

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

Telefon 0 51 36/8006-60
Telefax 0 51 36/8006-74
http://www.drmoll.de
e-mail: webmaster@drmoll.de**Wesling Obernkirchener Sandstein
GmbH & Co. KG
Hannoversche Straße 23

31547 Rehburg-Loccum**

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen
leDatum
18.01.2017**MINERALISCHE FÜLLMATERIALIEN
FÜR
GABIONEN**

Befund Nr.: 3962 / 5 / 17

Inhalt des Antrages: Untersuchung von Gesteinskörnungen nach den Technischen Lieferbedingungen für Gabionen im Straßenbau; **TL Gabionen-StB 16** (Schlussentwurf vom 21.01.2016)

Gesteinsart: Sandstein

Steinbruch: Obernkirchen

Gesteinskörnungen: 32/63 mm und 63/125 mm

Probenahme: Die Gesteinskörnungen wurden am 28.10.2017 für die Untersuchung der gesteinsphysikalischen und granulometrischen Parameter durch die Dr. Moll GmbH & Co.KG im Werk Obernkirchen beprobt.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände

Verteiler: Fa. 1 x Orig., 1 x pdf
Der Prüfbefund umfasst 10 Seiten

Mitglied im **VDI**, Bundesverband unabhängiger Institute für bautechnische Prüfungen e.V. Anerkannt für Untersuchungen von Baustoffen gemäß RAP-Str. Prüfberichte, Prüfzeugnisse und Gutachten dürfen nur ungekürzt an Dritte weitergegeben werden. Jede Veröffentlichung, auch von Auszügen, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung.

Bankverbindung:	BLZ 250 501 80	Konto-Nr. 021 766	Swift-BIC. SPKHDE2H	IBAN-NR. DE52 2505 0180 0000 0217 66
Sparkasse Hannover	BLZ 250400 66	Konto-Nr. 13 14 400	Swift-BIC. COBADEFF	IBAN-NR. DE95 2504 0066 0131 4400 00
Commerzbank Garbsen				

Kommanditgesellschaft Sitz Isernhagen, Amtsgericht Hannover HRA 120369. Persönlich haftende Gesellschafterin Dr. Moll Verwaltungsgesellschaft mbH, Sitz Isernhagen, Amtsgericht Hannover 9 HRB 120746. Geschäftsführer L. W. Treske, M. Quakenack, Dr. M. Schmid, Ust.-ID-Nr. DE 243322828

1. Petrographische Beurteilung / Beschreibung der Lagerstätte

Im Steinbruch Obernkirchen werden Sandsteine aus der Kreide-Zeit abgebaut. Das Material wird unter dem Handelsnamen „Obernkirchener Sandstein“ vertrieben. Die petrographische Zusammensetzung des Sandsteins ist wie folgt zu beschreiben:

Die petrographische Beschreibung erfolgte in Anlehnung an DIN EN 12407: 2007-06 und DIN EN 12670: 2002-03. Die Dünnschlifferstellung und Beschreibung wurde von der Universität Halle durchgeführt.

Der farbliche Gesamteindruck der Gesteinsprobe ist hellgrau bis leicht gelblich-beige (s. Abb. 1). 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.



Abb. 1: Makroskopische Ansicht der Probe 7997. Das Handstück zeigt eine hellgraue Gesamtgesteinsfarbe. Das Gestein besitzt ein gleich- und sehr feinkörniges Gefüge. Einzelne Komponenten können makroskopisch nur schwer identifiziert werden. (Durchmesser Münze = 2,1 cm)

Mikroskopische Beschreibung

Der Dünnschliff der Probe wurde mit dem Universalpolarisationsmikroskop Axioplan der Firma Carl Zeiss Jena im Durchlicht untersucht (s. Abb. 2).

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

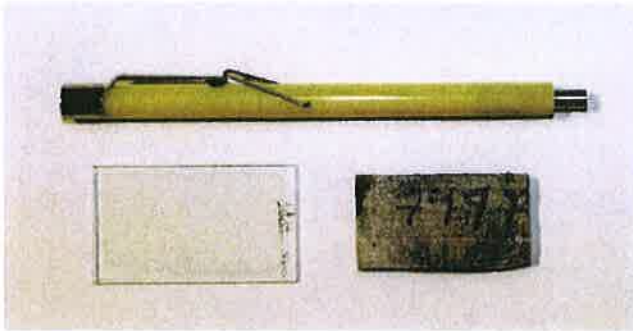


Abb. 2: Dünnschliff der zu untersuchenden Gesteinsprobe. (Magnetstift = 12,5 cm)

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)	5,0	Serizit = KAl ₂ [(OH,F) ₂](AlSi ₃ O ₁₀), Kalzit = CaCO ₃
Muskowit (suassuritisch)	>> 1,0	
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 _{0,75} 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.

Das Gestein zeigt deutlich ein regelloses, sedimentäres Gefüge. Dabei lassen sich überwiegend gerundete Minerale erkennen.

Zu den im Dünnschliff der Probe nachgewiesenen Mineralen 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 Ihnen für sie typischen Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung auftreten. Die kurzen Enden der Minerale sind durch den Transport deutlich „abgestoßen“ oder auch „ausgefranst“.

Im ganzen Dünnschliff waren lediglich nur zwei, ca. 0,15 mm Hornblende-Individuen zu beobachten. Sie zeigen randlich ihren 124° weiten Spaltwinkel. Im Dunkelfeld sind die bunten Interferenzfarben der 2. und 3. Ordnung gut zu sehen.

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 Gesteins als **Sandstein (Subarkose)** bezeichnet werden.

Im Steinbruch wird das Material auf unterschiedlichen Ebenen abgebaut. Die Wandhöhen betragen zwischen ca. 5 - 20 m mit wechselnden Abbaubreiten. Die Sedimentgesteine sind in Schichtpaketen ausgebildet. Die Schichten sind meist mittel- bis dickbankig entwickelt. Deutlich sind Kluft- und Schichtflächen erkennbar, die mit bräunlichen Eisenoxiden belegt sind.

Das für die Aufbereitung vorgesehene Material weist keine Verwitterungserscheinungen auf. Es ist frisch und macht einen festen Eindruck.

Vorwiegend werden im Steinbruch Obernkirchen Werksteine gewonnen, die zu hochwertigen Produkten verarbeitet werden. Die Gabionensteine werden aus Schnittresten, die bei der Verarbeitung der Werksteine anfallen, hergestellt.

Der Abraum besteht aus der Mutterboden- bzw. Waldbodendeckschicht und dem über dem festen Gestein anstehenden Verwitterungslehm.

2. Probenahme granulometrische Untersuchungen

Die Probenahme der Gesteinskörnungen 32/63 mm und 63/125 mm erfolgte durch die Dr. Moll GmbH & Co. KG gemäß DIN EN 932-1.

3. Granulometrische Untersuchungen

Die Bestimmung der granulometrischen Eigenschaften der Gesteinskörnungen 32/63 mm und 63/125 mm wurde im Labor der DR. Moll GmbH & Co. KG mittel Nasssiebung nach DIN EN 933-1 durchgeführt.

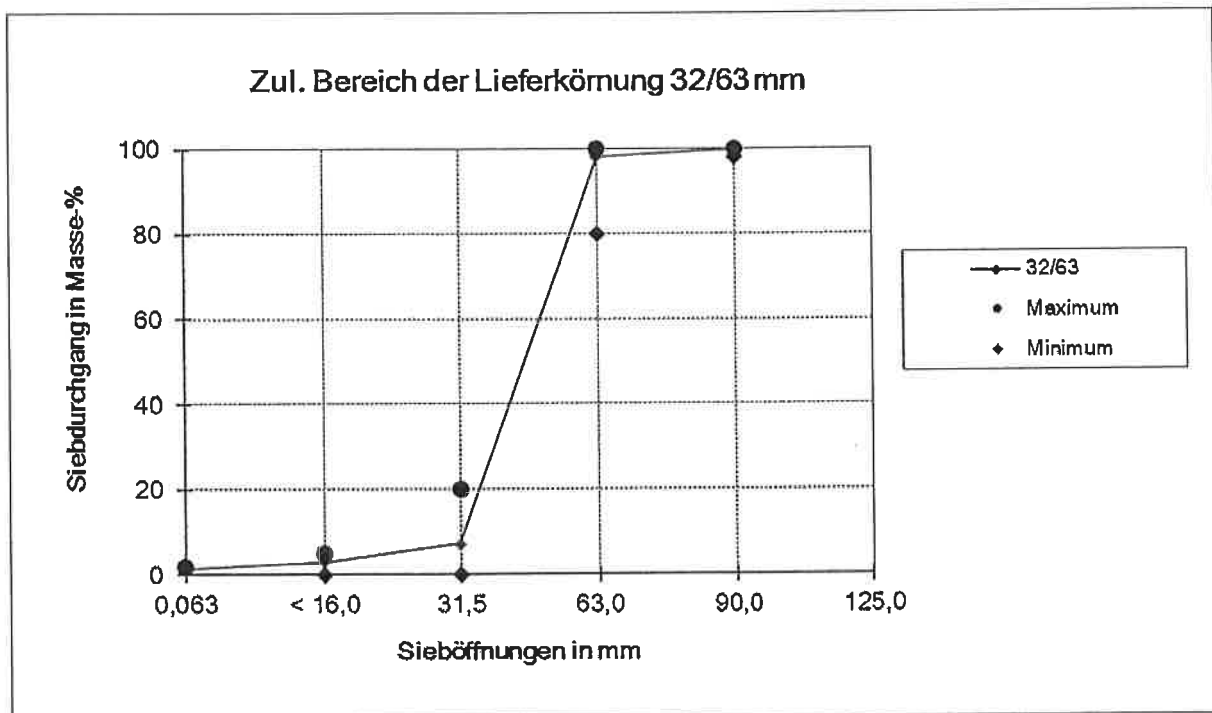
3.1 Gesteinskörnung 32/63 mm

Das Ergebnis der Überprüfung der Korngrößenverteilung der Gesteinskörnung 32/63 mm wird in den folgenden Tabellen aufgelistet und den durch die TL Gabionen-StB 16 formulierten Anforderungen gegenübergestellt. Auf der nachfolgenden Abb. wird das Ergebnis graphisch dargestellt. **Die Gesteinskörnung 32/63 mm erfüllt hinsichtlich des Über- und Unterkornanteils die Anforderungen der TL Gabionen-StB 16.**



Korngrößenverteilung von Gabionensteinen 32/63 mm

Siebfraktion Quadratloch [mm]	Gewichts- anteile in [M.-%]	Sieböffnung [mm]	Summenlinie [M.-%]	Grenzwerte [M.-%]	
				untere	obere
90 - 125	0,0	125			
63 - 90	2,1	90,0	100	98	100
56 - 63	20,2	63,0	98	80	100
45 - 56	39,2	56,0	78		
31,5 - 45	31,1	45,0	39		
22,4 - 31,5	4,4	31,5	7	0	20
16 - 22,4	0,1	22,4	3		
0,063 - 16	1,7	16,0	3	0	5
< 0,063	1,2	0,063	1,2		2



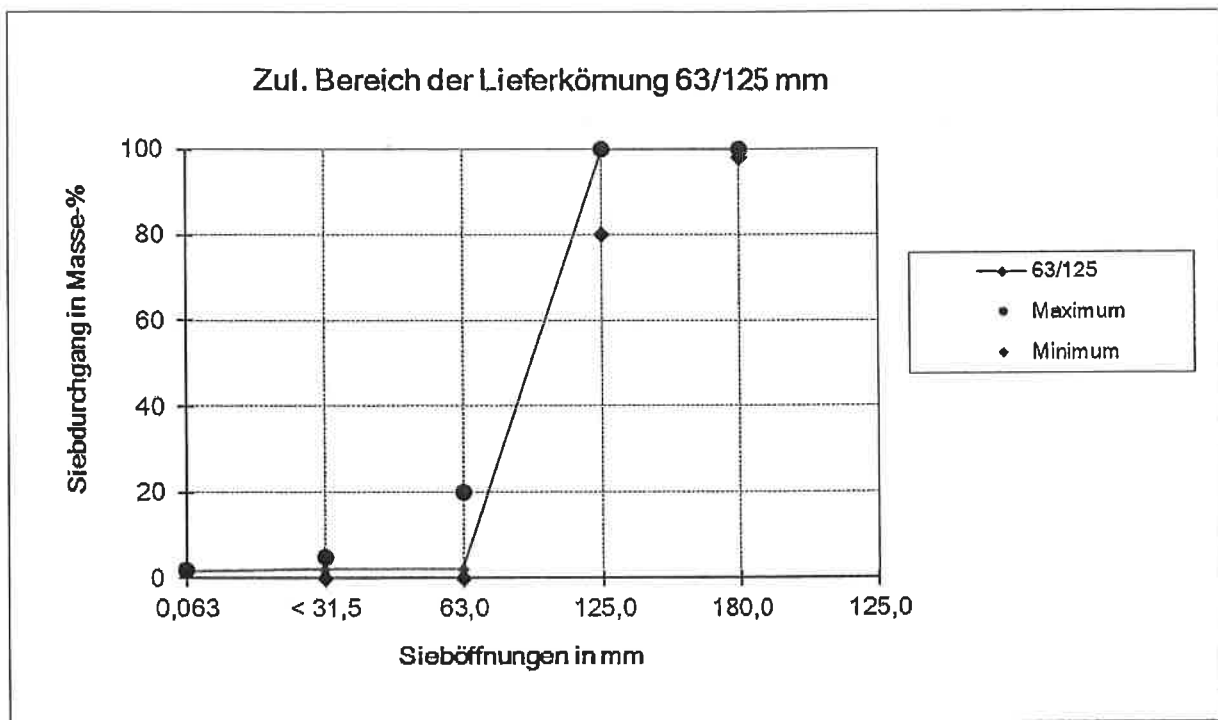
3.2 Gesteinskörnung 63/125 mm

Das Ergebnis der Überprüfung der Korngrößenverteilung der Gesteinskörnung 90/125 mm wird in den folgenden Tabellen aufgelistet und den durch die TL Gabionen-StB 16 formulierten Anforderungen gegenübergestellt. Auf der nachfolgenden Abb. wird das Ergebnis graphisch dargestellt. Die Gesteinskörnung 63/125 mm erfüllt hinsichtlich des Über- und Unterkornanteils die Anforderungen der TL Gabionen-StB 16.



Korngrößenverteilung von Gabionensteinen 63/125 mm

Siebfraktion Quadratloch [mm]	Gewichts- anteile in [M.-%]	Sieböffnung [mm]	Summenlinie [M.-%]	Grenzwerte [M.-%]	
				untere	obere
180 - 250		250,0			
125 - 180	0	180,0	100	98	100
90 - 125	69,1	125,0	100	80	100
63 - 90	27,9	90,0	31		
31,5 - 63	0	63,0	2	0	20
0,063 - 31,5	0	31,5	2	0	5
< 0,063	1,6	0,063	1,6		2



3.3 Kornform

Die Kornform der Gesteinskörnungen 32/63 mm und 63/125 mm, Verhältnis von Länge zu Dicke größer als 3, wurde nach DIN EN 933-4 ermittelt. Die Untersuchungsergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt und den Anforderungen der TL Gabionen-StB 16 gegenübergestellt.



Gesteinskörnung (mm)	Kornform (M.-%)	Kornform SOLL (M.-%)
32/63	17	20
63/125	15	

Damit erfüllen beide Gesteinskörnungen die Anforderungen der TL Gabionen-StB 16.

3.4 Anteil gebrochener Oberflächen

Bei den Gesteinskörnungen 32/63 mm und 63/125 mm handelt es sich um gebrochenes Material (Sandstein) aus einem Steinbruch. Damit wird der Anteil gebrochener Oberflächen, ohne weitere Prüfung, mit 100 M.-% angesetzt.

4. Gesteinsphysikalische Untersuchungen

Die gesteinsphysikalischen Untersuchungen wurden im Labor der Dr. Moll GmbH & Co. KG durchgeführt.

4.1 Rohdichte

Die Rohdichte des Sandsteins, wurde gemäß DIN EN 1097-6, Anhang B, bestimmt.

Die Rohdichte beträgt: 2,40 Mg/m³

4.2 Kornfestigkeit

4.2.1 Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit wurde gemäß DIN EN 1926 bestimmt. Aus den Gesteinsproben wurden 10 Probekörper (Würfel) der Maße 50 x 50 x 50 mm herausgesägt. Anisotropien (Schichtflächen) sowie Klüftungen waren schwach erkennbar. Die Prüfungen wurden parallel und senkrecht zu den Anisotropien durchgeführt.

Es wurden folgende Druckfestigkeiten festgestellt.

Proben Nr.	Höhe (mm)	Tiefe (mm)	Breite (mm)	Bruchlast (kN)	Druckfestigkeit	
					(MPa)	ln
1	50,1	50,5	50,1	274,1	108,34	4,69
2	50,1	50,6	50,1	298,3	117,67	4,77
3	50,1	50,0	50,6	286,5	113,24	4,73
4	50,1	50,1	50,5	289,7	114,50	4,74
5	50,1	50,6	50,0	302,7	119,64	4,78
6	50,3	50,1	50,2	271,0	107,75	4,68
7	50,6	50,3	50,3	260,9	103,12	4,64
8	50,3	50,3	50,3	275,0	108,69	4,69
9	50,5	50,1	50,2	277,0	110,14	4,70
10	50,1	50,2	50,4	266,9	105,49	4,66
Mittelwert:					111	4,71
Standardabweichung:					5,30	0,05
Variationskoeffizient [%]:					4,78	1,01
Unterer Erwartungswert (EL):					100	
*)Quantilenfaktor:					2,10	

*) bei 10 Messwerten in Übereinstimmung mit dem 5%-Quantil, Vertrauensbereich 75%

Anmerkung: Probe 1-5: Prüfung gegen die Anisotropieebene

Probe 6 – 10: Prüfung senkrecht zur Anisotropie



Der Karbonquarzit weist im Mittel eine Druckfestigkeit von 111 MPa auf. Gemäß TL Gabionen-StB 16 muss die Druckfestigkeit für quarzitische Sandsteine einen Mindestwert von 80 MPa aufweisen. **Diese Anforderung der TL Gabionen-StB 16 wird im Mittelwert und durch alle Einzelwerte eingehalten.**

4.3 Widerstand gegen Frostbeanspruchung nach DIN EN 1367-1

Die Bestimmung des Widerstandes gegen Frostbeanspruchung wurde gemäß DIN EN 1367-1 an 10 Steinen mit einem Gewicht von > 150 g durchgeführt. Nach Abschluss der Prüfung betrug der Masseverlust an den Steinen im **Mittel 0,8 M.-%**. Kein Stein war zerfallen. Gemäß TL Gabionen-StB darf der Masseverlust im Mittel 1 M.-% nicht überschreiten sowie kein Probekörper während der Prüfung zerfallen. Diese Anforderungen TL Gabionen-StB an den Widerstand gegen Frostbeanspruchung werden erfüllt.

4.4 Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung nach DIN EN 1367-6

Die Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung wurde gemäß DIN EN 1367-6 an 10 Steinen mit einem Gewicht von > 150 g durchgeführt. Nach Abschluss der Prüfung betrug der Masseverlust an den Steinen im **Mittel 0,1 M.-%**. Kein Stein war zerfallen. Gemäß TL Gabionen-StB darf der Masseverlust im Mittel 8 M.-% nicht überschreiten sowie kein Probekörper während der Prüfung zerfallen. Diese Anforderungen TL Gabionen-StB an den Widerstand gegen Frost-Tausalz-Beanspruchung werden erfüllt.

5. Zusammenfassung / Bewertung

Der Sandstein des Werkes Obernkirchen sowie die daraus produzierten Gesteinskörnungen 32/63 mm und 63/125 erfüllt die in der TL Gabionen-StB 16 (Schlussendwurf 2 vom 21.01.2016) formulierten Anforderungen.

Dr. Moll GmbH & Co. KG
Stellv. Prüfstellenteiler
Dipl.-Geol. R. Lenhard



Dr. Moll GmbH & Co. KG
Geschäftsführer
Dr. M. Schmid