

Zusammenfassung

Häufig werden Spannungsfelder und Fachwerkmodelle für die Bemessung und Prüfung von neuen bzw. bestehenden Stahlbetonbauteilen verwendet. Üblicherweise berücksichtigen diese Methoden bei der Bemessung neuer und dem Tragwiderstandsnachweis bestehender Bauwerke dieselben Widerstandsmechanismen, obwohl die verfolgten Ziele unterschiedlich sind. Bei der Bemessung von neuen Elementen möchte man eine sich mit den äusseren Belastungen im Gleichgewicht befindende Lösung ermitteln, welche zu einer einfachen Bewehrung führt und ein gutes Verhalten am Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit vorweist. Beim Tragsicherheitsnachweis bestehender Bauwerke möchte man hingegen nicht erforderliche Verstärkungsmassnahmen vermeiden und die Instandsetzungsarbeiten so gering wie möglich halten. Hierfür müssen, abhängig von der erforderlichen Widerstandsfähigkeit, unterschiedlich komplexe Modelle verwendet werden: sollten die Ergebnisse von einem Modell keine ausreichenden Lastreserven vorweisen, dann muss dieses Modell schrittweise verfeinert werden. Der Verfeinerungsprozess führt zu fortschreitend genaueren Ergebnissen, welche letztlich dem Widerstandswert gemäss der Grenzwertanalyse entsprechen.

Diese Arbeit beschreibt verschiedene Strategien, die für die Erstellung von Spannungsfelder und Fachwerkmodellen für den Entwurf und die Bewertung der Tragfähigkeit von Stahlbetonbauteilen verwendet werden können. Das Prinzip der schrittweisen Verfeinerung wird anhand praktischer Beispiele erläutert. Für jede Strategie werden möglicherweise auftretende Schwierigkeiten und Probleme beschrieben und diskutiert.

Die Anwendbarkeit von Elastisch-Plastischen Spannungsfeldern (EPSF) sowie die Genauigkeit der hiermit gefundenen Lösungen werden untersucht. Die ermittelten Grenzlaster werden mit Versuchsergebnissen aus der Literatur verglichen. Um zukünftige Studien zu erleichtern sind alle durchgeführten Simulationen online verfügbar. Die Analyse von Stahlbetonträgern mit unzureichender Bewehrungsverankerung wurde ebenfalls durchgeführt und diskutiert.

Die vorliegende Arbeit beinhaltet desweiteren eine Sensibilitätsstudie der EPSF, welche die Auswirkung von Grösse, Form und Orientierung der finiten Elemente auf die Ergebnisse untersucht. Auch der Einfluss der Anzahl der Iterationsschritte wird diskutiert, sodass klare Empfehlungen formuliert werden können.

Spannungsfelder, welche auf den exakten Lösungen der Plastizitätstheorie basieren, simulieren das physische Verhalten von Stahlbetonbauteilen genauer als derzeitige Normvorgaben. Darauf aufbauend wird ein Verfahren zur Ermittlung der Teilsicherheitskoeffiziente für Beton und Bewehrungsstahl präsentiert und diskutiert. Tiefere Teilsicherheitskoeffiziente

könnten für die Auswertung von bestehenden Stahlbeton- und Spannbetonbauteile verwendet werden, was zu bedeutend niedrigeren Kosten für die Instandsetzung und Instandhaltung von Bauwerken führen kann.

Um die mechanische Ursache der Druckfestigkeitsabnahme im Nachbruchbereich besser zu verstehen, wurde ein mechanisches Modell für die Schätzung der wirksamen Betondruckfestigkeit entwickelt. Dieses ist für die Anwendung der Spannungsfelder ausschlaggebend. Das Abplatzen der Betondeckung, der Betondruckbruch, sowie das Gleiten von Rissen werden hierbei berücksichtigt. Besondere Aufmerksamkeit wird der Dübelwirkung der Bewehrung geschenkt, sowie dessen Einfluss auf die umliegende Betonmatrix. Das Modell wird anhand von Versuchsergebnissen aus der Literatur validiert. Schliesslich wird die Validität existierender semi-empirischer Ansätze zur Ermittlung der wirksamen Betondruckfestigkeit gewertet und diskutiert.

Stichwörter: Fachwerkmodelle, Spannungsfelder, Entwurf, mechanisches Modell, unzureichende Bewehrungsverankerung, Bewertung, Teilsicherheitsbeiwerte, Effizienzfaktor, Betondruckfestigkeit, konstitutives Stoffgesetz