

4.6 Cannstatter Travertin

– WOLFGANG WERNER –

4.6.1 Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung

In Baden-Württemberg treten erdgeschichtlich junge Travertine und travertinartige Karbonatgesteine in verschiedenen Gebieten auf (Abb. 4.6-1). Der Cannstatter Travertin, bisweilen auch als „Deutscher Travertin“ (MEHLING 1986) bezeichnet, ist der bekannteste unter ihnen¹. Es handelt sich beim Cannstatter Travertin um einen harten, meist gelblichbraunen, wechselnd kavernösen bis dichten, nicht-marinen Kalkstein quartären Alters, der an den Oberflächenaustretenen von Kohlensäuerlingen entstanden ist; er wird daher auch als „Sauerwasserkalk“ bezeichnet. Die verschiedenen, während des Pleistozäns und Holozäns gebildeten Sauerwasserkalke in und um Stuttgart-Bad Cannstatt werden heute in der geologischen Literatur unter dem stratigraphisch-faziellen Begriff „Stuttgart-Travertin“ zusammengefasst. Darin enthalten sind auch solche Sinter- oder Sauerwasserkalke, die keine Werkstein-eignung besitzen, also keine Industrie-Travertine sind.

Daneben gibt es noch die zuvor beschriebenen Thermalsinter von Münsingen-Böttingen (Kap. 4.4), den Riedöschinger Travertin (Kap. 4.22) sowie die Sauerwasserkalke der Schwäbischen Alb aus der Umgebung von Zwingenberg und Riedlingen (Kap. 4.8), die wegen ihres an echte Travertine erinnernden Erscheinungsbilds und ihrer guten Polierfähigkeit als Industrie-Travertine gehandelt werden. Die Entstehung der Travertinvorkommen von Cannstatt, Böttingen und Riedöschingen dürfte mit dem tertiärzeitlichen Vulkanismus auf der Schwäbischen Alb („Schwäbischer Vulkan“) in Verbindung stehen.

Der Cannstatter Travertin (Abb. 4.6-2 und -3) ist über die Grenzen Deutschlands hinaus geschätzt. Seine Eignung alswitterungsbeständiger und architektonisch attraktiver Werkstein wurde erst um 1890 erkannt, als für die Bearbeitung des harten, in großen Quadern brechenden Sinterkalksteins erstmals ausreichend leistungsfähige Gesteinssägen und Schleifmaschinen zur Verfügung standen und somit die großen Rohblöcke in Platten gesägt und anschließend geschliffen und poliert werden konnten; erst die Politur brachte die verschiedenartigen Strukturen und Farben zur Geltung. Zuvor wurden aus ihm überwiegend Mauer- und Randsteine gefertigt.

1 Ähnliche Travertine pleistozänen und holozänen Alters werden seit über 100 Jahren auch in Thüringen abgebaut. Am bedeutendsten sind die Travertinbrüche bei Weimar-Ehringsdorf, die zugleich zu den wichtigsten Fundstellen der pleistozänen Fauna und Flora zählen (KAHLKE 1974, 1975; KAMRADT 2009). In Abbau stehen auch noch die hellgrauen bis gelblichbraunen Travertine von Bad Langensalza, die in den Brüchen „Milchgasse“ und „Parkbruch“ gewonnen werden. Die Brüche in Mühlhausen wurden hingegen schon um 1960 geschlossen (Mitt. U. KLÖSSER, April 2012).

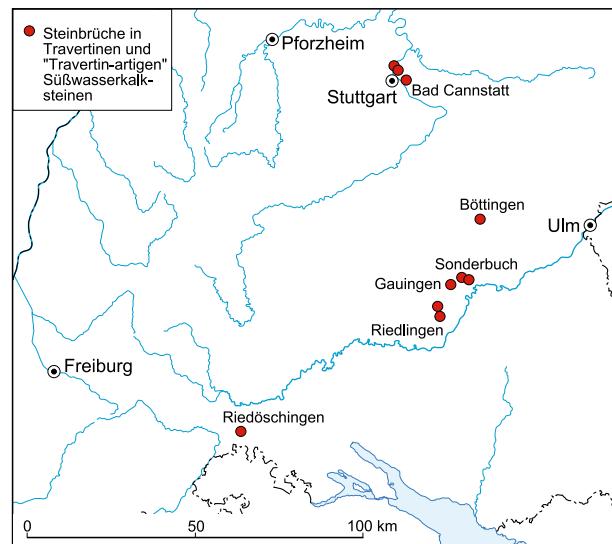


Abb. 4.6-1: Vorkommen von Travertinen und travertinartigen Karbonatgesteinen in Baden-Württemberg: (1) Cannstatter Travertin im Stuttgarter Stadtgebiet; (2) Böttinger Marmor, ein rot gebänderter Thermalsinter des Uracher Vulkanangebietes; (3) „travertinartige“, miozänzeitliche Süßwasserkalksteine bei Zwingenberg-Gauingen und -Sonderbuch und bei Riedlingen auf der südlichen Schwäbischen Alb; (4) Riedöschinger Travertin, ein dem Böttinger Marmor verwandter Thermalsinter.

Die größte Travertinlagerstätte befindet sich westlich des Neckars bei Stuttgart-Bad Cannstatt und Stuttgart-Münster; das verbliebene Abbaugebiet liegt auf Gemarkung Bad Cannstatt, Restvorräte reichen noch bis in das angrenzende Stuttgart-Münster (Abb. 4.6-4 und -5). Diese Sauerwasserkalke bilden beiderseits des Neckars bei Cannstatt mehrere Meter bis Zehnermeter mächtige Ablagerungen, die aus Travertinen, Kalktuffen, Kalksanden und Seekalken bestehen (Abb. 4.6-6 und -7).

Über die einzelnen Vorkommen, anhand oft kurzzeitiger Aufschlüsse untersucht und eingegrenzt, berichtet der nachfolgende Aufsatz von WINFRIED REIFF, dem wohl besten Kenner der Stuttgarter Sauerwasserkalke. Die in Steinbrüchen und Bohrungen nachgewiesenen Mächtigkeiten von travertinführenden Sauerwasserkalken schwanken erheblich, wie Abb. 4.6-7 verdeutlicht. FRANK (1994a) ermittelte um 1950 im Stbr. Haas 13–15 m, im Stbr. Schauflie 6–11 m und im Stbr. Lauster 10–15 m. Die zeitweise im Steinbruch Lauster aufgeschlossene Maximalmächtigkeit betrug 25 m, wovon etwa 18 m zu Werksteinzwecken verwendbar waren. Unmittelbar benachbarte Bohrungen trafen aber oft nur einige Meter Travertin an. Im Stbr. Biedermann in Untertürkheim waren etwa 7 m laminar geschichteter Travertin aufgeschlossen, wovon etwa 5–6 m nutzbar waren.

Der **Begriff Travertin** geht zurück auf das bereits zu römischer Zeit florierende Abbaugebiet bei Tivoli nahe Rom, früher Tibur. Von *Lapis tiburtinus* leitet sich der Begriff „Travertin“ ab. Im Sprachgebrauch der Naturwerksteinindustrie werden, wie erwähnt, ganz allgemein alle polierfähigen, grobporigen bzw. kavernösen, meist jungen, terrestrischen Karbonatgesteine als Travertine bezeichnet, die dem Travertin von Tivoli, heute als „römischer Travertin“ im Handel, ähnlich sind.



Abb. 4.6-2: Cannstatter Travertin, Gesteinsstrukturen in Schnitten senkrecht zur Schichtung: (A) Mauerquader aus hellbeigem, regelmäßig geschichtetem Travertin, Wohnhaus in Stuttgart-Münster (Bildhöhe ca. 60cm); (B) gelblichbrauner Travertin, Fassadenplatte an der Staatsgalerie Stuttgart (Bildhöhe ca. 30cm); (C) Sauerwasserkalk der sog. Brauner Bank mit lagenweisem Wechsel von stark kavernösem und dichtem Sinterkalk (Bildhöhe 7cm); (D) angeschliffene Platte von Cannstatter Travertin mit konzentrisch-schaligen Pisoiden (Bildhöhe ca. 12cm).

4.6.2 Geologisches Alter, Entstehung

Grundsätzlich geht die Bildung von lockeren oder festen, aus Süß- oder Mineralwässern an der Oberfläche ausgeschiedenen Kalken auf folgenden Prozess zurück: Niederschlagswasser nimmt beim Durchsickern des Bodens hauptsächlich biogenes Kohlenstoffdioxid (CO_2) auf. Dieses CO_2 -haltige Wasser löst im Untergrund Karbonatgestein. Am Ort des Quellaustritts wird jedoch CO_2 durch biologische Vorgänge wieder entzogen oder entweicht infolge physikalischer Zustandsän-

derungen. Dabei wird aus dem abströmenden Wasser Kalk ausgeschieden. In den Stuttgarter Mineral- und Sauerwasserquellen ist das CO_2 jedoch wesentlich höher konzentriert als in normalem Grundwasser.

Das mit Kohlenstoffdioxid angereicherte Grundwasser löst Calcium- und Calcium-Magnesiumkarbonate aus dem durchströmten Gestein. Bei diesem Lösungsprozess entstehen kleine und größere Hohlräume im Kalkgebirge (Verkarstung). Gelangt nun Calciumbikarbonat reiches Wasser wieder an die Oberfläche, erniedrigt sich die CO_2 -Konzentration, weil sich das

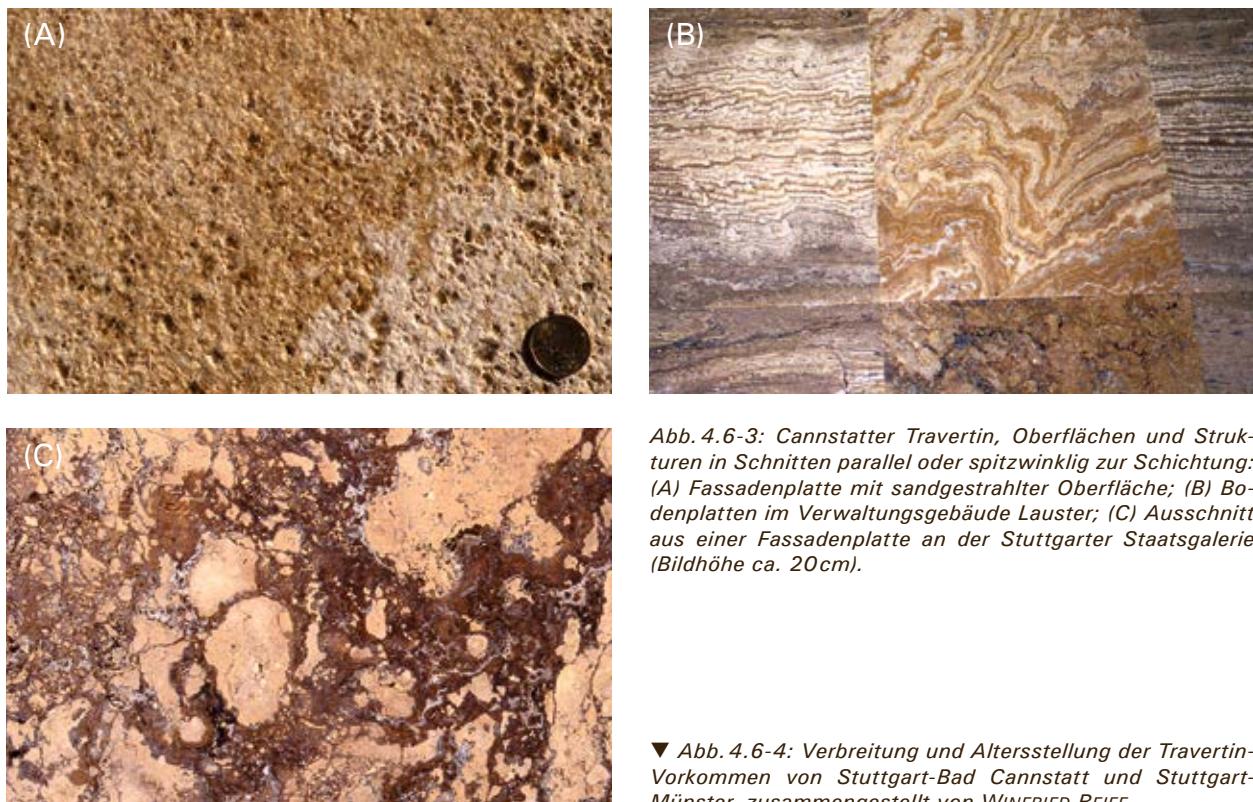
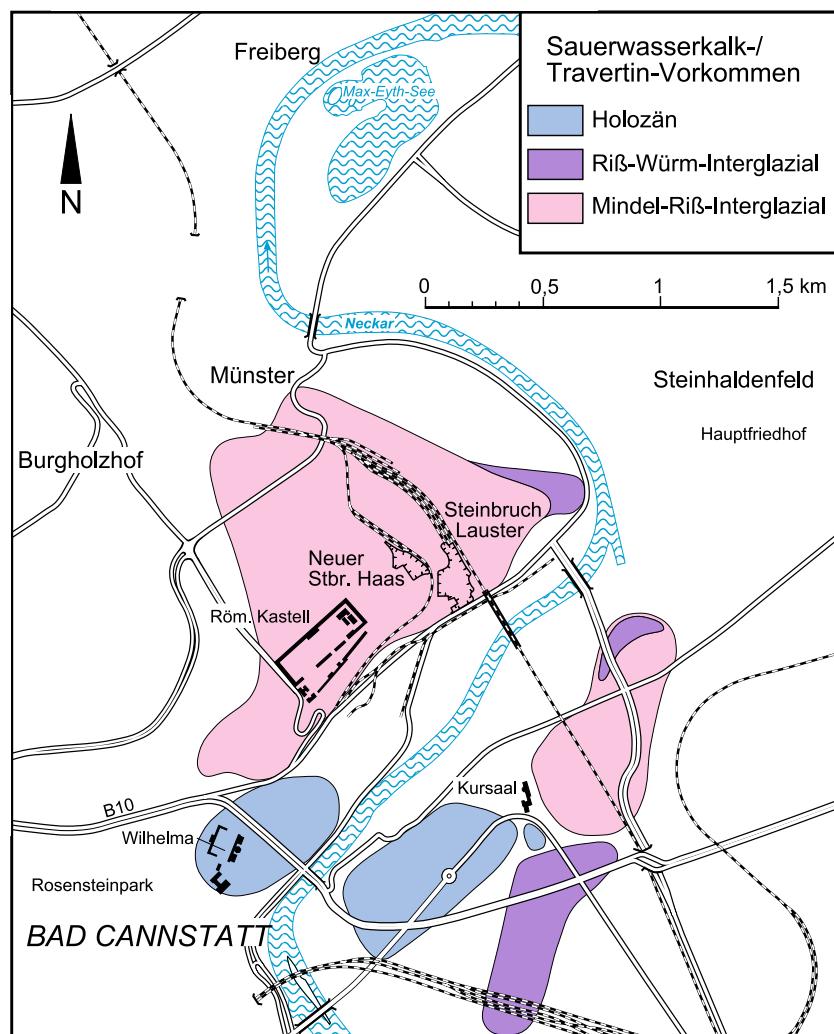


Abb. 4.6-3: Cannstatter Travertin, Oberflächen und Strukturen in Schnitten parallel oder spitzwinklig zur Schichtung: (A) Fassadenplatte mit sandgestrahlter Oberfläche; (B) Bodenplatten im Verwaltungsgebäude Lauster; (C) Ausschnitt aus einer Fassadenplatte an der Stuttgarter Staatsgalerie (Bildhöhe ca. 20cm).

▼ Abb. 4.6-4: Verbreitung und Altersstellung der Travertin-Vorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und Stuttgart-Münster, zusammengestellt von WINFRIED REIFF.

Wasser erwärmt, der Druck durch Ausströmen von leichtflüchtigem CO_2 erniedrigt wird und vom Wasser überströmte pflanzliche Organismen bei der Photosynthese zusätzlich gelöstes CO_2 verbrauchen. Dabei wird Calciumkarbonat ausgefällt, das sich bevorzugt an Moosen, Algen, Mikrobenmatten und Cyanobakterienlagen niederschlägt. Bei diesem Vorgang entstehen je nach Temperatur und Fließgeschwindigkeit der Wässer lockere Quelltuffe bzw. -sande und feste Kalksinter. Nach KOBAN (1993) gehen Kalktuffe, Seekalke und anorganisch gefällte Kalksinter vor allem auf Unterschiede im Geländerelief, in den Fließgeschwindigkeiten und der Beteiligung von Organismen zurück. Die festen Travertine von Cannstatt entstanden in flachen, pfannenartigen Tümpeln an zum Neckar hin entwässernden Hängen (vgl. Abb. 4.6-4 und -8).

Im geologischen Sinne sind echte Travertine nichtmarine Kalksteine, welche infolge von vulkanischen Aktivitäten an heißen Quellen oder Kohlensäuerlingen an oder nahe der Oberfläche, meist in Tümpeln und Hangkaskaden (Abb. 4.6-8) durch weitgehend anorganische Kalkfällung entstehen (PENTECOST 2005).



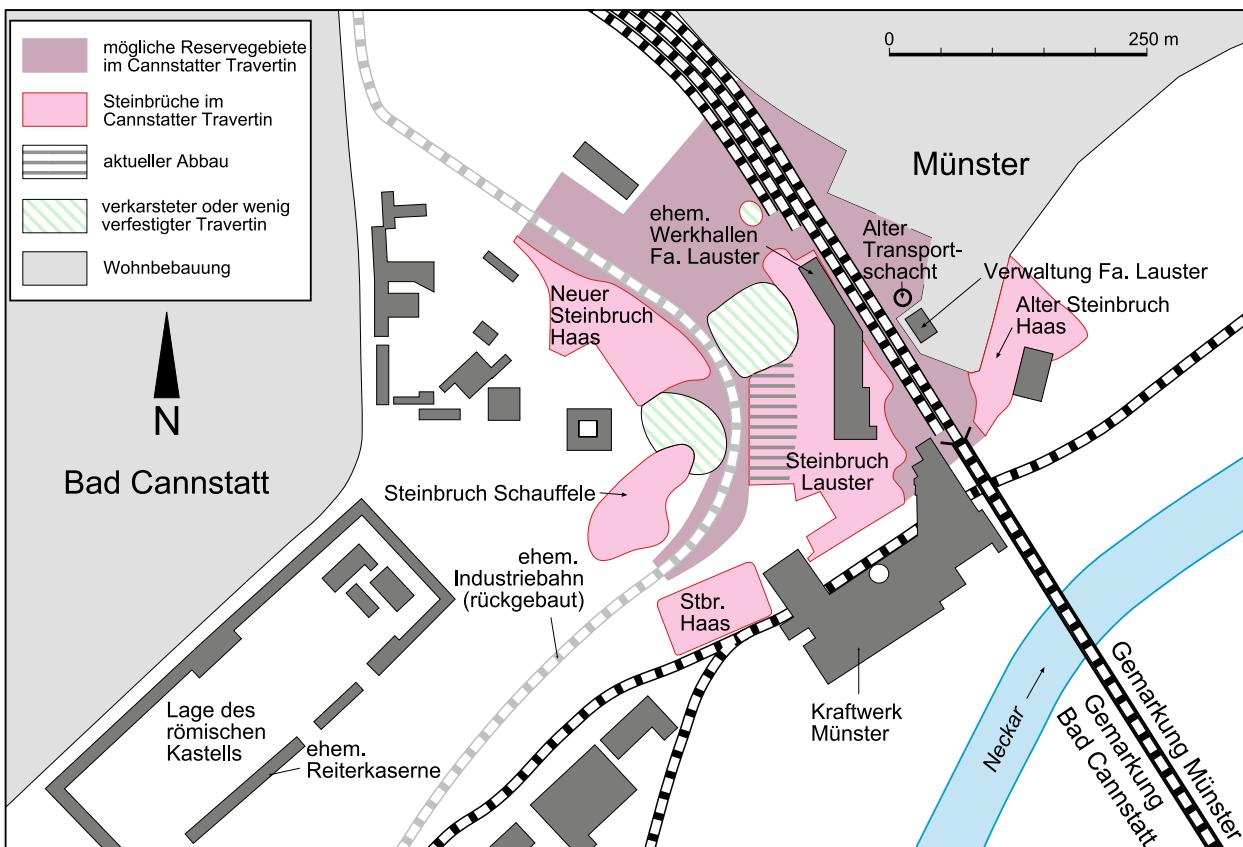


Abb. 4.6-5: Travertinsteinbrüche in Stuttgart-Bad Cannstatt und -Münster sowie Lage und Ausdehnung von Restvorräten an Cannstatter Travertin (Stand 2012).

Besonders schöne Beispiele für rezente Travertinbildung liefern die berühmten Sinterterrassen von Pamukkale in der Westtürkei und von Mammoth Hot Springs im Yellowstone Nationalpark (Abb. 4.6-8). Sinterbecken, welche bei den genannten rezenten Beispielen an der Oberfläche entstehen, blieben aufgrund quartärzeitlicher Erosionsvorgänge in Stuttgart nicht erhalten, sondern nurmehr die darunter folgenden Sinterbänke (Abb. 4.6-7).

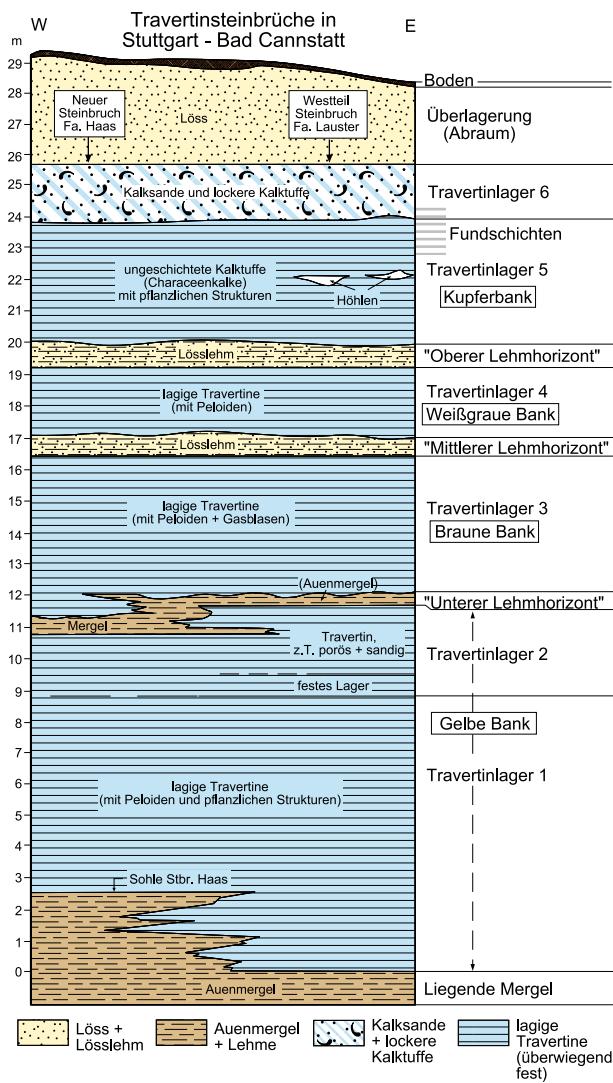
Insgesamt 12 Vorkommen von Sauerwasserkalken sind zwischen der Stuttgarter Innenstadt, Untertürkheim und Münster nachgewiesen worden. Vor allem während der umfangreichen Baumaßnahmen nach dem Zweiten Weltkrieg wurden viele kurzzeitige Aufschlüsse geschaffen, die ein modellhaftes Bild von der Verbreitung und Zeitstellung der verschiedenen Sauerwasserkalke erlauben. Die Vorkommen von Stuttgart-Bad Cannstatt und -Münster lassen sich modellhaft zu fünf größeren Verbreitungsgebieten zusammenfassen (Abb. 4.6-4). Die ausgedehntesten werden dem Mindel-Riß-Interglazial zugeordnet. Zu ihnen gehört die wirtschaftlich wichtigste Travertinlagerstätte nordwestlich des Neckars. In diesen Ablagerungen wurden die Steinbrüche der Firmen Lauster, Haas und Schaufele angelegt (Abb. 4.6-5). Auch die im Parkgelände am Kursaal aufgeschlossenen Bänke von Travertin gehören in diese Zeit. In ihrer Nähe entstanden auch im Riß-Würm-Interglazial Sauerwasserkalke, im Bereich Wilhelma und östlich des Neckars auch im Holozän.

Die Untersuchungen zur Zeitstellung der Travertine von Bad Cannstatt und Untertürkheim, wonach diese in die Mindel-Riß- und Riß-Würm-Interglaziale und in

das Holozän gehören, sind bei CARLÉ et al. (1969), REIFF (in: BRUNNER 1998), FRANK (1994) und GEYH et al. (1999) näher beschrieben (weitere Angaben: s. Beitrag von W. REIFF). FRANK et al. (2000) untersuchten ein Profil im Travertin von Bad Cannstatt an der Deckerstraße und eines im alten Stbr. Biedermann in Untertürkheim mittels Uran/Thorium-Altersdatierung. Die Analysen erbrachten, dass die zwischen der riß- und der würmzeitlichen Vereisung gelegene Travertinbildung im Zeitraum zwischen 99 800 bis 125 000 Jahren stattfand (GEYH et al. 1999).

Die **Bildungsgeschwindigkeit** des Travertins lag während dieser warmzeitlichen Wachstumsphasen meist zwischen 1 und 5 mm pro Jahr (REIFF 1955). Die Travertinbildung ist auf die Warmzeiten des Quartärs beschränkt, weil in den Kaltphasen durch geringe Niederschläge und Permafrostböden die Grundwasserneubildung gering war. Wegen des Fehlens von Aragonit ging REYER (1927) bereits davon aus, dass es sich um kalte Sauerwasserquellen handelte, die den Sinterkalk ausschieden.

Die Travertinlager sind nicht in einem größeren See, sondern auf den verschiedenen, sich mit der Flussentwicklung verändernden Terrassen des Neckars in einem Bereich entstanden, in dem das Flusstal besonders breit war, dem sog. Cannstatter Becken (REIFF 1986). In Folge von syn- und postsedimentärer Verkarstung in den unterlagernden Schichten des Gipskeupers und des Muschelkalks sind die sonst söhlig gelagerten Travertinlager bisweilen gekippt, verkarstet und verlehmt (Abb. 4.6-7).



In den Sauerwasserkalken wurden neben Baumstämme und Blattabdrücken von Eichen, Eschen, Pappeln, Ahorn, Weiden usw. auch Fossilien von Säugetieren und Vögeln nachgewiesen, was belegt, dass die Quellaustritte während der Warmzeiten von vielen Tieren aufgesucht wurden. So wurden z. B. Knochen und Stoßzähne von Waldelefanten (Abb. 4.6-9 A), Hirschen, Wildpferden, Löwen, Hasen, Mäusen, Wildgänse und Singvögeln freigelegt. Nach den Funden lässt sich eine Wald- und eine Steppenzeit unterscheiden. Die klimatischen Bedingungen der Waldzeiten entsprachen etwa denen des heutigen Mittelmeerraums (ADAM et al. 1987).

In den Steinbrüchen Haas und Lauster wurden Artefakte des *Homo erectus* und im Stbr. Biedermann solche des Neandertalers ausgegraben. Feuersteine und kantige Bruchstücke von Muschelkalk, die eingebettet in Travertin im Stbr. Lauster gefunden wurden, werden als solche menschlichen Hinterlassenschaften gedeutet (Abb. 4.6-9 B; REIFF 1986).

Abb. 4.6-6: Idealisierte Schichtenfolge für die Travertinlagerstätte der benachbarten Steinbrüche Haas und Lauster, zusammengestellt nach Profilaufnahmen von REIFF (1955) und KOBAN (1993), mit Angabe der Industriebezeichnungen der Werksteinbänke.

Die Sauerwasserkalke oder Travertine von Stuttgart

– Beitrag von WINFRIED REIFF –

„Sauerwasserkalk“ ist eine seit 1845 gebräuchliche, lokale Bezeichnung für die Kalkabsätze der Stuttgarter Mineralwässer, von Kohlensäuerlingen verschiedener Konzentrationen (VON SEYFFER 1845). Die Austritte der Sauerlinge, in deren Umgebung sich manchmal auch Faulschlamm ansammelte, nannte man Sulzen, weil das austretende Wasser leicht salzig schmeckte. In den Warmzeiten, in einigen Zwischeneiszeiten und in der Nacheiszeit wurden Kalke verschiedener Ausbildung abgelagert. Die Vorkommen erstrecken sich vom Westen Stuttgarts über die Innenstadt, das Hauptbahnhofsgelände und die Unteren Anlagen sowie beidseits des Neckars. Sie sind begrenzt durch die Filder-Randverwerfung bei Münster und nahe dem Katzensteigle in Bad Cannstatt. Etwas abseits liegen die Sauerwasserkalke von Untertürkheim. Die Karten der Abb. 4.6-4 und -5 zeigen die bekannte Verbreitung des Travertins und der Kalktuffe in Stuttgart sowie der darin angelegten Steinbrüche.

Die Travertine, wie die Sauerwasserkalke auch genannt werden, belegen frühere Austritte von Mineralwasser an Stellen, wo dieses heute meist nur noch durch Bohrungen erschlossen werden konnte. Die Römer, die auf der linken Neckarseite ein Kastell und eine Zivilsiedlung errichteten, verwendeten Travertin für ihre Bauwerke nur wenig, da die Gewinnung von gutem Werkstein infolge der meist mächtigen Überdeckung mit Löss, Lösslehm und Hangschutt aufwendig war und Prunkbauten nicht geplant waren. Dasselbe gilt für das Mittelalter und die frühe Neuzeit, als Schilfsandstein der wichtigste Stuttgarter Baustein war.

Aus dem Stuttgarter Talkessel sind zumindest holozäne und letztinterglaziale Travertine, deren Alter durch Fossilien belegt ist, bekannt. Es handelt sich um kleinere isolierte Vorkommen. Mächtigere und feste Travertine fehlen dort weitgehend. Meist findet man nur Sauerwassermergel und Tuffsand. Am Übergang vom Nesenbachtal ins Neckartal hatte sich eine Kalktuffschwelle aufgebaut, hinter der im flachen Wasser Kalktuff abgelagert wurde, eine Situation, wie wir sie aus verschiedenen Albtälern, etwa entlang der Erms, kennen und wie sie besonders lehrreich an den Plitvicer Seen in Kroatien im Entstehen zu beobachten ist. Die Ablagerungen in der Talaue von Cannstatt beidseits des Neckars einschließlich dem Wilhelmagelände sind durchweg holozän. Im Bereich der Wilhelma wurden Artefakte der altneolithischen La-Hoquette-Kultur gefunden.

Auf der rechten Neckarseite liegt in Untertürkheim ein größeres Travertinvorkommen mit sehr guter Steinqualität vor. Es ist im früheren Steinbruch Biedermann gut aufgeschlossen und deshalb auch eingehend untersucht. Die überaus reiche Überlieferung der damaligen Pflanzen- und Tierwelt sowie von Artefakten des Neandertalers (ADAM & BERCKHEMER 1983) erlaubte schon früh die Einordnung in das Riß-Würm- oder Eem-Interglazial, was durch radiometrische Altersbestimmungen (100000–130000 Jahre) bestätigt wurde. Einige Travertinstücke im unterlagernden Kiesfels belegen ein Vorkommen von noch älterem Sauerwasserkalk, wahrscheinlich aus der Holstein-Warmzeit, das aber nicht aufgeschlossen ist. Jungpleistozäne Sauerwasserkalke treten auch in Cannstatt mit dem Anstieg des Geländes aus der Talaue auf, sei es am Seelberg, im Gebiet zwischen Bahnhof und Waiblinger Straße, früher Chaussee, bis hin zum Sulzerrain, dem Gebiet des heutigen Kurparks. Am Seelberg wurden sie auch kurzzeitig abgebaut. Von diesen Vorkommen getrennt lag der städtische Steinbruch am Katzensteigle oberhalb der Hofener Straße und nordöstlich der heutigen Gnesener Straße. Hier wurde im frühen 20. Jahrhundert bereits in großem Stil abgebaut.

Im Kurpark und in entsprechender Höhenlage südlich und nördlich außerhalb desselben, sind Travertine aus dem Mindel/Riß- oder Holstein-Interglazial vorhanden. Am Rand vom Sulzerrain und beim Katzensteigle waren schon 1816 in der Duttenhoferschen Karte (BRÄUHÄUSER 1909) Tuffsteinbrüche festgehalten. In einer Karte zu Beginn des 20. Jahrhunderts sind mehrere Brüche beim Katzensteigle, je nördlich und südlich der Schmidener Straße, eingezeichnet. Sie sind aufgelassen und nicht mehr zugänglich bzw. verfüllt. Von den alten Brüchen am Sulzerrain, die z. T. schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts bestanden, sind zahlreiche Abdrücke von Pflanzen, z. B. auch von *Buxus sempervirens*, überliefert, was nur möglich war, weil der Travertin ohne größere Maschinen von Hand abgebaut und zugerichtet wurde.

In diesen Sauerwasserkalkvorkommen stieß man bei Bauarbeiten an verschiedenen Stellen auf alte Stollen, die seit Beginn des 19. Jahrhunderts zur Ockergewinnung angelegt wurden. Der Ocker wurde von einer kleinen Farbenfabrik in Stuttgart-Hofen geschlemmt und gemahlen und weithin verkauft. Unter dem Kurpark soll sich ein ganzes System solcher Ockerstollen befinden (REIFF 1991).

Links des Neckars ist nur ein Travertinvorkommen bekannt, das nach seiner Höhenlage einigermaßen sicher ins Riß-Würm-Interglazial gestellt werden kann. Es bildet den Fuß des Bergsporns, der in Münster gegen den Neckar vorspringt und die Talaue dort abschließt.

Auf der linken Talseite von Cannstatt ist beim Rosenstein, früher Kahlenberg, ein Prallhang des Neckars entwickelt, der sich bis Münster hinzieht. Er ist am Rosenstein und oberhalb der Wilhelma aus Neckarschottern, die stellenweise zu Nagelfluh verbacken sind, gebildet. Flussabwärts der Wilhelma besteht der Hang aus Travertin über Neckarschottern und wird als „Halden“ bezeichnet. Das über den Halden anstehende Gebiet wird „Altenburg“, nach den Resten des römischen Kastells, und „Auf der Steig“ genannt. Der Travertin an den Halden wurde an mehreren Stellen abgebaut. Ein größerer Bruch erstreckte sich westlich der Brückenstraße in Richtung Steigfriedhof, doch wurde auch an verschiedenen anderen Stellen Sauerwasserkalk ergraben, abgebaut und die meist kleinen Brüche dann wieder aufgefüllt.

Bei den großen Brüchen von Lauster und dem von Haas auf der Gemarkung Münster, wurde der Abbau des Travertins schon Ende des 19. Jahrhunderts ebenfalls vom Hang her vorgetrieben. Beim neuen Steinbruch Haas (Gemarkung Cannstatt), jetzt Travertinpark, und dem Bruch Schaufliele (verfüllt) hat man den Abbau von der mit Löss bedeckten Oberfläche der Terrasse aufgefahrt. Weitere, meist kleinere „Tuffsteinbrüche“ lagen bei der Ziegelei Höfer „Auf der Steig“ am Rand der mit Löss bedeckten Terrasse auf den Gemarkungen Cannstatt und Münster. Die Travertine der Halden und der unmittelbar dahinter liegenden Travertin-Terrasse sind in der Holstein-Warmzeit entstanden. Dafür sprechen u. a. Funde von *Buxus sempervirens*, *Pterocarya caucasica*, *Emis orbicularis*, *Dama dama* und von Artefakten des *Homo erectus*. Oberhalb der Terrasse stehen noch ältere Travertine an, die wohl in der Cromer-Warmzeit gebildet wurden.

Die Abscheidung von Sauerwasserkalk in den Brüchen Lauster, Haas und Schaufliele war mehrfach durch lokale Senkungen infolge von Gips- oder Kalklösung im Untergrund unterbrochen. Die Senken sind mit eingeschwemmtem Lehm plombiert. Die Lehmhorizonte im Travertin dieses Gebiets sind somit nicht ohne weiteres klimatisch zu deuten.

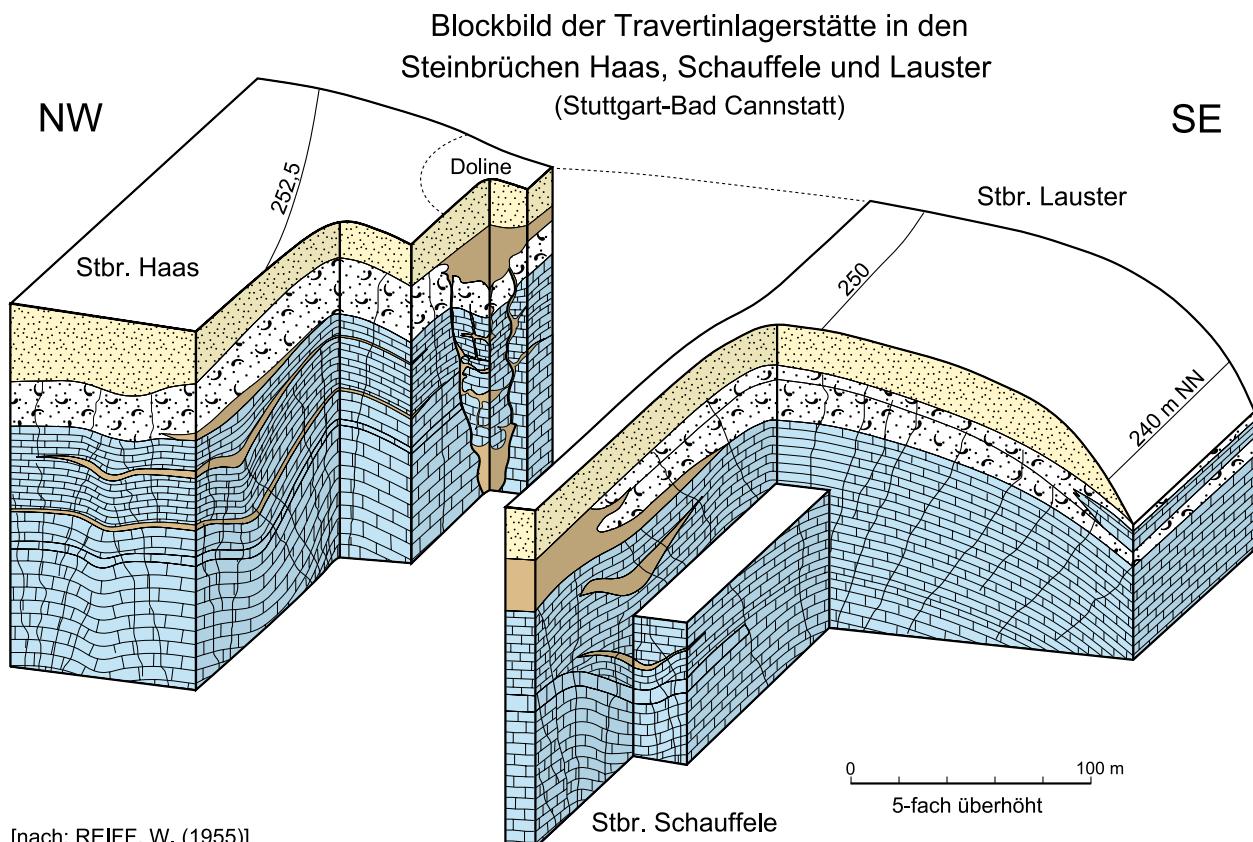


Abb. 4.6-7: Idealisiertes Blockbild für die Travertinlagerstätte von Bad Cannstatt nach Aufschlüssen in den Steinbrüchen HAAS, SCHAUFFELE und LAUSTER (nach: REIFF 1955).

4.6.3 Gesteinsbeschreibung und technische Eigenschaften

Die Beschaffenheit der Sauerwasserkalke von Stuttgart ist recht vielfältig. Neben lagigem, festem Travertin, der zur Werksteingewinnung verwendbar ist (Abb. 4.6-2 und -3), treten auch poröse Kalktuffe, lose Tuffsande, Ocker sowie Mergel auf (REIFF 1955, 1965, 1986, 1991). Der bei Cannstatt in Abbau stehende Travertin ist ein meist gebänderter, teils dichter, teils porös-drusiger oder traubigen- bis nierenförmig kristallisierter Kalkstein. Die Variationen in der Gesteinsfärbung reichen von fast weiß, hellgrau und hellgelblich zu kräftig gelb, gelbbraun oder rostbraun. Die oft rasch wechselnden Variationen beruhen auf unterschiedlichen Anteilen von Brauneisen im Kalkstein. REYER (1927) hat den Travertin eingehend mikroskopisch untersucht und festgestellt, dass die mikrokristallinen, richtungslos liegenden Kalkspatkörner innig miteinander verwachsen sind. Quarz und andere Minerale konnte er im festen Travertin auch in Spuren nicht feststellen. Aufgrund der engen Kornverzahnung der Kalkspatkristalle ist das Gestein polierfähig und weist hohe Verwitterungsbeständigkeit auf.

Im Bereich des Steinbruchs Stuttgart-Bad Cannstatt (RG 7121-6) erreichen die Sauerwasserkalkablagerungen Mächtigkeiten bis ca. 25m. Gewinnbar sind für hochwertige Einsatzbereiche etwa 18m. Zwischen 30 und 80cm mächtige Lehmhorizonte und markante Wechsel in der Beschaffenheit der Sauerwasserkalke erlauben eine Unterscheidung von sechs Travertinlagen (Abb. 4.6-6 und Kap. 4.6.5). Das oberste Travertinlager wird von 3 bis 4,5m mächtigem Löss überdeckt. Wie Kernbohrungen der Fa. Lauster Steinbau zeigten, keilen die Travertinlager aber oftmals auf kurzer Distanz aus und werden von mächtigen tonig-lehmigen Zwischenschichten und Dolinenfüllungen vertreten (Abb. 4.6-5). In einigen Bereichen sind die Travertinlager nur wenige Meter mächtig.

tinlagern (Abb. 4.6-6 und Kap. 4.6.5). Das oberste Travertinlager wird von 3 bis 4,5m mächtigem Löss überdeckt. Wie Kernbohrungen der Fa. Lauster Steinbau zeigten, keilen die Travertinlager aber oftmals auf kurzer Distanz aus und werden von mächtigen tonig-lehmigen Zwischenschichten und Dolinenfüllungen vertreten (Abb. 4.6-5). In einigen Bereichen sind die Travertinlager nur wenige Meter mächtig.

Technische Eigenschaften: Der Cannstatter Travertin steht in mehrere Meter mächtigen Bänken an (Abb. 4.6-10 und -11), in einzelnen Abschnitten und im Randbereich der Vorkommen treten auch dickplattige bis dünnbankige Kalksteine auf. Ansonsten ermöglicht das Vorkommen die Gewinnung sehr großer Blöcke, weshalb in den 1930er Jahren Schwerlastkrane gebaut wurden, um die Rohblöcke weiterverarbeiten zu können. Viele große Rohblöcke hatten Volumina um 40–50m³. REYER (1927, s. Beschreibung unten) berichtet, dass sogar Rohblockmassen bis 1000m³ auftraten. Auf den aus dem Firmenarchiv der Fa. Lauster Steinbau stammenden Fotografien sind die technischen Anlagen erkennbar, die zu Abbau, Transport und Verarbeitung dieser großen Blöcke erforderlich waren (Abb. 4.6-12 und -13).

Als **physikalisch-technische Werte** können nach REYER (1927) (R), FRANK (1944, 1949) (F), LUKAS (1990) und anhand von Prüfzeugnissen der Fa. Lauster (L) von 1979, 1983 und 2007 angegeben werden: Trockenrohdichte: 2,30–2,52g/cm³, Mittelwert 2,35g/cm³; offene Porosität: 7,9–14,1 Vol.-%, Mittelwert 11,6 Vol.-% (7 Messungen); Wasseraufnahme: 1,6–2,3 M.-%, Mittelwert



Abb. 4.6-8: Rezente Beispiele für die Bildung von terrassenförmigen Travertinvorkommen in unmittelbarer Nähe der Austritte der Thermalquellen: (A) und (B) Pamukkale in der Türkei, (C) Mammoth Hot Springs, Yellowstone Nationalpark, Wyoming, USA.

2,1 M.-%. Zur Druckfestigkeit liegen einige Untersuchungen unterschiedlichen Alters vor: Senkrecht zum Lager 720–827 kg/cm², entspricht 70,6–81,1 MPa (R, F); parallel zum Lager 656–807 kg/cm², entspricht 64,3–79,2 MPa (R, F); 48,5–72,0 MPa, Mittelwert 64,0 MPa (L 2007), 81–171 MPa, Mittelwerte 144–161 MPa (Travertin Typ Kupferbank, 1979, 10 Messungen).

FRANK (1949) ermittelte die **Variationen der Druckfestigkeit**. Er untersuchte die porösen und die dichten Lagen des Cannstatter Travertins (vgl. Abb. 4.6-2) in lufttrockenem und wassergesättigtem Zustand: Die porösen Lagen (mit Rohdichten 2,36–2,45 g/cm³) zeigten trocken 56–74 MPa, wassergesättigt 54–76,5 MPa; die dichten Lagen mit einem spez. Gewicht von 2,43–2,52 g/cm³ wiesen trocken 98–129 MPa und wassergesättigt 102–145 MPa Druckfestigkeit auf. Die Wasseraufnahme in den porösen Lagen betrug 1,8 M.-%, in den festen sogar nur 1,3 M.-%.

Biegefestigkeit: 9,0–13,3 MPa (Kupferbank-Travertin); Ausbruchslast am Ankerdornloch (Mittelwert): 1925 N (10 Messungen); Frostbeständigkeit: Nach 25 Frost-Tau-Wechseln keine Veränderungen feststellbar; Frost-Tausalz-Widerstandsfähigkeit: Nach 25 Frost-Tausalz-Wechseln keine Veränderungen feststellbar.

Die hohe Witterungsbeständigkeit des Cannstatter Travertins wird darauf zurückgeführt, dass dieser völlig aus Calcitkristallen mit guter Kornverzahnung besteht und er überwiegend große, vernetzte Poren und Kavernen aufweist (FRANK 1944). In den großen Poren ist die Bildung von Eiskristallen möglich, ohne dass es zur Entstehung von Rissen und Abplatzungen kommt. Der Calciumkarbonatgehalt der Travertine liegt meist zwischen 97 und 98 %, der



Abb. 4.6-9: Funde im Cannstatter Travertin: (A) Elefantenstoßzahn, eingebettet in Sauerwasserkalk (Lager des LAD, Vaihingen a. d. Enz); derartige Funde lassen darauf schließen, dass Tiere zum Trinken an die Quelltümpel gekommen sind. (B) Im Travertin des Steinbruchs Lauster wurden kantige Bruchstücke von Kalksteinen aus dem Oberen Muschelkalk gefunden; nur Urmenschen, vermutlich Mammutjäger, können sie an diesen Ort gebracht haben; der Verwendungszweck der Platte ist allerdings unklar.



Abb. 4.6-10: Regelmäßig horizontal geschichtete Sauerwasserkalke im auflässigen Travertinsteinbruch der Fa. Haas, Bad Cannstatt (2009); Wandhöhe ca. 9m.

Brauneisengehalt beträgt 0,8–1,3 % Fe_2O_3 . Er enthält keine Eisensulfidbeimengungen und führt nur sehr geringe Mengen an Tonmineralen und Quarzkörnchen (Al_2O_3 -Gehalt um 0,1 %, SiO_2 0,3–0,9 %) (FRANK 1944; LGRB-Analytik 2007).

4.6.4 Gewinnung und Verwendung

Die meisten für die Werksteingewinnung bedeutenden Travertinbrüche, genutzt von den Firmen Lauster, Haas und Schauffele, liegen nordwestlich des Neckars (Abb. 4.6-4 und -5). Die heute noch zugänglichen Travertinvorkommen im Stbr. Lauster und dem Neuen Stbr. Haas stellen die Reste ehemals großer Lagerstätten dar.

Die industrielle Gewinnung und Verarbeitung des Cannstatter Travertins begann durch die Fa. Lauster gegen Ende des 19. Jahrhunderts (genaues Jahr nicht bekannt). 1902 erwarb die Fa. Lauster den Blattner'schen Steinbruch. Um 1920/22 wurde die maschinelle Gewinnung und Bearbeitung des Travertins von FRITZ und ADOLF LAUSTER eingeführt. Besonders hervorgehoben werden in der Arbeit von ERWIN REYER (1927) Bruch und Betrieb der Fa. Adolf Lauster & Co., die zur Gewinnung und Verarbeitung des zuvor nur für Mauer- und Randsteine verwendeten Travertins eine Reihe technischer Erfindungen machte und umsetzte (s.u.). Der heutige, zeitweise in Betrieb befindliche Abschnitt im Westteil des Bruchs in Bad Cannstatt wurde um 1960 in Angriff genommen. Im Jahr 1987 wurde das große Werk im Travertinbruch in Stuttgart-Bad Cannstatt stillgelegt (Abb. 4.6-14), nicht aber der Steinbruch, in dem heute noch zeitweise Gewinnung erfolgt. Heute wird der Cannstatter Travertin im Natursteinwerk Maulbronn verarbeitet. Eine kurze Darstellung der Geschichte der Fa. Lauster Steinbau ist in Kap. 1.3.5.2 zu finden.

Nach Auskunft von ALBRECHT LAUSTER hat die Fa. Lauster zu Beginn des 20. Jh. eine Reihe von Erfindungen gemacht, welche die Gewinnung der großen Travertinblöcke wesentlich erleichterte; hervorzuheben sind die Erfindung von Rundlochbohrungen, Spaltkeilen und hydraulischen Pressen. Ausführlich beschreibt REYER (1927: 80) die Gewinnung der Travertinblöcke durch die Fa. Lauster: „Die großen Blöcke (bis 1000 cbm in einer Mächtigkeit bis 5m) werden ohne Pulver nach eigenem Verfahren der Firma gewonnen. Mit Hilfe eines 20-P. S.-Motors wird Wasser unter hohem Druck (bis 500 Atm.) in einen Stahlgußzylinder eingeschossen, der in einen natürlichen Abgang eingebracht wird. (...) Die großen Blöcke werden an Hand genauer Aufnahmen, gegebenenfalls nach Anfertigung von Modellen, zerteilt. In der letzten Zeit hat die Firma einen eisernen Kran aufgestellt, der 50t 35m zu heben imstande ist. Die bearbeiteten Blöcke werden direkt in Eisenbahnspzialwagen mit Hilfe des Krans verladen. Die Zerteilung der Blöcke erfolgt durch Abschroten mittels Luftdruckkompressoren; in die dicht aneinander gereihten runden Löcher werden zwei halbrunde Eisen eingesetzt, zwischen denen ein sehr flacher Keil unter geringer Kraftaufwendung eingetrieben wird. Der Nachteil dieses Verfahrens, dass Blöcke durch

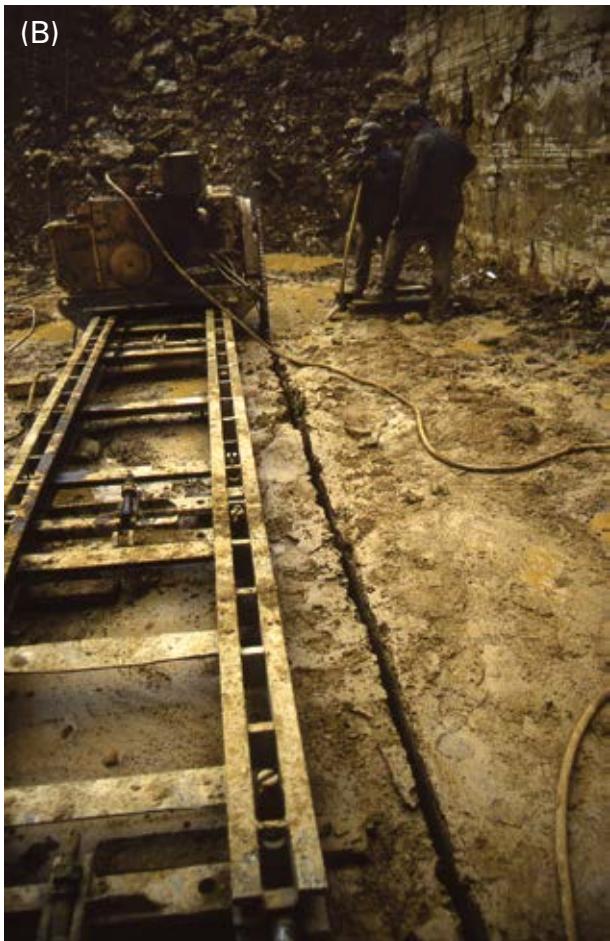


Abb. 4.6-11: Travertinsteinbruch der Fa. Lauster Steinbau, Bad Cannstatt: (A) Westwand des Steinbruchs Lauster mit Zone intensiver spalten- und höhlenartiger Verkarstung (Foto: Juli 2009); (B) Abbau des Travertins mit der Schwertsäge (März 2000); (C) Blick auf eine mit der Schwertsäge frisch freigelegte Wand im Cannstatter Travertin.

schräges Springen für den vorgesehenen Zweck unbrauchbar werden können, veranlasst die Firma, jetzt Drahtseilsägen einzuführen.“

Zu Beginn des 20. Jh. hatte die Fa. Haas gemeinsam mit der Fa. Lauster den Alten Steinbruch Haas genutzt (Lage s. Abb. 4.6-5). Im Jahr 1916 erschloss EUGEN HAAS einen neuen Steinbruch südlich von dem der Fa. Schauffele. HAAS betrieb diesen bis 1988. Die Stadt Stuttgart verpachtete das Gelände Anfang der 1990er Jahre an die Fa. Lauster. Letztmals wurde 2007 dort von der Fa. Lauster Travertin entnommen. FRIEDRICH SCHAUFFELE eröffnete seinen Travertinbruch um 1922, der wenige Jahre darauf von seinen Söhnen RICHARD und WILHELM übernommen wurde. FRITZ SCHAUFFELE gründete 1970 hier die Marmor und Treppe GmbH, die es zum Marktführer für freitragende Treppen aus Naturwerkstein brachte (Infotafeln im Travertinpark). Der Abbau wurde im Stbr. Schauffele um 1960 eingestellt, die Firma aber erst 1997 aufgelöst. Der aufgefüllte Stbr. Schauffele ist heute überbaut. Die restaurierte Kranbahn nebst Gattersäge sowie ausführliche Informationstafeln, die Teil des 2010 eröffneten Travertinparks sind, erinnern an die frühere Gewinnung und Verarbeitung. Der Travertinbruch der Fa. Biedermann in Untertürkheim wurde bereits 1941 aufgelassen (FRANK 1994). Im sog. Stuttgarter Travertinpark, der den neuen Steinbruch Haas und den Stbr. Schauffele einbezieht (Abb. 4.6-5), wird die Entstehung dieses für die Landeshauptstadt so charakteristischen Gesteins erläutert und an seine Nutzung erinnert.

Verarbeitung: Die Fa. Lauster hat nicht nur, wie zuvor berichtet, bei der Gewinnung wichtige Erfindungen gemacht, sondern auch in der Verarbeitung in ihrem Cannstatter Werk (Abb. 4.6-12 und -13) wegweisende technische Innovationen umgesetzt. Sie führte in den 1920er Jahren erstmals Großkreissägen, Großbandsägen, Bandschleifmaschinen und hydraulische Spaltmaschinen ein. Die Bearbeitung der großen Rohblöcke von Cannstatter Travertin beschreibt REYER (1927: 80 f) ausführlich: „Durch Krane werden die zerteilten Blöcke den Maschinen zugeführt. Gattersägen zerteilen den Stein in beliebig starke Platten (bis herunter

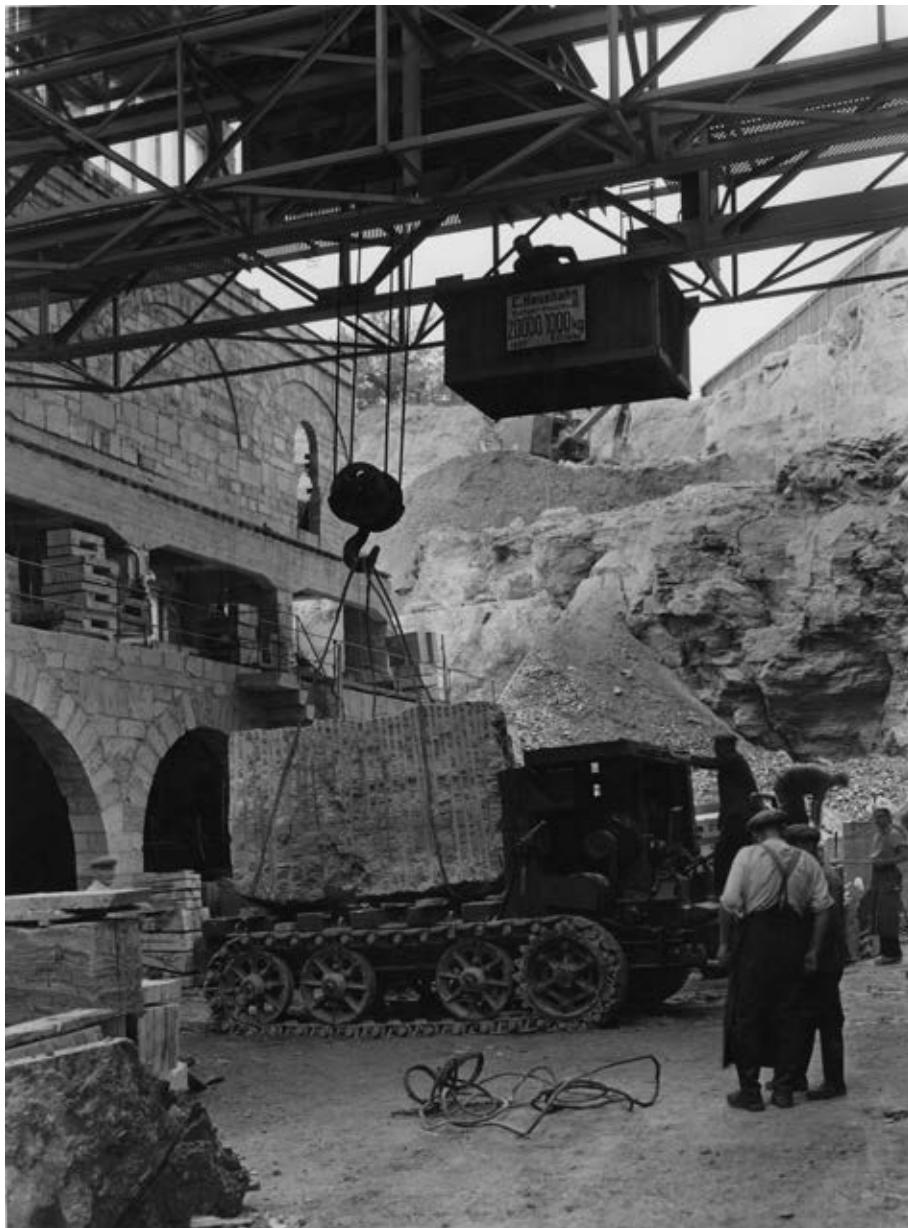


Abb. 4.6-12: Blockanlieferung im Werk der Fa. A. Lauster um 1939; ein durch Bohren und Keilspalten gewonnener Block wird auf einem Kettenfahrzeug angeliefert und mit Hilfe eines Brückenkranes abgeladen.

zu 20mm). Die 60 Sägeblätter einer Gattersäge, die unter Zuführung von Quarzsand und Wasser arbeiten, schneiden in der Stunde 16 bis 20mm tief in den Stein ein. Bei Blockarbeiten kommt die Kreissäge in Anwendung, deren Sägeblätter, die mit Diamantsplitter oder mit Korund besetzt sind, beliebig weit von einander einstellbar sind. Für runde Arbeiten, wie Säulen usw., ist eine Drehbank vorhanden, auf der auch poliert wird. Auf der Hobelmaschine werden besonders Profile vorteilhaft hergestellt. Schleifarbeiten werden auf Schleifmaschinen hergestellt, die mit künstlichem Korund arbeiten.“ Händische Schleifarbeiten wurden mittels der heute noch besonders für Polierarbeiten gebräuchlichen Zinnasche (Zinnoxid) vorgenommen. Die beim Sägen angefallenen Reststücke wurden für Vorsatzmaterial oder Terrazzokörnungen zerkleinert. Heute werden im Werk Maulbronn aus dem Cannstatter Travertin, ebenso wie aus Blöcken von römischem und türkischem Travertin, vor allem Boden- und Fas-

sadenplatten hergestellt. Die Blöcke werden zuerst in Gattersägen zerteilt, die Platten dann geschliffen, poliert und zugesägt. Daneben werden auch Werksteine für Massivarbeiten (z.B. Grabsteine) und für Restaurierungszwecke ausgeliefert.

Verwendung: Der Cannstatter Travertin kann aufgrund seiner guten Kornbindung innerhalb der dicken Bänke sowohl senkrecht als auch parallel zur Schichtung gesägt werden, was zu unterschiedlichen Erscheinungsbildern führt. Bemerkenswert ist auch seine langfristige Witterungsbeständigkeit, weshalb er sogar für Randsteine und Gehwegplatten eingesetzt wurde. FRANK (1944) nannte als wichtigste Produkte aus Travertinen von Cannstatt und Untertürkheim: Bausteine, Wandbekleidungen, Tischplatten, Kamine und Brunnen sowie Denkmale und Bildhauerarbeiten. Muster für die verschiedenartigen Gestaltungsmöglichkeiten von Böden, Wänden, Treppen und Fenstergesimsen werden im Verwaltungsgebäude der Fa. Lauster Steinbau, Stuttgart-Münster, Enzstraße 40, präsentiert. Verwendungsbeispiele sind im Stuttgarter Stadtbild an vielen Stellen zu finden (Abb. 4.6-14 bis -18). Auch in Berlin wurden mehrere Geschäfts- und Privathäuser mit Fas-

sadenplatten aus Cannstatter Travertin verkleidet (Abb. 4.6-19). Generell steht heute die Produktion von geschliffenen, polierten und gestockten Fassaden- und Bodenplatten sowie Treppensteinen und Fensterbänken im Vordergrund, kleinere Blöcke werden für den Gartenbau als Mauer- und Ziersteine eingesetzt. In letzter Zeit wurde der Travertin aus Cannstatt auch wieder für Grabstein- und Denkmalarbeiten nachgefragt.

An bedeutenden **Bauwerken aus Cannstatter Travertin** sind beispielhaft zu nennen (nach mdl. Angaben der Fa. Lauster Steinbau, Lauster Steinbau 2009b, Betriebsakten des LGRB und REYER 1927):

- Stuttgart: Mittnachtbau in der Königsstraße (erbaut 1926–1928, heute Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst), Herz-Jesu-Kirche in Stuttgart-Gaisburg, Neue Staatsgalerie (1984) (Abb. 4.6-18), Haus der Geschichte und Haus der



Abb. 4.6-13: Verarbeitung im Natursteinwerk A. Lauster: (A) Blick in die sog. Vierkranenhalle um 1939, vier Brückenkäne transportierten Travertinblöcke zu den Steinsägen; (B) in der Gitterhalle im oberen Werk (um 1928) wurden die Blöcke durch Gattersteinsägen in Platten zerteilt; (C) Bearbeitungs- und Versandhalle um 1939/40; (D) eigens entwickelte Hobelmaschine bei der Bearbeitung eines Travertinwerkstücks.



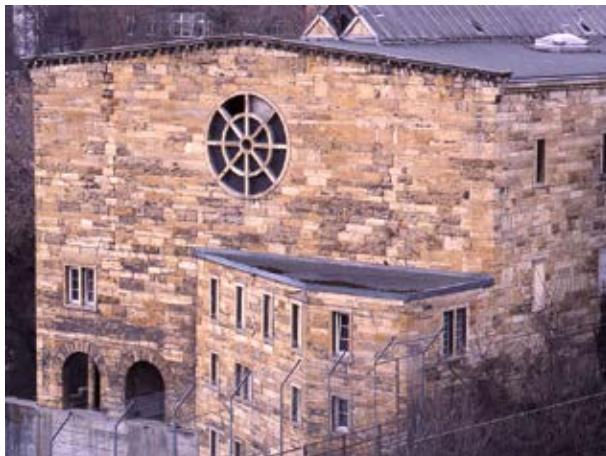


Abb. 4.6-14: Ehemalige „Lausterhalle“ aus massivem Travertinmauerwerk; sie wird heute von einem Recyclingbetrieb genutzt (Foto 2011).

- Abgeordneten; Steigenberger Hotel Graf Zeppelin (1931) am Hauptbahnhof, Kaufhaus Schocken (weitere Angaben für Stuttgart s. u.)
- Ludwigsburg: Stadthalle „Forum“
 - Heidenheim a. d. Brenz: Industrie- und Handelskammer
 - Lindau: Post- und Zollamt
 - Frankfurt: I. G.-Farbenhaus (1928–1931), heute Joh. Wolfgang v. Goethe-Universität
 - Köln: Hotel Monopol
 - Duisburg: DEMAG-Verwaltungsgebäude
 - Düsseldorf: Foyer Fa. Henkel (1926)
 - Berlin: Flughafen Tempelhof, Gesimse und Pilaster (1938/40), Geschäftshaus Gendarmenmarkt Berlin (Abb. 4.6-19 A)
 - Breslau: Kaufhaus Petersdorff (1928)
 - Den Haag: verschiedene Bankgebäude
 - Rotterdam: Vorhalle des Postamts
 - Zug in der Schweiz: Einkaufszentrum „Metalli“ (1987)
 - Buenos Aires, Argentinien: Banco Popular Argentino (1931).

REYER (1927) berichtet, dass außerdem eine große Zahl von Denkmälern und Grabsteinen sowie verschiedene kunstgewerbliche Arbeiten wie verzierte Kaminvorbauten, Vasen und Brunnen (Abb. 4.6-17) aus Cannstatter Travertin ausgeführt wurden. Weitere Beispiele sind die Einfriedungen und die Einsegnungshalle auf dem Waldfriedhof, die in den 1930er Jahren errichtete Wohnanlage Emser-, Waiblinger- und Nauheimer Straße mit Bruchsteinmauerwerk im „Stuttgarter Heimatstil“, Privathäuser in der Erzberger Straße 45–59, der Friedrich-Ebert-Str. 44–56, in der Austraße in Stuttgart-Münster sowie der Daimler-Turm im Kurpark, unterhalb dessen Travertinwände anstehen.

Beim Steinbruch Lauster erinnern 14 mächtige Travertinsäulen an der Neckartalstraße beim Kraftwerk Stuttgart-Münster, die oberhalb davon gelegene Fabrikantenvilla, die benachbarte Vierkranenhalle und das Verwaltungsgebäude in der Enzstraße 46 an die große Zeit der Travertingewinnung und -verarbeitung (Abb. 4.6-14 bis -16). Dieses Ensemble wurde 1987 „aus heimatgeschichtlichen, wissenschaftlichen und



Abb. 4.6-15: Die monumentalen, ca. 13m hohen und 1,75m dicken Travertinsäulen zwischen Stbr. Lauster und Kraftwerk Münster; sie wurden 1939 von den Nationalsozialisten für den geplanten Mussoliniplatz in Berlin bestellt, aber nie abgeholt.

künstlerischen Gründen“ als Kulturdenkmal eingestuft (PRESSLER 2010: 119). Die kuriose Geschichte der 14 Travertinsäulen, die heute reichlich verloren in einer nüchternen Industrieumgebung stehen, sollte nicht unerwähnt bleiben: Im Jahr 1939 wurden diese etwa 13m hohen Säulen von der Stadt Berlin bei der Fa. Lauster für ein geplantes 45m aufragendes, monumentales Denkmal auf dem „Mussolini-Platz“ in Berlin bestellt, dann aber nie abgeholt, weil auch dieses großenwahnsinnige Projekt der Hitler-Diktatur durch die Kriegsereignisse vereitelt wurde. Nach dem Krieg wurden sie von der Fa. Lauster zurückgenommen und am Eingang des Werksgeländes aufgestellt (Abb. 4.6-15).

4.6.5 Varietäten und wichtige Steinbrüche

Als Werksteinqualitäten sind einerseits die hellen und gelblichbraunen, gestreiften und wolkigen Varietäten zu nennen, andererseits die sog. Kupferbank-Varietät, die einen ocker- bis rotbraunen Ton aufweist



Abb. 4.6-16: Mauer, Gehwegplatten und Randsteine aus Cannstatter Travertin, Stuttgart-Münster, Enzstraße.

(Abb. 4.6-2 und -3). Alle werden geschliffen und poliert angeboten. Trotz der weiten Ausdehnung unterschiedlicher Sauerwasserkalkvorkommen im Cannstatter Becken erwiesen sich nur drei Bereiche als von wirtschaftlicher Bedeutung: (1) Das Gebiet Untertürkheim mit dem Steinbruch der Fa. Biedermann (etwa 3,5 km SE vom Stbr. Lauster), (2) das Gebiet NW des Neckars beim heutigen Kraftwerk Münster, wo die Steinbrüche Haas, Lauster und Schafffele liegen, und (3) das Gebiet Sulzerrain-Katzensteigle in Bad Cannstatt rechts des Neckars. In letztgenanntem Bereich lagen heute längst überbaute städtische Steinbrüche (Abb. 4.6-4). Die am Katzensteigle waren noch in der ersten Hälfte des 20. Jh. in Betrieb, die am Sulzerrain wurden im 19. Jh. genutzt (s. Beitrag von W. REIFF).

Bei Untertürkheim im ehem. Stbr. Biedermann treten über Neckarkiesen und -auemergeln etwa 9–10 m mächtige Sauerwasserkalke des Riß-Würm-Interglazials auf, die ein Oberes und ein Unteres Travertinlager enthalten. Die nutzbaren Mächtigkeiten lagen mit 6–7 m deutlich unter denen am linken Neckarufer bei Cannstatt.

Im **Abaugebiet der Fa. Lauster** in Bad Cannstatt (RG 7121-6) treten sechs Travertinlager aus dem Mindel-Riß-Interglazial (Holstein-Warmzeit) auf. Einschaltungen von Aue-, Hang- und Lösslehmern ermöglichen eine Korrelation benachbarter Steinbruchprofile (Abb. 4.6-6). Für den Cannstatter Travertin im Steinbruch der Fa. Lauster Steinbau in Stuttgart-Bad Cannstatt stellte REIFF (1955) folgendes Idealprofil auf (Lage des Profils im Westteil des Bruchs Lauster bei R 3⁵16 010, H 5⁴08 920, Höhe = 250 m NN):

250,0 – 246,0 m NN	Löss, oben humoser Boden
246,0 – 244,4 m NN	Travertinlager 6: Tuffsand, grauweiß, stellenweise fester Travertin
244,4 – 240,8 m NN	Travertinlager 5 („Kupferbank“): Travertin, hellockerbraun, hart, enthält Schnecken und Hohlräume
240,8 – 240,1 m NN	Lehm, gelbgrün („Oberer Lehmhorizont“)

240,1 – 238,0 m NN	Travertinlager 4: Travertin, ockerbraun, meist geschichtet Lehm, grünlichgelb („Mittlerer Lehmhorizont“)
238,0 – 237,2 m NN	Travertinlager 3: Travertin, ockerbraun, geschichtet, gelblicher Kalkstein mit ockerbraunem Kalk wechselnd Lehm, Weißjurakalkgerölle („Unterer Lehmhorizont“, Aue-mergel)
237,2 – 232,9 m NN	Travertinlager 2: Travertin, ockergelb, teilweise unverfestigt, stark porös
232,9 – 232,6 m NN	Untere Bank des Travertinlagers 2: Travertin, gelblichgrau bis weißlichgrau, dicht, enthält zahlreiche Schneckenkerne (Succineen)
232,6 – 230,3 m NN	Travertinlager 1: Travertin, weißgrau bis ockerbraun, geschichtet oder gebändert [Basis der Nutzschicht]
230,3 – 229,6 m NN	Neckarauemergel, ockergelb mit rostfarbenen Flecken und Bändern (Auemergel).
229,6 – 220,8 m NN	
220,8 – 220,4 m NN	



Abb. 4.6-17: Brunnenfigur des Lautenschlägerbrunnens in Bad Cannstatt, 1934 erstellt von JAKOB KLEMENT aus Cannstatter Travertin.



Abb. 4.6-18: Fassadenplatten aus Cannstatter Travertin im regelmäßigen Wechsel mit Schilfsandstein aus Sinsheim-Weiler, Sockel aus Granit; Stuttgarter Staatsgalerie; das 1984 fertiggestellte Bauwerk im Stil der Postmodernen Architektur wurde vom Londoner Architekturbüro James Stirling, Michael Wilford & Associates entworfen (<http://de.wikipedia.org/wiki>).

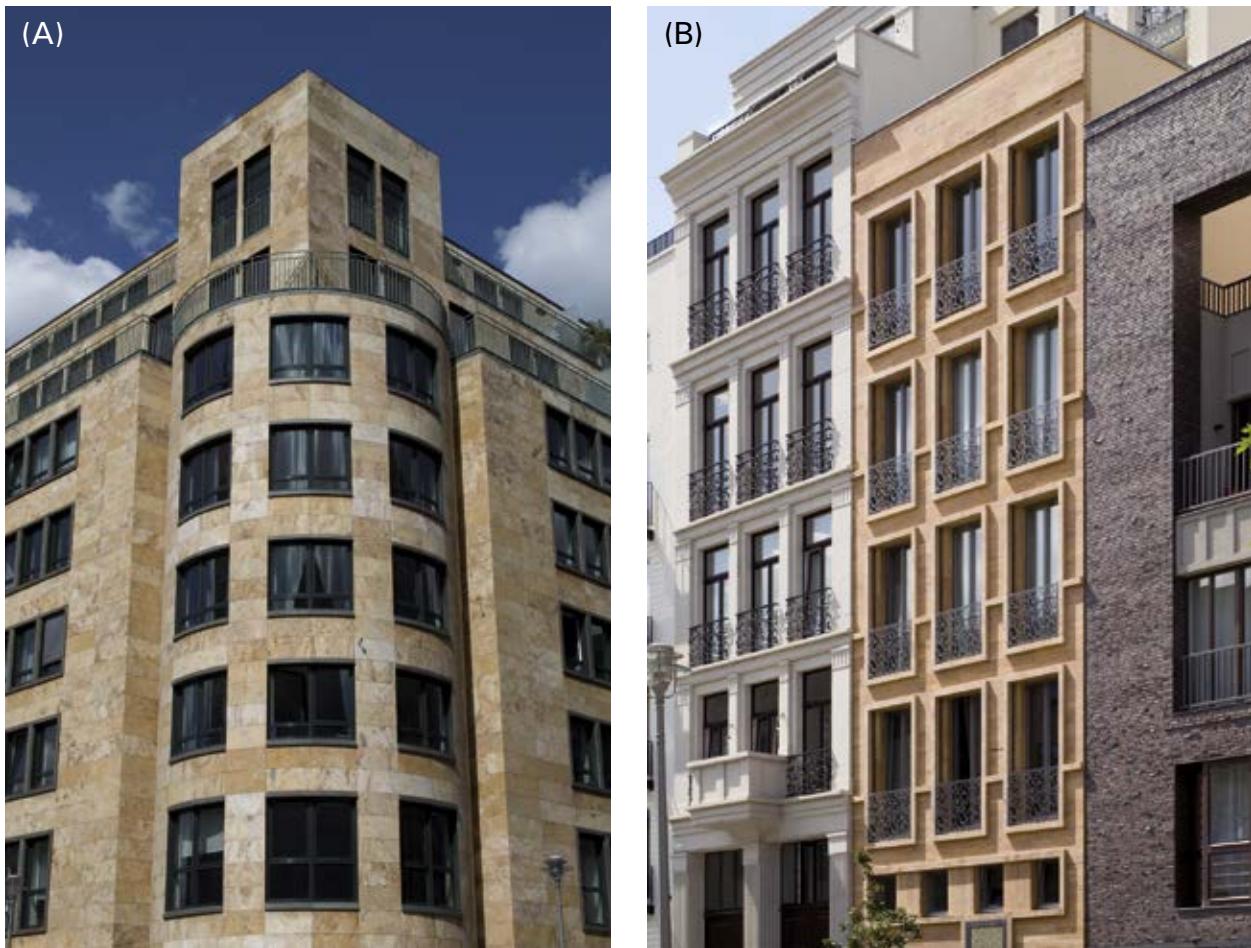


Abb. 4.6-19: Moderne Berliner Bauten mit Fassadenplatten aus Travertin: (A) Geschäftsgebäude am Gendarmenmarkt, (B) Cannstatter Travertin an einem Wohnhaus in Berlin-Mitte.

NNW des Lauster-Bruchs wurden im Zusammenhang mit einem Programm zur Altlastenerkundung Kernbohrungen abgeteuft, die belegen, dass die Überlagerungsmächtigkeiten durch Löss und die Travertinmächtigkeiten bereits im Abstand von nur 50–100m raschen Schwankungen unterworfen sind. Die Travertinoberfläche muss ausgeprägte Höhenunterschiede aufweisen, Verkarstungserscheinungen im unterlagernden Gipskeuper tun ein Übriges. Die Bohrung Bo7121/3171 (Ansatzpunkt R = ³⁵ 15 900, H = ⁵⁴ 09 150, Höhe = 253,74m NN) lieferte folgendes Profil:

0,0 – 1,7m	Auffüllung
1,7 – 5,5m	Löss
5,5 – 7,7m	Travertin, dicht, feingeschichtet, kaum porös, braun und weißlich, gelbschlierig
7,7 – 10,0m	Travertin, porös, feinschichtig, weiß, stark rotschlierig
10,0 – 12,4m	Travertin, weiß, stark rostig, porös, mit dünnen Schlufflagen
12,4 – 13,8m	Travertin, weiß-gelbfleckig, mit Schlufffeinschaltung
13,8 – 21,9m	Travertin, z. T. stark schaumig, wechselnd porös, weiß, gelbschlierig
21,9 – 23,7m	Auelehm
23,7 – 24,9m	Neckarkies

Darunter: Schluff- und Tonsteine des Gipskeupers (Grabfeld-Formation).

4.6.6 Aktuelle Gewinnung und Bezugsmöglichkeiten

Der Cannstatter Travertin wird nur mehr im Steinbruch der Fa. Lauster Steinbau in Stuttgart-Bad Cannstatt gewonnen. Früher fand der Abbau vor allem durch engständiges Bohren, Abkeilen und hydraulisches Abdrücken statt, heute werden die gewünschten Rohblöcke durch Schneiden mittels diamantbesetzter Schrämm- bzw. Kettensägen aus dem Lager gewonnen (Abb. 4.6-11 B). Die Gewinnung erfolgt somit außerordentlich materialschonend. Seit 2004 wird die Weiterverarbeitung des Cannstatter Travertins im zentralen Werk der Fa. Lauster in Maulbronn vorgenommen.

Bezugsmöglichkeit: Fa. Lauster Steinbau GmbH, Natursteinwerke, Enzstraße 46, 70376 Stuttgart; Internet: www.laustersteinbau.de/kontakt.htm; Werk: Fa. Lauster Steinbau GmbH, Stuttgarter Str. 73, 75433 Maulbronn.

4.6.7 Potenzial

Die nachgewiesene Erstreckung der Travertinvorkommen von Cannstatt ist in der Karte von Abb. 4.6-4 dargestellt. Abb. 4.6-5 zeigt, dass die wichtigste Lagerstätte nordwestlich vom Kraftwerk Münster weitgehend überbaut und allseitig von

Siedlungs- und Gewerbegebäuden sowie Verkehrswegen umgeben ist. Im Westen, Süden und Osten wurde der Travertin in den Steinbrüchen der Firmen Lauster, Schauffele und Haas bereits fast vollständig gewonnen. Die Restvorräte in diesem Gebiet sind gering, zumal einige größere Bereiche infolge von Verkarstung oder geringer Travertinmächtigkeit nicht für die Werksteingewinnung infrage kommen. Durch den erfolgten Rückbau der Gleisanlagen der Industriebahn stehen westlich und vor allem nordwestlich des Stbr. Lauster jedoch auf einem schmalen Streifen noch Vorräte an Travertin von nachgewiesenermaßen guter Qualität zur Verfügung. Das Gelände befindet sich im Besitz der Stadt Stuttgart, die seit 2010 allerdings eine Nutzung des alten Industriegeländes für Freizeit und Erholung favorisiert. Nur wenn es gelingt, einerseits eine wirtschaftlich realisierbare Gesteinsgewinnung und andererseits das geotouristische sowie industriegeschichtliche Konzept des Travertinparks einschließlich der Planung von Rad- und Spazierwegen zu verknüpfen, wird zumindest mittelfristig noch Werksteinmaterial zur gewerblichen und denkmalpflegerischen Nutzung zur Verfügung stehen können.

Kurzfassung: Es handelt sich beim Cannstatter Travertin um einen harten, lagenweise kavernösen oder dichten,witterungsbeständigen, architektonisch attraktiven Sinterkalkstein, der in weißlichgrauen, hellbeigen und kräftig ockerbraunen Tönen vorkommt. Bei Cannstatt treten max. fünf Travertinlager in einer Gesamtmächtigkeit bis etwa 25 m auf. Die auch als Sauerwasserkalke bezeichneten Karbonatgesteine quartären Alters bilden beiderseits des Neckars bei Bad Cannstatt und Stuttgart-Münster Ablagerungen aus Kalktuffen, Kalksanden und Seekalken, in die gut verfestigte Travertine eingeschaltet sind. Ihre Entstehung ist auf ein aufsteigendes, hochmineralisiertes, CO₂-reiches Fließsystem zurückzuführen, das bis in das Uracher Vulkangebiet der Schwäbischen Alb zurückverfolgt werden kann. Die festen Travertine von Cannstatt entstanden in Tümpeln und Kaskaden an zum Fluss hin entwässernden Hängen in der gleichen Weise, wie die berühmten Sinterterrassen von Pamukkale und im Yellowstone Nationalpark. Für große Werkstücke oder Wand- und Bodenplatten konnte dieser gut polierfähige Travertin erst verwendet werden, als nach 1890 leistungsfähige Abbau- und Verarbeitungsgeräte zur Verfügung standen. Berühmte Bauwerksbeispiele sind die Neue Staatsgalerie und der sog. Mittnachtbau auf der Königsstraße (Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst) in Stuttgart, das I.G.-Farbenhaus in Frankfurt a. M. (jetzt Universität) oder das Einkaufszentrum Metalli in Zug/Schweiz. Heute gewinnt und verarbeitet nur noch die Fa. Lauster Steinbau aus Stuttgart dieses besondere Gestein.

4.7 Eisensandstein (Doggersandstein, Donzdorfer Sandstein)

– WOLFGANG WERNER –

4.7.1 Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung

Der Eisensandstein gehört zu den wichtigsten historisch genutzten Bau- und Bildhauersteinen Ostwürttembergs und des angrenzenden fränkischen Raums; zahlreiche Kirchen, Burgen, Schlösser und Profanbauten sind aus ihm errichtet worden (Abb. 4.7-1).

Nach dem früher wichtigen Abbaugebiet wird er auch als „Donzdorfer Sandstein“ bezeichnet. Er ist namensgebend für die Eisensandstein-Formation im östlichen Württemberg (Abb. 4.7-2 und -3). Diese Formation ist Teil des als Braunjura, Dogger oder Mitteljura bezeichneten ertgeschichtlichen Abschnitts; er wird dem Ober-Aalenium (früher: Dogger beta) zugeordnet. GÜMBEL (1864: 39) war der Erste, der den Begriff Eisensandstein in einer Publikation verwendete: „*In Folgendem gebrauchen wir die Bezeichnung Eisensandstein oder Doggersandstein. Es ist dies die Stufe des Ammonites Murchisonae*“.

Im mittleren und südwestlichen Teil der Schwäbischen Alb ist der Dogger beta überwiegend tonig-mergelig beschaßen, erst ab Kirchheim unter Teck entwickelt sich die für die Ostalb typische Fazies mit sandigen Tonsteinen, mehrere Meter mächtigen, eisenreichen Sandsteinen und einzelnen Eisenerzflözen (Abb. 4.7-2 bis -4). Letztgenannte wurden bei Aalen-Wasseraufingen bis 1939 und Geislingen a. d. Steige bis 1962 zur Eisenerzgewinnung abgebaut (FRANK et al. 1975; WAGENPLAST & WERNER 2001). In Lauchheim treten über dem Eisensandstein zwei bis 0,6 m mächtige Horizonte mit braunroten Eisenoolithen auf, die den Aalener und Wasseraufinger Erzhorizonten zeitlich entsprechen (Abb. 4.7-5).

In die bei Geislingen a. d. Steige insgesamt 50–60 m und im Raum Aalen–Bopfingen noch 30–40 m mächtige, überwiegend tonige Eisensandstein-Formation der Ostalb sind drei Sandsteinhorizonte eingeschaltet, die über viele Jahrhunderte in großem Umfang zur Gewinnung von Werksteinen verwendet wurden: Der Obere und der Untere Donzdorf-Sandstein (Abb. 4.7-3) sowie der zwischengeschaltete, seltener nutzbare Personatensandstein. Die größte Mächtigkeit besitzen die werksteintauglichen Eisensandsteinpakete im Gebiet zwischen Aalen und Bopfingen mit 5–8 m, bei Donzdorf erreichen sie ganz lokal 5–6 m Mächtigkeit, sonst sind sie dort 2–4 m mächtig (GEYER et al. 2011, Abb. 90). Bei Weilheim a. d. Teck ist der Werksandstein meist um 3–4 m, lokal auch 9 m mächtig. Die Werksteinhorizonte bei Weilheim a. d. Teck und bei Lauchheim gehören stratigraphisch dem Unteren Donzdorf-Sandstein an, der vom über 100 m mächtigen Opalinuston



Abb. 4.7-1: Der Eisensandstein Ostwürttembergs in typischer Beschaffenheit und Verwendung – als haltbarer Mauerstein und als fein zu bearbeitender Ornamentstein. Für das im 16./17. Jh. im Stil der Renaissance erbaute Bollwerk der Kapfenburg bei Lauchheim haben die Baumeister konsequent darauf geachtet, dass die Schichtung der Sandsteinquader stets senkrecht zur Richtung des größten Drucks orientiert ist.

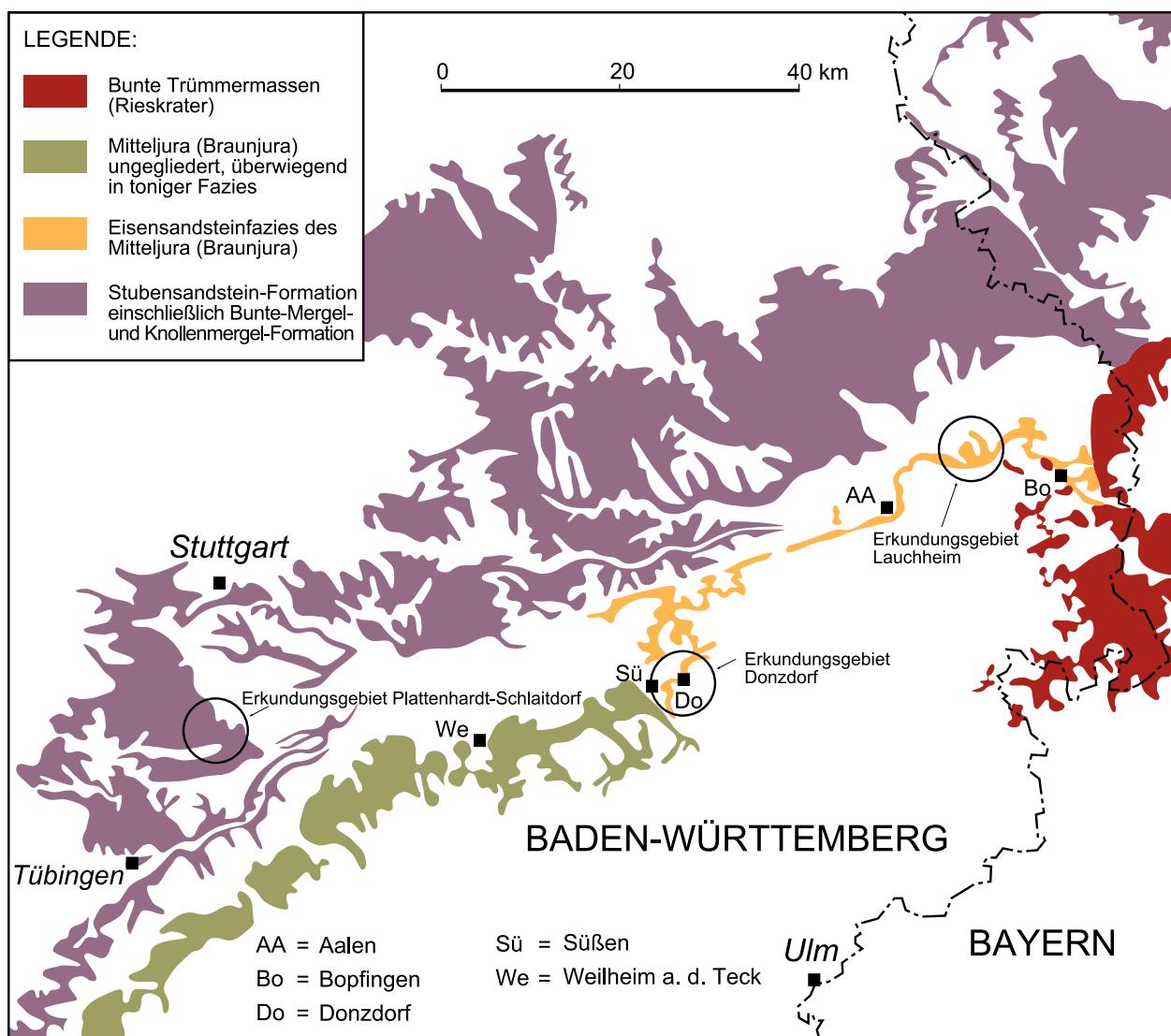


Abb. 4.7-2: Geologische Übersichtskarte mit Darstellung des Ausstrichs der Eisenstein-Fazies und der überwiegend tonig entwickelten Mitteljura-Schichten westlich von Süßen; bis Weilheim a. d. Teck sind noch werksteintaugliche Sandsteine eingeschaltet. Auf der Karte sind auch die Gebiete markiert, in denen Erkundungsarbeiten für die Wiederinbetriebnahme historischer Sandsteinbrüche anlässlich der Renovierung des Ulmer Münsters durchgeführt wurden.

unterlagert und von 15 m mächtigen sandigen Ton- und tonigen Feinsandsteinen der Personatensandsteinregion (Teil der Eisenstein-Formation) überlagert wird (Abb. 4.7-3 und -5). Bei Donzdorf befinden sich die früher genutzten Eisensteinbänke im Niveau des Oberen Donzdorf-Sandsteins.

Früher wurde die gesamte Eisenstein-Formation nach der häufigen Muschel *Pecten personatus* (= *Parvamussium pumilus* vgl. GEYER et al. 2011) „Personatensandstein“ genannt. Stratigraphisch wird in dieser Formation heute zwischen dem Unteren Donzdorf-Sandstein, dem Personatensandstein und dem Oberen Donzdorf-Sandstein unterschieden (FRANZ & NITSCH 2009). Nach früher wichtigen Abbaugebieten trägt die Werksandsteinfazies Lokalnamen wie „Donzdorfer Sandstein“, „Westhauser Sandstein“ (REYER 1927) und „Weilheimer Sandstein“. Die Bezeichnung Donzdorfer Sandstein hat sich im Gegensatz zum Weilheimer oder Westhauser Sandstein bis heute erhalten, obwohl der letztgenannte das bessere Werksteinmaterial lieferte.

Durch die vom LGRB im Zusammenhang mit der Suche nach Austauschmaterial für das Ulmer Münster (s. Kap. 4.7.5) im Verbreitungsgebiet des Eisenstein im Jahren 2005–2007 durchgeführten Kartier- und Aufschlussarbeiten (Abb. 4.7-2 und -12) kristallisierte sich heraus, dass das **Gebiet Lauchheim**, vor allem das Vorkommen im Waldgebiet „Pfaffenloch“ nördlich der Banzmühle, hinsichtlich nutzbarer Mächtigkeit und petrographischer Beschaffenheit des Eisensteins, der Abraumverhältnisse und der Zugänglichkeit des Werksteinlagers die besten Voraussetzungen für eine erneute Gewinnung von Eisensteinen bietet. Der Obere Donzdorf-Sandstein bei Donzdorf, der heute fast nur noch in Bachrissen und Baugruben punktuell zugänglich ist (GAD'ON 2007), wurde hingegen für weitere Erkundungsmaßnahmen für Denkmalpflegeprojekte verworfen, weil er geringere Bankmächtigkeiten und überwiegend karbonatische Bindung besitzt und somit wegen der Gefahr der Gipsbildung im Mauerwerk für bedeutende, steinsichtige Bauwerke nicht geeignet ist. Ein Potenzial für die Gewinnung von Mauersteinmaterial

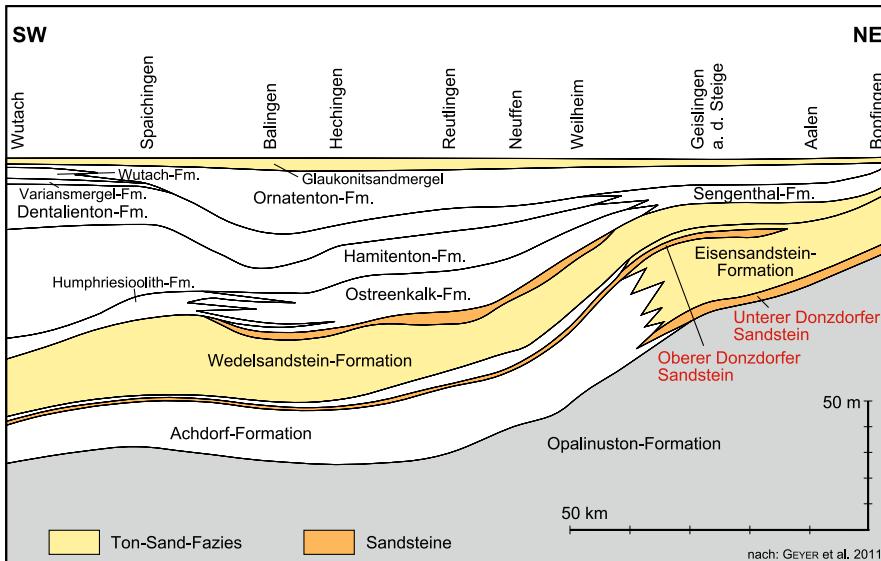


Abb. 4.7-3: Schematische Darstellung der Fazies- und Mächtigkeitsentwicklung im Mitteljura zwischen der Wutach und dem Nördlinger Ries bei Bopfingen (nach: GEYER et al. 2011). Erst östlich von Weilheim a. d. Teck tritt der für die Werksteingewinnung künftig besonders wichtige Untere Donzdorfer Sandstein auf.



Abb. 4.7-4: Der Mittel- bzw. Braunjura der Ostalb enthält auch wichtige Eisenerzlagerstätten; Bohrkern mit reichlich Brauneisenerz und Schalenbruchstücken, Bohrung BO7423/67 bei Wiesensteig, 201 m Tiefe.

für örtliche Bauten dürfte in diesem Gebiet aber vorhanden sein; Gewinnungsstellen müssten jedoch neu erschlossen werden.

4.7.2 Geologisches Alter, Entstehung

Die Sedimente der Eisensandstein-Formation wurden im Zeitraum vor ca. 176 bis 175 Mio. Jahren über den mächtigen tonigen Schichten der Opalinuston-Formation abgelagert¹. Die Sandsteine des Brauen Juras gehen auf gleichmäßige Sedimentation in einem Flachmeer zurück (ROGOWSKI 1971). Die klastischen Komponenten des Sandsteins entstammen – wie beim Stubensandstein – einem Abtragungsgebiet mit

Gesteinen hauptsächlich granitischer Zusammensetzung, vornehmlich dem Moldanubisch-Vindelizischen Massiv, einem alten Grundgebirgsaufbruch, der zwischen der Obertrias und dem Mitteljura zeitweise an der Oberfläche lag. Die heutigen Grundgebirgsaufbrüche im Schwarzwald oder Bayerischen Wald dürften diesem Vindelizischen Land in seiner Gesteinszusammensetzung gut entsprechen. Die hohen Eisen- und geringen Feldspatgehalte lassen darauf schließen, dass im Liefergebiet eine tiefgründige lateritische Verwitterung in einem subtropischen Klima vorherrschte. Die Küste, von der die Sande durch starke Strömungen antransportiert wurden, lag vom heutigen Ausstrichbereich der Eisensandstein-Formation aus betrachtet wohl etwa 150 km weiter südöstlich (ETZOLD 1994).

Gleichmäßige marine Strömungsbedingungen sorgten für eine gute Korngrößensorierung (Abb. 4.7-6 bis -9), und die starke Bioturbation im Flachmeer führte zu weitgehender Auflösung der Sedimentstrukturen, weshalb die mächtigeren Feinsandsteinbänke sehr gleichmäßig sind und wenig sedimentäre Ablösungsgefüge („Lager“) aufweisen. Gut erhalten sind solche Bioturbationsgefüge besonders im Übergangsbereich vom fast schichtungslosen Eisensandstein zu den hangenden und liegenden tonigen Schichten in Lauchheim (Abb. 4.7-10). Die starke Bioturbation, der geringe Feldspatanteil – bei festländischer Verwitterung wurde Feldspat weitgehend zersetzt – und der hohe Gehalt an oxidiertem Eisen, erkennbar an der starken Braun- bzw. Rotfärbung, zeigen an, dass der Sand unter sauerstoffreichen Bedingungen abgelagert wurde. Wie eingangs erwähnt und in Abb. 4.7-5 dargestellt, wird der Untere Donzdorf-Sandstein in Lauchheim von einem bis 60 cm mächtigen oolithischen Eisenerzhorizont, dem

¹ www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/Fachbereiche/geologie/fachberatung/geologische_regelwerke

NNW

SSE

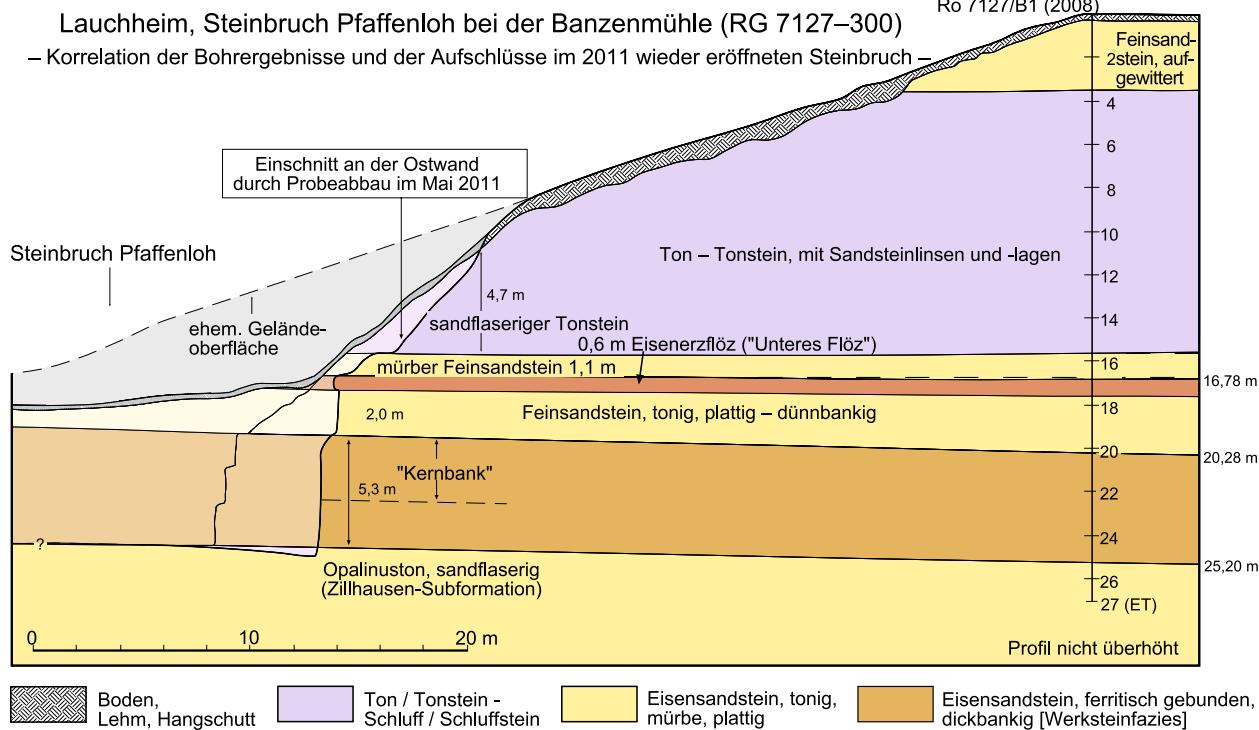


Abb. 4.7-5: Geologischer Schnitt durch das Eisensandsteinvorkommen im Gewann Pfaffenloch bei Lauchheim, konstruiert nach den Ergebnissen der LGRB-Erkundungsbohrung (2008) und dem Probeabbau für das Ulmer Münster (2011); Schichtenfolge im Niveau Top Opalinuston und Unterer Donzdorf-Sandstein mit 5,3 m mächtiger Werksteinbank.

„Unteren Flöz“, überlagert, ist also geringfügig älter als die Erzbildung; der Obere Donzdorf-Sandstein hingegen liegt über den Eisenerzflözen.

4.7.3 Varietäten, Gesteinsbeschreibung, technische Eigenschaften

Beim Eisensandstein handelt sich um einen einheitlich fein- und gleichkörnigen, eisenreichen Quarzsandstein mit mehr oder weniger intensiven Maserungen aus Eisenhydroxiden (Abb. 4.7-6 bis -9). Typisch sind auch geringe Glimmer- und Tonmineralgehalte. Feldspäte, feinste Gesteinsbruchstücke und Schwerminerale sind selten. Das Bindemittel der feinen Quarzkörner ist entweder ferritisch-tonig (Goethit, Limonit, Illit, Kaolinit, Chlorit), fast rein ferritisch oder karbonatisch bis tonig-karbonatisch. Deshalb vergleicht FRANK (1944) ihn mit dem Angulatensandstein (Kap. 4.2). Zu den **wichtigen Varietäten** gehören: (1) kräftig gelbbraune, homogene Eisensandsteine mit fester eisenhydroxidischer Bindung, der sog. Westhauser bzw. Lauchheimer Sandstein, (2) ein ockerbrauner Feinsandstein mit relativ loser Kornbindung (absandend) und (3) ein hellbraungrauer, tonig geflaserter und karbonatisch gebundener Feinsandstein, beide vor allem aus Donzdorfer Steinbrüchen, sowie (4) ein oft stark toniger, streifig oder wolzig gemaserter, karbonatfreier Feinsandstein aus dem Gebiet um Weilheim a. d. Teck (Abb. 4.7-6 bis -9). Bei der mikroskopischen Untersuchung der am Hauptturm des Ulmer Münsters während des Mittelalters verbauten Eisensandsteinvarietäten wurde deutlich, dass die Kornbindung im

haltbaren Feinsandstein durch Eisenhydroxide (nach Röntgenbeugungsanalyse: Goethit (α -FeO(OH))) übernommen wird; ihr Anteil beträgt im gezeigten Beispiel von Abb. 4.7-7 B rund 3,5 %. Der haltbare Feinsandstein des Ulmer Münsters ist also überwiegend „ferritisch“ gebunden (WERNER & HELM-ROMMEL 2011). Die chemische Zusammensetzung für den Sandstein aus Lauchheim lässt sich im Mittel mit 94 % SiO_2 , 2–4 % Fe_2O_3 und weniger als 1 % Gesamtkarbonat angeben, der karbonatische Sandstein aus Donzdorf enthält hingegen 18–20 % Karbonatminerale, um 75 % SiO_2 und nur knapp über 1 % Fe_2O_3 (Tab. 4.7-1).

Die Kornsubstanz des karbonatfreien Eisensandsteins aus Lauchheim (Abb. 4.7-6) besteht im Mittel aus 81 % Quarz, 5 % Feldspat, 7 % Gesteinsfragmenten und einigen % Tonmineralen und Limonit. Die winzigen Gesteinsfragmente werden wiederum vor allem von Quarz und etwas Feldspat aufgebaut. Akzessorien sind Muskovit, Biotit, Turmalin, Zirkon, Opakminerale und Glaukonit (GAD'ON 2007). An einigen Stellen treten konzentrisch schalige Goethitkrusten auf, in deren Kern die Quarzkörner durch Abwandern von Eisen keine feste Bindung mehr aufweisen und deshalb kugelförmig herauswittern (Abb. 4.7-6 A). Das Gefüge ist korngestützt und ausgeprägt gleichkörig, die mittlere Korngröße liegt im Gebiet Lauchheim bei 0,1 mm (0,09–0,15 mm). Das durchschnittliche Porenvolumen der Lauchheimer Eisensandsteine beträgt ca. 19 %, die Porengröße meist 0,01 mm (zur effektiven Porosität s. u.). REYER (1927) berichtet, dass die Quarzkörner der Eisensandsteine von Weilheim a. d. Teck, die bereits westlich vom benachbarten Kirchheim u. Teck in tonige Gesteine übergehen, nur 0,03–0,06 mm groß sind.

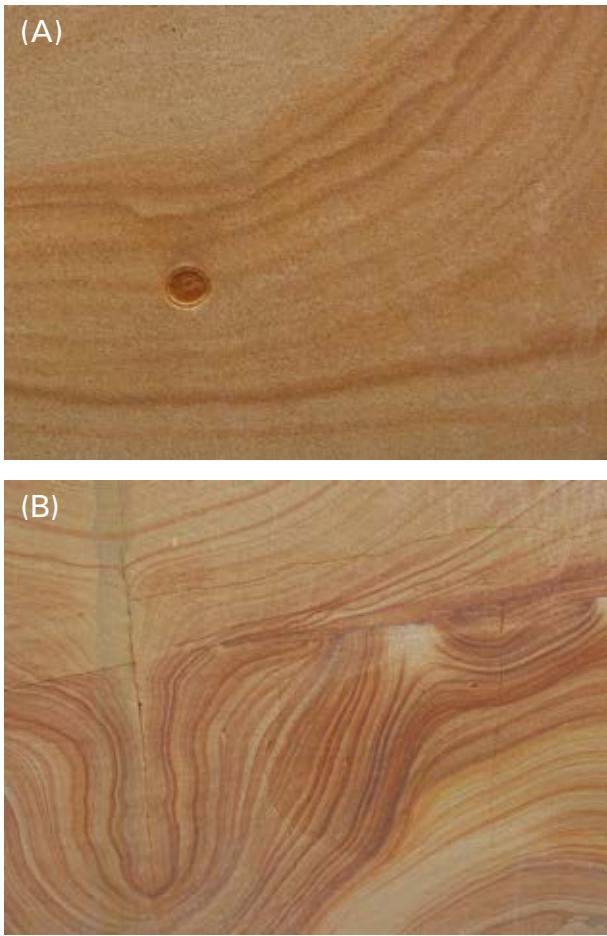


Abb. 4.7-6: Lauchheimer Eisensandstein aus dem Steinbruch bei der Burkhardtsmühle: (A) Limonitgebänderter Feinsandstein mit Geode, „Kernbank“ des Eisensandsteinlagers, vgl. Abb. 4.7-5. (B) Eisensandstein mit starker Brauneisenmaserung; sie geht auf die Mobilisation des ferritischen Bindemittels zurück und führt somit zur Entfestigung des Gefüges – im Bild erkennbar an den Haarrissen. Bildbreite entspricht jeweils ca. 40cm.

Die Dünnschliffbilder der Abb. 4.7-11 lassen erkennen, dass die eckigen bis schwach gerundeten Quarzkörner meist dicht gepackt sind und von Limonit und Tonmineralen umhüllt werden. Die im Kornaufbau einheitlichen Sandsteine zeigen lediglich im Eisengehalt auffallende Wechsel, weshalb hellgraue, graugelbe, ockergelbe, rötlich-gelbe oder rostrote Varietäten nebeneinander auftreten. Markantes Merkmal des Eisensandsteins sind Eisenhydroxidkrusten und -schlieren (Abb. 4.7-6 bis -9). Von Bedeutung für die Denkmalpflege ist, dass die beiden wichtigsten Varietäten mit unterschiedlichem Witterungsverhalten – nämlich der helle, karbonatische Eisensandstein und der kräftig braune, rein ferritisch-tonig gebundene – gut im Mauerwerk zu unterscheiden sind (Abb. 4.7-7 B). Die deutlichen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung zeigt Tab. 4.7-1, die Auswirkung auf die gesteinsphysikalischen Eigenschaften Tab. 4.7-2.

Die im Gebiet **Donzdorf** verbreiteten, besonders entlang des Albtraufs überwiegend kalkig gebundenen Eisensandsteine zeigen im oberflächennahen Bereich ebenfalls die charakteristische kräftig braune Krustenbildung, im frischen Anschnitt aber sind sie hellgrau;

erst mit zunehmender Verwitterung entsteht die kräftig braune Färbung (Abb. 4.7-8). Die Werksandsteinbänke aus dem Gebiet von **Lauchheim-Bopfingen** sind hingegen, wie betont, rein ferritisch bzw. ferritisch-tonig gebunden (Abb. 4.7-11) – vermutlich weil die kalkigen Schichten des Oberjuras hier schon lange erosiv entfernt sind und der einstige Karbonatgehalt der hochporösen Sandsteine wieder ausgetragen wurde. Die Eisensandsteine bei Donzdorf sind nur dort karbonatarm oder sogar karbonatfrei, wo sie als kleinere Erosionsreste auf mit Burgen bestandenen Zeugenberg, wie Ramsberg und Staufenec, seit langem der Verwitterung ausgesetzt sind und keine schützenden, kalkigen Juraschichten mehr aufweisen. Gleiche Beobachtungen wurden in den Braunjura-Sandsteinvorkommen Bayerns gemacht (Mitt. K. POSCHLOD, Bay. LfU).

Auch die braungelben Sandsteinvorkommen von **Weilheim a. d. Teck**, die dem Albtrauf weit vorgelagert sind, sind ferritisch-tonig gebunden (REYER 1927). Die in Farbe und Struktur deutlich abweichenden Eisensandsteine dieses Gebiets (Abb. 4.7-9 und -17) sind durch lebhafte Streifung und Fleckung mit wechselnden Farbtönen von Hell- und Dunkelbraun, Rotbraun, Schwarzgrau, Hellgrau und Weißlich gekennzeichnet. Schöne Beispiele sind an den Mauerwerken besonders im historischen Stadtteil von Weilheim a. d. Teck um die Peterkirche und das Rathaus sowie in Neidlingen am Rathaus und der Kirche zu finden.

Im Vergleich der chemischen Zusammensetzungen der beiden am Hauptturm des Ulmer Münsters verbauten Varietäten von Eisensandstein wird deutlich, dass der haltbare ockerbraune Eisensandstein über 92 % SiO_2 aber nur rund 1 % Gesamtkarbonat (Calcit, Dolomit, Eisenkarbonate), die graubraunen, rückwitternden bzw. absandenden Gesteinstypen hingegen nur 75,5 % SiO_2 aber fast 17 % Gesamtkarbonat enthalten (Tab. 4.7-1). Die Quarzkörner dieses am Ulmer Münster abschalenden und abschuppenden Feinsandsteins sind nach dem Dünnschliffbefund rein karbonatisch gebunden. Der Anteil von Fe_2O_3 ist im haltbaren Eisensandstein fast 3-mal so hoch wie im rückwitternden Sandstein. Gleiche Zusammensetzung zeigt der Eisensandstein aus Lauchheim. Aufgrund seiner Wasseraufnahmefähigkeit (s.u.) enthält der Eisensandstein vom Münster hohe, durch Luftschadstoffe eingetragene Chlor- und Schwefelanteile (Tab. 4.7-1), die im karbonatreichen Sandstein zur Gipsbildung und damit zum Abschalen und Ablösen von Steinteilen führen.

Technische Eigenschaften: Die gesteinsphysikalischen Analysenergebnisse des Eisensandsteins sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Bindemittel ausgeprägt variabel. Die Rohdichte der ferritisch gebundenen Feinsandsteine beträgt 1,88–1,95 g/cm³; calcitisch gebundene sind mit 2,5 g/cm³ deutlich schwerer (Tab. 4.7-2). GRÜNER ermittelte an den Sandsteinen des Probeabbaus eine Rohdichte zwischen 1,86 und 2,02 g/cm³.

Die karbonatischen Eisensandsteine weisen stets höhere **Druckfestigkeiten** auf als die ferritisch gebundenen: Die karbonatischen Eisensandsteine von Rechberg nahe Donzdorf besitzen Druckfestigkeiten zwischen 44 und 98 MPa (GAD'ON 2007). REYER

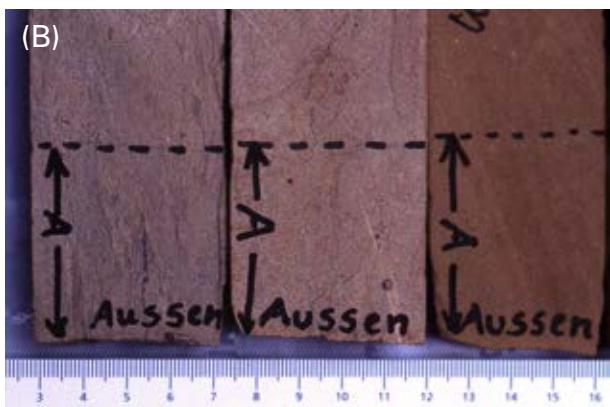


Abb. 4.7-7: Eisensandstein vom Hauptturm des Ulmer Münsters: (A) Stark absandende, ferritisch gebundene Varietät im oberen Bereich des mittelalterlichen Turmabschnitts neben Muschelkalk. (B) Zur Untersuchung des Mauerwerks entnommene Bohrkerne; links im Bild helle, karbonatisch gebundene Sandsteine, vermutlich aus Donzdorf, rechts haltbarer, ferritisch gebundener Sandstein.

(1927) berichtet, dass die (ferritisch gebundenen) Eisensandsteine aus einem Steinbruch der Fa. Stiber & Schaufler bei Weilheim a. d. T. Druckfestigkeiten von 472 und 487 kg/cm² entsprechend 46,3 und 47,8 MPa aufweisen. Untersuchungen der MPA Stuttgart (Bericht vom 16.4.2008) an Mauerquadern vom Ulmer Münster lieferten folgende Ergebnisse: (1) Karbonatisch gebundene Eisensandsteine 69,3–71,7 (wenig Ton) und 56–67 MPa (mit Tonflasern), (2) ferritisch gebundene 29,2–29,6 MPa (ockerbraun, weniger

Limonit) und 38,6–42,8 MPa (dunkelbraun, viel limonitisches Bindemittel).

Die im Mai 2011 durch den Probeabbau für die Ulmer Münsterbauhütte gewonnenen frischen Blöcke von Eisensandstein aus dem Stbr. Pfaffenloch bei der Banzenmühle nördlich von Lauchheim (Abb. 4.7-12) zeigen in der „Kernbank“ Druckfestigkeiten zwischen 40 und 50 MPa, wie die Prüfung mit dem Rückprall-Hammer (sog. Schmidt-Hammer²) am frisch gewonnenen Material abschätzen lässt. Die Laborprüfung der 2011 gewonnenen Rohblöcke anhand von 60 senkrecht sowie parallel zur Schichtung entnommenen Bohrkerne (Durchmesser 49 mm) hat erbracht, dass die frostbeständige, 5 m mächtige Werksteinbank trotz der makroskopischen Homogenität des Materials eine deutliche **Anisotropie in der Druckfestigkeit** aufweist. Senkrecht zur Schichtung schwankt die Druckfestigkeit zwischen 26 und 50 MPa, im Mittel beträgt sie 37 MPa (n = 30), parallel dazu nur 23 MPa (n = 30) (MPA-Bericht vom 18.1.2012, F. GRÜNER). Beim Einbau im tragenden Mauerwerk ist also darauf zu achten, dass die Eisensandsteine im Lager, d.h. parallel zur Schichtung, eingebaut werden. Der Eisensandstein von Lauchheim zeigt dort, wo entlang von Klüften Eisen aus dem Bindemittel zur Bildung von Liesegang'schen Ringen abgewandert ist (Abb. 4.7-6 B), deutlich geringere Druckfestigkeiten (um 30 MPa). Bemerkenswert ist das Prüfergebnis, wonach die in 56 Zyklen befrorstenen Bohrkerne nach dem Auftauen eine höhere Druckfestigkeit aufwiesen, als die unbefrorene: Der Durchschnittswert für 30 Bohrkerne liegt bei 40 MPa (senkrecht zur Schichtung).

Die effektive **Porosität** der beim Probeabbau gewonnenen, ferritisch-tonig gebundenen Eisensandsteine schwankt zwischen 17,9 und 19,7 Vol.-% (Tab. 4.7-2), die Gesamtporosität variiert zwischen 25 und 30 Vol.-%. Die **Wasseraufnahme** beträgt parallel und senkrecht zur (kaum erkennbaren) Schichtung zwischen 9,5 und 10,6 %; trotz dieser im Vergleich zu anderen Sandsteinen hohen Wasseraufnahme ist der Eisensandstein grundsätzlich als frostbeständig einzustufen (MPA-Bericht vom 18.1.2012, F. GRÜNER). Die offenen Poren besitzen untereinander eine gute Verbindung, so dass gefrierendes Wasser sich im Gestein leicht ausdehnen kann.

Die Wasseraufnahme der karbonatischen Eisensandsteine ist deutlich geringer: FRANK (1944) gibt an, dass der „Personatensandstein von Donzdorf“ in der Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck zwischen 6,57 und 7,1 M.-% schwankt, im Vakuum nimmt er 8,89–

² Der Rückprall- oder Schmidt-Hammer (DIN EN 12504-2:2001), entwickelt für die Betonprüfung vor Ort, erlaubt die punktuelle Druckfestigkeitsprüfung. Da die Elastizität von Naturstein und Beton unterschiedlich ist, kann dieses einfache Handgerät nur zur ersten groben Abschätzung der Druckfestigkeit von Naturstein verwendet werden; Relativbestimmungen (Variationen der Festigkeit) an verschiedenen Gesteinsvarietäten im Steinbruch sind aber gut durchführbar. Im vorliegenden Fall der Eisensandsteine wurden die entnommenen Rohblöcke nach dem Sägen im Werk beprobt und im Labor u. a. die Druckfestigkeit senkrecht zur Schichtung genau ermittelt.

Tab. 4.7-1: Vergleich der gemittelten chemischen Zusammensetzungen von Bohrkernproben von karbonatisch und rein ferritisch gebundenen Feinsandsteinen des Braunjuras (A) vom mittelalterlichen Teil des Hauptturms am Ulmer Münster sowie (B) aus dem Steinbruch Banzenmühle/Pfaffenloh bei Lauchheim und den dort durchgeführten LGRB-Erkundungsbohrungen (LGRB-Analysen, 2008). Abkürzungen: GK Gesamtkarbonatgehalt; D durchschnittlicher Gehalt. Die Durchschnittswerte für Chlor und Schwefel sind wegen zu großer Streuung der Werte statistisch nicht signifikant.

Herkunft, Gesteinstyp	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	GK (%)	Cl (ppm)	S (ppm)
(A) Ulmer Münster: Hellgraubrauner, karbonatisch gebundener, geschädigter Sandstein (5 Proben)	75,5	3,8	1,3	8,7	0,23	16,7	D: 817 (max. 1290)	D: 1736 (max. 5919)
(A) Ulmer Münster: Ockerbrauner, ferritisch gebundener, haltbarer Sandstein (6 Proben)	92,4	1,4	3,3	0,4	0,14	1	D: 856 (max. 3994!)	D: 377 (max. 823)
(B) Lauchheim: Ockerbrauner, ferritisch geb. Feinsandstein, z. T. mit Fe-Sprengelung, wenig Hellglimmer (7 Proben)	93,55	1,6	2,38	0,14	0,16	< 1	< 100	D: ca. 110

9,67 M.-% Wasser auf. Die Analysen der MPA an den vier Bohrkernproben dieses Typs vom Ulmer Münster zeigen, dass das Wasseraufnahmevermögen unter Vakuumbedingungen 6–10 M.-% Wasser beträgt (MPA-Bericht vom 16.4.2008); sie bestätigen somit grundsätzlich die Ergebnisse von FRANK (1944) und GAD'ON (2007). Der dichte und stark karbonatisch gebundene Eisensandstein vom Stollenhof bei Donzdorf (Calcitgehalt 25 %, Abb. 4.7-8) zeigt bei geringer Porosität (3,8 Vol.-%) eine für Sandsteine sehr geringe atmosphärische Wasseraufnahme von 1,52 M.-% (Tab. 4.7-2).

Im Ganzen ist der Eisensandstein also entsprechend den Variationen im Bindemittel in seinen gesteinsphysikalischen Eigenschaften recht variabel. Tab. 4.7-3 zeigt die Schwankungen der gesteinsphysikalischen Werte im Vergleich mit einem weiteren, auch für seine Wechselhaftigkeit bekannten Sandstein Baden-Württembergs, dem Stubensandstein. Bei diesem schwanken

Porosität, Rohdichte und Wasseraufnahme weniger stark, die Druckfestigkeit dafür umso mehr: eine kaolinitische Bindung führt zu niedrigen, eine karbonatische Bindung zu hohen bis sehr hohen Druckfestigkeiten.

Die Witterungsbeständigkeit der homogenen, ferritisch bzw. tonig-ferritisch gebundenen Sandsteine ist trotz hoher Porosität und Wasseraufnahme langfristig gut, wie die bauzeitlich verwendeten Mauerquader am Ulmer Münster, an den u. g. Burgen und Kirchen eindrucks- voll belegen. An der alten Peterkirche in Weilheim a. d. Teck halten sie über 500 Jahre, am mittelalterlichen Turmabschnitt des Hauptturms am Ulmer Münster rd. 700 Jahre und an den Stauferburgen Hohenrechberg und Hohenstaufen sogar schon mehr als 800–900 Jahre (Abb. 4.7-13). Stark tonig-flaserige, tonig-karbonatische und durch verwitterungsbedingten Eisenverlust gebleichte Varietäten sind hingegen weniger beständig.

Tab. 4.7-2: Gegenüberstellung der Mineralzusammensetzung und der gesteinsphysikalischen Werte von Eisensandsteinproben aus Donzdorf und Lauchheim, ermittelt am Geol. Institut der Univ. Freiburg (GAD'ON 2007); Abkürzungen: Qz Quarz, Fsp Feldspat, GF Gesteinsfragmente; WA Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck.

Lokalität und Zahl der Prüfkörper (in Klammern)	Hauptgemengteile	Bindemittel	Rohdichte [g/cm ³]	WA [M.-%]	Effektive Porosität [Vol-%]
Stollenhof S Rechberg (n = 5),	55 % Qz, 3 % Fsp, 2 % GF	Calcit (25 %), Limonit	2,5	1,5	3,8
Burg Staufenec, Block aus dem Mauerwerk (n = 4)	85 % Qz, 3 % Fsp, 5 % GF, Rest Tonminerale, Limonit, Schwermin.	Limonit, Tonminerale	1,95	9,7	18,9
Messelberg bei Donzdorf, Block aus einem Mauerwerk (n = 5)	85 % Qz, 3 % Fsp, 5 % GF, Rest Tonminerale, Limonit, Schwermin.	Limonit, Tonminerale, Quarzneubildung (selten)	1,94	9,2	17,9
Pfaffenloh a. d. Banzenmühle bei Lauchheim (n = 11)	81 % Qz, 5 % Fsp, 7 % GF, Rest Tonminerale, Limonit, Schwermin.	Limonit, Tonminerale, Quarzneubildung (selten)	1,93	9,8	18,9
Hettelsberg bei Lauchheim, Steinbruchwand (n = 9)	81 % Qz, 2,5 % Fsp, 6 % GF, Rest Tonminerale, Limonit, Schwermin.	Tonminerale und Limonit, Quarzneubildung (selten)	1,94	10,1	19,7
Hettelsberg 2 bei Lauchheim, wie oben (n = 4)	81 % Qz, 2,5 % Fsp, 6 % GF, Rest Tonminerale, Limonit, Schwermin.	Limonit, Tonminerale, Quarzneubildung (selten)	1,91	10,2	19,5

Tab. 4.7-3: Vergleich physikalisch-technischer Kennwerte von Bausandsteinen aus den Stubensandstein-Schichten und der Eisensandstein-Formation in Baden-Württemberg (aus: WERNER & HOFFMANN 2007).

	Porosität (Vol.-%)	Rohdichte (g/cm³)	Wasseraufnahme, atmosph. (M.-%)	Druckfestigkeit (MPa)
Stubensandstein (7 Lokalitäten)	13 – 18,8	2,2 – 2,3	5 – 11	47 – 180
Eisensandstein (5 Lokalitäten)	3 – 21	1,9 – 2,5	1,5 – 10,2	27 – 64

Da einzelne Blöcke aus den obersten und den basalen Partien des Lauchheimer Werksteinlagers nach mehrmonatiger Bewitterung Risse aufwiesen, ist eine sorgfältige Vorauswahl im Steinbruch und eine Lagerung der Blöcke mindestens über eine Winterperiode vor Bearbeitung zu empfehlen.

4.7.4 Abaugebiete, Gewinnung und Verwendung

Wegen der Überlagerung durch mächtige sandig-siltige Tonsteine und Tonmergelsteine der Wedelsandstein-Formation, die nach Aufwitterung und Wasseraufnahme zur Rutschung neigen, sind die einst zahlreichen,

meist kleinen oder mittelgroßen Steinbrüche im Eisensandstein heute kaum mehr im Gelände erkennbar. Ihre Lage kann oft nur noch durch Halden und anhand der Einzeichnungen in älteren topografischen Karten rekonstruiert werden. Viele Brüche wurden zudem aufgefüllt und rekultiviert. Erkundung oder erneute Gewinnung dieses einst so wichtigen Sandsteins sind daher mit vergleichsweise hohem Aufwand verbunden.

Abaugebiete: Eisensandstein wurde seit dem Mittelalter und bis Ende des 19. Jh. vor allem bei Westhausen und Westerhofen nahe Lauchheim, auf den Zeugenberg und am Albtrauf bei Donzdorf sowie bei Weilheim a. d. Teck gewonnen (Karte der Abb. 4.7-2). Nach REYER (1927) waren in seiner Zeit aber bereits die großen Brüche bei Donzdorf und Lauchheim stillgelegt worden. FRANK (1949) berichtet hingegen, dass „überall zwischen Bopfingen und Süßen“ kleine Brüche für den lokalen Bedarf in Nutzung standen.

Östlich von Weilheim a. d. Teck treten tonigere und auffallend Limonit-gebänderte Eisensandsteine auf (Abb. 4.7-2 und -9). Dort bestand zu Zeiten von REYER (1927) noch ein Steinbruch (ohne nähere Ortsangabe), in dem Sandstein 3m mächtig anstand. Eine Reihe kleiner Steinbrüche mit Abbauhöhen um 3–4 m zieht sich über rd. 500m Länge am Südhang des Unterdübel, 2,7 km östlich der Peterkirche in Weilheim a. d. T. hin. Sie folgen einer markanten, durch den Eisensandstein gebildeten Geländekante. Nach Archivunterlagen des LGRB waren die Steinbrüche 1947 schon stillgelegt; der Sandstein war zuvor für Werksteine und Wege-schotter verwendet worden (RG 7323-121). Ein großer Steinbruch ist heute noch im Erlenwald, 2,9 km ESE der Peterkirche in Weilheim a. d. T. erhalten; einige Werksteinbänke sind noch zugänglich. Er wurde von der Fa. W. Stiber betrieben, war aber ebenfalls schon 1947 aufgelassen.

Anhand der Aufschlüsse lässt sich rekonstruieren, dass das Werksteinlager im Erlenwald rd. 8–9 m mächtig ist und nur von 2 m Abraum überdeckt wird. Dieser Bruch (RG 7323-122) wurde in der durch den Unteren Donzdorf-Sandstein vorgegebenen Geländestufe an einem nach Westen gerichteten Bergsporn angelegt. Das recht mächtige und feste Sandsteinpaket setzt im Gegensatz zu den über- und unterlagernden Tonsteinen der Erosion den größten Widerstand entgegen. Nach Recherchen von WEIDENBACH und Mitarbeitern (LGRB-Archiv) lagen 1947 ferner noch Doggersandsteinbrüche am Aichelberg (angeblich bis 25 m mächtig) und 1,5 km südlich der Kirche von Boll (5 m mächtig). Beide Vorkommen wurden aber nur für die Schotterproduktion genutzt.



Abb. 4.7-8: Stark karbonatischer Eisensandstein aus Donzdorf in einem bei Bauarbeiten gewonnenen Block; im frischen Zustand noch hellgrau, im oberflächennahen Bereich bereits kräftig rostbraun.



Abb. 4.7-9: Eisensandstein aus dem Gebiet Weilheim a. d. Teck, Treppenstufe am Rathaus in Neidlingen.



Abb. 4.7-10: Schichtunterseite eines Eisensandsteinblocks, Probeabbau im Steinbruch Banzenmühle bei Lauchheim. Im Übergang zu den tonigen Schichten des Opalinustons sind Spurenfossilien häufig. Im Bild Grabbauten von Krebsen, Typ *Thalassinoides*. Durch die intensive Wühltätigkeit dieser Tiere sind im Eisensandstein kaum Schichtungsgefüge erhalten geblieben. Erst durch gesteinsphysikalische Untersuchungen wurde deutlich, dass das homogen erscheinende Korngefüge des Sandsteins deutliche Unterschiede in der Druckfestigkeit senkrecht oder parallel zur Schichtung aufweist.

Die größten Eisensandsteinbrüche befanden sich nach FRANK (1949) aber bei **Donzdorf** (heute nicht mehr erhalten) und bei **Westerhofen** nördlich von Lauchheim und somit in dem Gebiet, in dem seit Mai 2011 wieder Eisensandstein gewonnen wird (Abb. 4.7-12). Der durch die Erkundungsarbeiten des LGRB als hochwertig erkannte Eisensandstein war durch mehrere Steinbrüche erschlossen worden, die aber heute fast vollständig verbrochen oder verfüllt sind. Der letzte Bruch wurde im späten 19. Jh. für den Eisenbahnbau angelegt und stellt seither den größten Steinbruch im Verbreitungsgebiet des Eisensandsteins der Ostalb dar (MINK 1990). Bei Ruital, westlich Pfaffenloch, liegt ebenfalls ein großer, heute fast völlig aufgefüllter Steinbruch. Der ältere Steinbruch nördlich von Hettelsberg, aus dem nach Erzählung der Einheimischen viele Steine für die mächtige Kapfenburg (Abb. 4.7-1 und -15) kamen, wurde zu Beginn des Zweiten Weltkrieges stillgelegt. Anwohner berichten, dass dieser um 1990 für Renovierungsarbeiten kurzzeitig reaktiviert wurde; heute ist auch er fast vollständig verfüllt. Den besten Einblick in die Eigenschaften des Werksteinlagers im Eisensandstein bietet deshalb der im Mai 2011 für die Ulmer Münsterbauhütte wieder in Betrieb genommene Steinbruch Pfaffenloch bei Lauchheim (Beschreibung s.u., Abb. 4.7-5 und -12).

Die Gewinnung des im bergfeuchten Zustand relativ weichen Feinsandsteins erfolgte zumeist mit Schrämen und Keilen. Weitständige Klüfte und tonige Lagerfugen sind dabei willkommene Ablöseflächen. Die besten Resultate hinsichtlich des Blockausbringens werden mit Seil- oder Schwertsägen erzielt, jedoch ist es bei schneidender Gewinnung wegen der Entwicklung von feinem Quarzstaub für Schneidwerkzeuge und Arbeiter erforderlich, ständig Wasser aufzugeben. Der Abbau im Steinbruch Pfaffenloch an der Banzenmühle erfolgte im Mai 2011 mittels Reißen mit einem großen Bagger und engständigem Reihenbohren. Anschließend wurden die

großen Blöcke mit einem in die Bohrlöcher eingebrachten Hydraulikspaltgerät zerteilt (Abb. 4.7-12 B). Besonders große Blöcke, die auch mit einem 35 t-Bagger und „Reißzahn“ nicht aus der Wand zu lösen waren, wurden mit Quellzement gespalten, der in die engständigen Bohrlöcher eingebracht worden war. Danach wurden die einzelnen Blöcke aus dem Lager gehoben. Im Temperaturbereich 10–20 °C benötigt der Quellzement ohne Beschleunigungsadditive im Eisensandstein eine Quellzeit von ca. 2 Stunden. Schwarzpulver oder gar brisante Sprengmittel sind zur Lösung des Doggersandsteins grundsätzlich nicht angezeigt.

Verwendung: Am häufigsten wurde der Eisensandstein früher zu Mauerquadern verarbeitet, doch auch zahlreiche Gesimse, Tür- und Fenstergewände sowie Zierelemente sind aus ihm erstellt worden; der seit 2011 wieder verfügbare Lauchheimer Eisensandstein wird am Ulmer Münster gegenwärtig für derartige Elemente verwendet (Abb. 4.7-12 D). Als – im wahrsten Sinne des Wortes – herausragende Beispiele für steinsichtige Bauwerke aus Eisensandstein sind die Stauferburgen Hohenstaufen bei Göppingen und Hohenrechberg

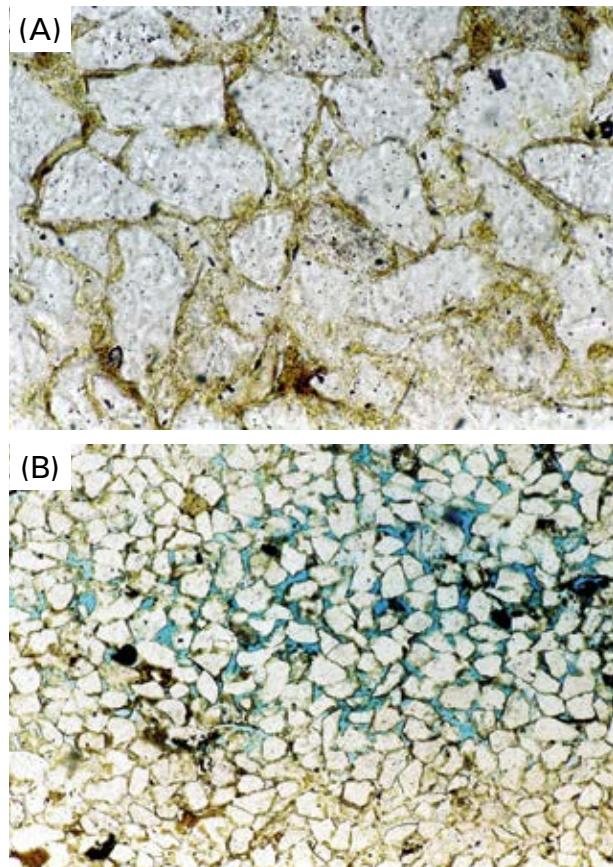


Abb. 4.7-11: Dünnschliffe vom Eisensandstein aus Lauchheim, Bohrkerne der Erkundungsbohrung Ro7127/B1 (vgl. Abb. 4.7-5), 22–24,5 m unter Gelände: (A) Gut erkennbar ist die dichte Packung kantiger bis angerundeter, klarer Quarzkörner (Größe im Mittel 0,1 mm), die von hellbraunen Säumen aus überwiegend Illit und Limonit umgeben sind; 160-fache Vergrößerung. (B) Partienweise ist das feinverteilte ferritische Bindemittel (hellbraune Säume) zur Bildung von Goethitkörnchen mobilisiert worden (schwarze, un durchsichtige Flecken); hier ist die Porosität deutlich erhöht, wie das blau eingefärbte Einbettungsmittel des Dünnschliffs anzeigt; 63-fache Vergrößerung.



Abb. 4.7-12: Probeabbau im Eisensandstein-Vorkommen der Banzenmühle bei Lauchheim, Mai 2011 (durchführende Firma: Bamberger Natursteinwerke H. Graser): (A) Nach Entfernen der tonigen Abraumschichten wurden Blöcke aus dem weitständig geklüfteten, ca. 5 m mächtigen Eisensandsteinlager gelöst und mittels Bohrlafette zum Spalten vorbereitet. (B) Zerteilen der bis 50 m³ großen Rohblöcke mittels hydraulischem Spaltgerät. (C) Rohblöcke aus Lauchheim im Werk der Fa. Graser, Bamberg; dort erfolgte zunächst die Probenahme für die gesteintechnischen Untersuchungen, dann die Vorfertigung der Blöcke für die Münsterbauhütte Ulm. (D) In der Münsterbauhütte Ulm im Jahr 2012 gefertigte Werkstücke aus Lauchheimer Eisensandstein – fertig zum Einbau.



bei Schwäbisch Gmünd, die Burgen Staufenec und Ramsberg bei Süßen bzw. Donzdorf sowie die Burganlage Schloss Kapfenburg bei Lauchheim zu nennen (Abb. 4.7-13 und -15). Weitere typische Bauwerke sind die Peterkirche in Weilheim a. d. Teck, die ev. Kirche in Neidlingen und das Ulmer Münster. An dieser weltbekannten Kathedrale wurde Eisensandstein während der mittelalterlichen Bauphase vor allem im Hauptschiff und am Westturm verwendet (Abb. 4.7-14). Eine große Zahl von schmucken Bürgerhäusern, Kirchen und Türmen sind aus diesem Sandstein errichtet worden. Besonders in Lauchheim, Westhausen und Westerhofen sind schöne Gebäude aus Eisensandstein zu finden. Weitere Beispiele für Bauten aus Eisensandstein auf der Ostalb erläutert MINK (1990). Die bildhauerische Qualität dieses gleichmäßigen, feinkörnigen Sandsteins ist an vielen Figuren wie z. B. an der Ellwanger Kirche St. Vitus (Abb. 4.7-16) oder dem Nepomuk vor dem Schloss Kapfenburg zu erkennen.

In Bayern wurden Eisensandsteine – hier als „Hauptwerksandstein“ bezeichnet – z. B. im Kloster Banz und der Kirche Vierzehnheiligen verbaut (Abb. 4.7-18). Die bayerischen Brüche, welche z. T. bis in die 1940er Jahre betrieben wurden, liegen im Raum Bamberg–Lichtenfels–Bayreuth. Bei Niederhofen, östlich von Neumarkt i. d. Oberpfalz, wurde ein alter Steinbruch im Eisensandstein als Geotop und Lehrpfad hergerichtet³.

³ www.lfu.bayern.de/geologie/fachinformationen/geotope_schoensten

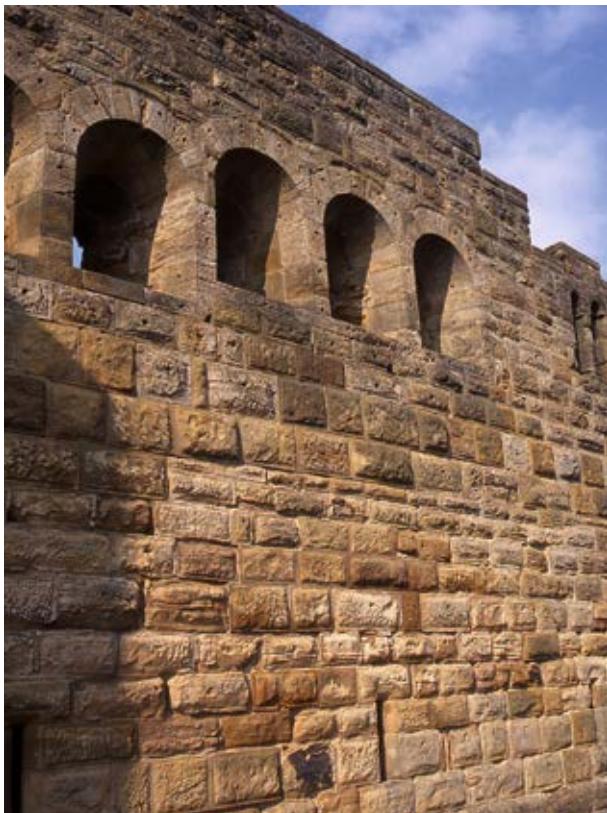


Abb. 4.7-13: Arkadenmauer aus Eisensandstein auf der aus dem 12. Jh. stammenden Stauferburg Hohenrechberg bei Schwäbisch Gmünd.

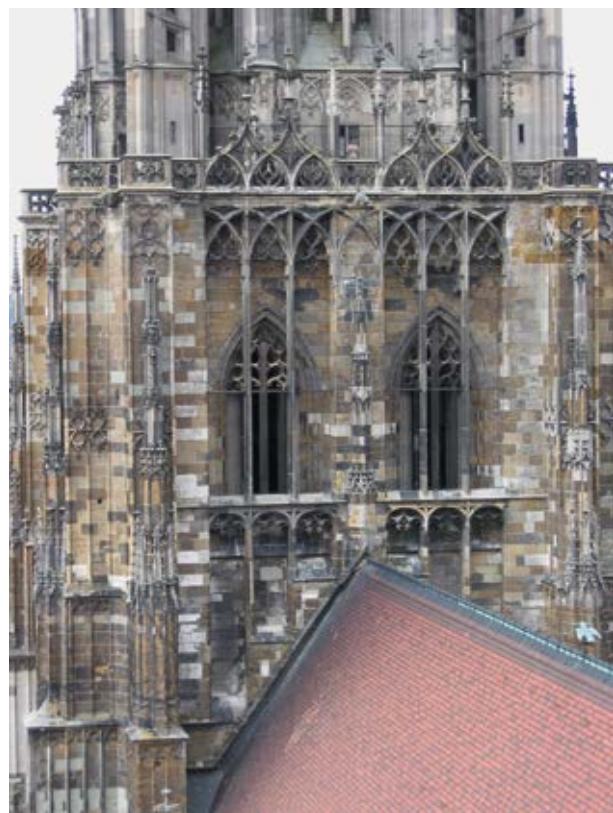


Abb. 4.7-14: Hauptturm des Ulmer Münsters, mittelalterlicher Teil, Ostseite. Braun die bauzeitlichen Eisensandsteinquader, hellgrau die bei der Renovierung im 20. Jh. ausgetauschten Quader aus Muschelkalk.

4.7.5 Aktuelle Gewinnung und Bezugsmöglichkeiten

Eisensandstein wird nirgends mehr in Deutschland durch regulären Steinbruchbetrieb gewonnen, einerseits weil in den auflässigen Steinbrüchen die Werksteinbänke durch natürliche Rutschungsvorgänge nicht mehr frei zugänglich und somit für spätere Generationen nicht ohne neue Aufschlussarbeiten zu beurteilen sind, andererseits wohl auch weil der mit Eisenkrusten, -schlieren und -geoden unregelmäßig durchsetzte Sandstein kaum den modernen Ansprüchen an optischer Gleichmäßigkeit genügt. Bis auf weiteres dürfte dieser Stein daher vor allem für die Renovierung von aus Eisensandstein errichteten Mauern, Gebäuden, Figuren und sonstigen Bildhauerarbeiten von Bedeutung sein – wie die Abb. 4.7-12 D und -16 zeigen. Weil seit vielen Jahrzehnten in Süddeutschland kein entsprechender Bruch mehr existiert, behelfen sich die Restaurierungs- und Steinmetzbetriebe durch die Wiederverwendung von Abrissmaterial und durch Blöcke, die bei Straßenbauarbeiten zufällig angetroffen wurden.

Der vom LGRB im Auftrag des Ulmer Münsterbauamtes für Erkundung und Abbau ausgewählte Steinbruch im Waldgebiet **Pfaffenloch an der Lauchheimer Banzenmühle** war im 19. Jh. angelegt und noch im frühen 20. Jh. teilweise genutzt worden. Von der eigentlichen Abbauwand waren vor dem Probeabbau nur mehr wenige Quadratmeter erkennbar, Abraum und nachgerutschte Deckschichten verhüllten die Abbau-

wand fast vollständig. Durch drei im Jahr 2008 durchgeführte Kernbohrungen, angesetzt oberhalb des alten Steinbruchs, konnten Mächtigkeit und Beschaffenheit des Eisensandsteinlagers ermittelt werden. Diese erbrachten das in Abb. 4.7-5 dargestellte geologische Profil. Danach konnte im Steinbruch eine über 5 m mächtige, meist kompakte, z.T. auch in zwei dicke Lager getrennte Werksteinschicht erwartet werden, welche mit scharfer Grenze die sandflaserige obere Opalinuston-Formation (sog. Zillhausen-Subformation) überlagert. Die petrographischen und gesteinsphysikalischen Untersuchungen am Bohrkernmaterial ergaben, dass der Eisensandstein von der Banzenmühle dem haltbaren Eisensandstein vom Ulmer Münster sehr ähnlich ist.

Durch einen **Probeabbau** bei Lauchheim sollte geklärt werden, ob das Eisensandsteinlager im Niveau des Unteren Donzdorf-Sandsteins hinsichtlich Festigkeit, Bearbeitbarkeit und Rohblockgrößen für die beabsichtigten Sanierungsarbeiten am Ulmer Münster geeignet und wie hoch der verwertbare Werksteinanteil ist (WERNER & HELM-ROMMEL 2011). Der im Mai 2011 durchgeführte Probeabbau (Abb. 4.7-12 A und B), bei dem in sechs Arbeitstagen mittels Reißen, Bohren und Spalten eine Gesteinsmenge von insgesamt 450 m³ gelöst werden konnte, war sowohl aus Sicht der Rohstoffgeologie und der Natursteinindustrie als auch der Münsterbauhütte Ulm und dem Landesdenkmalamt ein wichtiger Erfolg. Der Probeabbau, die nachfolgenden geologischen Aufnahmen und gesteinsphysikalischen Untersuchungen der MPA Stuttgart am umfangreichen



Abb. 4.7-15: Schloss Kapfenburg bei Lauchheim, barockzeitliches Gebäude und Treppe aus Eisensandstein von Westhausen.

Bohrkernmaterial aus den Rohblöcken erbrachten folgende wesentliche Ergebnisse (vgl. Profil Abb. 4.7-5):

- Der Eisensandstein im Niveau des Unteren Donzdorf-Sandsteins steht im Gebiet Pfaffenloch in einer Mächtigkeit von 7,3m an.
- Dieses 7,3m mächtige Eisensandsteinpaket wird von hellgrauen, sandflaserigen Tonsteinen der Opalinuston-Formation (Zillhausen-Subformation) unterlagert und von einem 0,6m mächtigen, oolithischen Eisenerzflöz, dem sog. Unteren Flöz, überlagert, über dem wiederum mürbe, scherbig abplatzende Feinsandsteine mit 1,1m Mächtigkeit folgen; nach oben wird das Steinbruchprofil durch mehrere Meter sandflaserige, ockerbraune bis graue Tonsteine abgeschlossen.
- Der Untere Donzdorf-Sandstein lässt sich in einen unteren 5,3m mächtigen Abschnitt aus kompaktem, kräftig gelblichbraunem Feinsandstein in Werksteinqualität (Abb. 4.7-6 A) und einen darüber folgenden 2,0m mächtigen Sandstein mit feinen Tonfugen und nach oben zunehmender Bioturbation gliedern (Abb. 4.7-10); der obere Sandstein ist weniger gut gebunden, spaltet in Platten und dünne Bänke auf und ist nur teilweise frostbeständig.
- Der 5,3m mächtige Werksteinhorizont wird abschnittsweise durch eine feine, tonige Lagerfuge in eine Untere und eine Obere Bank unterteilt; beide sind frostbeständig.
- Die beste und gleichmäßigste Werksteinqualität liefert der ca. 3m mächtige obere Abschnitt der 5,3m mächtigen Werksteinbank unterhalb des plattigen,

2m dicken oberen Sandsteins; d.h., der zentrale Abschnitt des Unteren Donzdorf-Sandsteins liefert die beste Qualität („Kernbank“, Bildhauerqualität), die über und unterlagernden Partien eignen sich vor allem für Mauerquader.

- Die unter dem besten Abschnitt folgenden, ebenfalls gut verwertbaren Sandsteinbänke zeichnen sich durch Limonitschlieren und -geoden sowie durch gelegentliche Lagerfugen aus.
- Das überwiegend senkrecht stehende Kluftmuster ist weitständig und fast orthogonal orientiert; die Kluftabstände liegen meist zwischen 2 und 4m; neben den weitständig geklüfteten Bereichen gibt es einige, bis 1m breite Abschnitte mit enger Zerklüftung des Sandsteins.
- Die durchschnittliche gewinnbare Blockgröße beträgt ca. 16 m^3 bzw. 32 t.
- Die größten, allseitig durch unregelmäßige Klüfte begrenzten Sandsteinblöcke weisen Volumina um 40 m^3 entsprechend ca. 80 t auf, die größten Blöcke in Werksteinqualität waren 25 m^3 entsprechend 50 t groß.
- Rund 45 % der gelösten Blöcke besitzen etwa kubische bis rechtwinklige Blockformate.
- Entfernt man von diesen Blöcken die bisweilen gebleichten oder schalig abplatzenden kluftnahen Bereiche, so verbleiben etwa 37 Vol.-% hochwertige „Kernmasse“ (165 m^3 von 450 m^3); die „Ausbeute“ ist mit mehr als einem Drittel als sehr günstig zu bewerten.
- Die gesteinsphysikalischen Untersuchungen und die bisherige Verwendung am Ulmer Münster belegen, dass es sich um hochwertiges Werksteinmaterial handelt (Abb. 4.7-12 D).



Abb. 4.7-16: Figurentafel auf der Südseite der Basilika St. Vitus in Ellwangen, neu erstellt 1994 aus Lauchheimer Eisensandstein (Stbr. Banzenmühle, Steinwerkstatt Wittner); Mauerwerk aus Stubensandstein, hellbraune Quader aus fränkischem Rhätsandstein (Mitt. O. WÖLBERT).

Dieser Abbauversuch belegt, dass auch bei den heutigen Ansprüchen an Gewinnbarkeit und Blockausbringen sowie unter Berücksichtigung der hohen Personal- und Energiekosten eine Gewinnung des Eisensandsteins wirtschaftlich durchführbar ist. Der verwertbare Werksteinanteil stellt sich im Vergleich zu anderen Sandsteintypen Baden-Württembergs, besonders im Keuper, als besonders günstig dar.



Abb. 4.7-17: Renoviertes Portal am Rathaus in Neidlingen, Weilheimer Eisensandstein.

4.7.6 Potenzial

Die o.g. Ausführungen machen bereits deutlich, dass aufgrund der meist spärlichen Aufschlussverhältnisse nur für wenige Gebiete eine Aussage zum Lagerstättenpotenzial der Eisensandsteinvorkommen in Ostwürttemberg getroffen werden kann. Dort, wo bei **Donzdorf** noch größere Mengen an Doggersandstein erwartet werden können (z.B. Nordwest- und Westflanke des Messelbergs), ist das Gestein plattig bis dünnbankig spaltend und karbonatisch gebunden. Somit scheinen diese Vorkommen vor allem für die Mauersteingewinnung geeignet; allerdings steigen aufgrund der Morphologie die Abraummächtigkeiten auf kurzer Distanz rasch an. Das Gebiet **Weilheim a. d. Teck** hingegen könnte auch für Steinmetzqualitäten ein interessantes Potenzial aufweisen und zwar besonders im Gebiet Erlenwald südöstlich von Weilheim. Die Bindung der gestreiften, gefleckten und gemaserten Feinsandsteine (Abb. 4.7-9 und -17) ist ferritisch-tonig; die nutzbaren Mächtigkeiten erreichen 8–9 m. Die erkennbaren Bankmächtigkeiten liegen bei 0,5–0,8 m, Blockgrößen um 2 m³ sind nicht selten. Die schichtparallele Bleichung der im Vergleich zu Donzdorf oder Lauchheim lebhaft gefärbten Feinsandsteine zeigt rasch wechselnde Festigkeiten an. Im Waldgebiet Erlenwald steigen die Abraummächtigkeiten nur langsam an, so dass hier ein großes, gut erreichbares Vorratspotenzial zu erwarten ist.

Das größte Lagerstättenpotenzial weist das Gebiet **nördlich von Lauchheim** auf, wie die beschriebenen Erkundungs- und Abbauarbeiten für das Ulmer Münster belegen. Günstige Mächtigkeiten (> 7 m), ein Ausbringen an guter Werksteinqualität von mehr als einem Drittel der gelösten Masse sowie mit beachtlichen Rohblockgrößen (bis 50 m³) machen vor allem das Waldgebiet Pfaffenloch zu einem Vorratsgebiet, in dem langfristig hochwertiger, ferritisch gebundener Eisensandstein zur Verfügung steht. Die Rohstoffgeologische Auswertung des Probeabbaus und die nach-

folgenden gesteinsphysikalischen Untersuchungen erbrachten, dass die ca. 3,5 m mächtige „Kernbank“ die beste, langfristig stabile Werksteinqualität erwarten lässt (Abb. 4.7-5). Die Abraummächtigkeiten steigen vom Steinbruch Pfaffenloch in östliche Richtung auf 20 m an und bleiben dann auf großer Fläche in dieser Größenordnung konstant. Im Erkundungsgebiet ist auf einer rd. 1 ha großen Fläche – ausgehend von einer nutzbaren Werksteinlagermächtigkeit von 5 m – ein Vorrat von ca. 50000 m³ an Eisensandstein mit rd. 20000 m³ Werksteinanteil zu erwarten. Im Osten schließt sich ein großes, nicht untersuchtes Gebiet an, in dem noch größere Vorräte zu erwarten sind.



Abb. 4.7-18: Die Klosterkirche Vierzehnheiligen bei Bad Staffelstein – eines der bekanntesten Eisensandsteinbauwerke Frankens.

Kurzfassung: Die Sedimente der Eisensandstein-Formation wurden vor rund 175 Mio. Jahren in einem Flachmeer über den tonigen Schichten der Opalinuston-Formation abgelagert. Der Eisensandstein des Mitteljuras gehört zu den wichtigsten historisch genutzten Naturwerksteinen Ostwürttembergs und des angrenzenden fränkischen Raums. In regulärem Abbau steht er derzeit aber nirgends mehr. Es handelt sich um einen einheitlich fein- und gleichkörnigen, meist gelblichbraunen Quarzsandstein mit charakteristischen Limonit-Maserungen; die Kornbindung ist entweder karbonatisch oder tonig-ferritisch, was zu stark unterschiedlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften führt. Die Witterungsbeständigkeit besonders der ferritisch gebundenen Sandsteine ist trotz hoher Porosität und Wasseraufnahme langfristig gut, wie der 700 Jahre alte Hauptturm des Ulmer Münsters oder die über 900 Jahre alten Stauferburgen Hohenrechberg und Hohenstaufen belegen. Die wichtigsten alten Abaugebiete liegen vor allem bei Westhau-

sen und Westerhofen nahe Lauchheim, bei Donzdorf auf den Zeugbergen und am Albtrauf sowie bei Weilheim a. d. Teck. Herausragende Beispiele für steinsichtige Bauwerke aus Eisensandstein sind die genannten Stauferburgen, die Burgen Staufeneck und Ramsberg bei Süßen bzw. Donzdorf und die Burgenanlage Schloss Kapfenburg bei Lauchheim. Weitere typische Bauwerke sind die Peterkirche in Weilheim a. d. Teck, die ev. Kirche in Neidlingen und das Ulmer Münster. Für die Renovierung dieser berühmten Großkirche mit dem höchsten Kirchturm der Welt wurden im Auftrag der Münsterbauhütte in den letzten Jahren Erkundungsarbeiten durchgeführt, die bei Lauchheim zum Nachweis einer Eisensandsteinlagerstätte mit langfristig bedeutsamen Vorräten führte.

4.8 Gauinger, Sonderbucher und Riedlinger Travertin

mit Informationen zu weiteren teriärzeitlichen Süßwasserkalksteinen

– WOLFGANG WERNER –

4.8.1 Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung

Auf der mittleren Schwäbischen Alb treten im Raum Zwiefalten–Riedlingen jungtertiäre Süßwasserkalksteine auf, die mehrere Werksteinlager in Travertinqualität enthalten (Abb. 4.8-1); wir verwenden hier die in der Natursteinindustrie gebräuchliche Bezeichnung Gauinger, Sonderbucher und Riedlinger „Travertin“, obwohl es sich nicht um anorganisch gefällte Kohlensäuerlinge oder Thermalsinter handelt (vgl. Kap. 4.6 und Glossar). Der heutige Abbauschwerpunkt dieser „Industrie-Travertine“ liegt bei den Ortschaften Zwiefalten–Gauingen mit einem großen Bruch und bei Zwiefalten–Sonderbuch mit zwei benachbarten Steinbrüchen (Übersichtskarte der Abb. 4.8-2). Ein dritter Steinbruch ist in Vorbereitung. Die Brüche bei Langenenslingen nahe Riedlingen sind trotz großem Potenzial stillgelegt.

Bei diesen Travertinen von Zwiefalten und Riedlingen handelt es sich um Süßwasserkalksteine, die in weniger gut verfestigte tonig-sandige und karbonatische Sedimente der miozänzeitlichen Oberen Süßwassermolasse (OSM) eingeschaltet sind. Auf den Höhenrücken bei Gauingen und Sonderbuch liegen die Süßwasserkalksteine auf Sanden und Tonmergeln der OSM (Abb. 4.8-3). Die travertinartigen Süßwasserkalksteine sind hellbraune bis dunkelgrau schattierte, fossilreiche, kavernöse, dennoch gut polierfähige und harte Kalksteine, die mit kreidigen Kalksteinen wechselseitig (Abb. 4.8-1, -3 bis -7). Hauptanwendungsbereich für die polierfähigen Travertine ist heute vor allem die Bauwerksfassade.

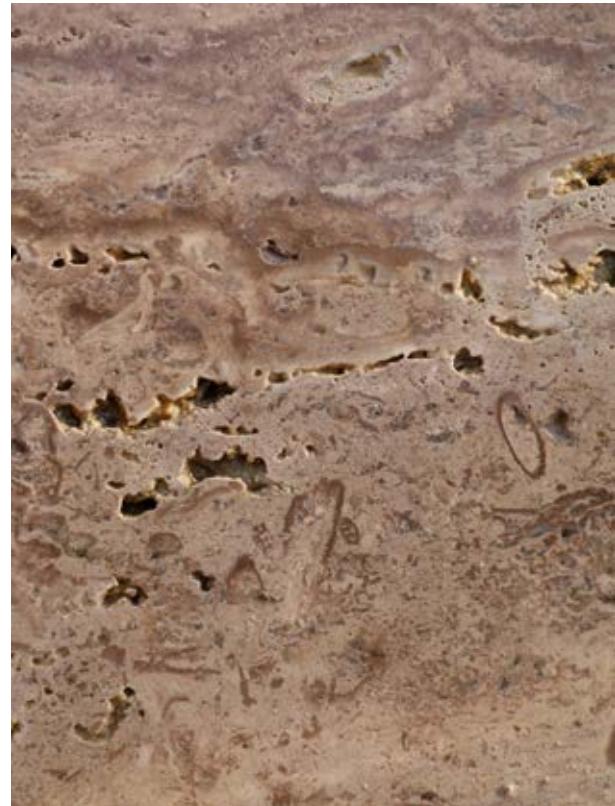


Abb. 4.8-1: Typisches Erscheinungsbild der travertinartigen Süßwasserkalksteine in der Oberen Süßwassermolasse der südlichen Schwäbischen Alb; Platte aus dem Oberen Lager von Gauingen. Bildbreite entspricht 11 cm.

Während viele Jahrzehnte lang der Begriff „Gauinger Travertin“ für alle Vorkommen um Zwiefalten dominierte, wird seit 2002 der zuvor als „Gauinger Travertin Typ S“ bezeichnete Kalkstein von Sonderbuch nun als „Sonderbucher Travertin“ vermarktet. Die Fa. Zeidler & Wimmel vertrieb sowohl den Travertin von Langenenslingen (bei Riedlingen) als auch den Gauinger Travertin, wo sie bis 2007 auch einen Steinbruch unterhielt, unter der Bezeichnung „Riedlinger Travertin“. Die seltener dunkelbraune Varietät aus den Brüchen bei Gauingen und Sonderbuch bewarb die Fa. A. Burrer mit dem Namen „Bernsteinmarmor“.

Der Höhenrücken zwischen den Gewannen Riederäcker im Süden, Rauer Hau, Lange Schachen sowie Büchle im zentralen Teil und Windenloch im Norden mit den Ortschaften Hochberg und Gauingen besteht aus bis 35 m mächtigen Süßwasserkalkstein-Ablagerungen unterschiedlichen Verfestigungsgrades und damit stark variabler Werksteinqualität. In den Steinbrüchen bei Gauingen und Sonderbuch weisen die genutzten Travertinlager Mächtigkeiten zwischen 2 und 6 m auf (Abb. 4.8-3 und -12). Der für hochwertige Werksteinverarbeitung nutzbare Anteil schwankt in Abhängigkeit von der Klüftung zwischen 20 und 35 % (Rohblöcke ausreichender Größe). Nordwestlich von Riedlingen treten polierfähige Süßwasserkalksteine mit Mächtigkeiten zwischen 2 und 5 m (WERNER & KIMMIG 2004) innerhalb der Süßwassermolasse des Tautschbuchs auf (Abb. 4.8-2).

4.8.2 Geologisches Alter, Entstehung

Am südlichen Rand der Schwäbischen Alb wurden Süßwasserkalksteine im Wechsel mit kalkig-sandigen Mergeln abgelagert; sie werden dem nördlichen Randgebiet des Ablagerungsräums der Oberen Süßwassermolasse und zeitlich dem Obermiozän bzw. Tortonium zugerechnet (HEIZMANN 1987), welches den Zeitraum von 11,2 bis 7,5 Mio. Jahren umfasst¹. Die Süßwasserkalke des Gebiets um Zwiefalten und Riedlingen sind in Seen zur Ablagerung gekommen, die von Schilfgrünteln und Wäldern umgeben waren und eine arten- und individuenreiche Fauna aufwiesen. Trockenrisse und Paläokarsthorizonte, die in zahlreichen Erkundungsbohrungen angetroffen wurden (s.u.), belegen, dass die Süßwasserseen mehrfach trocken gefallen sind. Mit gekernten Bohrungen wurden Spalten angetroffen, die bereits während der miozänen Sedimentation wieder mit Onkoiden, Ooiden und Kalkschlamm verfüllt wurden (Abb. 4.8-7). Es handelt sich also um Bildungen zeitweise ausgetrockneter, flacher und warmer Seen. Die Süßwasserkalksteine verzähnen sich beckenwärts, also in Richtung Süden bzw. Südosten, mit Tonen, Mergeln und Quarzglimmersanden (HEIZMANN 1987).

Die erwähnten bei Gauingen, Sonderbuch und Riedlingen zur Erkundung der Naturwerksteinlager niedergebrachten 12 Kernbohrungen gaben guten Einblick in den wechselnden Aufbau der obermiozänen Süßwasserkalkablagerungen. Die Untersuchungen standen einerseits mit gutachterlichen Beratungen für die Stadt Zwiefalten und die Firmen Lauster und Burer, andererseits mit der Erstellung von Rohstoffkarten im Zusammenhang (WERNER & KIMMIG 2004). Während in den Steinbrüchen üblicherweise nur die gut verfestigten, polierfähigen Sinterkalke untersucht werden können, erschlossen diese Bohrungen auch die im Liegenden und Hangenden oder in der lateralen Fortsetzung auftretenden Seekreiden. Beide Typen gehören zur Gruppe der palustrinen Kalke, also zu den Karbonatsedimenten, die in Feuchtgebieten wie Sümpfen und Mooren entstehen. Die häufigsten in den o.g. Bohrungen angetroffenen palustrinen Kalke sind Seekreiden, an denen zu erkennen ist, dass sie einst stark durchwurzelt waren. Es handelte sich also wohl um ein bewaldetes Areal, in das Kalkschlämme eingeschwemmt wurden. Die für Seekreiden typische rasche Verfestigung führte zur Bildung von Schrumpf- und Trockenrissen im Sediment. Die an der Oberfläche verfestigten Karbonatkrusten platzten leicht ab und wurden bei Regenfällen umgelagert oder bei höherem Seewasserstand mit der Strömung umgelagert und abgerollt; so entstanden die häufig anzutreffenden Kalkbruchstücke (lithoklastische Kalke).

Die Seekreiden zeigen oft noch pedogene Überprägungen (Bodenbildung); sie sind nur schwach verfestigt („kreidig“), weil die Karbonatkörper nach der Ausfällung aus dem warmen Wasser verdriftet wurden und das weiche Sediment Durchwurzelung, wahrscheinlich auch Durchwühlung durch Würmer erfahren hat.

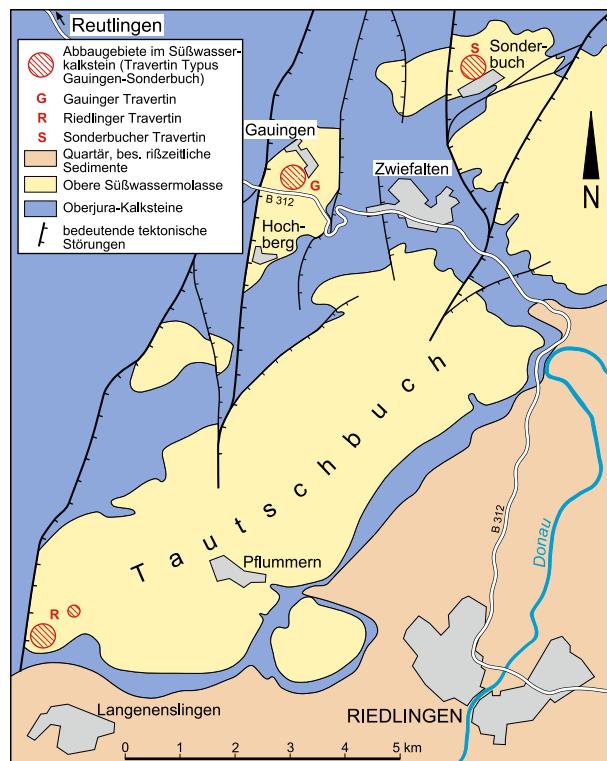


Abb. 4.8-2: Vereinfachte geologische Übersichtskarte für das Gebiet nördlich von Riedlingen mit Verbreitung der Oberen Süßwassermolasse und Lage der Abaugebiete von Gauinger, Sonderbucher und Riedlinger Travertin (Grundlage: Geologische Karten von HAAG & GEYER 1997, PRINZ 1959 und HEIZMANN 1984).

Während Phasen ruhiger Sedimentation in Seen kam es zur Bildung der gut verfestigten Süßwasserkarbonate (Abb. 4.8-1, -4 und -6). Kalkfällung und Zementation wurde durch cyanobakterienreiche Algenmatten im lichtdurchfluteten, warmen und ruhigen Wasser begünstigt. Auch die charakteristischen Hohlräume, die mehrere Zentimeter Größe erreichen können, sind durch direkte oder indirekte Organismenbeteiligung entstanden; es handelt sich hierbei um Hohlräume, die auf Pflanzenstengel und Gasblasen verwesender Organismen zurück geführt werden können. Schilfstengel und Schneckenschalen wurden ebenfalls von Algen überzogen und anschließend mit Kalk überkrustet (SCHWEIGERT 1996a). Entscheidend für das Auftreten mächtiger und recht reiner, d.h. tonarmer Süßwasserkalksteine in der Süßwassermolasse des Gebiets um Zwiefalten und Riedlingen sind einerseits Zuflüsse von stark kalkhaltigen Wässern, die von der Schwäbischen Alb nach Süden und Südosten abflossen und in das Molassebecken einmündeten. Andererseits bedurfte es günstiger Sedimentationsbedingungen in geschützten Seen, in die nur wenig toniges Material eingeschwemmt wurde und sich kalkfällende Algenmatten im seichten Wasser gut entwickeln konnten (s.o.). Durch intensive Zementation um Tier- und Pflanzenreste entstanden in den Süßwasserablagerungen ähnliche Gefüge, wie sie aus den an warmen Quellen und Kohlensäuerlingen entstandenen Travertinen bekannt sind (vgl. Glossar).

Die heute in Abbau stehenden Vorkommen auf den Hochflächen bei Gauingen und Sonderbuch (Abb. 4.8-8

1 www.lgrb.uni-freiburg.de, Ref. 92 Landesgeologie, Regelwerke

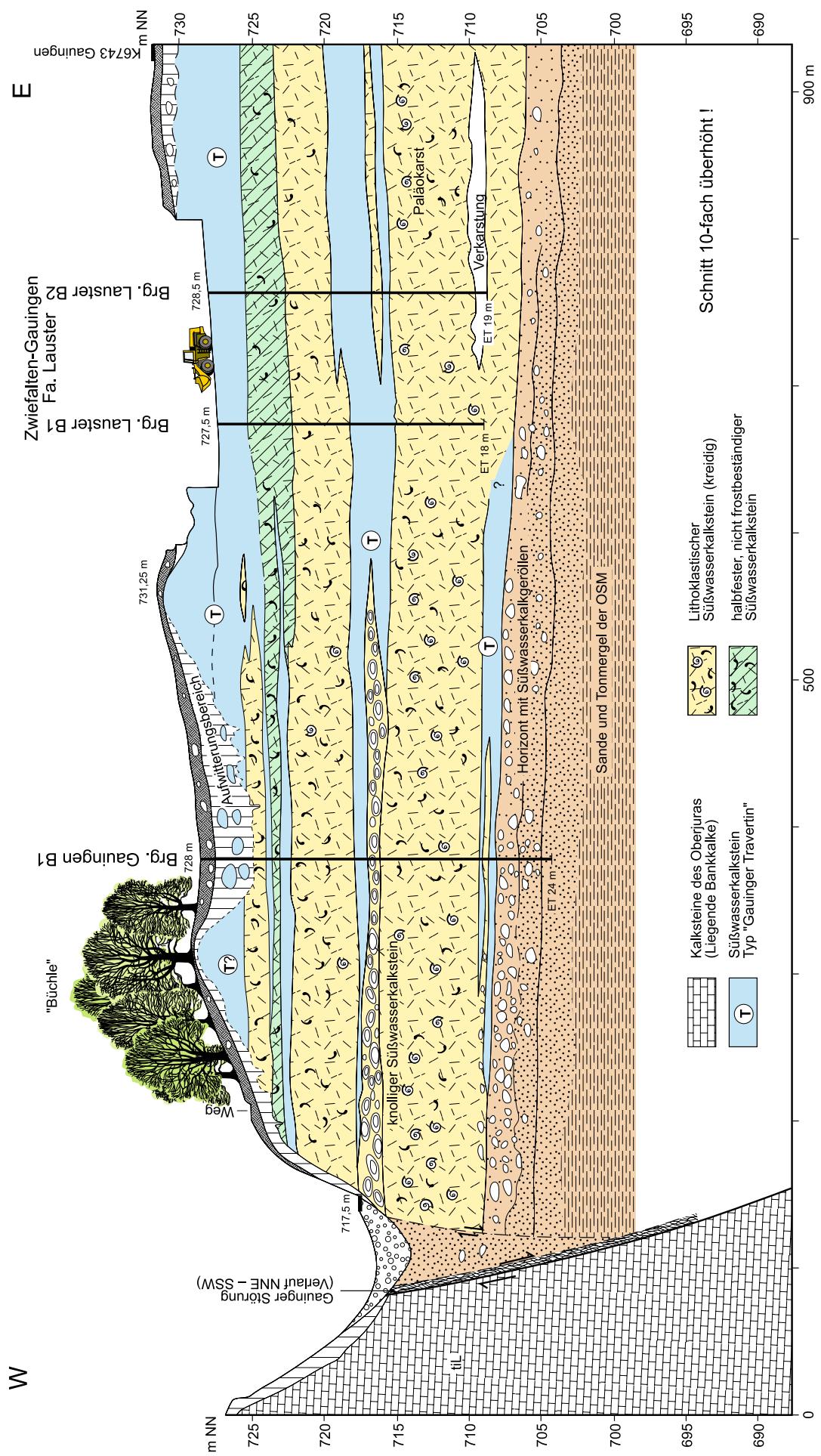


Abb. 4.8-3: Geologischer Schnitt durch das Vorkommen von Süßwasserkalken bei Gauingen mit den Travertinlagen (T), modellhafte Korrelation von Bohrergebnissen.

und -11) sind Erosionsreste einstmais deutlich größerer Vorkommen einer vermutlich weit ausgedehnten Seenlandschaft im Vorland der Kuppenalb. Vor allem die in den Zwischeneiszeiten auftretenden Wasserströme, die nach Süden Richtung Donau flossen, rissen große Blöcke von Süßwasserkalksteinen mit zu Tal. Ein eindrucksvolles Beispiel sind die Ablagerungen in der Kiesgrube Queck bei Zwiefaltendorf (RG 7723-5). Hier befinden sich bis 10m³ große Blöcke aus Oberjura-Kalksteinen und Gauinger Travertin in groben, etwa 13m mächtigen, risszeitlichen Schottern.

4.8.3 Gesteinsbeschreibung, technische Eigenschaften

Der Gauinger, Sonderbucher oder Riedlinger Travertin ist im Handel als ein hell- bis dunkelbraun schattierter, fossilreicher, kavernöser und polierfähiger, harter Kalkstein bekannt und geschätzt (Abb. 4.8-1, -4 und -16). Die eng verzahnten Calcitkristalle der werksteintauglichen Süßwasserkalksteine sind zwischen 10 und 100 µm groß. Seine bräunliche Tönung erhält er durch geringe Eisenbeimengungen. Nach LGRB-Analysen besteht der in Gauingen und Sonderbuch abgebaute Travertin zu rund 99,5 % aus Calcit; es handelt sich also um einen sehr reinen Kalkstein. Er enthält noch geringste Mengen an Quarz und Dolomit, im HCl-unlöslichen Rückstand wurden noch Spuren von Feldspat nachgewiesen. FRANK (1949) fand nach Auflösung von Proben des Gauinger Travertins in Salzsäure auch nur geringe Mengen an Eisenhydroxiden und kleine, wasserklare Quarzkörner – möglicherweise Staubbänder aus der alpinen Molasse.

Auffallendes Texturmerkmal sind die zahlreichen braunen Kalkkrusten, die sich in Algenmatten um Schilfstengel (Durchmesser 0,5–2,5 cm) und andere Pflanzenreste gebildet haben. Bis mehrere cm große Onkoide, dunkelbraune Algenkrusten, Ostracoden, Muscheln sowie Süßwasser- und Landschnecken geben dem Gestein ein abwechslungsreiches Erscheinungsbild, weshalb die Süßwasser-Travertine der Mittleren Schwäbischen Alb beliebte Dekorationssteine sind. Besonders in den einst pflanzenreichen Lagen weist der Gauinger Travertin zahlreiche unregelmäßige Kavernen auf, die vielfach mit hellbraunem, glasig durchscheinendem (ältere Bildung) oder dichtem, weißem Kalkspat (jüngere Bildung) ganz oder nur teilweise ausgefüllt sind. Das Gestein kann sedimentpetrographisch als bioklastischer Kalkstein oder Partikelkalkstein (bioklast. wackestone bis packstone) bezeichnet werden. Die großen Zwischen- und Kanalporen sind meist sparitisch verfüllt, z.T. durch Limonit braun gefärbt, andere Hohlräume sind offen.

Technische Eigenschaften: Die LGRB-Analyse einer gut zementierten, sehr festen Probe des Süßwasserkalksteins aus dem Steinbruch Roßlet/Lindenhart bei Riedlingen ergab: Rohdichte 2,6 g/cm³, Wasseraufnahme bei Atmosphärendruck 0,86 M.-%. FRANK (1944) veröffentlichte als erster Daten zu den technischen Eigenschaften des „Gauinger Süßwasserkalks“. Zwischenzeitlich sind weitere Daten hinzugekommen, die eine Besonderheit dieses Süßwasserkalksteins dokumentieren: Die Reindichte beträgt 2,83 g/cm³, die

Rohdichte aber nur 2,33 g/cm³ (Mittelwert von 17 Proben, MPA Stuttgart) und die Gesamtporosität 17,9 % (Schwankungsbreite 11,3–23,7 %). Trotz dieser hohen Porosität ist die Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck mit 2,9 M.-% gering (MPA Stuttgart 1976), FRANK hatte als Wasseraufnahme 3,6–4,7 M.-% ermittelt.

FRANK (1949) konnte zeigen, dass die Druckfestigkeiten des Gauinger Süßwasserkalksteins mit zunehmender Rohdichte aufgrund des zunehmenden Bindemittelgehalts rasch ansteigen: (1) 1,73 g/cm³ – 6,3 MPa; (2) 1,95 g/cm³ – 16,1 MPa; (3) 2,26 g/cm³ – 40 MPa. Die „Travertinqualität“ weist Druckfestigkeiten von 64–102 MPa auf. Weitere gesteinsphysikalische Daten: Biegefestigkeit: 11,3 MPa (LUKAS 1990) bzw. 7,4 MPa (INSK); Ausbruchlast am Ankerdornloch: 1680 N (LUKAS 1990).

Neben seinem lebhaften Erscheinungsbild und dem warmen beigebrunnen Farbton (Abb. 4.8-1 und -16) verdankt der Gauinger Travertin den o. g. technischen Eigenschaften seine Beliebtheit als Boden-, Fassaden- und Mauerstein. Die offenen Kavernen in einem sehr gut verzahnten, dichten Kalkstein führen dazu, dass das aufgenommene Wasser rasch wieder abtrocknet. In den großen Hohlräumen können sich Eiskristalle ausdehnen, so dass dem Frost kaum Angriffspunkte geboten werden. Das Gestein ist daher verwitterungs- und frostbeständig nach DIN 52106. Frostspaltung und witterungsbedingte Abplatzungen sind nur bei den wassersaugenden, porösen und kredigten Varietäten, die unter- und oberhalb der Travertinlager auftreten (Abb. 4.8-5), zu beobachten.

4.8.4 Gewinnung und Verwendung

Der Gauinger, Sonderbucher bzw. Riedlinger Süßwasserkalkstein wird seit rund Tausend Jahren für Bauzwecke genutzt. Hirsauer Mönche ließen im 11. Jh. im Tal von Zwiefalten die erste Klosterkirche aus Süßwasserkalkstein erbauen. Das berühmte barocke Münster von Zwiefalten (Abb. 4.8-17) wurde in der Zeit von 1706 bis 1780 mit demselben Naturwerkstein errichtet. Nach Darstellung des Zwiefalter Priors MICHAEL KNITTEL aus der Zeit zwischen 1730/1740² wurde der Convent des Zwiefalter Klosters sowie das Amtshaus ab 1683 aus Süßwasserkalkstein vom Tautschbuch bei Riedlingen (s.u.) erbaut. Er berichtet außerdem von Steinbrüchen auf der Brunnenstaig nahe einer Ziegelhütte und an der Straße nach Hayingen, aus welchen zwischen 1706 und 1727 die Bausteine für das Refektorium, das „Fratumgebäude“, den Reitstall, die Mühle, die Apotheke und den Bauhof geliefert wurden. Zu dieser Zeit scheint der Gauinger Bruch kaum über größere Gesteinsblöcke verfügt zu haben, denn KNITTEL berichtet, dass von Gauingen nur „trefflich gute Pflastersteine“ geliefert worden sind, die in Zwiefalten und an der Kirche in Ochsenhausen verwendet wurden.

² Handschrift von ca. 1730, Cod. hist. quart. 230 aus der Württ. Landesbibliothek, Übertragung von Prof. Dr. W. IRLENKAUF vom Juni 1978, übersandt an R. A. BURRER, Maulbronn



Abb. 4.8-4: Sonderbucher Travertin mit typischen braunen Algenkrusten; Breite des Sägestücks ca. 20cm.



Abb. 4.8-7: Bohrkerne aus den Süßwasserkalkvorkommen von Gauingen mit verschiedenen Typen von Süßwasserkalksteinen (Maßstab: 1 Euro-Münze).



Abb. 4.8-5: Kreidiger Süßwasserkalkstein aus der Basischicht des oberen Werksteinlagers in Gauingen, mangels ausreichender Zementierung nicht polierfähig. In diesen Gesteinstyp (gelb in Abb. 4.8-3) sind die gut zementierten „Travertin“-Lager eingeschaltet. Bildbreite entspricht 11cm.



Abb. 4.8-6: Top des mittleren Werksteinlagers in Gauingen, braune Flammung durch Eisenhydroxide. Bildbreite entspricht 14cm.

Wie diese Darstellung verdeutlicht, waren die günstig am Albrand und unweit der Donau gelegenen Brüche bei Riedlingen bzw. Langenenslingen (Beschreibungen in: WERNER & KIMMIG 2004) schon mindestens seit dem 17. Jh. in Betrieb. Denkbar ist auch, dass bereits im Mittelalter von Riedlingen aus auf dem Wasserweg Kalksteinblöcke nach Ulm zum Bau des Münsters (1377–1543) transportiert wurden, da die tragenden Säulen im Inneren der Kathedrale zu einem großen Teil aus großformatigen Sinterkalksteinen der Süßwassermolasse bestehen – diese können natürlich auch aus heute nicht mehr zugänglichen Brüchen im Gebiet östlich von Ulm kommen (Kap. 4.8.7).

Über die ersten Anfänge der Brüche um Zwiefalten ist nichts Näheres bekannt, jedenfalls stehen sie mindestens seit dem 18. Jh. in Nutzung, wie der o.g. Bericht von KNITTEL zeigt. Zu überregionaler Bedeutung kamen die Brüche bei Gauingen aber erst in den 1930er Jahren durch die Initiative von ALBERT BURRER aus Maulbronn (vgl. Kap. 4.23.3.5). Er erwarb sein erstes Grundstück, in Abb. 4.8-8 als Steinbruch RG 7722-300 gekennzeichnet, neben dem alten Steinbruch der Fa. Traub im Jahr 1929 und begann umgehend mit dem Abbau. Der Steinbruchbetreiber DOMINIKUS TRAUB produzierte vor allem Mauerquader. Noch im selben Jahr konnte BURRER den größten Teil des Steinbruchs der Firma Traub übernehmen, aus dem sich der heutige große Bruch entwickelte (RG 7722-2). Der alte Burren-Bruch lag, wie alte Karten belegen, am südlichen Ortsausgang von Gauingen, südöstlich der großen Halle (Abb. 4.8-8 und -9 A). Dieses Gebiet ist heute aufgefüllt und durch Wohn- und Industriebauung genutzt. Der damals unscheinbare Bruch auf der Gauinger Hochfläche erfuhr im Zusammenhang mit den Baumaßnahmen in Berlin 1935/36 seine erste Erweiterung (Abb. 5.8-7). 1938 errichtete ALBERT BURRER eine große Fertigungshalle (Abb. 4.8-9 A), in der nach Auskunft seines Sohnes ROLF A. BURRER (Mitt. 2009) in der Folgezeit bis 150 Steinmetze und Bildhauer arbeiteten.

Das erste bedeutende Projekt aus Gauinger Travertin waren Innenarbeiten für die Universität Tübingen im

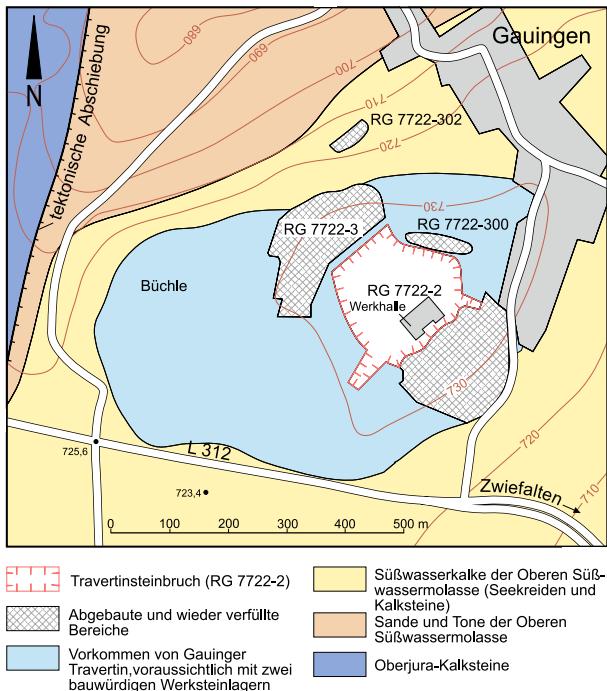


Abb. 4.8-8: Geologische Situation bei der Ortschaft Gauingen (grau) mit Verbreitung der Süßwasserkalksteine mit travertinartiger Verfestigung (Gauinger Travertin, blau) und Lage der Steinbrüche.

Jahr 1932 (BURRER 1960). Die größten Aufträge standen im Zusammenhang mit den umfangreichen Bauten auf dem Berliner Olympiagelände in den Jahren 1935/36, dem Flughafen Tempelhof 1936–1940 und dem Märzfeld in Nürnberg ab 1938. Auch mehrere Autobahnbrücken wurden aus Gauinger Travertin gebaut. Weitere Großaufträge waren ab 1948 die Dresdner Bank in Stuttgart (sog. Olgabau) und Wasserbausteinlieferungen für die Illerkorrektur ab 1956.

Das Reutlinger Tagblatt von 1936 beschreibt unter dem Titel „Schwäbischer Marmor bei der Olympiade 1936“ die Bedeutung des Süßwasserkalksteins von Gauingen für dieses Berliner Großprojekt. „Droben bei dem stillen Münsinger Albdörfchen Gauingen, ..., sind seit Juni vergangenen Jahres fleißige Hände am Werk, um mächtige Steinquader aus der Erde zu brechen und sie auf den Weg nach der Reichshauptstadt zu bringen. Es ist der Gauinger Marmor, der mit dazu ausersehen wurde, den gigantischen Bau des Berliner Olympia-Stadions erstehen zu lassen“. Die Blöcke wurden mit für diese Zeit modernen Presslufthämern durch Loch-an-Loch-Bohren und eisernen Keilen aus dem Lager gespalten, mit einem großen Kran auf schwere Transportwagen gehieft und z.T. in Gauingen, z. T. in Maulbronn auf die geforderten Maße gesägt. Über 800 Kubikmeter gesägte Ware – also fast 1900 t – wurde per Bahn nach Berlin transportiert. Geliefert wurden vor allem Steine für Gesimse, Konsolen, Säulen und Gurte für die Zuschauertribünen sowie Blöcke für Bildhauerarbeiten. Zum Auftrag gehörten auch bis 13,5 t schwere Quader für die Wangenmauern der Hauptaufgänge im Olympiastadion. Rund 60 Mitarbeiter waren in dieser Zeit im Steinbruch beschäftigt.

Bis 1990 wurde der Bruch von ROLF ALBERT BURRER (vgl. Kap. 1.3.5.2) weiter betrieben. Dieser verkaufte im August 1991 den Gauinger Bruch an die Fa. Seeburger aus Maulbronn, welche ihn kurz darauf an die Fa. Lauster Steinbau, Bad Cannstatt, weiter veräußerte. Diese betreibt den Bruch bis heute durch saisonalen Abbau mit einer mobilen Abbaumannschaft, welche das Travertinlager mittels Schwertsäge in große Blöcke schneidet und mit Bagger abhebt (Abb. 4.8-9). Die Weiterverarbeitung erfolgt im Werk Maulbronn. Etwa seit dem Jahr 2000 ist dieser kavernöse und strukturierte Süßwasserkalkstein auch für moderne Bauten stark nachgefragt (vgl. folgende Liste der Bauwerke). An der Jahreswende 2011/12 erfolgte die bislang größte Erweiterung durch die Fa. Lauster (Abb. 4.8-9 B). Die Ausbeute an Großblöcken für Fassadenplatten (März 2012) beträgt etwa 10 % der gelösten Menge, vor allem weil im aktuellen Abbaubereich eine unregelmäßige Form der Blöcke zu verzeichnen ist (engständige Zerklüftung); rechnet man die geringer wertigen Einsatzbereiche (Mauersteine, GaLa-Bau) hinzu, so sind etwa 40 % der gelösten Menge verwertbar. Die maximal erreichbare Ausbeute an großformatigen Blöcken in Plattenqualität beträgt in günstigen Lagerstättenteilen etwa 35 %.

Nordwestlich angrenzend an den großen Gauinger Bruch (RG 7722-2) betrieb die in Kirchheim/Unterfranken ansässige Firma Zeidler & Wimmel ebenfalls einen Bruch (RG 7722-3) (Abb. 4.8-8). Die Blöcke wurden bis in die 1970er Jahre zum Naturwerksteinwerk Riedlingen zur Verarbeitung transportiert, wo diese traditionsreiche Natursteinfirma eine Zweigniederlassung hatte; zu dieser gehörten zwei Brüche bei Langenenslingen im „Riedlinger Travertin“. Die Brüche am Roßlet und der Kirchensteinbruch 1,2 km NNW von Langenenslingen waren bis in die 1950er Jahre in Betrieb (Tab. 4.8-1). Den Abbau in Gauingen begann die Fa. Zeidler & Wimmel in den 1940er Jahren, ebenfalls ausgehend von einem alten kleinen Bruch zur Gewinnung von Mauerquadern im Nordteil des Travertinvorkommens. Bei der Befahrung von A. SCHREINER im Jahr 1951 waren fünf Mann mit Pressluftbohrern beim Abbau eines 2–3 m mächtigen Lagers von Süßwasserkalkstein beschäftigt. Die Blöcke wurden mit Hilfe von zwei Kränen auf Lastwagen verladen, welche diese nach Riedlingen schafften. Im Jahr 2005 stellte diese Firma den letzten Abbauantrag für ein 0,9 ha großes Areal in Gauingen, das sie in den darauffolgenden Jahren abbaute. Die Werksteinbank war am Nordrand des in Abb. 4.8-8 eingezeichneten Vorkommens nur noch etwa 1,5 m mächtig. Trotz großer Nachfrage nach diesem Gestein musste die Firma mangels verfügbarer Grundstücke den Abbau einstellen und verfüllte 2007 das ehemalige Bruchgelände vollständig, welches nun wieder landwirtschaftlich genutzt wird. Die Firma Zeidler & Wimmel bietet das Gestein heute noch unter der Bezeichnung „Riedlinger Travertin“ („Riedlinger Shell Limestone“) an³. Das letzte mit Süßwasserkalksteinen aus diesem Bruch realisierte Großprojekt ist das 2007 fertig gestellte Gebäude von Galeria-Kaufhof am Alexanderplatz in Berlin; hier wurden rund 12000 m² Fassadenplatten⁴ verbaut. Im genannten Abbauzeitraum

3 www.zeidler-wimmel.de

4 Zeitschrift Naturstein 2/2007, S. 20–21



(A)



(B)



(C)



Abb. 4.8-9: Steinbruch Gauingen der Fa. Lauster Steinbau: (A) Werkhalle, errichtet in den 1930er Jahren von der Fa. A. Berrer, daneben Blocklager; (B) Neuaufschluss im Oberen Lager, März 2012; (C) Abbau mit der schwenkbaren Schrämsäge, hier Anlage eines Sohlschnitts; (D) Kluftmuster im Travertin des oberen Lagers, Blick auf eine Lagerfläche (Maßstab 3m).

von rd. 60 Jahren wurde von der Fa. Zeidler & Wimmel und den Vorgängern eine Fläche von 2,4 ha abgebaut, die etwa 50000 m³ Süßwasserkalkstein Typus Gauinger Travertin enthielt.

Sonderbuch: Der erste Travertinbruch bei Zwiefalten-Sonderbuch entstand – vermutlich ebenfalls aus einem kleinen Steinbruch zur Mauersteingewinnung – im Jahr 1936 im Zusammenhang mit der weiteren Suche von ALBERT BURRER nach zusätzlichen Travertinvorkommen für die großen Bauprojekte dieser Zeit. 1943 wurde auch der Sonderbucher Bruch kriegsbedingt stillgelegt, etwa ab 1946 aber wieder in Betrieb genommen (Mitt. R. A. BURRER, 2001). Den Bruch in Sonderbuch verpachtete R. A. BURRER im Jahr 2000 an die Fa. Schön & Hippelein, Satteldorf, die ihn seit-her betreibt. Im Herbst 2009 eröffnete die Fa. Traco, Bad Langensalza (Thüringen), unmittelbar benachbart zum Bruch der Fa. Schön & Hippelein einen neuen Bruch (Abb. 4.8-10 bis -13).

Verwendung: Die Industrie-Travertine aus Gauingen, Sonderbuch und Langenenslingen bei Riedlingen eignen sich für Platten und Massivarbeiten aller Art, als Mauersteine und für Bildhauerarbeiten z.B. für Denkmale. Heute werden sie besonders für Wand- und Fassadenverkleidungen, Fenster- und Türrahmen, Bodenplatten, Gartenbausteine und für innenarchitektonische Zwecke (wie Tischplatten, Gesimse) eingesetzt. In den 1970er Jahren wurden erstmals größere Mengen von Gauinger Travertin für Trockenmauern, Plattenwege, Schwimmbadbeläge und Wasserbecken im Gartenbau verwendet. In den letzten Jahren wurden mit diesem Gestein große Bauwerke in Berlin und München verbündet.

Als Beispiele zur Verwendung von Süßwasserkalkstein in Travertinqualität aus Gauingen, Sonderbuch und Riedlingen sind zu nennen (nach Mitt. von R. A. BURRER und A. LAUSTER, Referenzlisten der Fa. Lauster, LGRB-Akten):

- Zwiefalten: Kloster und das 1741–1753 errichtete Münster (Abb. 4.8-17)
- Stuttgart: Sozialministerium (früher Landesbank), Königin-Olga-Bau (1954, heute Dresdner Bank Abb. 4.8-20), Gasthof „König von England“ (Schillerplatz), Landgerichtsgebäude, Rathaussturm am Marktplatz (1956), Kunstgebäude (1910–1913) am Schlossplatz, neue Landesbank (1994), Bankgebäude Nord-LB (innen), Eberhardskirche in Stuttgart (Königsstraße 7), Fassadenverkleidungen am Justizgebäude, der Oberpostdirektion, Landesversicherungsanstalt, Landeskreditbank (10000 m² Fassade und Massivteile), Deutsche Bank, Dresdner Bank (Abb. 4.8-20), Haus der Katholischen Kirche
- Fellbach: Schwabenland-Halle (innen und außen)
- Backnang: Volksbank (800 m² Fassade)
- Metzingen: Erweiterung Rathaus (Fassade)
- Schönaich: Volksbank (1998)
- Reutlingen: Volkshochschule (600 m² Fassade)
- Münsingen: Erweiterung Volksbank (Fassade)
- Heilbronn: Landeszentralbank (3000 m² Fassade), Deutsche Bank, AOK (500 m² Fassade, Massivsteine)
- Pforzheim: Innenausstattung der evangelischen Stadtkirche, Volksbank und Dresdner Bank



Abb. 4.8-10: Sonderbuch, Blick vom Steinbruch in südliche Richtung mit Ortschaft und typisch flachwelliger Landschaft der Flächenalb um Zwiefalten, die aus Oberjura-Kalksteinen und auflagernden Molasse-Sedimenten aufgebaut wird (vgl. Abb. 4.8-2 und -11).

- Tübingen: Innenwandverkleidungen in der Neuen Aula der Universität, Geschwister-Scholl-Platz (Abb. 4.8-19)
- Bad Urach: Volksbank Metzingen-Bad Urach (2004)
- Berlin: Olympiastadion (1934–1936), z.B. Marathon-Tor, Nebengebäude Flughafen Tempelhof, CDU-Parteizentrale (1999–2000), Büroensemble am Auswärtigen Amt (2007), Königstadtterrassen (1300 m² Fassade massiv)

- Ahlen in Westfalen: Innungskrankenkasse
- Hannover: Nord/LB am Friederichswall, Fußböden (2002)
- München: Neue Synagoge Ohel Jakob und jüdisches Gemeindezentrum (2007) (Abb. 4.8-21)
- Beispiele aus Nachbarländern: N. M. B. Treasury Bank in Amsterdam, Kunstgebäude in Den Haag, sog. Wohnüberbauung Chalavus (Sockel) in St. Moritz, Hotel Saratzin Pontresina.

Das Material aus dem „Kirchensteinbruch“ bei Langenenslingen wurde z.B. zum Bau der St. Konradskirche in Langenenslingen verwendet; dieses steinsichtige Bauwerk ist das derzeit schönste Beispiel für Verwendung von Riedlinger Süßwasserkalkstein (Abb. 4.8-18). Wie eingangs geschildert, dürfte auch für das Kloster in Zwiefalten viel Material aus Riedlingen verwendet worden sein.

4.8.5 Varietäten und Abaugebiete

Die in den vorigen Abschnitten dargestellten Travertinvarietäten sind in fast allen Steinbrüchen des Gebiets Zwiefalten–Riedlingen zu finden (Abb. 4.8-2). Wechsel zwischen der mehr krustenreichen, stark kavernösen und der massigeren, onkoidführenden Variante gibt es lateral wie vertikal häufig, was auf die Entstehung in einem sich rasch verändernden

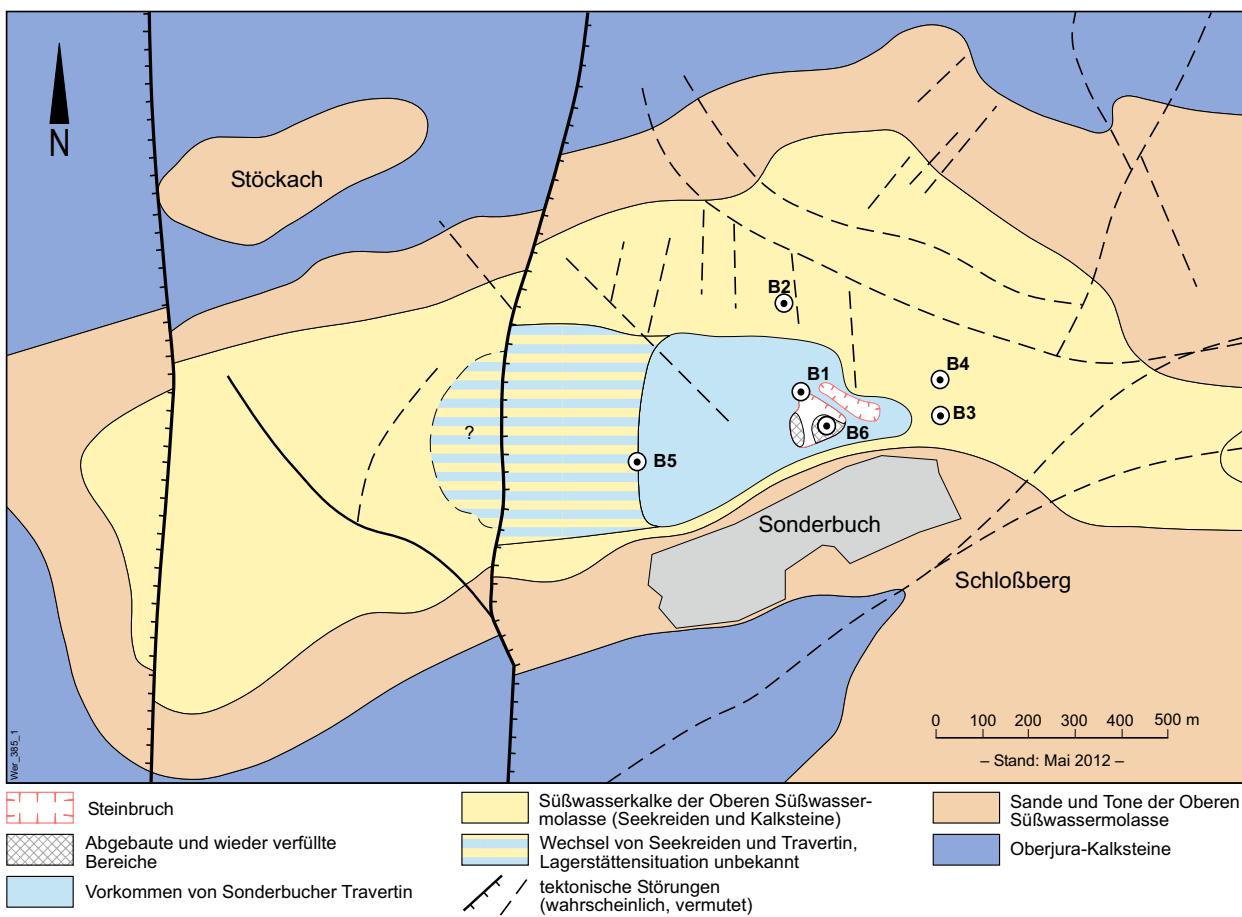


Abb. 4.8-11: Geologische Situation bei Zwiefalten-Sonderbuch mit Erstreckung des bekannten und des vermuteten Travertinvorkommens, Lage der Steinbrüche und Erkundungsbohrungen sowie der aus Kartierung und Luftbild erkannten bzw. vermuteten Störungen; Karte erstellt unter Verwendung der Arbeit von N. RAMEIL (1997), Luftbildauswertung und eigenen Kartier- und Erkundungsarbeiten.

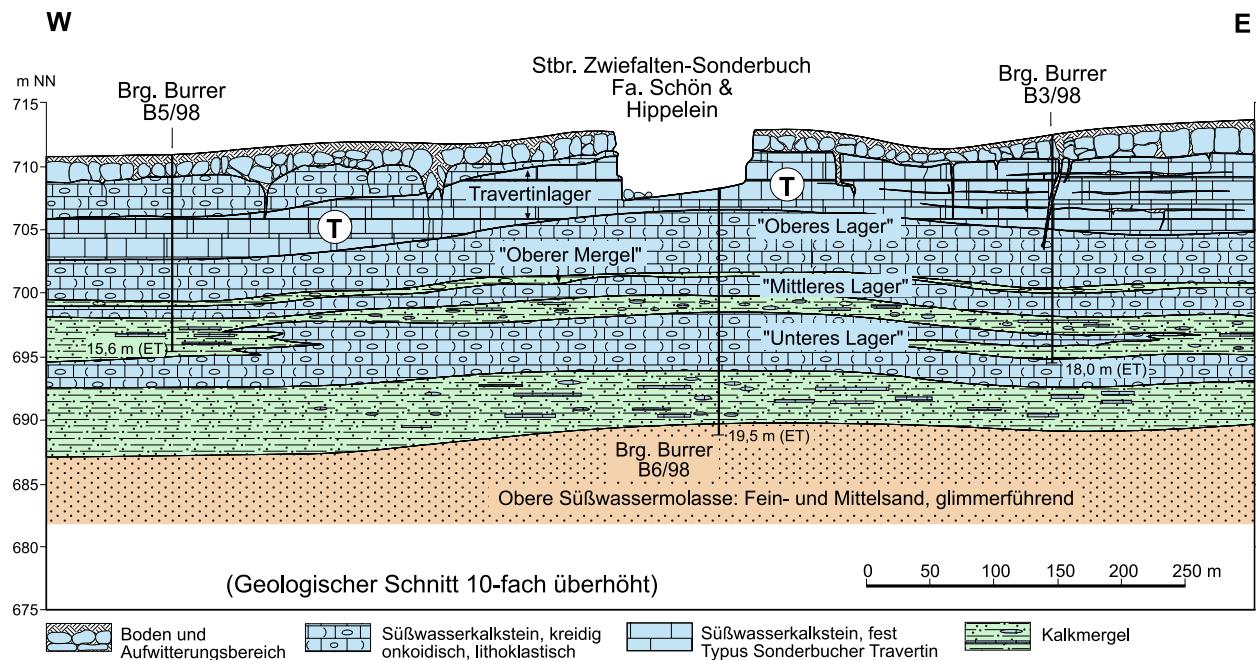


Abb. 4.8-12: Geologischer Schnitt durch das Süßwasserkalkvorkommen von Sonderbuch, konstruiert auf Basis der Erkundungsbohrungen von 1998; T = Sonderbucher Travertin.

Sumpf- und Flachwassermilieu zurückzuführen ist (Kap. 4.8.2).

Gauingen (RG 7722-2 und -3): Durch 1997/98 durchgeführte Kernbohrungen konnte geklärt werden, dass das nördlich der B 312 und SW von Zwiefalten-Gauingen gelegene Vorkommen eine für die Naturstein- und Naturwerksteingewinnung insgesamt nutzbare Mächtigkeit von 15–27 m erreicht (Abb. 4.8-3 und -8). Es enthält drei Lager mit polierfähigen Sinterkalksteinen; die zwischengelagerten kreidigen Süßwasserkalksteine eignen sich für den Gartenbau und einfache Wegebaumaßnahmen, als Branntkalkrohstoff und ggf. bankweise für Anwendungen im Innenbereich. Die im oberen Lager angelegten, unmittelbar benachbarten Brüche überdecken eine Fläche von rund 8 ha, wobei der ehemalige Bruch der Fa. Zeidler & Wimmel (RG 7722-3) bereits vollständig aufgefüllt und rekultiviert ist (2,4 ha). Über die Geschichte des Burrer- bzw. Lauster-Bruchs wurde eingangs berichtet. Die Travertinlager zeigen söhlige Lagerung bzw. bis 1,5° nach SE gerichtetes Einfallen (Abb. 4.8-3).

Das obere Lager steht seit langem in Abbau. Es ist 3–6 m mächtig und wird im nördlichen Bruchteil durch eine Lagerfuge in eine obere und untere Bank zerteilt, im südlichen handelt es sich um eine kompakte Lagerbank. Unter der in den Bohrungen auf der Bruchsohle bis 7,8 m Tiefe reichenden Einschaltung von Onkoid-reichem, kreidigem Süßwasserkalkstein tritt das Mittlere Lager bis 12 bzw. 14 m unter Bruchsohle auf und ist 3–6 m mächtig. Es dürfte ebenfalls von wirtschaftlichem Interesse sein, ist aber durch den Abbau bislang nur an einer Stelle erreicht worden. Im Aufschluss handelt es sich um einen weniger kavernösen, splittrig brechenden, braun geflammten Süßwasserkalkstein (Abb. 4.8-6).

Die Aufschlüsse (Herbst 2011) im oberen Travertinlager zeigen folgendes generelles Schichtenprofil (Mächtigkeitsangaben):

- ca. 0,2 m: Boden, stark steinig
- ca. 1,2 m: Hochflächenschutt aus Süßwasserkalkstein, stark lehmig
- ca. 0,3 m: stückig und plattig aufgelockerter Süßwasserkalkstein
- ca. 3,3 m: fester, polierfähiger, kavernöser Süßwasserkalkstein (Industrietravertin, Oberes Lager)
- ca. 1,7 m: Übergangsfazies: grauer, gering kavernöser, weniger fest gebundener Süßwasserkalkstein
- ca. 2,5 m: hellgrauer, stark kreidiger, onkoidreicher Süßwasserkalkstein, stark rückwitternd
- > 1,2 m: beigebrauner, splittrig brechender, gering kavernöser Süßwasserkalkstein (Mittleres Lager).

Nach Kartierung und den wenigen Erkundungsbohrungen zu schätzen, dürfte das südlich an die Brüche angrenzende, ca. 10 ha große Gebiet bis zur Landesstraße 312 Travertinlager in ähnlicher Qualität und Mächtigkeit enthalten wie das bisherige Abbaugebiet. Natürlich sind auch in diesem, noch nicht erschlossenen Areal kleinräumige Schwankungen in Lagermächtigkeiten, Kluftabständen und Verkarstungsintensität zu erwarten. Ein geplantes Gewerbegebiet wurde von der Stadt Zwiefalten auf Empfehlung des LGRB⁵ und aus Gründen des Lagerstättenschutzes in das Areal südlich der L 312 verschoben, weil dort keine Süßwasserkalksteine in Travertinqualität mehr vorhanden sind (Abb. 4.8-8). Die vorausschauende kommunalpolitische Entscheidung ist im Zusammenhang mit den vielen aus Gauinger Travertin errichteten Bauwerken der Umgebung zu sehen, für die langfristig Ersatzmaterial benötigt wird.

Aufgrund der jungen Tektonik und Hebungsgeschichte der Schwäbischen Alb, in deren Zuge zahlreiche sich überschneidende Kluftsysteme entstanden, ist nur ein Teil der Werksteinlager für die hochwertige Weiterverarbeitung zu Platten und Tranchen verwertbar (Rest für Mauersteine usw.). Im Bereich des am nordwestlichen Rand des Bruchs in Abbau stehenden Oberen Lagers wurden beispielhaft die Orientierung der Klüfte – „Abgänge“ in der Steinhauersprache – und ihre Häufigkeit, also die Kluftabstände ermittelt, um das Ausbringen abschätzen zu können: Es zeigte sich, dass drei Kluftsysteme vorhanden sind (Abb. 4.8-9 D). In einem etwa 100m² großen Areal können daher unter Berücksichtigung der genannten durchschnittlichen nutzbaren Mächtigkeit Rohblöcke mit Blockgrößen über 2m³ zu einem Anteil von etwa 40 % der Gesteinsmasse gewonnen werden. Durch Sägeverluste (rechtwinklige Blöcke!) gehen davon weitere 60 % verloren. Etwa 15–20 % des gelösten Gesteinsvolumens können also aufgrund der heutigen Verarbeitungstechnik zu verkaufsfähigen Produkten weiterverarbeitet werden.

Sonderbuch (RG 7722-4 und -5): Bei Zwiefalten-Sonderbuch sind zwei Travertinsteinbrüche oberhalb des Ortes in Betrieb; ein dritter befindet sich in Vorbereitung. Das Sonderbucher Travertinlager besitzt eine nutzbare Mächtigkeit zwischen 2,5 und fast 6m (Abb. 4.8-11 und -12). Der früher als Gauinger Travertin Typ S, heute als Sonderbucher Travertin bezeichnete Kalkstein wurde zwischen den 1930er und den 1950er Jahren von der Fa. A. Burer in einer Mächtigkeit von 2,5–3m gewonnen, dann aber kaum mehr genutzt. Nach Auskunft von Herrn R. A. BURER wies der größte hier jemals gelöste Block ein Volumen von ca. 150m³ auf. Ausgelöst durch die Untersuchungsarbeiten bei Gauingen wurde das Gebiet um den alten Steinbruch bei Sonderbuch im Jahr 1998 durch das LGRB im Auftrag der Fa. Burer mittels Kernbohrungen und Luftbildauswertungen erkundet. Im Jahr 2002 erwarb die Fa. Schön & Hippeltein (Satteldorf) den Bruch und nahm ihn wieder in Betrieb. In den Jahren 2008–2010 wurden hier große Mengen von Travertinblöcken gewonnen, die für Bauprojekte besonders in Berlin verwendet wurden. Mit einem Hydraulikbagger mit Reißzahn werden bis 80t große Blöcke (Durchschnitt 10–20t) gelöst. Das aktuell genutzte Lager im Stbr. der Fa. Schön & Hippeltein variiert in seiner Mächtigkeit zwischen 3,8 und 5,4m.

Unmittelbar nördlich und nordöstlich des genannten Bruchs wurde im August 2009 von der Fa. Traco Deutsche Travertinwerke Bad Langensalza (Thüringen) ein neuer Steinbruch im Sonderbucher Travertin begonnen (RG 7722-5). Wie im benachbarten Bruch ist das Lager reich an röhrenförmigen dunkelbraunen Algenkrusten und Onkoiden, Süßwasserschnecken sind ebenfalls häufig (Abb. 4.8-4). Die Überlagerung durch Boden und aufgewitterten, kleinstückigen Süßwasserkalkstein ist im Durchschnitt 2m mächtig. Die Blöcke werden im Gegensatz zum benachbarten Steinbruch nicht durch Reißen sondern mittels Bohren und Seilsägen gelöst; der erste Schnitt mit der Seilsäge erfolgte am 23. Sept. 2009. Die besten Blöcke werden im Bruch vorformatiert und dann zur Weiterverarbei-



Abb. 4.8-13: Abbau von Sonderbucher Travertin bei Zwiefalten-Sonderbuch: (A) Im Sommer 2010 begonnener neuer Steinbruch der Fa. Traco, Bad Langensalza; links im Hintergrund die Halden des Steinbruchs der Fa. Schön & Hippeltein; (B) Blick in den Neuaufschluss bei Sonderbuch; das Travertinlager ist am östlichen Rand der Lagerstätte nur etwa 2m mächtig.

tung ins Werk nach Bad Langensalza transportiert. Die Fa. Traco ist gegenwärtig einer der größten deutschen Naturwerksteinlieferanten (Kap. 1.3.5.2).

Die bisherigen Aufschlüsse zeigen, dass das Sonderbucher Travertinlager im Osten des Vorkommens zwischen 1,8 und 2,5m mächtig ist (Abb. 4.8-11 bis -13). Die Rohblöcke aus dem östlichen Lagerstätten-Teil haben Gewichte meist zwischen 3 und 10 t. In westliche Richtung, zum Kernbereich der Lagerstätte, steigen die Lagermächtigkeiten und Blockgrößen an (bis auf 120 t). Die Blockformate werden durch drei Richtungen überwiegend steil stehender (z.T. bis 60° einfallender) Klüfte mit folgenden Streichrichtungen vorgegeben: (1) 115–120°, (2) 170–182° (also etwa Nord–Süd) und (3) um 40°; örtlich sind noch 80–90° streichende Klüfte häufig. Diese Kluftscharen verlaufen parallel zu tektonischen Bruchzonen, die auch im Luftbild erkennbar sind und durch verstärkte Verkarstung auffallen (Karte der Abb. 4.8-11).

Gebiet Riedlingen: Auf den markanten Rücken von Tautschbuch, Andelfinger Berg und Österberg bei Riedlingen treten bis 170m mächtige Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse auf. Plateaus und Geländekanten werden häufig von den relativ verwitterungsbeständigen, travertinartigen Bänken von Süßwasserkalksteinen, die in Seekreiden, Kalk- und Tonmergel eingeschaltet sind (Abb. 4.8-14 und -15),

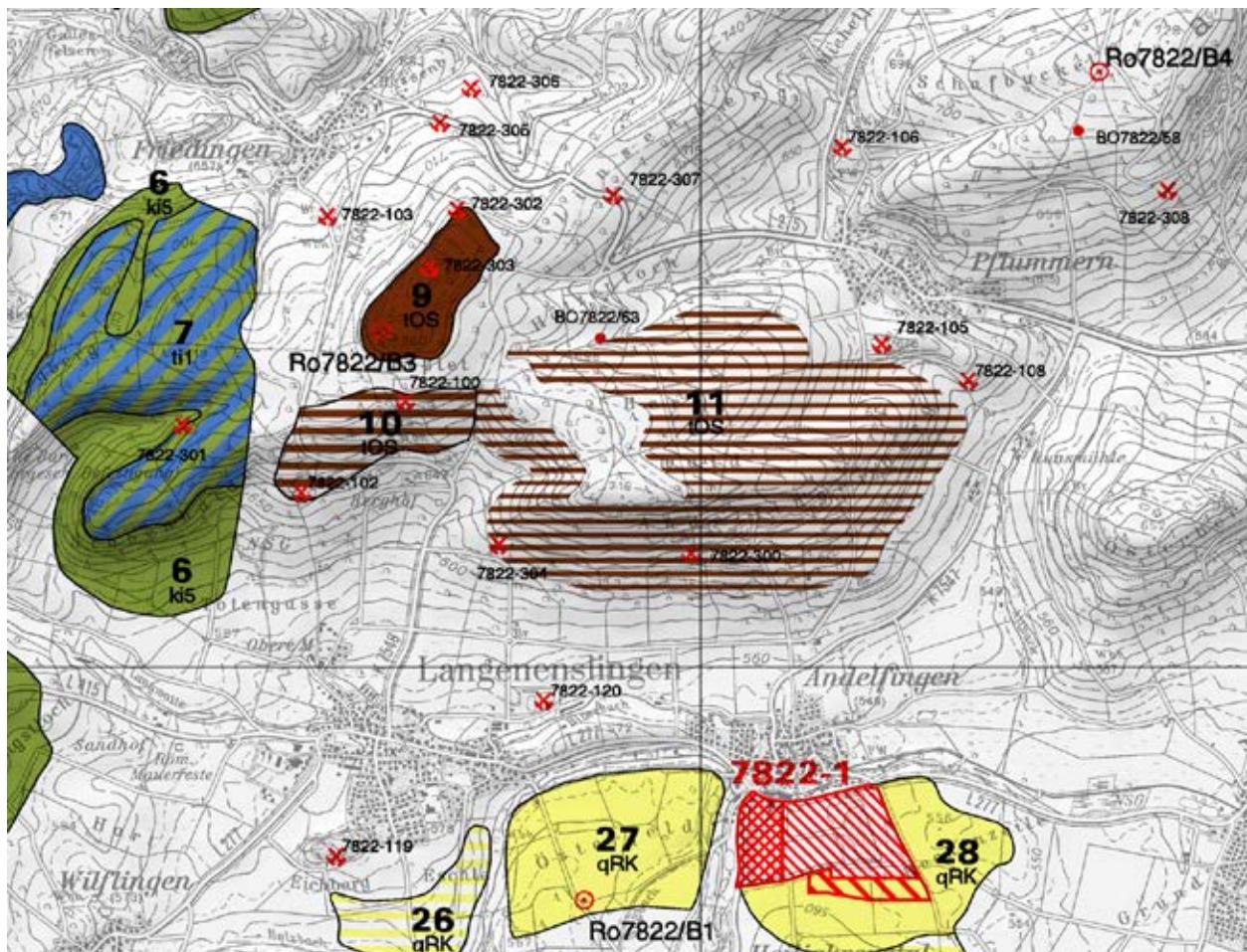


Abb. 4.8-14: Ausschnitt aus der Karte der mineralischen Rohstoffe (KMR 50), Blatt L 7922 Bad Saulgau, mit den Süßwasserkalkvorkommen bei Langenenslingen; diese enthalten mehrere Lager von Riedlinger Travertin; Lage der Erkundungsbohrungen Ro7822/B3 und B4. Braun: Süßwasserkalksteinführende Vorkommen der Oberen Süßwassermolasse (geschlossene Farbfläche: nachgewiesen; breit schraffiert: prognostiziert; dünn schraffiert: vermutet). Grün: Zementmergel-Formation des Oberjuras. Blau: Oberjura-Kalksteine. Gelb: Kiesvorkommen. Rote Hammersignatur: auflässige Steinbrüche.

gebildet. Die Gipfelregion des Bussen, eines mit 766 m Höhe besonders markanten „heiligen“ Bergs in Oberschwaben, wird ebenfalls von einer mehrere Meter mächtigen Schicht aus Süßwasserkalkstein, hier als Sylvanakalk⁶ bezeichnet, aufgebaut; die Wallfahrtskirche von 1516 ist daraus erbaut worden.

Die meisten Süßwasserkalksteine bei Riedlingen sind jedoch stark kreidig ausgebildet, also wenig verfestigt. Für eine Nutzung als Werksteine kommen lediglich die 2–6 m mächtigen Abschnitte der Süßwasserkalksteinvorkommen am Roßlet, Andelfinger Berg, Österberg und Tautschbuch in Betracht (Karten Abb. 4.8-2 und -14), die hier in mehreren Steinbrüchen bis in die 1950er Jahre abgebaut wurden (vgl. Tab. 4.8-1). Die nutzbaren Mächtigkeiten liegen mit 2,5–5 m in der gleichen Größenordnung wie in den Steinbrüchen bei Zwiefalten-Gauingen und -Sonderbuch.

⁶ Sylvanakalk ist wie der etwa gleichalte Gauinger Travertin ein Süßwasserkalk der Oberen Süßwassermolasse, benannt nach der Landschnecke *Cepaea silvana*. Die *silvana*-Schichten sind im untersten Bereich der OSM anzusiedeln und vertreten die Stufe des Langium. Zwiefaltendorf (ca. 5 km ESE Gauingen) galt früher als die klassische Fundstelle von Süßwasserkalken mit *Cepaea silvana* (Mitt. M. FRANZ, LGRB).

In den beiden größten Steinbrüchen, dem Kirchensteinbruch und dem Steinbruch Roßlet/Lindenhart (RG 7822-100 und -102), ist eine nutzbare Mächtigkeit von etwa 4 m aufgeschlossen (Beschreibung in KMR 50: WERNER & KIMMIG 2004). Das Material aus dem Kirchensteinbruch wurde zum Bau der St. Konradskirche in Langenenslingen verwendet (Abb. 4.8-18) – daher der Name. Weiterhin wurde das Material zur Außen- und Innenverkleidung, für Fenster- und Türrahmen, Fassaden, Grabsteine usw. eingesetzt.

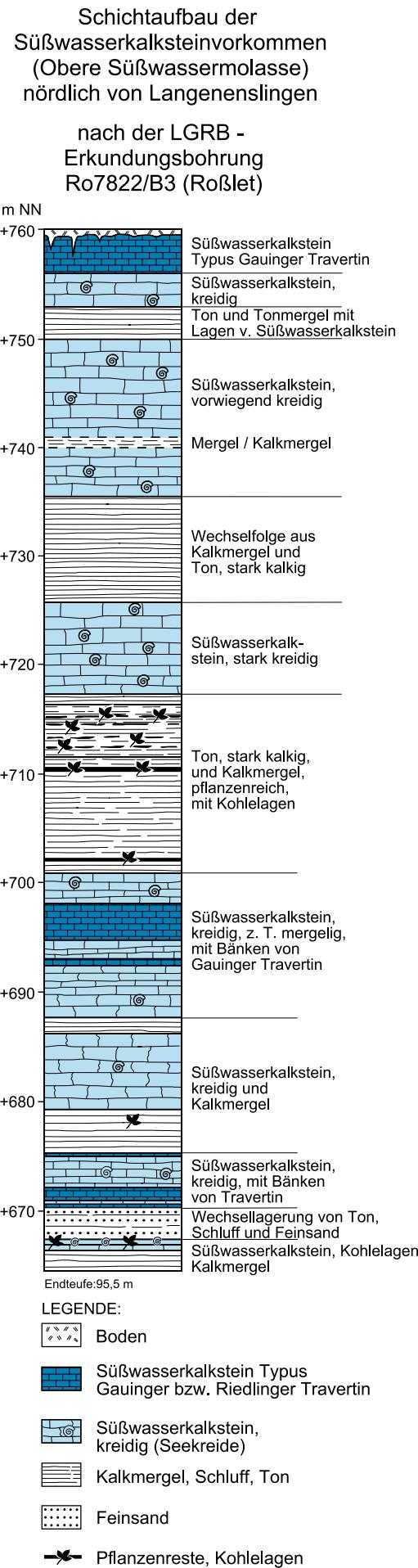
4.8.6 Aktuelle Gewinnung und Bezugsmöglichkeiten

Gauinger Travertin:

(1a) Lauster Steinbau GmbH, Natursteinwerke, Enzstraße 46, 70376 Stuttgart, Internet: www.laustersteinbau.de. (1b) Lauster Steinbau GmbH, Stuttgarter Str. 73, 75433 Maulbronn

Sonderbucher Travertin:

(2) Schön + Hippelein GmbH & Co. KG, Industriestraße 1, 74589 Satteldorf, Internet: www.schoen-hippelein.de. (3) Traco GmbH, Poststraße 17, 99947 Langensalza, Internet: www.traco.de.



4.8.7 Weitere Vorkommen von Süßwasserkalksteinen

Im Gebiet westlich und südwestlich von Ulm treten bis ca. 40m mächtige Schichten der im Oligozän abgelagerten Unterer Süßwassermolasse (USM) über den Oberjura-Kalksteinen auf. Die Verbreitung der USM ist auf den geologischen Karten 7525 Ulm-Nordwest, 7624 Schelklingen und 7625 Ulm-Südwest dargestellt (GEYER 1997a & b, GEYER & SZENKLER 1996). Die USM besteht aus lockeren bis halbfesten Süßwasserkalken und eingeschalteten festen Bänken von Süßwasserkalksteinen (besonders an der Basis), vor allem aber aus Mergeln, Tonen und glimmerhaltigen Sanden. Die meist nur wenige Meter mächtigen kompakten, kavernösen Süßwasserkalksteine enthalten in Struktur und Farbe rasch wechselnde Gesteinstypen, welche auch bei Zwiefalten zu finden sind, so dass im Handstückbereich oder an Mauerquadern kaum entschieden werden kann, woher diese stammen. Kennzeichnend sind jedoch oft die zahlreichen großen Gehäuse von Süßwasserschnecken, die in dieser Größe und Häufigkeit in den genannten miozänen Süßwasserkalksteinen von Zwiefalten selten sind. In einigen Brüchen bzw. Gruben traten so feste Kalksteine auf, dass sie zu Bauzwecken sehr gut zu verwenden waren. Bedeutung erlangten die Süßwasserkalksteine der USM von Ulm dadurch, dass sie im Mittelalter zum Bau des Ulmer Münsters (1377–1543, vgl. ZIMDARS et al. 1997) und anderen Bauten der Stadt verwendet wurden. Auch für andere große Bauwerke wie die Klosterkirche in Blaubeuren (15. Jh.) wurde dieser Stein eingesetzt. Seine große Haltbarkeit und Druckfestigkeit sind durch die großen, tragenden Säulen im Kirchenschiff des Münsters eindrucksvoll dokumentiert.

Offensichtlich war das natürliche Angebot an ausreichend großen und festen Quadern aber schon für die Baumaßnahmen im Mittelalter unzureichend, denn es wurden nicht nur ähnliche Kalksteine von anderen Lokalitäten wie z. B. Seeburg (vgl. Kap. 4.12) und wahrscheinlich auch von Riedlingen nach Ulm verkauft (FRANK 1944; WERNER & HELM-ROMMEL 2011), sondern auch gleichzeitig mit den Süßwasserkalksteinen viele Ziegelsteine und relativ weiche Molassesandsteine verwendet. Vor allem war es erforderlich, Eisensandsteine aus dem weit entfernten nördlichen Albvorland heranzutransportieren (Kap. 4.7). Dies zeigt, dass der anfänglich eingesetzte, hervorragend geeignete Süßwasserkalkstein aus der Ulmer Gegend während des Mittelalters nur in kleinen Mengen in der ausreichenden Blockgröße zur Verfügung stand. Süßwasserkalksteine sind in großen Mengen hingegen in den Bollwerken und Mauern der Bundesfestung Ulm verbaut worden, so in der 1842–1859 errichteten Wilhelmsburg (Abb. 4.26–12); die Eisenbahn machte den Transport von den unterschiedlichsten Abbaustellen möglich.

Abb. 4.8-15: Geologisches Säulenprofil für das Vorkommen von Süßwasserkalken in der Oberen Süßwassermolasse nördlich von Langenenslingen, erstellt auf Basis der 95,5m tiefen LGRB-Kernbohrung Ro7822/B3 auf dem Roßlet (Lage s. Abb. 4.8-14); mehrere Lager von Travertinqualität sind in eine Abfolge von Seekreiden, Mergeln, Schluffen und Tonen eingeschaltet.

Tab. 4.8-1: Steinbrüche zur Gewinnung von Süßwasserkalksteinen der Oberen Süßwassermolasse in Werk- oder Bruchsteinqualität im Nordwestteil des KMR 50-Blattes L 7922 Bad Saulgau, Blatt 7822 Riedlingen (WERNER & KIMMIG 2004, unter Verwendung der Aufnahme von A. SCHREINER von 1951).

Nummer, Bezeichnung und Lage	Genutztes Gestein	Letzter Betreiber	Bemerkungen
RG 7822-100, Stbr. Roßlet/Lindenhardt, 1,5 km N Langenenslingen	Süßwasserkalkstein (Travertin), nutzbares Lager 4–5 m mächtig, 2 m. Abraum, 3 m kreidig-mergelige Zwischenlage	Fa. Zeidler & Wimmel, Langenenslingen	1951 zeitweise in Betrieb; Verwendung für Mauern, Verblendwerk, Wandplatten, Denkmale usw.
RG 7822-102, Kirchensteinbruch, 1,2 km NNW Langenenslingen	Süßwasserkalkstein (Travertin), nutzbares Lager 5 m mächtig, 2 m aufliegender Abraum, 3 m kreidig-mergelige Zwischenschicht	Fa. Zeidler & Wimmel, Langenenslingen	Ende des 19. Jh. für die Errichtung der St. Konradskirche in Langenenslingen eröffnet (1893 vollendet), noch 1951 zeitweise in Betrieb; 1999: Abbauwand noch zugänglich
RG 7822-103 Stbr. Friedingen, 0,5 km S Friedingen	grau-weißer, dickbankiger Süßwasserkalkstein, meist kreidig-locker	unbekannter Betreiber	1951 bereits stillgelegt, vermutlich zunächst Schürfgrube auf Travertin; zeitweise Kalksand- bzw. Kreidegewinnung zu Düngezwecken
RG 7822-106 Steinbruch Pflummern, N Pflummern, 0,5 km N L275	hellgraue Süßwasserkalksteine, nutzbares Lager 6 m mächtig, mit 15° nach NW einfallend, 2 m Abraum	Fa. Kalkwerk Maier, Pflummern	1951 in Betrieb für die Erzeugung von Weißkalken, im Bruch befand sich ein Schachtofen
RG 7822-107 Steinbruch Pflummern, 2 km N Pflummern	hellgraue Süßwasserkalksteine, nutzbares Lager 8 m mächtig, söhlige Lagerung, 2 m Abraum	Gemeinde Pflummern	1951 zeitweise in Betrieb, Erzeugung von Walzschotter für den Wegebau, z.T. als Bruchsteine für den Mauerbau, fahrbarer Schotterbrecher vorhanden
RG 7822-300 Steinbruch Andelfingen, NW Andelfingen	7,1 m mächtige Abfolge von Mergeln mit pflanzlicher Substanz und Süßwasserschnecken, im Liegenden „Pflanzenkalke“	Betreiber unbekannt, evtl. Gemeinde Andelfingen	Steinbruch und Sandgrube am Täschle, zeitweise Gewinnung von mergeligem Kalksand der Oberen Süßwassermolasse

Die genaue Herkunft der Süßwasserkalksteine für das Ulmer Münster konnte bislang nicht geklärt werden (GEYER 2006). In Anlehnung an die Arbeit von LEUBE (1839) und die genannten geologischen Karten ist es wahrscheinlich, dass die meisten Brüche zur Gewinnung von Süßwasserkalksteinen auf dem Hochsträß bei Pappelau, Ringingen und Eggingen lagen. Nach seiner Beschreibung sind die Kalksteine wechselnd fest, kreidig, brekziös oder oolithisch, die Farben wechseln je nach Eisen- und Kohlenstoffgehalt von Grau über Braun zu Schwarzgrau. Auffallend ist der hohe Gehalt an Süßwasserschnecken. LEUBE (1839) berichtet, dass im Mittelalter besonders der „weiche petrefactenreiche Süßwasserkalk“ an der Münsterkirche verwendet worden war.

Diese Kalksteine waren sicher schon im Mittelalter ein wichtiger Rohstoff für Kalkmörtelerzeugung; im 19. Jh. wurden sie auch zur Portland-

zementherstellung verwendet. Schon LEUBE (1839) erwähnt, dass die Süßwasserkalksteine auch zur Herstellung von Schotter und Straßenpflaster verwendet wurden. Bei Markbronn und besonders am Heiligenberg westlich von Eggingen gab es in der ersten Hälfte des 20. Jh. noch mindestens acht kleine Kalkstein-

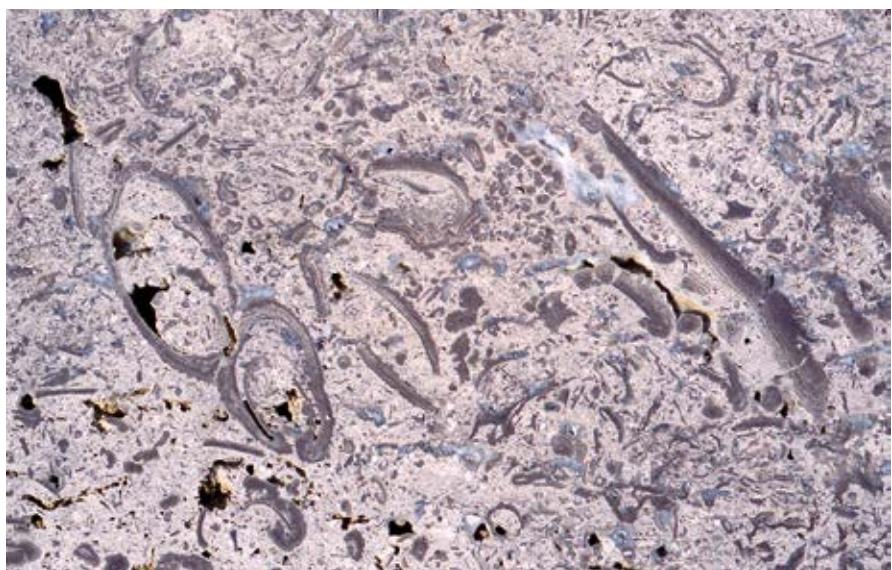


Abb. 4.8-16: Fassadenplatte aus Gauinger Travertin, Bildbreite 15cm.

brüche mit 2–4 m Wandhöhe, in denen gelegentlich Süßwasserkalksteine vor allem für die Erzeugung von Schotter gebrochen wurden (LGRB-Archiv, Lagerstättenkartei von 1947). Keine der alten Steinbruchwände im Süßwasserkalkstein ist heute mehr zugänglich, nur ein Bruch in Oberjura-Bankkalke an der Straße im Erbesgrund ist noch erhalten.

Geeignete Süßwasserkalksteine für Restaurierungs- zwecke bzw. Austauschmaßnahmen an historischen Gebäuden bieten die in Kap. 4.8 und 4.12 beschriebenen „Travertine“ und Kalktuffe. Bei den quartärzeitlichen Kalktuffen scheint der harte, kavernöse Kalktuff aus dem Dießener Tal bei Horb a. N. am besten.

baugebieten bei Gauingen und Sonderbuch, die Karte der Abb. 4.8-14 zeigt einen Ausschnitt aus der KMR 50 Bad Saulgau. Bei Gauingen ist schon etwa ein Drittel des Süßwasserkalkvorkommens abgebaut und verfüllt oder steht in Abbau. Insgesamt ist bis heute auf der Gauinger Hochfläche ein Areal von rd. 9 ha zur Gewinnung von Travertin in Anspruch genommen worden, was bei einer mittleren Abbauhöhe von 4 m einer Ausbruchsmasse von rd. 360000 m³ entspricht. Wie mächtig die travertinartig verfestigten Lager innerhalb des noch verbliebenen Vorkommens sind, kann nur durch bohrtechnische Erkundung ermittelt werden. Die wenigen vorhandenen Bohrungen lassen vermuten, dass mindestens zwei Travertinlager, wenn auch

4.8.8 Potenzial

Travertine und travertinartige Süßwasserkalksteine („Industrie-Travertine“) gehören in Deutschland wegen ihrer Festigkeit, langfristigen Witterungsbeständigkeit und guten Bearbeitbarkeit seit Jahrhunderten zu den besonders beliebten Naturwerksteinen. Die beigegrauen Travertine Thüringens (Weimar, Bad Langensalza) gehen an einigen Lagerstätten nach langer Nutzungsdauer allmählich zur Neige oder sind aufgrund der Ausweisung von Naturschutzgebieten kaum mehr zugänglich; auch der Cannstatter Travertin (Kap. 4.6) ist wegen der städtischen Bebauung nurmehr in gerin- gen Mengen verfügbar. Es ist deshalb davon auszugehen, dass den auf der Mittleren Schwäbischen Alb verkehrs- technisch weniger gut ange- bundenen Vorkommen von Süßwasserkalken von Gauingen, Sonderbuch und Riedlingen langfristige Bedeutung für die Werksteinindustrie zukommt.

Die Übersichtskarte der Abb. 4.8-2 zeigt die inselartige Verbreitung von Sedimenten der Oberen Süßwassermolasse, welche travertinartige Süßwasserkalkvorkommen enthalten. Es handelt sich um Erosionsreste, die innerhalb von grabenartigen Einsenkungszonen auf der südlichen Schwäbischen Alb erhalten geblieben sind. Die Karten der Abb. 4.8-8 und -11 verdeutlichen die Situation in den Ab-



Abb. 4.8-17: Das barocke Zwiefalter Münster, errichtet aus Massivsteinen von Gauinger und Riedlinger Travertin.



(B)

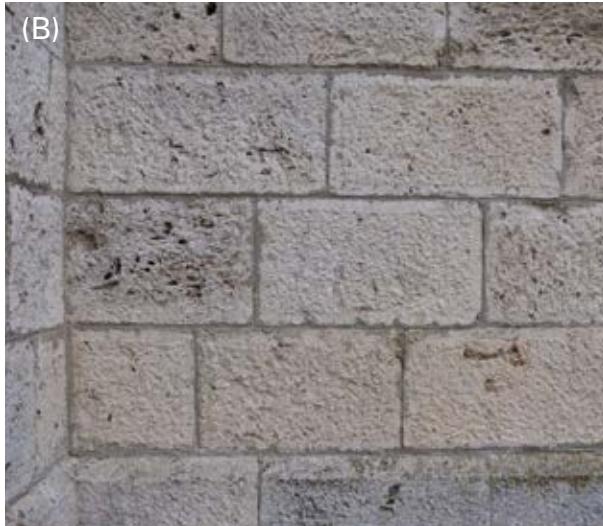


Abb. 4.8-18: Kirche St. Konrad in Langenenslingen, 1889/93 im neogotischen Stil aus Travertin aus dem Kirchensteinbruch im Lindenhardt erbaut: (A) Ansicht des Kirchturms von Norden. (B) Detail vom Mauerwerk aus Süßwasserkalkstein auf der Westseite.

mit stark schwankender Mächtigkeit, vorhanden sind. Das Mittlere Travertinlager in Gauingen (Abb. 4.8-3) wurde vom aktuellen Abbau erst punktuell erfasst; seine Werksteineignung ist noch nicht belegt.

Auch in Sonderbuch liegen im höflichen Bereich (hellblau in Abb. 4.8-11) noch zu wenige Bohrungen vor,



Abb. 4.8-19: Wandplatten aus Zwiefaltener oder Riedlinger Travertin in der Neuen Aula der Universität Tübingen.

um den bauwürdigen Bereich abgrenzen zu können. Nach den vorliegenden Informationen ist dort nur der obere Teil des Oberen Lagers von ausreichender Verbandsfestigkeit (Abb. 4.8-12 und -13). Wie weit die Travertinfazies bei Sonderbuch in westliche Richtung reicht, ist bislang ungeklärt.

Im Gebiet des westlichen Tautschbuchs bei Langenenslingen konnten drei Vorkommen von Oberer Süßwassermolasse mit eingeschalteten Lagern von Süßwasserkalksteinen Typus Gauinger bzw. Riedlinger Travertin abgegrenzt werden (Abb. 4.8-14 und -15). Im Zuge der Erstellung der KMR 50, Blatt L 7922 Bad Saulgau, wurden detaillierte Kartierungen und auch Kernbohrungen durchgeführt, um das Potenzial dieses Gebiets zu testen. Da die hangenden tonig-mergeligen Schichten bereits abgetragen sind, könnte das auf der Bergkuppe gelegene, rd. 36ha große Vorkommen um den Roßlet südöstlich von Friedingen mit zwei, jeweils 1–3,5 m mächtigen Travertinlagern für die künftige Gewinnung von Interesse sein (Beschreibung bei: WERNER & KIMMIG 2004). Im 45ha großen Vorkommen Lindenhardt, L 7922-10 in Abb. 4.8-14, sind zwei 3–4m mächtige Travertinlager in eine rd. 60m mächtige Folge von Seekreiden, Mergeln und sandigen Tonen eingeschaltet. Diese Lager sind nur im Hangabbau gewinnbar. Den besten Aufschluss bietet der ca. 10m hohe Kirchensteinbruch im Unteren



Abb. 4.8-20: Arkaden und Fensterumrahmungen aus Gauinger Travertin, Dresdner Bank in Stuttgart.



Abb. 4.8-21: Fassadenplatten aus Gauinger Travertin, geschliffen und naturrau, Jüdisches Zentrum München.

Travertinlager, aus dem das Material für die Langenenslinger Kirche stammt (Abb. 4.8-18). Wenig bekannt ist über das über 300ha große Vorkommen um den Andelfinger Berg (L 7922-11); die dort noch mit 80m Mächtigkeit erhaltenen Sedimente der Oberen

Süßwassermolasse enthalten mehrere Travertinbänke mit unbekannter Mächtigkeit, Ausdehnung und Qualität. Insgesamt bietet das Gebiet bei Langenenslingen ein hohes Potenzial auf travertinartig verfestigte Süßwasserkalksteine.

Kurzfassung: Auf der mittleren Schwäbischen Alb, im Raum Zwiefalten–Riedlingen, treten Süßwasserkalksteine in Schichten der jungtertiären Oberen Süßwassermolasse auf, die mehrere Meter mächtige Werksteinlager von Travertinqualität enthalten. Die Gewinnung dieser Industrie-Travertine erfolgt bei den Ortschaften Zwiefalten-Gauingen und Zwiefalten-Sonderbuch in derzeit drei Steinbrüchen. Die Brüche bei Langenenslingen nahe Riedlingen sind trotz interessantem Potenzial stillgelegt. Die wahrscheinlich nur geringmächtigen und nur selten gut verfestigten Süßwasserkalksteine in der Unteren Süßwassermolasse westlich von Ulm, die im Mittelalter als Baumaterial für das Ulmer Münster dienten, sind nirgends mehr aufgeschlossen. Der Gauinger, Sonderbucher oder Riedlinger Travertin ist ein hell- bis dunkelbraun schattierter, fossilreicher, kavernö-

ser und polierfähiger, reiner Kalkstein. Auffallendes Texturmerkmal sind die zahlreichen braunen Kalkkrusten, die sich um Algenmatten gebildet haben. Die Industrie-Travertine aus Gauingen, Sonderbuch und Langenenslingen eignen sich für Mauersteine, Platten und Massivarbeiten aller Art sowie für Bildhauerarbeiten. Wegen ihrer interessanten Strukturen, guten Schleif- und Polierfähigkeit und langfristigen Witterungsbeständigkeit werden sie heute besonders für Wand- und Fassadenverkleidungen eingesetzt. Berühmte Verwendungsbeispiele sind das Kloster und das Münster in Zwiefalten, der Königin-Olga-Bau (heute Dresdner Bank), die Landeskreditbank und die Eberhardskirche in Stuttgart, die Landeszentralbank in Heilbronn, das Olympiastadion in Berlin und die neue Synagoge in München.

4.9 Gneise und Anatexite des Schwarzwalds

– JENS WITTENBRINK –

4.9.1 Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung

Gneise und Anatexite bilden zusammen mit den verschiedenartigen, in Kap. 4.24 beschriebenen Graniten in Baden-Württemberg das sog. kristalline Grundgebirge, welches im Schwarzwald und Odenwald zu Tage tritt. Im Mittleren und Südlichen Schwarzwald nehmen die Gneise und Anatexite des Zentralschwarzwälder und Südschwarzwälder Gneiskomplexes eine Fläche von ca. 1650 km² ein (Abb. 4.9-1).

Früher wurden diese Gesteine fast nur für Hausfundamente und Stützmauern verwendet. Derzeit werden aus den Gneisen und Anatexiten aufgrund der hohen Ge steinsfestigkeit vor allem Schotter und Splitte für den Verkehrswegebau produziert. Daher stehen im Schwarzwald zahlreiche große Steinbrüche in Betrieb, die diese Gesteine gewinnen; sie erzeugen pro Jahr mehr als 1,2 Mio. t Körnungen für den Verkehrswegebau (WERNER et al. 2013). Vor allem die massigen und auffallend strukturierten Anatexite, die bei dieser Gewinnung anfallen, bieten ein interessantes Potenzial für eine Nutzung als Werksteine. Im Schwarzwald werden sie, seitdem Maschinen zur Bearbeitung zur Verfügung stehen, besonders für Denk- und Grabmale genutzt (Abb. 4.9-2).

Gneise und Anatexite entstehen durch die Umwandlung (Metamorphose) unterschiedlicher Ausgangsgesteine u.a. im Verlauf gebirgsbildender Prozesse (Kap. 2.2.2). Dabei werden

Mineralbestand und Gefüge an höhere Druck- und Temperaturbedingungen angepasst. Als Gneis wird ein Gestein bezeichnet, das vor allem aus den Mineralen Feldspat und Quarz besteht und das parallel zu den Foliationsflächen orientierte Glimmer und/oder Amphibole aufweist. Man unterscheidet generell zwischen den Paragneisen, früher als „Renchgneise“ bezeichneten, und den Flaser- bzw. Orthogneisen, früher „Schapbachgneise“ genannt. Während die Paragneise aus Sedimentgesteinen wie Grauwacken, Arkosen und Tonsteinen gebildet wurden, gehen die Flaser- bzw. Orthogneise aus magmatischen Gesteinen wie Granit und Granodiorit hervor (WERNER & DENNERT 2004, GEYER et al. 2011). Para- und Orthogneise treten vorwiegend im nördlichen Zentralschwarzwälder Gneiskomplex auf (Tafel 4.9-1, Fotos A–C).

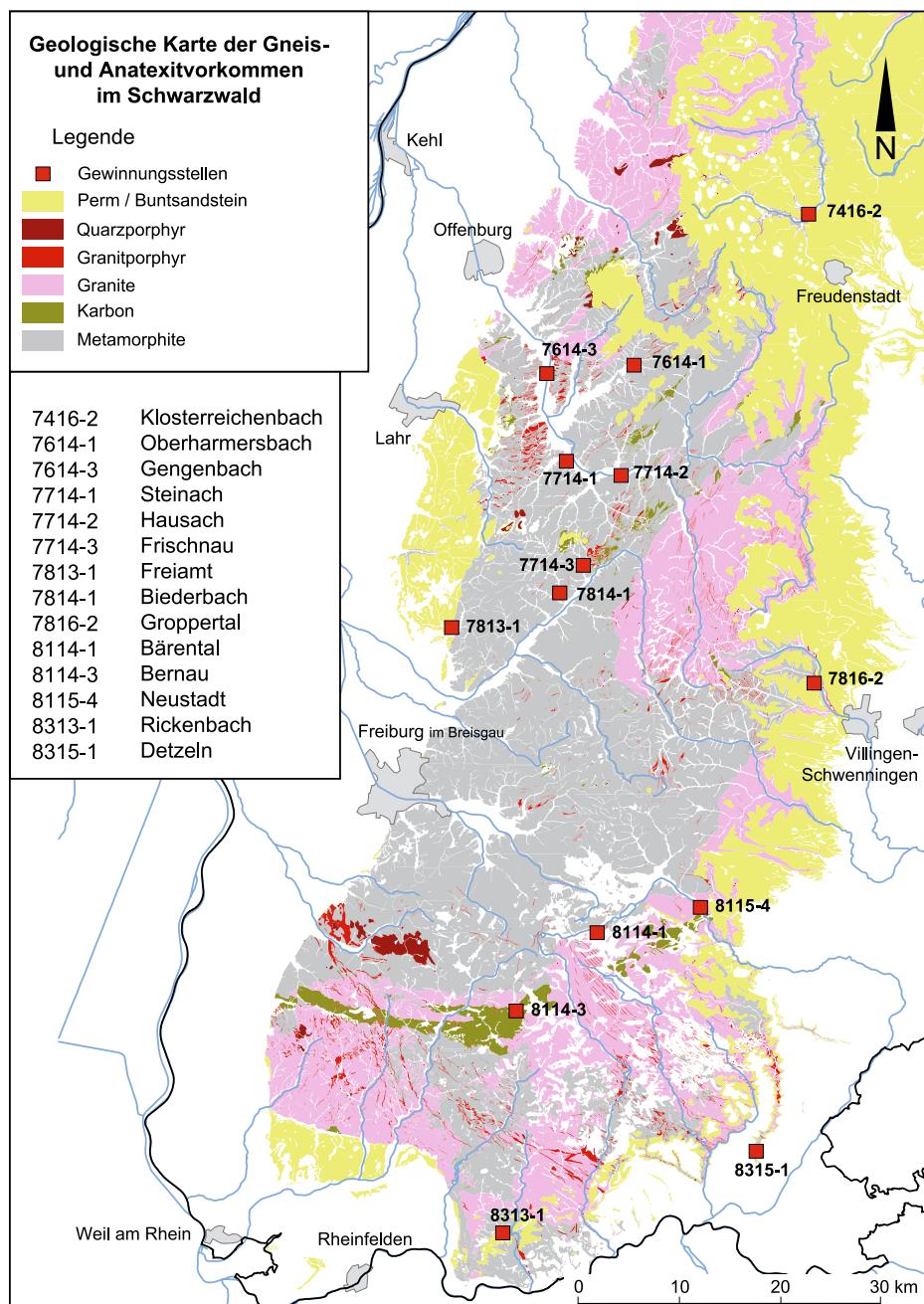


Abb. 4.9-1: Geologische Karte mit Darstellung der Verbreitung metamorpher Gesteine im Schwarzwald (Grundlage: LGRB, Integrierte geowissenschaftliche Landesaufnahme Datenstand: 2012).



Abb. 4.9-2: Grabmal in St. Ulrich aus einem Metatexit-Block mit einem hohen Anteil an aufgeschmolzenem Material (rosa Partien).

Der südliche Zentralschwarzwälder Gneiskomplex besteht neben Paragneisen aus Anatexiten. Die insbesondere zwischen Kandel, Schauinsland und Feldberg vorkommenden Anatexite waren bei ihrer Metamorphose im Gegensatz zu den Gneisen so hohen Temperaturen ausgesetzt, dass es zur teilweisen bis vollständigen Aufschmelzung der Gesteine kam. Es können zwei Gruppen von Anatexiten unterschieden werden: Metatexite und Diatekse. Gesteine mit einer deutlichen Trennung zwischen hellen und dunklen Lagen sowie einem oftmals durch Schlieren und Falten dominiertem Gefüge werden als Metatexite bezeichnet (Tafel 4.9-1, Fotos D–E und Abb. 4.9-2). Die Trennung in helle und dunkle Minerallagen kommt durch die partielle Aufschmelzung des ursprünglichen Materials zu stande. Bei einer weitgehenden Aufschmelzung des Ausgangsgesteins entstehen Diatekse, die ein regelloses, granitähnliches Gefüge aufweisen, das nur stellenweise eine reliktische Foliation besitzt. Im Südschwarzwald werden die auftretenden Gneise als „Gneisanatexite“ bezeichnet. Es handelt sich hierbei um Gesteine, die meist eine straffe Foliation aufweisen und durch schlieriges bzw. lagig adriges, aufgeschmolzenes Material durchdrungen sind (Tafel 4.9, Abb. F).

Die Gneise und Anatexite des Zentralschwarzwälder Gneiskomplexes werden im Norden durch das Nordschwarzwälder Granitmassiv und im Süden durch den Randgranit der Badenweiler-Lenzkirch-Zone sowie den Bärhalde-Granit begrenzt. In östlicher Richtung tauchen die Metamorphite mit einem flachen Winkel unter das Deckgebirge ab. Am westlichen Rand des Schwarzwalds sind die Gneise entlang der Schwarzwaldrandverwerfungszone und weiterer NNE–SSW gerichteter Störungen während der Bildung des Oberrheingrabens in größere Tiefe abgesunken. Im Graben überlagern mächtige mesozoische und känozoische Sedimentgesteine das metamorphe Grundgebirge – im Raum Rastatt z.B. in einer Mächtigkeit von 5400 m (RUPF & NITSCH 2008). Die variszischen Metamorphite treten in den Vogesen wieder zu Tage. Im zentralen und östlichen Teil des Südschwarzwälder Gneiskomplexes, von Schönau bis Laufenburg sowie von Wehr bis nordöst-

lich von Waldshut-Tiengen, treten metamorphe Gesteine im Wiese-Wehra-Komplex sowie in den Gneisanatexiten vom Typ Todtmoos und Murgtal auf.

4.9.2 Geologisches Alter, Entstehung

Die meist grauen, feingebänderten und oft intensiv gefalteten Paragneise gehen auf die Umwandlung (Metamorphose) von Sedimentgesteinen und verschiedenen eingeschalteten vulkanischen Ablagerungen zurück. Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung kann man davon ausgehen, dass es sich bei den Ausgangssedimenten zumeist um Grauwacken – gebildet aus groben und unreinen Sanden – und Tonsteinen gehandelt hat. Durch Funde von fossilem Nanoplankton (Acritarchen und Chitinozoen) im Kristallin des Zentral- und des Südschwarzwalds sind jungproterozoische bis ordovizische, aber auch jüngere paläozoische Alter für die Ausgangssedimente der Gneise nachgewiesen worden (HANEL et al. 1996; HANN & SAWATZKI 1998; KALT et al. 2000). Durch radiometrische Datierungen von Zirkonen ergab sich, dass die abgetragenen Gebirge, aus denen sich die Ausgangsgesteine herleiten lassen, bis zu fünf magmatische Ereignisse im Zeitraum zwischen 2,9 Mrd. Jahren und 391 Mio. Jahren durchlaufen haben (KALT et al. 2000). In die Sedimentgesteine drangen nach Untersuchungen von CHEN et al. (2000) im Kambrium und Ordovizium magmatische Gesteine granitischer Zusammensetzung ein, die heute als Ortho- bzw. Flasergneise vorliegen.

Die mehrstufige Metamorphose im Zentralschwarzwald begann im Unterkarbon vor 350 Mio. Jahren mit einer eklogitfaziellen Überprägung, die heute nur noch in Relikten vorhanden ist (GEYER et al. 2011). In dieser ersten Metamorphosephase wurden Hochdruckbedingungen bei niedrigen Temperaturen (1–2 GPa, 600–750°C) erreicht, was auf eine Versenkungstiefe von 35–60 km schließen lässt. Bei ihrem nachfolgenden Aufstieg in höhere Krustenbereiche um ca. 340 Mio. Jahre wurden die Gesteine unter granulitfaziellen Bedingungen, Drücken um 1 GPa, was einer Tiefe von ca. 30–35 km entspricht, und gestiegenen Temperaturen (wahrscheinlich bis 850°C) überprägt. Ihr heutiges Erscheinungsbild erhielten die metamorphen Gesteine des Schwarzwalds vor 330–335 Mio. Jahren. Bei Temperaturen um 575–700°C und Drücken von 0,2–0,8 GPa (8–25 km Tiefe) kam es zur Vergneisung und teilweisen Aufschmelzung der Gesteine, wodurch sich die typischen Wechsel zwischen hellen und dunklen Lagen bildeten. Die Ursache für die Metamorphose der Ausgangsgesteine im Zentralschwarzwald war die Kollision zweier Kontinente während der variszischen Gebirgsbildung (WERCHAU et al. 1989, KALT et al. 2000, GEYER et al. 2011, HANN & ZEDLER 2011).

4.9.3 Gesteinsbeschreibung, technische Eigenschaften und Verwendung

Die Gneise und Anatexite des Schwarzwalds zeigen ein variables Erscheinungsbild, wobei ihre Grundzusammensetzung i. Allg. recht einheitlich ist. Ihre

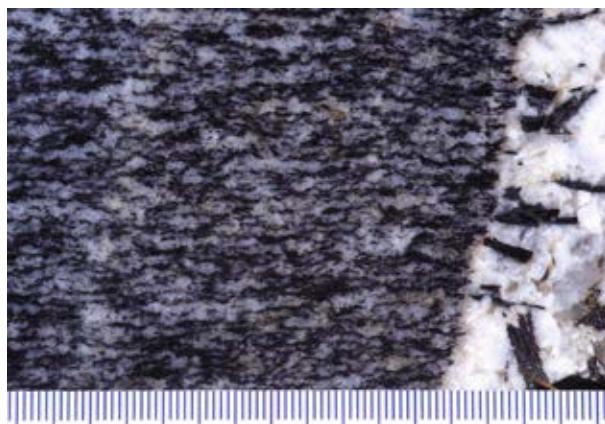
Tafel 4.9-1: Schwarzwälder Gneise und Anatexite: (A–C) Im nördlichen und mittleren Zentralschwarzwälder Gneiskomplex dominieren Paragneise und Flaser- bzw. Orthogneise. Biotitarme Paragneise und Flasergneise besitzen eine gute Kornverzahnung zwischen den Kristallen und eignen sich gut als Naturwerksteine. (D und E) Die hochmetamorphen Anatexite des südlichen Zentralschwarzwälder Gneiskomplexes zeichnen sich durch ihre deutlichen Wechsel aus hellen, granitischen und dunklen Lagen sowie die straffe Foliation und Verfaltungen aus. (F) Im Südschwarzwald treten die harten und ebenfalls naturwerksteinfähigen Gneisanatexite auf.



(A) Paragneis, Steinbruch Oberharmersbach-Renchen (Steinbruch-Nr. RG 7614-1).



(D) Metatexit, Fahl südlich Feldberg.



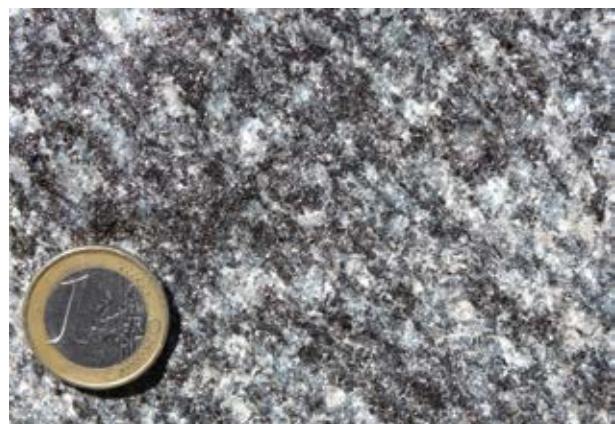
(B) Flasergneis, Steinbruch Hausach-Hechtsberg (Steinbruch-Nr. RG 7714-2).



(E) Anatexit, Dreisamschotter Freiburg i. Br.



(C) Orthogneis bzw. Flasergneis, Steinbruch Baiersbronn-Renchen (Steinbruch-Nr. RG 7416-1).



(F) Gneisanatexit, Steinbruch Detzeln (Steinbruch-Nr. RG 8315-1).



Abb. 4.9-3: Steinbruch Steinach (RG 7714-1) der Fa. Uhl bei Steinach: (A) Im über 100m hohen Steinbruch werden Flasergneise gewonnen. (B) Nach Sprengungen werden große Gesteinsblöcke für den Hang- und Uferverbau aussortiert, die gegebenenfalls als Naturwerksteine verwendet werden können.

Hauptkomponenten sind Feldspat, Quarz und Biotit sowie in geringeren Anteilen Hornblende, Cordierit und Sillimanit. Die Tab. 4.9-1 soll an Untersuchungen der Gneise und Anatexite im Bereich Freiburg und Umgebung (GROSCHOPF et al. 1996) beispielhaft die Schwankungsbereiche der Modalzusammensetzung der Metamorphite des Blattgebiets darstellen. Wie deutlich zu erkennen ist, zeigen alle Gesteine eine große Variabilität in ihrer Zusammensetzung. Geländebeobachtungen weisen darauf hin, dass sich die Gehalte der Hauptkomponenten auf kurzen Distanzen ändern können, was einen heterogenen Gesteinskörper zur Folge hat.

Die Korngrößen der Gesteine reichen von fein- bis mittelkörnig. Grob- bis riesenkörnige Mineralaggregate sind selten. Hierbei handelt es sich meist um während der Metamorphose aufgeschmolzene Gesteinsanteile aus Quarz und Kalifeldspat. Häufig ist eine Wechsellaagerung von hellen und dunklen Lagen zu erkennen, die auf eine Konzentration von körnigem Quarz und Feldspat und blättrigem bis nadeligem Biotit und Sillimanit zurückzuführen ist.

Typisch für alle metamorphen Gesteine ist die Foliation. Die Foliationsflächen weisen Abstände im Milli- bis Zentimeterbereich auf. Paragneise und Anatexite mit hohem Biotitgehalt besitzen meist eine straffe, eng-

ständige Foliation (Tafel 4.9-1, Foto D). Die Schichtsilikate sind in die Foliationsebene eingeregelt und behindern die Kornverzahnung der Quarze und Feldspäte. Eine Gewinnung großer Werksteinblöcke ist aus Paragneisen und anderen biotitreichen Metamorphiten des Schwarzwalds daher nicht möglich.

Flaser- bzw. Orthogneise zeigen ebenfalls eine deutliche Foliation. Im Unterschied zu den Paragneisen und biotitreichen Anatexiten liegen die Schichtsilikate als Flasern bzw. in nur wenigen Millimeter dicken Lagen vor, was die Kornverzahnung, insbesondere von Quarz und Feldspat, verbessert und zu einer höheren Verbandsfestigkeit des Gesteins führt (Tafel 4.9-1, Foto B). Mit zunehmendem Metamorphosegrad wird die Foliation immer undeutlicher. Partielle Aufschmelzung und Verfaltungen (Diatexite) führen zu einem schlieflichen Gefüge, wie das Grabmal in Abb. 4.9-2 zeigt.

Ein Hauptproblem bei der Gewinnung von Schwarzwälder Gneisen und Anatexiten für Werksteinmaterial ist die engständige Durchklüftung der Gesteine. Sie ist einmal auf die junge Tektonik am Oberrhein graben und die rasche und starke Heraushebung des Grundgebirges zurückzuführen. Das Gesamtausmaß der vertikalen Bewegungen zwischen der tiefsten Grabensohle und den gehobenen Schultern auf bei-

den Seiten des Grabens beträgt rund 5000m (GROSCHOPF & VILLINGER 1998, VILLINGER 2011). Da die Hebung nicht gleichmäßig stattfand, zerbrachen die Gesteine der Grabenschultern in viele Einzelschollen. Zum anderen stehen die Grundgebirgsgesteine unter Druck- und Zugspannungen, die auf die Kollision großer tektonischer Platten (Afrikanische und Eurasische Platte) zurückgehen. Man könnte es auch – strukturgeologisch nicht ganz korrekt – so sagen: Der aufsteigende Alpenbogen drückt auf sein nördliches Vorland und verursacht besonders in den harten und spröden Gesteinen des Grundgebirges intensive Zerbrechung.

Tab. 4.9-1: Mineralbestand metamorpher Gesteine im Gebiet Freiburg und Umgebung nach GROSCHOPF et al. (1996)

Mineral	Modalzusammensetzung in Vol.-%			
	Paragneise n=18	Flaser- bzw. Orthogneise n=57	Anatexite	
			Metatexite n=16	Diatexite n=14
Quarz	10–48	12–38	27–35	29–34
Kalifeldspat	1–31	0–41	2–5	4–23
Plagioklas	18–57	21–64	12–28	28–48
Biotit	1–31	3–23	22–27	7–23
Cordierit (+Serizit)	1–31	–	17–29	5–10
Sillimanit	1–3	–	< 1	–
Hornblende	< 1	0–13	–	–
Akzessorien	< 4	–	< 1	< 1

Technische Eigenschaften: Aufgrund dieser häufigen Trennflächen in den Metamorphiten ist es schwer, große Rohblöcke für die moderne Werksteinbearbeitung zu gewinnen. Derzeit werden, wie eingangs ausgeführt, Gneise und Anatexite hauptsächlich zur Erzeugung von Verkehrswegebaumaterial gewonnen. Daher liegen nur wenige gesteinsphysikalische Analysen für Naturwerksteine vor. Eine Auswertung von Prüfzeugnissen der Fa. Porphyswerk Detzeln (D, ein Unternehmen der Schweizer Eberhard Bau AG) von 2008, der Fa. Uhl (U) von 1999 und weiteren bei Betriebserhebungen des LGRB erhaltenen Angaben sowie eines LGRB-Gutachtens (LGRB 1965), Az. Nr. III/6a-520/65 vom 24.09.1965, lieferte folgende Werte für Paragneise, Metagrauwacken, Gneisanatexite und Flaser- bzw. Orthogneise:

Paragneis: Rohdichte: 2,61–2,73g/cm³; Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck: 0,22–0,85 M.-%; Druckfestigkeit 92,2–188,3 MPa.

Metagrauwacke: Rohdichte: 2,72g/cm³.

Gneisanatexit Typ Murgtal: Rohdichte: 2,66–2,76g/cm³ (D).

Flaser- bzw. Orthogneise: Rohdichte: 2,64–2,67g/cm³ (U); Wasseraufnahme unter Atmosphärendruck: 0,1–0,4 M.-% (U); Schlagfestigkeit: 13,3–15,3 M.-% (U). Im Allgemeinen sind die Gneise und Anatexite frostbeständig und polierfähig.

Für die Anatexite des Schwarzwalds liegen keine technischen Daten vor.

Obwohl Gneise und Anatexite in einer Vielzahl von Steinbrüchen im Schwarzwald abgebaut wurden, fand eine Nutzung der Gesteine als Naturwerksteine auch früher nur in geringem Maße statt. Man nutzte diese hauptsächlich für Fundamente, Sockelgeschosse und Stützmauern (GROSCHOPF et al. 1996), wie sie heute noch an einigen Schwarzwaldhäusern und entlang der Bahnlinien im Schwarzwald zu sehen sind. METZ (1980), THÜRACH (1897, 1901) und SAUER (1894) geben für die Verwendung von Gneisen des Hotzenwalds und des Kinzigtals vor allem den Verkehrswegebau, wie z. B. Straßen- und Eisenbahnbau, an.

4.9.4 Varietäten und wichtige Abaugebiete

Die große Heterogenität der Gneise und Anatexite des Schwarzwalds, gut erschlossen in den in Betrieb befindlichen Steinbrüchen (Abb. 4.9-1), lassen besonders zwei Gneisvarietäten für die Gewinnung von Naturwerksteinen als geeignet erscheinen – vorausgesetzt, es wird eine geeignete Gewinnungsmethode verwendet. Es handelt sich hierbei um (1) die **Flaser- bzw. Orthogneise der Steinach-Formation** im Kinzigtal sowie (2) die **Gneisanatexite vom Typ Murgtal**, die im Steinatal nordöstlich von Waldshut-Tiengen gewonnen werden.

(1) Im Kinzigtal findet in den Steinbrüchen Steinach und Hausach (RG 7714-1 und -2) der Abbau von Biotit-Flasergneisen statt. Dort stehen sie mit einer nutzbaren Mächtigkeit von 100–115m an (Abb. 4.9-3). Die Gneise sind fein- bis mittelkörnig und setzen sich aus Quarz, Feldspat und Biotit zusammen. Biotitaggregate sind straff in die z. T. stark gefaltete Foliation eingeregelt und liegen als „Flasern“ (nicht durchgängige Biotitlagen, Tafel 4.9-1, Foto B) vor, wodurch eine gute Kornverzahnung und Härte gewährleistet ist. Nur in den biotitreichen Partien nimmt die Festigkeit ab. Im Bereich von tektonischen Störungen ist das Material für eine Nutzung als Naturwerkstein nicht geeignet. In diesen Störungszonen ist der Gneis tektonisch zerschert und zeigt meist rote bis grünliche Färbungen durch Hämatit und Chlorit. Im Gegensatz dazu sind auf den Kluftflächen die Minerale Calcit und Quarz vorherrschend. Untergeordnet kommen Hämatit, Chlorit, Limonit, Dolomit und Pyrit vor. Die Hauptkluftrichtungen in den Steinbrüchen Steinach und Hausach streichen NNE–SSW, NE–SW, E–W, SE–NW und NNW–SSE und fallen mit 40–90° in alle Himmelsrichtungen ein. Diese Vielzahl von Kluftrichtungen ist vor allem auf die oben erwähnten tektonischen Bewegungen am Rand des Oberrhein grabens zurückzuführen. Die Abstände der Trennflächen schwanken zwischen wenigen Zentimetern

und 1–2 m, wodurch die Rohblockgröße limitiert wird (Abb. 4.9-3).

(2) Im Steinatal, nordöstlich von Waldshut-Tiengen, liegt ein weiteres Vorkommen naturwerksteinfähiger Gneise und Anatexite. Im Steinbruch Detzeln, auch unter dem Namen Steinbruch Krenkingen bekannt (RG 8315-1), stehen neben Granitporphyrgängen (Kap. 4.24.3.8, Abb. 4.24-43) Gneisanatexite vom Typ Murgtal an. Der auf ca. 60 m Mächtigkeit aufgeschlossene Gneisanatexit von Detzeln ist ein mittelgrauer, metatektisch überprägter Paragneis aus den Hauptbestandteilen Plagioklas, Orthoklas, Quarz, Biotit und Cordierit. Das Gestein besitzt ein fein- bis mittelkörniges, straff geregeltes Gefüge (Tafel 4.9-1, Foto F). Besonders auffällig ist der Wechsel zwischen 1 mm bis 15 cm breiten, hellen, quarz- und feldspatreichen sowie dunklen, biotitreichen Lagen. In das Gestein ist während der Metamorphose aufgeschmolzenes Material eingedrungen, welches heute als helle, quarz- und feldspatreiche, unregelmäßige Einschaltung vorliegt. Dünnschliffanalysen des Mineralogisch-Petrographischen Expertisenbüros Dr. F. RÖTHLISBERGER zeigen eine gute Verzahnung der Minerale, welche dem Gestein eine besonders gute Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung sowie Verwitterungsbeständigkeit verleiht. Da sich die Gneisanatexite vom Typ Murgtal zur Herstellung von Gleisschottern eignen, ist eine Verwendung als Naturwerkstein bei günstigen Kluftabständen ebenfalls möglich. Gegenüber den Granitporphyrgängen (Kap. 4.24.3.8) sind die Gneisanatexite aber engständiger geklüftet (durchschnittliche Kluftabstände ca. 1 m). Die Hauptklüfte sind NNE–SSW und E–W orientiert. Untergeordnet treten NW–SE und NE–SW Kluftrichtungen auf. Die Trennflächen bilden ein polygonales Kluftsystem.

4.9.5 Aktuelle Gewinnung und Bezugsmöglichkeiten

Derzeit werden im Schwarzwald in dreizehn Steinbrüchen Gneise und Anatexite in einem Umfang von 1 Mio. t pro Jahr gewonnen (Abb. 4.9.1-1) (der Steinbruch Klosterreichenbach wird zurzeit nicht betrieben, Stand 2012). Sie werden fast ausschließlich im Verkehrswegebau eingesetzt. Produziert werden Schotter, Gleisschotter, Splitte, Brechsande, Wasserbau- und Hangverbausteine (WERNER et al. 2006, 2013). Werksteinfähiges Material tritt derzeit nur in drei Steinbrüchen auf. Es handelt sich hierbei um die seit 1895 und 1943 in Betrieb befindlichen Flaser- bzw. Orthogneissteinbrüche von Steinach und Hausach (RG 7714-1 und -2) sowie um das Porphyrfwerk Detzeln (RG 8315-1) nordöstlich von Waldshut-Tiengen, das seit 1912 besteht. In allen drei Steinbrüchen werden große Blöcke nach der Sprengung aussortiert. Eine weitere Verarbeitung findet vor Ort nicht statt. Die naturwerksteinfähigen Gneise können für Massivbauten, Boden- und Wandplatten, Sägeplatten, Fensterbänke, Grabmale und Denkmale verwendet werden.

Bezugsmöglichkeiten:

(1) Schotterwerk Steinach GmbH und Schotterwerk Hausach GmbH der Karl Uhl Kies- und Baustoffgesell-

schaft mbH, Vorlandstraße 1, 77756 Hausach, Internet: www.uhl-beton.de. (2) Porphyrfwerk Detzeln GmbH, An der Steina 1, 79777 Ühlingen-Birkendorf, Internet: www.eberhard.ch.

4.9.6 Potenzial

Das Naturwerksteinpotenzial für Gneise und Anatexite des Schwarzwalds ist im Vergleich zu den Graniten als gering einzustufen. Zumeist handelt es sich bei den Gneisen um biotitreiche und stark folierte Paragneise, die im Zusammenspiel mit der oftmals engständigen Klüftung an den Trenn- bzw. Foliationsflächen in scherbigen Stücken auseinanderbrechen. Potenzial als Naturwerksteine haben die Flasergneise des Kinzigtals, die Gneisanatexite vom Typ Murgtal im Südschwarzwald, die Diatexite südlich des Elztals und die Amphibolitvorkommen östlich von Freiburg. Diese Gesteinstypen sind mittel- bis feinkörnig und besitzen eine gute Kornverzahnung. Die Klüftung der Gesteine ist variabel ausgebildet und reicht von Abständen im Zentimeterbereich bis zu zwei Metern, wodurch Rohblockgrößen von mehreren Kubikmetern erreicht werden können. Im Allg. ist die Überlagerung der Gesteine im Schwarzwald relativ geringmächtig. Für die Verwendung als Naturwerksteine können auch die sog. „Findlinge“ genutzt werden, welche aus der Verwitterung der Gesteine hervorgegangen sind. Da die Diatexite und Amphibolite zurzeit in keinem Steinbruch im Schwarzwald gewonnen werden, sei hier für eine nähere Beschreibung auf die KMR 50 Blatt L 7910/L 7912 Breisach am Rhein/Freiburg i. Br. (WITTEMBERG & WERNER 2010) sowie auf die Amphibolitaufschlüsse am Fuchsköpfle bei Freiburg und die Diatexitaufschlüsse im Glottental und Hochschwarzwald verwiesen.

Kurzfassung: Gneise und Anatexite nehmen den größten Teil des Schwarzwälder Grundgebirges ein. Trotz ihrer recht einheitlichen Zusammensetzung aus den Hauptkomponenten Quarz, Feldspat und Glimmer bilden sie heterogene Gesteinskörper aus unterschiedlichen metamorphen Gesteinen. Biotitreiche Paragneise eignen sich als Naturwerksteine kaum, wogegen Vorkommen von quarzreichen Flasergneisen, Gneisanatexiten bzw. Anatexiten örtlich Naturwerksteinpotenzial besitzen. Diese Gesteine weisen eine gute Kornverzahnung auf. Die starke und engständige Durchklüftung der Grundgebirgsgesteine beschränkt die Größe der werksteintauglichen Vorkommen. Naturwerksteinfähiges Material kann zurzeit in drei Steinbrüchen im Kinzigtal sowie nordöstlich von Waldshut-Tiengen aus dem Haufwerk ausgelesen werden, das für die Erzeugung von Körnungen für den Verkehrswegebau gelöst wurde. Verwendung fanden die Gneise und Anatexite früher hauptsächlich für Fundamente, Sockel und Stützmauern von Schwarzwaldhäusern oder beim Eisenbahn- und Straßenbau. Heute werden diese Metamorphe in der Hauptsache zu Körnungen im Verkehrswegebau verarbeitet sowie als Unmaßsteine im Garten- und Landschaftsbau und gelegentlich als Grabmale genutzt.