

# Baustoffe für den forstlichen Wegebau

Erfahrungen aus den  
Niedersächsischen Landesforsten

**KWF-Thementage 26. und 27.06.2019**

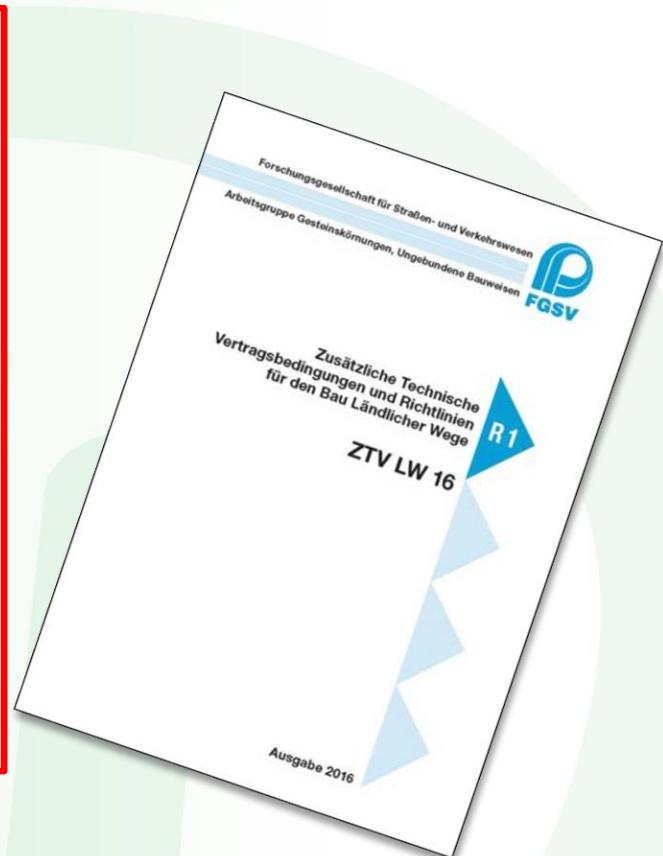
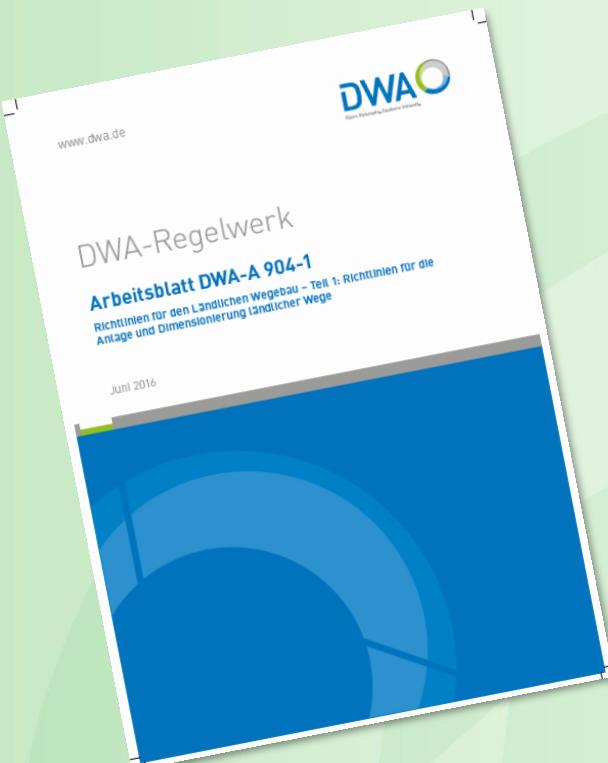
Walderschließung heute - Neue Wege zur Logistik

**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



Quelle: View Fotocommunity

# 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

## 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.

Technische Lieferbedingungen  
für Gesteinskörnungen im Straßenbau

R1

TL Gestein-StB 04

# Anhang D der TL Gestein STB

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

Baustoff	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	
Kenngroße																		
pH-Wert <sup>1)</sup>	-	9–12	9–12	9–12	10–13 <sup>3)</sup>	10–13 <sup>3)</sup>	10–13 <sup>3)</sup>	6–10	6–9	8–12	8–13	7–13	7–13	5,5–12	5–12,5	7–12,5	7–12,5	
El. Leitfähigkeit	µS/cm	1500	1500	1000	1500 <sup>4)</sup>	1500 <sup>4)</sup>	1500 <sup>4)</sup>	700	200	5000	1000	2000	6000	1000	1000	1500 <sup>8)</sup>	2500 <sup>8)</sup>	3000 <sup>8)</sup>
Ammonium-N	mg/L														1 <sup>9)</sup>			
Chlorid	mg/L									50	50	50	250			20	40	150
Sulfat	mg/L	300 <sup>2)</sup>	800 <sup>2)</sup>	150 <sup>2)</sup>						1000	200	200	600			150	300	600
Cyanid (l. fr.)	mg/L											0,02	0,02					
Fluorid	mg/L			0,75 <sup>5)</sup>	2 <sup>5)</sup>	5 <sup>5)</sup> <sup>3)</sup>									3 <sup>9)</sup>			
DOC	mg/L											7)	7)	20 <sup>9)</sup>				
Phenolindex	µg/L													100 <sup>9)</sup>		10	50	100
Arsen	µg/L								100	40	7)	7)	60 <sup>–8)</sup>			10	40	50
Blei	µg/L						100				50	50	200 <sup>–9)</sup>			40	100	100
Cadmium	µg/L								10		5	5	10 <sup>–9)</sup>			2	5	5
Chrom, ges.	µg/L			30	75	100			350		50	50	150 <sup>–9)</sup>	20	30	75	100	
Kupfer	µg/L						100				300	300	300 <sup>–9)</sup>			50	150	200
Nickel	µg/L										40	40	150 <sup>–9)</sup>	20	50	100	100	
Quecksilber	µg/L									1	1 <sup>6)</sup>	1 <sup>6)</sup>				0,2	1	2
Vanadium	µg/L			50	100	250 <sup>10)</sup>												
Zink	µg/L						200				300	300	600 <sup>–9)</sup>		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  $\leq 15$  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

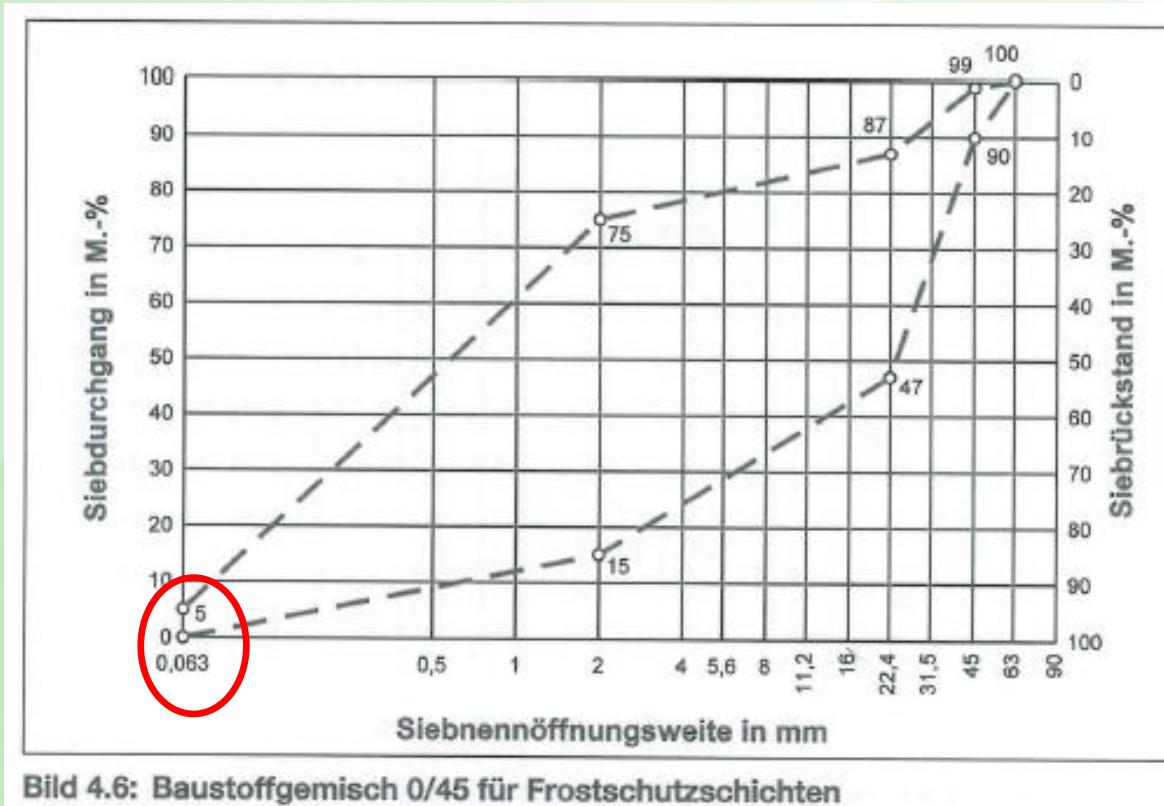


Bild 4.6: Baustoffgemisch 0/45 für Frostschutzschichten

## ➤ 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

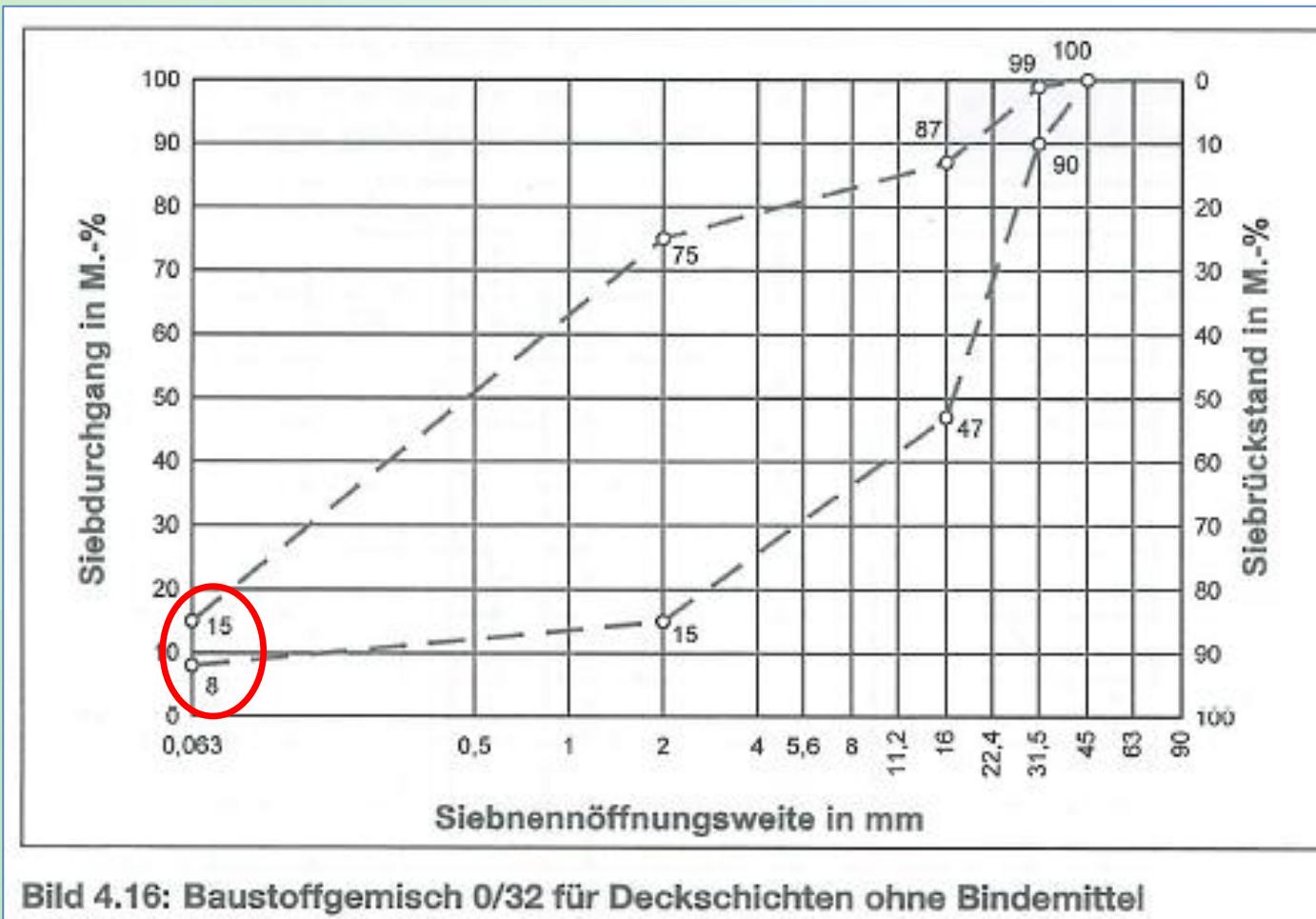


Bild 4.16: Baustoffgemisch 0/32 für Deckschichten ohne Bindemittel

# ➤ 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 (Basolith)



## ➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Beispiele aus den NLF:  
Stahlwerksschlacke (Basolith)



selbstverfestigend

Nach aktueller ZTV LW 16 ausgeschlossen  
=> Anpassung in der nächsten  
Überarbeitung der ZTV LW

Seit 2014: Kein Einsatz von RC-Baustoffen  
in den NLF

## ➤ Schotterrasen

### 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:  $K_{i(10)} > 5 \times 10^{-6} \text{ m/s.}$



## ➤ Deckschichten ohne Bindemittel

Baustoffkosten am Beispiel einer DoB 0/32 mm:

Forstmischung (o.G.)

Süd: ~ 5,00 EUR/t

Mitte: 5,70 – 6,50 EUR/t

Import\*: 15,00 EUR/t

FSS / STS (nach TL SoB)

6,50 – 8,00 EUR/t

10,00 – 11,00 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**



# 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 Asphaltsschicht
- 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:

Ok193.4I.03.18

324934

AC 16 TD LW 25% AG

05.03.2018

Oker - Halberstädter Straße 21, 38644 Goslar

ländliche Wege

Straßenbaubitumen 70/100

Straßenbaubitumen 70/100

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

## 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
feine Gesteinskörnung	M.-%	39,0	11,0
grobe Gesteinskörnung > 2 mm	M.-%	53,0	50,0
Größtkorn	M.-%	15,0	70,0
Überkorn	M.-%	1,1	20,0
Kornanteil < 0,125 mm	M.-%	11,4	10,0
		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
EP RuK Bitumen aus Asphaltgranulat	°C	61,2	51,0
resultierender Erweichungspunkt Ring und Kugel	°C	50,8	70,0
		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



Niedersächsische  
Landesforsten

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

**KWF-Thementage 26. und 27.06.2019**

Walderschließung heute - Neue Wege zur Logistik

**Wald in guten Händen.**