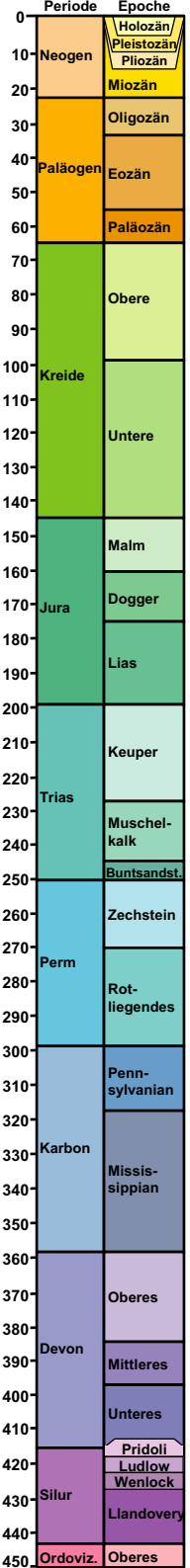
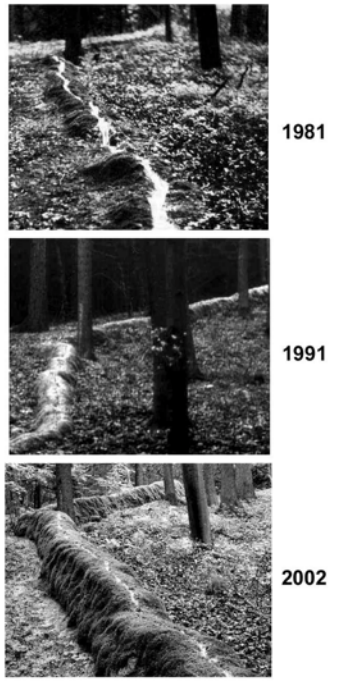


Entstehung von Travertin (Kalksinter und Kalktuffe)

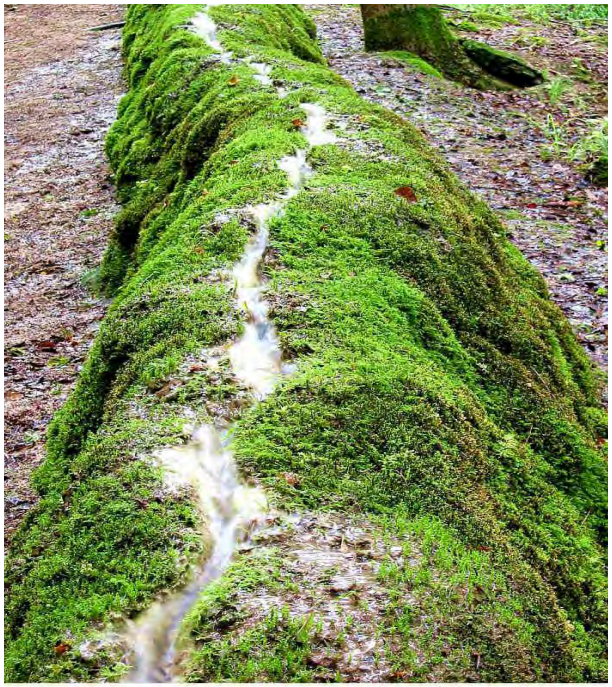
Der so genannte „Kalktuff“, „Quelltuff“ oder "Kalksinter" stellt eine Variante des Travertins dar. Die Bezeichnung „Tuff“ ist dabei irreführend, da üblicherweise nur vulkanische Lockerprodukte so genannt werden. Der Name „Kalktuff“ wird deshalb verwendet, weil dieser ebenfalls leicht ist und eine hohe Porosität aufweist. Die vielen Poren und Löcher entstehen bei der Kalkabscheidung im Bereich von Quellen, wo der Kalk Pflanzenstengel und Blätter umwächst. Später werden die Pflanzenteile zersetzt und Hohlräume sowie Pflanzenabdrücke bleiben übrig. Der poröse Travertin besteht überwiegend aus Calciumcarbonat ($CaCO_3$) mit eingeschlossenen Sandkörnern, Schnecken und anderen Fossilien.

Kalksinter entstanden zu vielen Zeitpunkten in der Erdgeschichte und bilden sich auch heute noch, wie z.B. im nahegelegenen Tal der Glatt, einem Nebenfluss des Neckars, wo steinerne Rinnen und Sinterterrassen entstehen, oder bei Pamukalle in der Türkei. Solche Rinnen wachsen, nach geologischem Maßstab, sehr schnell und können innerhalb weniger Jahrzehnte um einen Meter in die Höhe wachsen.

Aufgrund der geringen Dichte weisen viele Travertine auch eine relativ geringe Festigkeit auf, weshalb sie oft für Fundamente und tragende Mauern nicht geeignet sind. Häufig werden sie wegen der guten Wärmeisolierung jedoch als Fassadenverkleidung verwendet oder für Skulpturen und Verzierungen an Gebäuden, da sie leicht zu bearbeiten sind.



Detailaufnahmen des jeweils gleichen Abschnitts der "Steinernen Rinne" bei Meßpunkt M 11 N' des Waldwegs aus den Jahren 1981, 1991 und 2002. Photos: SCHMIDT-KALER (1981), BAIER et al. (1993) u. Chr. WOLF (2002).



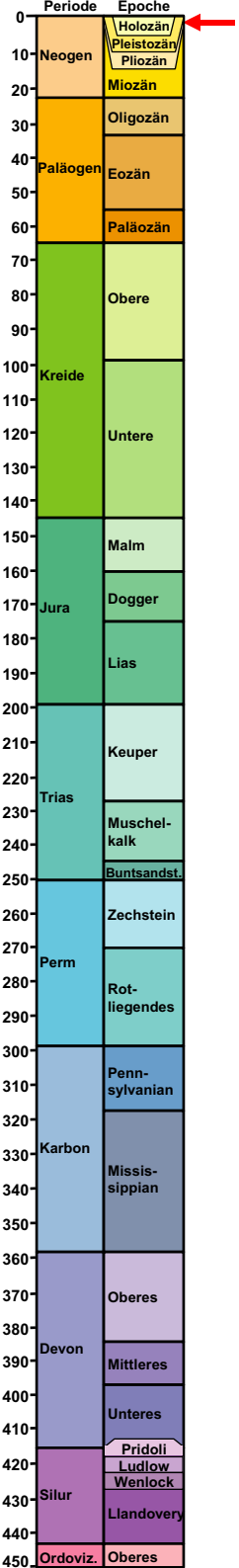
Der eigentliche Bachlauf auf dem Kalktuffdamm der "Steinernen Rinne" S´ Erasbach/Opf. Photo: Chr. Wolf.

Quelle der Photos und Internetadresse zum Weiterlesen: http://www.angewandte-geologie.geol.uni-erlangen.de/eras00.htm

Abb. 1: Große Sinterterrassen von Pamukkale aus Travertin

Technische Daten	
Rohdichte	1,2 – 2,2 g/cm³
Wasseraufnahme	bis 50 %
Druckfestigkeit	Gering, stark schwankend, i.d.R. < 25 N/mm²
Biegefestigkeit	Gering, stark schwankend, i.d.R. < 2,5 N/mm²
Frostbeständig	Ja, aber ansonsten wenig verwitterungsresistent

Von Anselm Loges und Lukas Gottwik
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Gauinger Travertin

Dieser Travertin wird heute vor allem im kreativen Bereich von Künstlern verwendet. Im Steinbruch Gauingen bei Zwiefalten, aus dem er stammt, haben sich einige Künstler zusammengetan, die unter dem Begriff des „sanften Tourismus“ dort jedes Jahr Kurse anbieten, bei dem sich die Teilnehmer direkt im Steinbruch aktiv mit der Materie Stein auseinander setzten können.

Da der Steinbruch schon seit langer Zeit geschlossen ist, ist der Gauinger Travertin meist nur noch als Recyclingprodukt zu erhalten. Das Alter des Travertins liegt bei ungefähr 50 000 Jahren, im letzten Interglazial (Zwischeneiszeit) im Holozän.

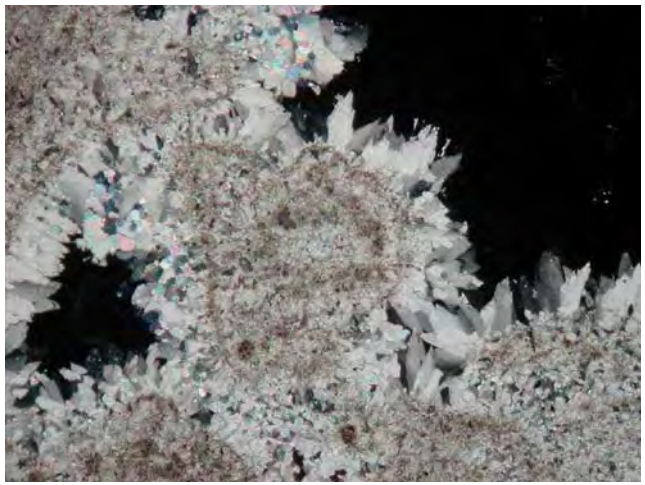


Abb. 1: Helle, große Calcit-Kristalle, die feinkristalline graue Calcit-Aggregate umwachsen; schwarz zu sehen sind Löcher im Gestein. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren.*

Technische Daten	
Rohdichte	2,2 – 2,4 g/cm³
Wasseraufnahme	Ca. 3 Gew.-%
Druckfestigkeit	55 N/mm²
Biegefestigkeit	7,4 N/mm²
Frostbeständig	Ja

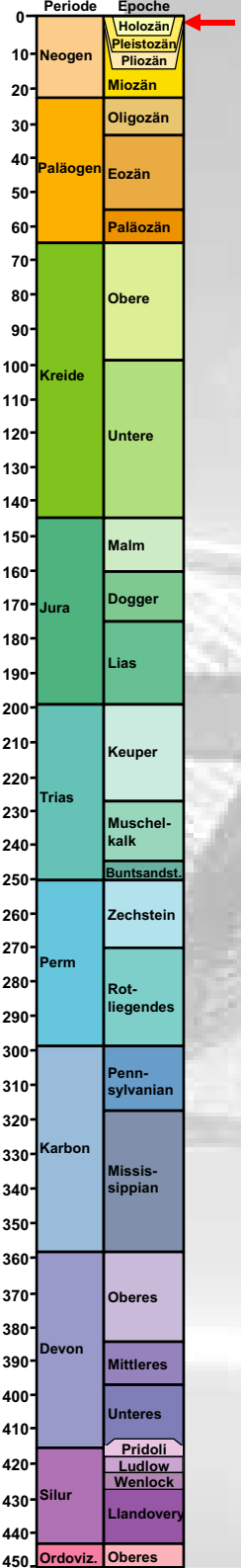
Verwendung

Travertin ist sowohl für die Innen- als auch für die Außenarchitektur einsetzbar. Im Ländle gibt es einige bekannte Beispiele für seinen Einsatz: der Brunnen auf dem Tübinger Marktplatz und der Fußboden der St. Martins Kathedrale in Rottenburg bestehen daraus. Imposante Gebäude wie das neue Olympiastadion in Berlin wurden zum Teil aus Gauinger Travertin gefertigt.

Abb. 2: Skulptur von Uli Gsell aus Ostfildern

Abb. 3: Tübinger Marktbrunnen

Von Katja Hannig
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Cannstatter Travertin

Wer schon einmal in Cannstatt, einem Stadtteil Stuttgarts, war, dem sind sicherlich die vielen Brunnen aufgefallen. Das kommt nicht von Ungefähr, denn in Cannstatt gibt es Mineralquellen, die z.B. das ‚Mineralbad Leuze' speisen. Diese Quellen gibt es bereits seit ungefähr 500.000 Jahren. In den gemäßigten Warmphasen zwischen den Eiszeiten des Holozäns traten sie zutage und haben über die Jahrtausende in Sinterterrassen den Cannstatter Travertin abgeschieden. Die warmen Quellen in den grünen Talauen des Neckars lockten in der Steinzeit viele Tiere, wie zum Beispiel Mammuts, urzeitliche Hirsche und sogar Nashörner, an. Der steinzeitliche Mensch *Homo erectus* wusste dies zu nutzen -- die Neckarauen waren sein bevorzugtes Jagdgebiet. Im Cannstatter Travertin sind viele Fossilien aus dieser Zeit vorzüglich erhalten. So findet man Mammutzähne und auch die mit 250.000 Jahren ältesten von Menschenhand geschaffenen Werkzeuge. Viele dieser Fossilien kann man im Staatlichen Museum für Naturkunde am Löwentor in Stuttgart und im Cannstatter Stadtmuseum besichtigen.

Abb. 1: Von Mussolini in Auftrag gegebene, aber nie ausgelieferte Säulen aus Cannstatter Travertin am Kraftwerk Münster in Stuttgart.

Hintergrundbild: Staatsgalerie Stuttgart

Verwendung

Heute findet man ihn hauptsächlich als Fassadenstein, vor allem in Stuttgart, wo er zum Beispiel der Musikhochschule oder der **Staatsgalerie** mit seiner gelben oder rotbraunen Farbe und der löchrigen Struktur ihr charakteristisches Gesicht gibt. Auch als Skulpturstein findet er Verwendung, da er leicht zu bearbeiten ist. Die Detailausarbeitung ist jedoch durch die porige Struktur erschwert. Im Garten- und Landschaftsbau ist er sehr beliebt.

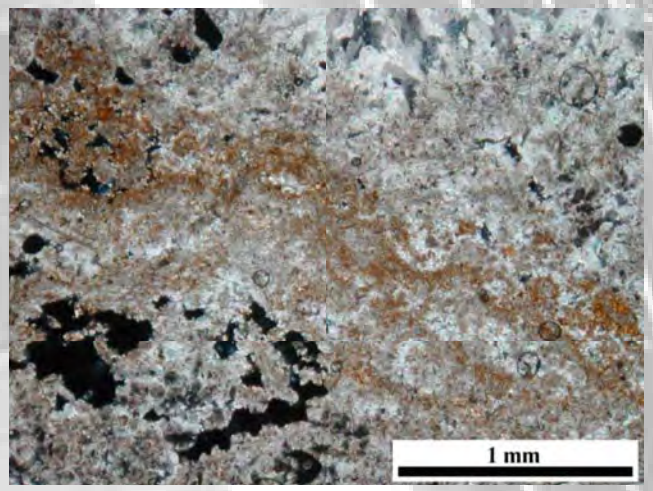
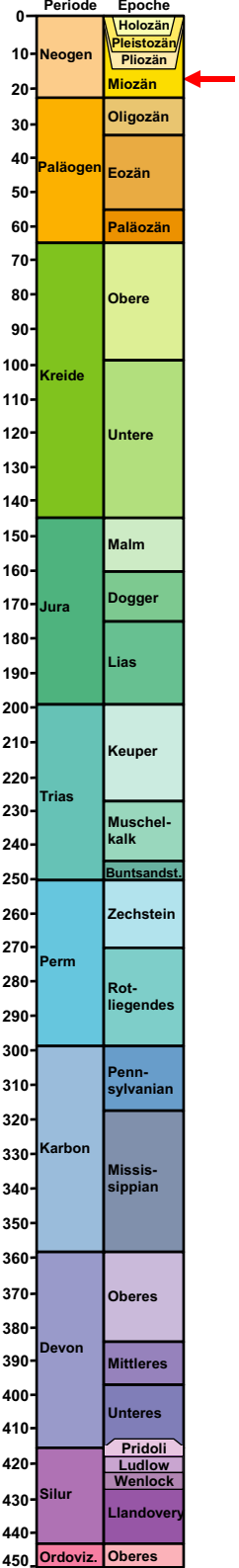


Abb. 2: Poröse Struktur von Calcitkörnern (weiß-grau) mit vielen Löchern (schwarz) und braunen Schlieren aus Eisenhydroxiden. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren*.

Technische Daten	
Rohdichte	2,2 – 2,4 g/cm³
Wasseraufnahme	2 – 3 Gew.-%
Druckfestigkeit	140 N/mm²
Biegefestigkeit	12,3 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Von Stefanie Schultheiß
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Tengener Kalk

Der Tengener Kalk ist eine relativ junges Gestein, das in der Nähe von Tengen südwestlich von Singen abgebaut wurde. Im Gegensatz zu den mächtigen Kalksteinen der Schwäbischen Alb wurde dieser Kalk im limnisch-lakustrinen Milieu (d.h. in einem Binnensee-Bereich) abgelagert.
Die Bildung erfolgte vor 16,5 Millionen Jahren im oberen Karpatium (Miozän, Tertiär). Zu dieser Zeit gab es viele Flüsse, die die Alpen nach Norden hin in einen Trog entwässerten, in dem sich heute als kleiner Rest der Bodensee befindet. Am nördlichen Rand dieses Troges gab es vereinzelte Brackwasserseen, in denen das vorliegende Gestein abgelagert wurde (Abb. 1).

Auf den ersten Blick scheint es sich um ein langweiliges Stück Stein zu handeln. Seine wahre Natur zeigt sich erst unter dem Mikroskop. Dieser Kalkstein besteht fast ausschließlich aus den Resten von winzigen einzelligen Algen, die in diesem See lebten. Diese Algen wurden von Kalk umkrustet und bildeten am Grund des Sees einen Schlamm, der mit der Zeit immer fester wurde und so unser Gestein bildete. Weitere Bestandteile sind winzige, sehr eckige und scharfkantige Quarzkörner, die aus dem nahegelegenen Schwarzwald durch einen Fluss in den See geschüttet wurden, sowie angeschwemmte Reste von Fischen und anderen Lebewesen (Abb. 2).

Da nicht genau bekannt ist, aus welchem Steinbruch die hier gezeigten Steine stammen, kann auch nicht gesagt werden, welche Gebäude sonst noch daraus erbaut wurden. Die Stücke, die Sie hier sehen stammen aus dem Abbruch des Bürgerheims in Villingen.

Technische Daten	
Rohdichte	2,5 – 2,7 g/cm³
Wasseraufnahme	Ca. 5 Gew.-%
Druckfestigkeit	60 – 80 N/mm²
Biegefestigkeit	5 – 10 N/mm²
Frostbeständig	Ja

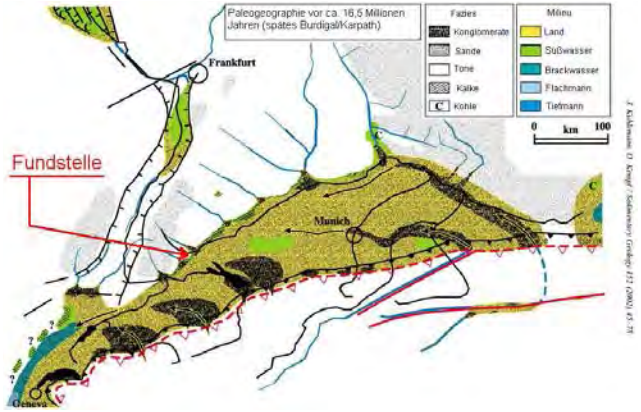


Abb. 1: Paleogeographische Karte von Süddeutschland zur Zeit der Ablagerung.

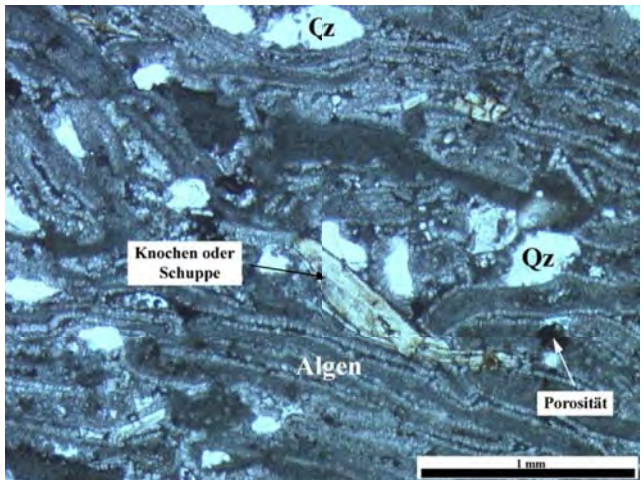
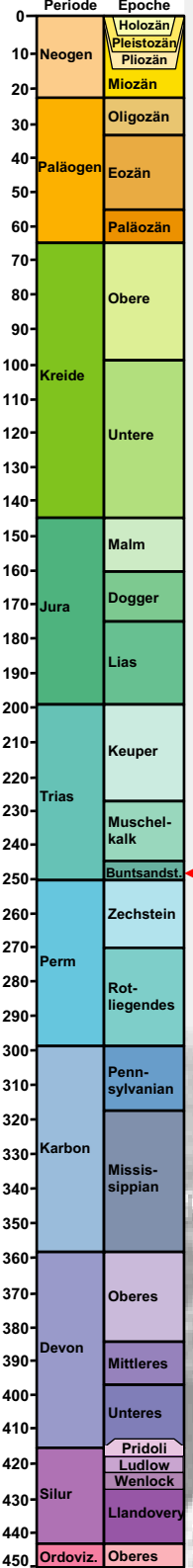


Abb. 2: Im Bild dominieren verkalkte Algenstrukturen. Daneben sind eine Schuppe oder Knochensplitter sowie Quarzkörner (Qz) zu sehen. Die dunklen Bereiche sind Poren, in denen Wasser eingelagert werden kann. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren*.

Von Florian Ströbele
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Buntsandstein

Zu Beginn der Trias - in der Buntsandstein-Epoche - vor 251-245 Mio. Jahren wurden große Sandmengen abgelagert. Die Sedimente aus dieser Zeit bestehen überwiegend aus Quarzkörnern und Eisenoxiden. Letztere sind für die meist rötliche (aber auch violette, gelbe und braune) Farbe des Gesteins verantwortlich, was auch zur Namensgebung führt. Zwischen den einzelnen Körnern des Sandsteins befindet sich toniges oder kieseliges Bindemittel.

Das Klima zur Zeit des Buntsandsteins unterschied sich stark von den heute in unseren Breiten herrschenden Verhältnissen. Es war sehr warm und nur gelegentlich von starken Regenzeiten geprägt. Die Wasserführung der Flüsse war daher recht unregelmäßig. Auf kurze starke Fluten und Überschwemmungen während der Regenzeiten folgten lange Perioden ohne Wasserbedeckung. Nachweise für das trockene Klima sind Trockenrisse (zu sehen an jeder austrocknenden Pfütze) und Schrägschichtungsmerkmale (ein Nachweis für das Vorhandensein von Fließgewässern; siehe Abb. 1). Am Ende der Buntsandsteinzeit stieg der Meeresspiegel an und es kam zur Ablagerung von Meeresmuscheln, die teilweise fossil erhalten wurden und den Übergang in den Muschelkalk markieren.

Abb. 1: Nahaufnahme eines Buntsandsteins mit Schrägschichtungen

Die Ablagerungen der Buntsandsteinzeit lassen sich in 3 Bereiche untergliedern. Unteren, mittleren und oberen Buntsandstein. Diese Einteilung erfolgt anhand von Unterschieden in der Zusammensetzung des Buntsandsteins, die durch Klimaveränderungen hervorgerufen wurden.

Vorkommen und Abbaustandorte sind Loßburg, Birkenfeld, Hausen, Seedorf (bei Rottweil), Schramberg (im Schwarzwald), Grünwettersbach, Wilferdingen und Wertheim.

Der Buntsandstein wird im Massivbau, der Bildhauerei und bei Restaurationen eingesetzt. Er findet ebenso für Fassadenplatten, Schriftplatten, in Park- und Gartenanlagen Verwendung.

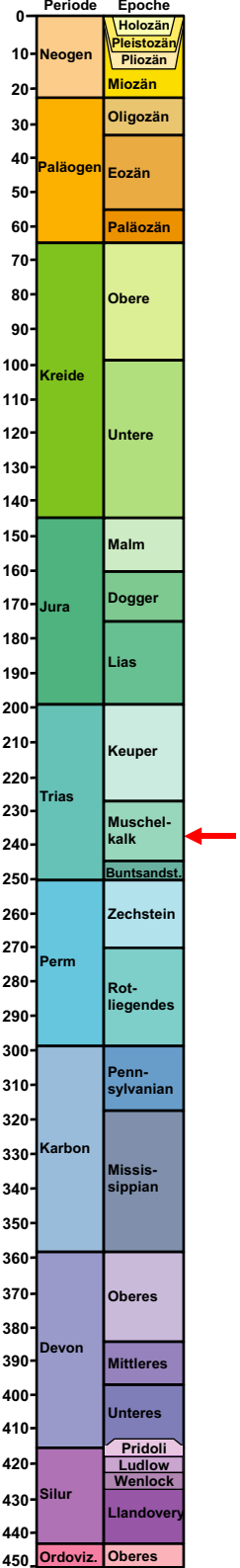
Wichtigstes Bauwerk des Buntsandsteins ist das **Freiburger Münster** (Abb.2) in Freiburg.

Abb. 2: Freiburger Münster

Technische Daten	
Rohdichte	2,12 g/cm³
Wasseraufnahme	12,9 Vol.-%
Druckfestigkeit	37,7 N/mm²
Biegefestigkeit	37,7 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Hintergrundbild: Freiburger Münster

Von Eva Wartha
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Trigonodusdolomit

In der mittleren Trias gab es im Baden-Württembergischen Raum eine Meeresbucht, in der sich der Trigonodusdolomit, der nach der Muschel *Trigonodus sandbergeri* benannt ist, abgelagert hat. Diese Schicht des Oberen Hauptmuschelkalks mit massig-dickbankigen, gelbbraunen Dolomiten wurde ursprünglich als Oolith abgelagert. Oolithe entstehen in warmem kalkübersättigtem Wasser mit starker Wellenbewegung. Ausgangspunkt sind kleine Partikel (z. B. Sandkörner oder Fragmente von Muschelschalen), die durch die Wellenbewegung in der Schwebe gehalten werden. Diese Partikel bilden Kristallisationskerne, an denen sich Kalk in Form von Calcitkristallen ablagert. Sind diese einzelnen Ooide groß und schwer geworden, so sinken sie auf den Meeresgrund ab und bilden eine Sedimentschicht.

Diese Calcit-reichen Sedimente werden schon bald nach ihrer Ablagerung in Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) umgewandelt. Dies geschieht durch die Zufuhr von Magnesium-Ionen (Mg^{2+}) aus dem Meerwasser, welche langsam die Poren des Karbonatsediments durchströmen. Bei dieser Reaktion zwischen Meerwasser und Sediment wird ein Teil der Calciums im Calcit gegen Magnesium ausgetauscht, der Calcit wurde also “dolomitisiert”. Das kann man natürlich auch chemisch formulieren:

$$2CaCO_3\ (\text{Calcit}) + Mg^{2+} \rightarrow CaMg(CO_3)_2\ (\text{Dolomit}) + Ca^{2+}$$

Auf diese Weise entstehen zahlreiche Dolomitgesteine in flachen Meeresbuchten warmer Klimate, wo die Konzentration der Magnesiumionen im Meerwasser durch Verdunstung erhöht ist.

Technische Daten	
Rohdichte	2,4 – 2,7 g/cm³
Schleifabnutzung	18-20 cm³/50cm²
Druckfestigkeit	144 – 219 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Verwendung

Der Trigonodusdolomit wurde bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts in der Gegend um Herrenberg abgebaut. Deshalb wurde er auch für den Sockelbau vieler älterer Gebäude in Herrenberg verwendet.

Er findet aber auch als Mauer-, Garten- oder Quellstein Verwendung.

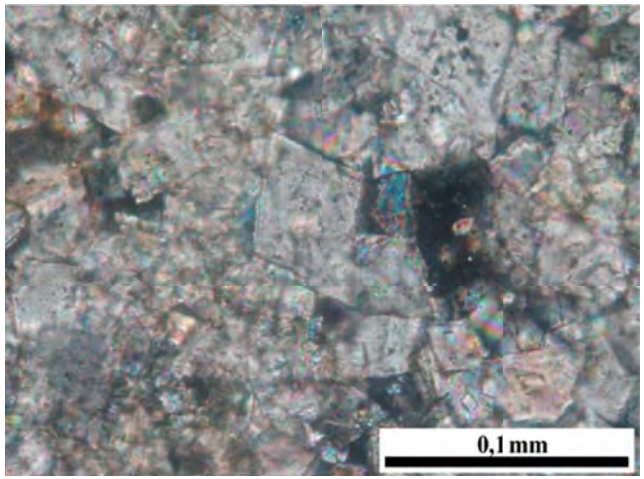
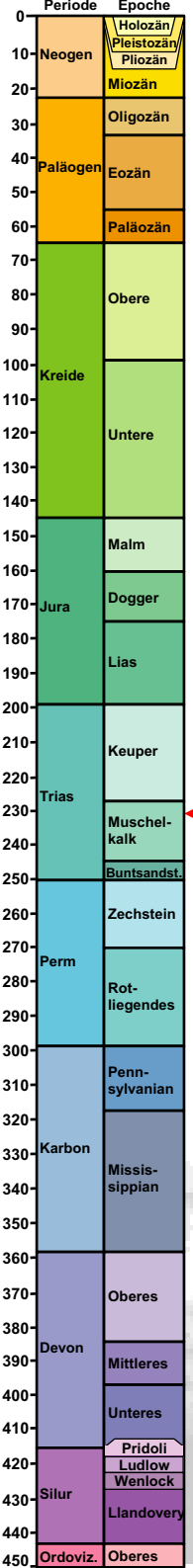


Abb. 1: Die kompakten Dolomitkristalle erscheinen gräulich-bunt mit einer rautenförmigen Kornform. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren.*

Von Wolfgang Prebeck
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen



Muschelkalk (Trochitenkalk)

Der Trochitenkalk ist ein Sedimentgestein des Oberen Muschelkalks, das vor ca. 235 Mio. Jahren abgelagert wurde.

Hierbei handelt es sich um einen feinkörnigen, etwas tonigen, dunkelgrauen Kalkstein mit einer Gesamtmächtigkeit von 25 – 40 Metern. Abgelagert wurde der Trochitenkalk (Abb. 1) in einem flachmarinem Bereich des germanischen Beckens zur Zeit der Trias. Zu dieser Zeit traten die **Seelilien** so massenhaft auf, dass ihre aus Karbonat bestehenden Stielglieder (so genannte Trochiten) gesteinsbildend wurden.

Zusammen mit Schalentrümmern von Brachiopoden und Ceratiten (Abb. 2) sind die Trochiten (Abb. 3) in einzelnen bioklastischen Bänken angereichert.
Seelilien werden auch als Crinoiden bezeichnet. Sie gehören zu einer Gruppe von Echinodermen, die ihre Nahrung mithilfe beweglicher federartiger Arme dem Wasser entnehmen und sie dann dem zentral liegenden Mund zuführen.

Die Seelilie *Encrinus liliiformis* beschränkt sich nur auf den Oberen Muschelkalk und hat hierzulande die Rolle eines Leitfossils. **Leitfossilien** sind Fossilien, die nur zu einer ganz bestimmten erdgeschichtlichen Zeit gelebt haben und anhand derer man das relative Alter von Gesteinsschichten ermitteln kann. Das absolute Gesteinsalter wird viel aufwändiger mit Hilfe von verschiedenen Isotopen (Uran-Blei, Kalium-Argon, Kohlenstoff u.a.) ermittelt.

Verwendung

- Herstellung von Schotter und Splitt (Straßenbau)
- Zementherstellung
- Ziersteine (z.B. Fensterbänke)
- Befestigung von Straßenböschungen
- In Form von Steinblöcken in der Landschaftsarchitektur
- Bei älteren Gebäuden Verwendung in Mauerwerk und Sockeln (u.a. die Justizvollzugsanstalt in Bruchsal).

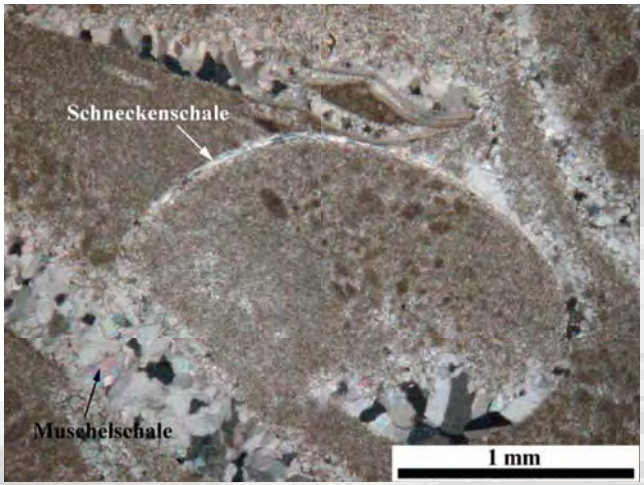


Abb. 1: Weiß bis hellgraue Bereiche bestehen aus unterschiedlich großen Calciten; daneben fossilisierte Schalen und Gehäusebruchstücke. *Dünnschliff in polarisiertem Licht mit gekreuzten Polarisatoren*.

Technische Daten	
Rohdichte	2,6 g/cm³
Wasseraufnahme	0,5 – 5 Gew.-%
Druckfestigkeit	20 – 80 N/mm²
Biegefestigkeit	5 – 13 N/mm²
Frostbeständig	Ja

Abb. 2

Abb. 3

Die im Trochitenkalk häufig auftretenden Ceratiten (Abb. 2) und Seelilien (Abb. 3) in großen Exemplaren.

Hintergrundbild: Justizvollzugsanstalt Bruchsal

Von Diana Pecinka
Institut für Geowissenschaften, Universität Tübingen