

DIPLOMARBEIT

Untersuchungen zum Zwangabbau temperaturbeanspruchter Stahlbetonbiegebalken

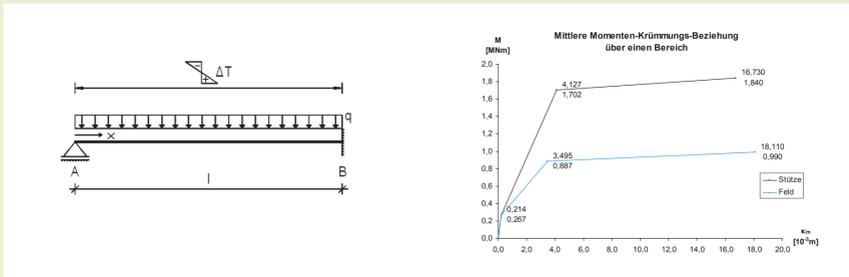
Problemstellung

Die Arbeit untersucht für verschiedene statisch unbestimmte Systeme von biegebeanspruchten Stahlbetonbalken mit Rechteckquerschnitt den Abbau der Zwangsschnittgrößen infolge von Temperatureinwirkung durch das nichtlineare Werkstoffverhalten des Stahlbetons. Die Schnittgrößen aus Lastbeanspruchungen können i.A. mit ausreichender Genauigkeit nach linearer Elastizitätstheorie für konstante Steifigkeiten im Zustand I ermittelt werden. Die Schnittgrößen aus Zwangbeanspruchung sind dagegen direkt proportional zu den absoluten Steifigkeiten. Daher wurde die steifigkeitsmindernde Rissbildung bei der Berechnung mit Hilfe des Kraftgrößenverfahrens (numerische Integration mit 20 Abschnitten) berücksichtigt. Die Einflüsse von Trägerschlankheit (drei Varianten), Bewehrungsgrad (vier Varianten) und System/Belastung (vier Kombinationen) sollten in Parameterstudien untersucht werden.

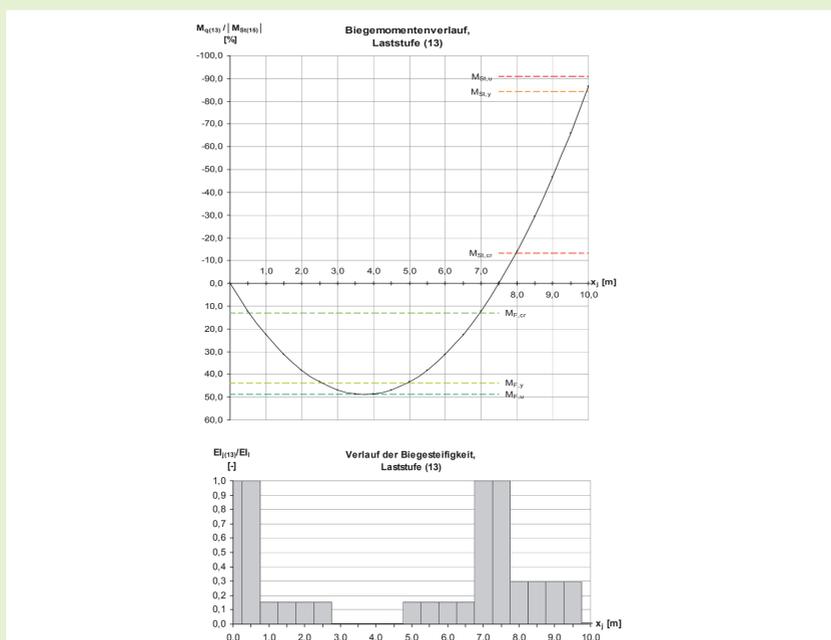
Vorgehensweise

Es wurden für jede untersuchte Parameterkombination die beanspruchungs- und querschnittsabhängigen Momenten-Krümmungs-Beziehungen ermittelt. In bis zu 15 Laststufen wurde jeweils der Momentenverlauf, der Verlauf der Biegesteifigkeit (Zustände I, II und III) und die daraus resultierende Größe des Temperaturzwangs für jeden Träger bestimmt.

Beispiel: Einfeldträger mit Einspannung am rechten Auflager, belastet durch eine gleichmäßige Streckenlastlast und eine konstante Temperaturdifferenz.



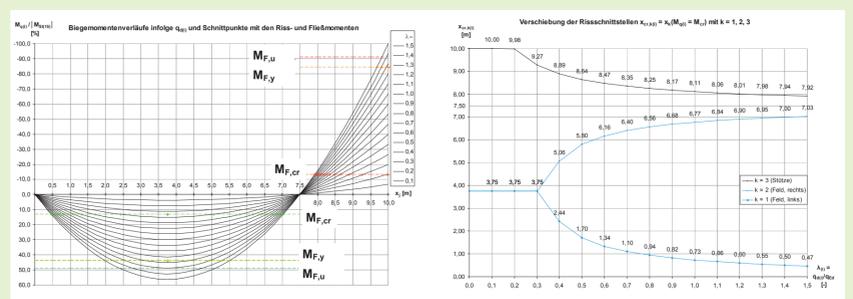
Die nachfolgende Darstellung enthält die zugehörigen Biegesteifigkeiten zum Momentenverlauf. Die Markierungen für die Grenzmomente zeigen auf, in welchen Bereichen des Trägers der Riss- ($M_{F,cr}$), Fließ- ($M_{F,y}$) und Bruchzustand ($M_{F,u}$) erreicht ist.



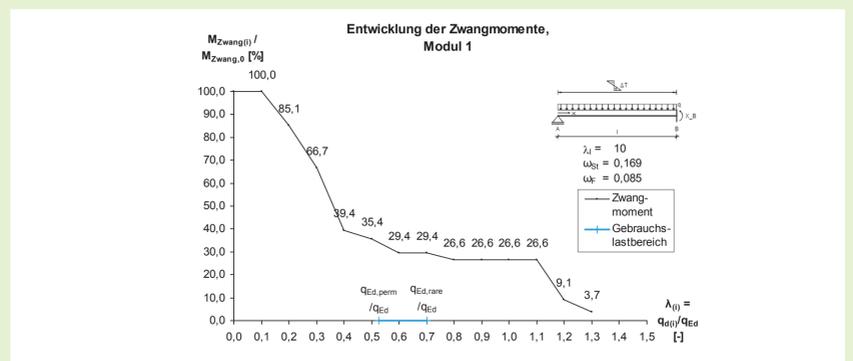
Der Verlauf der Biegesteifigkeit kann direkt aus dem Biegemomentenverlauf über die Momenten- Krümmungsbeziehung ermittelt werden. Aufgrund der numerischen Integration über äquidistante Stützpunkte ist die Steifigkeit abschnittsweise konstant.

Ergebnisse

Durch die Betrachtung der Momentenbeanspruchung für alle Laststufen wird ersichtlich, dass sich die Schnittstellen der Momentenverläufe mit den horizontalen Linien für die Grenzwerte ($M_{F,cr}$, $M_{F,y}$, $M_{F,u}$) mit zunehmender Belastung dem Momentennullpunkten nähern.



Das beschriebene Verhalten spiegelt sich bei der Entwicklung der steifigkeitsabhängigen Zwangmomente unter steigender Belastung wider. Im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist nur noch ein Bruchteil der ursprünglichen Zwangbeanspruchung vorhanden.



Insgesamt wird festgestellt:

- Der Temperaturzwang wird bei allen untersuchten Systemen mit steigender Lastbeanspruchung stark abgebaut.
- Die nichtlineare Berechnung ergibt bereits für Belastungen auf dem Gebrauchslastniveau Zwangsschnittgrößen, die auf unter 40% der linearelastisch ermittelten Zwangsschnittgrößen abfallen. Im Grenzzustand der Tragfähigkeit werden die Zwangsschnittgrößen auf unter 35 % abgebaut.
⇒ wirtschaftlichere Bewehrung gegenüber der linear-elastischen Berechnung

Weiterhin zeigt sich in den Untersuchungen ein erheblicher Einfluss des Bewehrungsgrades, während die Trägerschlankheit nahezu bedeutungslos ist.