Technische Universität Braunschweig

iBMB MPA TU BRAUNSCHWEIG

Verstärken von ermüdungsgefährdeten Betonbauteilen mit geklebten CFK-Lamellen

4. Jahrestagung mit 57. Forschungskolloquium des DAfStb

Dr.-Ing. Thorsten Leusmann

Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz

Fachgebiet Baustoffe und Stahlbetonbau

Überblick

- Einleitung und Problemstellung
- Experimentelle Untersuchungen zum Verbundtragverhalten unter zyklischer Belastung
- Ermüdungsnachweis für den Klebeverbund nach DAfStb-Richtlinie
- Kraftaufteilung zwischen einbetonierter und aufgeklebter Bewehrung unter zyklischer Beanspruchung
- Zusammenfassung

Einleitung und Problemstellung

SPIEGEL ONLINE WIRTSCHAFT

Login | Registrierung

Suche Kurse

Politik | Wirtschaft | Panorama | Sport | Kultur | Netzwelt | Wissenschaft | Gesundheit | einestages | Karriere | Uni | Reise | Auto | Stil

Nachrichten > Wirtschaft > Staat & Soziales > Bauwirtschaft > Deutschland: Hier sind Deutschlands Brücken marode

Geldanlage

Montag, 07.03.2016 – 11:24 Uhr

Drucken Merken Feedback Nutzungsrechte

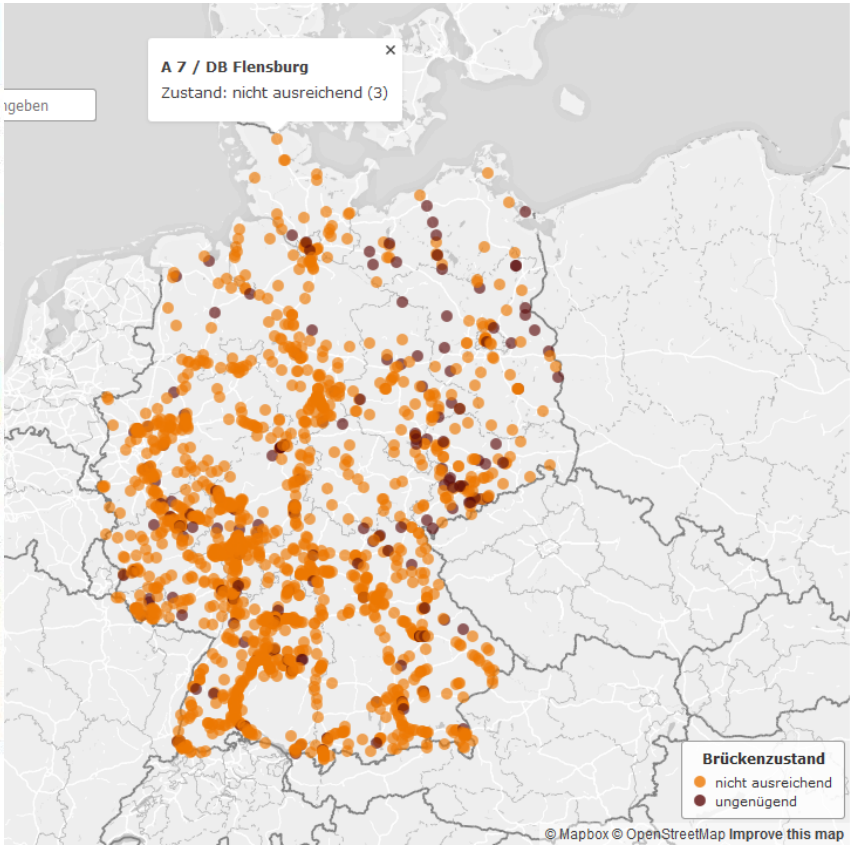
Marode Fernstraßen: Hier zerbröseln Deutschlands Brücken

Von Stefan Schultz und Patrick Stotz

DPA

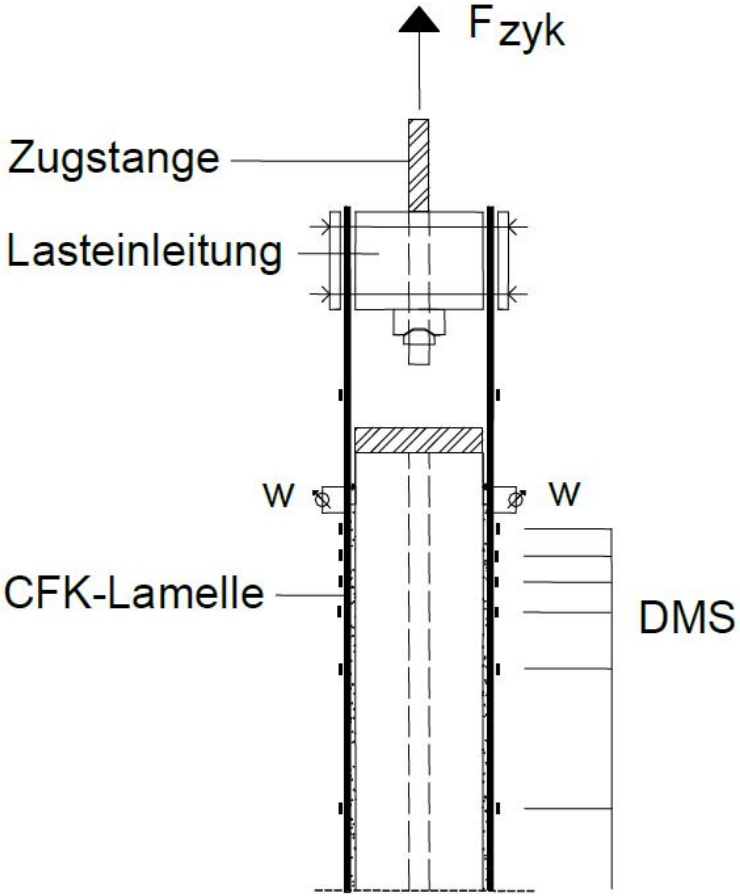
Schiersteiner Autobahnbrücke (Archivbild)

Der Verfall deutscher Brücken ist bedenklich. Millionen Quadratmeter müssen dringend repariert werden. Unsere interaktive Karte zeigt, wie marode die Bauten auf Ihrer Fahrstrecke sind.



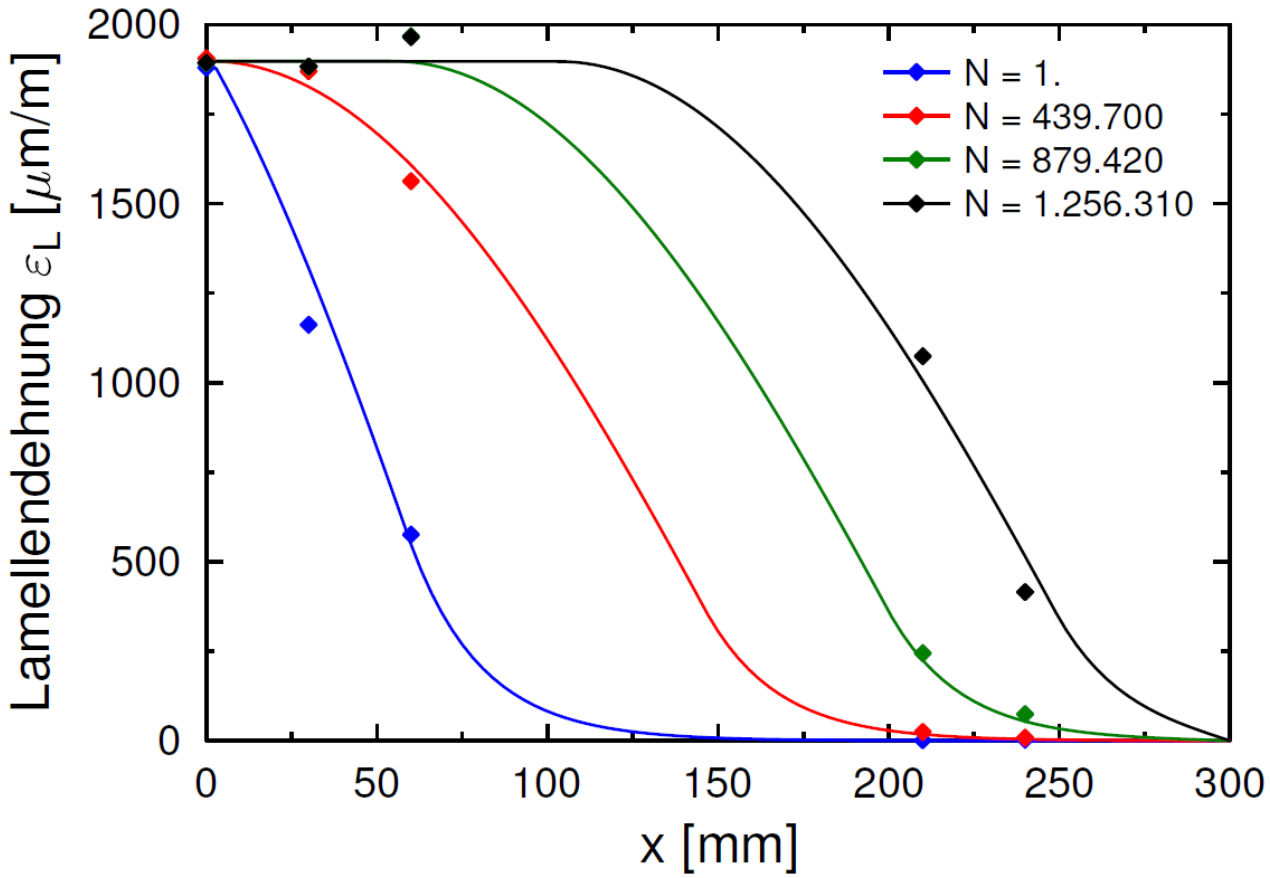
Experimentelle Untersuchungen

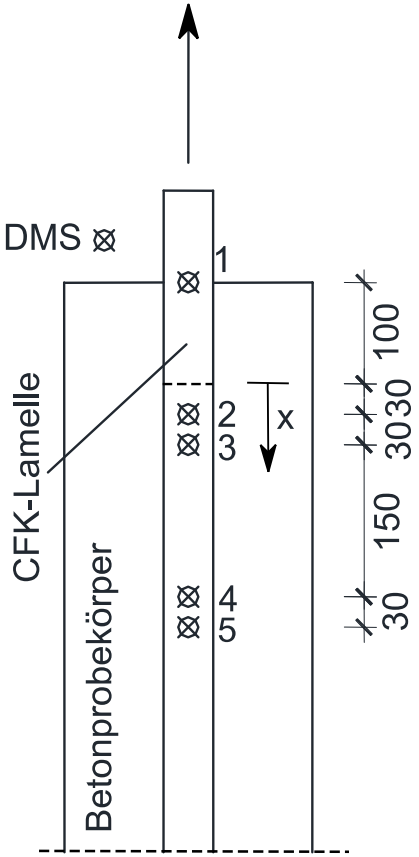
Versuchseinrichtung für Doppellaschenkörper



Experimentelle Untersuchungen

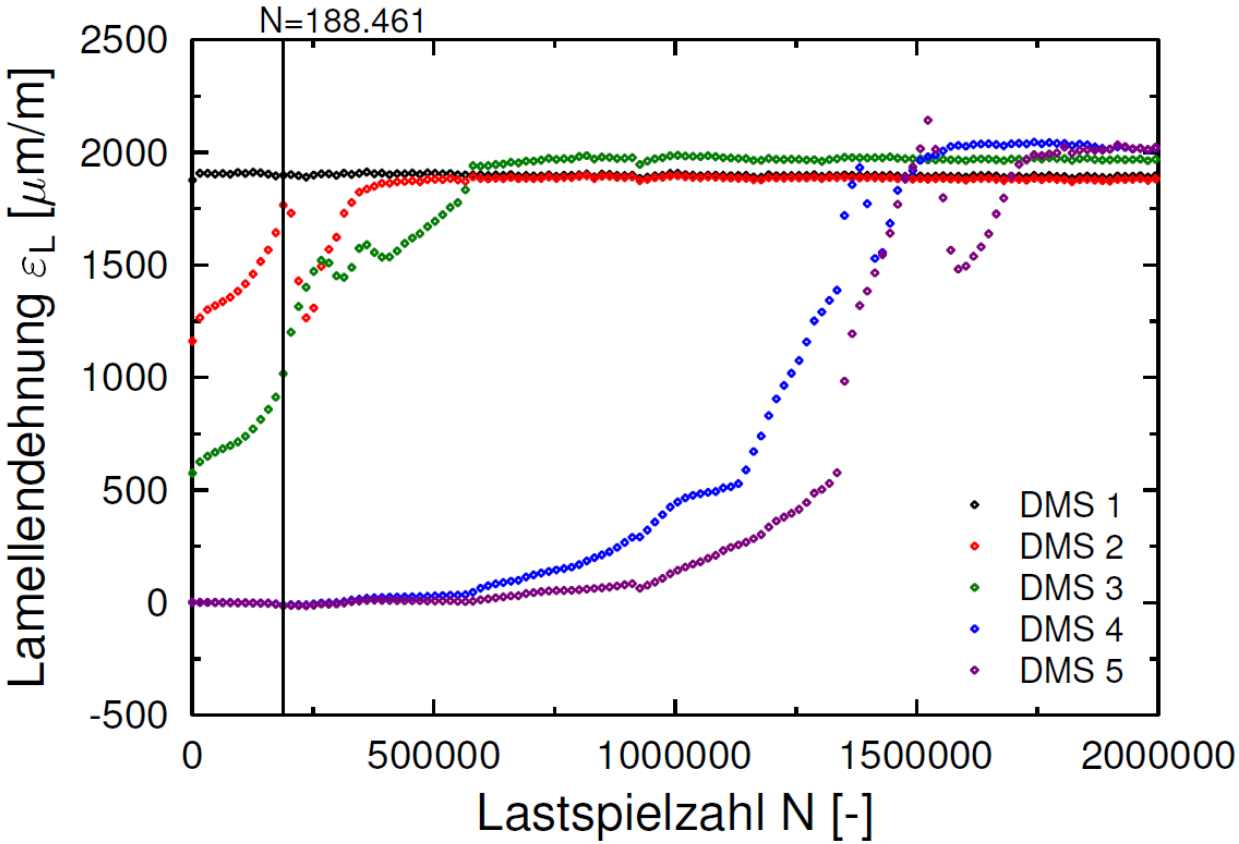
Dehnungsverteilung über Klebelänge x

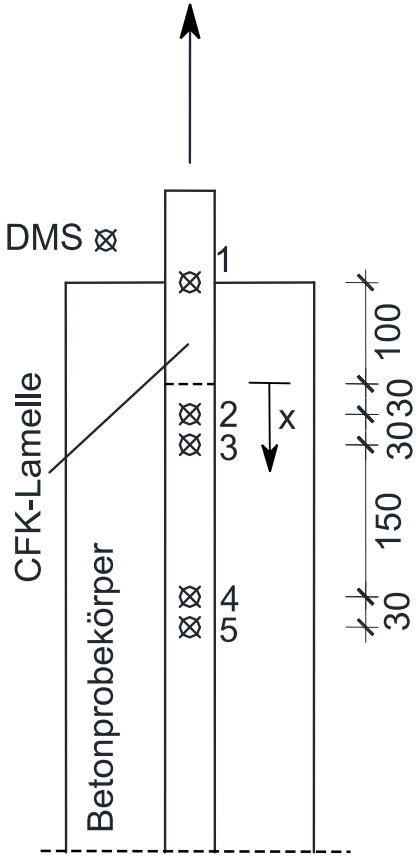




Experimentelle Untersuchungen

Entwicklung der Lamellendehnungen in Abhängigkeit der Lastspielzahl

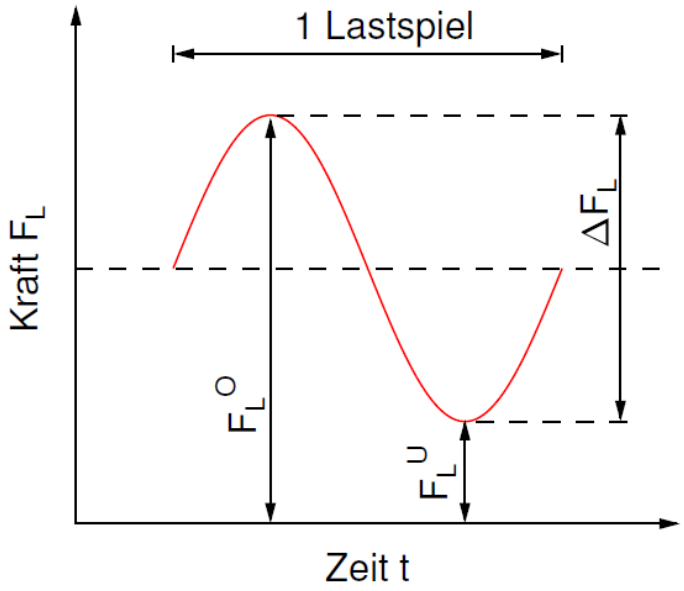


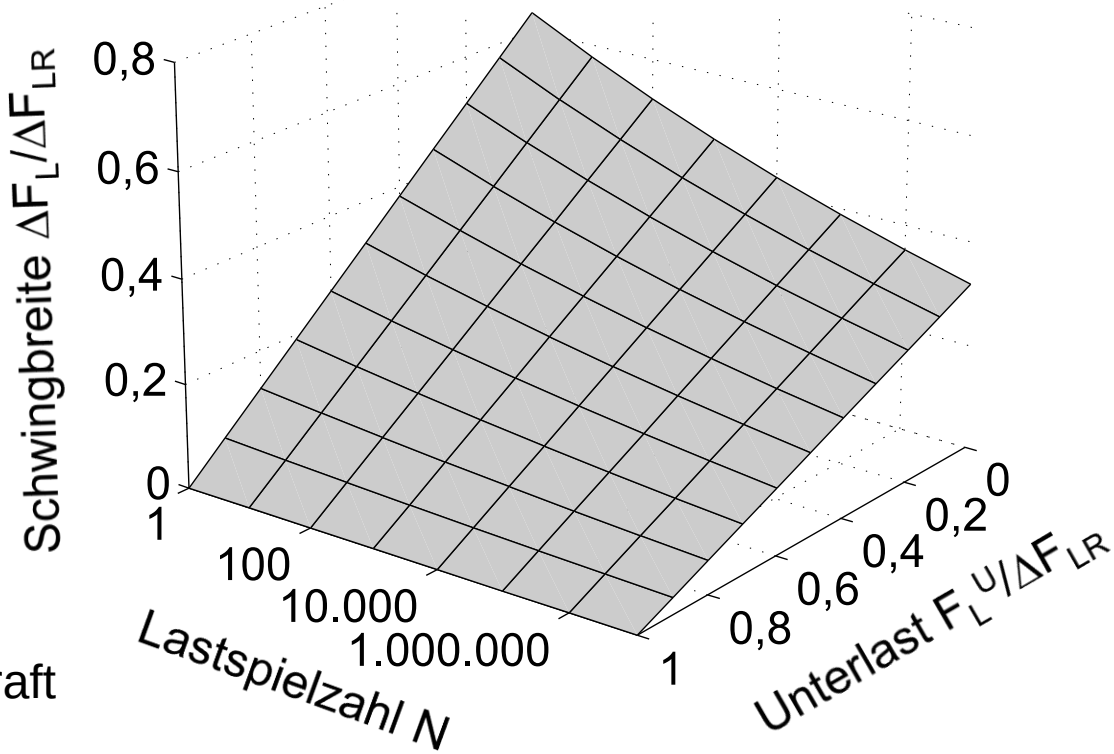


Experimentelle Untersuchungen

Erstellen einer Wöhlerlinie unter Berücksichtigung des Einflusses der Unterlast

$$\frac{\Delta F_L}{\Delta F_{LR}} = \frac{\Delta F_{L,D}}{\Delta F_{LR}} \cdot \left(1 - \frac{F_L^U}{\Delta F_{LR}}\right) \cdot \left(\frac{N}{N^*}\right)^{-\frac{1}{k}}$$

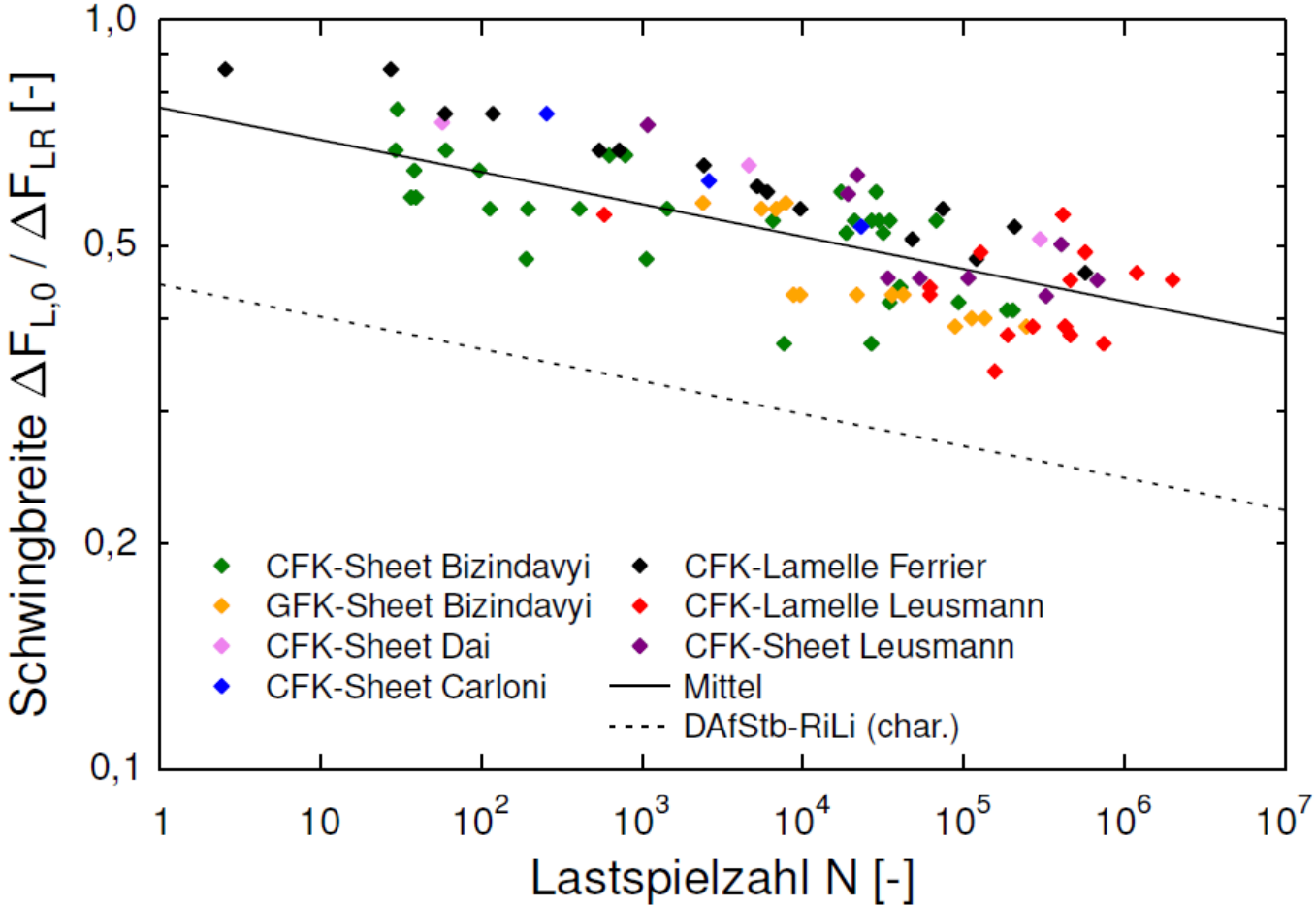




ΔF_{LR} – statische Verbundbruchkraft

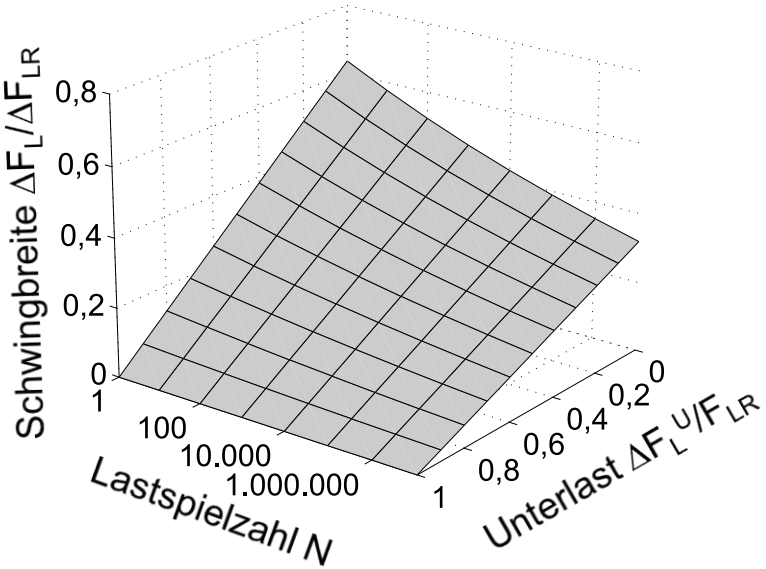
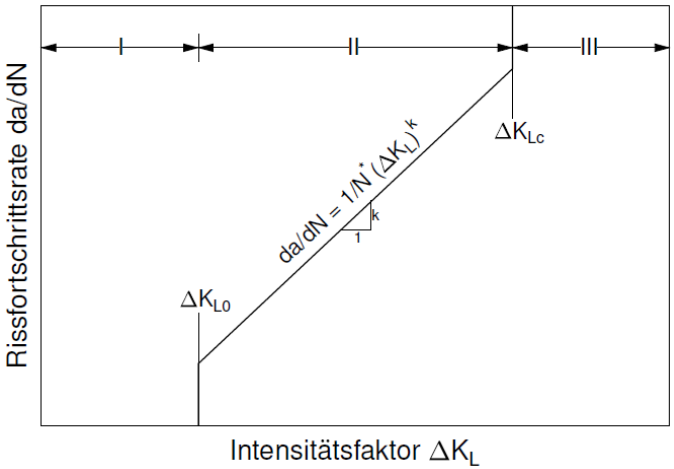
Experimentelle Untersuchungen

Wöhlerlinie im Vergleich mit anderen Versuchsergebnissen



Experimentelle Untersuchungen

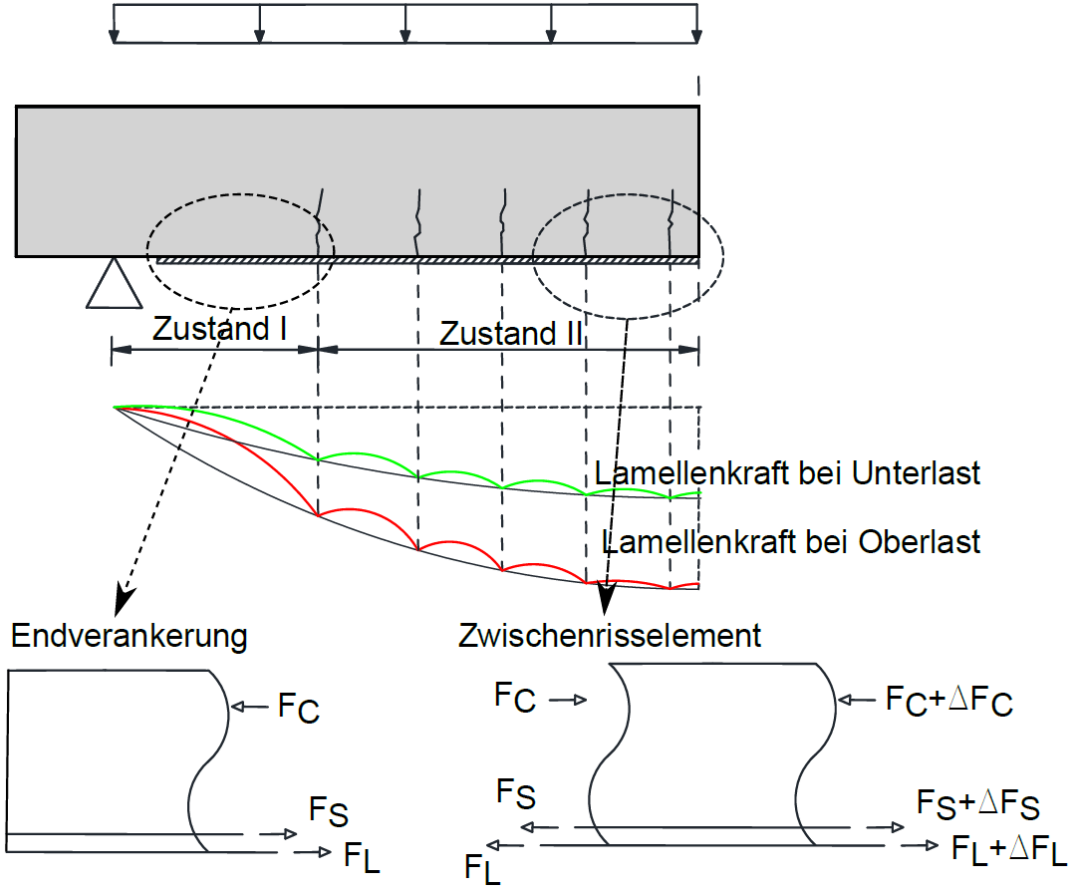
Formulierung einer Rissfortschrittsrate aus der Wöhlerlinie

Wöhlerlinie	Rissfortschrittsrate
$$\frac{F_L^{\,O} - F_L^{\,U}}{\Delta F_{LR}} = c_1 \cdot \left(1 - \frac{F_L^{\,U}}{\Delta F_{LR}}\right) \cdot \left(\frac{N}{N^*}\right)^{-\frac{1}{k}}$$	$$\frac{da}{dN} = \frac{1}{N^*} \cdot \left(\frac{F_L^{\,O} - F_L^{\,U}}{c_1 \cdot \left(\Delta F_{LR} - F_L^{\,U}\right)}\right)^k$$
	

Ermüdungsnachweis für den Klebeverbund

Ablauf der Nachweisführung nach DAfStb-Richtlinie

“Verstärken von Betonbauteilen mit geklebter Bewehrung”



Ermüdungsnachweis für den Klebeverbund

Ablauf der Nachweisführung nach DAfStb-Richtlinie

Endverankerung

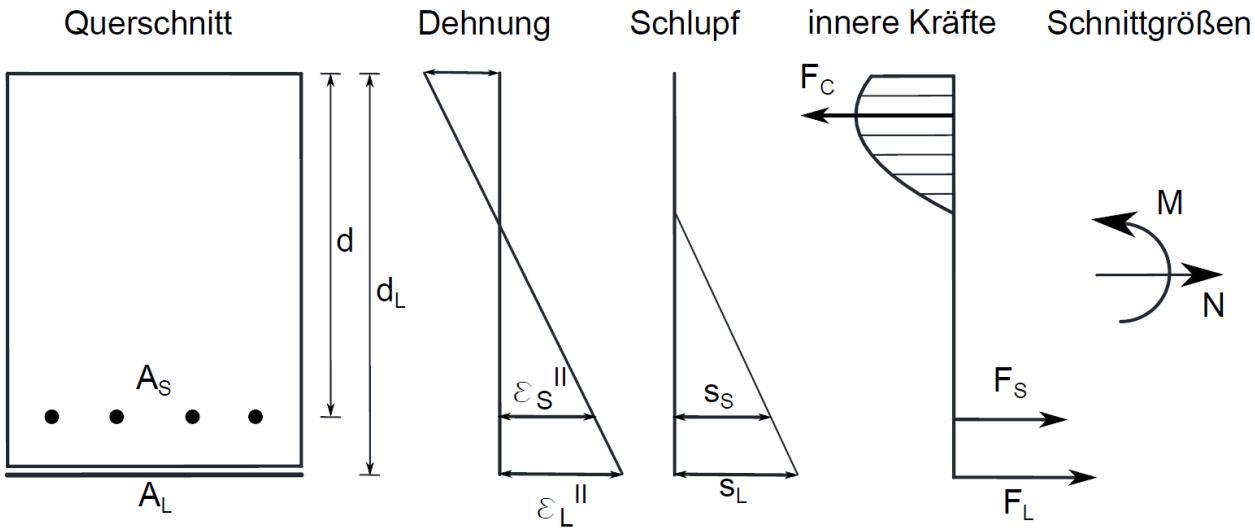
- Rissmoment berechnen
- ↓ Lage Biegeriss berechnen
- ↓ Lamellenkräfte F_L^O und F_L^U berechnen
- ↓ Widerstandswert $\Delta F_{LRd,fat1}$ berechnen
- ↓ Nachweis Oberlast $F_L^O \leq \Delta F_{LRd,fat1}$
- ↓ Nachweis nicht erfüllt!
- Lamellenkraftdifferenz $F_L^O - F_L^U$ berechnen
- ↓ Schwingbreite $\Delta F_{LRd,fat2}$ berechnen
- ↓ Nachweis Schwingbreite $F_L^O - F_L^U \leq \Delta F_{LRd,fat2}$

Zwischenrisselement

- Rissabstand und Risseinteilung
- ↓ Vordehnung im Stahl berechnen → Lamellenkräfte F_L^O und F_L^U berechnen
- ↓ Differenz bei Oberlast $F_{L,re}^O - F_{L,li}^O$ berechnen
- ↓ Widerstandswert $\Delta F_{LRd,fat1}$ berechnen
- ↓ Nachweis Oberlast $F_{L,re}^O - F_{L,li}^O \leq \Delta F_{LRd,fat1}$
- ↓ Nachweis nicht erfüllt!
- Differenz bei Unterlast $F_{L,re}^U - F_{L,li}^U$ berechnen
- Schwingbreite $\Delta F_L^O - \Delta F_L^U$ berechnen
- ↓ Widerstandswert $\Delta F_{LRd,fat2}$ berechnen
- ↓ Nachweis Schwingbreite $\Delta F_L^O - \Delta F_L^U \leq \Delta F_{LRd,fat2}$

Kraftaufteilung zwischen den Bewehrungstypen

Kraftaufteilung zwischen innerer und aufgeklebter Bewehrung



Verbundbeiwert δ_{Lk} zur Bestimmung der Lamellendehnung ε_L

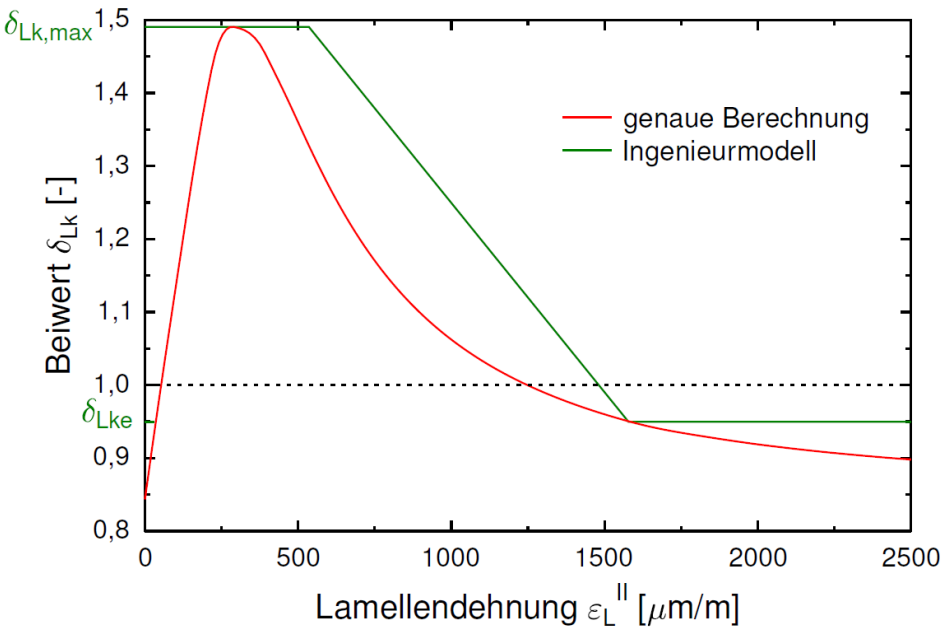
$$\delta_{Lk} = \frac{\varepsilon_L}{\varepsilon_s} \cdot \frac{d-x}{d_L - x}$$

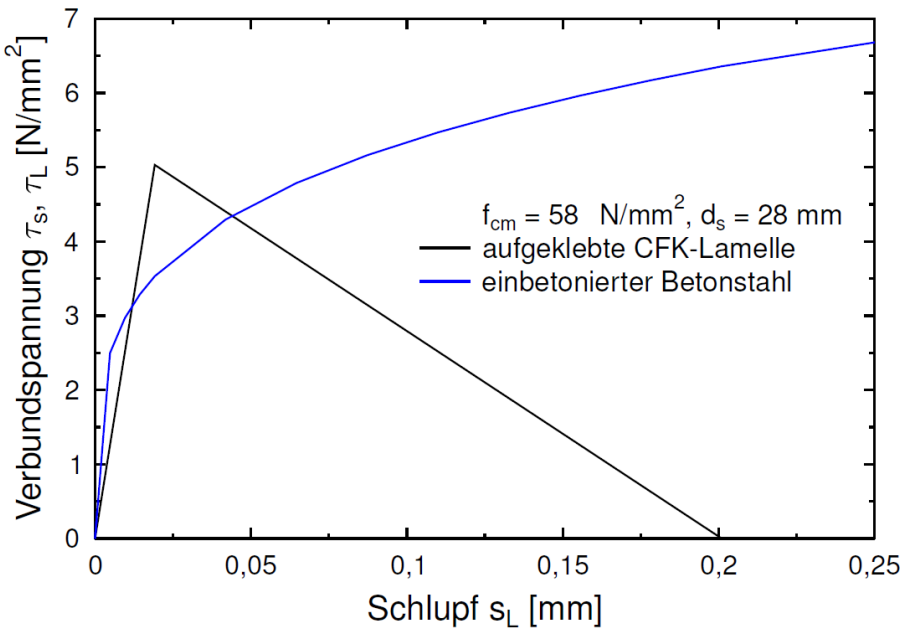
$$\varepsilon_L = \frac{\left(1 + \frac{E_L \cdot A_L}{E_s \cdot A_s} \cdot \frac{z_L}{z_s} \cdot \frac{d-x}{d_L - x}\right) \cdot \delta_{Lk}}{1 + \frac{E_L \cdot A_L}{E_s \cdot A_s} \cdot \frac{z_L}{z_s} \cdot \frac{d-x}{d_L - x} \cdot \delta_{Lk}} \cdot \varepsilon_L^{II}$$

Quelle: Zehetmaier, 2006

Kraftaufteilung zwischen den Bewehrungstypen

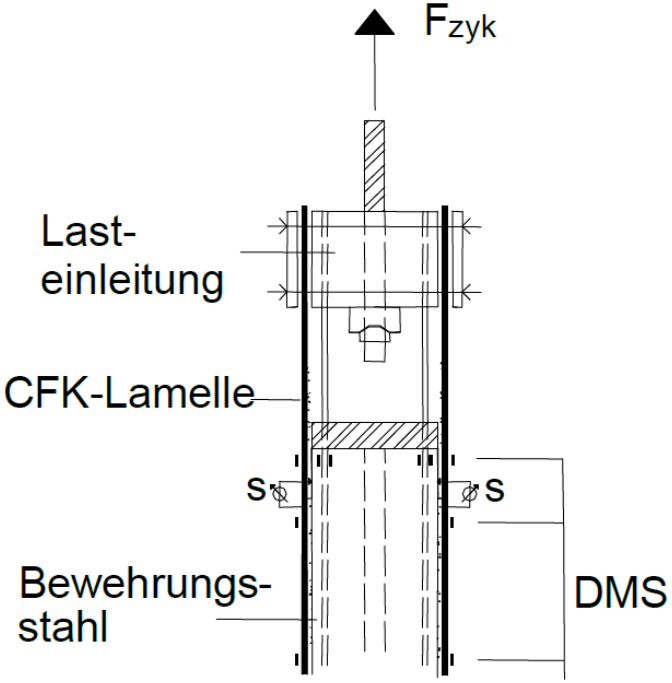
Kraftaufteilung zwischen innerer und aufgeklebter Bewehrung

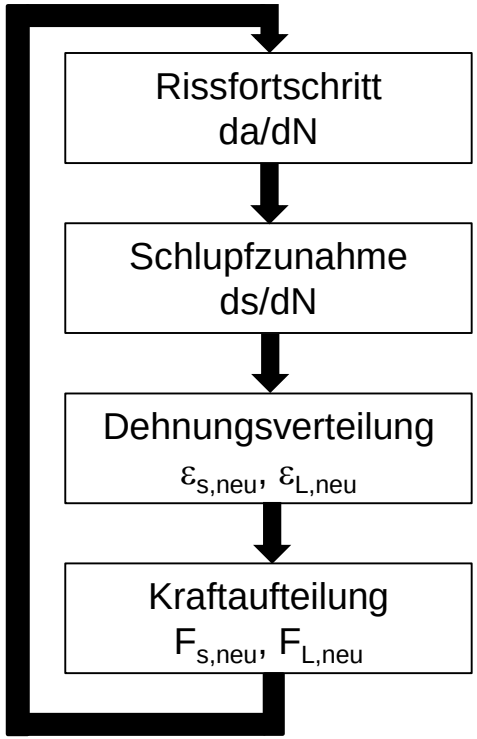




Quelle: Zehetmaier, 2006

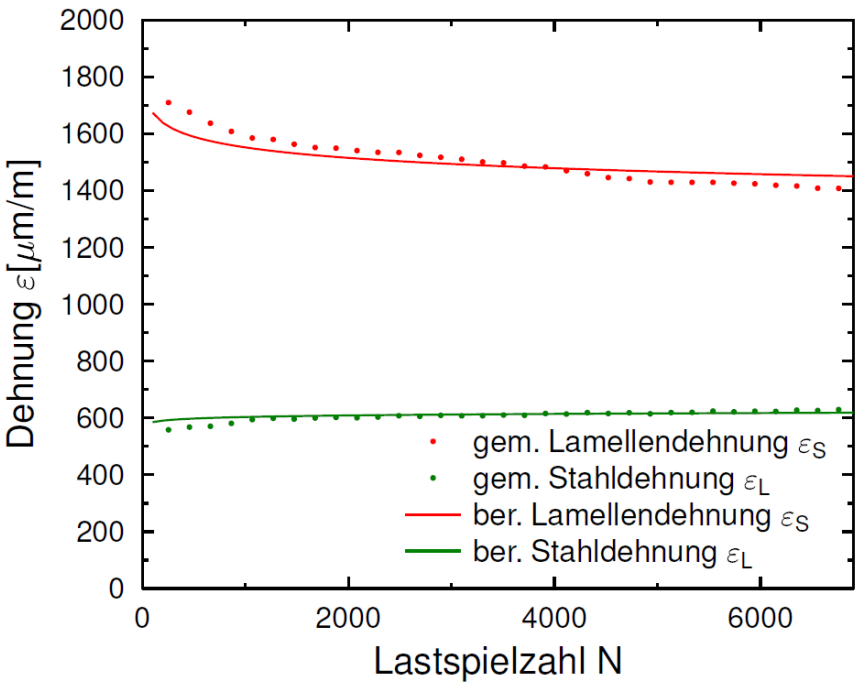
Kraftaufteilung zwischen den Bewehrungstypen

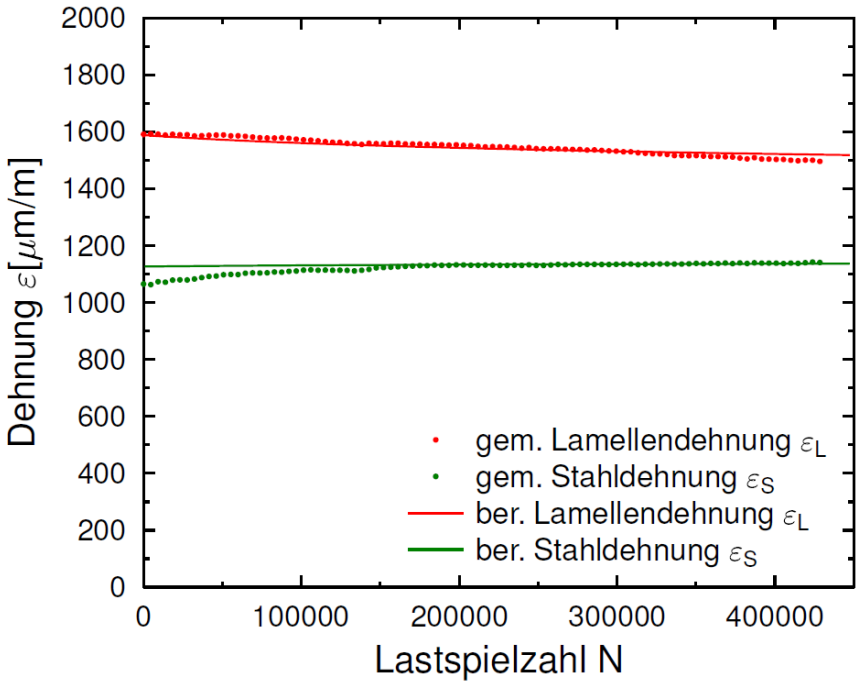




Kraftaufteilung zwischen den Bewehrungstypen

Lamellen- und Stahldehnungen im Dauerschwingversuch





Zusammenfassung

- effiziente Versuchsmethode zur Bestimmung der Wöhlerlinie für den Klebeverbund
- Berücksichtigung des Einflusses der Unterlast
- Ermüdungsnachweis gemäß DAfStb-Richtlinie
- Methode zur Bestimmung der Kraftaufteilung zwischen aufgeklebter und einbetonierter Bewehrung

Technische Universität Braunschweig

iBMB MPA TU BRAUNSCHWEIG

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!