

DIPLOMARBEIT

Numerische Simulationsrechnungen an kippgefährdeten schlanken Stahlbetonträgern

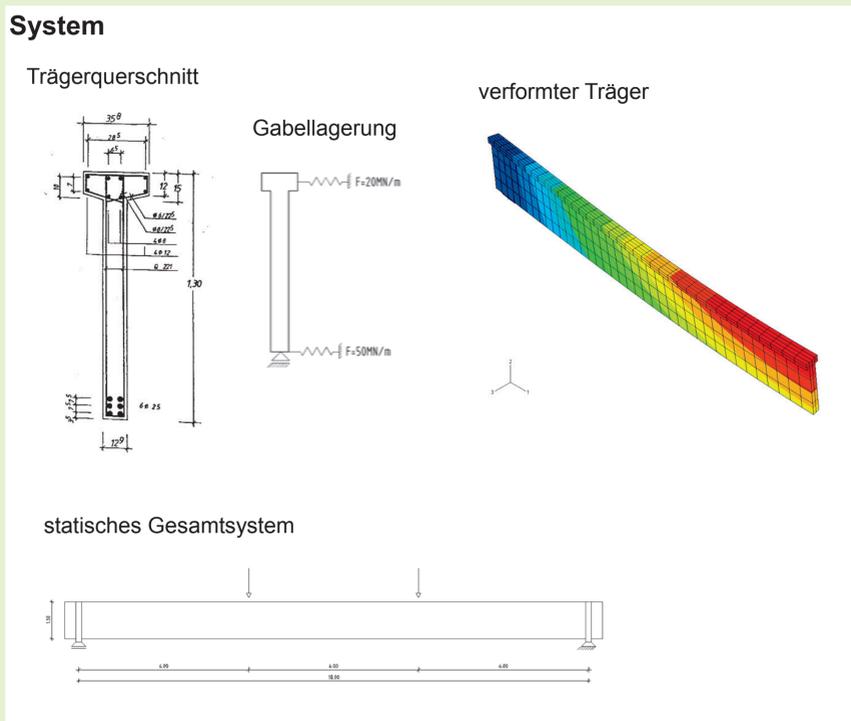
Problemstellung

Das Problem der Kippstabilität von Stahl- und Spannbetonträgern gewinnt mit zunehmender Schlankheit der Bauteile an Bedeutung. Bei der Untersuchung des Kippverhaltens schlanker Stahlbeton- und Spannbetonträger müssen sowohl das nichtlineare Werkstoffverhalten des Stahlbetons als auch die geometrischen Nichtlinearitäten berücksichtigt werden.

Die wirklichkeitsnahe Modellierung des Tragverhaltens erfolgt durch eine nichtlineare FE-Berechnung. Darüber hinaus sind einige Näherungsverfahren verfügbar. Diese unterscheiden sich in ihren Ansätzen für die Ermittlung der Biege- und Torsionssteifigkeiten, sowie in den Vereinfachungen der zugrunde liegenden Differentialgleichungen. Vier in der Praxis vorhandene Näherungsverfahren zur Berechnung der Kippstabilität wurden in dieser Arbeit vorgestellt. Die damit ermittelten Traglasten wurden mit den Ergebnissen aus den numerischen Simulationsrechnungen verglichen.

Vorgehensweise

Zunächst wurde ein parametrisiertes, numerisches, nichtlineares Berechnungsmodell mit dem Programm Abaqus entwickelt. Um das Modell zu verifizieren, wurden vier parallelgurtige Stahlbetonversuchsträger nachgerechnet. Dabei wurden die Vorverformungen und Materialkenngrößen der Versuchsträger berücksichtigt. Die Auswertung erfolgte anhand der maximalen Traglasten mit den dazugehörigen horizontalen und vertikalen Auslenkungen.



Anschließend wurden die Näherungsverfahren von

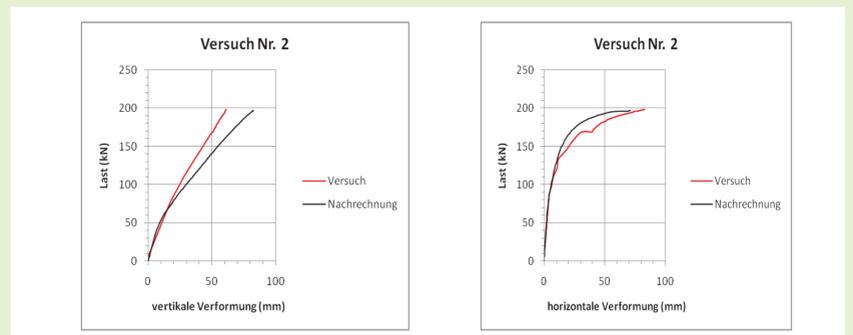
- K. Stiglat
- G. Mehlhorn / F.K. Röder / J.U. Schulz
- M. Kofod-Olsen und M.P. Nielsen
- D. Kraus und K.-H. Ehret

vorge stellt.

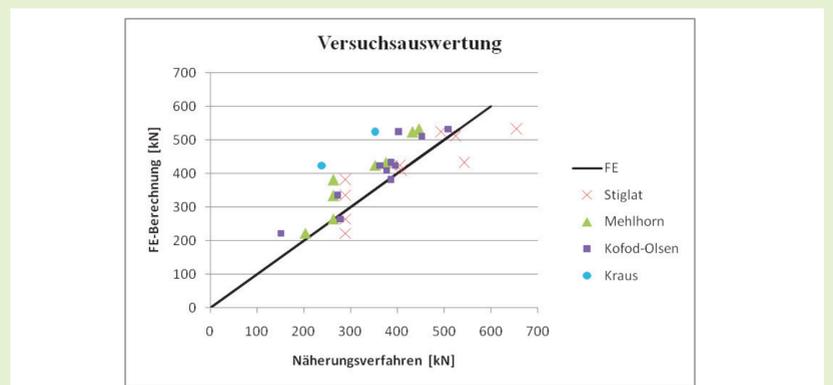
Um die vorhandenen Näherungsverfahren auf ihre Praktikabilität und Genauigkeit zu überprüfen, wurden Simulationsrechnungen an elf Stahlbetonträgern mit variierten Querschnitten und Bewehrungsgraden mit dem FE-Programm Abaqus durchgeführt. Diese orientieren sich an realitätsnahen Trägern. Die maximalen Lasten wurden mit den Ergebnissen aus den Handrechenverfahren verglichen.

Ergebnisse

Mit Abaqus konnten die Versuchsbalken in Bezug auf die maximale Traglast mit einer Genauigkeit von 95% berechnet werden. Bei den horizontalen und vertikalen Verschiebungen waren die Abweichungen teilweise etwas größer.



Die vergleichenden Untersuchungen mit Hilfe der Näherungsverfahren haben gezeigt, dass alle Methoden geeignet sind das nichtlineare Werkstoffverhalten von Stahlbeton zu erfassen. Das Verfahren von Stiglat hat die besten Ergebnisse erzielt, wobei die maximale Last bei zwei Trägern etwas überschätzt wurde. Die Verfahren von Mehlhorn und von Kofod-Olsen lagen zumeist auf der sicheren Seite und sind ebenfalls zu empfehlen. Die Berechnungen nach Kraus und Ehret ergaben teilweise deutlich kleinere maximale Traglasten, wodurch keine gute wirtschaftliche Ausnutzung erreicht werden kann. Mit Blick auf die Praktikabilität ist das Verfahren von Stiglat zu empfehlen, da nur wenige Parameter zu berechnen sind. Sehr aufwendig hingegen sind die Verfahren von Mehlhorn und Kofod-Olsen.



Die vorgestellten Näherungsverfahren nehmen allerdings nicht die aktuellen Normen des Betonbaus in Bezug. Für das Problem der Kippstabilität besteht ein Bedarf nach Näherungsverfahren auf der Grundlage der aktuellen Normen sowie hinsichtlich der Modellierung des Werkstoffverhaltens.