

Fugen in Betonfahrbahndecken

Prof. Dr.-Ing. Rolf Breitenbücher

Prof. Dr.-Ing. Martin Radenberg

Ruhr-Universität Bochum

Lehrstuhl für Baustofftechnik

Lehrstuhl für Verkehrswegebau

Unbewehrte Betonfahrbahndecken

Endlos-Platte:

- ⇒ **Zwangsspannungen** ⇒ **Rissbildung**
- ⇒ **Vermeidung „wilder Risse“**



Fugenschnitt in unbewehrten Betonfahrbahndecken

⇒ Scheinfuge zur gezielten Lokalisierung der Risse

⇒ Fugenabstand: i.d.R.: 5,0 m



Fugenabdichtung

Eintritt von Wasser (incl. gelöster Salze) verhindern, u.a. wegen

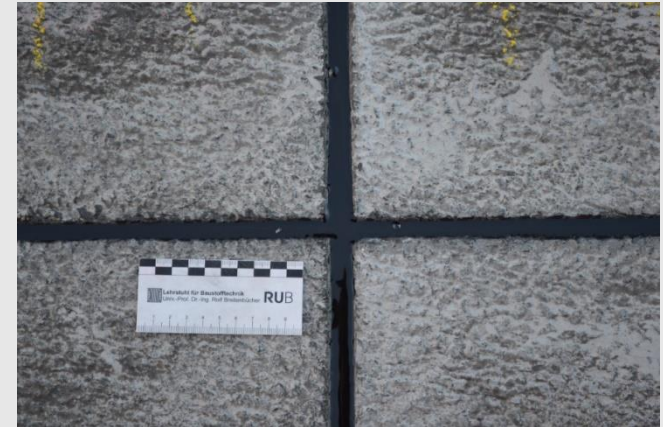
- a) z.B. verstärkter Alkalizufuhr im Fugenbereich (AKR)**
- b) Ausspülung von Feinstteilen im Unterbau (Pumpeffekte, Eckabbrüche)**



Abdichtungsarten

Abdichtungsarten

- Heißverguss
 - Typ N1
 - Typ N2
- Kaltverguss
- Fugenprofile



Regelwerke und Anforderungen für Fugenfüllsysteme

ZTV Fug-StB

TL Fug-StB

TP Fug-StB

EN 14188

Anforderungen

- Haftvermögen
- Dichtheit
- Reißfestigkeit
- Dauerhaftigkeit

Prüfungen an heiß verarbeiteten Fugenmassen (TP Fug-StB, EN 14188-1)

- Erweichungspunkt RuK
- Konuspenetration
- Elastisches Rückstellvermögen
- Fließlänge
- Kaltsprödigkeit
- Dehn- und Haftvermögen (0°C/ -20°C)
- ...

Dauerhaftigkeit von Fugenabdichtungen

- Fugen sind wartungsintensive Teile einer Betonfahrbahndecke
- Regelmäßige Inspektionen
- Erneuerung der Fugen nach etwa 5 ... 10 Jahren



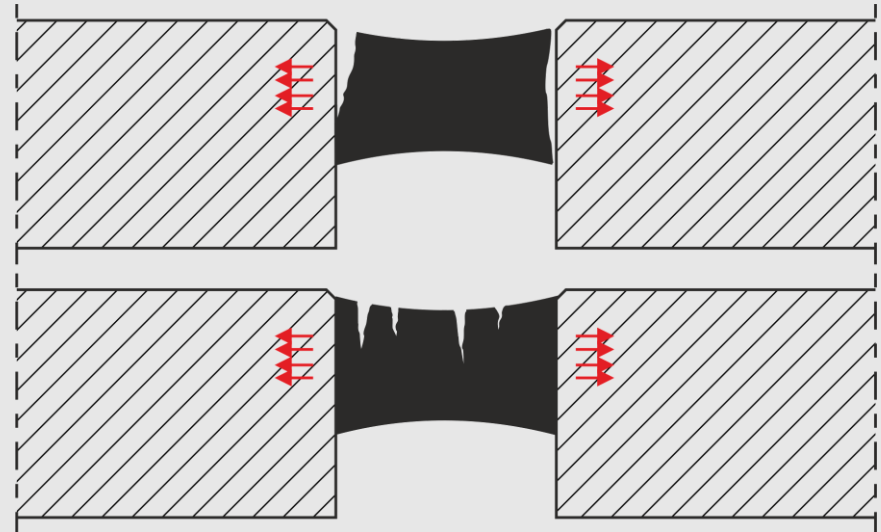
In letzter Zeit: Frühzeitige Probleme mit Heißverguss-Fugen

Mängel an Fugenabdichtungen in Betonfahrbahndecken

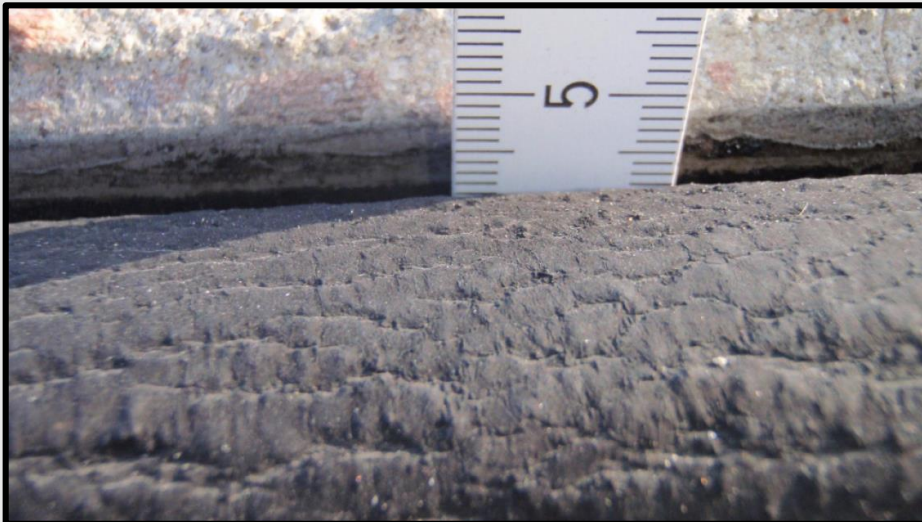
- Ablösen von den Fugenflanken
- Reißen des Fugenfüllstoffes

Charakteristisch für diese Schäden

- heiß verarbeitete Fugenmassen
- sowohl Scheinfugen als auch Raumfugen
- auch nahezu unbelastete Bereiche
- über ganze Lose hinweg
- sowohl bei Fugenerneuerung als auch bei Neubau
- Schäden oft nach 1 bis 3 Jahren zu beobachten
- nachgebesserte Fugen zeigen oft gleiche Schadensbilder



Schäden an Fugenabdichtungen (mit Heissverguss)



Potenzielle Ursachen

- Modifikationen in den Ausgangsstoffen/ Zusammensetzungen der Fugenmassen und/ oder der Voranstrichmittel
 - Veränderungen der Fugenschneidtechnik
 - Veränderungen der Betonzusammensetzung
 - Veränderte Bauausführung
 - Andere Oberflächentextur
-
- Gesamtsystem „Fuge“ (Fugenflanken, Voranstrich, Fugenmasse) bislang nicht allumfassend geregelt
 - Fugenfüllstoffe und Voranstrichmittel werden jeweils separat überprüft (ZTV Fug-StB, TL Fug-StB, EN 14188)
 - Nicht alle Einwirkungen auf ein Fugenfüllsystem werden realitätsnah erfasst

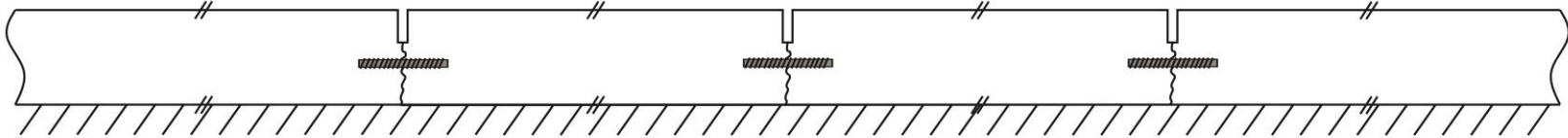


Aktuelle Forschungen

- **In letzten Jahren bereits einschlägige Forschungsarbeiten zum Alterungsverhalten von Fugendichtstoffen (BAM, Berlin)**
- **Ursachenfindung für derzeitige Probleme mit heiß vergossenen Fugendichtstoffen (Ruhr-Universität Bochum)**
- **Entwicklung eines Prüfverfahrens zur ganzheitlichen Bewertung der Dauerhaftigkeit eines Fugenfüllsystems**
 - Erfassung der maßgebenden Einflüsse und Beanspruchungen auf ein Fugenfüllsystem
 - Einwirkungen auf ein Fugenfüllsystem
 - thermische / hygrische
 - mechanische (statisch, zyklisch)
 - Alterung
 - Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse bei
 - a) Herstellung der Betondecke / Fugenschnitt
 - b) Einbau des Fugendichtstoffes
 - Berücksichtigung der Fugengeometrie / Fugenausbildung

Auswirkung von Verankerungen und Verdübelungen auf die Fugenöffnungen

a) Verankerte Platten



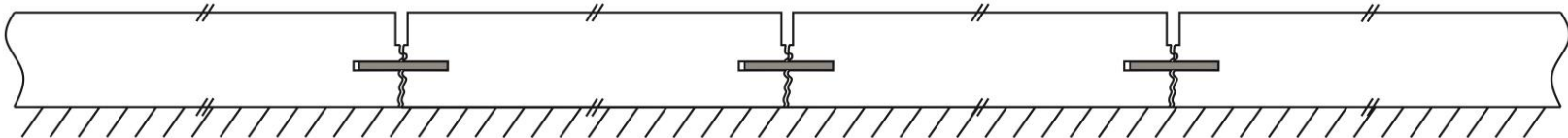
minimale Fugenöffnung:

Einflusslänge maßgebend für thermische/ hygrysche Verformung: unter Umständen bis zur freien Länge

$$L = \sigma_D / (\mu \cdot \gamma)$$

$$L = (\Delta T = 10K, \mu = 1,5) = 113m$$

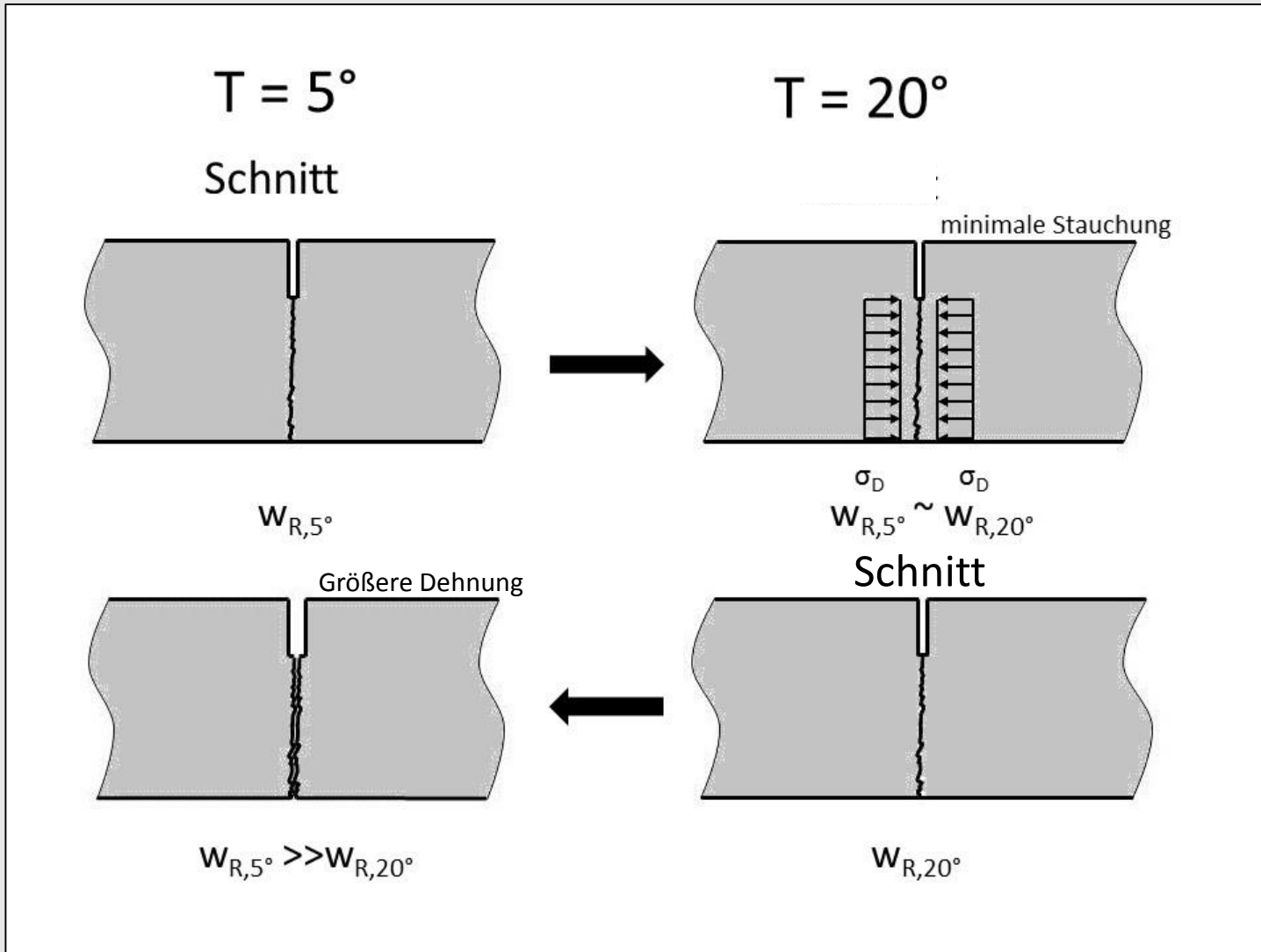
b) Verdübelte Platten



Fugenöffnung vorhanden:

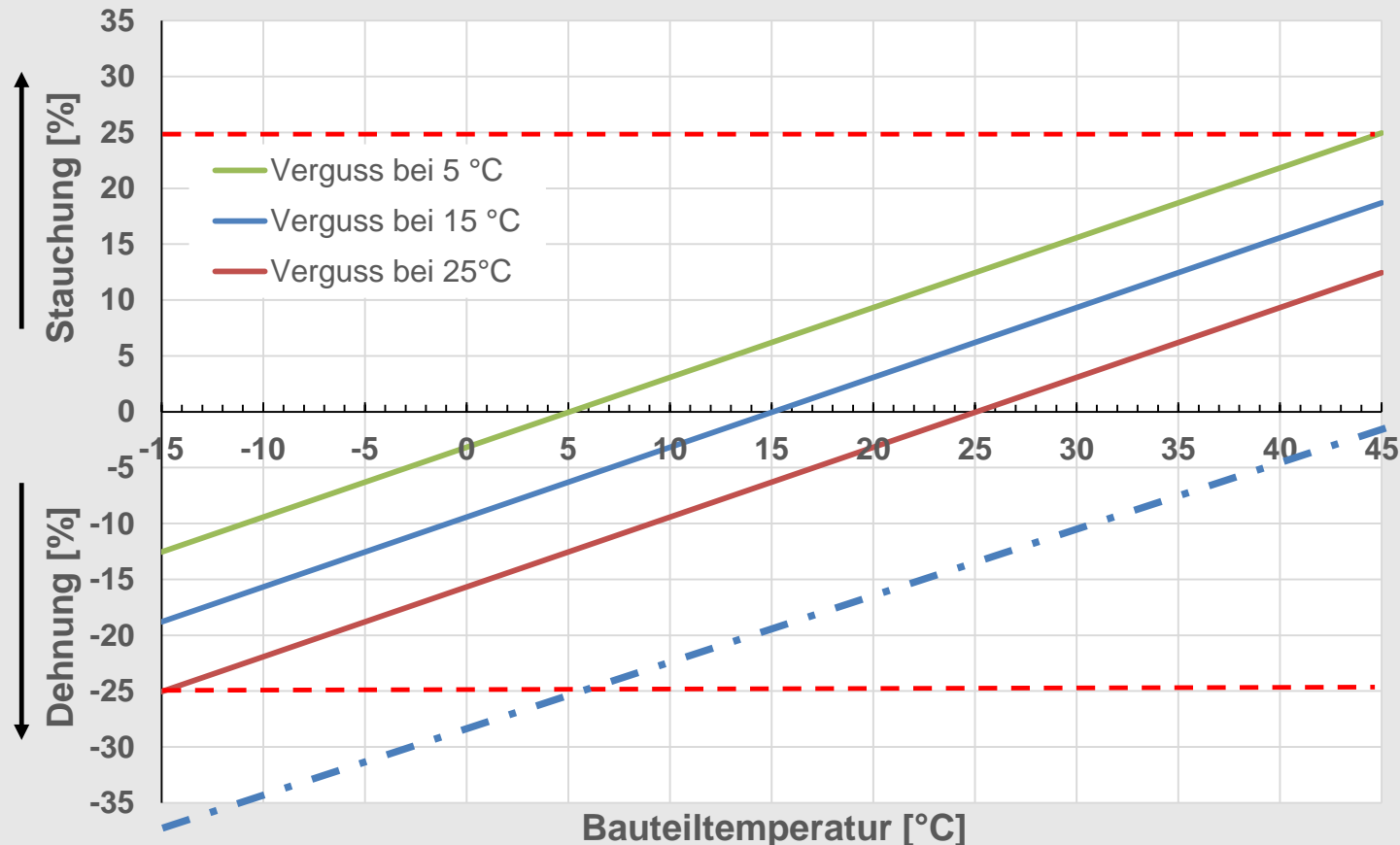
Plattenlänge maßgebend für thermische/ hygrysche Verformung: $L_{\text{Platte}} = 5m \ll L$

Auswirkung der Temperatur beim Fugenschnitt auf die Fugenöffnungen



Fugentemperatur beim Verguss – Fugendehnung

Basis: Plattenlänge = 5 m; Fugenbreite = 8 mm;

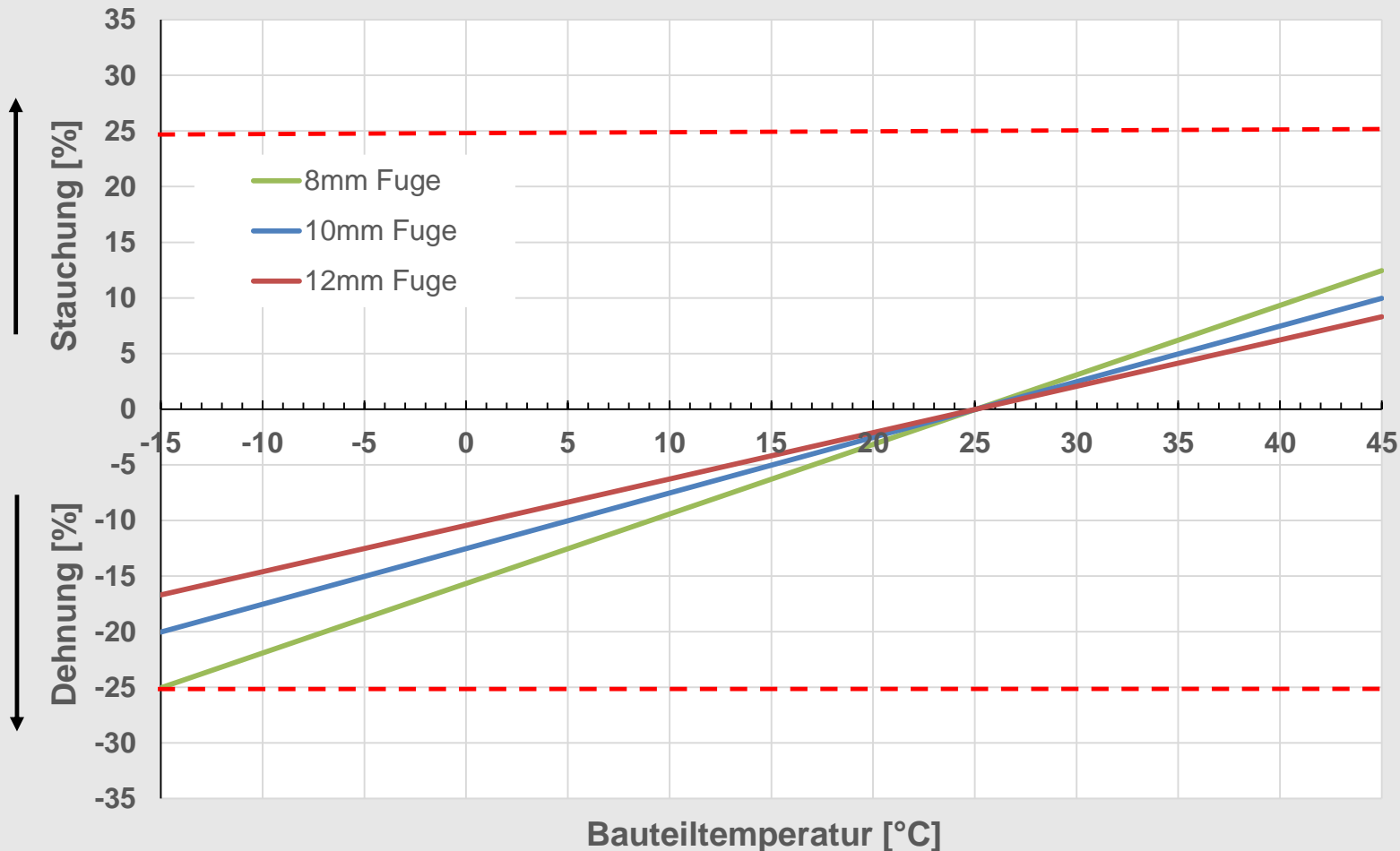


Thermische
Verformungen

Thermische +
hygrische
Verformungen
(für T₀ = 15 °C)

Fugenbreite beim Verguss – thermische Fugendehnung

Basis: Plattenlänge = 5 m; Temperatur bei Fugenverguss = 25°C



Fugen in unbewehrten Betonfahrbahndecken

Frage: Reißt jede Scheinfuge oder

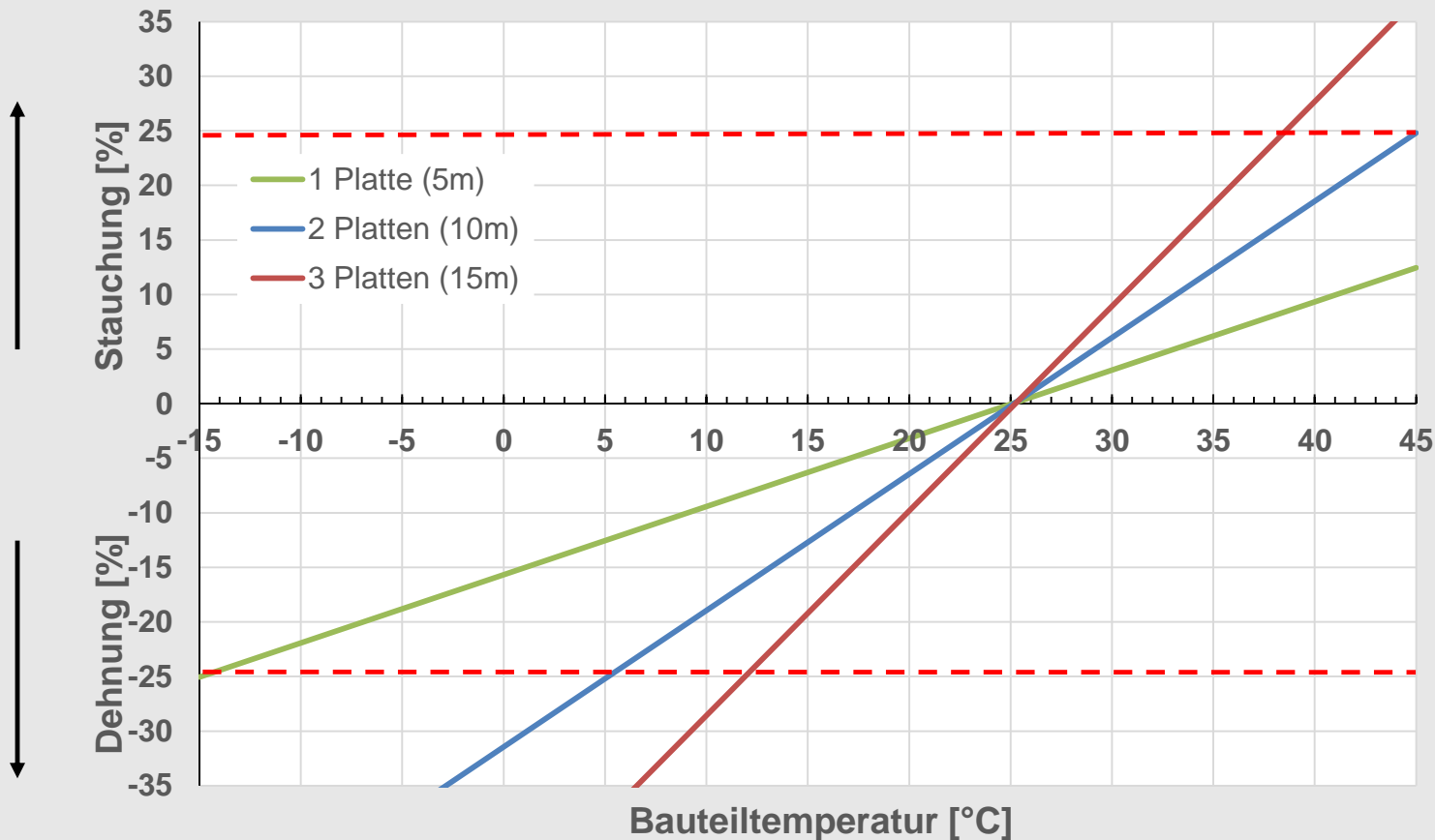
„Paketreißen“ ?

⇒ Maßgebend für
Fugenverformung



Platten-(Paket-)länge – thermische Fugendehnung

Basis: Fugenbreite = 8 mm; Temperatur bei Fugenverguss = 25°C

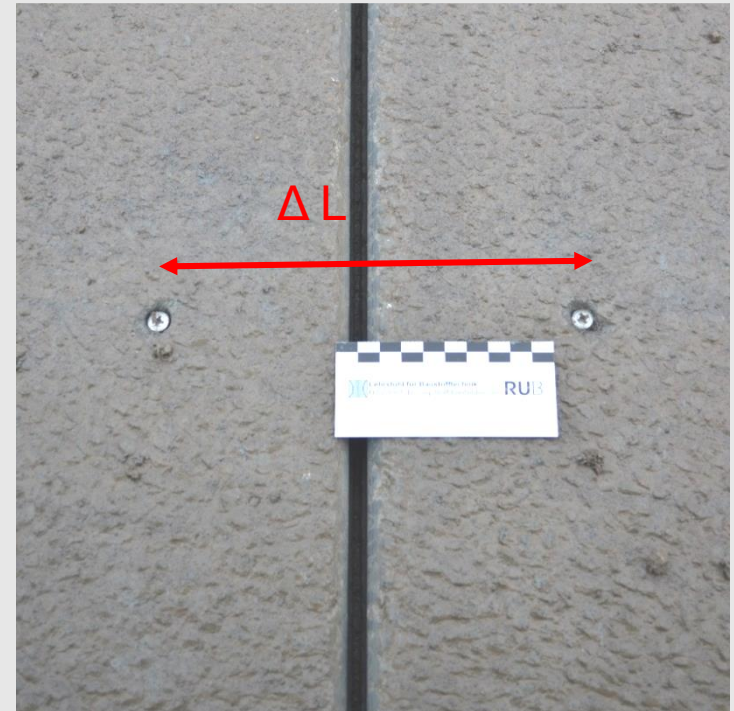


In-situ Untersuchungen an Fugen

- Zustandserfassung (Ablösungen, Risse ...)
- Ermittlung der Plattenverformungen
- Dichtheit



Dichtheitsprüfung mit Saugglocke



Ermittlung der Plattenverformung

Beanspruchungen in der Fuge

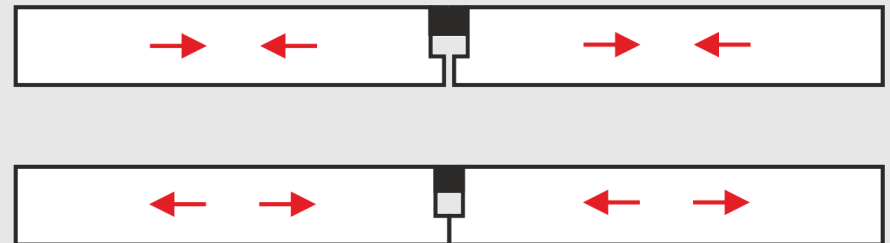
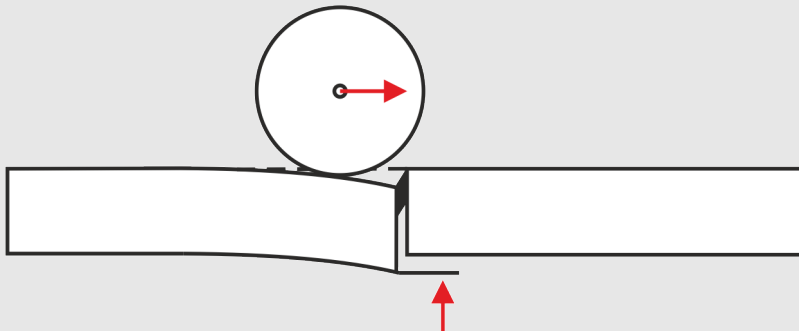
Plattenverformung

Horizontalverschiebung (\perp zur Fugenflanke)

nach ZTV Fug-StB: $\delta_h \leq 3 \text{ mm}$

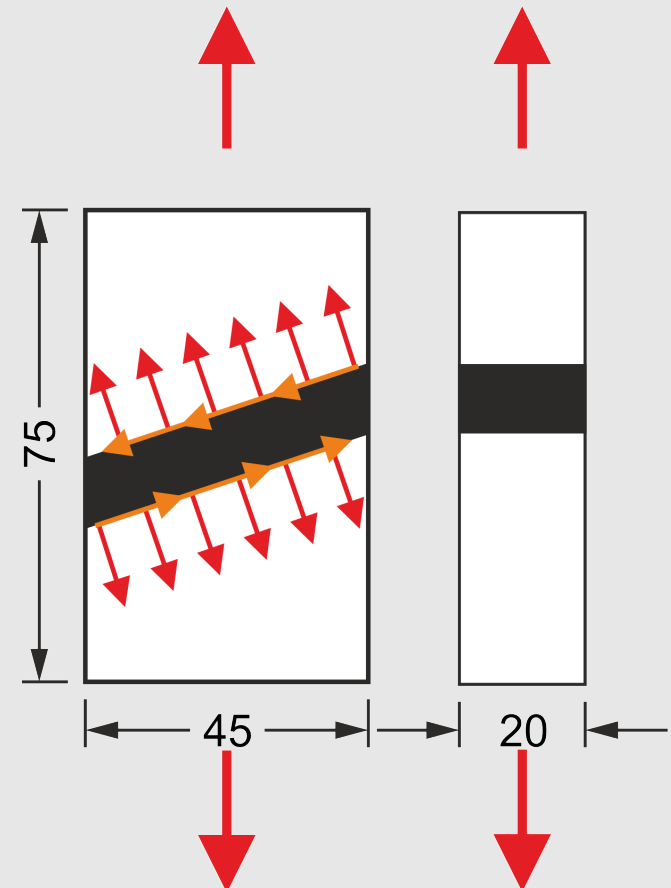
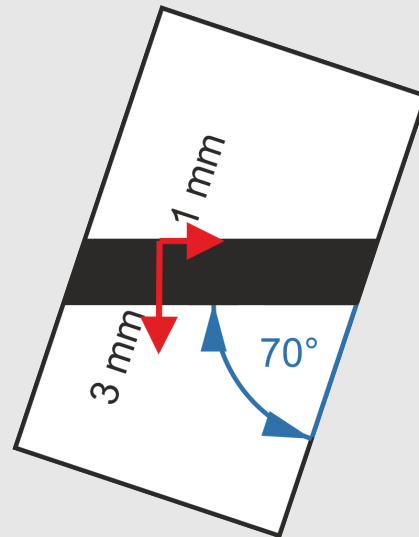
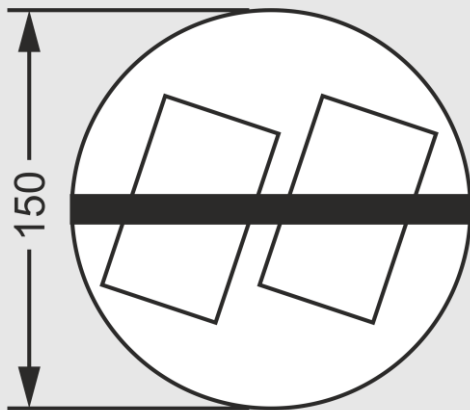
Vertikalverschiebung (\parallel zur Fugenflanke)

bei Wirksamkeit Dübel 80%: $\delta_v \approx 0,1 \text{ mm}$



Druck-/Zug-/Scherversuch am Fugensystem

- Statischer Zug-/Scherversuch
- Zyklischer Druck-/Zug-/Scherversuch
 $f = 5 \cdot 10^{-5} \dots 5 \text{ Hz}$
- $T = -20^\circ\text{C} / + 20^\circ\text{C} / + 60^\circ\text{C}$
- Nach künstlicher Alterung



Rheologische Untersuchungen an Fugenmassen

- Ausgewählte Standardprüfungen nach TL/TP Fug-StB
- Spezielle Scher- und Relaxationsversuche

Rheologische Kennwerte mit dynamischem Scher-Rheometer (DSR nach EN 14770)

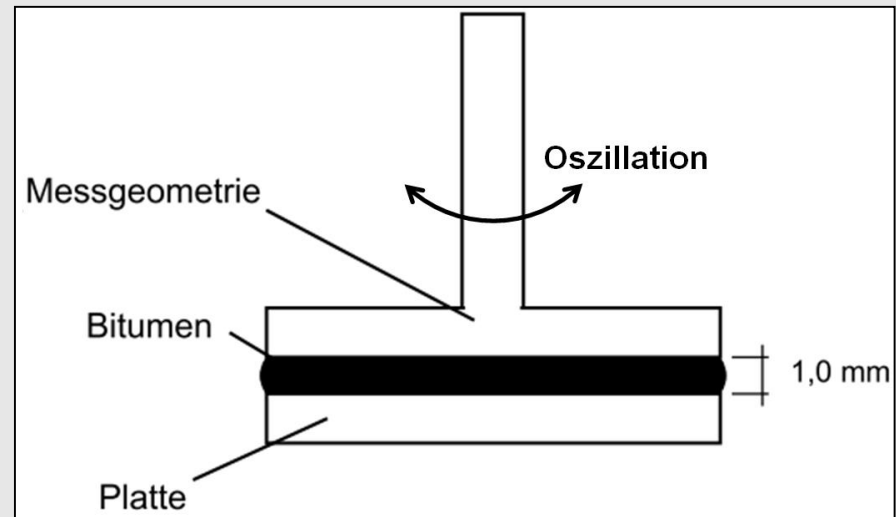
Komplexer Schub-/Schermodul G^*

$$G^* = \tau_{(t)} / \gamma_{(t)} \quad [\text{Pa}]$$

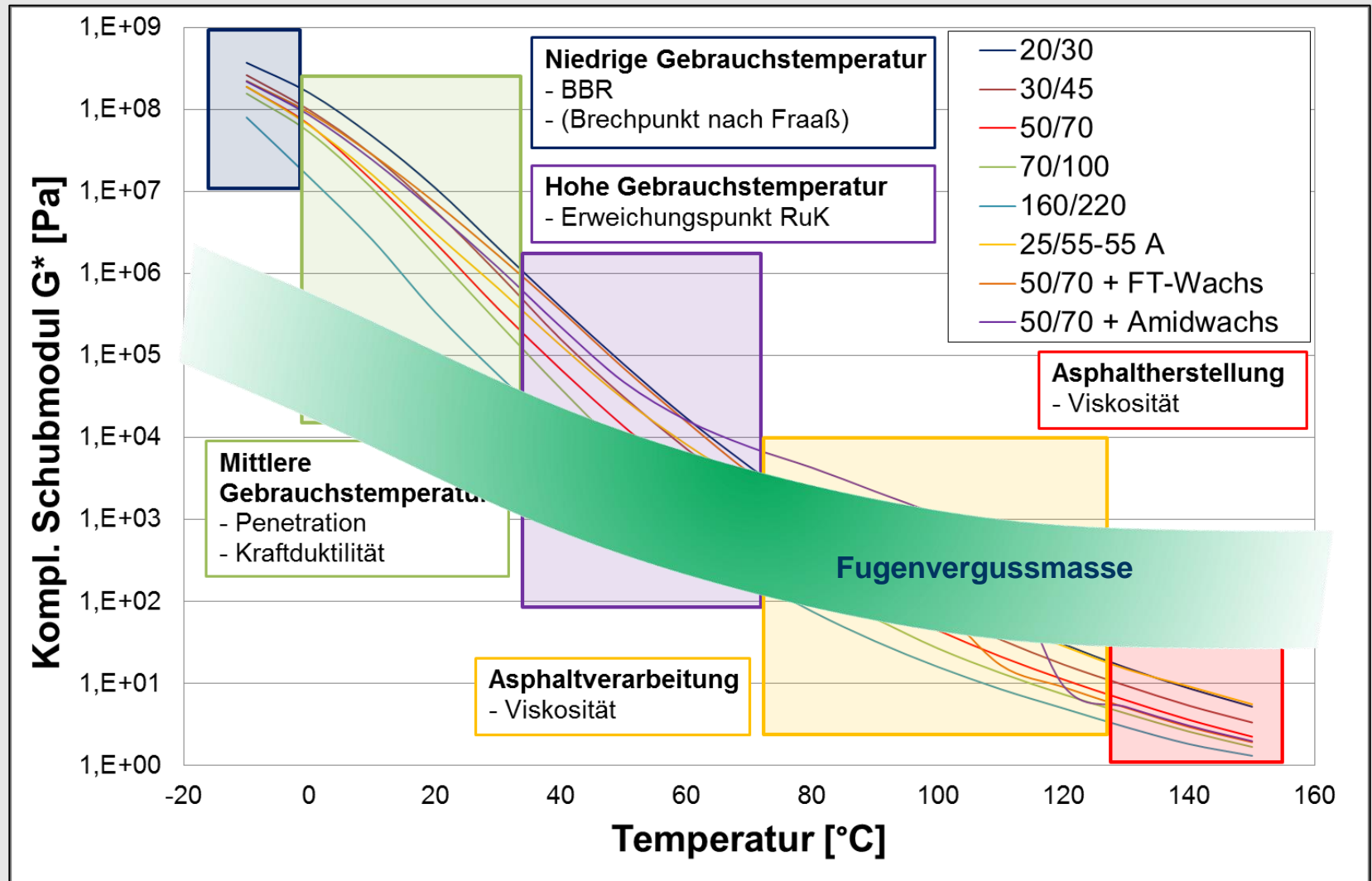
mit: $\tau_{(t)}$ = Scherspannung

$\gamma_{(t)}$ = Deformation

Frequenzen: 0,1 ... 1,6 ... 10 Hz



Schubmodul von bituminösen Massen



Dauerhafte Fugen – Beitrag zu dauerhaften Betonfahrbahnen



Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit