

# Kalkstein

## Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	2
Begriffsklärung .....	2
Zusammensetzung .....	2
Entstehung von Kalkstein .....	3
Biogener Kalkstein .....	3
Von Mikroorganismen abgelagerter Kalkstein .....	3
Fossilkalke.....	4
Chemisch und biogen ausgefällter Kalkstein.....	5
Klastische Kalksteine .....	6
Aussehen .....	6
Verwitterung des Kalksteines, Karst und Süßwasserkalke .....	7
Wirtschaftliche Verwendung .....	7
Vorkommen.....	8
Allgemein .....	8
Europa.....	8
Sonderformen des Kalksteines.....	9
Natursteinsorten.....	9

## Einleitung

Als Kalkstein werden Sedimentgesteine bezeichnet, die ganz überwiegend aus dem Stoff Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) in Form der Mineralien Calcit und Aragonit bestehen.

Kalkstein ist ein äußerst variables Gestein; das betrifft sowohl seine Entstehung als auch seine Eigenschaften, das Aussehen und die wirtschaftliche Verwendbarkeit. Es gibt daher innerhalb der Geologie eine eigene Fachrichtung, die Karbonatsedimentologie, die sich ausschließlich mit der Entstehung und den Eigenschaften der verschiedenen Kalksteintypen befasst. Der größte Teil aller Kalksteine ist biogener Entstehung (von Lebewesen abgelagert), es gibt aber auch chemisch ausgefällte und klastische Kalksteine.

Kalksteine besitzen eine enorme wirtschaftliche Bedeutung als Rohstoff für die Bauindustrie und als Naturwerkstein. Des Weiteren sind solche Lagerstätten Speichergestein für Erdöl und Erdgas.

## Begriffsklärung

Der Begriff Kalkstein wird sowohl in der Umgangssprache als auch in der technischen und wissenschaftlichen Fachsprache anders verwendet. Während man in der Wissenschaftssprache den Begriff relativ umfassend verwendet und außer den stark verfestigten Kalksteinen auch relativ mürbe Gesteine wie die Kreide den Kalksteinen zurechnet, ist der Begriff in der Baustoffindustrie eher auf stark verfestigte Kalke eingeschränkt.



Weiterhin bezeichnet man in der Naturwerksteinindustrie polierfähige Kalksteine oft als „Marmor“, obwohl sie im geologischen Sinne keine Marmore sind. Marmor ist in den Geowissenschaften ein metamorphes Gestein. Stinkkalk (Zechstein, Marsberg)

## Zusammensetzung

Kalkstein besteht überwiegend aus den Mineralen Calcit und Aragonit, zwei Kristallisationsformen von Calciumcarbonat (kohlensaures Calcium  $\text{CaCO}_3$ ). In mehr oder minder schwankenden Anteilen kommen andere Minerale vor. Dazu zählen Tonminerale, Dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), Quarz, Gips und andere. Überwiegt der Dolomitanteil, so spricht man vom Gestein Dolomit. Besitzt der Kalkstein einen relativ hohen Anteil an Tonmineralen, so bezeichnet man ihn

dann als Mergel. Kalkstein kann auch bis zu mehreren Prozent organische Substanz enthalten und wird dann bituminöser Kalk (bei Vorhandensein von Schwefelwasserstoff auch Stinkkalk) genannt.

## Entstehung von Kalkstein

Kalksteine können innerhalb der Sedimentgesteine mehreren Typen angehören. Der überwiegende Teil der Kalksteine ist aber biogenen Ursprungs, das heißt er wurde von Lebewesen gebildet und abgelagert. Kalkstein kann aber auch durch chemische Prozesse (die wiederum von Lebewesen beeinflusst werden können) aus dem Wasser ausgefällt werden. Weiterhin kann ein Gestein, welches aus Calciumcarbonat besteht (Kalkstein oder Marmor), abgetragen, transportiert und an anderer Stelle als klastisches Sediment wieder abgelagert werden.

### Biogener Kalkstein



Bei biogener Herkunft wird Kalkstein meistens von Mikroorganismen oder gesteinsbildenden Korallen abgelagert. Untergeordnet findet man auch Kalksteine, die zum überwiegenden Teil aus Schnecken, Muscheln oder Schwämmen bestehen. In jedem Fall besteht das Gestein dann aus Calciumcarbonat, welches Bestandteil der Lebewesen war und zum Aufbau von Außen- oder Innenskeletten abgeschieden wurde.

### Von Mikroorganismen abgelagerter Kalkstein

Von Mikroorganismen abgelagerte Kalksteine – auch die Kreide zählt dazu – sind für gewöhnlich feine, mikrokristalline Sedimentgesteine, die durch Ablagerung von Schalen fossiler Kleinstlebewesen, vor allem Coccolithen der Coccolithophoriden und Schalen der Foraminiferen, entstanden sind. Auch kalkabscheidende Algen und Bakterien (Stromatolithen) können gesteinsbildend werden. Aufgrund ihrer oft massigen Struktur werden sie auch als Massenkalk bezeichnet. Man findet im Gestein aber auch ausgefällten Calcit, so dass fließende Übergänge zum ausgefällten Kalkstein existieren. Mehr oder weniger häufig und oft an eng begrenzte Lagen gebunden finden sich mit bloßem Auge erkennbare Makrofossilien, die damit Übergangsstufen zu den Fossilkalen anzeigen.

Das Gestein entsteht, wenn nach dem Tod der Lebewesen die Schalen zu Boden sinken und zunächst sogenannte Kalkschlämme bilden. Kalkschlämme können sich im offenen Ozean jedoch nur bis zu einer bestimmten Tiefe bilden. Unterhalb der sogenannten Carbonatkompensationslinie wird aufgrund

des Wasserdruckes das Calciumcarbonat vollständig gelöst, so dass die Sedimente unterhalb dieser Linie stets carbonatfrei sind. Die Tiefe der Carbonatkompensationslinie schwankt; sie liegt zum Beispiel in den Tropen zwischen 4500 und 5000 Meter Wassertiefe.

Durch die Diagenese der Schlämme entsteht dann fester Kalkstein. Während der Verfestigung bilden sich neue Calcitkristalle. Dabei wird der größte Teil des ursprünglich vorhandenen Aragonits in Calcit umgewandelt. So können Hohlräume mit später (sekundär) gebildeten Kristallen ausgefüllt oder durch starke Umkristallisierung die bestehenden Sedimentstrukturen mehr oder weniger vollständig verwischt werden.

## Fossilkalke

Als Fossilkalke bezeichnet man Gesteine, die zum überwiegenden Teil aus mit bloßem Auge sichtbaren Fossilien bestehen. Weltweit am häufigsten sind Korallenkalke, da durch ihr Wachstum an Korallenriffen bedeutende Gesteinsmächtigkeiten entstehen können. Andere, häufig zu findende Fossilkalke benennt man nach ihren (hauptsächlichen) Gesteinsbildnern Molluskenkalk, Foraminiferenkalk (auch Nummulitenkalk), Brachiopodenkalk, Bryozoenkalk, Goniatitenkalk, Crinoidenkalk oder nach anderen Tiergruppen. Nulliporenkalk entsteht durch kalkabscheidende, mehrzellige Algen. Gesteine oder Lagen innerhalb von sonst massigen Kalksteinen, die hauptsächlich aus Muschelschalen bestehen, bezeichnet man als Schill oder Muschelschill.



Bei den im Kalkstein erhaltenen Fossilien unterscheidet man zwischen Lebensgemeinschaften und Grabgemeinschaften. Lebensgemeinschaften repräsentieren die an Ort und Stelle vorkommenden Organismen und werden unmittelbar nach ihrem Tod in das Sediment eingebettet oder sind als bodenbewohnende Lebewesen bereits eingebettet. Grabgemeinschaften werden durch Strömungen und andere Transportmechanismen verfrachtet und an geeigneter Stelle (z. B. Stromschatten) wieder abgelagert. Die darin enthaltenen Lebewesen haben meist nicht ein Biotop bewohnt.

Während Korallen- und andere Riffkalke sich als bereits recht feste Kalksteine bilden, durchlaufen die anderen Fossilkalke zunächst eine diagenetische Verfestigung ähnlich den oben erläuterten Massenkalken. Durch nachträgliche Umkristallisierungen können sich alle Fossilkalke, auch die Riffkalke, deutlich verändern.

## Chemisch und biogen ausgefällter Kalkstein



Natürlich vorkommendes Wasser (sowohl Meer- als auch Süßwasser) enthält immer in mehr oder weniger großen Mengen Calciumcarbonat, für gewöhnlich wird es als Calciumhydrogencarbonat gelöst, da seine Löslichkeit deutlich größer ist als die des Carbonat-Ions. Wird Carbonat bis zur Sättigung der Lösung zugeführt oder sinkt umgekehrt das

Löslichkeitsvermögen des Wassers, so wird Calciumcarbonat aus der übersättigten Lösung ausgefällt. Dieses war vorher kein Bestandteil von Lebewesen. Damit können Kalksteine Bestandteil von Evaporitserien sein. Innerhalb der Eindampfungsfolge tritt Kalkstein wegen der vergleichsweise geringen Löslichkeit des Carbonats an der Basis der Gesteinsserie auf. Er wird als erstes abgeschieden. Im Hangenden folgt meist Gips und darüber die leicht löslichen Salzgesteine, zum Beispiel Steinsalz. Im Meer können Calcitkristalle nur in den obersten 200 m abgeschieden werden, da in größeren Tiefen durch den zunehmenden Wasserdruck die Löslichkeit für Kohlendioxid zunimmt und deshalb keine übersättigten Lösungen mehr auftreten. Die ausgefällten Kristalle können aber bis zur Carbonatkompensationslinie absinken.

Die Fällung des Calciumcarbonats kann völlig ohne Beteiligung von Lebewesen ablaufen, wird aber meist durch die Aktivität von Lebewesen (vor allem Algen, im Süßwasser auch Moose) unterstützt. Die Photosynthese der Pflanzen verbraucht das Kohlendioxid im Wasser, so dass zur Beibehaltung des Lösungsgleichgewichtes Hydrogencarbonat-Ionen sich wieder in Kohlendioxid und Carbonat-Ionen aufspalten. Da Carbonat-Ionen deutlich schlechter löslich sind als Hydrogencarbonat-Ionen, wird nun verstärkt Calcit aus der Lösung ausgefällt.

Die Fällung des Calcits geschieht sowohl innerhalb der Wassersäule als auch am Grunde von Gewässern direkt am Untergrund. Im ersten Fall bilden sich im Wasserkörper mikroskopisch kleine Kristalle, die zu Boden sinken und dort ebenfalls Kalkschlämme bilden. Ihre Diagenese führt dann zu einem festen Kalkstein. Im zweiten Fall wachsen die Calcitkristalle direkt auf andere Kristalle am Gewässergrund auf, so dass sie sich auch in Fließgewässern absetzen können. Dieser Mechanismus ist für die Entstehung von Travertin notwendig.

## Klastische Kalksteine

Klastische Sedimentgesteine können unter bestimmten Bedingungen fast vollständig aus Calciumcarbonat bestehen und werden dann meistens als Kalkstein bezeichnet. Streng genommen sollten sie in eine der Kategorien der klastischen Sedimente eingeordnet werden. Für gewöhnlich haben diese Sedimente eine große Korngröße, da bei kleineren Partikeln Carbonat schnell zerstört wird. Ebenso wurden aufgrund der geringen mechanischen und chemischen Widerständigkeit die Körner meist nur über kurze Entfernungen transportiert. Am weitesten verbreitet sind sogenannte Riffhangbrekzien, bei denen sich am Fuße eines Korallenriffes abgebrochenes, meist eckiges Riffmaterial ansammelt. Petrographisch handelt es sich dabei eher um eine Brekzie als um einen Kalkstein. Ein besonderer Fall ist der Kalkarenit, in dem fossile Bruchstücke mit Bruchstücken anderer Kalkgesteine vermischt sind, die in marinen Flachwasserzonen entstanden. In manchen Fällen bindet eine noch feinkörnigere mikritische Masse die kleinen Klaster.



Einteilung der klastischen Kalksteine (nach der durchschnittlichen Korngröße):

- Rudit > 2mm
- Arenit 2 - 0,063mm
- Siltit 0,063 - 0,004mm
- Lutit 0,004 - 0,001mm
- Kryptit < 0,001mm

## Aussehen

Kalksteine besitzen in den meisten Fällen eine helle, graue bis graugelbe Farbe. Durch Beimengungen anderer Minerale (zum Beispiel von Eisenverbindungen) kommen aber auch kräftigere, vor allem rote Farben recht häufig vor. Bituminöse Kalksteine können auch dunkelgrau bis schwarz gefärbt sein. Chemisch ausgefällte Kalksteine oder von Mikroorganismen abgelagerte Kalksteine sind für gewöhnlich feinkörnig und dicht. Je nach Entstehungsbedingungen findet man dort mehr oder weniger häufig Fossilien. Fossilkalke besitzen hingegen zahlreiche gut erkennbare Fossilien. Diese Kalke enthalten oft Poren und andere Hohlräume. Extrem große Hohlräume enthalten Süßwasserkalke, vor allem Travertin. Verkarsteter Dachsteinkalk, Kehlstein (Berchtesgaden)

# Verwitterung des Kalksteines, Karst und Süßwasserkalke

Wegen der vergleichsweise guten Löslichkeit des Carbonates ist Kalkstein ein gegenüber der chemischen Verwitterung relativ anfälliges Gestein und bildet daher spezielle Lösungsformen aus. Umgekehrt kann aber das gelöste



Carbonat wieder ausgefällt werden und ebenfalls spezielle Gesteine und Formen (Kalktuff, Kalksinter, Travertin) hervorbringen. Beides wird unter der Bezeichnung Verkarstung oder Karst zusammengefasst.

Auf der Verwitterung ausgesetzten Kalksteinen bildet sich ein charakteristischer Bodentyp, die Rendzina heraus.

## Wirtschaftliche Verwendung

Je nach ihren Eigenschaften sind Kalksteine äußerst vielseitig verwendbar. Vor allem dichte Kalksteine werden als leicht zu bearbeitende Naturwerksteine verwendet.

Für die Baustoffindustrie ist Kalkstein einer der wichtigsten Rohstoffe. Dafür wird er in Kalkwerken aufbereitet und zu Branntkalk umgesetzt. Oder er wird gemahlen und mit tonigen Materialien vermischt zu Zement gebrannt, welcher das Bindemittel für die Herstellung von Beton (Gemisch aus Zement, Wasser und Zuschlagstoffen wie Sand und Kies) darstellt.



Als Karbonat dient Kalkstein der Rauchgasentschwefelung. Fein gemahlener Kalkstein wird in der Land- und Wasserwirtschaft gegen die Versauerung von Boden und Gewässer benutzt. Die Kalziumverbindung findet als Zuschlag in der Glasindustrie und zur Schlackebildung in der Hüttenindustrie Verwendung. Auf Grund dieser Zusammensetzung wird Kalkstein auch als Düngemittel eingesetzt.

Sehr reine Kalksteine (Weißkalk) sind Rohstoff für die Chemische Industrie oder werden zu Terazzo weiterverarbeitet (Ulmer Weißkalk).

Poröse Kalksteine, vor allem die Fossilkalke, sind eines der wichtigsten Speichergesteine für Erdöl und Erdgas. Die reichsten Erdöllagerstätten der Erde auf der Arabischen Halbinsel befinden sich in Rifffalken, die im Jura und in der Kreidezeit entstanden sind. Deshalb dient Kalkstein als Indikator bei der Prospektion von Lagerstätten.

## Vorkommen

### Allgemein

Kalksteine sind auf den Kontinenten und Schelfen sehr weit verbreitete Gesteine. Man findet sie sowohl auf relativ alten geologischen Tafeln als auch in geologisch jungen Gebirgen. Innerhalb der sehr alten Schilde und den tiefen Meeresbecken treten sie jedoch zurück. Der allergrößte Teil der Kalksteine wurde ursprünglich im (Flach-)Meer gebildet und durch tektonische Prozesse über den Meeresspiegel gehoben. Terrestrische (auf dem Festland gebildete) Kalksteine benötigen fast immer ältere Kalksteinvorkommen in der Nähe, die als Liefergebiet des Calciums notwendig sind. Zum Beispiel sind die Travertinvorkommen in Thüringen immer an das Vorhandensein der Kalksteine aus dem Muschelkalk gekoppelt.

### Europa



Große Kalksteinvorkommen befinden sich in Mitteleuropa im mittleren und südlichen Teil Deutschlands (dort vor allem Kalksteine aus dem Muschelkalk und dem oberen Jura), im Schweizer und Französischen Jura sowie in den nördlichen und südlichen Alpen. Weiterhin sind Kalksteine auch als eiszeitliches Geschiebe in Norddeutschland sehr häufig zu finden. Die Kalksteingeschiebe stammen

dabei meist aus Süd- und Mittelschweden sowie aus dem mittleren und nördlichen Ostseebecken.

Großlandschaften, die ganz überwiegend von Kalkstein geprägt werden, sind zum Beispiel die Schwäbische und die Fränkische Alb, sowie die nördlichen Kalkalpen. Das bekannteste Abbaugelände befindet sich im Altmühltal mit dem Solnhofener Plattenkalk und dem Jurakalkstein. Zu einer der ältesten Abbaustätten für Kalkstein zählt der historische Kalksteinbruch Rüdersdorf in Brandenburg, der auf die Arbeit der Zisterzienser im 13. Jahrhundert zurückgeht.



Bedeutende Travertinvorkommen befinden sich in Deutschland zum Beispiel in Stuttgart-Bad Cannstatt und im Thüringer Becken (z.B. Weimar-Ehringsdorf).

Kreide tritt an zahlreichen Standorten entlang des europäischen Kreidegürtels zutage. Der Gürtel reicht von Großbritannien über Frankreich bis in die mittlere Ostsee und wird stellenweise auch abgebaut.

### **Sonderformen des Kalksteines**

Besondere Varietäten:

- Faxekalk
- Kalkarenit

Süßwasserkalke:

- Tropfstein
- Steinerne Rinne
- Mondmilch
- Kalk-Sinterterrassen von Pamukkale, Mammoth Hot Springs und im Nationalpark Plitvicer Seen

### **Natursteinsorten**

- Adneter Kalkstein (Österreich)
- Kaiserstein
- Jura-Kalkstein (Bayern)
- Solnhofener Plattenkalk (Bayern)
- Krensheimer Muschelkalk (Bayern)
- Elmkalkstein (Niedersachsen)
- Cannstatter Travertin (Baden-Württemberg)
- Oberdorlaer Kalkstein (Thüringen)
- Tardos (Ungarn)
- Vinalmont (Belgien)
- Marès (Mallorca)
- Meleke (Israel)