



Sunnibergbrücke (CH)



La-Ferté – Steg (D)

INTEGRALE BRÜCKEN

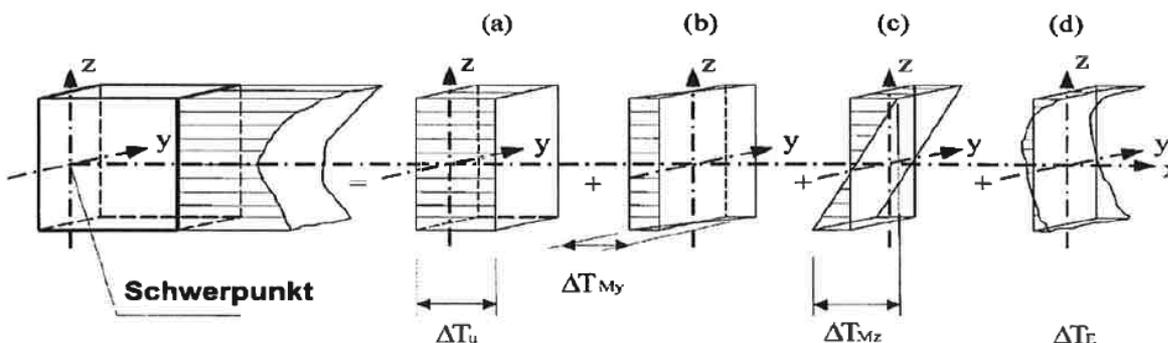
ZWANGBEANSPRUCHUNG INFOLGE
TEMPERATUREINWIRKUNG BEI KURZEN
RAHMENBRÜCKEN

INHALT

- Allgemeines zum Zwang
- Temperaturansatz lt. Norm
- Eigener Vorschlag zum Temperaturansatz
- Sensitivitätsanalyse
- Berücksichtigung von Zwang aus ΔT in der Bemessung

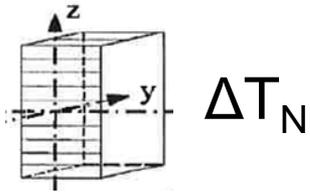
ALLGEMEINES ZUM ZWANG

Infolge Temperatur:



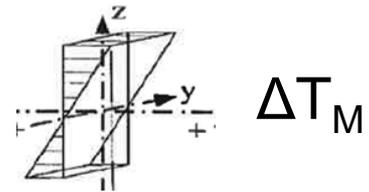
- Ermittlung nach ÖNorm EN 1991-5 unter Berücksichtigung des NAD
- Bestimmung der Zwangsschnittgrößen über konstanten Anteil ΔT_N und linearen Anteil ΔT_M
- Einfluss der Eigenspannung durch Oberflächenbewehrung berücksichtigt

ALLGEMEINES ZUM ZWANG

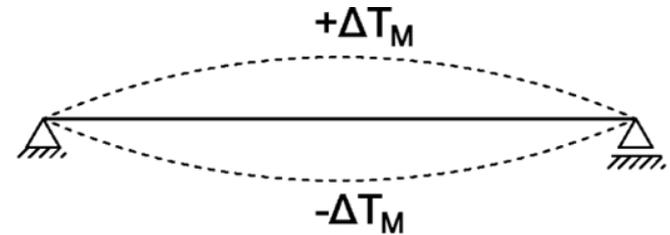
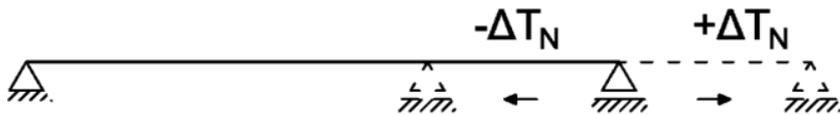


ΔT_N

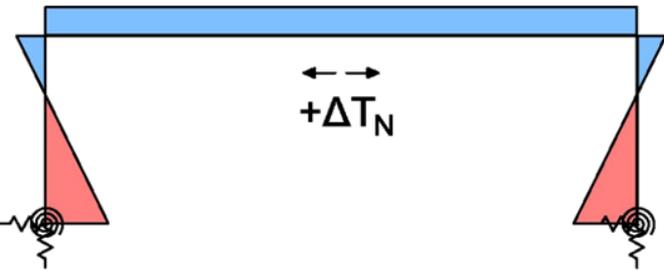
Konventionelle Brücke
(nur Verformung)



ΔT_M

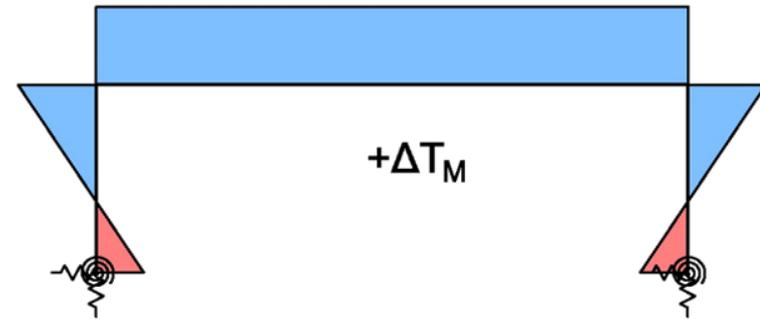


Integrale Brücke
(Zwangschnittgrößen infolge behinderter Verformung)



$+\Delta T_N$

M



$+\Delta T_M$

$+\Delta T_N$

N

$+\Delta T_M$

TEMPERATURANSATZ

LT. NORM

TEMPERATURANSATZ LT. NORM

Ansatz in der Bemessung:

- Konstanter Anteil
 - Überbau: $\Delta T_{N,con}$ und $\Delta T_{N,exp}$
 - Unterbau = angrenzendes Bauteil
bei teilweise überschüttetes Bauwerk: 10°C
sonst 15°C
- Linearer Anteil
 - Überbau: Betonbrücken lt. NAD: $\Delta T_{M,heat} = 10^\circ\text{C}$ und $\Delta T_{M,cool} = 5^\circ\text{C}$
 - Pfeiler: $\pm 5^\circ\text{C}$
- 8 Kombinationen $\Delta T_{M,heat}$ (oder $\Delta T_{M,cool}$) + 0,35 · $\Delta T_{N,exp}$ (oder $\Delta T_{N,con}$)
 $0,75 \cdot \Delta T_{M,heat}$ (oder $\Delta T_{M,cool}$) + $\Delta T_{N,exp}$ (oder $\Delta T_{N,con}$)
- Bemessung mit 4 Einzellastfällen und 8 Kombinationen

TEMPERATURANSATZ LT. NORM

Fazit:

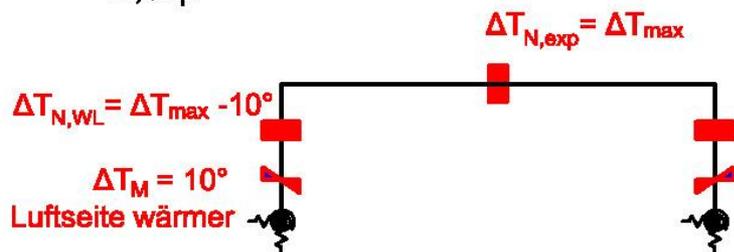
- Keine Berücksichtigung der Erdberührung im Unterbau $\rightarrow \Delta T_M$
- Überlagerung ist kritisch zu betrachten:
 - Überlagerung der einzelnen Temperaturlastfälle für die Bemessung
 - Sommer:
Sonnenschein und Eisregen durch ΔT_M abgebildet
 - Winter:
keine Belastung durch ΔT_M , da Sonneneinstrahlung gering bzw. Eisregen nicht relevant
- Unterscheidung zwischen Sommer- und Winterlastfällen nötig

EIGENER VORSCHLAG ZUM TEMPERATURANSATZ

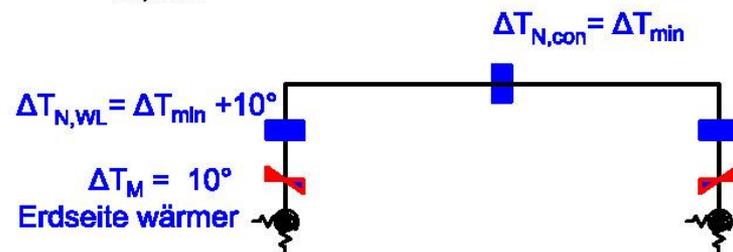
FÜR INTEGRALE BRÜCKEN

EIGENER VORSCHLAG ZUM TEMPERATURANSATZ

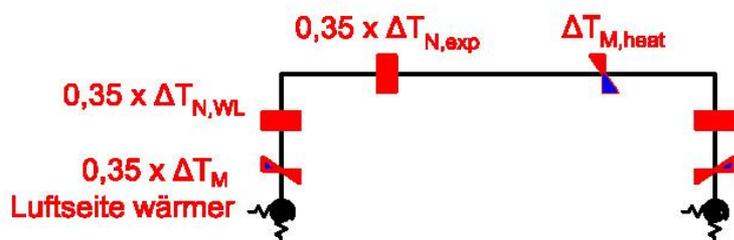
1. $\Delta T_{N,exp}$



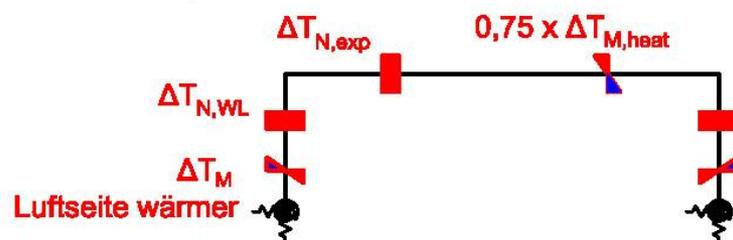
2. $\Delta T_{N,con}$



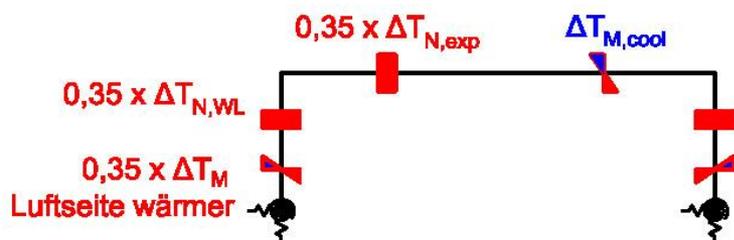
3. $0,35 \times \Delta T_{N,exp} + \Delta T_{M,heat}$



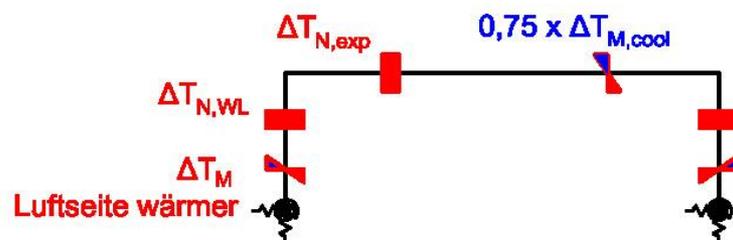
4. $\Delta T_{N,exp} + 0,75 \times \Delta T_{M,heat}$



5. $0,35 \times \Delta T_{N,exp} + \Delta T_{M,cool}$

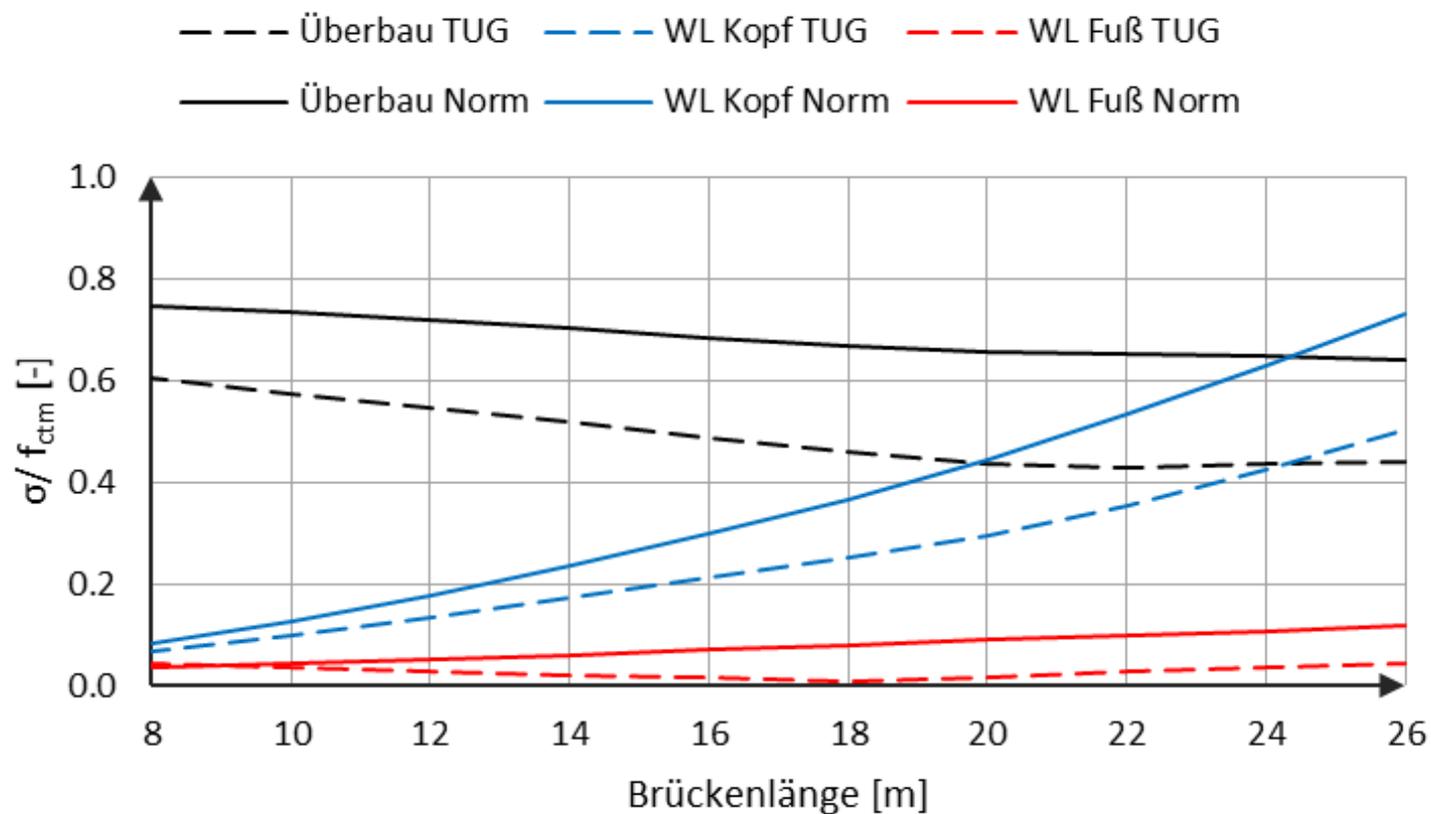


6. $\Delta T_{N,exp} + 0,75 \times \Delta T_{M,cool}$



EIGENER VORSCHLAG ZUM TEMPERATURANSATZ

Vergleich Norm- und TUG Ansatz am Bsp. Platte



EIGENER VORSCHLAG ZUM TEMPERATURANSATZ



Fazit:

- Kombinierte Temperaturlastfälle (Sommer/Winter) sinnvoll für die Bemessung
 - Reduzierung der Zwangsschnittgrößen aus $\Delta T \sim 20\%$
- Erdberührung in der Widerlagerwand mit $\Delta T_M = 10^\circ\text{C}$ berücksichtigen

SENSITIVITÄTSANALYSE

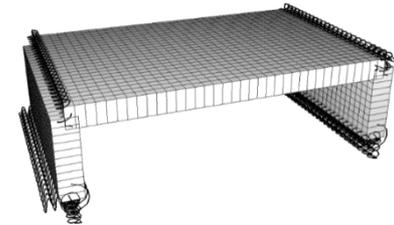
EINFLUSS DER FEDERSTEIFIGKEITEN AUF DIE HÖHE
DER ZWANGBEANSPRUCHUNG

IST ES WICHTIG DIE FEDERSTEIFIGKEITEN „RICHTIG“
ABZUSCHÄTZEN?

SENSITIVITÄTSANALYSE

- Statisches Modell und Parameter

Stützweite [m]	Höhe Querschnitt $L/H \geq 0,40m$	Fahrbahnbreite b [m]	Höhe WL-Wand [m]	Dicke WL-Wand [m]
8 – 26 $\Delta L = 2,0m$	10-25 $\Delta L/H = 5$	15,50	6 – 10 $\Delta h = 2$	0,8 - 1,4 $\Delta t = 0,2m$



- Horizontal- und Vertikalfeder:

$$c_z = \frac{b \cdot \sigma}{s}$$

$$c_x = 0,5 \cdot c_z$$

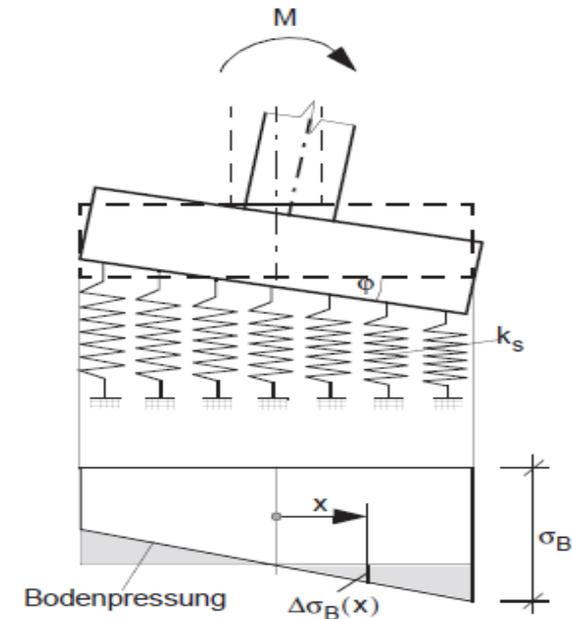
$$c_y = 0,1 \cdot c_z$$

$$\sigma_{zul, gew.} = 300 \text{ kN/m}^2$$

$$s_{zugh.} = 0,005 \text{ m}$$

- Drehfeder:

$$c_f = \frac{\sigma}{s} \cdot \frac{b^3}{12}$$



SENSITIVITÄTSANALYSE

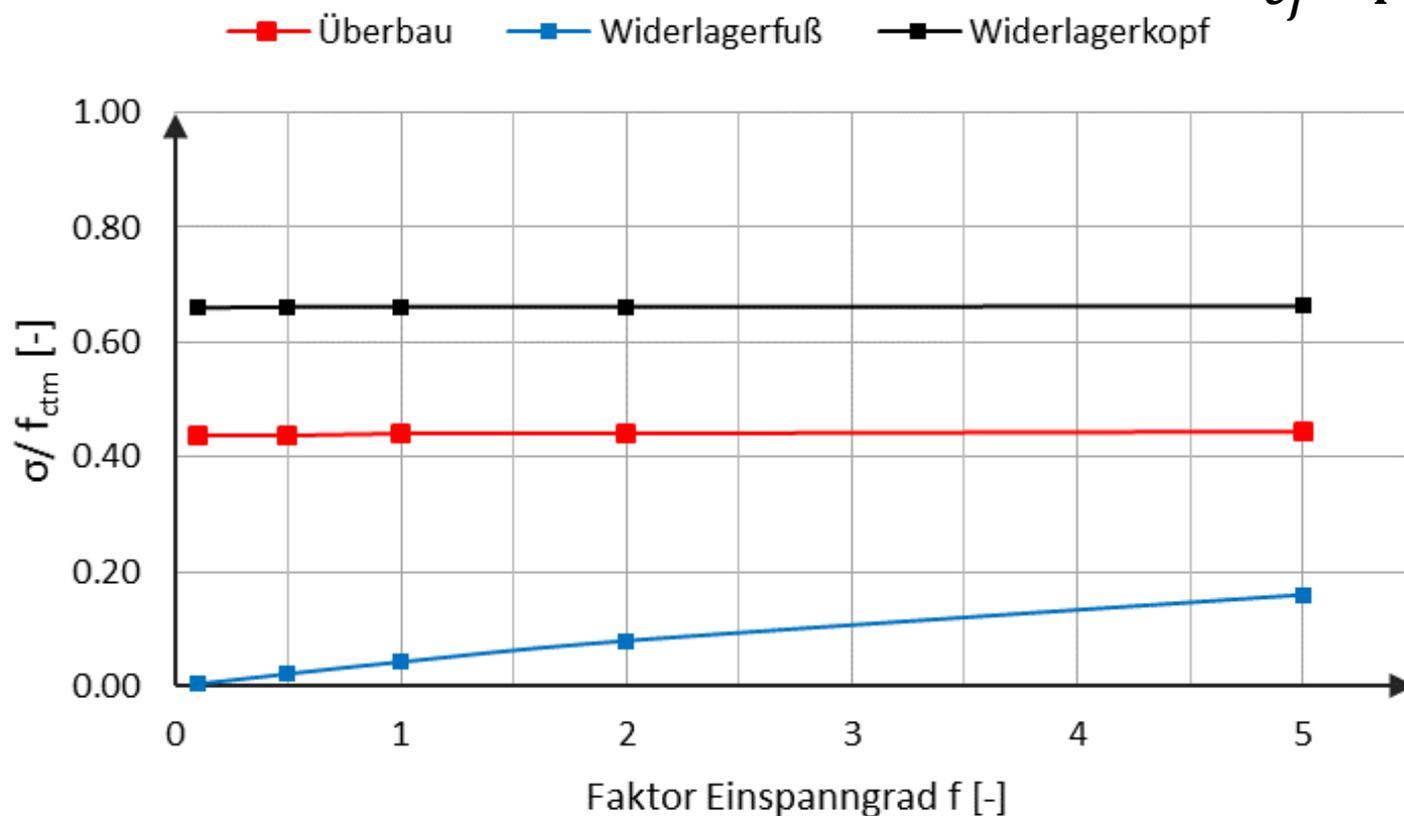
Variation der Drehfeder

Einwirkung: TUG Temperaturansatz

$$c_z = \frac{b \cdot \sigma_{zul}}{s_{max}}$$

$$c_x = 0,5 \cdot c_z$$

$$c_f = f \cdot \frac{\sigma_{zul}}{s_{max}} \cdot \frac{b^3}{12}$$



SENSITIVITÄTSANALYSE

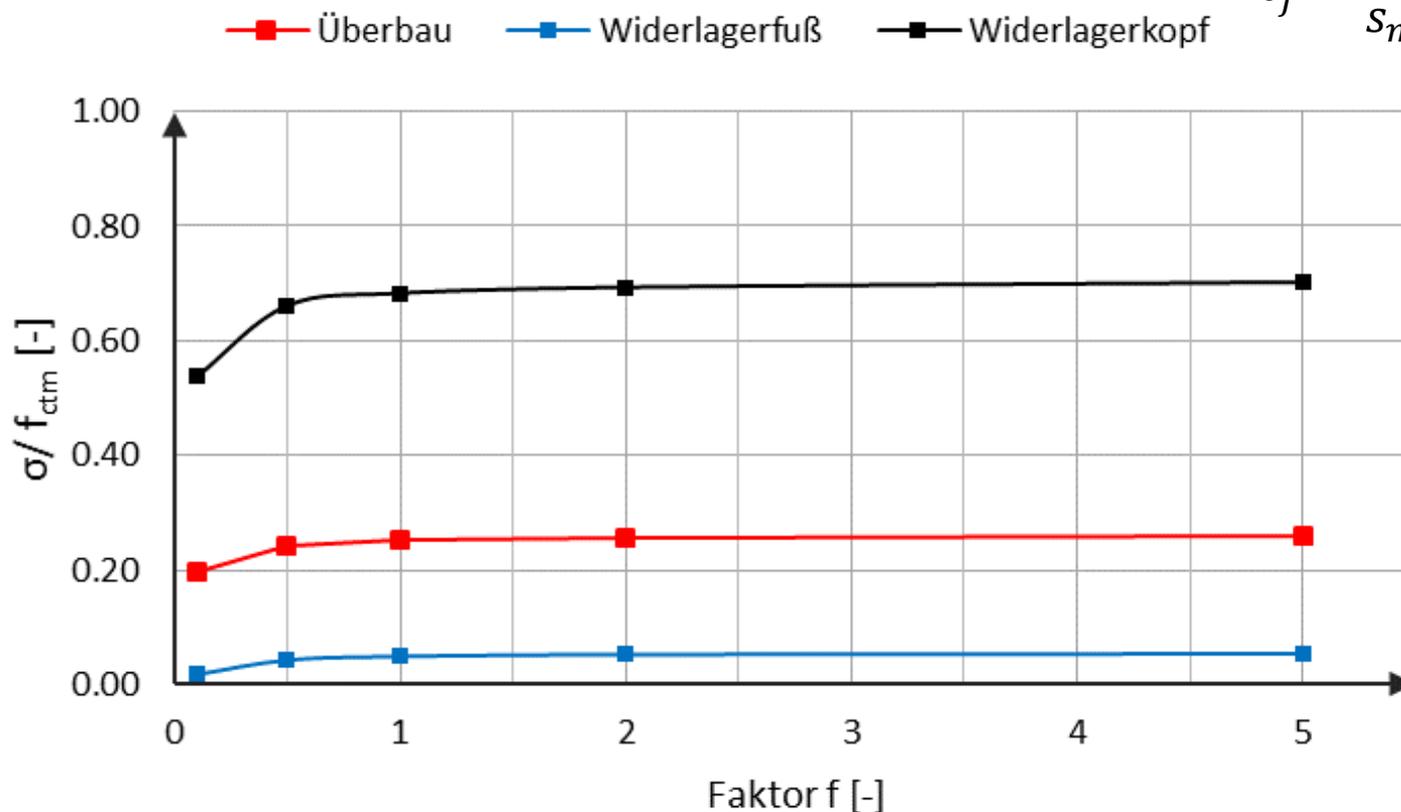
Variation der Horizontalfeder

Einwirkung: TUG Temperaturansatz

$$c_z = \frac{b \cdot \sigma_{zul}}{s_{max}}$$

$$c_x = f \cdot 0,5 \cdot c_z$$

$$c_f = \frac{\sigma_{zul}}{s_{max}} \cdot \frac{b^3}{12}$$



SENSITIVITÄTSANALYSE



Fazit:

- Drehfeder
 - Einfluss im Widerlagerfuß
(gelenkig – eingespanntes System)
- Horizontalfeder
 - kein Einfluss
- Modellierung Fundamentplatte bzw. Pfähle unumgänglich

BERÜCKSICHTIGUNG VON ZWANG IN DER BEMESSUNG

ÜBERLAGERUNG LAST UND ZWANG

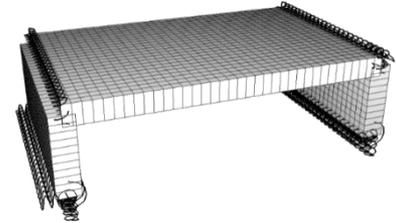
ZWANG IN DER BEMESSUNG

- Stand der Wissenschaft
 - geringer Einfluss des Temperaturzwangs auf die Höhe der Traglast
- Lt. DIN 1075 (1981) + ARS10/89
 - $L < 20,0\text{m}$ Zwang aus ΔT im ULS zu vernachlässigen
- Lt. DIN FB 102 + ARS11/2003
 - Steifigkeitsabminderung η unabhängig von Bauwerkslänge
 - $\eta = 0,6$ ohne Nachweis der Steifigkeit
 - $0,4 \leq \eta < 0,6$ Nachweis der Steifigkeit mit nichtlinearen Verfahren
- Lt. Dissertation A. Arnold (2008) für $L < 20,0\text{ m}$ Zwang aus ΔT
 - Generell: im ULS Abminderung Steifigkeit auf 40%
 - ULS: $x/d \leq 0,25$ und ($A_{s,bü,min} = \emptyset 10/20$ oder $A_{s,druck} \geq 0,5 \cdot A_{s,zug}$)
 - SLS: $M_{häufig} \geq 1,3 \cdot M_{cr}$ im Feld und im Rahmeneck (abgeschlossenes Rissbild)

ZWANG IN DER BEMESSUNG

- Statisches Modell und Parameter

Stützweite [m]	Höhe Querschnitt $L/H \geq 0,40m$	Fahrbahnbreite b [m]	Höhe WL-Wand [m]	Dicke WL-Wand [m]
8 – 26 $\Delta L = 2,0m$	10-25 $\Delta L/H = 5$	15,50	6 – 10 $\Delta h = 2$	0,8 - 1,4 $\Delta t = 0,2m$

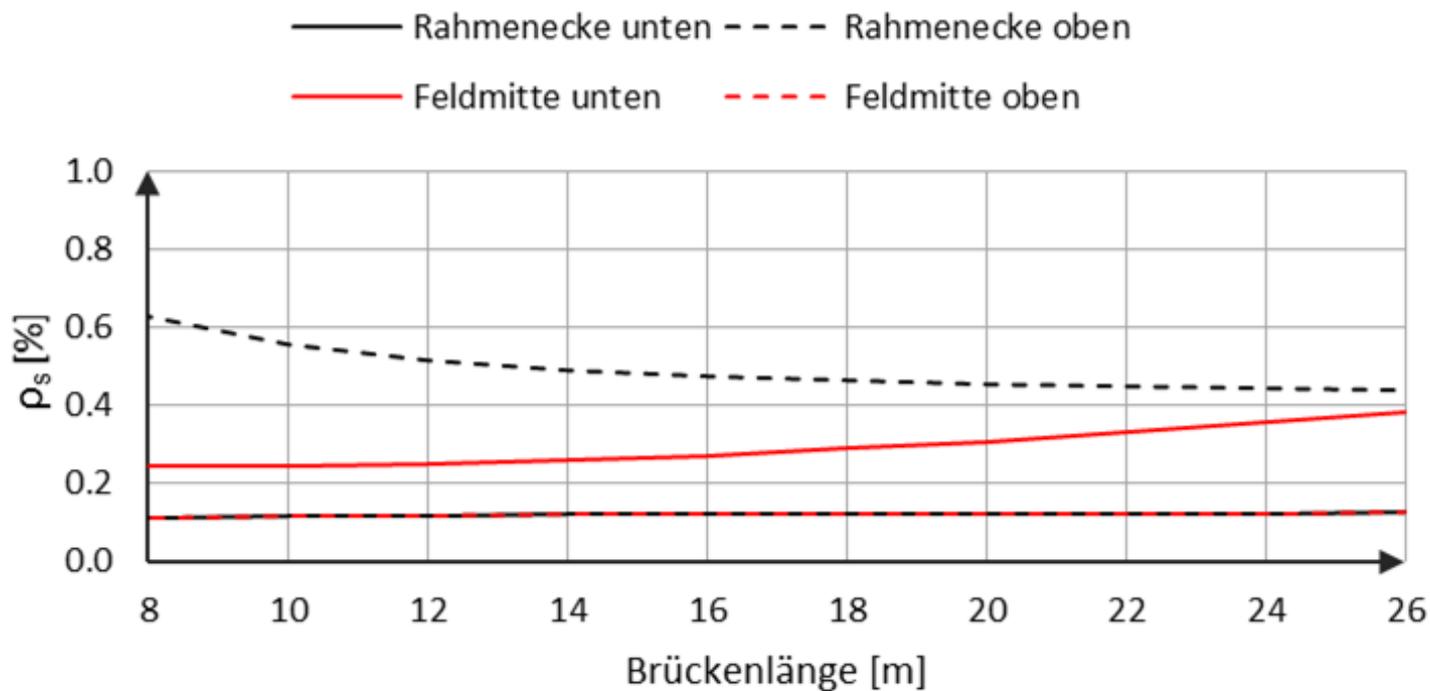


- Belastung

- Ständige Lasten
- LM1
- Temperatur
- Erddruck
 - Winter: Aktiver Erddruck
 - Sommer: Erdruhedruck
- Kriechen & Schwinden als sich gegenläufig aufhebende Verformungseinwirkungen vernachlässigt
 - (keine Verformungsberechnung)

ZWANG IN DER BEMESSUNG

Bewehrungsgrad $\rho = A_s / A_c$



$\rho_{\text{Mittel,RE}} \approx 0,50\%$

$\rho_{\text{Mittel,FM}} \approx 0,30\%$

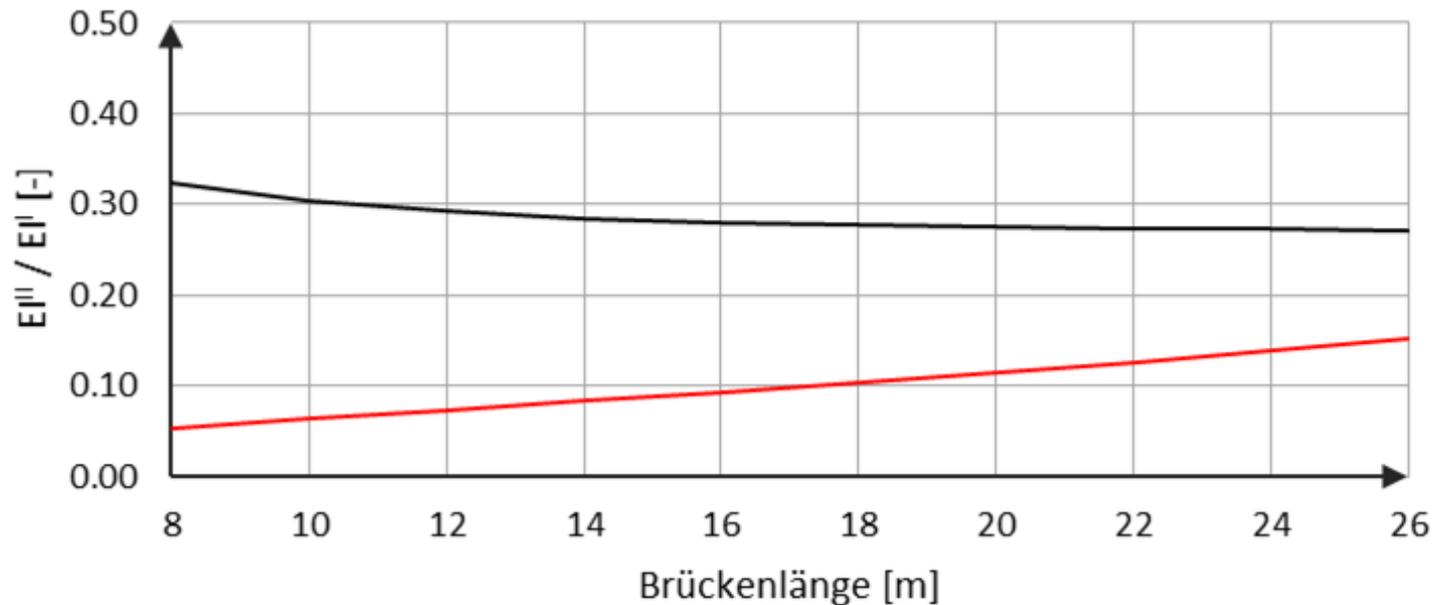
ZWANG IN DER BEMESSUNG

Steifigkeitsabbau im gerissenen Querschnitt

Rechteckquerschnitt ohne Druckbewehrung – reine Biegung

$$EI_{II} = E \cdot \alpha_E \cdot A_{sI} \cdot z_{II} \cdot (d - x_{II})$$

— Rahmenecke — Feldmitte



$$(EI''/EI')_{\text{Mittel,RE}} \approx 0,25$$

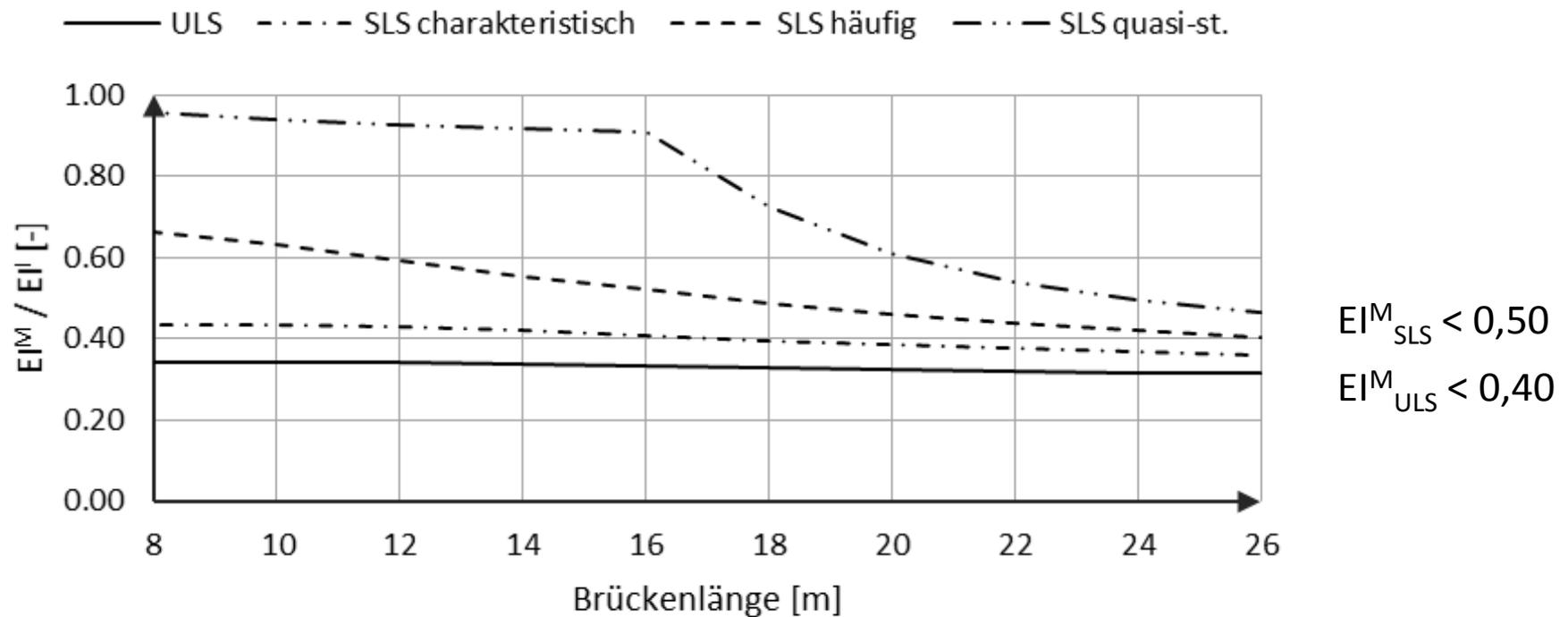
$$(EI''/EI')_{\text{Mittel,FM}} \approx 0,10$$

ZWANG IN DER BEMESSUNG

Mittlere Bauteilsteifigkeit unter Berücksichtigung der Rissbildung

$$EI^M = (L^{II}/L_{Ges}) \cdot EI^{II} + [1 - (L^{II}/L_{Ges})] \cdot EI^I \quad (\text{ohne Tension Stiffening})$$

ÜBERBAU



ZWANG IN DER BEMESSUNG



Fazit:

- Empfohlene Abminderung der Zwangskraft aus ΔT im
 - SLS: 50%
 - ULS: 40%

Ausblick:

- weitere Untersuchung zur realistischen Erfassung des Zwangkraftabbaus
 - SLS: Rissöffnung
 - ULS: plastische Rotation

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Dipl.-Ing. Regina della Pietra

Technische Universität Graz
Institut für Betonbau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Nguyen Viet Tue

Lessingstrasse 25
A-8010 Graz

Telefon: +43 (0)316 873 - 6199
Telefax: +43 (0)316 873 – 6694

E-Mail: regina.dellapietra@tugraz.at
URL: www.ibb.tugraz.at