

3. Vorschriften

Die für diese Untersuchungen verwendeten Vorschriften sind **Anlage 1** und **2** zu entnehmen.

4. Gewinnungsstätte, Aufbereitung und Lagerung

Auf dem Betriebsgelände der B+R Baustoffhandel und –Recycling Köln GmbH wird Bauschutt aus verschiedenen Abbruchmaterialien aufbereitet. Es erfolgt eine strikte Trennung zwischen dem klassischen Bauschutt, Betonabbruch, Straßenaufbruch und Ausbauasphalt. Jede Stoffgruppe wird separat vorgehalten und dann entsprechend dem Verwendungszweck aufbereitet. Dabei entstehen verschiedene Baustoffgemische unterschiedlicher Körnungen für den Straßen- und Erdbau.

5. Beurteilung der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK)

Die werkseigene Produktionskontrolle (WPK) des RC-Materials 0/45 (RC 0/45) erfolgte sowohl hinsichtlich bautechnischer als auch hinsichtlich umweltrelevanter Merkmale im vorschriftsmäßigen Umfang. Entsprechende Prüfzeugnisse lagen vor. Verantwortlich für die WPK ist Herr Grasmehr.

6. Untersuchungen und Untersuchungsergebnisse

6.1. Geometrische Anforderungen

6.1.1 Stoffliche Zusammensetzung

Die Prüfung der stofflichen Zusammensetzung des RC-Materials 0/45 wurde gemäß den Technischen Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – TP Gestein-StB Teil 3.1.5 /4/ an einer Messprobe des gewaschenen Kornanteils > 4 mm durch Feststellen der Anteile der unterschiedlichen Stoffgruppen nach Augenschein durchgeführt. Die Anteile der einzelnen Stoffgruppen mit Angabe der Anforderungen gemäß TL Gestein-StB /5/ sind in **Tab. 1** zusammengefasst.

Tabelle 1: Stoffliche Zusammensetzung des RC-Materials der Körnungen > 4 mm mit Anforderungen gemäß /5/

Stoffgruppe	Prüfergebnisse		Anforderungen gemäß TL Gestein-StB /5/	
	Bestandteile im Anteil > 4 mm ¹⁾	Kategorie	Bestandteile im Anteil > 4 mm ¹⁾	Kategorie
	[M.-%]	[-]	[M.-%]	[-]
Beton, Betonprodukte, Mauersteine aus Beton, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung	41,8	R _c 41,8	Wert ist anzugeben	R _c NR
Festgestein und Kies	16,5	R _u 16,5	Wert ist anzugeben	R _u NR
Schlacke (Hochofen-, Stahlwerks- und Metallhüttenschlacke)	6,9	R _u 6,9	Wert ist anzugeben	R _u NR
Klinker, Ziegel und Steinzeug	10,8	R _{b30-}	≤ 30	R _{b30-}
Kalksandstein, Mörtel und ähnliche Stoffe	2,3	R _{bk5-}	≤ 5	R _{bk5-}
Mineralische Leicht- und Dämmbaustoffe, nicht schwimmender Poren- und Bimsbeton	0,0	R _{bm1-}	≤ 1	R _{bm1-}
Asphaltgranulat	21,7	R _{a30-}	≤ 30	R _{a30-}
Glas	0,0	R _{g5-}	≤ 5	R _{g5-}
Nicht schwimmende Fremdstoffe, wie Gummi, Kunststoffe, Textilien, Pappe, Papier und Holz	0,0	X _{0,2-}	≤ 0,2	X _{0,2-}
Gipshaltige Baustoffe	0,0	R _{y0,5-}	≤ 0,5	R _{y0,5-}
Eisen und nichteisenhaltige Metalle	0,0	X _{i2-}	≤ 2	X _{i2-}
Stoffgruppe	[cm ³ /kg]	[-]	[cm ³ /kg]	[-]
Schwimmendes Material	0,0	FL _{0,0}	—	FL _{NR}

1) Der Anteil der Körnung > 4 mm im Gesamtgemisch betrug 79,3 M.-%

6.1.2 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde gemäß DIN EN 933-1 /6/ durch Nasssiebung ermittelt. In **Tab. 2** sind die Siebdurchgänge in M.-% für die jeweiligen Siebweiten zusammengestellt. Darüber hinaus sind die Anforderungen an Frostschutzschicht 0/45 mm (FSS 0/45) gemäß TL SoB-StB /7/ mit aufgeführt. Weiterhin ist in **Anlage 3** die Korngrößenverteilung grafisch dargestellt.

Tabelle 2: Korngrößenverteilung des RC-Materials 0/45 mit Anforderungen gemäß /7/

Korngruppe d/D [mm/mm]	0/45	Anforderungen gemäß TL SoB-StB /7/
Sieböffnungsweite	Durchgang	Durchgang FSS 0/45
[mm]	[M.-%]	[M.-%]
63	100,0	100
56	100,0	—
45	95,7	90 - 99 ¹⁾
31,5	83,2	—
22,4	71,9	47 - 87
16	57,6	—
11,2	44,9	NR
8	35,0	—
5,6	26,0	NR
4	20,7	—
2	16,1	15 - 75
1	12,1	NR
0,5	8,1	NR
0,063	2,2	0 - 5

1) Gemäß TL SoB-StB /7/ darf der Durchgang durch die Siebgröße D unter Umständen auch größer als 99 M.-% sein; in diesem Fall muss der Lieferant jedoch die typische Korngrößenverteilung angeben.

6.1.3 Feinanteile

Der Gehalt des Feinanteils wurde gemäß DIN EN 933-1 /6/ bestimmt. Die entsprechende Kategorie und Anforderungen für FSS gemäß TL SoB-StB /7/ sind in **Tab. 3** aufgeführt.

Tabelle 3: Feinanteil mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /8/

Bezeichnung	Feinanteil	Anteil < 0,063 mm	Kategorie UF	Anforderung FSS gemäß TL SoB-StB /7/
[mm]	[-]	[M.-%]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	Maximaler Feinanteil	2,2	UF ₃	UF ₅ / UF ₃ ¹⁾
	Minimaler Feinanteil	Keine Anforderungen		LF _{NR}

6.1.4 Überkorn

Der Überkornanteil wurde gemäß DIN EN 933-1 /6/ bestimmt. Die entsprechende Kategorie und Anforderung für FSS gemäß TL SoB-StB /7/ sind in **Tab. 4** zusammengestellt.

Tabelle 4: Überkornanteil mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /7/

Bezeichnung	Siebgröße	Durchgang	Kategorie OC	Anforderung FSS gemäß TL SoB-StB /7/	
				Durchgang	Kategorie OC
[mm]	[-]	[M.-%]	[-]	[M.-%]	[-]
RC-Material 0/45	1,4 D	100	OC ₉₀	100	OC₉₀
	D	95,7		90 - 99	

1) Gemäß TL SoB-StB /7/ darf der Durchgang durch die Siebgröße D unter Umständen auch größer als 99 M.-% sein; in diesem Fall muss der Lieferant jedoch die typische Korngrößenverteilung angeben.

6.1.5 Kornform

Die Kornform wurde als Plattigkeitskennzahl gemäß DIN EN 933-3 /8/ an der Körnung 4/45 mm ermittelt. Das Ergebnis ist mit der entsprechenden Kategorie und Anforderung für FSS gemäß TL Gestein-StB /5/ in **Tab. 5** aufgeführt.

Tabelle 5: Plattigkeitskennzahl mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/

Bezeichnung	Prüfkörnung	Plattigkeitskennzahl	Kategorie FI	Anforderung FSS gemäß TL Gestein-StB /5/
[mm]	[mm/mm]	[-]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	4/45	10	F ₁₅	F ₅₀

6.1.6 Bruchflächigkeit

Der Anteil der gebrochenen, teilweise gebrochenen und gerundeter Körner wurde gemäß DIN EN 933-5 /9/ ermittelt. Die Ergebnisse sind mit der entsprechenden Kategorie und Anforderung für FSS gemäß TL Gestein-StB /5/ in **Tab. 6** zusammengestellt.

Tabelle 6: Vollständig, vollständig und teilweise gebrochene und vollständig gerundete Körner mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/

Bezeichnung	Prüfkörnung	vollständig gebrochene Körner	vollständig und teilweise gebrochene Körner	vollständig gerundete Körner	Kategorie C	Anforderung FSS gemäß TL Gestein-StB /5/
[mm]	[mm/mm]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	4/45	90	91	3	C _{90/3}	C _{NR}

6.1.7 Reinheit und schädliche Bestandteile

Die Prüfung auf Reinheit und schädliche Bestandteile wurde gemäß DIN EN 1744-1 vorgenommen. Die Ergebnisse sind in **Tab. 7** zusammengefasst.

Tabelle 7: Reinheit und schädliche Bestandteile gemäß /10/

Bezeichnung	Feinanteile < 0,063 mm	Fremdstoffe und grobe Stoffe organischen Ursprungs	Feine organische Bestandteile (Färbung der Natronlauge)	Anteil an mergeligen und tonigen Körnern
[mm]	[M.-%]	[-]	[-]	[M.-%]
RC-Material 0/45	2,2	keine	gelb	keine

6.2. Physikalische Anforderungen

6.2.1 Wassergehalt

Der Wassergehalt wurde gemäß DIN EN 1097-5 /11/ bestimmt. Die Ergebnisse sind in **Tab. 8** zusammengefasst.

Tabelle 8: Wassergehalt gemäß /11/

Bezeichnung	Wassergehalt
[mm]	[M.-%]
RC-Material 0/45	3,7

6.2.2 Rohdichte

Die Rohdichte wurde gemäß DIN EN 1097-6 /12/ (Kennwert, kein Qualitätskriterium) auf ofentrockener Basis ermittelt. Die Ergebnisse sind **Tab. 9** zu entnehmen.

Tabelle 9: Rohdichte gemäß /12/ (aus Prüfbericht F 23/06/0681)

Bezeichnung	Rohdichte		
	Einzelwerte		Mittelwert
[mm]	[Mg/m³]		[Mg/m³]
RC-Material 0/45	2,489	2,469	2,48

6.2.3 Verdichtbarkeit

Die Verdichtbarkeit (Proctordichte) wurde gemäß DIN EN 13286-2 /13/ bestimmt. **Tab. 10** zeigt die Proctordichte mit dazugehörigem optimalem Wassergehalt. Des Weiteren ist in **Anlage 3** die Proctorkurve dargestellt.

Tabelle 10: Proctordichte mit dazugehörigem optimalen Wassergehalt gemäß /13/
(aus Prüfbericht F 23/06/0681)

Bezeichnung	100 % Proctordichte	Optimaler Wassergehalt	97 % Proctordichte	Min./max. Wassergehalt
[mm]	[g/cm ³]	[M.-%]	[g/cm ³]	[M.-%]
RC-Material 0/45	1,866	10,7	1,810	9,1 / 12,9

6.2.4 Widerstand gegen Zertrümmerung – Los Angeles Koeffizient

Der Widerstand gegen Zertrümmerung wurde gemäß DIN EN 1097-2 /14/ bzw. TP Gestein-StB Teil 5.3.1.2 /15/ als Los Angeles-Koeffizient an der Prüfkörnung 10/14 mm und 35,5/45 mm bestimmt. Die Los Angeles-Werte sind mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/ in **Tab. 11** dargestellt.

Tabelle 11: Los Angeles-Koeffiziente mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/
(aus Prüfbericht F 23/06/0681)

ezeichnung	Prüfkörnung	Los Angeles-Koeffizient	Kategorie LA	Anforderung FSS gemäß TL Gestein-StB /5/
m]	[mm/mm]	[M.-%]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	10/14	35	LA ₄₀	LA ≤ 40
	35,5/45	33	LA ₄₀	LA ≤ 40

6.2.5 Wasseraufnahme

Die Wasseraufnahme gemäß DIN EN 1097-6 /13/ wurde an der Körnung 8/16 mm und 31,5/45 mm ermittelt und ist mit der entsprechenden Kategorie und Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/ **Tab. 12** zu entnehmen. Da die Kategorie WA_{cm}0,5 gemäß TL Gestein-StB /5/ von 0,5 M.-% überschritten wurde, musste zum Nachweis der Verwitterungsbeständigkeit eine Frost-Tau-Wechsel-Prüfung durchgeführt werden.

Tabelle 12: Wasseraufnahme mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/
(aus Prüfbericht F 23/06/0681)

Bezeichnung	Prüfkörnung	Wasseraufnahme	Kategorie WA _{cm}	Anforderung FSS gemäß TL Gestein-StB /5/
[mm]	[mm/mm]	[M.-%]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	8/16	2,7	—	WA _{cm} 0,5
	31,5/45	3,1	—	WA _{cm} 0,5

6.2.6 Widerstand gegen Frost-Tau-Wechselbeanspruchung

Der Widerstand gegen Frost-Tau-Wechselbeanspruchung wurde an der Körnung 8/11,2 und 31,5/45 durch 10malige Frost-Tau-Wechselbeanspruchung gemäß TP Gestein-StB Teil 6.3.1 /16/ geprüft. Die Prüfergebnisse (arithmetisches Mittel aus drei Einzelbestimmungen) sind mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/ in **Tab. 13** dargestellt.

Tabelle 13: Absplitterungen nach 10maliger Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/ (aus Prüfbericht F 23/06/0681)

Bezeichnung	Prüfkörnung	Siebweite	Absplitterungen	Kategorie F	Anforderung FSS gemäß TL Gestein-StB /5/
[mm]	[mm/mm]	[mm]	[M.-%]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	8/11,2	< 4	3,1	F ₄	F ₄ ¹⁾
		< 0,71	—	—	F ₁ ²⁾
	31,5/45	< 16	3,3	F ₄	F ₄ ¹⁾
		< 0,71	—	—	F ₁ ²⁾

- 1) Eine Überschreitung der Kategorie F₄ ist bei Schottertragschichten bis maximal 5,0 M.-% gemäß TL SoB-StB /7/ zulässig, wenn der Anteil an Korn < 0,71 mm höchstens 1,0 M.-% beträgt.
- 2) Nur zu prüfen, wenn Kategorie F₄ bei einer Siebweite < 4 mm bzw. < 16 mm für STS nicht eingehalten.

7. Beurteilung

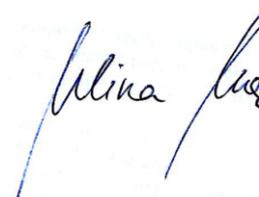
Bei der auf dem Betriebsgelände Geestemünder Straße 22 der B+R Köln GmbH in Köln entnommenen Gesteinskörnungsprobe handelt es sich um ein aus Altbaustoffen hergestelltes Recycling-Material 0/45 mm.

Das durch die untersuchte Probe repräsentierte Recycling-Material 0/45 mm entspricht den Anforderungen der TL SoB-StB /7/ an Frostschutzschicht.

Nach den TL SoB-StB /7/ ist das Probenmaterial als Frostschutzschicht 0/45 mm - bestehend aus einem Schotter-Splitt-Sand-Gemisch -



Dipl.-Ing. Jan Kollar
- Prüfstellenleiter -

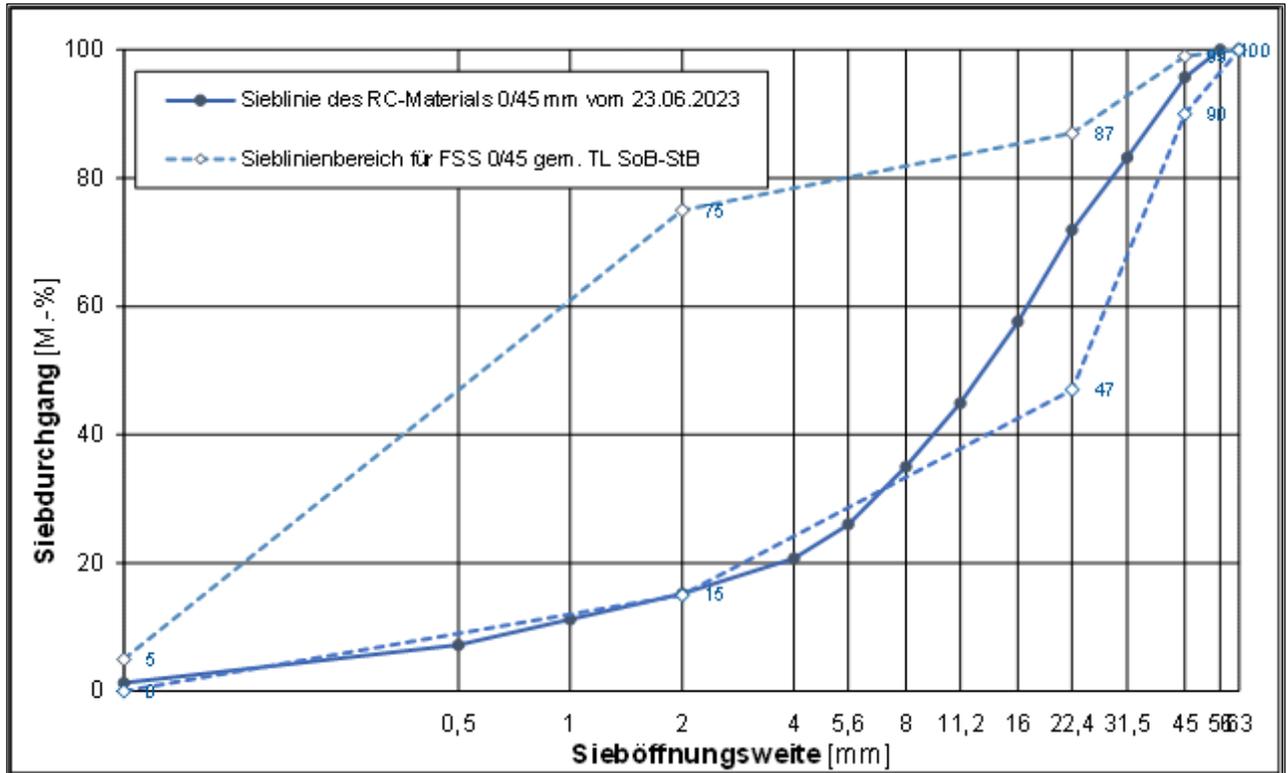
Anna-Melina Mesters (B. Sc.)
- Sachbearbeiterin -

Anlagen

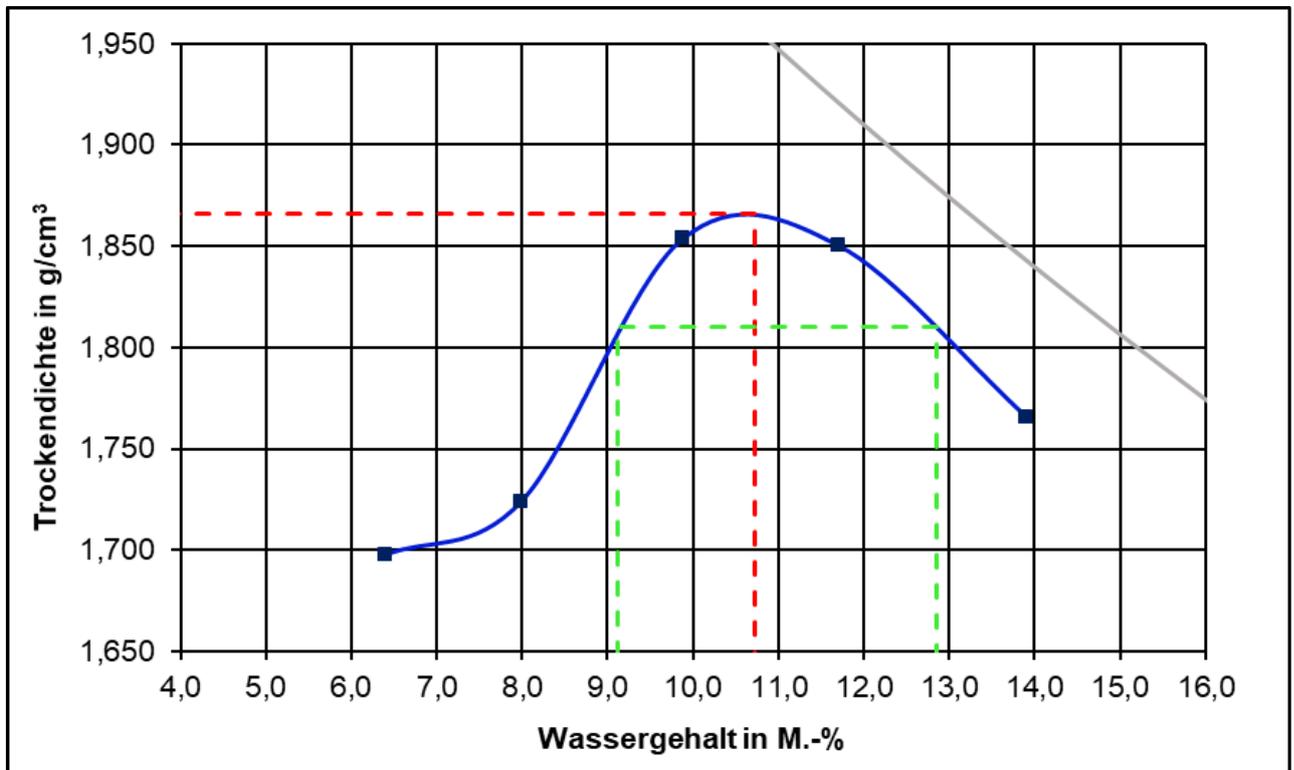
Vorschriften

- /1/ TL G SoB-StB 20
Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau; Teil: Güteüberwachung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2020
- /2/ Gem. RdErl. des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr -VI A 3-32-40/45- und des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz -IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- vom 09.10.2001 „Güteüberwachung von mineralischen Stoffen im Straßen- und Erdbau“
- /3/ DIN EN 932-1
Prüfverfahren für allgemeine Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Probenahmeverfahren, Beuth Verlag, Berlin 1996
- /4/ TP Gestein-StB Teil 3.1.5
Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 3.1.5: Stoffliche Kennzeichnung von groben rezyklierten Gesteinskörnungen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2012
- /5/ TL Gestein-StB 04
Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2004, Fassung 2018, Köln 2018
- /6/ DIN EN 933-1
Prüfverfahren für geometrische Anforderungen von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren, Beuth Verlag, Berlin 2012
- /7/ TL SoB-StB 20
Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2020
- /8/ DIN EN 933-3
Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung der Kornform – Plattigkeitskennzahl, Beuth Verlag, Berlin 2012
- /9/ DIN EN 933-5
Prüfverfahren für geometrische Anforderungen von Gesteinskörnungen; Teil 5: Bestimmung des Anteils an gebrochenen Körnern in groben Gesteinskörnungen, Beuth Verlag, Berlin 2005
- /10/ DIN EN 1744-1
Prüfverfahren für chemische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Chemische Analyse, Beuth Verlag, Berlin 2013
- /11/ DIN EN 1097-5
Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 5: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung, Beuth Verlag, Berlin 2008
- /12/ DIN EN 1097-6
Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 6: Bestimmung von Rohdichte und der Wasseraufnahme, Beuth Verlag, Berlin 09.2013
- /13/ DIN EN 13286-2
Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren für die Trockendichte und den Wassergehalt – Proctorversuch, Beuth Verlag, Berlin 02.2013
- /14/ DIN EN 1097-2
Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung, Beuth Verlag, Berlin 06.2020
- /15/ TP Gestein-StB – Teil 5.3.1.2
Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau – Teil 5.3.1.2 Los-Angeles-Prüfverfahren für Gesteinskörnungen > 32 mm, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2008
- /16/ TP Gestein-StB Teil 6.3.1
Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau; Teil 6.3.1: Widerstand von groben

- Gesteinskörnungen gegen Frost-Tau-Wechsel, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2008
- /17/ TP Gestein-StB Teil 7.1.1
Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau; Teil 7.1.1: Schüttelverfahren (L/S = 10:1), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2020
- /18/ TP Gestein-StB Teil 7.2
Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau; Teil 7.2: Bestimmung der Feststoffgehalte, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2008
- /19/ Gem. RdErl. des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz -IV-3-953-26308-IV-8-1573-30052- und des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr -VI A 3-32-40/45- vom 09.10.2001 „Anforderungen an den Einsatz von mineralischen Stoffen aus Bautätigkeiten (Recycling-Baustoffe) im Straßen- und Erdbau“
- /20/ RStO 12
Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, Ausgabe 2012



Korngrößenverteilung des untersuchten RC-Materials 0/45 mit Sieblinienbereich für Frostschutzschichten 0/45 mm gemäß TL SoB-StB /7/



Proctorkurve des untersuchten RC-Materials 0/45
(aus Prüfbericht F 23/06/0681)



für Straßenbau- und Umwelttechnik

– Ingenieurbüro und Prüfinstitut Dr.-Ing. **Klaus Mesters** –

Anlage 4 von 3 zu Prüfbericht F 23/09/0983 B vom 11. September 2023