

BRH Baustoff-Recycling Heddeshcim GmbH
Im Hirschländer
68542 Heddeshcim

Telefon: +49 (0) 721 608 43870

Fax: +49 (0) 721 608 45329

E-Mail: labor@ise.kit.edu

Web: www.ise.kit.edu

Unser Zeichen: pp/JM

Datum: 20.04.2021

Güteüberwachung von Straßenbaustoffen

gemäß den „Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur
Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau,
Teil: Güteüberwachung“ (TL G SoB-StB)

1. Fremdüberwachung 2021

Prüfbericht-Nr.: 060/21

1 Vorgang

- | | | |
|------|---------------------------|--|
| 1.1 | Auftraggeber: | BRH Baustoff-Recycling Heddeshcim GmbH |
| 1.2 | Auftrag: | Überwachungsvertrag vom 10.05.2006 |
| 1.3 | Werk: | Heddeshcim |
| 1.4 | Probenahme: | Durch Herrn Dipl.-Ing. Julian Milch im Beisein von
Herrn Rohr als Werksvertreter |
| 1.5 | Entnahmedatum: | 17.03.2021 |
| 1.6 | Kennzeichnung der Probe: | Recycling-Material 0/32 mm (RC 0/32 mm)
Probennummer 060/21
Recycling-Material 0/45 mm (RC 0/45 mm)
Probennummer 061/21 |
| 1.7 | Material ¹ : | Gemisch aus wiederaufbereiteten Baustoffen |
| 1.8 | Zweck der Probenahme: | Fremdüberwachung nach Pos. 2.1 |
| 1.9 | Entnahmestelle der Probe: | Halde |
| 1.10 | Eingang der Probe: | 17.03.2021 |

¹ Angaben des Auftraggebers

2 Vorschriften, Richtlinien und weitere Grundlagen

- 2.1 Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Teil: Güteüberwachung“ (TL G SoB-StB 20), Ausgabe 2020
- 2.2 Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB 04), Ausgabe 2004, Fassung 2018
- 2.3 Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau (TL SoB-StB 20), Ausgabe 2020
- 2.4 „Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (VHEB), Az.: 25-8982.31/37, Stand 13.04.2004
- 2.5 Vermerk vom 12.10.04 zu den „Vorläufigen Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (VHEB), Az.: 25-8982.31/37, Stand 13.04.2004
- 2.6 Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TP Gestein-StB), Ausgabe 2018
- 2.7 Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau (M RC), Ausgabe 2002
- 2.8 Prüfberichte Nr. CWA21-007101-1 und CWA21-007102-1 vom 19.04.2021 des Instituts WESSLING GmbH
- 2.9 QRB-Leitfaden „Probenbehandlung“, Konkretisierung der Regelungen des Erlasses des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg „Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ vom 13. April 2004 (Az.:25-8982.31/37), Februar 2006
- 2.10 Ergänzungen zu den Technischen Vertragsbedingungen im Straßenbau Baden-Württemberg (ETV-StB-BW), Teil 2 (Fassung vom 23.02.2016)
- 2.11 Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen - Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung (DIN EN 1097-2), Ausgabe 2020

3 Gemischspezifische Eigenschaften (Anlage 2.1 der TL G SoB-StB 04)

3.1 Stoffliche Kennzeichnung

Prüfverfahren: TP Gestein-StB, Teil 3.1.5 [2.6] durchgeführt in 1. FÜ 2021

Baustoffgemisch 0/32 mm

Stoffgruppe \ Kornklasse [mm]	Kornklassen			Anteil im Baustoffgemisch > 4 mm		
	4/8	8/16	16/45	Ist	Soll [2.2]	Kategorie
	Anteil [M.-%]					[-]
Beton, Betonprodukte, Mauersteine aus Beton, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung	42,0	52,6	60,5	55,1		R _c NR
Festgestein, Kies	38,9	30,2	23,3	27,9		R _u NR
Schlacke (Hochofen-, Stahlwerks- und Metallhüttenschlacke)	0,0	0,0	0,0	0,0		R _u NR
Klinker, Ziegel und Steinzeug	3,7	2,5	1,9	2,4	≤ 30	R _{b30-}
Kalksandstein, Mörtel und ähnliche Stoffe	2,6	3,0	3,3	3,1	≤ 5	R _{bk5-}
Mineralische Leicht- und Dämmbaustoffe, nicht schwimmender Poren- und Bimsbeton	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 1	R _{bm1-}
Bitumengebundene Baustoffe	12,8	11,7	11,0	11,5	≤ 30	R _{a30-}
Glas	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 5	R _{g5-}
Nicht schwimmende Fremdstoffe, z.B. Holz, Gummi, Kunststoffe, Textilien, Pappe, Papier	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 0,2	X _{0,2-}
Gipshaltige Baustoffe	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 0,5	R _{y0,5-}
Eisen- und nichteisenhaltige Metalle	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 2	X _{i2-}
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0		

Baustoffgemisch 0/45 mm

Stoffgruppe \ Kornklasse [mm]	Kornklassen			Anteil im Baustoffgemisch > 4 mm		
	4/8	8/16	16/45	Ist	Soll [2.2]	Kategorie
	Anteil [M.-%]					[-]
Beton, Betonprodukte, Mauersteine aus Beton, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung	40,2	45,7	59,2	54,7		R _c NR
Festgestein, Kies	36,4	30,8	20,2	23,9		R _u NR
Schlacke (Hochofen-, Stahlwerks- und Metallhüttenschlacke)	0,0	0,0	0,0	0,0		R _u NR
Klinker, Ziegel und Steinzeug	6,8	4,5	1,8	2,8	≤ 30	R _{b30-}
Kalksandstein, Mörtel und ähnliche Stoffe	3,9	2,7	4,0	3,6	≤ 5	R _{bk5-}
Mineralische Leicht- und Dämmbaustoffe, nicht schwimmender Poren- und Bimsbeton	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 1	R _{bm1-}
Bitumengebundene Baustoffe	12,7	16,3	14,6	14,9	≤ 30	R _{a30-}
Glas	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 5	R _{g5-}
Nicht schwimmende Fremdstoffe, z.B. Holz, Gummi, Kunststoffe, Textilien, Pappe, Papier	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 0,2	X _{0,2-}
Gipshaltige Baustoffe	0,0	0,0	0,2	0,1	≤ 0,5	R _{y0,5-}
Eisen- und nichteisenhaltige Metalle	0,0	0,0	0,0	0,0	≤ 2	X _{i2-}
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0		

3.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung - Siebverfahren;

Prüfverfahren: DIN EN 933-1 bzw.

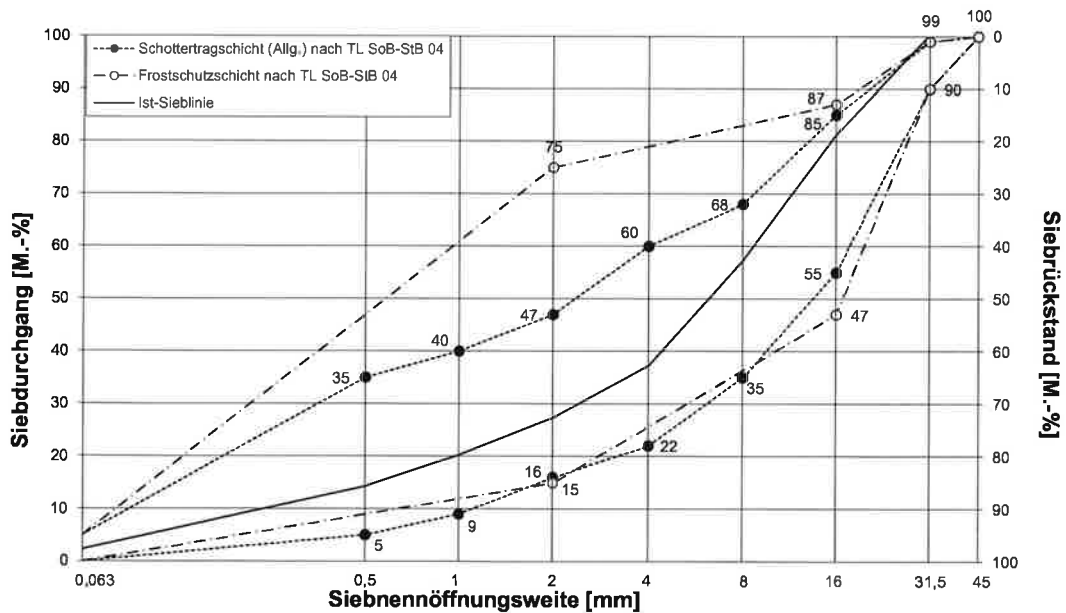
durchgeführt in 3. FÜ 2020

TP Gestein-StB, Teil 4.1.2 [2.6]

3.2.1 Korngrößenverteilung

Baustoffgemisch 0/32 mm

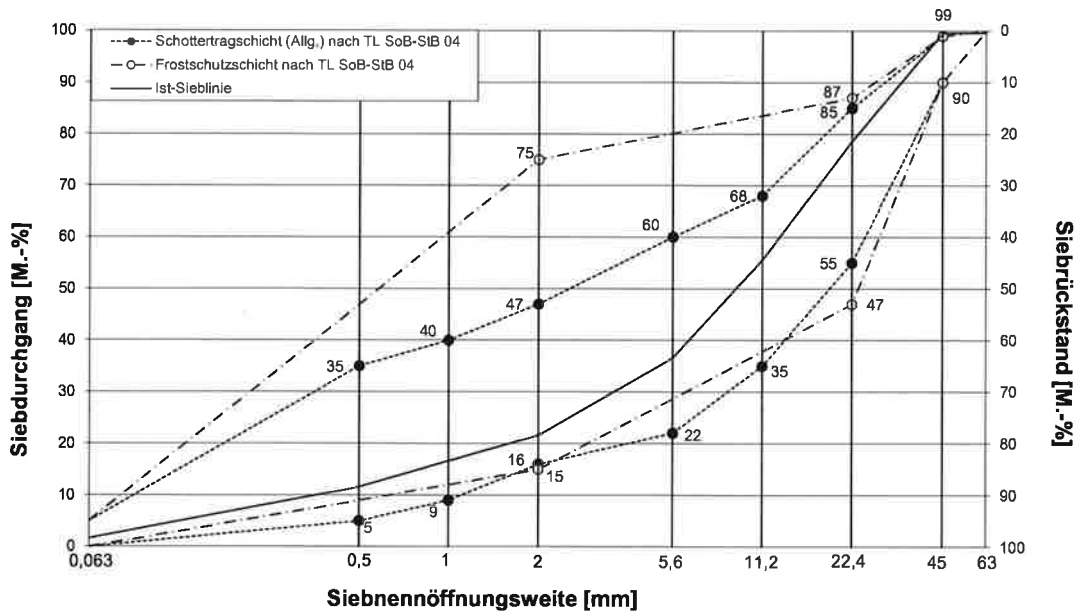
Kornklasse	Ist-Werte		Soll-Werte [2.3]				
	Anteil	Sieb- durch- gang	Siebdurchgang				
			FSS Zahlen- werte der Sieblinien- bereiche Kategorie G _v	Allg. Bereich Kategorie G _B	STS Vom Hersteller angege- bener Wert (MDV)		MDV- Bereich Kategorie G _B
[mm]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]
0 - 0,063	2,3	2,3	0 - 5	0 - 5			
0,063 - 0,5	12	14		5 - 35	15	10 - 20	10 - 30
0,5 - 1	6	20		9 - 40	20	15 - 25	14 - 35
1 - 2	7	27	15 - 75	16 - 47	29	22 - 36	23 - 40
2 - 4	10	37		22 - 60	35	27 - 43	30 - 52
4 - 8	20	57		35 - 68	51	43 - 59	43 - 60
8 - 16	24	81	47 - 87	55 - 85	75	67 - 83	63 - 77
16 - 31,5	19	100	90 - 99*	90 - 99*	95		
31,5 - 45	0	100			100		



* Der Durchgang darf auch größer als 99 M.-% sein, wenn der Lieferant wie im vorliegenden Fall einen werkstypischen Bereich erklärt hat.

Baustoffgemisch 0/45 mm

Kornklasse	Ist-Werte		Soll-Werte [2.3]				
	Anteil	Sieb- durch- gang	Siebdurchgang				
			FSS Zahlen- werte der Sieblinien- bereiche Kategorie G _V	Allg. Bereich Kategorie G _B	STS Vom Hersteller angege- bener Wert (MDV)		MDV- Bereich Kategorie G _B
[mm]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]
0 - 0,063	1,6	1,6	0 - 5	0 - 5			
0,063 - 0,5	10	12		5 - 35	12	7 - 17	10 - 30
0,5 - 1	5	17		9 - 40	18	13 - 23	14 - 35
1 - 2	5	22	15 - 75	16 - 47	25	18 - 32	23 - 40
2 - 5,6	15	37		22 - 60	35	27 - 43	30 - 52
5,6 - 11,2	19	56		35 - 68	55	47 - 63	43 - 60
11,2 - 22,4	23	79	47 - 87	55 - 85	72	64 - 80	63 - 77
22,4 - 45	21	100	90 - 99*	90 - 99*	95		
45 - 63	0	100			100		



* Der Durchgang darf auch größer als 99 M.-% sein, wenn der Lieferant wie im vorliegenden Fall einen werkstypischen Bereich erklärt hat.

3.2.2 Differenz der Siebdurchgänge Baustoffgemisch 0/32 mm

Sieb	Ist-Werte			Soll-Werte [2.3]
	Siebdurchgang	Kornklasse	Differenz der Siebdurchgänge	STS
[mm]	[M.-%]	[mm]	[M.-%]	[M.-%]
1	20			
2	27	1 / 2	7	4 - 15
4	37	2 / 4	10	7 - 20
8	57	4 / 8	20	10 - 25
16	81	8 / 16	24	10 - 25

Baustoffgemisch 0/45 mm

Sieb	Ist-Werte			Soll-Werte [2.3]
	Siebdurchgang	Kornklasse	Differenz der Siebdurchgänge	STS
[mm]	[M.-%]	[mm]	[M.-%]	[M.-%]
1	17			
2	22	1 / 2	5	4 - 15
5,6	37	2 / 5,6	15	7 - 20
11,2	56	5,6 / 11,2	19	10 - 25
22,4	79	11,2 / 22,4	23	10 - 25

3.2.3 Feinanteil

Anteil < 0,063 mm:	Ist:	0/32 mm	2,3 M.-%
		0/45 mm	1,6 M.-%
	Soll [2.3]:	Kategorie UF_5	≤ 5 M.-%

3.3 Bestimmung des Widerstandes gegen Frost-Tau-Wechsel

Prüfverfahren DIN EN 1367-1 durchgeführt in 4. FÜ 2020

Massenverlust nach der Frost-Tau-Wechsel-Prüfung an der Prüfkörnung 8/16 mm:	Ist:	0/32 mm	1,1 M.-%
		0/45 mm	0,8 M.-%
	Soll [2.3]:	Kategorie F_4	≤ 4 M.-%

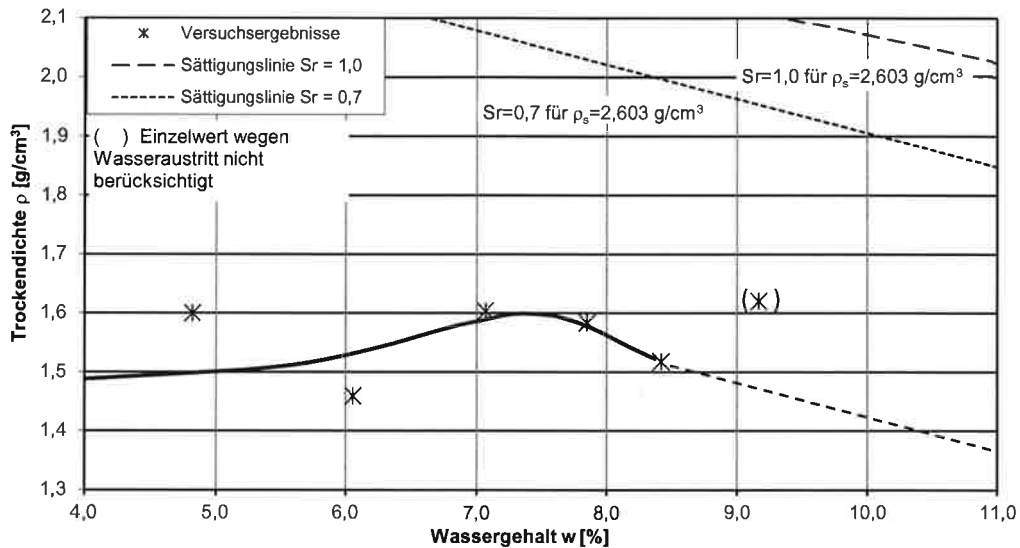
3.4 Bestimmung der Trockendichte ρ (Proctorversuch)

Prüfverfahren DIN EN 13286-2

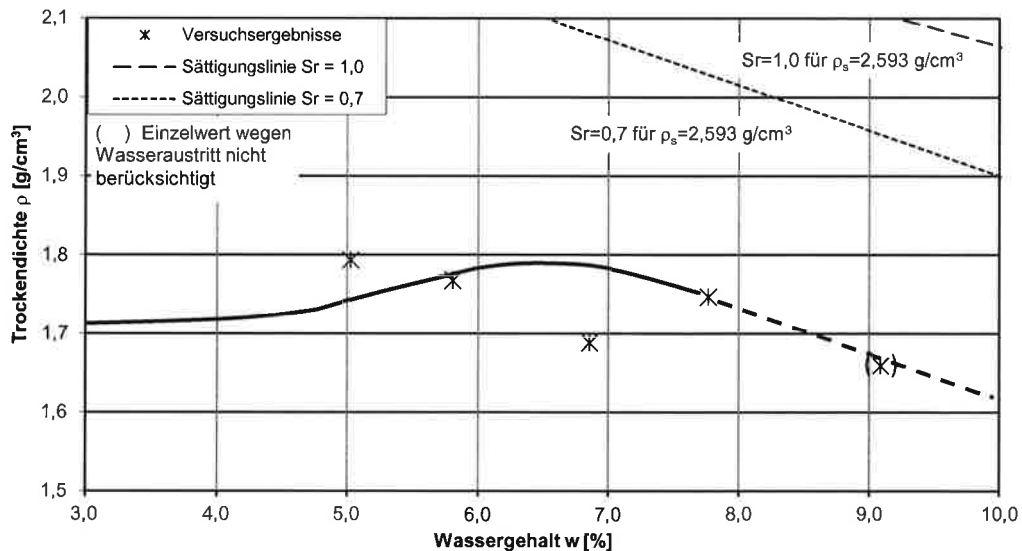
durchgeführt in 3. FÜ 2020

TP Gestein-StB, Teil 3.2.3 [2.6]

Baustoffgemisch 0/32 mm größte Trockendichte $\rho_{d,max}$ 1,60 g/cm³
Optimaler Wassergehalt w_{opt} 7,4 %



Baustoffgemisch 0/45 mm größte Trockendichte $\rho_{d,max}$ 1,78 g/cm³
Optimaler Wassergehalt w_{opt} 6,5 %



3.5 Bestimmung des Wassergehaltes

Prüfverfahren DIN EN 1097-5

durchgeführt in 3. FÜ 2020

Wassergehalt:	Ist:	0/32 mm	4,5	%
		0/45 mm	3,4	%
	Soll*	≥ 90% von w_{opt} 0/32 mm	≥ 6,7	M.-%
	[2.3]:	≥ 90% von w_{opt} 0/45 mm	≥ 5,9	M.-%

* In der Regel sollten 90 % des nach DIN EN 13286-2 bestimmten optimalen Wassergehaltes (w_{opt}) nicht unterschritten werden. Eine eventuelle Unterschreitung wird aufgrund von natürlichen jahreszeitlichen Schwankungen des Wassergehaltes nicht beanstandet.

3.6 Umweltrelevante Merkmale

Prüfverfahren UVM [2.4]

durchgeführt in 1. FÜ 2021

Die Proben wurden nach dem QRB-Leitfaden „Probenbehandlung“ [2.9] aufbereitet.

Baustoffgemisch RC 0/32 mm

Parameter	Einheiten	Ist-Wert [2.8]	Zuordnungswerte [2.4]		
			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	< 30	300	300	1.000
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	330	600	600	2.000
PAK nach EPA	mg/kg	0,92	10	15	35
EOX	mg/kg	< 0,5	3	5	10
PCB ₆	mg/kg	n.n.	0,15	0,5	1
Arsen	µg/l	< 5	15	30	60
Blei	µg/l	< 2	40	100	200
Cadmium	µg/l	< 0,2	2	5	6
Chrom gesamt	µg/l	9,7	30	75	100
Kupfer	µg/l	5,7	50	150	200
Nickel	µg/l	< 5	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,5	1	2
Zink	µg/l	< 5	150	300	400
Phenol-Index	µg/l	< 10	20	50	100
Chlorid	mg/l	5,3	100	200	300
Sulfat	mg/l	38	250	400	600
pH-Wert	-----	11,8	6,5-12,5	6,0-12,5	5,5-12,5
elekt. Leitfähigkeit	µS/cm	1.270	2.500	3.000	5.000

n.n.: nicht nachweisbar

Baustoffgemisch 0/45 mm

Parameter	Einheiten	Ist-Wert [2.8]	Zuordnungswerte [2.4]		
			Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₂₂	mg/kg	93	300	300	1.000
Kohlenwasserstoffe C ₁₀ -C ₄₀ *	mg/kg	720	600	600	2.000
PAK nach EPA	mg/kg	2,2	10	15	35
EOX	mg/kg	< 0,5	3	5	10
PCB ₆	mg/kg	n.n.	0,15	0,5	1
Arsen	µg/l	< 5	15	30	60
Blei	µg/l	< 2	40	100	200
Cadmium	µg/l	< 0,2	2	5	6
Chrom gesamt	µg/l	15	30	75	100
Kupfer	µg/l	7,7	50	150	200
Nickel	µg/l	< 5	50	100	100
Quecksilber	µg/l	< 0,2	0,5	1	2
Zink	µg/l	< 5	150	300	400
Phenol-Index	µg/l	< 10	20	50	100
Chlorid	mg/l	12	100	200	300
Sulfat	mg/l	17	250	400	600
pH-Wert	-----	12,1	6,5-12,5	6,0-12,5	5,5-12,5
elekt. Leitfähigkeit	µS/cm	2.490	2.500	3.000	5.000

n.n.: nicht nachweisbar

* Überschreitungen der Zuordnungswerte für kurz- und langkettige Kohlenwasserstoffe C₁₀ - C₄₀, die auf Bitumenanteile in der Probe zurückzuführen sind, werden außer Betracht gelassen [2.5].

Es wird darauf hingewiesen, dass nach [2.3] der Hersteller dafür verantwortlich ist, dass die Gehalte von möglicherweise vorhandenen gefährlichen Stoffen keinesfalls die Grenzen überschreiten, die nach den am Verwendungsort der ungebundenen Gemische gültigen Festlegungen einzuhalten sind.

4 Gesteinsspezifische Eigenschaften (Anlage 2.2 der TL G SoB-StB 04)

4.1 Bestimmung der Rohdichte ρ_p

Prüfverfahren DIN EN 1097-6, Anhang A durchgeföhrt in 1. FÜ 2021
TP Gestein-StB, Teil 3.2.2 [2.6]

Rohdichte des Baustoffgemisches Ist: 0/32 mm 2,510 g/cm³
(Prüfkörnung 0,063/31,5 mm):

Rohdichte des Baustoffgemisches Ist: 0/45 mm 2,470 g/cm³
(Prüfkörnung 0,063/31,5 mm und 31,5/45 mm):

4.2 Bestimmung der Kornform (Kornformkennzahl)

Prüfverfahren DIN EN 933-4 durchgeföhrt in 1. FÜ 2021

Anteil an schlecht geformten Ist: 0/32 mm 4 M.-%
Körnern: 0/45 mm 4 M.-%
Soll [2.2]: Kategorie $S_{/55}$ ≤ 55 M.-%

4.3 Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung (Schlagversuch)

Prüfverfahren DIN EN 1097-2, Abschnitt 6 bzw. durchgeföhrt in 1. FÜ 2021
TP Gestein-StB, Teil 5.1.2 [2.6]

Schlagzertrümmerungswert SZ Ist: 0/32 mm 21,0 %
(Prüfkörnung 8/12,5 mm): 0/45 mm 20,9 %
Soll [2.3]: Kategorie SZ_{SP} ≤ 28 %

4.4 Schlagversuch an alternativen engen Kornklassen

Prüfverfahren DIN EN 1097-2, Anhang B [2.11] durchgeföhrt in 4. FÜ 2020

Schlagzertrümmerungswert Ist: 0/45 mm 25,0 %
 $SZ_{35,5/45}$ (Prüfkörnung 35,5/45 mm)
Soll [2.3]: ≤ 33 %

4.5 Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

Prüfverfahren: FMPA Baden-Württemberg durchgeführt in 2. FÜ 2020

Gemisch RC 0/32: Versuchsnummer	1	2	3
Wasserschluckwert k^* [cm/s], Einzelwerte	$24,0 \cdot 10^{-3}$	$40,0 \cdot 10^{-3}$	$50,0 \cdot 10^{-3}$
Erforderliche Verdichtungsschläge	20	20	20
Wasserschluckwert k^* [cm/s], Ist	$38,0 \cdot 10^{-3}$		
Wasserschluckwert k^* [cm/s], Soll [2.10]	$> 1,0 \cdot 10^{-3}$		

Gemisch RC 0/45: Versuchsnummer	1	2	3
Wasserschluckwert k^* [cm/s], Einzelwerte	$17,7 \cdot 10^{-3}$	$27,3 \cdot 10^{-3}$	$42,9 \cdot 10^{-3}$
Erforderliche Verdichtungsschläge	15	15	20
Wasserschluckwert k^* [cm/s], Ist	$29,3 \cdot 10^{-3}$		
Wasserschluckwert k^* [cm/s], Soll [2.10]	$> 1,0 \cdot 10^{-3}$		

5 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

Durchführung der „Prüfungen durch den Hersteller“: Werkseigenes Personal
 Fremdfirma

Beurteilung der WPK Ein Handbuch liegt vor. Der Hersteller führt die Prüfungen nach TL G SoB-StB, Anlagen B.2 und B.3, Spalte 4 bzw. Spalte 3 durch.

6 Zusammenfassende Beurteilung

Die stoffliche Zusammensetzung der Baustoffgemische (Position 3.1) genügt den Anforderungen.

Die Untersuchung der Trockenrohdichte ρ (Position 4.1) ergab bei dem Gemisch RC 0/32 mm eine Dichte von $2,510 \text{ g/cm}^3$ und bei dem Gemisch RC 0/45 mm von $2,470 \text{ g/cm}^3$.

Der Anteil an schlecht geformten Körnern (Position 4.2) beträgt 4 M.-% für das Gemisch RC 0/32 mm und 4 M.-% für das Gemisch RC 0/45 mm. Die Baustoffgemische erfüllen diesbezüglich die Anforderung.

Bei der Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung (Position 4.3) wurde bei dem Gemisch RC 0/32 mm ein SZ_{SP} von 21,0 % und bei dem Gemisch RC 0/45 mm ein SZ_{SP} von 20,9 % ermittelt. Die Baustoffgemische erfüllen damit die Anforderungen an einen ausreichenden Widerstand gegen mechanische Beanspruchung.

Aufgrund der an den vorliegenden Proben ermittelten Ergebnisse erfüllen die RC-Baustoffgemische RC 0/32 mm und RC 0/45 mm die an Frostschutz- und Schottertrag-schichtmaterialien im Straßenbau gestellten bautechnischen Anforderungen.

Nach der Bestimmung der umweltrelevanten Merkmale können die untersuchten Proben als umweltverträglich eingestuft werden, da die Ergebnisse der Eluatuntersuchung zeigen, dass nur ein geringer Teil der Inhaltsstoffe mobilisiert wird. Die aufbereiteten Gemische RC 0/32 mm und RC 0/45 mm erfüllen aus der Sicht der Umweltverträglichkeit (Position 3.6) die Zuordnungswerte Z 1.1 und können somit für die Einbaukonfigurationen Z 1.1 nach [2.4] vorgesehen werden.

Insgesamt können die untersuchten RC-Baustoffe für folgende Verwendungsbereiche eingesetzt werden

				geeignet
FSS	RC	0/32	Z1.1	<input checked="" type="checkbox"/>
STS	RC	0/32	Z1.1	<input checked="" type="checkbox"/>
FSS	RC	0/45	Z1.1	<input checked="" type="checkbox"/>
STS	RC	0/45	Z1.1	<input checked="" type="checkbox"/>



Dr.-Ing. Plamena Plachkova-Dzhurova
Prüfstellenleiterin nach RAP Stra



Dipl.-Ing. Julian Milch
Sachbearbeiter