

# Frostsicherung und Tragfähigkeit

---

**Thomas Plehm**

# Gliederung

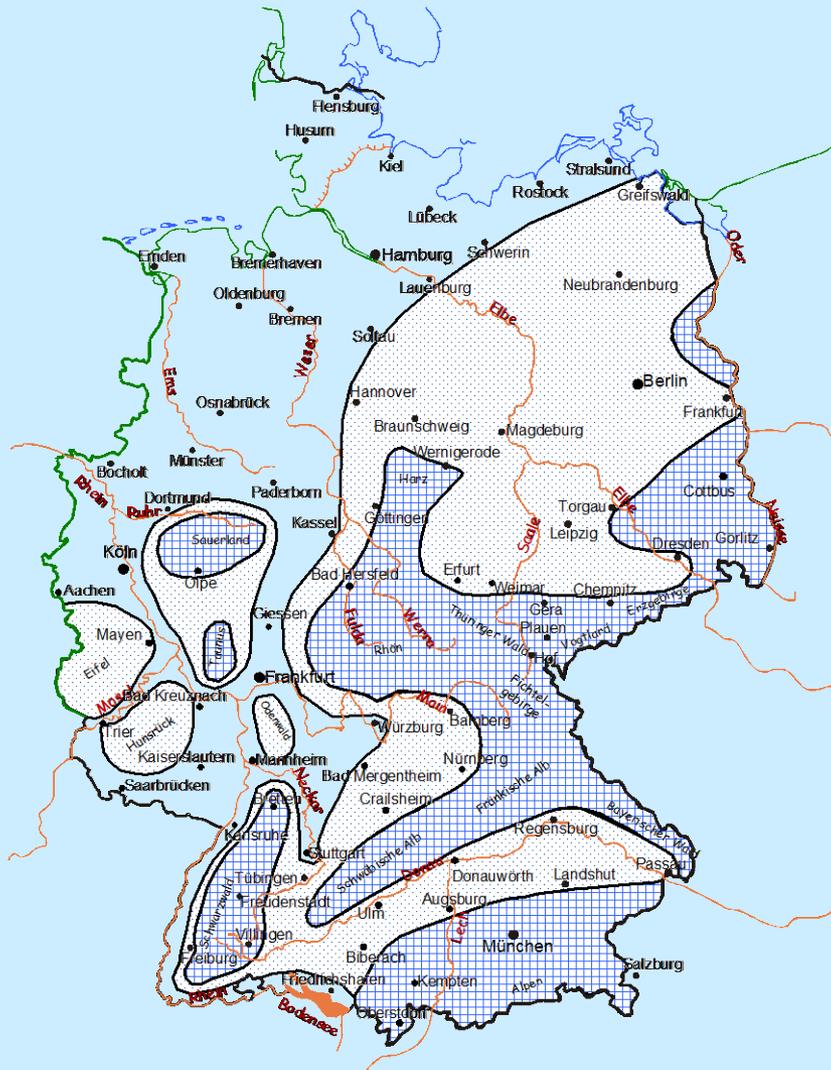
## 1. Frostsicherung

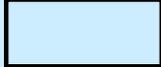
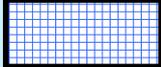
- Frostzonenkarte auf statistischer Grundlage
- Mehr- oder Minderdicken für frostsicheren Oberbau
- Bauweisen auf F1 – Boden

## 2. Tragfähigkeit

- auf ungebundener Tragschichten
- vor Erneuerung von Fahrbahnen

# Frostzonenkarte aus RStO 01- Winter 62/63



-  Frosteinwirkungszone I
-  Frosteinwirkungszone II
-  Frosteinwirkungszone III

Grenzen 490 / 580 °C·d



Einführungskolloquium RStO 12  
25. April 2013 in Köln

Dipl.-Ing. Thomas Plehm  
Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg,  
Hoppegarten

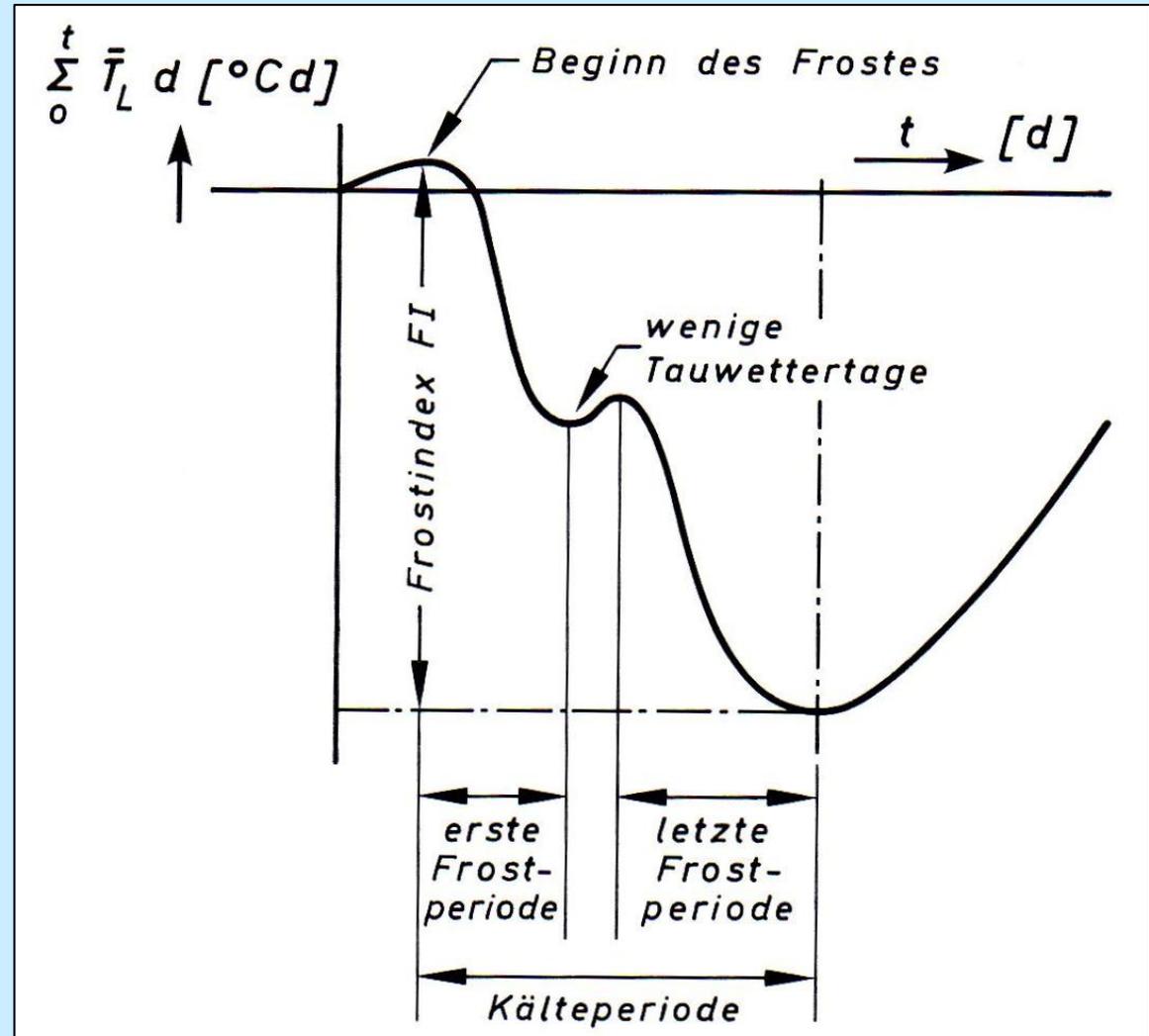
## Frostindex FI

ist ein Maß für die Strenge einer Frost- bzw. Kälteperiode  
- korreliert mit Frosteindringtiefe

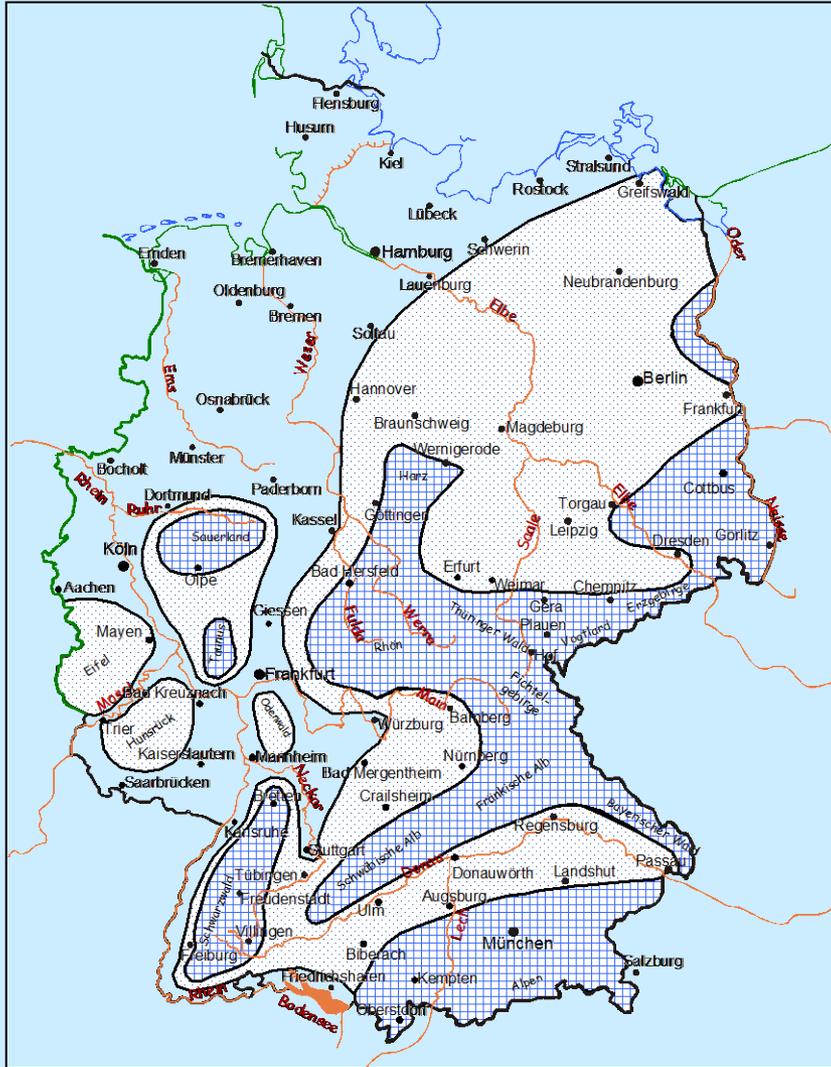
## Ermittlung

Aufsummierung der Tagesmitteltemperaturen einer oder mehrerer Frostperioden

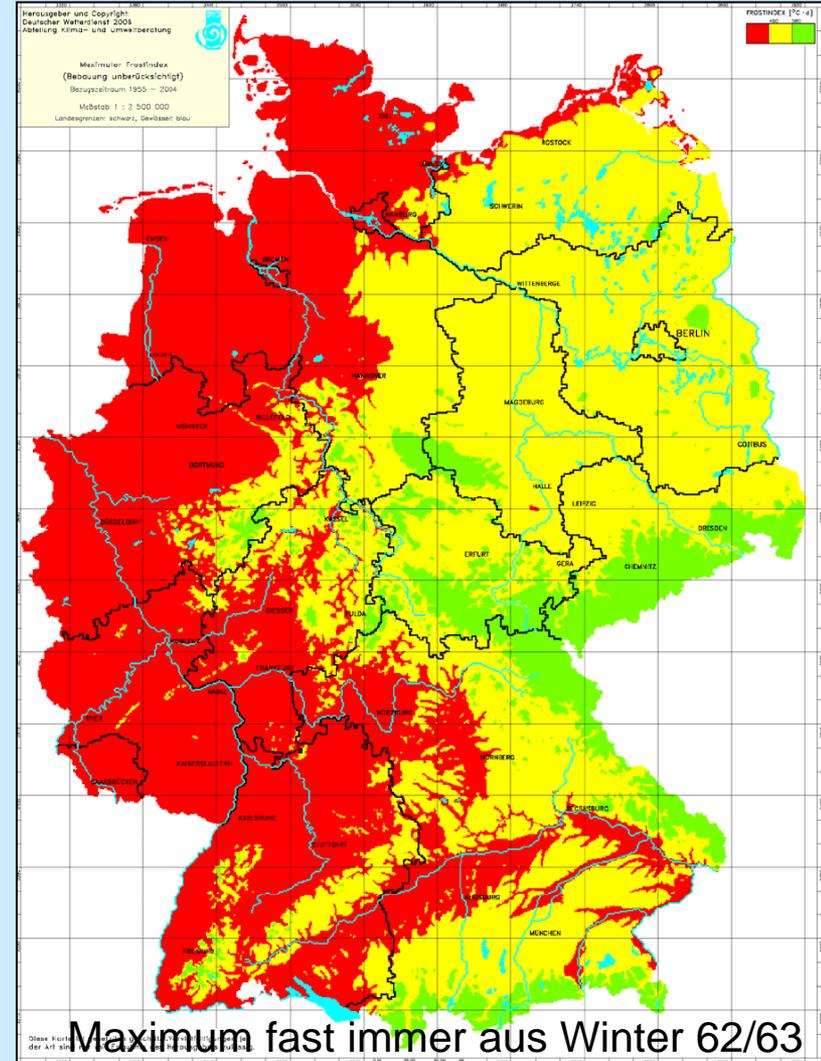
( $T > 0\text{ °C}$  nur an zwei aufeinanderfolgenden Tagen)

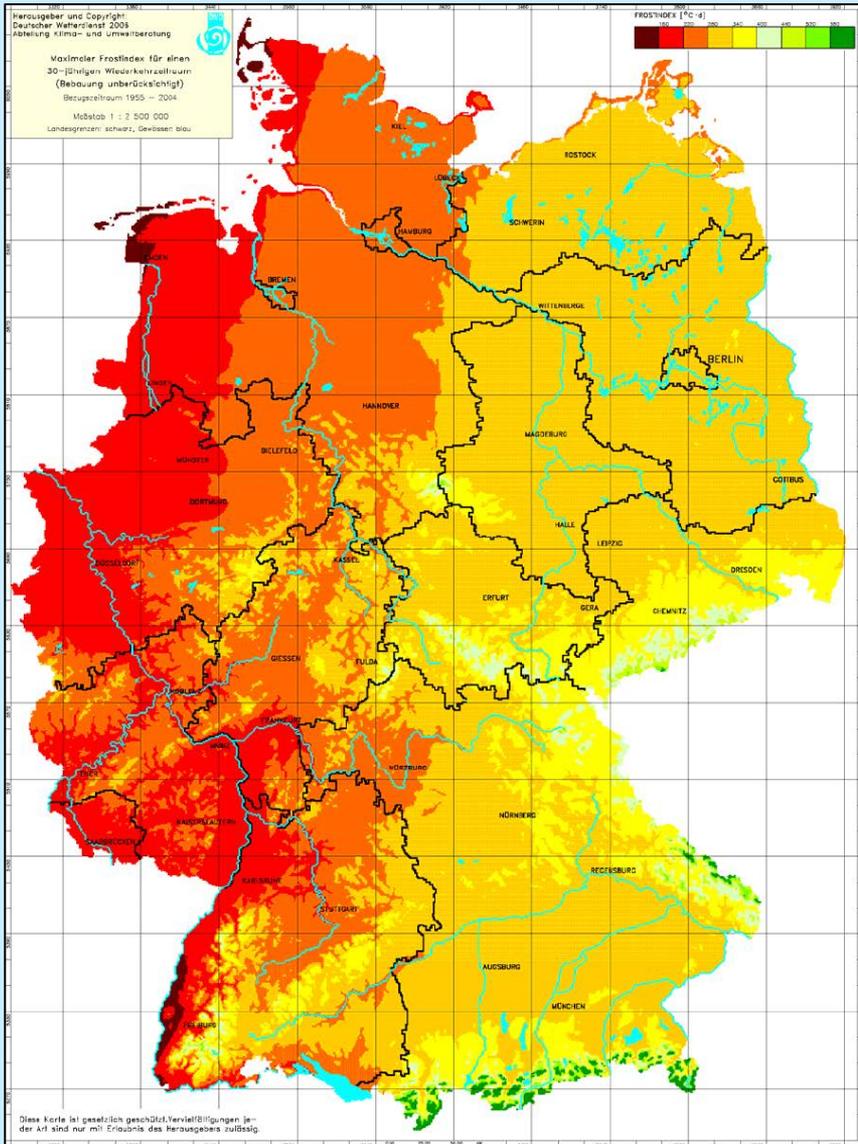


Frostzonenkarte aus RStO 01- Winter 62/63



Frostzonenkarte aus Max. von 1955-2004





Karte der 30-jährige  
 Wiederkehrwerte der  
 max. Frostindizes  
 (aus Forschungsarbeit des DWD)

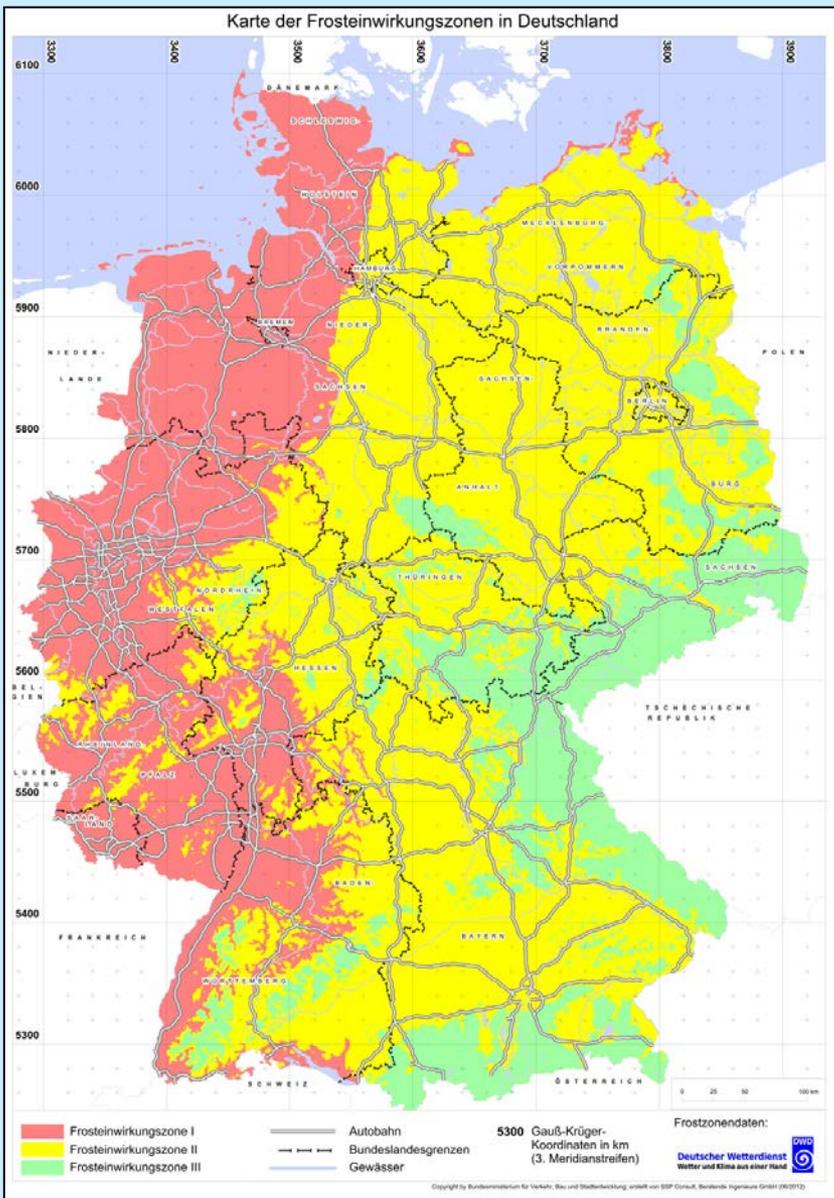
## Datenbasis

221 Wetterstationen

Zeitraum 1955/1956 bis 2004/2005

## Darstellung

Raster 1 km x 1 km  
 ohne Bebauungseinfluss



## Frosteinwirkungszonen RStO 12

Vorgaben:

- Dreiteilung erhalten
- Verhältnis der Zonenflächen ähnlich zur bisherigen Karte
- 60% der Frosteindringtiefe in der Zone muss den Ausgangswerten des frostsicheren Oberbaus entsprechen

Frostzone	Grenzwert für Frostzonen [°C · d]
I	< 250
II	≥ 250 bis 330
III	≥ 330

[www.bast.de](http://www.bast.de)

→ Publikationen

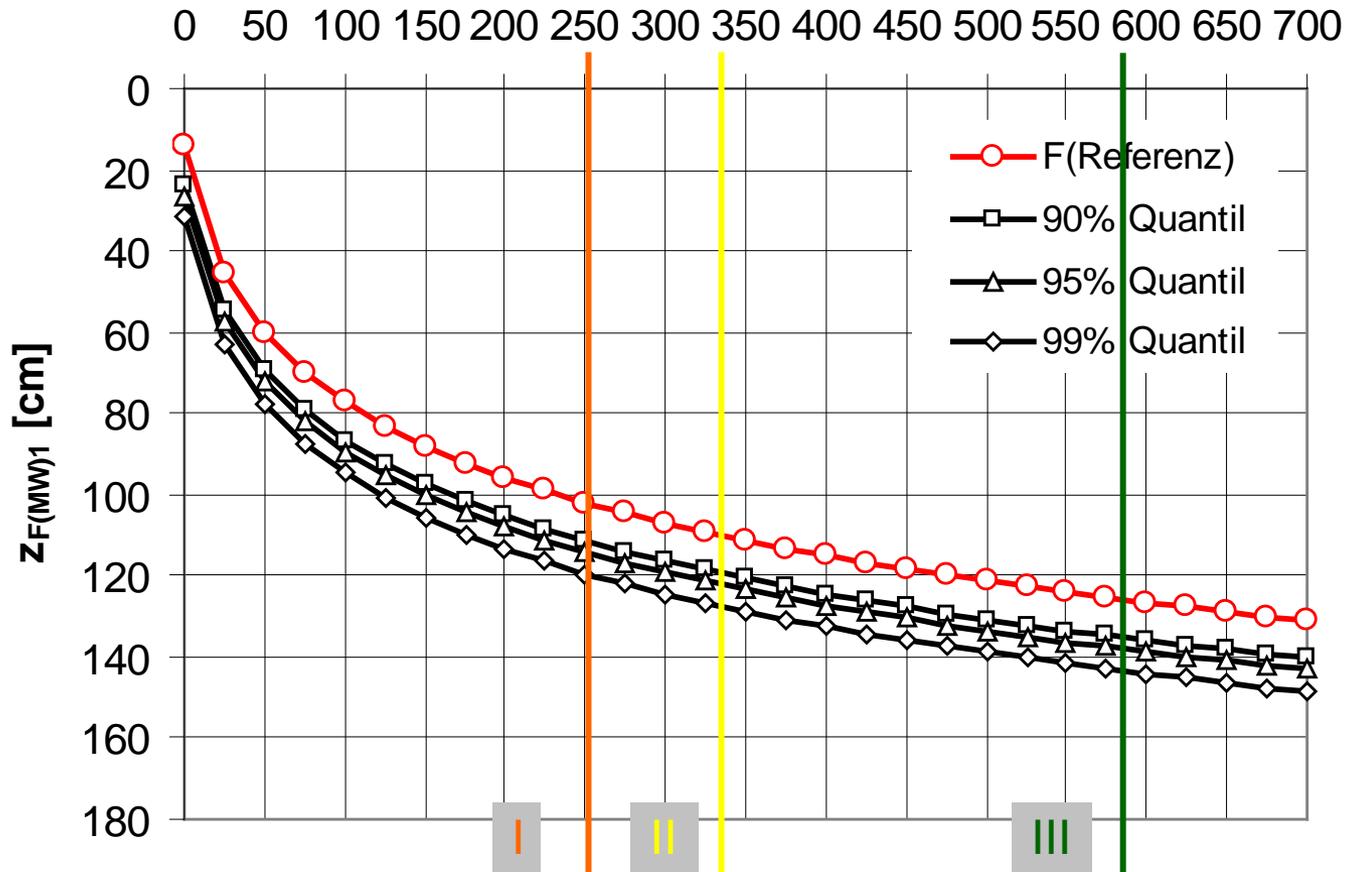
→ Regelwerke zum Download

[www.fgsv-verlag.de](http://www.fgsv-verlag.de)

→ RStO 12

→ Karte der Frosteinwirkungszonen

$FI_{(T_L)} [^\circ Cd]$



Referenzaufbau

18 cm Asphalt

57 cm ToB

Untergrund F3-Boden

aus Forschungsarbeit TU Dresden: „Überprüfung und Bewertung der Frostdimensionierung nach den RStO“

# Ermittlung der Dicke des frostsicheren Oberbaus

Ausgangswerte in Tabelle 6 unverändert:

Frostempfindlichkeits- klasse	Dicke in cm bei Belastungsklasse		
	Bk100 bis Bk10	Bk3,2 bis Bk1,0	Bk0,3
F2	55	50	40
F3	65	60	50

Mehr- oder Minderdicken in Tabelle 7 verändert:

- Begriff der „ungünstigen Wasserverhältnisse“ war nicht mehr definiert
- „geschlossenen Ortslage“ immer Zusatzbedingung nicht immer logisch

**Tabelle 7: Mehr- oder Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse**

Frosteinwirkung	Zone I	0 cm
	Zone II	+ 5 cm
	Zone III	+ 15 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede	ungünstige Klimaeinflüsse z.B. durch Nordhang oder in Kammlagen von Gebirgen	+ 5 cm
	keine besonderen Klimaeinflüsse	0 cm
	günstige Klimaeinflüsse bei geschlossener seitlicher Bebauung entlang der Straße	- 5 cm
Wasserverhältnisse im Untergrund	kein Grund- und Schichtenwasser bis in eine Tiefe von 1,5 m unter Planum	0 cm
	Grund- oder Schichtenwasser dauernd oder zeitweise höher als 1,5 m unter Planum	+ 5 cm
Lage der Gradiente	Einschnitt, Anschnitt	+ 5 cm
	Geländehöhe bis Damm $\leq 2,0$ m	0 cm
	Damm $> 2,0$ m	- 5 cm
Entwässerung der Fahrbahn / Ausführung der Randbereiche	Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen	0 cm
	Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen	- 5 cm

# Bauweisen auf F1-Böden

## F1 – Boden

### nicht gleichwertig mit frostunempfindlichem Material oder Frostschutzschichtmaterial

- mehr Feinkorn möglich (im Höchstfall bis zu 15 M.-%)
- nicht güteüberwacht
- unterliegt natürlichen Schwankungen anstehender Böden

Kriterien:  
Anteil  $\leq 0,063$  mm  
und  
Ungleichförmigkeitszahl

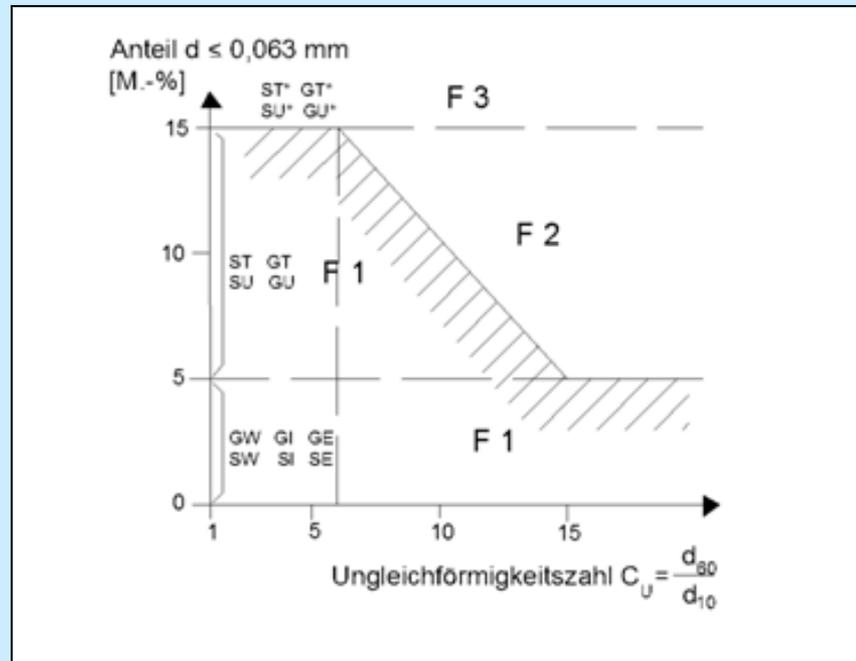


Bild 2 aus ZTVE-StB

# Bauweisen auf F1-Böden

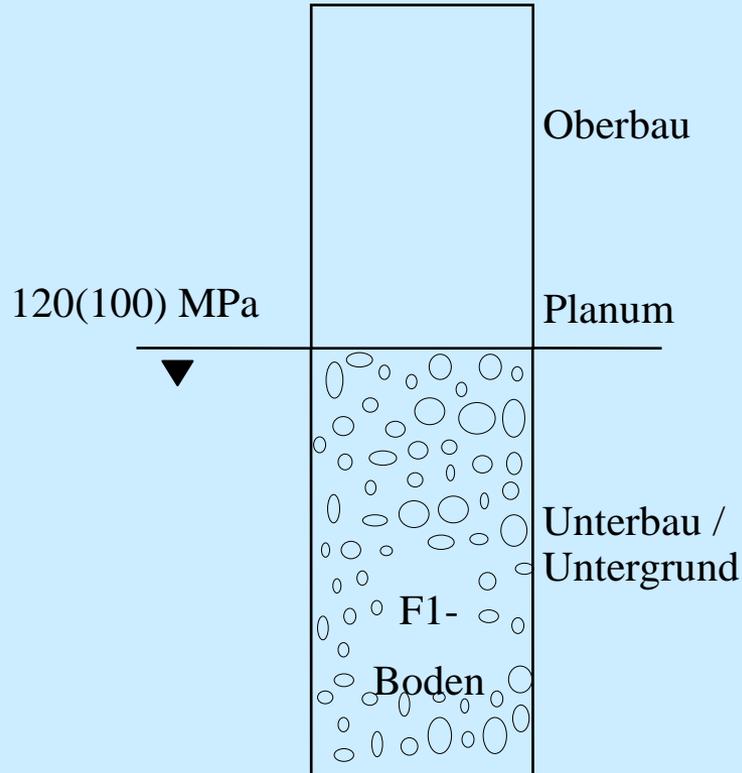
## Unter dem F1 – Boden keine „Planumsebene“

- keine „Planumsneigung“ zur darunter liegenden Schicht,
- seitlicher Wasserzufluss möglich,
- keine Planumsentwässerung (Wassersäcke möglich)

**Mächtigkeit des F1-Bodens muss größer sein als die zu erwartende Frosteindringtiefe**

Frosteinwirkungszone	maximal zu erwartende Frosteindringtiefe (volle Frostsicherung)
I	1,2 m
II	1,3 m
III	1,5 m

# Bauweisen auf F1-Böden



## Mächtigkeit/Dicke:

- größer als max. Frosteindringtiefe (1,2 bis 1,5 m)

## Verdichtungsgrad:

- wie Frostschutzschicht ( $\geq 100\%$ , 103% bei GW, GI)
- Bereich unter Planum bis 0,5 m bei Einschnitten, bis 1,0 m bei Dämmen

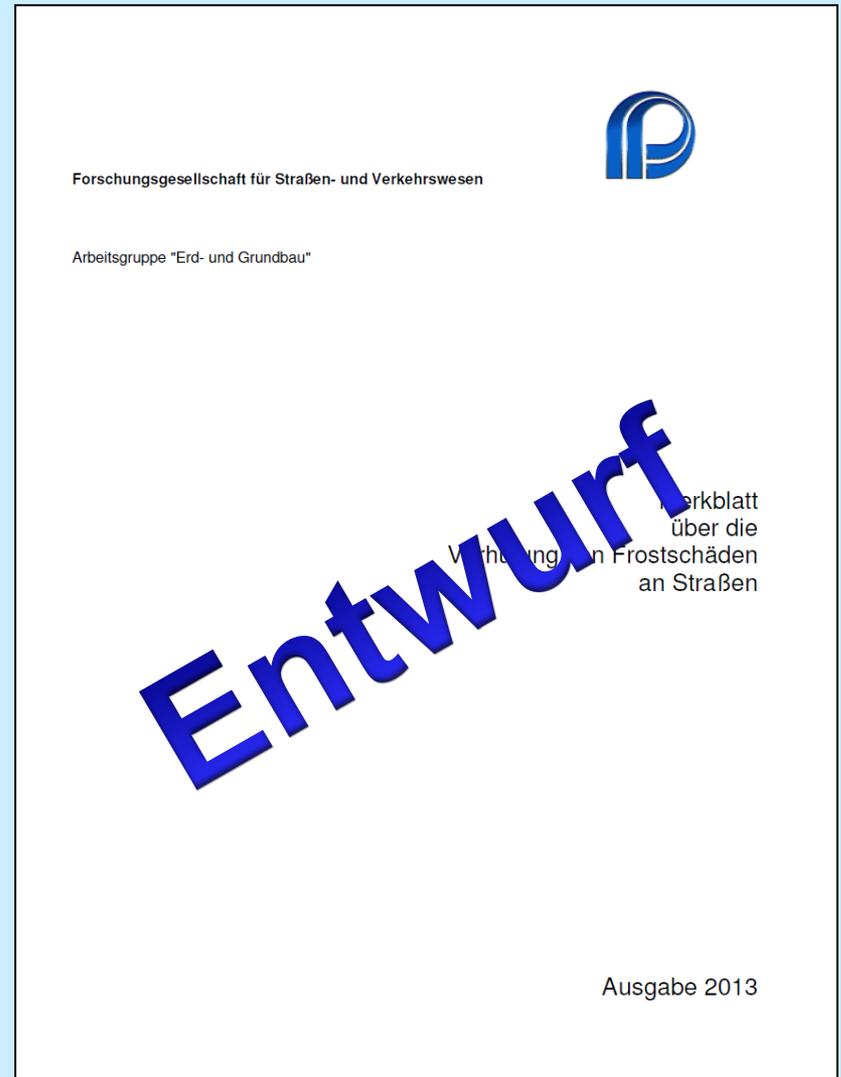
## Verformungsmodul auf dem F1-Boden :

$\geq 120$  MPa oder

- Verfestigung nach ZTV Beton oder
- ToB in einer Dicke nach Tabelle 8 oder
- Bauweise Tafel 1, Zeile 5 (bzw. Tafel 2, Zeile 3.1 oder Tafel 3, Zeile 3)

# Merkblatt über die Verhütung von Frostschäden an Straßen

Ausgabe 2013



# Dimensionierungskriterien für Tragschichten ohne Bindemittel

## Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus

- ✓ Belastungsklasse
- ✓ Frostempfindlichkeitsklasse
- ✓ Frosteinwirkungszone (A)
- ✓ Kleinräumige Klimaeinflüsse (B)
- ✓ Wasserverhältnisse (C)
- ✓ Gradientenlage (D)
- ✓ Entwässerung/Randbereiche (E)

## Tragfähigkeitsanforderungen auf den Schichten ohne Bindemitteln

- ✓ Geforderter  $E_{v2}$  – Wert auf Oberfläche
- ✓ Vorhandener  $E_{v2}$ -Wert auf Unterlage
- ✓ Materialart der ToB
- ✓ Dicke der ToB

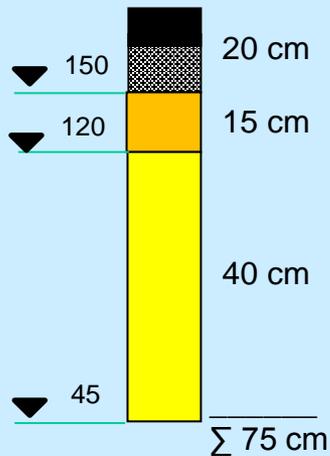
Tabelle 8 neu überarbeitet:

E <sub>v2</sub> -Wert [MPa] auf Oberfläche SoB		≥ 80	≥ 100	≥ 120	≥ 150	≥ 100	≥ 120	≥ 150	≥ 120	≥ 150	≥ 180	≥ 150	≥ 180
		↑				↑			↑			↑	
Art des Tragschichtmaterials	STS [cm]	15*	15*	25	35**	-	20	25	15*	20	30	15*	20
	KTS [cm]	15*	15*	30	50**	-	25	35	20	30	X	20	X
	FSS [cm] aus überwiegend gebrochenem Material	15*	20	30	X	15*	25	X	X	X	X	X	X
	FSS [cm] aus überwiegend ungebrochenem Material	20	25	35	X	-	-	X	X	X	X	X	X
		↑				↑			↑			↑	
E <sub>v2</sub> -Wert [MPa]		45				80			100			120	
Unterlage		Planum						Frostschutzschicht					

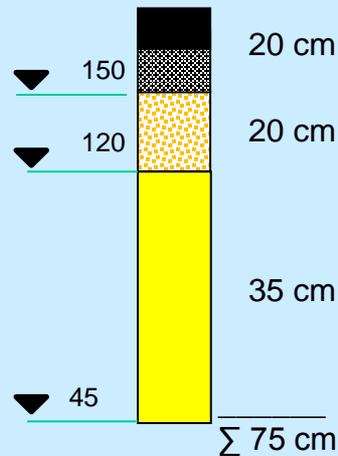
15\* technologische Mindestdicke mit 0/45

\*\* bei örtlicher Bewehrung auch geringere Dicke möglich

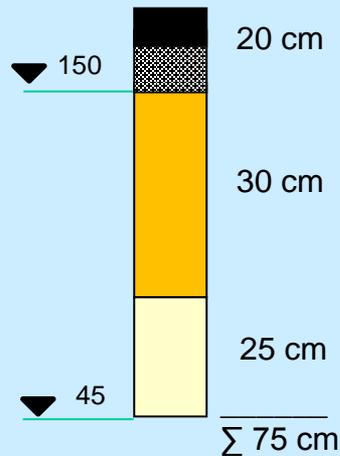
Zeile 3



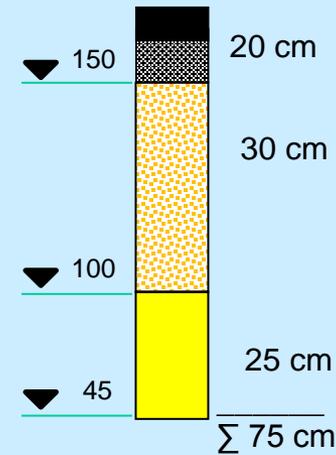
Zeile 4



Zeile 5



nach Tabelle 8



### mögliche Varianten BK3,2 der RStO, Tafel 1

notwendige Dicke des frostsicheren Oberbaues 75 cm

F3 Boden

Frosteiwirkungszone II

keine besonderen Klimaeinflüsse

ungünstige Wasserverhältnisse

Einschnitt/Anschnitt

Entwässerung über Bankett und Mulden

+ 60 cm

+ 5 cm

-----

+ 5 cm

+ 5 cm

-----

Asphaltdecke

Asphalt-TS

STS

KTS

FSS (ungebr.)

SfM (nat. Gest.)

# Tragfähigkeitsmessungen an vorhandenen Befestigungen

- zur Ermittlung nicht erkennbarer Schwachstellen
- zur Festlegung von homogenen Abschnitten gleicher Tragfähigkeit (AP FGSV 431)

Bei entsprechenden Erfahrungen:

Aussagen zur erforderlichen Schichtdicke für die Erneuerung möglich (AP FGSV 433)

aber keine Aussagen zu Alterung und Lebensdauer

# Tragfähigkeitsmessverfahren auf Fahrbahnoberfläche



Benkelman-Balken

FWD



# Tragfähigkeitsmessverfahren auf ungebundenen Schichten



Plattendruckversuch  
mit Verlängerung

FWD mit Zusatzelement



# Tafel 5: Erneuerung in Asphaltbauweise auf vorhandener Befestigung

(Dickenangaben in cm)

Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
B [Mio]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
Asphaltdecke Asphalttragschicht als Ausgleichschicht  vorhandene Befestigung	Einzelfallbetrachtung						

6) auch Tragdeckschicht möglich

- keine Unterscheidung mehr in zwei Erneuerungsklassen
- nur für ≤ BK3,2 anzuwenden
- > Bk3,2 mit Einzelfallbetrachtungen bei strukturellen Schädigungen



*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*

17/02/2010