

Diplom-Geologe Dr. Olaf Otto Dillmann

Petrographie des Sandsteins



GeoDienst Dr. Olaf Otto Dillmann, Holtwiesche 2, 45894 Gelsenkirchen

<http://www.geodienst.de>

1. Definition

Unter Sandstein versteht man ein Festgestein aus gerundeten bis kantigen Körnern, deren Durchmesser nach der DIN 4022 im Größenbereich zwischen 0,063mm und 2mm liegen. Mit dem Begriff Sand wird also ein definierter Korngrößenbereich bezeichnet. Im Gegensatz zu den meisten anderen Gesteinen ist der Sandstein nicht durch einen bestimmten Mineralbestand definiert. Als Hauptmineral wird im allgemeinen der Quarz angesehen. Die einzelnen Sandkörner, die Komponenten, können auch aus anderen Mineralien oder Gesteinsbruchstücken bestehen. Ein Sandstein, dessen Komponenten zu mehr als 90% aus Quarzkörnern bestehen, wird als Quarzsandstein bezeichnet. Führt ein Sandstein Komponenten, deren Durchmesser 2mm übersteigt, wird er als Konglomeratischer Sandstein bezeichnet (z.B. OLSBRÜCKER SANDSTEIN). Sandsteine mit Anteilen von Korngrößen unter 0,063mm oder 0,002mm werden schluffige bzw. tonige Sandsteine genannt.

► Kalksandstein

bezeichnet ein Gestein aus den Hauptgemengteilen Calcit und Quarz (mindestens 50% Quarzanteil).

(vgl. Benennungsdreieck Sand - Ton - Karbonat)

► Grauwacke

(Bergbaubegriff aus dem Harz, mindestens seit 1780)

bezeichnet ein meist dunkelgrau bis braungrau gefärbtes polygenes Gestein mit Geröllen von Quarz, Kieselschiefer, Feldspat, besonders aber Zerreibungsmaterial von Tonschiefer (mindestens 50% Gesteinsbruchstücke).

„ ... ja, sogar wir Deutsche, die wir sonst in dergleichen Dingen so gewissenhaft sind, haben ... die graue Wacke des Harzes, ein jüngeres Gemisch von Quarz und Schieferteilen, mit dem Granit verwechselt.“

J.W.v. GOETHE: Über den Granit [Handschriftliches Fragment 1784]

„ Dicht am Granite kommt die Grauwacke vor, ein Name für viele Bildungen.“

J.W.v. GOETHE: Der Dynamismus in der Geologie [Handschriftlich, wohl um 1811]

Der Begriff „Grauwacke“ wird noch heute bei der Benennung psammitischer (sandiger) Sedimente häufig falsch verwendet.

► Arkose

ist eine Bezeichnung für einen meist groben Sandstein (Übergang zu den Konglomeraten!), der neben Quarz noch frische Feldspäte (mindestens 25%) und z.T. auch Glimmer führt. Sie sind ein Anzeichen geringen Transports bei der Bildung.

2. Entstehung

Sandsteine sind Ablagerungs- oder Sedimentgesteine, die aus lockerem Sand, dem Sediment, durch Verfestigung entstanden sind. Nach CORRENS versteht man unter Sedimenten „nach Transport abgelagerte Produkte mechanischer und chemischer Verwitterung“. Transportmittel sind im wesentlichen Wasser, Wind und Eis. Die Ablagerung des Sandes erfolgt aufgrund der Schwerkraft durch mechanischen Absatz. Alle nach Transport mechanisch abgesetzten Komponenten eines Sandsteins werden als Detritus bezeichnet. Kennzeichnendes Merkmal aller Sedimentgesteine ist die Schichtung. Sie entsteht durch Änderung in den Sedimentationsbedingungen, z.B. der Zufuhr von stofflich unterschiedlichem Detritus oder dem Wechsel der Korngröße der sich absetzenden Substanzen. Die in Sandsteinfolgen zu beobachtende Bankung ist auf wiederholte Sedimentationsunterbrechungen zurückzuführen.

Die Entstehung von Sandsteinen ist in verschiedenartigen Ablagerungsräumen möglich. Die Ablagerung von Sanden kann in von Flußläufen durchzogenen Tiefebenen, im Mündungsbereich von Flüssen (Delta-Ebenen) sowie im Meeresbereich in unmittelbarer Nähe der Küste oder auf Untiefen erfolgen. Die Verschiedenartigkeit der genannten Ablagerungsräume mit ihren spezifischen Ablagerungsbedingungen, die in der zeitlichen Abfolge

erdgeschichtlicher Vorgänge ihre unverwechselbare Ausprägung erfahren haben, führen zu unterschiedlichen Sandsteinen, die in großer Sortenvielfalt in den Handel gelangen.

3. Mineralbestand

Sandsteine können einen sehr vielfältigen Mineralbestand haben. Neben Quarz ist vor allem der Feldspat zu nennen, dessen Anteil den des Quarzes erreichen oder übertreffen kann. Sandsteine mit einem Feldspatanteil von mehr als 50% werden Feldspatsandsteine genannt. Die Benennung ergibt sich aus den Anteilen der Hauptkomponenten nach einem Dreieckschema. Tonminerale können fein verteilt, in Form von Schlieren oder Tongallen genannten Konkretionen im Gestein vorkommen. Zum Mineralbestand eines Sandsteins gehören auch der blasse, hell glänzende Muskovit und der grüne Chlorit, beides Schichtsilikate. Insbesondere der Hellglimmer Muskovit tritt in Gestalt kleiner Schuppen auf Schichtflächen auf und verleiht diesen einen silbrigen Glanz. Oxydische Eisenverbindungen wie Hämatit (Fe_2O_3) und Limonit (FeOOH) sind für die Farbe des Gesteins von Bedeutung (s.u.). Sulfidisch gebundenes Eisen in Form von Pyrit oder Markasit (FeS_2) erweist sich als störende Beimengung, weil beide Mineralien unter atmosphärischen Bedingungen instabil sind und in Gegenwart von Wasser und Luftsauerstoff unter Bildung von Limonit (ausrosten!) und Schwefelsäure zerfallen. Unter dem Begriff Schwerminerale werden eine große Anzahl von Mineralien zusammengefaßt. Es handelt sich dabei um Schwermetalloxyde und silikatische Verbindungen, die der chemischen Verwitterung widerstanden und in unterschiedlichen Gehalten im Gestein vorkommen können. Häufig auftretende Schwerminerale sind: Apatit, Granat, Rutil, Turmalin, Zirkon.

4. Diagenese

Die (Quarz-)Sandkörner bilden nach ihrer Ablagerung ein Lockersediment. Die einzelnen Körner lagern sich nach Art einer Kugelpackung aneinander, so daß zwischen den Mineralkörnern ein zumeist wassergefüllter Raum verbleibt, der Porenraum. Dieser Porenraum, die Porosität, beträgt bei lockeren Sanden 30 - 50 Vol.-% (entspricht einem Wassergehalt von 20 - 30 Gew.-%). Aus einem solchen Lockersediment wird durch Diagenese ein Festgestein. Diagenese ist die Bezeichnung für die Umbildung lockerer Ablagerungen zu festen Gesteinen durch mehr oder weniger langzeitige Wirkung von Druck, Temperatur, chemischer Lösung und Abscheidung. Der Verlauf der Diagenese und die Intensität der diagenetischen Verfestigung hängen von der mineralogischen Zusammensetzung des Lockersediments, dem Auflastdruck und den im Porenwasser gelösten Stoffe ab. Zunehmender Auflastdruck durch überlagernde Sedimente führt zunächst zu einer Kompaktion, der lockere Sand wird verdichtet und das Porenvolumen verringert. Gleichzeitig erfolgt eine Entwässerung des Sediments. Ein Teil des reichlich vorhandenen Porenwassers wird aus dem Sediment nach oben herausgepreßt. Die Kornbindung wird durch das Bindemittel bewirkt, das karbonatisch, tonig, quarzitisches (kieselig) oder eine Kombination dieser drei sein kann. Das Bindemittel wird auch als Zement, die Bindung als Zementation bezeichnet. Die Bildung des Zements erfolgt durch Ausfällung der gelösten Stoffe aus der Porenlösung. Chemische Vorgänge lassen in Verbindung mit der Verdichtung des Gefüges aus einem Lockersediment ein Festgestein entstehen. Das Bindemittel hat einen wesentlichen Einfluß auf die Festigkeit und sonstigen technischen Eigenschaften des Gesteins. Ist das Bindemittel nur spärlich vorhanden, ist das Gestein mürbe und „sandet ab“. Reichlich vorhandenes Bindemittel sorgt nicht nur für einen festen Zusammenhalt der Sandkörner, sondern trägt auch zur Verkleinerung des Porenvolumens und damit zur Verringerung des Wasseraufnahmevermögens bei. Ein kieseliges Bindemittel gibt dem Sandstein die größere Festigkeit und Resistenz gegen Verwitterung. Karbonatischer Zement ist in besonderem Maße anfällig gegen chemische Verwitterung. Bei toniger Bindung bilden die Tonminerale dünne Häutchen um die Quarzsandkörner und bewirken somit die Kohäsion. Tonige Sandsteine sind häufig stark porös, neigen zum hygrischen Quellen und haben eine geringere Festigkeit und damit auch eine geringere Resistenz gegen Verwitterungseinflüsse als Sandsteine mit kieseligem Bindemittel. Innerhalb dicker Sandsteinbänke kann die Zementation von innen nach oben und nach unten hin zunehmen.

Durch einen Drucklösung genannten Prozeß kann es auch zur unmittelbaren Kornbindung kommen. Eine hohe Kornbindungszahl bedeutet, daß die Komponenten eng aneinander gewachsen sind und nur ein verhältnismäßig kleiner Porenraum verbleibt. Häufig tritt unmittelbare Kornbindung in Verbindung mit einem Zement auf. Selbst einzelne Werkstücke (Mauersteine, Bodenplatten) können kleinräumig wechselnde Zementation und damit unterschiedliche Porosität und Verwitterungsbeständigkeit aufweisen. „Sandlöcher“ und Wabenverwitterung sind auf unterschiedliche Zementation zurückzuführen.

5. Farbe

Ein Sandstein aus reinem Quarzsand ist entsprechend der Farbe der Quarzkörner im Gesamtbild hellgrau bis weiß (z.B. BENTHEIMER SANDSTEIN). Die Färbung von Sandsteinen wird meistens von mineralischen, seltener organischen Beimengungen hervorgerufen. Insbesondere eisenhaltige Mineralien bewirken eine Färbung. Die Rotfärbung des Buntsandsteins wird durch das Eisenmineral Hämatit (Roteisenstein) bewirkt, das als dünne Häutchen die Quarzsandkörner umhüllt (z.B. DIETENHANER SANDSTEIN, KARLSHAFFER SANDSTEIN, SEEDORFER SANDSTEIN). Auffällig in roten Sandsteinen sind weiße fleckenartige Bleichungszonen, deren Entstehung auf organische Bestandteile zurückzuführen ist. Durch die Zersetzung entstehen um die organischen Partikel herum sogenannte Reduktionshöfe, innerhalb derer das Gestein gebleicht wird. Innerhalb der Reduktionshöfe wird das dreiwertige Eisen in seine wasserlösliche zweiwertige Form über- und mit dem Wasser abgeführt und das Gestein somit entfärbt. Solche Bleichungszonen können einen Durchmesser von wenigen Millimetern, aber auch einigen Zentimetern erreichen. Silikatische Mineralien, die zweiwertig gebundenes Eisen enthalten wie Chlorit oder Glaukonit, verleihen dem Gestein grünliche Farbtöne (z.B. ABTSWINDER SANDSTEIN, SANDER SANDSTEIN). Gelblichbraune bis braune Färbungen beruhen auf der Anwesenheit von Limonit (Brauneisenstein), der häufig in Form von Schlieren und konzentrisch angeordneten Ringen, den Liesegangschen Fällungsringen, aber auch fein verteilt oder in kleinen Nestern im Gestein vorkommt (z.B. IBBENBÜRENER SANDSTEIN, RUHRSANDSTEIN). Organische Einschlüsse, die von Pflanzenresten stammen, erzeugen schwarze bis schwarzbraune Flitter, Überzüge oder Häutchen.

6. Eigenschaften

Sandstein besitzt die typischen Eigenschaften eines Sedimentgesteins. Im Gegensatz zu magmatischen Gesteinen zeigen Sedimentgesteine aufgrund ihrer Schichtung richtungsabhängige mechanische Eigenschaften. So sind die Druck- und die Biegefestigkeit im allgemeinen bei einer Krafteinwirkung senkrecht zur Schichtung (gegen das Lager) größer als bei einer Krafteinwirkung parallel zur Schichtung (mit dem Lager). Bei der Verwendung und beim Einbau von Sandsteinen mit ausgeprägter Schichtung sollte deshalb dieses Gefügemerkmal bei der Orientierung der Werkstücke berücksichtigt werden.

Sandstein steht in dem Ruf eine geringe Verfestigung und ein großes Porenvolumen und damit verbunden eine hohe Wasseraufnahmekapazität und eine geringe Verwitterungsbeständigkeit zu haben. Das trifft für nicht wenige Sorten tatsächlich zu und schränkt ihre Verwendungsmöglichkeiten sowohl im Außen- als auch im Innenbereich bisweilen ein. Infolge der unterschiedlichen Ausbildung der verschiedenen Sandsteine stehen Materialien zur Verfügung, die aufgrund starker diagenetischer Verfestigung und Zementation auch hohen Qualitätsansprüchen genügen und bedenkenlos verwendet werden können.

Quarzsandsteine und feldspatführende Sandsteine mit quarzitischem Zement oder unmittelbarer Kornbindung mit großer Kornbindungszahl sind in hohem Maße gegen Verwitterungseinflüsse beständig und verfügen über eine große chemische Resistenz.