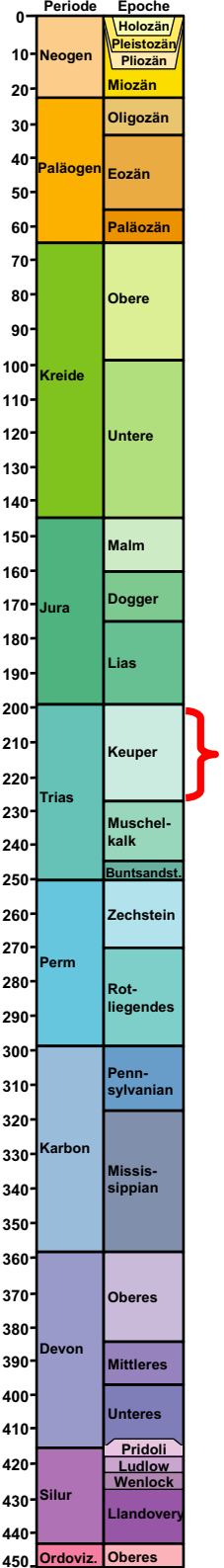


Einführung in die Formation Keuper

Noch während der mittleren Trias war Südwestdeutschland bedeckt von einem flachen Meer, der Tethys. Aus dieser Zeit stammen die marinen Ablagerungen des Muschelkalks. In der oberen Trias (dem **Keuper**) wich das Meer in das Gebiet der heutigen Alpen zurück und Südwestdeutschland fiel trocken.

Im Norden, im Gebiet des heutigen Skandinavien, befand sich im Keuper ein großes Gebirge, das durch Verwitterung ständig abgetragen wurde und seine Erosionsprodukte südlich in Richtung der Tethys schüttete. Flüsse transportierten die Fracht und zermahlten die größeren Brocken auf dem Weg nach Süden zu feinerem Sand. Durch Klimaveränderungen im Verlauf der Keuperzeit war das Landschaftsbild Süddeutschlands einem ständigen Wandel unterzogen. Dies hatte Einfluss auf die Gesteine, die aus der von Norden kommenden Sedimentfracht der Flüsse entstanden.

Zur Zeit des unteren Keupers (Lettenkeuper) war es tropisch warm und feucht. In Sümpfen kam es zur Ablagerung organischen Materials und zur Bildung von Kohleflözen.
Während des mittleren Keupers bildeten die Flüsse ein weit verzweigtes Delta mit Überschwemmungsgebieten und zahlreichen Totarmen.
Riesenschachtelhalme wuchsen in ruhigeren Gewässerabschnitten und lagerten sich nach ihrem Absterben im Sandstein ab (**Schilfsandstein**). In unruhigeren Deltabereichen kam es zu einer Vielzahl von Schwemm- oder Schüttungsvorgängen, bei denen die etwas gröberen **Stubensandsteine** entstanden.

Der obere Keuper (mit seinen **Rhätsandsteinen**) leitet den Übergang zum Jura ein. Er ist charakterisiert durch zahlreiche Fossilfunde, während die restlichen Keuperschichten eher fossilarm sind.

Keuperböden sind im Allgemeinen sehr wasserdurchlässig und erwärmen sich schnell. Gerade deswegen sind sie besonders gut für den Weinanbau hier in Baden-Württemberg geeignet.

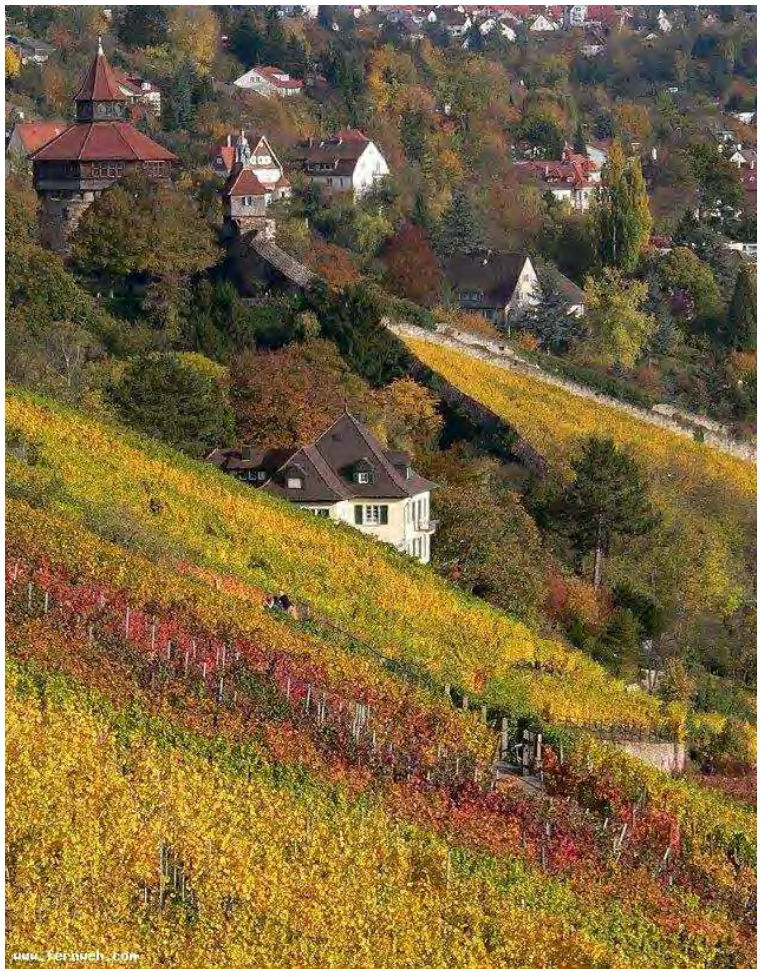
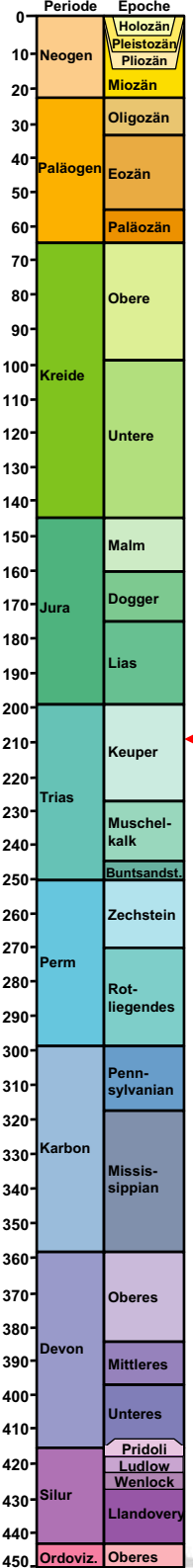


Abb.1: Weinberge in Esslingen

Von Melanie Keuper und Tobias Fußwinkel
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Wendelsheimer und Heilbronner Schilfsandstein

Beim Schilfsandstein ist der Name nicht Programm, denn in ihm ist eigentlich gar kein Schilf enthalten. Die charakteristischen Abdrücke fossiler Pflanzen stammen von wasserbewohnenden Riesenschachtelhalmen und Farnen, die man früher irrtümlich für Schilf gehalten hat.

Abgelagert wurde der Schilfsandstein in ruhigeren Seitenarmen eines großen Flussdeltas, dass sich im mittleren Keuper über das heutige Südwest-deutschland erstreckte. Es ist nahe liegend, dass ein an Flussablagerung gebundenes Gestein nicht flächendeckend (wie z.B. die Meeresboden-sedimente des Jura), sondern nur sporadisch in schmalen Rinnen vorliegt. Reste solcher Rinnen finden sich überall in Baden-Württemberg und lassen die Rekonstruktion der ehemaligen Flussbetten zu.

Neben den fossilen Pflanzenresten sind schmale Streifen tonigen Sediments im Gestein zu finden (siehe Abb. 1), die sich in Phasen ruhenden Wassers abgelagert haben müssen. Dies kann z.B. während einer Trockenzeit, in der die Verbindung zum Hauptarm des Flusses verlandete, geschehen sein. Fließende Gewässer hätten die feinen Tonpartikel weitertransportiert. Die sandigen Partien hingegen wurden während Phasen hohen Wasserstandes und hoher Fließgeschwindigkeiten abgelagert, was auf starke, monsunartige Regenfälle hindeutet. So lassen sich auf einfache Weise aus dem Gestein Klima- und Umweltbedingungen zur Keuperzeit auch Millionen Jahre später rekonstruieren.

Als Baustoff hatte der leicht zu bearbeitende Schilfsandstein seit jeher eine besondere Bedeutung. In den vergangenen Jahrhunderten wurden Schlösser, Burgen, Häuser und Kirchen daraus errichtet, unter anderem Teile des Kölner Doms, die Landsknechtstatue in Heilbronn und das Portal der Neuen Aula der Universität Tübingen in der Wilhelmstraße.

Der Wendelsheimer Schilfsandstein wurde bis Ende der 60er Jahre in Wendelsheim auf dem Pfaffenberg abgebaut. Auf dem Berggipfel ist heute noch der hufeisenförmige Kanal, den die Abbauarbeiten geschnitten haben, erkennbar.

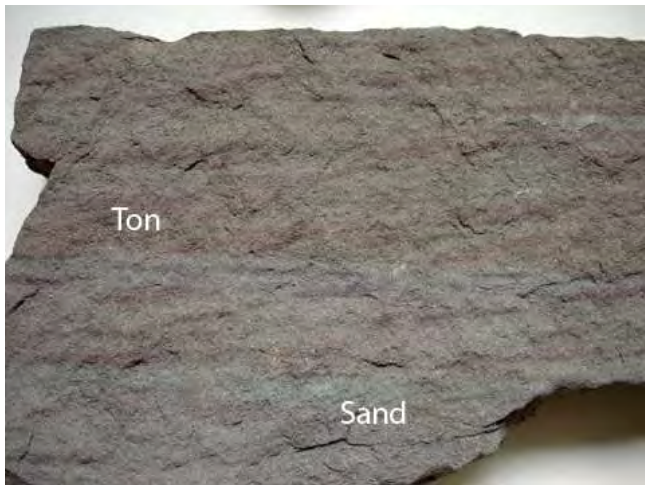


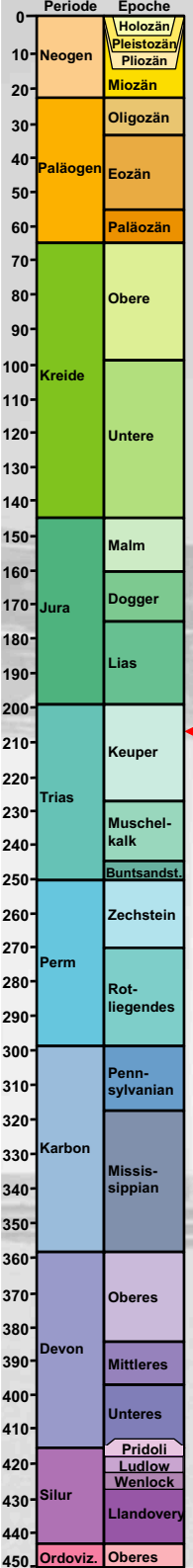
Abb. 1: Schilfsandstein, die dunkleren Partien bestehen aus Tonmineralen, die helleren aus Sand.

Handstück aus der Baden-Württemberg Sammlung des Geologischen und Pälontologischen Museums des Geowissenschaftlichen Instituts, Sigwartstr. 10, Tübingen.

Technische Daten (Varietät Heilbronner Schilfsandstein)	
Rohdichte	2,18-2,24 g/cm³
Wasseraufnahme	6,8 Vol.%
Druckfestigkeit	97,2 N/mm²
Biegefestigkeit	5,9 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Hintergrundbild: Kölner Dom

Von Christopher Giehl, Tobias Fußwinkel und Melanie Keuper
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Seeberger Sandstein (Rhätsandstein)

Der Seeberger Sandstein entstand vor etwa 205 Millionen Jahren im Oberen Keuper, dem Rhät, und wird deshalb auch als Rhätsandstein bezeichnet. In dieser Zeit wurde der Sandstein als Sediment im strömungsarmen Brackwasser eines weit verzweigten Flussdeltas abgelagert.

Das Vorkommen liegt am Großen Seeberg südöstlich von Gotha in Thüringen und ist durch zwei Steinbrüche („Kammerbruch“ und „Günthersleber Bruch“) erschlossen. Der feinkörnige Quarzsandstein zeigt eine gelbe bis gelbgraue Farbe, wobei häufig bräunliche Ringe zu beobachten sind. Diese bestehen aus Eisenhydroxiden, welche bei der Verwitterung von Eisenmineralen entstehen und als Brauneisenerz (Limonit) bezeichnet werden.

Im Allgemeinen ist der Rhätsandstein im Vergleich zum Stubensandstein beständiger, da die Sandbestandteile mit Quarz verkittet sind. Zudem weist er nahezu keine Feldspäte auf und enthält keine kalkhaltigen Komponenten. Der Quarzanteil liegt bei 95 – 99%.

Seeberger Sandstein wird schon seit dem Mittelalter am Großen Seeberg (Gemeinde Seebergen) gebrochen und fand Verwendung beim Bau der Wartburg in Eisenach, des Schlosses Sanssouci in Potsdam und des Reichtagsgebäudes in Berlin.

Technische Daten	
Rohdichte	2,16 g/cm³
Wasseraufnahme	5,66 Gew.-%
Druckfestigkeit	83,1 N/mm² trocken; 93,3 N/mm² wassergesättigt
Biegefestigkeit	9,5 N/mm²
Abriebfestigkeit	9,4 cm³/50cm²
Werte nach DIN 52100	

Verwendung

Boden- und Fassadenplatten, Massivarbeiten und Mauersteinen, wobei er ebenso für Steinmetz- und Bildhauerarbeiten geeignet ist.

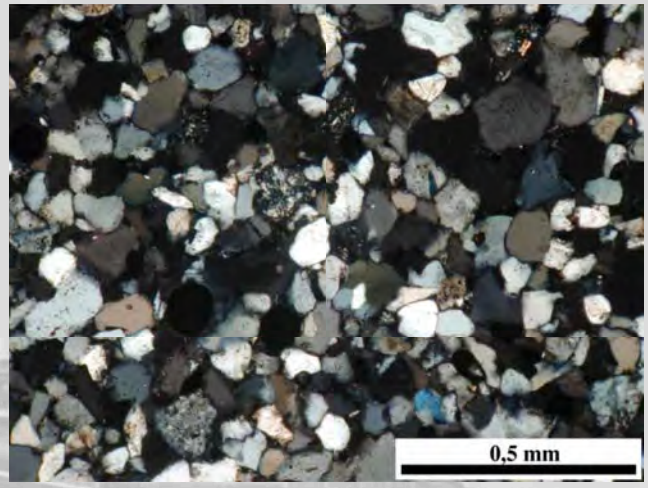
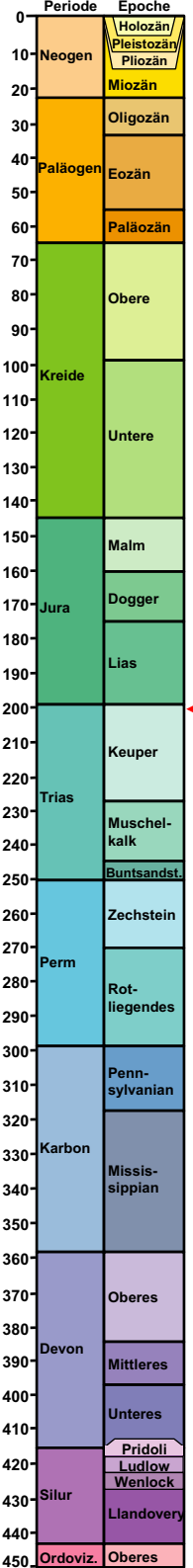


Abb. 1: Quarzkörner sind farblos und zeigen unter polarisiertem Licht schwarze bis weiße (Interferenz-)Farben, was den Quarzgehalt sichtbar macht [Quarzanteil: 95 - 99%]. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren.*

Abb. 2: Reichstag in Berlin

Hintergrundbild: Schloss Sanssouci in Potsdam

Von Tobias Rehder
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Pfrondorfer Rhätsandstein

Der Pfrondorfer Rhätsandstein gehört zusammen mit den Rhättonen zur jüngsten und obersten Schicht des Keupers. Der Name Rhät leitet sich von der römischen Provinz „Raetia“ ab.

Der Sandstein wurde vor ca. 200 Mio. Jahren bei tropischen Bedingungen in einem sehr flachen Meer abgelagert. Durch die mäßige Strömung und Wellenwirkung entstand ein sehr homogenes Gestein mit guter Sortierung (d.h. das Gestein besteht zum größten Teil aus Partikeln gleicher Korngröße von 0.125-0.25 mm). Es ist sozusagen der feine Küstensand eines ehemaligen Strandes. Dieser Strandsand wurde zu einem kalkfreien, äußerst dicht gepackten Sandstein mit >98% Quarzgehalt verfestigt.

Als Besonderheit führt der Rhätsandstein an seiner oberen Grenze zum Jura die sogenannten Bonebed-Lagen (= Ansammlung von Knochen). Diese Ablagerungen enthalten u. a. Zähne von säugetierähnlichen Reptilien, Sauriern und Fischen. Außerdem können auch zahlreiche andere Meeresfossilien, wie Muscheln, Schlangensterne und Schnecken vorkommen. Diese Fossilien zeigen uns, dass die trockene Zeit des Oberen Keupers zu Ende war und sich langsam das Jurameer ausbreitete.

Technische Daten	
Rohdichte	2,31 g/cm³
Wasseraufnahme	3,2 Gew.-%
Druckfestigkeit	133 N/mm²
Biegefestigkeit	13,3 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Verwendung

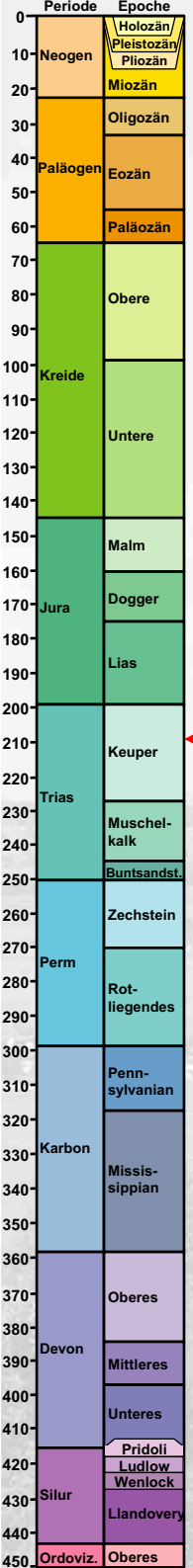
Wegen seiner guten Frostbeständigkeit und relativ hohen Druckfestigkeit ist er als Naturwerkstein sehr begehrt. Er wurde u. a. für Pflastersteine in Tübingen und Reutlingen sowie als Sockelstein für zahlreiche Gebäude in Tübingen und die Stützmauer der Schnarrenbergstraße Eingang Herrenberger Straße verwendet.

Weitere Einsatzmöglichkeiten sind z.B. Platten, Treppenstufen, Mauer- und Alpinosteine.

Auch heute noch wird der Rhätsandstein im Natursteinwerk der Firma Nagel im Hägnach bei Pfrondorf abgebaut.

Abb. 1: Die Gesteinsschichten im Hägnach bei Pfrondorf: Unten liegend der Rhätsandstein, oben Tone des Jura; dazwischen die Bonebed-Lage (siehe Pfeil).

Von Frederic Fügel
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Stubensandstein

Der **Stubensandstein** aus dem mittleren Keuper ist ein relativ poröses Gestein, welches hauptsächlich aus Quarzkörnern besteht. Nur vereinzelt treten auch Feldspat und Glimmer auf.

Die Festigkeit des Gesteins ist abhängig von der Art des Bindemittels zwischen den einzelnen Quarzkörnern. Wurde der Stubensandstein nahe dem Meer abgelagert, ist das Bindemittel hauptsächlich karbonatisch (kalkig); entstand er in größerer Entfernung zum Meer ist das Bindemittel eher kieselig.

Die bröselige Struktur des karbonatischen Stubensandsteins machte ihn zu einem guten Scheuersand für Holzböden, wodurch er auch seinen charakteristischen Namen erhielt. Der Stubensandstein ist sehr wasseraufnahmefähig und verhältnismäßig porös, sodass er sich leicht aus den anderen Schichten herauslöst und erodiert. Dies prägt ein besonderes Landschaftsbild mit Schluchten und Klüften wie im Neckarraum.

Abbaustandorte sind Pliezhausen, Schlaitdorf, Dettenhausen und Murrhardt. Aufgeschlossen ist das Gestein im Geologischen Lehrpfad im Schönbuch auf halber Höhe zwischen Tübingen und Bebenhausen.

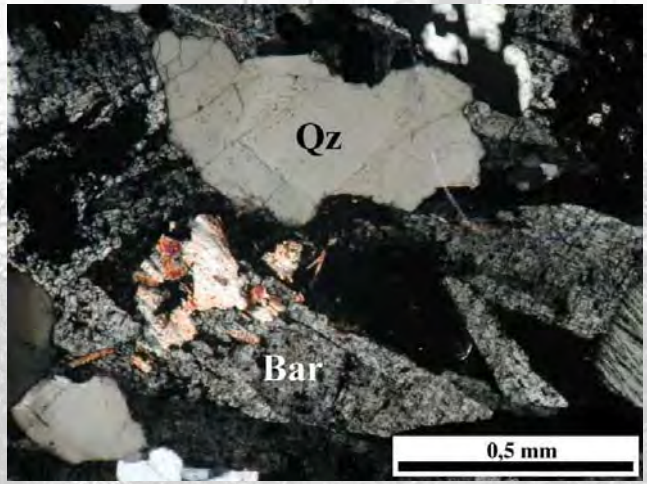


Abb. 1: Quarz (Qz) und Baryt (Schwerspat, Bar) *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren.*

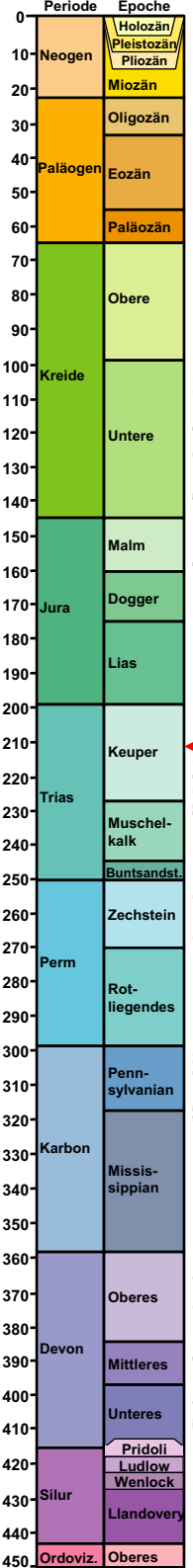
Wichtige Bauwerke sind die Marienkirche in Reutlingen, die Stiftskirche Tübingen, die Empfangs- und Ausgangshalle des neuen Stuttgarter Hauptbahnhofs, Teile des Kölner Doms und des Ulmer Münsters, das Kloster Bebenhausen, Schloss Neuschwanstein, das Portal des Schloss Hohentübingen, sowie die Neckarbrücken in Horb, Tübingen und Plochingen. Als Baumaterial und zur Herstellung von Mühlsteinen wurden vor allem die eher kieseligen Stubensandsteine verwendet. Die weicheren Gesteinspartien lassen sich hingegen sehr gut zermahlen, was zur Glas- und Mörtelherstellung sowie für Streusand auf den Straßen genutzt wurde.

Abb. 2: Stiftskirche Tübingen

Technische Daten	
Rohdichte	2,3 g/cm³
Wasseraufnahme	6,8 Vol.-%
Porosität	12-14 Vol.-%
Frostbeständig	Ja

Hintergrundbild: Schloss Neuschwanstein

Von Melanie Keuper
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Maulbronner Schilfsandstein

Der rot gefärbte Schilfsandstein aus dem mittleren Keuper trägt seinen Namen aufgrund der Schachtelhalmabdrücke, die früher irrtümlich für Schilfabdrücke gehalten wurden. Der Sand wurde von einem aus dem baltisch-skandinavischen Raum kommenden Flusssystem in ein Becken geschüttet und bildete ein Delta aus. Kennzeichnend für den in Maulbronn bis heute abgebauten Schilfsandstein ist, dass er sehr wenig Ton enthält und daher wohl während einer längeren Flutphase mit schwacher Strömung abgelagert wurde. Wäre die Strömung stärker gewesen, hätte sie den Ton nicht absedimentiert sondern weiter verfrachtet. An den Stücken sind sehr schön Schichtung und durch strömendes Wasser entstandene Kleinrippel zu erkennen.

Die rote Farbe, die den Werkstein, der auch Handelsnamen wie „Maulbronner Favorit“ und „Favorit Rot“ trägt, von den anderen vorgestellten Schilfsandsteinen unterscheidet, rührt von Eisenverbindungen her, welche in vielen Sedimentgesteinen den farbgebenden Anteil ausmachen.
Der leicht zu bearbeitende, kompakte Schilfsandstein eignet sich hervorragend für den Massivbau, wird aber auch von Bildhauern und Steinmetzen für Skulpturen und Altäre genutzt.

Das wohl bekannteste Bauwerk aus Maulbronner Sandstein ist das Zisterzienserkloster Maulbronn, ein UNESCO-Weltkulturerbe, welches im 12. Jahrhundert erbaut wurde. Daneben entstanden auch in Stuttgart einige Bauwerke und Kirchen wie beispielsweise die Petruskirche in Obertürkheim und das Marienhospital.

Technische Daten	
Rohdichte	2,18 g/cm³
Wasseraufnahme	15,5 Gew.-%
Druckfestigkeit	83 N/mm²
Biegefestigkeit	9,6 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Hintergrund: Zeichnung des Klosters Maulbronn, 1891

Verwendung

Baustein, Skulpturen, Altäre etc.

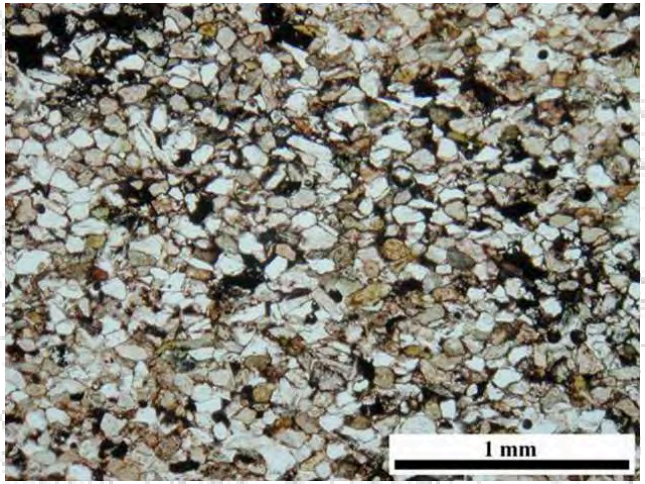


Abb. 1: Quarz, Feldspat und Glimmer, wobei hier vor allem die sehr gleich-körnige Ausbildung zu erkennen ist, was dem Maulbronner Sandstein seine guten Werkeigenschaften verleiht. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit ungekreuzten Polarisatoren.*

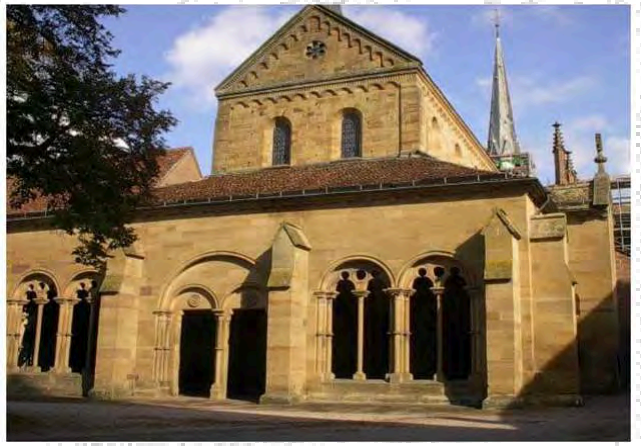
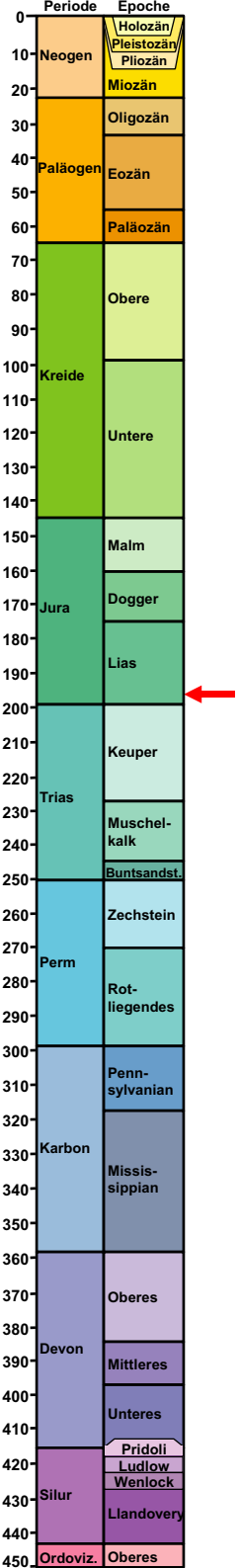


Abb. 2: Kloster Maulbronn

Von Michael Zeller
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Angulatensandstein

Der Angulatensandstein entstand im Schwarzen Jura (Lias) durch sedimentäre Ablagerung im Tethysmeer. Das abgelagerte Sediment bildete ein Lockermaterial. Durch neues, darüber abgelagertes Material kam es zu Druck- und Temperaturänderungen. Die dadurch ausgelöste Verdichtung führte zur Bildung eines Festgesteines.

Das Gestein ist ein plattiger, feinkörniger und kalkhaltiger Sandstein. Die Matrix besteht aus feinem Quarz und Karbonat, vereinzelt enthält er auch Eisenhydroxide und Glimmer. Das Karbonat kann sich sekundär durch Auflösung von Organismen bilden, es wirkt dann wie ein Bindemittel zwischen den Quarzkörnern. Frisch angeschlagen zeigt das Gestein durch seinen Gehalt an Schwefelkies (Pyrit) eine blaugraue Färbung, im verwitterten Zustand ist es gelblich bis bräunlich gefärbt.

Auffällig ist, dass er eine holzähnliche Struktur aufzeigt. Diese stammt aber nicht von organischem Material, sondern vom FeOOH, dem **Goethit** (auch Nadeleisenerz genannt). Dieser gibt dem Sandstein seine braunen bis schwarzen Streifen. Goethit entsteht als Verwitterungsprodukt aus Pyrit.

Das Gestein wurde nach dem darin vorkommenden Leitfossil ***Schlotheimia angulata*** benannt, welcher zu der Familie der Ammoniten zählt.

Das Vorkommen des Angulatensandstein beschränkt sich auf das östliche und mittlere Württemberg in einer bis zu 20m mächtigen Formation. Im Landkreis Tübingen tritt der Sandstein im Schönbuch auf.

Angulatensandstein kann feine Schichten von Ton enthalten. Wenn diese Tonschichten vermehrt auftreten, wird er auch als Angulatenton bezeichnet. Im westlichen Württemberg kann dieser als bis zu 10m mächtige Formation auftreten.

Technische Daten	
Rohdichte	2,38 g/cm³
Wasseraufnahme	5 - 7 Gew.-%
Druckfestigkeit	120 – 200 N/mm²
Biegefestigkeit	12 – 20 N/mm²
Frostbeständig	Bedingt

Hintergrundbild: *Schlotheimia angulata*

Verwendung

Der Angulatensandstein fand Verwendung beim Bau der Schlösser Liebenstein in Jebenhausen, Filseck bei Faurndau, der Esslinger Burg sowie Burg Hohenzollern. Heute wird der Baustein nicht mehr abgebaut.

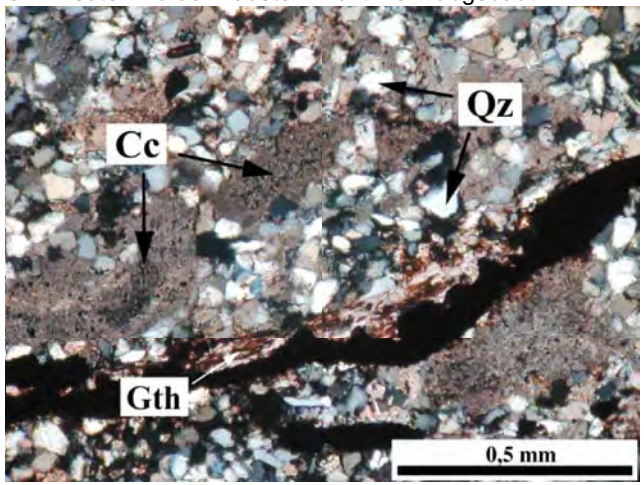


Abb.1: Quarz (Qz), Calcit (Cc), Goethit (Gth) sowie plättchenförmige Glimmer. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren.*

Abb. 2: *Schlotheimia angulata* (Überfamilie: Psiloceratáceae, Ordnung: Ammonitida). Handstück aus der Baden-Württemberg-Sammlung des Geologischen und Pälontologischen Museums des Geowissenschaftlichen Instituts in Tübingen.

Von Gregor Schmid
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen