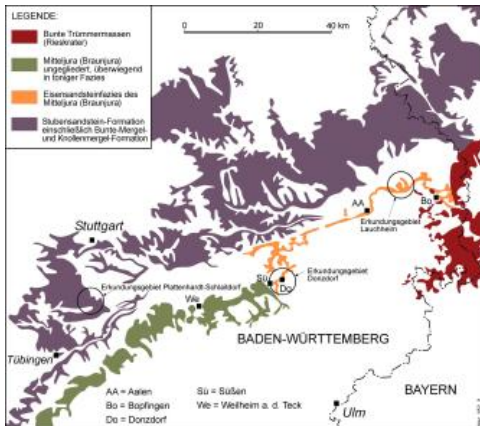


Eisensandstein (Doggersandstein, Donzdorfer Sandstein)

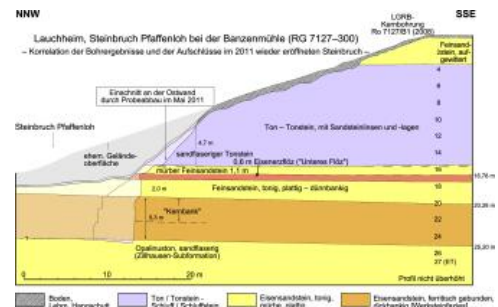
Übersicht, Bezeichnung und Verbreitung



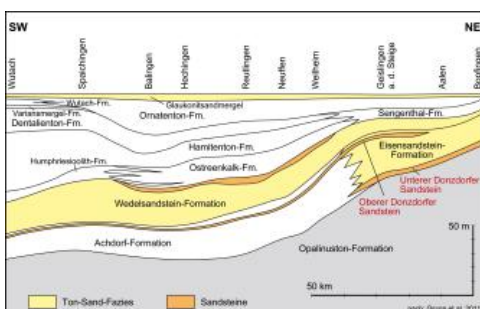
Geologische Übersichtskarte mit Ausstrich des Eisensandsteins und der Mitteljura-Schichten

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. Nach dem früher wichtigen Abbaugbiet wird er auch als „Donzdorfer Sandstein“ bezeichnet. Er ist namensgebend für die Eisensandstein-Formation im östlichen Württemberg. Diese Formation ist Teil des als Braunjura, Dogger oder Mitteljura bezeichneten erdgeschichtlichen Abschnitts; er wird dem Ober-Aalenium (früher: Dogger beta) zugeordnet. Gumbel (1864, S. 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 des Albvorlands ist der Untere Mitteljura überwiegend tonig-mergelig beschaffen, erst ab Kirchheim unter Teck entwickelt sich die für die Ostalb typische Fazies mit sandigen Tonsteinen, mehrere Meter mächtigen, eisenreichen Sandsteinen und einzelnen Eisenerzflözen. Letztgenannte wurden bei Aalen-Wasseralfingen bis 1939 und Geislingen a. d. Steige bis 1962 zur Eisenerzgewinnung abgebaut (Frank et al., 1975; LGRB, 2001a). In Lauchheim treten über dem Eisensandstein zwei bis 0,6 m mächtige Horizonte mit braunroten Eisenoolithen auf, die den Aalener und Wasseralfinger Erzhorizonten zeitlich entsprechen.



Geologischer Schnitt durch das Eisensandsteinvorkommen im Gewinn Pfaffenloh bei Lauchheim



Schematische Darstellung der Fazies- und Mächtigkeitsentwicklung im Mitteljura zwischen der Wutach und dem Nördlinger Ries

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

Früher wurde die gesamte Eisensandstein-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 Abbaugeländen 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 im Verbreitungsgebiet des Eisensandsteins in den Jahren 2005–2007 durchgeführten Kartier- und Aufschlussarbeiten kristallisierte sich heraus, dass das Gebiet Lauchheim, vor allem das Vorkommen im Waldgebiet „Pfaffenloh“ nördlich der Banzenmühle, hinsichtlich nutzbarer Mächtigkeit und petrographischer Beschaffenheit des Eisensandsteins, der Abraumverhältnisse und der Zugänglichkeit des Werksteinlagers die besten Voraussetzungen für eine erneute Gewinnung von Eisensandsteinen bietet. Der Obere Donzdorf-Sandstein bei Donzdorf, der heute fast nur noch in Bachrissen und Baugruben punktuell zugänglich ist (Gad'ón, 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 für örtliche Bauten dürfte in diesem Gebiet aber vorhanden sein; Gewinnungsstellen müssten jedoch neu erschlossen werden.



Ablösung der Blöcke (Eisensandstein-Vorkommen der Banzenmühle bei Lauchheim)

Geologisches Alter, Entstehung

Die Sedimente der Eisensandstein-Formation wurden im Zeitraum vor ca. 176–175 Mio. Jahren über den mächtigen tonigen Schichten der Opalinuston-Formation abgelagert. Die Sandsteine des Braunen 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).



Stark karbonatischer Eisensandstein aus Donzdorf

Gleichmäßige marine Strömungsbedingungen sorgten für eine gute Korngrößensortierung, 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. 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

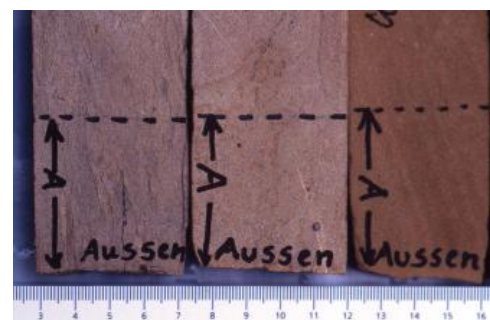
eingangs erwähnt, wird der Untere Donzdorf-Sandstein in Lauchheim von einem bis 60 cm mächtigen oolithischen Eisenerzhorizont, dem „Unteren Flöz“, überlagert, ist also geringfügig älter als die Erzbildung; der Obere Donzdorf-Sandstein hingegen liegt über den Eisenerzflözen.

Varietäten, Gesteinsbeschreibung, technische Eigenschaften

Beim Eisensandstein handelt sich um einen einheitlich fein- und gleichkörnigen, eisenreichen Quarzsandstein mit mehr oder weniger intensiven Maserungen aus Eisenhydroxiden. 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. Zu den wichtigen Varietäten gehören:

1. kräftig gelblich braune, 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 gefaserner und karbonatisch gebundener Feinsandstein, beide vor allem aus Donzdorfer Steinbrüchen, sowie
4. ein oft stark toniger, streifig oder wolkig gemaserner, karbonatfreier Feinsandstein aus dem Gebiet um Weilheim a. d. Teck.

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 - $\text{FeO}(\text{OH})$)) übernommen wird; ihr Anteil beträgt im gezeigten Beispiel (s. rechts) 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 (s. Tabelle unten).

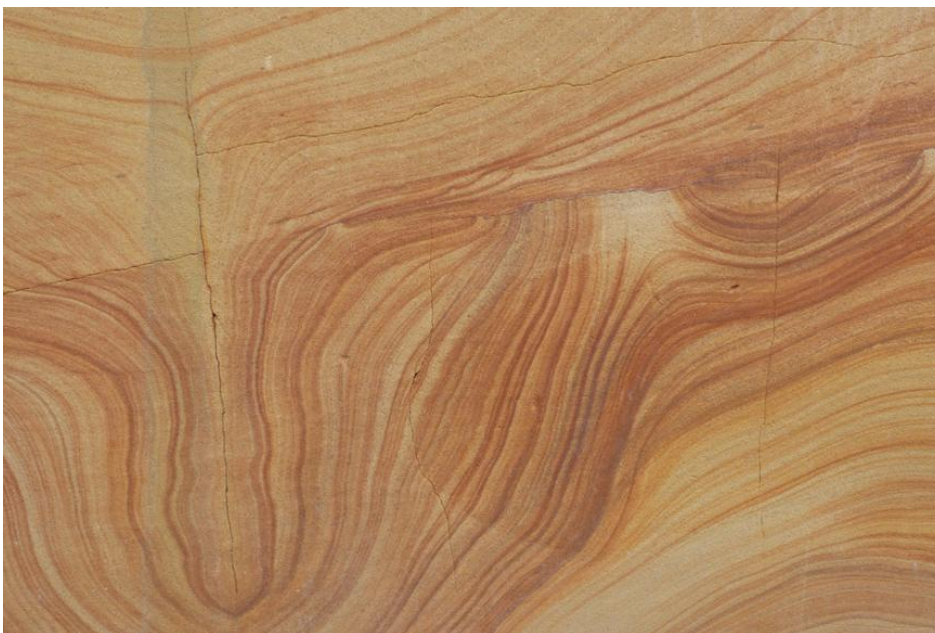


Zur Untersuchung des Mauerwerks entnommene Bohrkern (Eisensandstein vom Hauptturm des Ulmer Münsters)

Tabelle: 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 ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O 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-Sprenkelung, wenig Hellglimmer (7 Proben)	93,55	1,6	2,38	0,14	0,16	< 1	< 100	D: ca. 110

Die Kornsubstanz des karbonatfreien Eisensandsteins aus Lauchheim 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. Das Gefüge ist korngestützt und ausgeprägt gleichkörnig, 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.



Eisensandstein mit starker Brauneisenmaserung (Lauchheimer Eisensandstein)

Dünnschliffanalysen zeigen, 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. 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. Die deutlichen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung (s. o.), sowie die Auswirkung auf die gesteinsphysikalischen Eigenschaften (s. u.) werden jeweils in Tabellen gezeigt.

Tabelle: 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	Kalzit (25 %), Limonit	2,5	1,5	3,8
Burg Staufeneck, 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

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. Die Werksandsteinbänke aus dem Gebiet von Lauchheim–Bopfingen sind hingegen, wie betont, rein ferritisch bzw. ferritisch-tonig gebunden – 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 Zeugenbergen, wie Ramsberg und Staufeneck, 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).



Renoviertes Portal am Rathaus in Neidlingen,
Weilheimer Eisensandstein

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 sind durch lebhaftere 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 Stadtkern 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 (Kalzit, Dolomit, Eisenkarbonate), die graubraunen, rückwitternden bzw. absandenden Gesteinstypen hingegen nur 75,5 % SiO_2 aber fast 17 % Gesamtkarbonat enthalten. 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, die im karbonatreichen Sandstein zur Gipsbildung und damit zum Abschalen und Ablösen von Steinteilen führen.

Technische Eigenschaften: Die gesteinsphysikalischen Analyseergebnisse des Eisensandsteins sind in Abhängigkeit vom jeweiligen Bindemittel ausgeprägt variabel. Die Rohdichte der ferritisch gebundenen Feinsandsteine beträgt 1,88–1,95 g/cm^3 ; karbonatisch gebundene sind mit 2,5 g/cm^3 deutlich schwerer. F. Grüner ermittelte an den Sandsteinen des Probeabbaus eine Rohdichte zwischen 1,86 und 2,02 g/cm^3 (MPA-Bericht vom 18.1.2012, F. Grüner).

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 (Gadon, 2007). Reyer (1927) berichtet, dass die (ferritisch gebundenen) Eisensandsteine aus einem Steinbruch der Fa. Stiber & Schaufler bei Weilheim a. d. Teck Druckfestigkeiten von 472 und 487 kg/cm^2 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 MPa (wenig Ton) und 56–67 MPa (mit Tonfasern), (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. Pfaffenloh bei der Banzenmühle nördlich von Lauchheim zeigen in der „Kernbank“ Druckfestigkeiten zwischen 40 und 50 MPa, wie die Prüfung mit dem Rückprall-Hammer (sog. Schmidt-Hammer) am frisch gewonnenen Material abschätzen lässt. 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. 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, deutlich geringere Druckfestigkeiten (um 30 MPa). Bemerkenswert ist das Prüfergebnis, wonach die in 56 Zyklen befestigten Bohrkerne nach dem Auftauen eine höhere Druckfestigkeit aufwiesen, als die unbefrosten: Der Durchschnittswert für 30 Bohrkerne liegt bei 40 MPa (senkrecht zur Schichtung).



Hydraulisches Spaltgerät (Eisensandstein-Vorkommen der Banzenmühle bei Lauchheim)

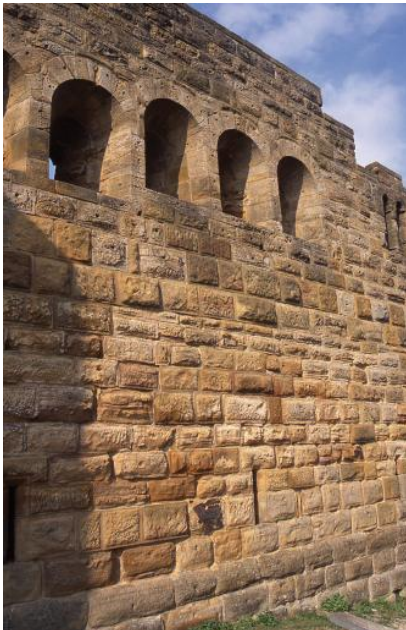
Die effektive Porosität der beim Probeabbau gewonnenen, ferritisch-tonig gebundenen Eisensandsteine schwankt zwischen 17,9 und 19,7 Vol.-%, die Gesamtporosität variiert zwischen 25 und 30 Vol.-%. Die Wasseraufnahme beträgt parallel und senkrecht zur (kaum erkennbaren) Schichtung zwischen 9,5 und 10,6 %; 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 8,89–9,67 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 (Kalzitgehalt 25 %) zeigt bei geringer Porosität (3,8 Vol.-%) eine für Sandsteine sehr geringe atmosphärische Wasseraufnahme von 1,52 M.-%.

Im Ganzen ist der Eisensandstein also entsprechend den Variationen im Bindemittel in seinen gesteinsphysikalischen Eigenschaften recht variabel. Die folgende Tabelle 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.

Tabelle: 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/cm ³)	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



Arkadenmauer aus Eisensandstein (Staufenburg Hohenrechberg)

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 eindrucksvoll belegen. An der alten Peterkirche in Weilheim a. d. Teck halten sie über 500 Jahre, am mittelalterlichen Turmabschnitt des Hauptturms am Ulmer Münster rund 700 Jahre und an den Staufenburg Hohenrechberg und Hohenstaufen sogar schon mehr als 800–900 Jahre. Stark tonig-flaserige, tonig-karbonatische und durch verwitterungsbedingten Eisenverlust gebleichte Varietäten sind hingegen weniger beständig. 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.

Abbaugelände, 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.

Abbaugelände: Eisensandstein wurde seit dem Mittelalter und bis Ende des 19. Jh. vor allem bei Westhausen und Westerhofen nahe Lauchheim, auf den Zeugenbergen und am Albtrauf bei Donzdorf sowie bei Weilheim a. d. Teck gewonnen (s. geologische Übersichtskarte). 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 Limonitgebänderte Eisensandsteine auf. Dort bestand zu Zeiten von Reyer (1927) noch ein Steinbruch (ohne nähere Ortsangabe), in dem Sandstein 3 m mächtig anstand. Eine Reihe kleiner Steinbrüche mit Abbauhöhen um 3–4 m zieht sich über rund 500 m Länge am Südhang des Unterdübel, 2,7 km östlich der Peterkirche in Weilheim a. d. Teck, 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 Wegeschotter verwendet worden (RG 7323-121). Ein großer Steinbruch ist heute noch im Erlenwald, 2,9 km ost-südöstlich der Peterkirche in Weilheim a. d. Teck erhalten; einige Werksteinbänke sind noch zugänglich. Er wurde von der Fa. W. Stiber betrieben, war aber ebenfalls schon 1947 aufgelassen.



Eisensandstein aus dem Gebiet Weilheim a. d. Teck

Anhand der Aufschlüsse lässt sich rekonstruieren, dass das Werksteinlager im Erlenwald rund 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.



Schloss Kapfenburg bei Lauchheim mit Treppe aus Eisensandstein

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. Der durch die Erkundungsarbeiten des LGRB als hochwertig erkannte Eisensandstein war durch mehrere Steinbrüche erschlossen worden, die aber heute fast vollständig verbraucht 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 Pfaffenloh, 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 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 Pfaffenloh bei Lauchheim (Beschreibung s. u.).

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 Pfaffenloh 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. 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 brennende 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. Als – im wahrsten Sinne des Wortes – herausragende Beispiele für steinsichtige Bauwerke aus Eisensandstein sind die Stauferburgen Hohenstaufen bei Göppingen und Hohenrechberg bei Schwäbisch Gmünd, die Burgen Staufeneck und Ramsberg bei Süßen bzw. Donzdorf sowie die Burganlage Schloss Kapfenburg bei Lauchheim zu nennen. 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. 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 oder dem Nepomuk vor dem Schloss Kapfenburg zu erkennen.



Angefertigte Werkstücke (Eisensandstein-Vorkommen der Banzenmühle bei Lauchheim)

In Bayern wurden Eisensandsteine – hier als „Hauptwerksandstein“ bezeichnet – z. B. im Kloster Banz und der Kirche Vierzehnheiligen verbaut. 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 hergerichtet (s. weiterführende Links: LfU Bayern: Bayerns schönste Geotope).

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. 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 Pfaffenloh 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 Abbauwand fast vollständig. Durch drei im Jahr 2008 durchgeführte Kernbohrungen, angesetzt oberhalb des alten Steinbruchs, konnten Mächtigkeit und Beschaffenheit des Eisensandsteinlagers ermittelt werden (s. geologischer Schnitt). 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 oberste 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, 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 Bohrkernmaterial aus den Rohblöcken erbrachten folgende wesentliche Ergebnisse (s. geologischer Schnitt):

- Der Eisensandstein im Niveau des Unteren Donzdorf-Sandsteins steht im Gebiet Pfaffenloh in einer Mächtigkeit von 7,3 m an.
- Dieses 7,3 m mächtige Eisensandsteinpaket wird von hellgrauen, sandflaserigen Tonsteinen der Opalinuston-Formation (Zillhausen-Subformation) unterlagert und von einem 0,6 m mächtigen, oolithischen Eisenerzflöz, dem sog. Unteren Flöz, überlagert, über dem wiederum mürbe, scherbilig abplatzende Feinsandsteine mit 1,1 m 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 5,3 m mächtigen Abschnitt aus kompaktem, kräftig gelblich braunem Feinsandstein in Werksteinqualität und einen darüber folgenden 2,0 m mächtigen Sandstein mit feinen Tonfugen und nach oben zunehmender Bioturbation gliedern; der obere Sandstein ist weniger gut gebunden, spaltet in Platten und dünne Bänke auf und ist nur teilweise frostbeständig.
- Der 5,3 m 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. 3 m mächtige obere Abschnitt der 5,3 m mächtigen Werksteinbank unterhalb des plattigen, 2 m 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 4 m; neben den weitständig geklüfteten Bereichen gibt es einige, bis 1 m breite Abschnitte mit enger Zerklüftung des Sandsteins.
- Die durchschnittliche gewinnbare Blockgröße beträgt ca. 16 m³ bzw. 32 t.
- Die größten, allseitig durch unregelmäßige Klüfte begrenzten Sandsteinblöcke weisen Volumina um 40 m³ entsprechend ca. 80 t auf, die größten Blöcke in Werksteinqualität waren 25 m³ entsprechend 50 t groß.
- Rund 45 % der gelösten Blöcke besitzen etwa kubische bis rechteckige Blockformate.
- Entfernt man von diesen Blöcken die bisweilen gebleichten oder schalig abplatzenden kluftnahen Bereiche, so verbleiben etwa 37 Vol.-% hochwertige „Kernmasse“ (165 m³ von 450 m³); 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.

Dieser Abbauersuch 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.

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 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 Pfaffenloh zu einem Vorratsgebiet, in dem langfristig hochwertiger, ferritisch gebundener Eisensandstein zur Verfügung steht. Die rohstoffgeologische Auswertung des Probeabbaus und die nachfolgenden gesteinsphysikalischen Untersuchungen erbrachten, dass die ca. 3,5 m mächtige „Kernbank“ die beste, langfristig stabile Werksteinqualität erwarten lässt. Die Abraummächtigkeiten steigen vom Steinbruch Pfaffenloh in östliche Richtung auf 20 m an und bleiben dann auf großer Fläche in dieser Größenordnung konstant. Im Erkundungsgebiet ist auf einer rund 1 ha großen Fläche – ausgehend von einer nutzbaren Werksteinlagermächtigkeit von 5 m – ein Vorrat von ca. 50 000 m³ an Eisensandstein mit rund 20 000 m³ Werksteinanteil zu erwarten. Im Osten schließt sich ein großes, nicht untersuchtes Gebiet an, in dem noch größere Vorräte zu erwarten sind.

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 gelblich braunen 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 Abbaugelände liegen vor allem bei Westhausen und Westerhofen nahe Lauchheim, bei Donzdorf auf den Zeugenbergen 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 Burganlage 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.

Weiterführende Links zum Thema

- [LfU Bayern: Bayerns schönste Geotope. Doggerfelswand Niederhofen](#)

Literatur

- Etzold, A. (1994). *Erläuterungen zu Blatt 7126 Aalen*. – 3. Aufl., Erl. Geol. Kt. 1 : 25 000 Baden-Württ., 248 S., 3 Taf., 7 Beil., Stuttgart (Geologisches Landesamt Baden-Württemberg).

- Frank, M. (1944). *Die natürlichen Bausteine und Gesteinsbaustoffe Württembergs*. 340 S., Stuttgart (Schweizerbart). [17 Abb.]
- Frank, M. (1949). *Technologische Geologie der Bodenschätze Württembergs*. 446 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Frank, M., Groschopf, P., Sauer, K., Simon, P. & Wild, H. (1975). *Die marin-sedimentären Eisenerze des Doggers in Baden-Württemberg*. – Geologisches Jahrbuch, Reihe D, 10, S. 23–128. [70 Abb., 27 Tab., 7 Taf.]
- Franz, M. & Nitsch, E. (2009). *Zur lithostratigraphischen Gliederung des Aalenium in Baden-Württemberg*. – LGRB-Informationen, 22, S. 124–146.
- Gad'on, A. (2007). *Felsmechanische und petrographische Untersuchung der Eisensandstein-Formation der östlichen Schwäbischen Alb im Hinblick auf die Restaurierung des Ulmer Münsters*. – Dipl.-Arb. Univ. Freiburg, 154 S., 2 Anl., Freiburg i. Br. [67 Abb., 13 Tab., unveröff.]
- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011). *Geologie von Baden-Württemberg*. 5. völlig neu bearb. Aufl., 627 S., Stuttgart (Schweizerbart).
- Gümbel, C. W. (1864). *Geognostische Verhältnisse der Fränkischen Alb (Franken-Jura)*. – Bavaria, Landes- und Volkskunde des Königreichs Bayern, Bd. 3(9), S. 1–74.
- LGRB (2001a). *Blatt L 7324 Geislingen an der Steige, mit Erläuterungen*. – Karte der mineralischen Rohstoffe von Baden-Württemberg 1 : 50 000, 91 S., 7 Abb., 5 Tab., 1 Kt, Freiburg i. Br. (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg). [Bearbeiter: Wagenplast, P. & Werner, W.]
- Mink, P. (1990). *Überblick über die Verwendung, den Zustand und die materialtechnischen Eigenschaften von Eisensandstein (Dogger-Beta-Sandstein) im Ostalbkreis*. – Dipl.-Arb. Univ. Stuttgart, 121 S., Stuttgart. [unveröff.]
- Reyer, E. (1927). *Die Bausteine Württembergs nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung und ihrer Struktur in Bezug zu ihrer bautechnischen Verwendung und wirtschaftlichen Bedeutung*. VIII + 138 S., 3 Taf., Halle/Saale (Martin Boerner Verlagsanstalt). [8 Abb.]
- Rogowski, E. (1971). *Sedimentpetrographische Untersuchungen in den Dogger-beta-Sandsteinen (Oberes Aalenium) der östlichen Schwäbischen Alb*. – Arbeiten aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Stuttgart, N. F. 65, S. 1–117, 14 Taf. [18 Abb., 6 Tab.]
- Werner, W. & Helm-Rommel, I. (2011). *Heimische Naturwerksteine für das Ulmer Münster (Exkursion B am 26. April 2011)*. – Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, N. F. 93, S. 207–225.
- Werner, W. & Hoffmann, B. (2007). *Bausandsteine Südwestdeutschlands: Vorkommen, Beschaffenheit, Verwendung und Prospektion*. – Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 158/4, S. 737–750. [8 Abb., 1 Tab.]

Datenschutz

Cookie-Einstellungen

Barrierefreiheit

Quell-URL (zuletzt geändert am 09.03.23 - 16:01):<https://lgrbwissen.lgrb-bw.de/rohstoffgeologie/buch-naturwerksteine-aus-baden-wuerttemberg-2013/eisensandstein-doggersandstein-donzdorfer-sandstein>