8 m minderwertigen Gesteins überlagert, das entfernt werden muss.

Die Bausteine des Basler Münsters

An der Mauer unterhalb des Georgsturmes konnten Sie mehrere Arten von Bausteinen unterscheiden: einen grau-grünlichen, einen dunkelroten und einen weiss-rot-rosafarbenen Sandstein. Bereits im 11. Jahrhundert beim Bau des Heinrichs-Münsters wurden offenbar drei verschiedene Arten von Bausteinen verwendet. Diese kommen alle in den wohl bis zu 1'000-jährigen Buntsandstein-Brüchen in der Gegend von Degerfelden vor und stammen vermutlich auch von dort (Abb. 19). Der Frage nach Tragfähigkeit und Witterungsbeständigkeit der Bausteine wurde damals noch kaum Beachtung geschenkt, nur so lässt sich erklären, dass an diesem ältesten noch erhaltenen Bereich des Münsters Steine verschiedener Qualität nebeneinander verwendet wurden. Insbesondere der grau-grünliche Sandstein ist als Baustein ungeeignet, da er wenig resistent ist gegen Verwitterung. Durch seine auffällige Löchrigkeit ist dies am Münster bis heute deutlich sichtbar. Zur farblichen Anpassung wurde dieses Gestein in späteren Epochen rot eingefärbt, Reste dieser Einfärbung sind noch sichtbar.

Die weiss-rot-rosa gestreiften Sandsteine sind ca. 240 Mio. Jahre alt und stammen ausschliesslich aus grossen Steinbrüchen bei Degerfelden. Von dort wurden sie mit Schiffen auf dem Rhein nach Basel transportiert. Die Steinbrüche von Degerfelden werden längst nicht mehr genutzt. Sie sind von dichtem Wald zugewachsen, können aber im Gelände noch erkannt werden. Die dunkelroten Sandsteine sind ein paar Millionen Jahre jünger als die weiss-rot-rosa Gestreiften. Sie kommen in Degerfelden auch vor, in grossen Mengen wurden sie aber hauptsächlich in unzähligen kleinen Steinbrüchen in der Umgebung von Schopfheim im Wiesental gewonnen. Diese Steinbrüche sind heute im Gelände kaum mehr als solche erkennbar.

Der weiss-rot-rosa gestreifte Buntsandstein aus Degerfelden ist hart und in hohem Mass verwitterungsresistent. Er wurde deshalb vor allem zur Herstellung grober Quadersteine für die Aussen- und Innenmauern verwendet. Der feinkörnigere dunkelrote Sandstein ist weicher und leichter zu bearbeiten. Er eignet sich deshalb besonders gut zur Herstellung von Ornamenten und Figuren, leider widersteht ein grosser Teil davon der Witterung weit weniger gut. Da die Steinbrüche im Wiesental schon bald nach dem Bau des Münsters erschöpft waren, musste für Reparaturen an den Ornamenten und Figuren aus dunkelrotem Sandstein auf Gestein aus anderen Steinbrüchen zurückgegriffen werden. Ab dem 19. Jahrhundert wurde Sandstein aus dem nördlichen Schwarzwald, den Vogesen und dem Maintal verwendet. In jüngster Zeit wird auch Buntsandstein aus Lahr nördlich von Freiburg verwendet.

Sandstein - Segen und Fluch zugleich

Für die mittelalterlichen Baumeister war Sandstein ein Segen, denn er ist leicht zu bearbeiten und im Falle Basels auch in nicht allzu grosser Distanz in genügender Menge vorhanden. Im Vergleich zu Granit oder Kalkstein ist Sandstein jedoch sehr anfällig auf Verwitterung, denn er ist porös und saugt sich bei Regen mit Wasser voll. Auch Grundwasser lässt Sandstein feucht werden. Das macht ihn zu einem Baustein, der viel Unterhalt benötigt – keine einfache Aufgabe, wenn man bedenkt, dass die ältesten Teile des Münsters aus dem 11. Jahrhundert stammen, also annähernd 1'000 Jahre alt sind.

Reines Wasser kann Sandstein wenig anhaben. Mit der Industrialisierung, die in Mitteleuropa gegen Ende des 18. Jahrhunderts einsetzte, veränderte sich die Qualität der Luft jedoch grundlegend. Viele Industriebetriebe nutzten Kohle als Brennmaterial zur Produktion von Energie für ihre Maschinen. Der zunehmende Wohlstand in den Städten ging einher mit dem Verbrauch von Energie zum Heizen und für die Herstellung von elektrischem Strom. Dadurch wurden riesige Mengen an Abgasen ausgestossen, welche zusammen mit dem Regenwasser chemische Verbindungen bildeten, die tief in das Gestein eindringen. Heute nutzen wir statt Kohle Erdöl und Erdgas. Unsere Heizungen und Industrieanlagen sind technisch zwar sehr ausgereift, trotzdem gelangen immer noch grosse Mengen von Gasen in die Luft, welche die Bauwerke weiterhin schädigen. Befindet sich Wasser, das mit solchen chemischen Verbindungen angereichert ist, in den Poren des Gesteins, wachsen darin feine Kristalle, welche sehr viel Kraft besitzen, denn sie können das Gestein sprengen. Dadurch blättert die Oberfläche der Steinblöcke ab.

Fossile Brennstoffe enthalten beispielsweise einen geringen Anteil an Schwefel. Bei der Verbrennung entsteht daraus das Gas Schwefeldioxid (SO_2), das mit Luftsauerstoff und Regenwasser zu Schwefelsäure (H_2SO_4) reagiert. Dringt solch schwefelsäurehaltiges Regenwasser in die Poren von Sandstein ein, reagiert die Schwefelsäure mit Kalzit, der häufig als Zement die Sandkörner zusammenhält, zu Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, Abb. 21). Gipskristalle haben ein um hundert Prozent grösseres Volumen als die Ausgangsstoffe und üben beim Wachstum z. B. bei 70% Luftfeuchtigkeit und 0°C einen Druck von 160 N/mm^2 auf ihre Umgebung aus. Wiederholtes Wachstum solcher Kristalle in den Gesteinsporen (Abb. 22) führt zur oberflächlichen Lockerung des Gesteins und schliesslich zum Abblättern der Gesteinsoberfläche (Abb. 23, 25). Einen Ausdehnungseffekt von gar 430% hat das Wachstum von Bittersalz, das aus einer Reaktion des Minerals Magnesit mit Schwefelsäure entsteht (Abb. 21). Auch Steinsalzkrystalle können in den Gesteinsporen wachsen

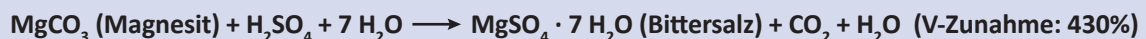
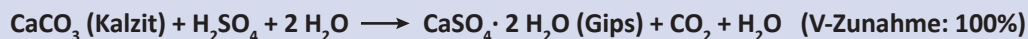


Abb. 21: Beispiele chemischer Reaktionen von Mineralen in Gesteinen mit Schwefelsäure, die zu einer Volumenzunahme führen.

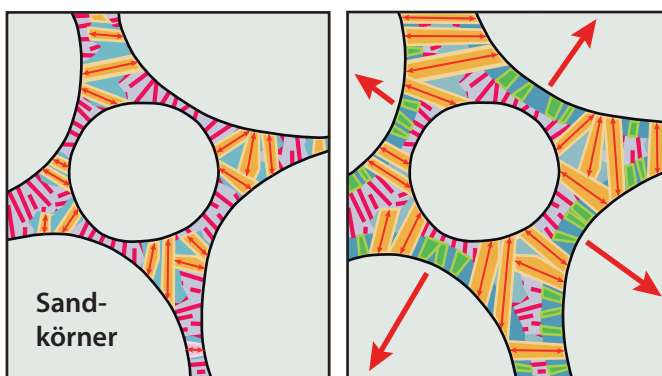


Abb. 22: Sprengung von Sandstein: In wassergefüllten Poren zwischen den Sandkörnern (hellblau) wachsen Kristalle (gelb). Diese dehnen sich durch ihr Wachstum aus und drücken die Sandkörner auseinander. Dabei entstehen neue Hohlräume (dunkelblau), in welchen auch wieder Kristalle wachsen (grün). Auch diese drücken die Sandkörner weiter auseinander. So lösen sich die Sandkörner nach und nach voneinander ab und das Gestein bröckelt auseinander. Die roten Pfeile geben die Richtung der Ausdehnung an.



Abb. 23: Bis zur Unkenntlichkeit abgeblätterte Figur am Basler Münster

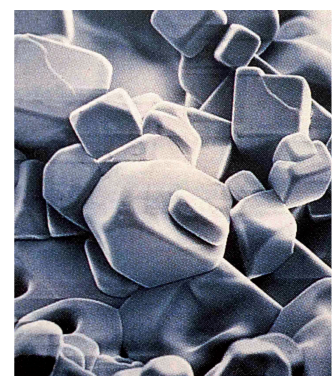


Abb. 24: Rasterelektronenmikroskopische Fotografie von Salzkrystallen, welche Mauerwerk sprengen können (Bildhöhe 0.05 mm; Foto K. Zehnder)



Abb. 25: Stark verwitterter grau-grünlischer Sandstein



Abb. 26: Durch aufgeklebte Röhrchen wird ein flüssiger Kunststoff in Spalten gegossen, der aushärtet und den Stein von Innen stabilisiert.



Abb. 27: Nachformen abgeblätterter Stellen mit rot gefärbtem Mörtel

(Abb. 24). Natriumchlorid wird vor allem im Winter über Wasser aufgenommen, das mit gelöstem Streusalz belastet ist. In porösem Sandstein kann Wasser wie in einem Schwamm durch die Kapillarkraft aufsteigen.

Es ist die Aufgabe der Münsterbauhütte, den Zerfall des Münsters so gut wie möglich aufzuhalten. Dabei kommen modernste Techniken zum Einsatz. So werden Steine zum Beispiel mit Flüssigkeiten behandelt, welche unter der Gesteinsoberfläche aushärten und dadurch schadhaftes Gestein stabilisieren können (Abb. 26). Abgeblätterte Stellen werden mit farblich genau auf die Steine abgestimmtem Mörtel nachgeformt (Abb. 27). Wo es jedoch nichts mehr zu reparieren gibt, müssen manchmal auch Teile vollständig ersetzt werden (Abb. 28-30). Diese Arbeiten sind sehr aufwändig und können Jahre dauern. Deshalb ist das Münster fast immer auf der einen oder anderen Seite hinter einem Baugerüst versteckt.



Abb. 28: Einsetzen eines neu hergestellten Ersatzsteins (Pfeil)



Abb. 29: Steinmetze arbeiten bei der Herstellung von Ersatzsteinen mit modernen Elektro- bzw. Pressluftwerkzeugen ...



Abb. 30: ... aber auch mit traditionellem Handwerkzeug wie diesem Beil, wenn alte Oberflächenbearbeitungen nachgeahmt werden müssen.

Was ist die Münsterbauhütte?

Bauhütte ist ein historischer Begriff für einen Werkstattverband, dem verschiedene Spezialisten angehören. Man geht davon aus, dass schon der Bau des spätromanischen Münsters durch eine straff geregelte Organisation im Sinne eines solchen Werkstattverbandes errichtet wurde. Am Umbau des spätromanischen Münsters im gotischen Stil und an den Instandsetzungsarbeiten nach dem grossen Erdbeben von 1356 waren neben dem Werkmeister (ein Werkmeister wäre heute Architekt und Bauführer in einem) auch Steinmetze, Zimmerleute, Maurer, Schmiede und Glaser beteiligt. Die Bauhütten waren streng hierarchisch organisiert und bewahrten ihre Berufsgeheimnisse im engsten Kreis. Sie hatten eine eigene Gerichtsbarkeit und politische Vertretung und waren für die Ausbildung junger Berufsleute besorgt. Viele grosse sakrale Bauten wie Münster, Dome und Basiliken wurden von Bauhütten gebaut. In den 1520er Jahren, als sich die Reformation auch in Basel durchsetzte, endete die Zeit der mittelalterlichen Basler Münsterbauhütte. Sie wurde erst im Jahr 1986 wieder neu ins Leben gerufen. Statt Reparaturaufträge immer wieder an andere Handwerker zu vergeben, welche häufig nicht über die notwendige Erfahrung im Umgang mit solchen Bauwerken verfügen, übernahm dies nun eine Organisation, welche über die Jahre einen riesigen Erfahrungsschatz sammelte und alle Arbeiten auch wissenschaftlich begleitet. Die Werkstatt befindet sich im St. Alban-Tal 43. Neben Basel betreiben in der näheren Umgebung auch Bern, Freiburg i. Br., Strassburg und Ulm eine Münsterbauhütte.