

# für Straßenbau- und Umwelttechnik

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

Nach RAP Stra anerkannte Prüfstelle für die Untersuchung von Baustoffen und Baustoffgemischen im Straßenbau für die Fachgebiete

- Böden einschl. Bodenverbesserungen A1, A3, A4
- Bitumen und bitumenhaltige Bindemittel B3, B4
- Gesteinskörnungen D0, D3, D4

- Oberflächenbehandlungen, Dünne Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise F2, F3, F4
- Asphalt G3, G4

- Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton, Bodenverfestigungen H1, H3, H4
- Baustoffgemische für Schichten ohne Bindemittel und für den Erdbau I1, I2, I3, I4

KM GmbH für Straßenbau- und Umwelttechnik  
Weg am Kötterberg 51 · D-44807 Bochum

Anerkannte Prüfstelle für Wasserbausteine  
gemäß RAP WaBa

**Rhein-Ruhr-Recycling GmbH**  
Im Gleisdreieck

**D-41460 Neuss**



Dr.-Ing. Klaus Mesters

Von der IHK im mittleren Ruhrgebiet zu Bochum  
ö. b. u. v. Sachverständiger  
für **Straßenbaustoffe**

**KM-Ingenieurbüro und Prüfinstitut:**  
Handwerksweg 8a · D-44805 Bochum  
Tel.: (0234) 5 46 41 40 / 96 29 48 70  
Fax: (0234) 5 46 41 42  
info@kmgmbh.com · www.kmgmbh.com

Mes./  
**11. Mai 2017**

## Prüfbericht F 17/05/0422

Fremdüberwachungsprüfung II/2017 (vierteljährlich) an **Recycling-Material 0/45 mm (RC-Material 0/45)** gemäß den Technischen Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau Teil: Güteüberwachung – TL G SoB-StB /1/ und dem 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 /2/ der **Rhein Ruhr Recycling GmbH, Neuss**.

Der Prüfbericht umfasst **9 Textseiten** und **9 Anlagen**.

### 1. Vorgang

Die KM GmbH für Straßenbau- und Umwelttechnik wurde damit beauftragt, für das Recycling-Material 0/45 mm (RC-Material 0/45) der Rhein-Ruhr-Recycling GmbH in Neuss die Fremdüberwachungsprüfung gemäß TL G SoB-StB /1/ und dem Gem. RdErl. /2/ durchzuführen.

### 2. Probenahme

Die Probenahme erfolgte am 01.03.2017 vom Haufwerk (Vorratsmenge: 8.000 t) an der Bauschutt-Aufbereitungsanlage Im Gleisdreieck der Rhein-Ruhr-Recycling GmbH in Neuss. Anwesend waren dabei:

- ⇒ Herr Hüsges Rhein-Ruhr-Recycling GmbH, Neuss
- ⇒ Herr Uzun KM GmbH für Straßenbau- und Umwelttechnik, Bochum

Es wurden aus verschiedenen Entnahmestellen Proben aus dem Haufwerk gemäß DIN EN 932-1 /3/ von insgesamt rund 80 kg RC 0/45 entnommen und in Polyethylen-tüten verpackt.

### 3. Vorschriften

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

### 4. Gewinnungsstätte, Aufbereitung und Lagerung

Die Aufbereitung und Lagerung ist gegenüber dem Eignungsnachweis unverändert.

## 5. Untersuchungen und Untersuchungsergebnisse

### 5.1. Geometrische Anforderungen

#### 5.1.1 Stoffliche Zusammensetzung

Die Prüfung der stofflichen Zusammensetzung des RC-Materials 0/45 wurde gemäß TP Gestein-StB Teil 3.1.5 /4/ an den Körnungen > 4 mm in gewaschenem Zustand durch Feststellen der Anteile der unterschiedlichen Stoffgruppen nach Augenschein durchgeführt. Die Anteile der einzelnen Stoffgruppen mit Angabe der Anforderungen gemäß TL Gestein-StB /5/ in Verbindung mit dem ARS Nr. 06/2016 /6/ sind in **Tab. 1** zusammengefasst.

**Tabelle 1:** Stoffliche Zusammensetzung des RC-Materials der Körnungen > 4 mm mit Anforderungen gemäß /5/ und /6/

Stoffgruppe	Prüfergebnisse		Anforderungen gemäß TL Gestein-StB /5/ in Verbindung mit dem ARS Nr. 06/2016 /6/	
	Bestandteile im Anteil > 4 mm <sup>1)</sup>	Kategorie	Bestandteile im Anteil > 4 mm <sup>1)</sup>	Kategorie
	[M.-%]	[-]	[M.-%]	[-]
Beton, Betonprodukte, Mauersteine aus Beton, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung	53,9	R <sub>c 53,9</sub>	—	R <sub>c</sub> angegeben
Festgestein und Kies	33,9	R <sub>u 33,9</sub>	—	R <sub>u</sub> angegeben
Schlacke (Hochofen-, Stahlwerks- und Metallhüttenschlacke)	9,0	R <sub>u 9,0</sub>	—	R <sub>u</sub> angegeben
Klinker, Ziegel und Steinzeug	1,9	R <sub>b30-</sub>	≤ 30	R <sub>b30-</sub>
Kalksandstein, Mörtel und ähnliche Stoffe	0,5	R <sub>bk5-</sub>	≤ 5	R <sub>bk5-</sub>
Mineralische Leicht- und Dämmbaustoffe, nicht schwimmender Poren- und Bimsbeton	0,8	R <sub>bm1-</sub>	≤ 1	R <sub>bm1-</sub>
Asphaltgranulat	0,0	R <sub>a30-</sub>	≤ 30	R <sub>a30-</sub>
Glas	0,0	R <sub>g5-</sub>	≤ 5	R <sub>g5-</sub>
Nicht schwimmende Fremdstoffe, wie Gummi, Kunststoffe, Textilien, Pappe, Papier und Holz	0,0	X <sub>0,2-</sub>	≤ 0,2	X <sub>0,2-</sub>
Gipshaltige Baustoffe	0,0	R <sub>y0,5-</sub>	≤ 0,5	R <sub>y0,5-</sub>
Eisen und nichteisenhaltige Metalle	0,0	X <sub>i2-</sub>	≤ 2	X <sub>i2-</sub>
<b>Stoffgruppe</b>	<b>[cm<sup>3</sup>/kg]</b>	<b>[-]</b>	<b>[cm<sup>3</sup>/kg]</b>	<b>[-]</b>
<b>Schwimmendes Material</b>	4,5	FL <sub>4,5</sub>	—	FL angegeben

1) Der Anteil der Körnung > 4 mm im Gesamtgemisch betrug 64 M.-%

## 5.1.2 Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung wurde gemäß DIN EN 933-1 /7/ durch Nasssiebung ermittelt. In **Tab. 2** sind die Siebdurchgänge in M.-% für die jeweiligen Sieböffnungsweiten mit den Anforderungen an Frostschutzschicht 0/45 mm (FSS 0/45) und Schottertragschicht 0/45 mm (STS 0/45) gemäß TL SoB-StB /8/ zusammengestellt. Weiterhin ist in **Anlage 3** die Korngrößenverteilung grafisch mit den Grenzwerten für STS 0/45 gemäß TL SoB-StB /8/ dargestellt.

**Tabelle 2:** Korngrößenverteilung des RC-Materials 0/45 mit Anforderungen gemäß /8/

Korngruppe d/D [mm/mm]	0/45	Anforderungen gemäß TL SoB-StB /8/	
		Durchgang STS 0/45	Durchgang FSS 0/45
Sieböffnungsweite	Durchgang	Durchgang	Durchgang
[mm]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]
63	100	100	100
56	100	—	—
45	98	90 - 99 <sup>1)</sup>	90 - 99 <sup>1)</sup>
31,5	82	—	—
22,4	70	55 - 85	47 - 87
16	62	—	—
11,2	54	35 - 68	NR
8	47	—	—
5,6	40	22 - 60	NR
4	36	—	—
2	30	16 - 47	15 - 75
1	26	9 - 40	NR
0,5	19	5 - 35	NR
0,063	4,8	0 - 5	0 - 5

1) Gemäß TL SoB-StB /8/ 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.

## 5.1.3 Feinanteile

Der Gehalt des Feinanteils wurde gemäß DIN EN 933-1 /7/ bestimmt und ist mit der entsprechenden Kategorie und Anforderung an FSS und STS gemäß TL SoB-StB /8/ in **Tab. 3** aufgeführt.

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

Bezeichnung	Feinanteil	Anteil < 0,063 mm	Kategorie <i>UF</i>	Anforderung gemäß TL SoB-StB /8/	
				STS	FSS
[mm]	[-]	[M.-%]	[-]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	Maximaler Feinanteil	4,8	<i>UF<sub>5</sub></i>	<i>UF<sub>5</sub></i>	<i>UF<sub>5</sub> / UF<sub>3</sub><sup>1)</sup></i>
	Minimaler Feinanteil	Keine Anforderungen		<i>LF<sub>NR</sub></i>	<i>LF<sub>NR</sub></i>

1) Die Kategorie *UF<sub>3</sub>* gilt nur für Gemische, wenn Grundwasser bis in Höhe des Planums aufsteigen kann.

## 5.1.4 Überkorn

Der Überkornanteil wurde gemäß DIN EN 933-1 /7/ bestimmt und ist mit der entsprechenden Kategorie und Anforderung an FSS und STS gemäß TL SoB-StB /8/ in **Tab. 4** zusammengestellt.

**Tabelle 4:** Überkornanteil mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /8/

Bezeichnung	Siebgröße	Durchgang	Kategorie <i>OC</i>	Anforderung gemäß TL SoB-StB /8/			
				STS		FSS	
				Durchgang	Kategorie <i>OC</i>	Durchgang	Kategorie <i>OC</i>
[mm]	[-]	[M.-%]	[-]	[M.-%]	[-]	[M.-%]	[-]
RC-Material 0/45	1,4 D	100	<i>OC<sub>90</sub></i>	100	<i>OC<sub>90</sub></i>	100	<i>OC<sub>90</sub></i>
	D <sup>1)</sup>	98		90 - 99		90 - 99	

1) Gemäß TL SoB-StB /8/ 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.

## 5.1.5 Kornform

Die Kornform wurde als Plattigkeitskennzahl gemäß DIN EN 933-3 /9/ an der Prüfkörnung 4/45 mm bestimmt und ist mit Angabe der entsprechenden Kategorie und Anforderung an FSS und STS gemäß TL Gestein-StB /5/ in **Tab. 5** aufgeführt.

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

Bezeichnung	Prüfkörnung	Plattigkeitskennzahl <i>FI</i>	Kategorie <i>FI</i>	Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/	
				STS	FSS
[mm]	[mm/mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	4/45	12	<i>FI<sub>15</sub></i>	<i>FI<sub>50</sub></i>	<i>FI<sub>50</sub></i>

## 5.1.6 Bruchflächigkeit

Der Anteil der gebrochenen, teilweise gebrochenen und gerundeter Körner wurde gemäß DIN EN 933-5 /10/ an der Prüfkörnung 4/45 mm ermittelt und ist mit der entsprechenden Kategorie und Anforderung an FSS und STS gemäß TL Gestein-StB /5/ in **Tab. 6** aufgeführt.

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

Bezeichnung	Prüf-körnung	vollständig gebrochene Körner	vollständig und teilweise gebrochene Körner	vollständig gerundete Körner	Kategorie C	Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/	
						STS	FSS
[mm]	[mm/mm]	[M.-%]	[M.-%]	[M.-%]	[-]	[-]	
RC-Material 0/45	4/45	97	99	1	C <sub>95/1</sub>	C <sub>90/3</sub>	C <sub>NR</sub>

## 5.1.7 Reinheit und schädliche Bestandteile

Die Prüfung auf Reinheit und schädliche Bestandteile wurde gemäß DIN 52099 /11/ vorgenommen. Die Ergebnisse sind in **Tab. 7** zusammengefasst.

**Tabelle 7:** Reinheit und schädliche Bestandteile gemäß /11/

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	4,8	keine	gelb	keine

## 5.2. Physikalische Anforderungen

### 5.2.1 Wassergehalt

Der Wassergehalt wurde gemäß DIN EN 1097-5 /12/ bestimmt. Die Ergebnisse sind in **Tab. 8** zusammengefasst.

**Tabelle 8:** Wassergehalt gemäß /12/

Bezeichnung	Wassergehalt
[mm]	[M.-%]
RC-Material 0/45	9,7

### 5.2.2 Rohdichte

Entsprechend den TL G SoB-StB /1/ ist die Rohdichte gemäß DIN EN 1097-6 /13/ zweimal im Jahr zu prüfen. Der Nachweis wurde im Februar 2017 (Prüfbericht Nr. F 17/02/0177) erbracht; die Ergebnisse sind in **Tab. 9** erneut aufgeführt.

**Tabelle 9:** Rohdichte gemäß /13/  
(aus Prüfbericht F 17/02/0177 – I/2017)

Bezeichnung	Rohdichte		
	Einzelwerte		Mittelwert
[mm]	[Mg/m <sup>3</sup> ]		[Mg/m <sup>3</sup> ]
RC-Material 0/45	2,472	2,461	2,47

## 5.2.3 Verdichtbarkeit

Entsprechend den TL G SoB-StB /1/ ist die Proctordichte gemäß DIN EN 13286-2 /14/ zweimal im Jahr zu prüfen. Dieser Nachweis wurde im Februar 2017 (Prüfbericht Nr. F 17/02/0177) erbracht; die Ergebnisse sind in **Tab. 10** erneut aufgeführt.

**Tabelle 10:** Proctordichte mit dazugehörigem optimalem Wassergehalt gemäß /14/ (aus Prüfbericht F 17/02/0177 – I/2017)

Bezeichnung	100 % Proctordichte	Optimaler Wassergehalt	97 % Proctordichte	Min./max. Wassergehalt
[mm]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[M.-%]	[g/cm <sup>3</sup> ]	[M.-%]
RC-Material 0/45	1,852	12,5	1,787	11,1 / 14,4

## 5.2.4 Widerstand gegen Zertrümmerung – Los Angeles Koeffizient

Entsprechend den TL G SoB-StB /1/ ist der Widerstand gegen Zertrümmerung gemäß DIN EN 1097-2 /15/ bzw. TP Gestein-StB Teil 5.3.1.2 /16/ als Los Angeles-Koeffizient an der Prüfkörnung 10/14 mm und 35,5/45 mm zweimal im Jahr zu prüfen. Der Nachweis wurde im Februar 2017 (Prüfbericht Nr. F 17/02/0177) erbracht; die Ergebnisse sind in **Tab. 11** erneut aufgeführt.

**Tabelle 11:** Los Angeles-Koeffizient mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/ (aus Prüfbericht F 17/02/0177 – I/2017)

Bezeichnung	Prüfkörnung	LA-Koeffizient	Kategorie LA	Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/ in Verbindung mit dem ARS Nr. 06/2016 /6/	
				STS	FSS
[mm]	[mm/mm]	[-]	[-]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	10/14	37	LA <sub>40</sub>	LA ≤ 35	LA <sub>40</sub>
	35,5/45	31	LA <sub>40</sub>	LA ≤ 40	

## 5.2.5 Wasseraufnahme

Entsprechend den TL G SoB-StB /1/ ist die Wasseraufnahme gemäß DIN EN 1097-6 /13/ an der Körnung 8/16 mm und 32/45 mm zweimal im Jahr zu prüfen. Der Nachweis wurde im Februar 2017 (Prüfbericht Nr. F 17/02/0177) erbracht; die Ergebnisse sind in **Tab. 12** erneut aufgeführt. Da die Kategorie  $W_{cm0,5}$  gemäß TL Gestein-StB /5/ von 0,5 M.-% überschritten wurde, war im Rahmen des Nachweises der Verwitterungsbeständigkeit eine Frost-Tau-Wechsel-Prüfung durchzuführen.

**Tabelle 12:** Wasseraufnahme mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/ (aus Prüfbericht F 17/02/0177 – I/2017)

Bezeichnung	Prüfkörnung	Wasser-aufnahme	Kategorie $W_{cm}$	Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/	
				STS	FSS
[mm]	[mm/mm]	[M.-%]	[-]	[-]	[-]
RC-Material 0/45	8/16	3,4	—	$W_{cm0,5}$	$W_{cm0,5}$
	31,5/45	3,7	—	$W_{cm0,5}$	$W_{cm0,5}$

## 5.2.6 Widerstand gegen Frost-Tau-Wechselbeanspruchung

Entsprechend den TL G SoB-StB /1/ ist der Widerstand gegen Frost durch 10malige Frost-Tau-Wechsebeanspruchung gemäß TP Gestein-StB Teil 6.3.1 /17/ an der Prüfkörnung 8/11,2 mm und 31,5/45 zu prüfen. Dieser Nachweis wurde im Februar 2017 (Prüfbericht Nr. F 17/02/0177) erbracht; die Ergebnisse sind hier erneut aufgeführt. Die Prüfergebnisse sind mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß TL Gestein-StB /5/ an den Widerstand gegen Frost-Tau-Wechselbeanspruchung in **Tab. 13** dargestellt.

**Tabelle 13:** Absplitterungen nach 10maliger Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Angabe der Kategorie und Anforderung gemäß /5/ (aus Prüfbericht F 17/02/0177 – I/2017)

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

- 1) Eine Überschreitung der Kategorie *F<sub>4</sub>* ist bei Schottertragschichten bis maximal 5,0 M.-% gemäß TL SoB-StB /8/ zulässig, wenn der Anteil an Korn < 0,71 mm höchstens 1,0 M.-% beträgt.
- 2) Nur zu prüfen, wenn Kategorie *F<sub>4</sub>* bei einer Siebweite < 4 mm bzw. < 16 mm für STS nicht eingehalten.
- 3) Eine Überschreitung der Kategorie *F<sub>4</sub>* ist bei Frostschutzschichten bis maximal 10,0 M.-% gemäß TL SoB-StB /8/ zulässig, wenn die Summe aus dem ursprünglich enthaltenen Anteil < 0,063 mm und dem im Befrostungsversuch zusätzlich entstandenen Anteil < 0,063 mm nicht mehr als 5,0 M.-% beträgt.

## 5.3. Chemische Anforderungen

### 5.3.1 Umweltrelevante Merkmale

Die Prüfung der umweltrelevanten Merkmale erfolgte gemäß 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“ /2/. Die Prüfung wurde von der GEOTAIX GmbH (akkreditierter Vertragspartner der KM GmbH) in Würselen durchgeführt. Der Original-Prüfbericht wurde zu unseren Akten gelegt. Die Eluatherstellung erfolgte gemäß den TP Gestein-StB Teil 7.1.1 /18/ und die Feststoffanalyse gemäß TP Gestein-StB Teil 7.2 /19/. Die Untersuchungsergebnisse mit Gegenüberstellung der Grenzwerte für Recycling-Baustoff I und II gemäß /2/ sind in **Tab. 14** aufgeführt. Die Grenzwerte der TL Gestein-StB /5/ sind nur zum Vergleich mit aufgeführt; maßgeblich sind die Grenzwerte gemäß /2/.

**Tabelle 14:** Umweltrelevante Merkmale des RC-Materials 0/45 mit Gegenüberstellung der Grenzwerte für RCL I und II gemäß /2, 5/

Kenngröße	Einheit	Prüfergebnis	Anforderungen gemäß Gem. RdERI. NRW /2/		Anforderungen gemäß TL Gestein-StB /5/			Bestimmungsgrenze	Methode
			RCL I	RCL II	RC - 1	RC - 2	RC - 3		
<b>ELUATANALYSE</b>									
pH-Wert <sup>1)</sup>	[-]	11,3	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	7-12,5	0,1	DIN EN ISO 10523
Elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]	515	≤ 2.000	≤ 3.000	≤ 1.500 <sup>7)</sup>	≤ 2.500 <sup>7)</sup>	≤ 3.000 <sup>7)</sup>	1	DIN EN 27888
Chlorid	[mg/l]	< 10	≤ 40	≤ 150	≤ 20	≤ 40	≤ 150	10	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	[mg/l]	49,5	≤ 150	≤ 600	≤ 150	≤ 300	≤ 600	20	DIN EN ISO 10304-1
Blei	[µg/l]	< 7	≤ 40	≤ 100	≤ 40	≤ 100	≤ 100	7	DIN EN ISO 11885
Cadmium	[µg/l]	< 0,5	≤ 5	≤ 5	≤ 2	≤ 5	≤ 5	0,5	DIN EN ISO 11885
Chrom VI <sup>2)</sup>	[µg/l]	< 30	≤ 30	≤ 50				30	DIN 38405-D 24
Kupfer	[µg/l]	< 10	≤ 100	≤ 200	≤ 50	≤ 150	≤ 200	10	DIN EN ISO 11885
Nickel	[µg/l]	< 10	≤ 30	≤ 100	≤ 50	≤ 100	≤ 100	10	DIN EN ISO 11885
Zink	[µg/l]	< 40	≤ 200	≤ 400	≤ 100	≤ 300	≤ 400	40	DIN EN ISO 11885
Phenolindex	[µg/l]	< 10	≤ 50	≤ 100	≤ 10	≤ 50	≤ 100	10	DIN EN ISO 14402
PAK (EPA)	[µg/l]		≤ 5 <sup>3)</sup>	<sup>4)</sup>				1	E DIN 38407-39
<b>FESTSTOFFANALYSE</b>									
EOX	[mg/kg]	< 0,8	≤ 3	≤ 5	≤ 3	≤ 5	≤ 10	0,8	DIN 38414-S 17
PAK (EPA)	[mg/kg]	13	≤ 15 <sup>5)</sup>	≤ 75 <sup>6)</sup>	≤ 5	≤ 15	≤ 75 <sup>8)</sup>	1	DIN EN 15527

- 1) kein Grenzwert
- 2) Wert gilt auch als eingehalten, wenn Chrom gesamt ≤ dem angegebenen Grenzwert
- 3) nur einzuhalten, wenn Feststoffwert > 15 und ≤ 20 mg/kg
- 4) zur Erfahrungssammlung zu bestimmen
- 5) Überschreitungen bis 20 mg/kg zulässig, wenn Eluatwert ≤ 5 µg/l
- 6) Überschreitungen bis 100 mg/kg zulässig
- 7) Wert ist kein Ausschlusskriterium, wenn der pH-Wert über 11,5 liegt und die Werte für Chlorid und Sulfat eingehalten werden
- 8) Werte bis 100 mg/kg sind zulässig unter folgenden Bedingungen:
  - Die erhöhten PAK-Gehalte sind auf pechhaltige Anteile zurückzuführen.
  - Es handelt sich um Baumaßnahmen im klassifizierten Straßenoberbau bzw. Verkehrsflächenoberbau (ausgenommen Wirtschaftswegebau).
  - Es handelt sich um eine größere Baumaßnahme (eingebauter Recycling-Baustoff > 500 m<sup>3</sup>).
  - Es darf sich nicht um Flächen handeln, auf denen mit häufigen Aufbrüchen gerechnet werden muss.
  - Die Recyclinganlage muss einer regelmäßigen Güteüberwachung unterliegen.



## 6. Beurteilung

Bei der auf dem Betriebsgelände Im Gleisdreieck der Rhein-Ruhr-Recycling GmbH entnommenen Gesteinskörnungsprobe handelt es sich um ein aus aufbereiteten Altbaustoffen hergestellten Recycling-Material 0/45 mm.

Das durch die untersuchte Probe repräsentierte Recycling-Material 0/45 mm entspricht den Anforderungen der TL SoB-StB /8/ an Tragschichten ohne Bindemittel (Frostschuttschicht).

Nach den TL SoB-StB /8/ ist das Probenmaterial als Frostschuttschicht 0/45 mm - bestehend aus einem Schotter-Splitt-Sand-Gemisch - zu klassifizieren.

Hinsichtlich der umweltrelevanten Merkmale entspricht das untersuchte Recycling-Material 0/45 mm den Anforderungen gemäß /2/ an einen Recycling-Baustoff I (RCL I). Der Einsatz und die Verwertungsgebiete gemäß /20/ ergeben sich aus **Anlage 4 bis 9**.

Gegen einen Einsatz des hier untersuchten Korngemisches 0/45 mm in Tragschichten ohne Bindemittel (Frostschuttschicht) für Straßen gemäß den RStO /21/ bestehen unter Berücksichtigung des Einsatzes und der Verwertungsgebiete gemäß **Anlage 4 bis 9** hinsichtlich aller geprüften Eigenschaften keine Bedenken.

  
P. Mesters M.Sc.  
– stellv. Prüfstellenleiter –



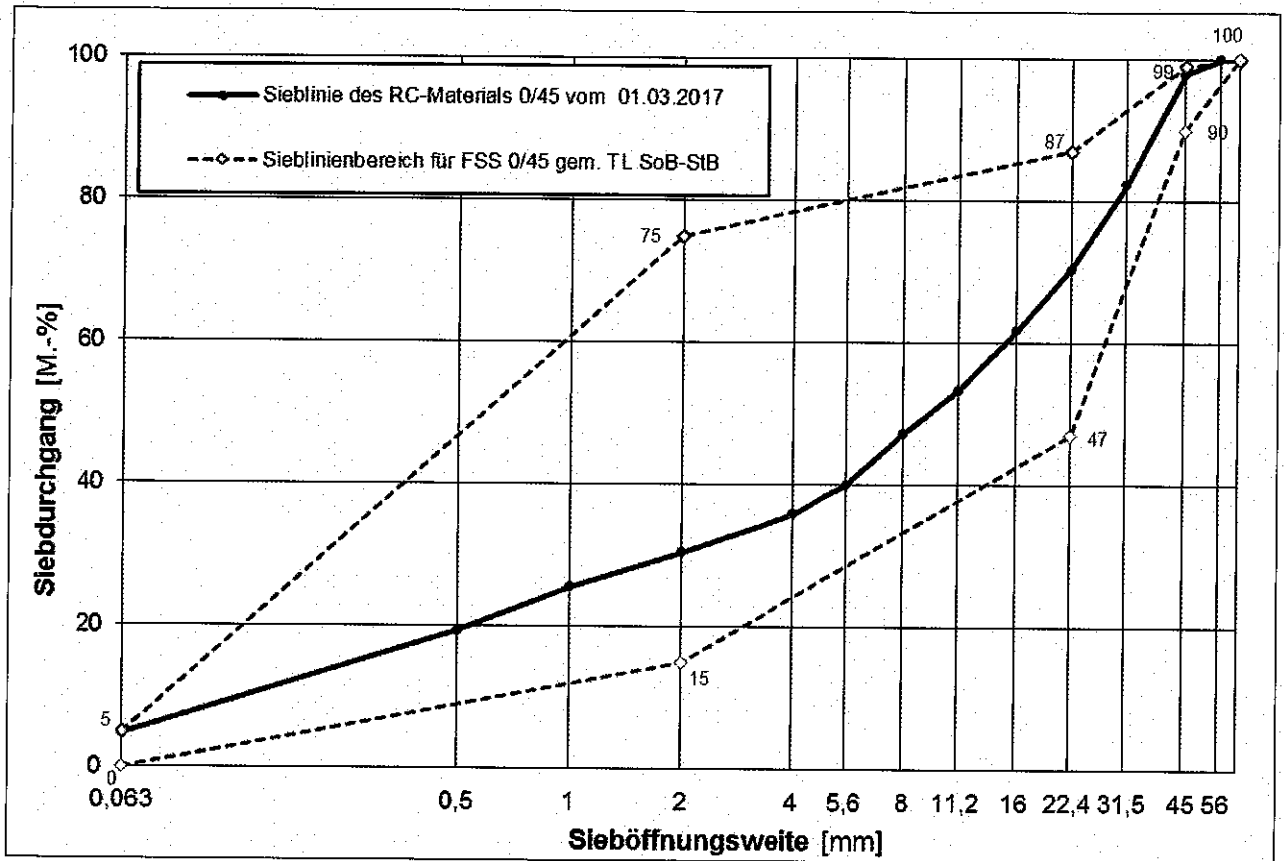
## Anlagen

## Vorschriften

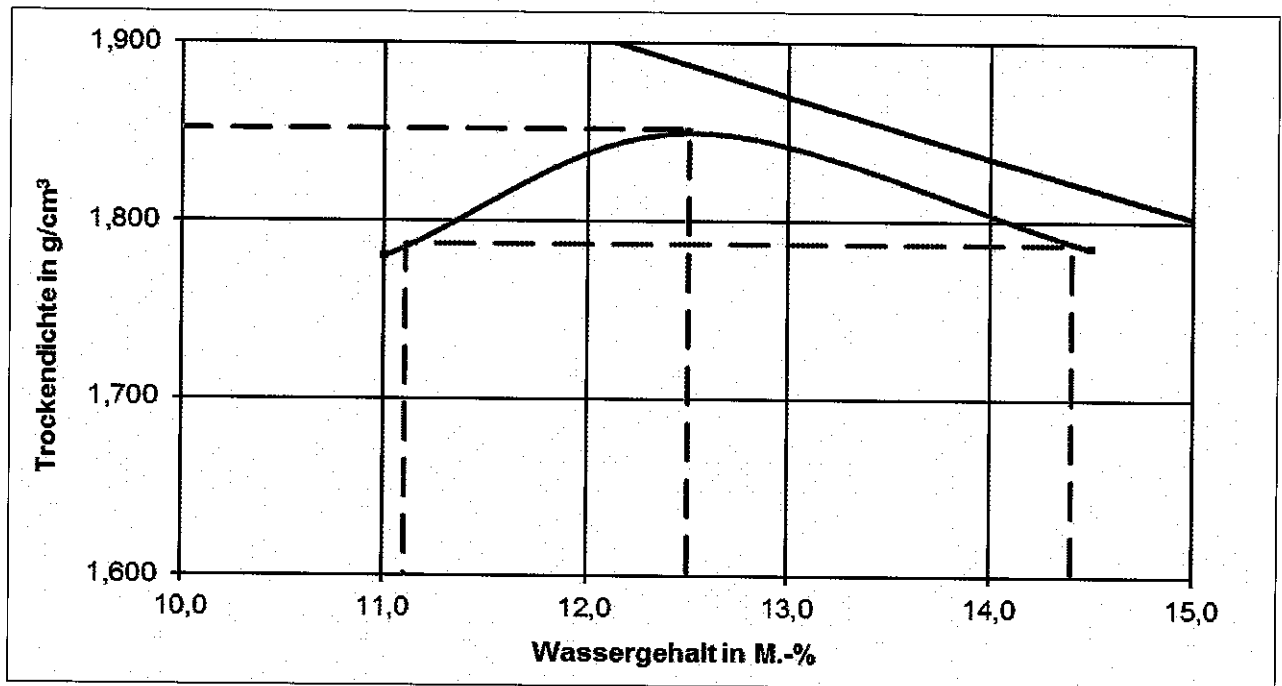
- /1/ TL G SoB-StB 04/07  
Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau; Teil: Güteüberwachung, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2007
- /2/ Gem. RdErl. des Ministeriums für Wirtschaft und Mittelstand, 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 04/07  
Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2007
- /6/ ARS Nr. 06/2016  
Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 06/2016, Betreff: Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau (TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004, Fassung 2007), Änderungen Anhang A und Anhang B, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn 2016
- /7/ DIN EN 933-1  
Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 1: Bestimmung der Korngrößenverteilung – Siebverfahren, Beuth Verlag, Berlin 2012
- /8/ TL SoB-StB 04/07  
Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2007
- /9/ DIN EN 933-3  
Prüfverfahren für geometrische Eigenschaften von Gesteinskörnungen – Teil 3: Bestimmung der Kornform – Plattigkeitskennzahl, Beuth Verlag, Berlin 2012
- /10/ 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
- /11/ DIN 52 099  
Prüfung von Gesteinskörnungen - Prüfung auf Reinheit, Beuth Verlag, Berlin 2005
- /12/ DIN EN 1097-5  
Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 5: Bestimmung des Wassergehaltes durch Ofentrocknung, Beuth Verlag, Berlin 2008
- /13/ DIN EN 1097-6  
Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen, Teil 6: Bestimmung von Rohdichte und der Wasseraufnahme, Beuth Verlag, Berlin 2010



- /14/ DIN EN 13286-2  
Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische – Teil 2: Laborprüfverfahren für die Trockendichte und den Wassergehalt – Proctorversuch, Beuth Verlag, Berlin 2010
- /15/ DIN EN 1097-2  
Prüfverfahren für mechanische und physikalische Eigenschaften von Gesteinskörnungen; Teil 2: Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Zertrümmerung, Beuth Verlag, Berlin 2010
- /16/ 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
- /17/ 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
- /18/ TP Gestein-StB Teil 7.1.1  
Technische Prüfvorschriften für Gesteinskörnungen im Straßenbau; Teil 7.1.1: Modifiziertes DEV-S4-Verfahren, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2008
- /19/ 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
- /20/ 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“
- /21/ 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 Frostschuttschichten 0/45 mm gemäß TL SoB-StB /8/



Proctorkurve des untersuchten RC-Materials 0/45  
 (aus Prüfbericht F 17/02/0177 – I/2017)

Baustoff:		Verwertungsgebiete													
		Außerhalb					Innerhalb								
		wasserwirtschaftlich bedeutender und empfindlicher sowie hydrogeologisch sensibler Gebiete													
Baufeld-Nr.	Baustoff	1		2		3		4		5		6		7	
		GW ≤ 1 GW > 0,1	GW > 1	GW ≤ 1 GW > 0,1	GW > 1	GW ≤ 1 GW > 0,1	GW > 1	gut durchlässige Klufgrundwasserleiter einschl. Karstgrundwasserleiter ohne ausreichende Deckschichten	20 m breite Randstreifen an kleinen Gewässern, Hochwasser-Retentionsräume	WSG III B HSG IV	WSG III A HSG III	GW ≤ 1 GW > 0,1	GW > 1	GW ≤ 1 GW > 0,1	GW > 1
1	TOB unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Asphalt, Beton, Pflaster mit abgedichteten Fugen)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2	TOB unter teildurchlässiger Deckschicht (Pflaster, Platten)	+	+	H	+	H	+	+	+	-	H	+	+	-	-
3	TOB unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Rasengittersteine, Deckschicht ohne Bindemittel)	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Tragschicht bitumengebunden	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	Tragschicht hydraul. gebunden	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	Decke bitumen- oder hydraul. gebunden	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Deckschichten ohne Bindemittel	K	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Einsatz ffd. Nr. 1,4,5,6 in Straßen mit Entwässerungsrinnen	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	D	D
9	Unterbau unter Asphalt und Beton (einschl. Fundament-(Bodenplatte)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	Unterbau bis 1 m mit kulturf. B.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	Damm gemäß Bild 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	Damm gemäß Bild 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Damm gemäß Bild 3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	Lärmschutzwand mit kulturf. Boden	A	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Lärmschutzwand gem. Bild 4 od. 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Sofern nichts anderes mit dem Auftraggeber vereinbart, werden Rückstellproben maximal 4 Wochen aufbewahrt. Die auszugweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der KM GmbH für Straßenbau- und Umwelttechnik.

## Abkürzungen, Definitionen und Erläuterungen

### 1 Verwertungsgebiete

**Zu Spalte 2:** Porengrundwasser und wenig wasserdurchlässige Kluffgrundwasserleiter ohne ausreichende Deckschichten

Wenig wasserdurchlässige Kluffgrundwasser sind

- Tonschiefer,
- Schiefertone,
- Tonstein,
- Tonmergelstein,
- Wechsellagerung von Sandstein/Tonschiefer, Kalkstein/Mergelstein, Quarzit/Glimmerschiefer,
- Mergelstein,
- Kalkmergelsteine der Trias und der Oberkreide,
- Sandsteine des Devons im Sauer- und Siegerland

Anhaltspunkte über die Gesteinsverteilung von Porengrundwasserleitern und wenig wasserdurchlässigen Kluffgrundwasserleitern liefert die Karte der Grundwasserlandschaften des geologischen Dienstes NRW. Detailinformationen sind den geologischen Detailkarten zu entnehmen. In Zweifelsfällen sind örtliche Untersuchungen vorzunehmen.

Nicht ausreichende Deckschichten sind natürliche Deckschichten mit einer Mächtigkeit  $< 1$  m und einem  $k_f$ -Wert  $> 10^{-7}$  m/s oder mit einer Mächtigkeit von  $< 0,5$  m und einem  $k_f$ -Wert  $> 10^{-8}$  m/s.

Anhaltspunkte über die  $k_f$ -Werte in den oberen zwei Metern der Böden liefern die Bodenkarten (Maßstab 1:50000) des geologischen Dienstes NRW. Detailinformationen sind den geologischen Landeskarten zu entnehmen. In Zweifelsfällen sind örtliche Untersuchungen vorzunehmen.

**Zu Spalte 3:** Gut wasserdurchlässige Kluffgrundwasserleiter einschließlich Karstgrundwasserleiter ohne ausreichende Deckschichten

Gut wasserdurchlässige Kluffgrundwasserleiter einschließlich Karstgrundwasserleiter ohne ausreichende Deckschichten sind

- Mittel- und oberdevonischer Kalkstein,
- Kalkstein des Karbons und Zechsteins,
- Kalk- und Sandsteine, untergeordnet Vulkanite, des Devons und Karbons,
- Kalk- und Sandsteine der Trias,
- Kalksandsteine des Obercampans,
- Kalkstein, Sandstein, Sandmergelstein des Jura und der Kreide.

Anhaltspunkte über die Gesteinsverteilung von gut wasserdurchlässigen Kluffgrundwasserleitern einschl. Karstgrundwasserleitern liefert die Karte der Grundwasserlandschaften des geologischen Dienstes NRW. Detailinformationen sind den geologischen Landeskarten zu entnehmen. In Zweifelsfällen sind örtliche Untersuchungen vorzunehmen.

**Zu Spalte 4:** 20 m breite Randstreifen an kleinen Gewässern; Hochwasser-Retentionsräume

Kleine Gewässer sind Gewässeroberläufe mit einem oberirdischen Einzugsgebiet von  $\leq 5$  km<sup>2</sup>. Die Größe der Gewässer ist den Stationierungskarten des Landesumweltamtes NRW (1:25000) sowie dem zugehörigen Tabellenwerk „Gebietsbezeichnung und Verzeichnis der Gewässer in NRW“ zu entnehmen.

Straßenseitengräben zählen hier nicht zu den Gewässern.

Beim Einsatz der hier angesprochenen Mineralstoffe im Straßenbau innerhalb eines 20 m breiten Randstreifens parallel zu den kleinen Gewässern sind die in den Anlagen 1 bis 10 eingetragenen Anforderungen zu beachten. Kreuzungen zwischen Straßen und Gewässern sind ausgenommen.

Hochwasser-Retentionsräume sind Gebiete, die zur Rückhaltung von Hochwasserabflüssen dienen.

**Zu Spalte 5:** WSG IIIB, HSG IV

**WSG III B:** Schutzzone III B von festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzgebieten

**HSG IV:** Schutzzone IV gegen qualitative Beeinträchtigungen von festgesetzten oder geplanten Heilquellenschutzgebieten

Festgesetzte WSG und HSG werden in den Amtsblättern der Bezirksregierungen veröffentlicht. Geplante WSG und HSG sind bei den unteren Wasserbehörden (Kreise und kreisfreie Städte) und den zuständigen Staatlichen Umweltämtern NRW zu erfragen.

**Zu Spalte 6:** WSG III A, HSG III

**WSG III A:** Schutzzone III A von festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzgebieten

**HSG III:** Schutzzone III gegen qualitative Beeinträchtigungen von festgesetzten oder geplanten Heilquellenschutzgebieten

**Zu Spalte 7:** Bereich zum Schutz der Gewässer nach Landesplanungsrecht

Nach Landesplanungsrecht können solche Gebiete noch zu Wasserschutzgebieten erklärt werden. Hinsichtlich Flächengröße und Schutzwürdigkeit entsprechen sie den Schutzzonen III A von Trinkwasserschutzgebieten. Die Lage der künftigen Fassungsanlage ist noch frei wählbar. Diese Gebiete sind in den Gebietsabwicklungsplänen der Bezirksregierungen ausgewiesen.

**Unterspalten 1 bis 7:**  $GW > 0,1 \leq GW > 1$

**$GW > 0,1 \leq 1$ :** Abstand zwischen höchstem zu erwartenden Grundwasserstand und Planum/Schüttkörperbasis zwischen mehr als 0,1 m und 1 m. Wichtig ist hier, dass der eingebaute Stoff dauerhaft oberhalb des höchsten Grundwasserstandes liegt.

**$GW > 1$ :** Abstand zwischen höchstem zu erwartenden Grundwasserstand und Planum/Schüttkörperbasis von mehr als 1 m.

Der höchste zu erwartende Grundwasserstand im Bereich einer Baumaßnahme ergibt sich aus den langjährigen Messungen des Landesgrundwasserdienstes NRW anhand der verfügbaren Messstellen im Umfeld. Auskunft geben die zuständigen Staatlichen Umweltämter.

## 2 Einsatz

**Lfd. Nr. 1 bis 3:** ToB

ToB: Tragschicht ohne Bindemittel

**Lfd. Nr. 8:** Einsatz lfd. Nr. 1, 4, 5, 6 in Straßen mit Entwässerungsrinnen

Gemeint sind hier z.B. Stadtstraßen. Die Eintragungen in dieser Zeile ergeben sich aus den Eintragungen in lfd. Nrn. 1, 4, 5 und 6.

**Lfd. Nr. 10:** Unterbau bis 1 m mit kulturfähigem Boden

**Lfd. Nr. 14:** Lärmschutzwahl mit kulturfähigem Boden

Der kulturfähige Boden nach lfd. Nr. 10 und 14 muss die Anforderungen an die Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht gemäß § 12 der Bundes-Bodenschutz und Altlastenverordnung, insbesondere die Vorsorgewerte (in mg/kg Trockenmasse) des Anhanges 2, Nr. 4 in Verbindung mit den Anwendungsregelungen einhalten:

Bodenart	Cadmium	Blei	Chrom	Kupfer	Quecksilber	Nickel	Zink
Ton	1,5	100	100	60	1	70	200
Lehm/Schluff	1	70	60	40	0,5	50	150
Sand	0,4	40	30	20	0,1	15	60

Böden	Polychlorierte Biphenyle (PCB <sub>6</sub> )	Benzo(a)pyren	polycycl. arom. Kohlenwasserstoffe (PAK <sub>16</sub> )
Humusgehalt > 8 %	0,1	1	10
Humusgehalt ≤ 8 %	0,05	0,3	3

## 3 Eintragungen

- + Zugelassen
- Nicht zugelassen

### A (betr. Spalte 1):

Zugelassen auf Porengrundwasserleitern und wenig wasserdurchlässigen Klufgrundwasserleitern (entsprechend Erläuterungen zu Spalte 2)

### B (betr. Spalten 3):

Zugelassen auf folgenden paläozoischen Karstgrundwasserleitern:

## Devonische Massenkalke

Wülfrather Massenkalk	von Velbert bis Wülfrath
Massenkalkzug Heiligenhaus	Heiligenhaus
Wuppertaler Massenkalk	von Mettmann über Wuppertal bis Schwelm
Attendorn-Esper Doppelmulde (Massenkalk)	Attendorn, Finnentorp, Lennestadt
Warsteiner Massenkalk	Warstein, Suttrop, Kallenhardt
Briloner Massenkalk	zwischen Altenbüren, Brilon, Alme, Bleiwäsche und Madfeld
Remscheid-Altener Sattel (Massenkalk)	zwischen Hagen und Hönnetal (Hagen, Hohenlimburg, Lethmathe, Iserlohn, Hemer, Volkringhausen, Balve, Garbeck, Höveringhausen)
Sötenicher Mulde	Sötenich, Marmagen, Urft, Nöthen, Arloff (Dolomit)
Blankenheimer Mulde	Kronenberg, Dahlem, Schmidtheim, Blankenheim, Tondorf, Buir (Massenkalk und Dolomit)
Dollendorfer Mulde	von Landesgrenze über Ripsdorf, Lommersdorf bis Landesgrenze (Massenkalk)
Kalkzüge Aachen-Stolberg	Aachen bis Haaren/Landesgrenze, Kornelimünster, Stolberg, Hastenrath (Kohlenkalk)

### C (betr. Spalte 5):

Zugelassen auf Porengrundwasserleitern und wenig wasserdurchlässigen Klufgrundwasserleitern (entsprechend Erläuterungen zu Spalte 2) im Abstand von mindestens 1 km zur Fassungsanlage.

D (betr. lfd. Nr. 8): Zugelassen wie in den lfd. Nrn. 1, 4, 5, 6 ausgeführt.

### H (betr. lfd. 2):

Verdichtungsgrad der ToB  $\geq 103$  %, Gefälle (Quer- oder Längsgefälle) der Pflasterdecke oder des Plattenbelags  $\geq 3,5$  %, Fugenbreite  $\leq 5$  mm.

### K (betr. lfd. Nr. 7):

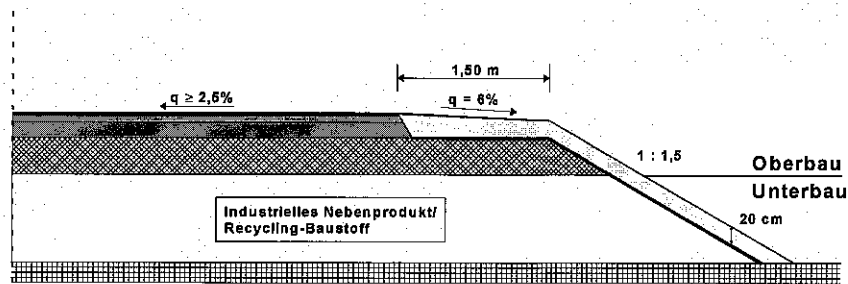
Zugelassen außerhalb von Wohngebieten.

### O (=Kreis, betr. Spalten 5, 6, 7):





Während der Bauphase darf die offene Fläche folgende Werte nicht überschreiten:

WSG II B/HSG IV:	(Spalte 5)	5000 m <sup>2</sup>
WSG III A/HSG III:	(Spalte 6)	2000 m <sup>2</sup>
Bereiche zum Schutz der Gewässer nach Landesplanungsrecht:	(Spalte 7)	2000 m <sup>2</sup>

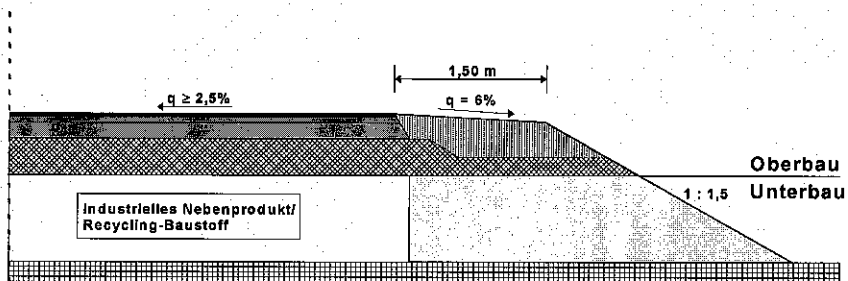








**Legende:**

- |  |   |
|--|---|
|  Asphaltbefestigung           |  Anspritzung mit 0,8 kg/m <sup>2</sup> Bitumenemulsion |
|  Tragschicht ohne Bindemittel |  Kulturfähiger Boden                                   |

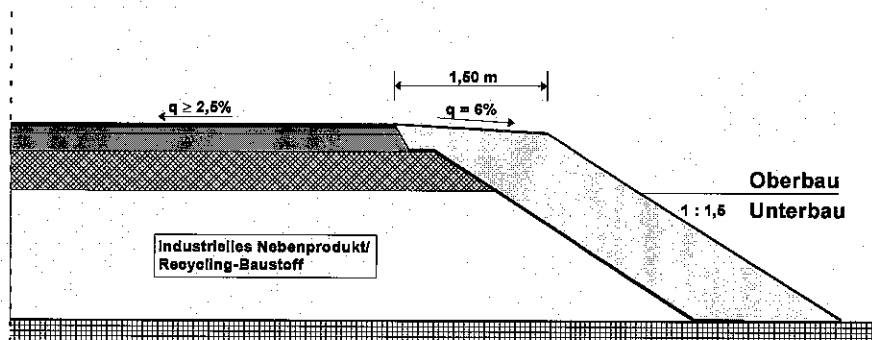
**Bild 1:** Damm, Anspritzung mit Bitumenemulsion und Abdeckung mit kulturfähigem Boden



**Legende:**

- |  |   |
|--|---|
|  Asphaltbefestigung           |  Banketmaterial                  |
|  Tragschicht ohne Bindemittel |  Natürlicher/kulturfähiger Boden |

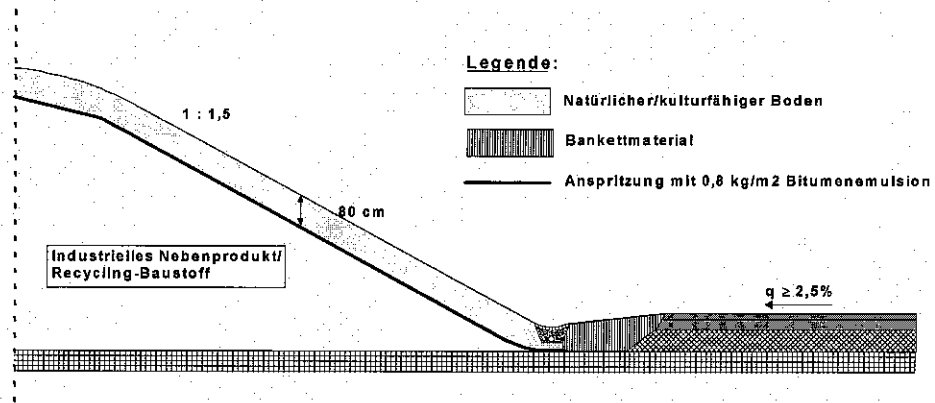
**Bild 2:** Damm, Abdeckung mit natürlichem/kulturfähigem Boden



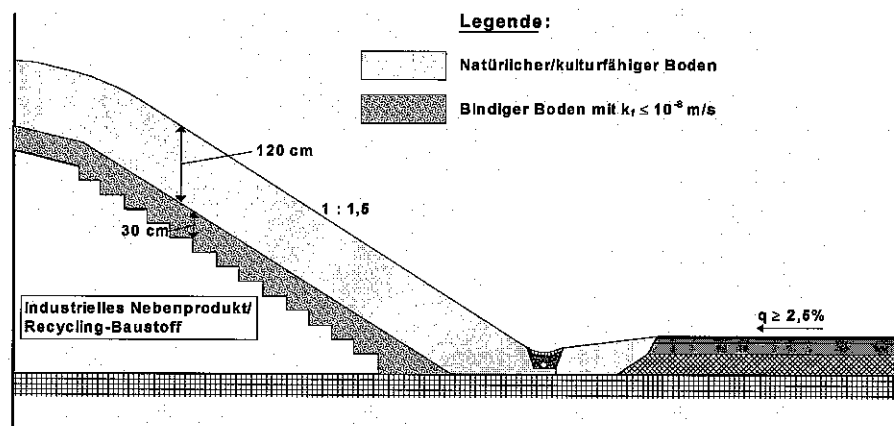
**Legende:**

- |  |   |
|--|---|
|  Asphaltbefestigung           |  Anspritzung 0,8 kg/m <sup>2</sup> mit Bitumenemulsion |
|  Tragschicht ohne Bindemittel |  Natürlicher/kulturfähiger Boden                       |

**Bild 3:** Damm, Anspritzung mit Bitumenemulsion und Abdeckung mit natürlichem/kulturfähigem Boden



**Bild 4:** Lärmschutzwand, Anspritzung mit Bitumenemulsion und Abdeckung mit natürlichem/kulturfähigem Boden



**Bild 5:** Lärmschutzwand, Abdeckung mit bindigem Boden und natürlichem/kulturfähigem Boden