

Zwangbeanspruchung infolge Temperatureinwirkung bei kurzen Rahmenbrücken

Regina della Pietra

Institut für Betonbau; Technische Universität Graz

Allgemeines

Für einfeldrige Brückentragwerke in konventioneller Bauweise spielt die Zwangbeanspruchung keine Rolle. Die durch die Temperaturänderung verursachte Verformung kann ohne weiteres aufgenommen werden (Abbildung 1).

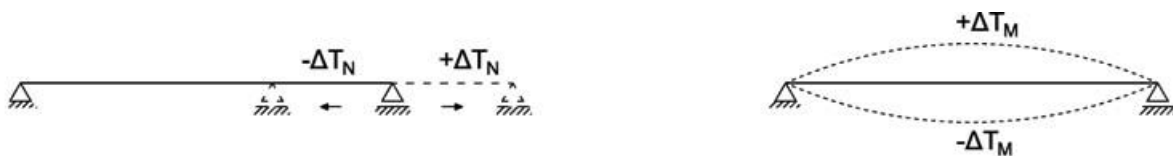


Abbildung 1 Konventionelle Brücke unter Temperatureinwirkung

Integrale Brückenbauwerke verhalten sich in dieser Hinsicht jedoch anders. Das Ausmaß der entstehenden Zwangbeanspruchungen im Brückentragwerk ist von verschiedenen, sich gegenseitig beeinflussenden Parametern abhängig. Durch eine mögliche Rissbildung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit und plastische Verformung im Grenzzustand der Tragfähigkeit werden Zwangkräfte deutlich abgebaut. Der Abbau hängt vor allem vom Grad der Rissbildung bzw. plastischem Verformungsvermögen ab und kann ohne genaue Untersuchungen nicht ausreichend genau vorhergesagt werden. Zwangkräfte müssen daher generell bei der Bemessung von monolithischen Brücken sowohl im Gebrauchs- als auch im Tragfähigkeitszustand berücksichtigt werden. Konkrete Richtlinien und ausreichende Erfahrung zur Berücksichtigung der Zwangnormalkräfte sind im Moment jedoch noch nicht bzw. kaum normativ festgehalten. Als Beispiele für Zwangbeanspruchungen können Temperatureinwirkungen, Einwirkungen aus Kriechen, Schwinden, Relaxation und Vorspannung genannt werden.

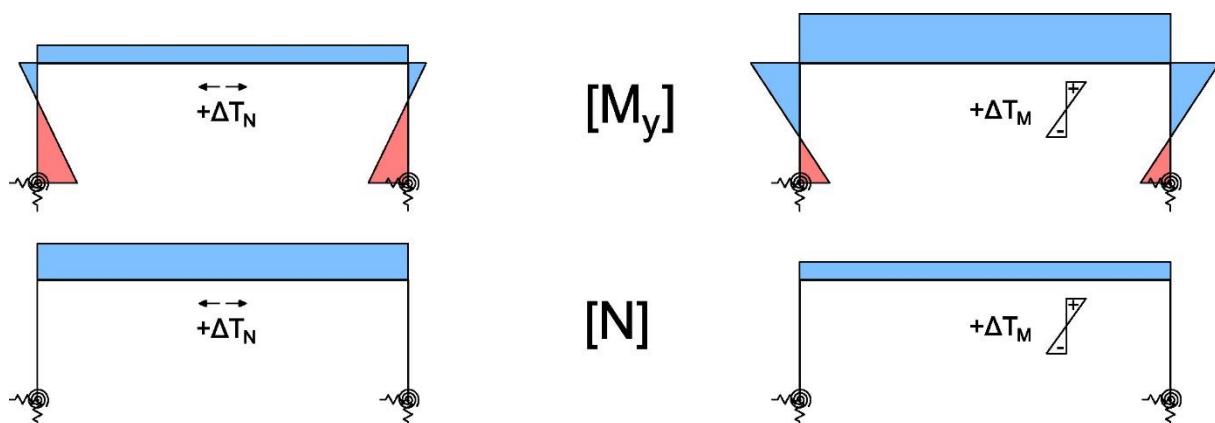


Abbildung 2 Integralbrücke unter Temperatureinwirkung

Vorschlag zum Temperaturansatz bei integralen Brücken

Die in der ÖNorm EN 1991-1-5 unter Berücksichtigung des Nationalen Anwendungsdokumentes ÖNorm B 1991-1-5 angegebenen Temperaturansätze und Kombinationen liefern bei der Bemessung von Integralbrücken unrealistisch hohe Zwangsnenngrößen. Bei der Bemessung von Integralbrücken ist daher besonders auf eine sinnvolle Kombination der Einzellastfälle nach ÖNorm EN 1991-1-5 zu achten. Für die Bemessung von integralen Tragwerken ergeben sich daher 6, sich gegenseitig

ausschließende Lastfälle, welche in Abbildung 3 dargestellt sind. Die Kombinationsbeiwerte ψ_i können der Norm entnommen werden.

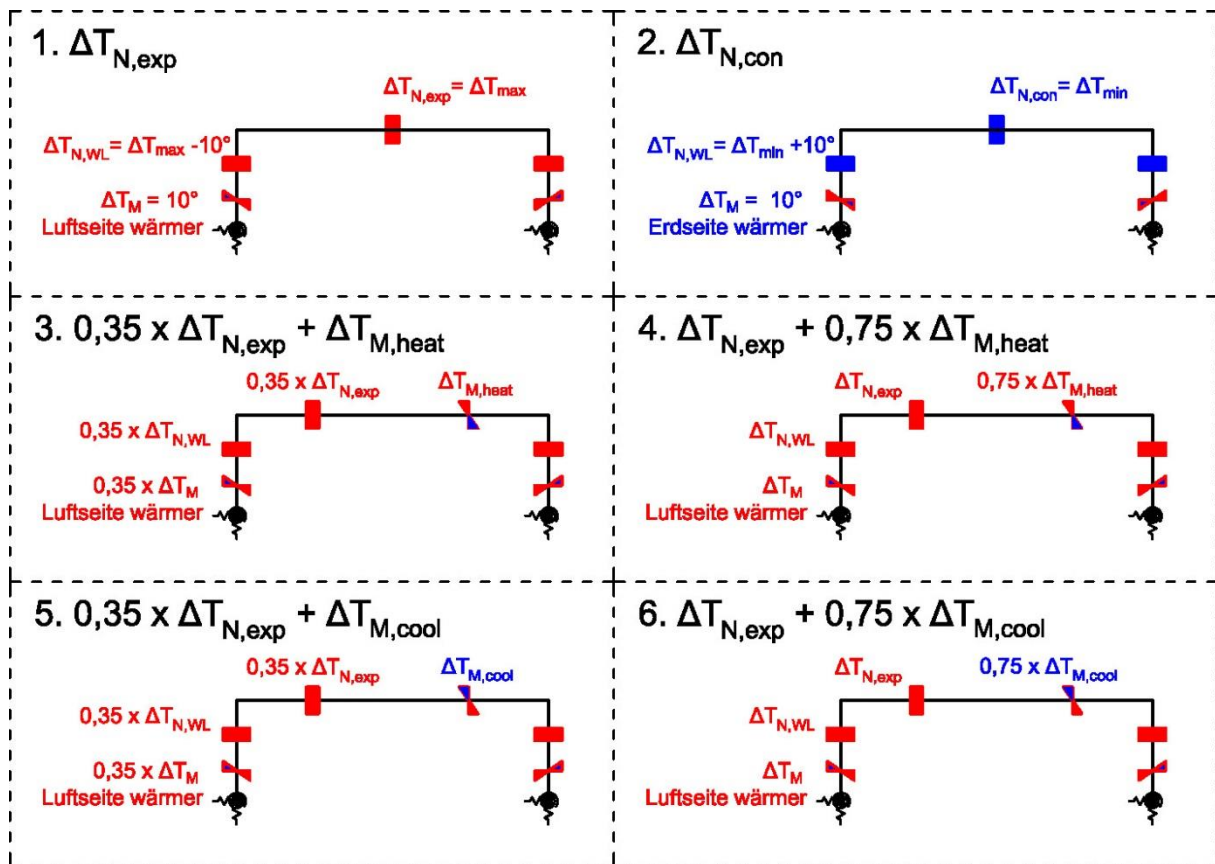


Abbildung 3 Vorschlag Temperaturansatz

Modellierung und untersuchte Parameter

Das verwendete FE-Modell wurde mit Scheiben- und Plattenelementen abgebildet. Die Modellierung der Gründung erfolgte anhand von Federn, welche mittels Bettungsmodulverfahren berechnet wurden. Die in Tabelle 1 dargestellten Parameter wurden untersucht.

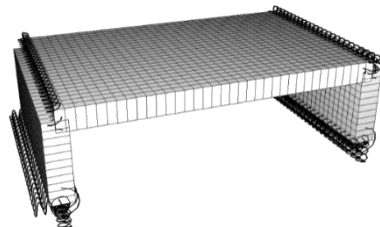


Tabelle 1 untersuchte Parameter

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

Sensitivitätsanalyse

Mit Hilfe einer Parameterstudie wurde der Einfluss der Federsteifigkeiten auf die Höhe der Zwangbeanspruchung für verschiedene Querschnittspunkte untersucht. Generell hat die Streuung der Federsteifigkeit einen geringen Einfluss auf die Ergebnisse, wie dies in Abbildung 4 ersichtlich ist. Eine Modellierung der Gründung (Flach- oder Tiefgründung) wird für die Bemessung von Integralbrücken dennoch empfohlen, um den Einspanngrad des Tragwerkes realistisch abzuschätzen. Die horizontale Bettung kann vereinfacht mit dem 0,50-fachen Wert der Vertikalbettung angesetzt werden.

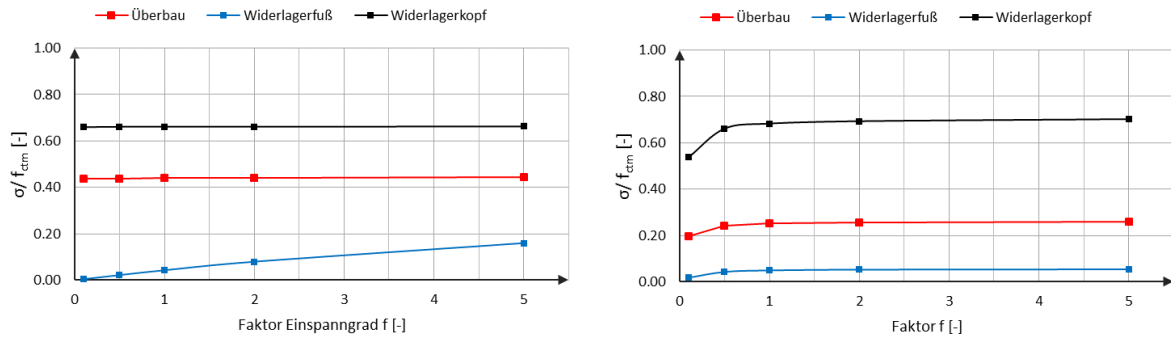


Abbildung 4 Variation: Einspanngrad (li) und Horizontalfeder (re)

Berücksichtigung von Zwang in der Bemessung

Der Abbau der Zwangskraft wurde mit Hilfe von Steifigkeitsverhältnissen für den Zustand I und Zustand II untersucht. Für den Zustand II wurde die Steifigkeit vereinfacht mit Hilfe eines Rechteckquerschnittes ohne Druckbewehrung unter reiner Biegung ermittelt.

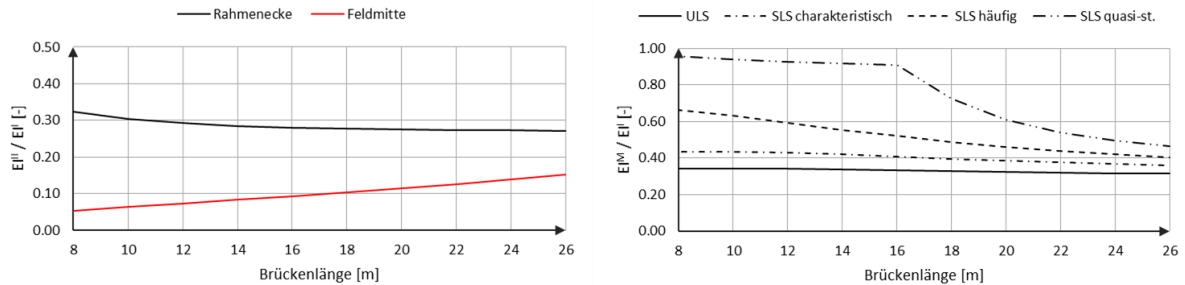


Abbildung 5 Steifigkeitsabbau am Überbau – gerissener Querschnitt (li) und mittlere Bauteilsteifigkeit (re)

Im gerissenen Querschnitt zeigt sich, dass die Steifigkeit im Zustand II für den Feldquerschnitt im Mittel auf 0,10 und in der Rahmenecke auf 0,25 abfällt. Die mittlere Bauteilsteifigkeit beträgt im SLS ca. 0,50 und im ULS ca. 0,40 (Abbildung 5). Mit diesen beiden Faktoren liegt die Bemessung auf der sicheren Seite. Für die Bemessung von kurzen Rahmentragwerken ($L < 26$ m) werden die Temperaturansätze in Tabelle 2 empfohlen:

Tabelle 2 Temperaturansätze unabhängig von der Belagsdicke

	Aktuell	Empfohlen	
	ÖNorm B 1991-1-5	TU Graz ULS	TU Graz SLS
$\Delta T_{N,con}$	Höhe lt. Norm	Höhe lt. Norm · 0,40	Höhe lt. Norm · 0,50
$\Delta T_{N,exp}$	Höhe lt. Norm	Höhe lt. Norm · 0,40	Höhe lt. Norm · 0,50
$\Delta T_{M,heat}$	10°C	15°C · 0,40 = 6,0°C	15°C · 0,50 = 7,5 °C
$\Delta T_{M,cool}$	5°C	8°C · 0,40 = 3,2°C	8°C · 0,50 = 4,0°C

Zur realistischen Erfassung des Zwangkraftabbaus werden derzeit an TU Graz die Rissöffnung im SLS infolge der Zwangbeanspruchung und die plastische Rotation im ULS analysiert.