

Dr. Moll GmbH & Co. KG, Sattlerstraße 42, 30916 Isernhagen

**Wesling Obernkirchener
Sandstein
GmbH & Co. KG
Hannoversche Straße 23

31547 Rehburg-Loccum**

• Anerkannte Prüfstelle nach RAP Stra für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau

Prüfungsart	Fachgebiet									
	A	BB	BE	C	D	F	G	H	I	
0 Baustoffeingangsprüfungen				C0	D0					
1 Eignungsprüfungen	A1			-				H1	I1	
2 Fremdüberwachungen				-		F2			I2	
3 Kontrollprüfungen	A3	BB3	BE3	C3	D3	F3	G3	H3	I3	
4 Schiedsuntersuchungen	A4	BB4	BE4	C4	D4	F4	G4	H4	I4	

• Bauaufsichtliche Anerkennung nach Landesbauordnung (NDS 07) als ÜZ-Stelle für Gesteinskörnungen mit Alkaliempfindlichkeit nach Alkali-Richtlinie

• Anerkannte Sachverständigenstelle der DB AG

• Akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005
Die Akkreditierung gilt nur für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

• Sachkundig hinsichtlich Probenahmen gem. LAGA PN 98

• Mitglied im **bup** - Bundesverband unabhängiger Institute für bautechnische Prüfungen e.V.

• Gesellschafter der **bupZert GmbH**, Berlin.



Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen
le

Datum
20.01.2020

PRÜFUNG AN WASSERBAUSTEINEN (CP 63/180) GEMÄß DIN EN 13383

Befund Nr.: 3962 / 4-2 / 19

Inhalt des Antrages: Untersuchung von Wasserbausteinen (CP 63/180) nach den DIN EN 13383, Wasserbausteine,

Gesteinsart: Sandstein

Steinbruch: Obernkirchen

Größenklasse: CP 63/180

Probenahme gesteinsphysikalische Untersuchungen: 20.11.2019 durch Dr. Moll GmbH & Co. KG

Probenahme granulometrische Untersuchungen: 20.11.2019 im Steinbruch Obernkirchen durch Dr. Moll GmbH & Co. KG

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände

Verteiler: Fa.: 1 x Org., 1 x pdf
Der Befund umfasst 9 Seiten



1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Am 20.11.2019 wurden durch die Dr. Moll GmbH & Co. KG im Steinbruch Obernkirchen Wasserbausteine zur Prüfung der physikalischen Eigenschaften gemäß DIN EN 13383 bzw. den Technischen Lieferbedingungen für Wasserbausteine (TLW, Ausgabe 2003) entnommen. Die Wasserbausteine wurden im Labor der Dr. Moll GmbH & Co. KG hinsichtlich der Rohdichte, Wasseraufnahme, Frostbeständigkeit und Druckfestigkeit geprüft. Ebenfalls am 20.11.2019 wurden durch die Dr. Moll GmbH & Co. KG im Steinbruch Obernkirchen die granulometrischen Eigenschaften der Wasserbausteine, Größenklasse CP 63/180, überprüft.

Im Folgenden werden die einzelnen Untersuchungen mit dem Jahr der Durchführung gekennzeichnet.

2. Petrographische Beurteilung / Beschreibung der Lagerstätte (2017)

Der farbliche Gesamteindruck des Gesteins ist hellgrau bis leicht gelblich-beige. Das Gestein besitzt ein dichtes, extrem feinkörniges und gleichkörniges Gefüge. Einzelne Komponenten sind in dem Handstück nur schwer zu erkennen. Vereinzelt sind orange-farbene bis bräunlich-gelbe Bereiche im Gestein erkennbar. Mit der Lupe betrachtet können bis zu zwei verschiedene Komponenten im Handstück unterschieden werden.

Dabei bildet die Hauptkomponente ein dichtes Gefüge aus meist xenomorph ausgebildeten, hellgrauen bis leicht weißlichen Komponenten. Diese lassen vereinzelt einen muscheligen Bruch erkennen. Sie ritzen das Taschenmesser, d.h. sie besitzen eine Härte von mindestens 7. Daher werden diese Komponenten als Quarz angesprochen.

Weiterhin finden sich sehr kleine (< 0,5 mm), stark reflektierende Komponenten. Sie zeigen eine längliche Ausbildung und besitzen eine silbrig-graue Farbe. Aufgrund der sehr geringen Korngröße können weitere Eigenschaften makroskopisch nicht erkannt werden. Diese Minerale werden als Glimmer (Hellglimmer, Muskovit) interpretiert.

Als einzige Hinweise auf Verwitterung bzw. Alteration können die Eisen(hydr)oxide angesprochen werden, die vereinzelt zu orange-farbenen bis bräunlich-gelben Verfärbungen im Gestein führen. Sonst sind makroskopisch keine Verwitterungsspuren zu sehen. Es sind weiterhin keine offenen Hohlräume (Drusen) oder Risse am Handstück feststellbar.

Im vorliegenden Maßstab ist das Gestein kompakt.

Mikroskopische Beschreibung

Der Dünnschliff der Probe wurde mit dem Universalpolarisationsmikroskop Axioplan der Firma Carl Zeiss Jena im Durchlicht untersucht.

Zur Bestimmung des Mineralbestandes im Dünnschliff erfolgte eine Auszählung durch einen Point Counter. Akzessorische Anteile wurden geschätzt.



Der Anteil des Gesteins an Hauptbestandteilen (> 5 Vol.-%) an Nebengemengteilen (1 bis 5 Vol.-%) und an Akzessorien (< 1 Vol.-%) sowie deren chemische Zusammensetzung sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Auflistung der im Dünnschliff nachgewiesenen Bestandteile, ihrer Volumengehalte und ihrer chemischen Zusammensetzung

Bestandteile	Vol.-%	Chemische Zusammensetzung
Quarz	80,0	SiO ₂
Plagioklas	10,0	Mischungsreihe von Na- und Ca-Feldspäten, Endglieder Albit = Na[AlSi ₃ O ₈] und Anorthit = CaAl ₂ Si ₂ O
Muskowit (detritisch) Muskowit (saussuritisch)	5,0 >> 1,0	Serizit = KAl ₂ [(OH,F) ₂](AlSi ₃ O ₁₀), Kalzit = CaCO ₃
Hornblende	>> 1,0	(Ca _{0,6} Na _{0,3} K _{0,1}) _{2,5} (Mg _{0,6} Fe _{0,3} Al _{0,1}) ₅ [((OH) _{0,75} F _{0,25}) ₂](Si _{10,75} Al _{0,25}) ₂ Si ₆ O ₂₂
Hohlräume (Poren)	5	verfüllt mit Kleber

Saussurit ist ein Alterationsprodukt von Ca-reichen Plagioklasen, der aus der in Tabelle 1 genannten Mineralphase Muskowit besteht. Auf Grund der geringen Korngröße ist eine Volumenangabe nicht möglich.

Das makroskopisch beschriebene regellose, feinkörnige Gefüge mit feinkörnigen Mineralkörnern konnte unter dem Mikroskop bestätigt werden.

Die Übersichtsaufnahme zeigt deutlich ein regelloses, sedimentäres Gefüge. Dabei lassen sich überwiegend gerundete Minerale erkennen.

Zu den im Dünnschliff der Probe nachgewiesenen Minerale lässt sich Folgendes feststellen:

Eine Übersicht über das Vorkommen, den Alterationszustand, die Verteilung und die Orientierung der im Dünnschliff des Obernkirchener Sandsteins nachgewiesenen Minerale sowie über ihre Korngrößen liefern die Tabellen 2, 3 und 4.

Die Alterationsprodukte der Saussuritisierung wurden in den Tabellen nur soweit berücksichtigt, wie sie unter dem Mikroskop deutlich erkennbar waren.



Tab. 2 Erscheinungsbild der im Dünnschliff nachgewiesenen Minerale

Mineral	Kornausbildung	Kornform	Korngrenzen	Farbe
Quarz	xenomorph	sedimentär gerundet	gezahnt	// weiß + IF 1. Ord.
Plagioklas	xenomorph	sedimentär gerundet	rundlich	// weiß + IF 1. Ord.
Muskowit	gerundet	sedimentär gerundet	rundlich	// weiß + IF 2. und 3. Ord.
Muskowit Saussuritisierung	mikroskopisch nicht messbar	blättrig	z. T. gerade	// weiß + IF 2. und 3. Ord.
Hornblende	hypidiomorph	sedimentär leicht gerundet	rundlich bis z. T. gerade	// weiß + IF 2. und 3. Ord.

Was das Erscheinungsbild der in der Tabelle 2 beschriebenen Minerale angeht, so werden xenomorphe, sedimentär gerundete Minerale beschrieben. // steht für Hellfeld, parallel ausgerichtete Polarisatoren, + steht für Dunkelfeld, gekreuzt ausgerichtete Polarisatoren.

In der Probe kommen bei den Mineralkörnern des Quarzes und des Feldspates nur gerundete Kristalle vor, was belegt, dass es sich um sedimentär abgelagertes Material handelt.

Die Muskowite der Saussuritisierung sind eine sekundär ausgebildete, hypidiomorphe Mineralphase. Die isoliert vorkommenden Muskowite werden als detritisch, sedimentär als Schwebfracht eingetragen, interpretiert.

Die Übersichtsaufnahme des Dünnschliffes zeigt ein sedimentäres Gefüge. Dabei lassen sich überwiegend bis zu 0,1 mm große Mineralkörner erkennen. So wird deutlich, dass bei einer 2,5-fachen Vergrößerung nur Quarz und leicht saussuritisierte Plagioklase zu sehen sind. So sind in erster Linie die Quarzkörner verzahnt und zeigen durch eine Rekristallisation sog. suturierte Ränder.

Somit besitzen die einzelnen Körner einen äußerst schlechten Rundungsgrad, der bei der Lithifizierung und der damit einhergehenden Suturierung der Mineralkörner verloren ging.

Da die Mineralkörner nahezu einheitlich groß sind, handelt es sich um ein „reifes“ Sediment.

Das Material ist schlecht bis gar nicht sortiert und eine Lagigkeit wird weder im Hellfeld noch im Dunkelfeld sichtbar.

Mit einem Anteil von 80 Vol.-% besteht das Material aus knapp 0,05 mm großen Quarzindividuen, die randlich stark suturierte Begrenzungen zeigen. Ebenso sind winzige, für Quarz typische Flüssigkeitseinschlüsse sowohl im Hell- als auch im Dunkelfeld zu sehen.

Bei allen Plagioklasen sind angedeutete polysynthetische Zwillingslamellen zu erkennen. Besonders unter einfach polarisiertem Licht ist eine Saussuritisierung sichtbar, die parallel der Lamellen angeordnet ist. Die klein ausgebildete, bei der Saussuritisierung entstandene Mineralphase, besteht aus Muskowit, die unter gekreuzt polarisiertem Licht z. T. bunte Interferenzfarben zeigt.

Mit einem Anteil von 5 Vol.-% sind detritisch eingeschwemmte Muskowite zu beobachten, die eine Größe von 0,15 mm haben können und in ihren für sie typischen Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung auftreten. Die kurzen Enden der Minerale sind durch den Transport deutlich „abgestoßen“ oder auch „ausgefranst“.

Die Minerale zeigen für den im Dünnschliff repräsentierten Bereich keine Einregelung, was für undeformierte Materialien typisch ist.

Die einzelnen Körner besitzen einen äußerst schlechten Rundungsgrad, der bei der Lithifizierung und der damit einhergehenden Suturierung der Mineralkörner verloren ging.

Da die Mineralkörner nahezu einheitlich groß sind, handelt es sich um ein „reifes“ Sediment.

Mikrorisse waren in der zur Verfügung stehenden Probe nicht erkennbar.



Tab. 3 Alteration, Verteilung und Orientierung der im Dünnschliff der Probe beschriebenen Minerale

Mineral	Alteration	Verteilung	Orientierung
Quarz	keine	homogen	richtungslos
Plagioklas	Umwandlung, leichte Saussuritisierung	homogen	richtungslos
Muskowit	keine	Regellos detritisch	richtungslos
Muskowit Saussuritisierung	keine	homogen in den Plagioklasen	richtungslos
Hornblende	keine	>> akzessorisch	richtungslos

In Tabelle 4 wird deutlich, dass Quarz, Plagioklas und Muskowit bei weitem die größten Mineralphasen darstellen (bis zu 0,2 mm). Die aus der Saussuritisierung hervorgehenden Muskowite hingegen sind wesentlich kleiner (0,01 mm) und ab der mittleren Korngröße mikroskopisch gar nicht mehr messbar. Hornblenden waren nur zwei Individuen im Dünnschliff erkennbar.

Tab. 4 Korngrößenspektrum der im Dünnschliff beschriebenen Minerale.

Mineral	Maximale Korngröße (in mm)	Mittlere Korngröße (in mm)	Minimale Korngröße (in mm)
Quarz	0,2 mm	0,1 mm	0,1 mm
Plagioklas	0,1 mm	0,05 mm	0,05 mm
Muskowit	0,15 mm	0.15	0,05 mm
Muskowit Saussuritisierung	>>0,01 mm	nicht messbar	nicht messbar
Hornblende	0,15 mm	0,1 mm	0,1 mm

Petrographische Interpretation

Das Gestein besitzt ein regelloses, sedimentäres Gefüge und zeichnet sich durch feinkörnige Kristalle aus. Es besteht überwiegend aus Quarz, Feldspäten (Plagioklas), etwas Muskowit und akzessorisch auftretenden Hornblenden. Eine Vorzugsorientierung der Minerale konnte weder makroskopisch noch mikroskopisch festgestellt werden. Die Minerale im Gestein sind deutlich regellos angeordnet.

Nach der Klassifikation für Sedimente nach Pettijohn et al. 1987 kann das untersuchte Gestein als **Sandstein (Subarkose)** bezeichnet werden.

Beschreibung des Steinbruchs

Im Steinbruch Obernkirchen wird Sandstein der Kreide abgebaut. Es handelt sich dabei um ein Sedimentgestein, welches sich Küsten-nah im Bereich eines Flussdeltas abgelagert hat. Das Gestein ist mittel-bis dickbankig entwickelt und lagert im Bereich des Steinbruchs nahezu söhlig. Die schichtparallel verlaufenden Kluftflächen sind häufig mit Limonitabscheidungen belegt.

Die Wandhöhen im Steinbruch betragen max. ca. 10 m. Gewonnen werden vorwiegend große Sandsteinblöcke, die mittels Radlader der Wand entnommen werden. Die Sandsteinblöcke werden zu Werksteinen verarbeitet. Dabei anfallende Gesteinsreste, die nicht als Werkstein verwendet werden können, werden aufgehaldet, gebrochen und zu Wasserbausteinen verarbeitet.



3. Probenahme

Die Probenahme zur Bestimmung der Größenklasse erfolgte gemäß Abschnitt 4.5.2.5 der DIN EN 13383-2 (Wasserbausteine, Teil 2: Prüfverfahren) per Radlader aus verschiedenen Haldenabschnitten. Die Einengung der Einzelproben zur Größenklassenbestimmung erfolgte nach Abschnitt 4.6.1.2 der DIN EN 13383-2.

4. Granulometrische Untersuchung (Steinklasse) (2019)

Die Bestimmung der Steinklasse wurde durch die Dr. Moll GmbH & Co. KG durchgeführt. Dabei wurden für den Nachweis der Größenklasse Trockensiebungen nach Abschnitt 5.4.1 der DIN EN 13383-2 vorgenommen. Feinbestandteile wurden an den Oberflächen der Wasserbausteine nicht festgestellt.

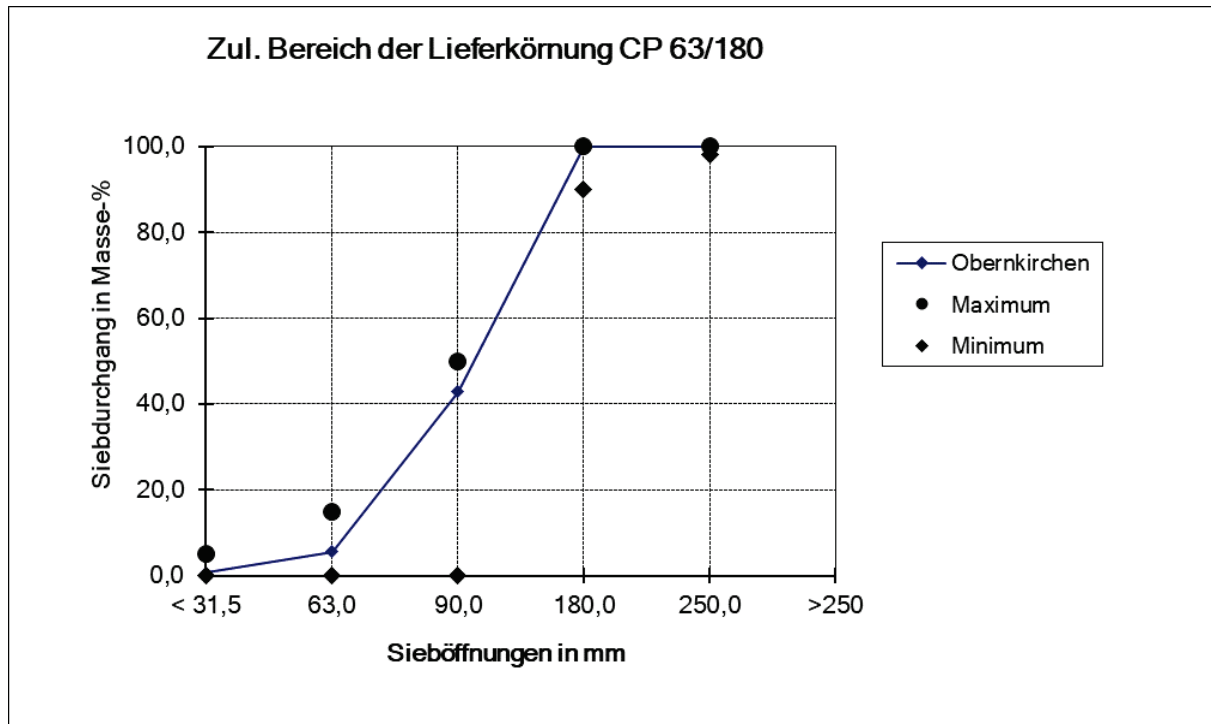
4.1 Größenklasse CP_{63/180}

Das Ergebnis der Bestimmung der Größenklasse der Wasserbausteine wird im Folgenden tabellarisch und graphisch dargestellt. Es wurde eine Masse von 415,4 kg untersucht. Die bei dieser Größenklasse zu untersuchende Mindestmasse von 360 kg wird eingehalten.

Siebfraktion Quadratloch [mm]	Gewichtsanteile in		Sieböffnung [mm]	Summenlinie [M.-%]	Grenzwerte [M.-%]	
	[kg]	[M.-%]			untere	obere
> 250	0					
180 - 250	0	0,0	250	100,0	98	100
125 - 180	32,0	7,7	180	100,0	90	100
90 - 125	205,8	49,5	125	92,3		
63 - 90	154,6	37,2	90	42,8	0	50
45 - 63	5,0	1,2	63	5,6	0	15
31,5 - 45	15,2	3,7	45	4,4		
< 31,5	2,8	0,7	31,5	0,7	0	5

Die Untersuchung zeigt, dass die Größenklasse CP_{63/180} die Anforderungen der DIN EN 13383, bzw. TLW 2003 hinsichtlich der Korngrößenverteilung erfüllt.





4.1.1 Steinform

Die Steinform der Wasserbausteine, Verhältnis von Länge zu Dicke größer als 3, wurde nach DIN EN 13383-2, Abschnitt 7, ermittelt. Dabei wurde mit einer analog der auf Abb. 6 der DIN EN 13383-2 dargestellten Versuchsanordnung gemessen.

Insgesamt wurden 263 Wasserbausteine mit einer Masse von zusammen 415,4 kg geprüft. Davon wiesen 13,2 M.-% ein Längen- zu Dickenverhältnis von größer 3 auf. Gemäß DIN EN 13383-1 ist die Größenklasse **CP_{90/250}** hinsichtlich der Steinform in die Kategorie **LT_A** (Verhältnis von Länge zu Dicke ≤ 20 M.-%) einzuordnen.

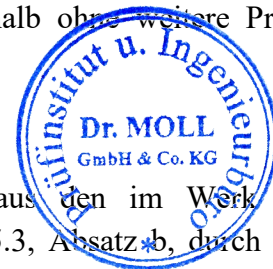
Damit wird die Anforderung der DIN EN 13383-1 bzw. TLW 2003 hinsichtlich der Steinform eingehalten.

4.2 Anteil gerundeter Steine

Die Wasserbausteine des Steinbruches Obernkirchen werden aus einem Festgesteinsvorkommen durch Brechen und Sieben gewonnen. Gerundete Steine, mit weniger als 50 % gebrochener Oberfläche, können auf Grund der Lagerstätte und des Gewinnungsprozesses nicht vorkommen. Die Wasserbausteine aller o.g. Größenklassen werden deshalb ohne weitere Prüfung in die Kategorie **RO_s** eingeordnet.

5. Gesteinsphysikalische Untersuchungen

Für die gesteinsphysikalischen Untersuchungen wurden aus den im Werk vorhandenen Wasserbausteinhalten nach DIN EN 13383-2, Abschnitt 4.5.3, Absatz **b**, durch die Dr. Moll GmbH & Co. KG die erforderlichen Proben entnommen. Die Steine wurden mittels PKW in das Labor der Dr. Moll GmbH & Co. KG überführt.



(2019)

5.1 Gesteinsdichte

(2019)

Die Gesteinsdichte des Sandsteins wurde gemäß DIN EN 13383-2, Abschnitt 8, bestimmt. Die Prüfung erfolgte an 10 Steinen.

Die ermittelte Rohdichte für den Sandstein beträgt: **2,17 Mg/m³**.
Dabei lagen die Einzelwerte zwischen 2,092 Mg/m³ und 2,274 Mg/m³.

5.2 Wasseraufnahme als Vorversuch zur Frost-Tau-Wechselbeständigkeit (2019)

Die Wasseraufnahme wurde gemäß DIN EN 13383-2, Abschnitt 8, durchgeführt. Es wurden abgetrennte Probeteile von 10 Wasserbausteinen geprüft.

Ist die Wasseraufnahme nicht größer als 0,5 % (Kategorie $WA_{0,5}$), so muss der Wasserbaustein als Frost-Tauwechsel-beständig angesehen werden. Übersteigt die Wasseraufnahme 0,5 % muss, falls gefordert, die Frost-Tau-Wechselbeständigkeit gemäß DIN EN 13383-2, Abschnitt 9, nachgewiesen werden.

Einwaage (g)	Auswaage nach Wasserlagerung (g)	Wasseraufnahme (M.-%)
1017,91	1064,59	4,59
540,86	565,59	4,57
926,13	959,23	3,57
667,76	695,72	4,19
811,03	853,85	5,28
619,07	647,14	4,53
736,30	771,09	4,72
862,15	897,67	4,12
777,93	810,99	4,25
1118,62	1183,06	5,76
Min.:		3,57
Max.:		5,76
Mittelwert:		4,56

Die Wasserbausteine weisen im Mittel eine Wasseraufnahme von 4,56 M.-% auf. Sie können nicht der Kategorie für die Wasseraufnahme $WA_{0,5}$ zugeordnet werden. Für den Nachweis der Frost-Tauwechsel-Beständigkeit wurde die Prüfung nach DIN EN 13383-2, Abschnitt 9, durchgeführt (s. Kap. 5.3).

5.3 Frost-Tau-Wechselbeständigkeit (2019)

Die Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel wurde gemäß DIN EN 13383-2, Abschnitt 9, durchgeführt.

Die Steine wurden in entmineralisiertem Wasser 24 Std. vorgesättigt, in Plastikfolie eingepackt und so dem Frostraum zugeführt. Danach wurden die Steine in 20° C warmen Wasser aufgetaut.

Die Abwitterung nach 25 Zyklen (Frost-Tau-Wechseln) an den Probekörpern betrug im Mittel
0,11 M.-%

Die Einzelwerte liegen zwischen 0,00 M.-% und 0,26 M.-%. Auch Risse waren nicht erkennbar. Gemäß DIN EN 13383-1 sind die Steine als frostbeständig anzusehen.



5.4 Widerstand gegen Brechen**(2019)**

Der Widerstand von Wasserbausteinen gegen Brechen ist durch Prüfung der Druckfestigkeit nach EN 1926, Anhang A, zu bestimmen. Gemäß DIN EN 13383-1 muss der Mittelwert der Druckfestigkeit von 9 Messproben, bei Aussortierung des niedrigsten Wertes von 10 Proben, ≥ 80 MPa betragen. Dabei darf die Druckfestigkeit von nicht mehr als 2 der 10 Messproben < 60 MPa sein.

Die Druckfestigkeit wurde gemäß DIN EN 1926 nach Wasserlagerung (48 Std.) bestimmt. Aus den Gesteinsproben wurden 10 Probekörper (Würfel) der Maße 50 x 50 x 50 mm herausgesägt. Anisotropien waren im Material schwach erkennbar.

Es wurden folgende Druckfestigkeiten festgestellt ($1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$).

Proben - Nr.	Höhe (mm)	Tiefe (mm)	Breite (mm)	Bruchlast (KN)	Druckfestigkeit (MPa)
1	50,5	50,0	50,4	333,56	132,37
2	50,2	50,4	50,5	334,61	131,47
3	50,5	50,3	50,2	307,04	121,60
4	50,5	50,4	50,0	295,91	117,42
5	50,1	50,6	50,5	299,22	117,10
6	50,0	50,4	50,4	318,71	125,47
7	50,2	51,1	50,3	267,4	104,03
8	50,5	51,0	50,3	270,34	105,38
9	50,6	50,5	50,4	261,08	102,58
10*)	50,5	50,2	50,4	254,59	100,63
Mittelwert:					117
Standardabweichung:					11,44
Variationskoeffizient:					9,74

*) Wird bei der Berechnung des Mittelwertes nicht berücksichtigt

Die Wasserbausteine weisen im Mittel eine Druckfestigkeit von 117 MPa auf. Kein Stein weist eine Druckfestigkeit < 60 MPa auf. Damit werden die Anforderungen der DIN EN 13383-1 an die Kategorie **CS₈₀** eingehalten.

6. Zusammenfassung

Im Folgenden werden die erreichten Kategorien der nach DIN EN 13383 geprüften Wasserbausteine aufgelistet.

Physikalische Anforderungen:

Gesteinsdichte: **2,17 Mg/m³**
 Frostbeständigkeit: **FT_A**
 Widerstand gegen Brechen: **CS₈₀**

Dr. Moll GmbH & Co. KG
 Stellv. Prüfstellenleiter
 Dipl.-Ing. J. Lenhard

