

Baustoffe für den forstlichen Wegebau

Erfahrungen aus den Niedersächsischen Landesforsten

KWF-Thementage 26. und 27.06.2019

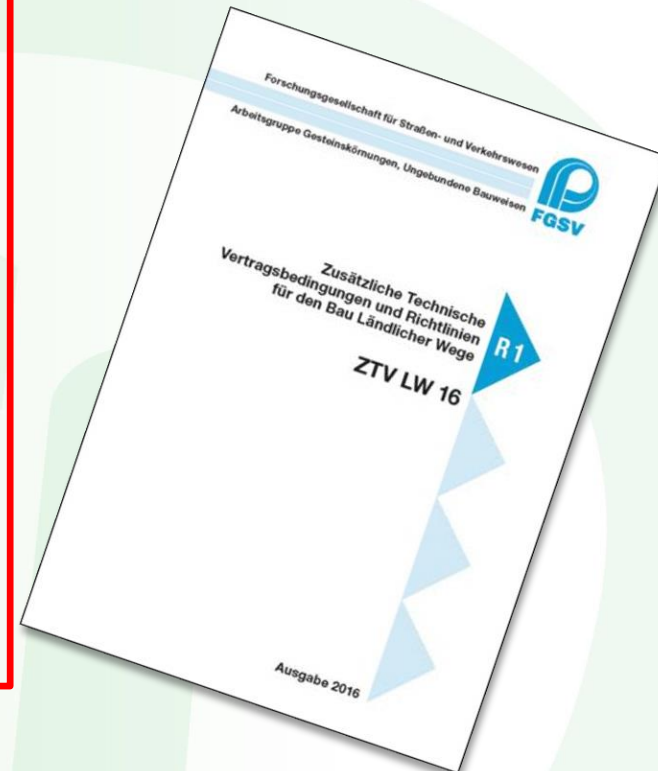
Walderschließung heute - Neue Wege zur Logistik

Wald in guten Händen.

Baustoffe für den forstlichen Wegebau

- Relevante Regelwerke
- Baustoffe für den forstlichen Wegebau
- Einsatzbereiche der Baustoffe
- Anforderungen an die Baustoffe
- Beispiele aus den NLF

Relevante Regelwerke



Relevante Regelwerke

- Arbeitsblatt DWA-A 904-1 (RLW)
- **TL LW 16**
- ZTV LW 16
- ZTV E StB
- TL Gestein StB
- Eigene Richtlinien der Forstverwaltungen

TL LW 16:

➤ 1. Allgemeine Grundlagen

(Geltungsbereich, Begriffsbestimmungen, Prüfungen)

➤ 2. Erdarbeiten

(Boden als Baustoff)

➤ 3. Gesteinskörnungen

Gesteinskörnungen

- Grundlage aller Baustoffe im forstlichen Wegebau (SoB, Beton, Asphalt, Pflaster)



Gesteinskörnungen

- Arten der Gesteinskörnungen
 - Natürliche Gesteinskörnungen
(Sand, Kies, gebrochenes Festgestein etc.)

Steinbrüche in Nds.:
Harz, Solling, Weserbergland,
Bramsche (Gehn)

>100.000 t/a



Gesteinskörnungen

- Arten der Gesteinskörnungen
 - Industriell hergestellte Gesteinskörnungen
(Stahlwerksschlacke, Schmelzkammergranulat etc.)

NLF: Bis 2014



Gesteinskörnungen

➤ Arten der Gesteinskörnungen

➤ Rezyklierte Gesteinskörnungen

(Gesteinskörnung, die durch die Aufbereitung anorganischen Materials entstanden ist, das zuvor als Baustoff eingesetzt war.)



Gesteinskörnungen

➤ Arten der Gesteinskörnungen

➤ RC-Baustoff

(Rezyklierte Gesteinskörnung
mit Begrenzung des Anteils
einzelner Stoffgruppen.)



Quelle: Baustoff Recycling Bayern

Gesteinskörnungen

Anforderungen:

Es müssen sowohl die **bautechnischen** Anforderungen (TL LW Abschnitt 3.2.2) als auch die **umweltrelevanten** Anforderungen (TL LW Abschnitt 3.2.4) erfüllt werden.

Gesteinskörnungen

Bautechnische Anforderungen (Auszug):

- Korngrößenverteilung
- Gehalt an Feinanteilen
- Anteil gebrochener Oberflächen
- Widerstand gegen Zertrümmerung
- Frostbeanspruchung
- Affinität zwischen groben Gesteinskörnungen und Bitumen

Gesteinskörnungen

Umweltrelevante Anforderungen:

- Die umweltrelevanten Anforderungen dienen dem Schutz des Grundwassers.
- Bei Kontakt mit Niederschlags-, Sicker- oder Grundwasser können insbesondere aus ungebundenen Schichten (SoB) schädliche Bestandteile herausgelöst werden.

Gesteinskörnungen

Umweltrelevante Anforderungen:

➤ TL LW, Abschnitt 3.2.4:

Bei natürlichen Gesteinskörnungen (Sand, Kies, gebrochenes Festgestein) ist die Umweltverträglichkeit grundsätzlich gegeben. Deswegen erübrigen sich weitere Nachweise.

Gesteinskörnungen

Umweltrelevante Anforderungen:

- Sofern keine (bundes-)länderspezifischen Regelungen bestehen, gelten als Anforderungen an das Eluat bzw. den Feststoff die einzuhaltenden Richt- und Grenzwerte nach Anhang D der TL Gestein STB.



Anhang D der TL Gestein STB

Tabelle D.1: Im Rahmen der Erstprüfung und der Güteüberwachung einzuhaltende Richt- und Grenzwerte für das Eluat

Baustoff Kenngröße		HOS- 1	HOS- 2	HS	SWS- 1	SWS- 2	SWS- 3	CUS/ CUG	SKG	SFA	SKA	HMVA- 1	HMVA- 2	GRS	GKOS	RC-1	RC-2	RC-3
pH-Wert ¹⁾	–	9–12	9–12	9–12	10– 13 ³⁾	10– 13 ³⁾	10– 13 ³⁾	6–10	6–9	8–13	8–12	7–13	7–13	5,5– 12	5– 12,5	7– 12,5	7– 12,5	7– 12,5
El. Leitfähigkeit	µS/ cm	1500	1500	1000	1500 ⁴⁾	1500 ⁴⁾	1500 ⁴⁾	700	200	5000	1000	2000	6000	1000	1000	1500 ⁸⁾	2500 ⁸⁾	3000 ⁸⁾
Ammonium-N	mg/L													1 ⁹⁾				
Chlorid	mg/L									50	50	50	250			20	40	150
Sulfat	mg/L	300 ²⁾	800 ²⁾	150 ²⁾						1000	200	200	600			150	300	600
Cyanid (l. fr.)	mg/L											0,02	0,02					
Fluorid	mg/L				0,75 ⁵⁾	2 ⁵⁾	5 ⁵⁾³⁾							3 ⁹⁾				
DOC	mg/L											7)	7)	20 ⁹⁾				
Phenolindex	µg/L													100 ⁹⁾		10	50	100
Arsen	µg/L									100	40	7)	7)	60/– ⁸⁾		10	40	50
Blei	µg/L							100				50	50	200/– ⁹⁾		40	100	100
Cadmium	µg/L									10		5	5	10/– ⁹⁾		2	5	5
Chrom, ges.	µg/L				30	75	100			350		50	50	150/– ⁹⁾	20	30	75	100
Kupfer	µg/L							100				300	300	300/– ⁹⁾		50	150	200
Nickel	µg/L											40	40	150/– ⁹⁾	20	50	100	100
Quecksilber	µg/L										1	1 ⁶⁾	1 ⁶⁾			0,2	1	2
Vanadium	µg/L				50	100	250 ¹⁰⁾											
Zink	µg/L							200				300	300	600/– ⁹⁾		100	300	400

Gesteinskörnungen

Umweltrelevante Anforderungen:

- Im Ländlichen/Forstlichen Wegebau darf als rezyklierte Gesteinskörnung nur die **Klasse RC-1 (~LAGA Z1.1-Eluat)** nach TL Gestein-StB verwendet werden (TL LW, Abschnitt 3.2.4).



Gesteinskörnungen

LAGA M20 – Z1.1 im Eluat / Z1 im Feststoff:

- Verwertung außerhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht.
- Zur Herstellung einer technischen Funktion.
- Obergrenze für den offenen Einbau in technischen Bauwerken.



TL LW 16:

➤ 4. Wegebefestigungen mit **Schichten** **ohne Bindemittel**



Wegebefestigungen mit Schichten ohne Bindemittel

- Tragschichten aus unsortiertem Gestein (TSuG)
- Schichten aus frostunempfindlichen Material (SfM) und Frostschutzschichten (FSS)
- Kies- und Schottertragschichten (KTS und STS)
- Deckschichten ohne Bindemittel (DoB)
- Schotterrasen (SR)

Tragschichten aus unsortiertem Gestein

- Einsatz von geeigneten, regional verfügbaren und damit konstengünstigeren Baustoffgemischen.

Tragschichten aus unsortiertem Gestein

Anforderungen (TL LW 16, Abschnitt 4.2.2):

- Baustoffgemische ohne Anforderung an die Korngrößenverteilung oder die Wasserdurchlässigkeit;
- Gemische aus natürlicher Gesteinskörnung und/oder Böden;
- Die Gesteinskörnungen müssen für den vorgesehenen Zweck ausreichend fest, verdichtbar und tragfähig sein (Feinanteil ≤ 15 M.-%);
- Der Wassergehalt sollte dem für den Einbau und die Verdichtung erforderlichen Wassergehalt entsprechen.

Tragschichten aus unsortiertem Gestein

Beispiel: Lesesteine (regionale Anwendung)



Tragschichten aus Lesesteinen



Tragschichten aus unsortiertem Gestein

Beispiel: gebrochenes Festgestein 0/X



➤ Schichten aus frostunempfindlichen Material und Frostschutzschichten

Anforderungen (TL LW 16, Abschnitt 4.2.3):

- Korngrößenverteilung (0/2 bis 0/63 mm);
- max. Feinanteil < 0,063 mm;
- Überkornanteil;
- Der Wassergehalt sollte dem für den Einbau und die Verdichtung erforderlichen Wassergehalt entsprechen (>90% W_{opt});
- Keine Anforderung an die Wasserdurchlässigkeit.

➤ Schichten aus frostunempfindlichen Material und Frostschutzschichten

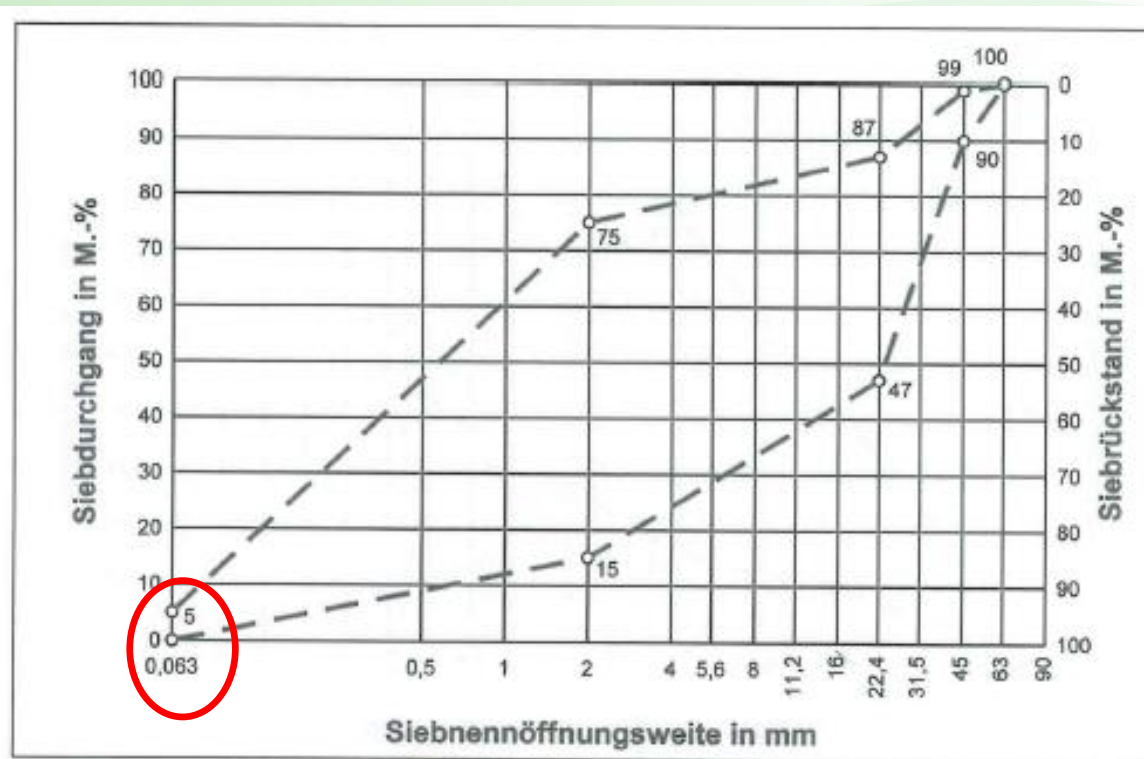


Bild 4.6: Baustoffgemisch 0/45 für Frostschutzschichten

➤ Kies- und Schottertragschichten

Anforderungen (TL LW 16, Abschnitt 4.2.4):

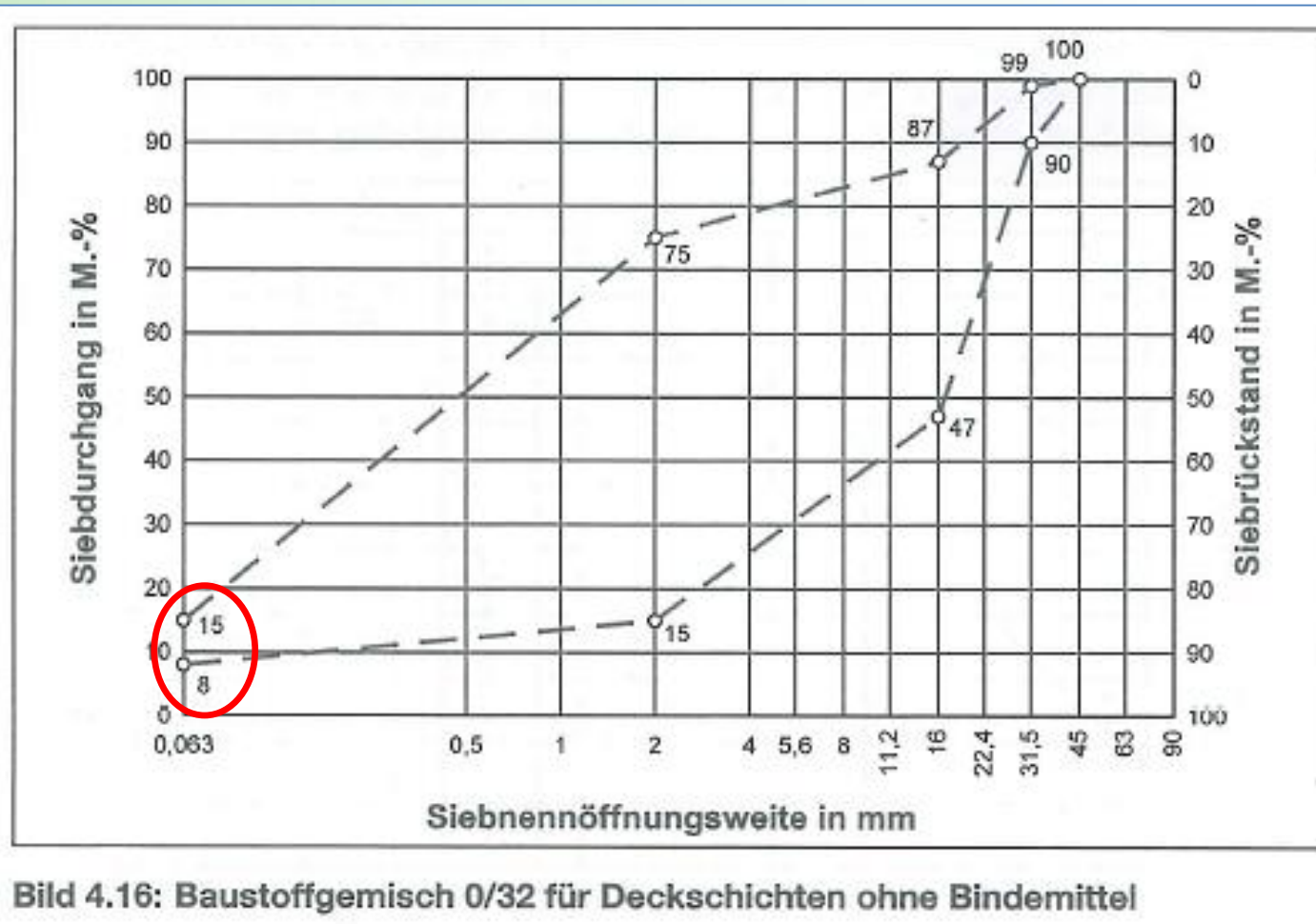
- Korngrößenverteilung (0/32; 0/45 und 0/56 mm);
- max. Feinanteil < 0,063 mm;
- Überkornanteil;
- Der Wassergehalt sollte dem für den Einbau und die Verdichtung erforderlichen Wassergehalt entsprechen (>90% W_{opt});
- Keine Anforderung an die Wasserdurchlässigkeit.

➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Anforderungen (TL LW 16, Abschnitt 4.2.5):

- Korngrößenverteilung (0/8; 0/11; 0/16; 0/22 und 0/32 mm);
- max. und min. Feinanteil < 0,063 mm;
- Überkornanteil;
- Der Wassergehalt sollte dem für den Einbau und die Verdichtung erforderlichen Wassergehalt entsprechen (>90% W_{opt});
- Keine Anforderung an die Wasserdurchlässigkeit.

➤ Deckschichten ohne Bindemittel



➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Beispiele aus den NLF: Forstmischungen

Naturgestein (Kalkstein 0/30) Naturgestein (Diabas 0/22)



➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Beispiele aus den NLF:

Naturgestein (Sandstein 0/45)



Naturgestein
(Heidemischung 0/45)



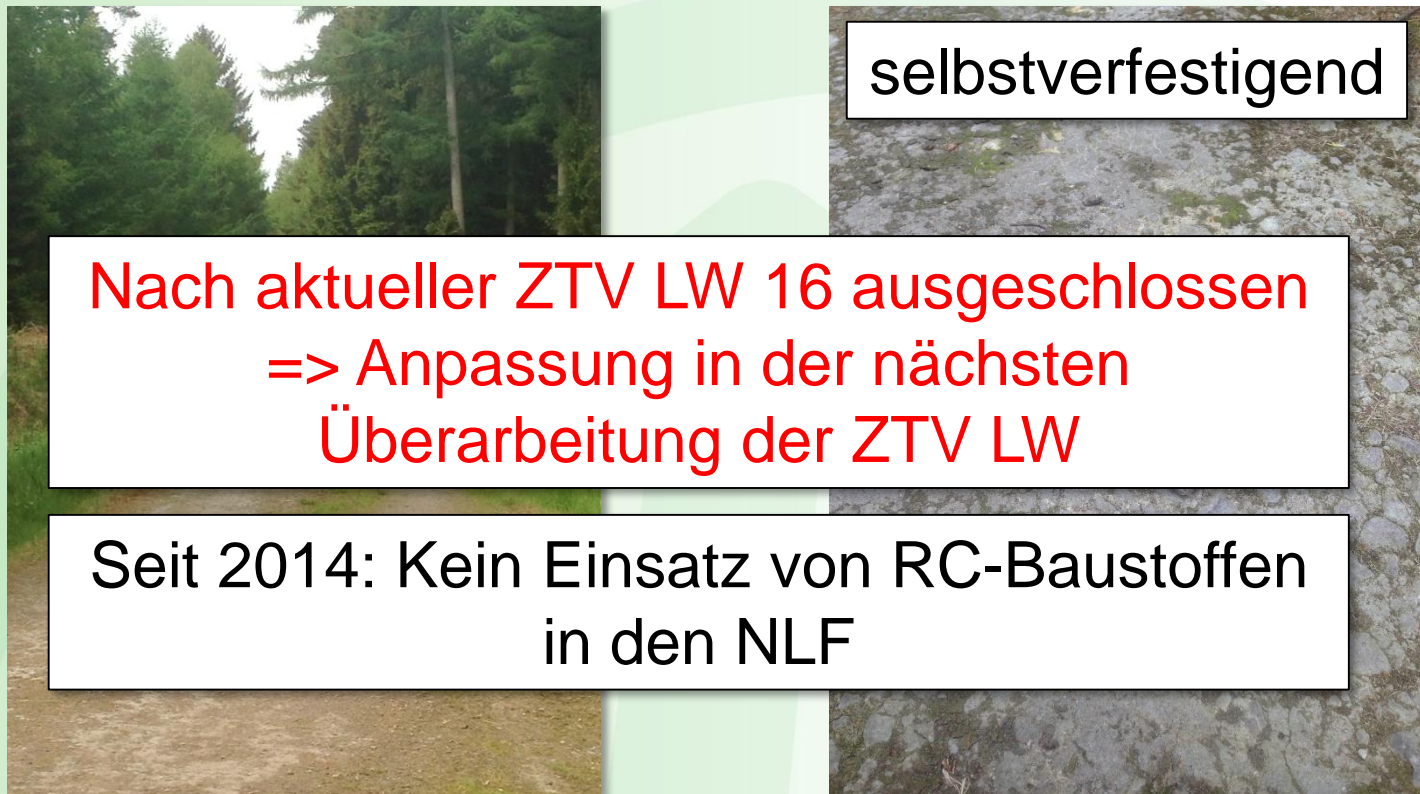
➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Beispiele aus den NLF:
Stahlwerksschlacke (Baselith)



➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Beispiele aus den NLF:
Stahlwerksschlacke (Baselith)



➤ Schotterrassen

Anforderungen (TL LW 16, Abschnitt 4.2.6):

- Gemisch aus Gesteinskörnung und Oberboden;
- Korngrößenverteilung (0/32; 0/45 und 0/56 mm);
- max. Feinanteil < 0,063 mm;
- Überkornanteil;
- Der Wassergehalt sollte dem für den Einbau und die Verdichtung erforderlichen Wassergehalt entsprechen (>90% W_{opt});
- Wasserdurchlässigkeit: $K_{i(10)} > 5 \times 10^{-6}$ m/s.



➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Baustoffkosten am Beispiel einer DoB 0/32 mm:

Forstmischung (o.G.)	FSS / STS (nach TL SoB)
Süd: ~ 5,00 EUR/t	6,50 – 8,00 EUR/t
Mitte: 5,70 – 6,50 EUR/t	10,00 – 11,00 EUR/t
Import*: 15,00 EUR/t	15,00 EUR/t

*z.B.: Glensanda aus Schottland; zzgl. Umschlagkosten

➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Baustoffkosten:

0/X aus dem Steinbruch:	3,00 bis 4,00 EUR/t
0/X im Bodenaustausch:	3,00 bis 4,00 EUR/t
Lesesteine (Direkteinkauf):	1,50 bis 2,50 EUR/t
Lesesteine (Handel):	6,00 bis 8,00 EUR/t
Heidemischung 0/45:	12,50 EUR/t
Stahlwerksschlacke 0/32:	4,00 EUR/t (Stand 2013)

Aus dem Inhalt der TL LW 16:

➤ 5. Wegebefestigungen mit **hydraulischen Bindemitteln und Beton**



Quelle: R. Pickhardt

Wegebefestigungen mit hydraulischen Bindemitteln und Beton

Die ZTV LW und TL LW enthalten Regelungen zu:

- Beton für Fahrbahndecken und Betonspuren
- Verfestigungen mit hydr. Bindemitteln
- Hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT)
- Hydraulisch gebundene Tragdeckschichten (HGTD)



Quelle: R. Pickhardt

Wegebefestigungen mit hydraulischen Bindemitteln und Beton

Anforderungen an den Beton

- Expositionsklasse XF3
 - => *Vermeidung Betonkorrosion infolge Frostangriff*
- Feuchtigkeitsklasse WF
 - => *Vermeidung Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäure Reaktion*
- Mindestdruckfestigkeitsklasse C25/30 (LP)
 - => *Sicherung der Dauerhaftigkeit*
- Biegezugfestigkeitsklasse F 3,5
 - => *Vermeiden von Rissen infolge Belastung*

Aus dem Inhalt der TL LW 16:

➤ 6. Wegebefestigungen mit **Asphalt**



NLF: Projekt Schwarzdecken

10 bis 15 km/a Erneuerung/Instandhaltung

20 km/a Rückbau

Wegebefestigungen mit Asphalt

Die ZTV LW und TL LW enthalten Regelungen zu:

- Asphalttragschichten AC T LW
- Asphaltdeckschichten AC D LW
- **Asphalttragdeckschichten AC TD LW**
- Asphaltspuren AC TDSP LW



Wegebefestigungen mit Asphalt

Anforderungen an die Asphaltarten

- Dichte, flexible Asphaltschicht
- Geringe Hohlraumgehalte
- Bindemittelreiche Asphaltrezepturen
- Weiche Bindemittel
(ausschließlich Straßenbaubitumen 160/220 und 70/100)
- Verwendung von F1 -Gestein nicht zwingend
- Keine Anforderungen an PSV der Gesteine
- Kein Abstumpfen



Rezeptur für Asphaltmischgut

Materialnummer

Mischgutart/-sorte:

Lieferwerk:

Belastungsklasse:

Zugabebindemittelart/-sorte:

Resultierende Bindemittelart/-sorte:

Grundlagen:

Ok193.4I.03.18

324934

AC 16 TD **LW** 25% AG

Oker - Halberstädter Straße 21, 38644 Goslar

ländliche Wege

Straßenbaubitumen 70/100

Straßenbaubitumen 70/100

TL LW 16, TP Asphalt-StB, TL Gestein-StB 04/07, TL Bitumen-StB 07/13

05.03.2018

Zusammenstellung der Lieferkörnungen

Nr.	M.-%	Bezeichnung	Korngruppe	Gewinnungsstätte	Hersteller / Lieferant
M 1	0,7	Gabbro	Füller 0,063	Bad Harzburg	NNG Flechtingen
M 2	11,9	Natursand	Feine Gesteinskörnung 0/2	Sz.-Ringelheim	KBU GmbH & Co.KG., Bisperode
M 3	25,0	Gabbro	Feine Gesteinskörnung 0/2	Bad Harzburg	NNG Flechtingen
M 4	6,4	Gabbro	Grobe Gesteinskörnung 2/5	Bad Harzburg	NNG Flechtingen
M 5	8,0	Gabbro	Grobe Gesteinskörnung 5/8	Bad Harzburg	NNG Flechtingen
M 6	8,0	Gabbro	Grobe Gesteinskörnung 8/11	Bad Harzburg	NNG Flechtingen
M 7	15,0	Gabbro	Grobe Gesteinskörnung 11/16	Bad Harzburg	NNG Flechtingen
Asphaltgranulat					
G 1	25,0	Asphaltgranulat 0/11 (08.17-1) (Oker)			

Anteile der Gesteinskörnungen		Istwert	Sollwert	
			min	max
Füller	M.-%	8,0	6,0	11,0
feine Gesteinskörnung	M.-%	39,0		
grobe Gesteinskörnung > 2 mm	M.-%	53,0	50,0	70,0
Größtkorn	M.-%	15,0	10,0	20,0
Überkorn	M.-%	1,1		10,0
Kornanteil < 0,125 mm	M.-%	11,4	8,0	20,0

Bindemittel / Zusätze

Straßenbaubitumen 70/100		Mischgut- zusammensetzung	Sollwert	
			min	max
Mindestbindemittelgehalt nach TL	M.-%		5,4	
berechneter Mindestbindemittelgehalt nach TL	M.-%	5,0		
Wahl des Bindemittelgehaltes	M.-%	5,4		
Bindemittel (Ausgangsbindemittel)	Masse-%	3,9		
Bindemittel aus Asphaltgranulat	Masse-%	1,5		
Gesamt-Bindemittelgehalt (auf Mineralgemisch)	Gew.-T	5,71		
EP RuK Bitumen (Ausgangsbindemittel)	°C	47,0	43,0	51,0
EP RuK Bitumen aus Asphaltgranulat	°C	61,2		70,0
resultierender Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	50,8	43,0	51,0

Wegebefestigungen mit Asphalt

Baustoff für Bankette

- Siehe Schichten
ohne Bindemittel
(Deckschicht)



Aus dem Inhalt der TL LW 16:

➤ 7. Wegebefestigungen mit
Pflastersteinen und Spurwegplatten



Wegebefestigungen mit Pflastersteinen und Spurwegplatten

Die ZTV LW und TL LW enthalten Regelungen zu:

- Bettungs- und Fugenmaterial
- Pflastersteine aus Naturstein und Beton
- Pflasterziegel und Pflasterklinker
- Rasenverbundsteine
- Spurwegplatten aus Beton
- Bordsteinen aus Naturstein und Beton



Quelle: GD Flurneuordnung Freiburg

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

KWF-Thementage 26. und 27.06.2019

Walderschließung heute - Neue Wege zur Logistik

Wald in guten Händen.