

Überprüfung der Zuverlässigkeit der für die nächste Generation von EN 1992-1-1 vorgesehenen neuen Bemessungsansätze gegen Durchstanzen ohne Durchstanzbewehrung und Querkraft ohne Querkraftbewehrung

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau (IKI)

Projektleitung	Prof. Dr.-Ing. Marcus Ricker, M.Sc.
Projektbearbeitung	Prof. Dr.-Ing. Marcus Ricker, M.Sc. Tânia Feiri, PDEng, M.Sc. Konstantin Nille-Hauf, M.Eng.
Mittelgeber	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
Förderprogramm	-
Projektpartner	Institut für Massivbau (IMB), RWTH Aachen
Laufzeit	01.09.2018 – 31.12.2020

Projektbeschreibung Im Zuge der Fortschreibung des Eurocode 2 (EC2) auf europäischer Ebene wurden für die Bestimmung des Durchstanzwiderstands ohne Durchstanzbewehrung und der Querkrafttragfähigkeit ohne Querkraftbewehrung von der aktuellen Norm abweichende Modelle vorgeschlagen, deren Herleitung auf Basis der *Critical Shear Crack Theory* (CSCT) erfolgte. Bei der Entwicklung der bisherigen Ansätze wurde in Deutschland der empirische Beiwert anhand von Versuchsergebnissen abgeleitet. Dabei wurde ein Zielwert von 1,0 für den 5 %-Quantilwert des Verhältnisses aus Versuchsbruchlast und rechnerischer Durchstanz- bzw. Querkrafttragfähigkeit zugrunde gelegt. Im Zuge des vorliegenden Forschungsprojekts wurden die Versagenswahrscheinlichkeiten für die vorgeschlagenen Bemessungsmodelle mit semi-probabilistischen Methoden quantitativ ermittelt. Dazu erfolgte die Ermittlung des Zuverlässigkeitsindex β anhand von vier verschiedenen Berechnungsverfahren. Der Zuverlässigkeitsindex β ist ein Maß für die Versagenswahrscheinlichkeit p_f ; je größer β , desto kleiner ist p_f . Der Zielwert für die Kalibrierungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit wurde gemäß DIN EN 1990 zu $\beta = 3,8$ festgelegt. Das entspricht dem Mindestwert der Zuverlässigkeitsklasse RC 2 für einen Bezugszeitraum von 50 Jahren, welche mit der Schadensfolgeklasse CC 2 verknüpft ist.

Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen haben gezeigt, dass das Sicherheitsniveau für die betrachteten Bemessungsgleichungen im Wesentlichen

INSTITUT	Institut für Konstruktiven Ingenieurbau (IKI)
PROJEKT	Überprüfung der Zuverlässigkeit für nächsten EN 1992-1-1
SCHLAGWÖRTER	Stahlbeton, Zuverlässigkeit, Durchstanzen, Querkraft
ANSPRECHPARTNER/IN	Prof. Dr.-Ing. Marcus Ricker, M.Sc.

durch die Streuung der Modellunsicherheit bestimmt wird. Die statistischen Charakterisierungen der Betonfestigkeit und der statischen Nutzhöhe beeinflussen das Zuverlässigkeitsniveau ebenfalls, wohingegen die weiteren Zufallsvariablen lediglich eine untergeordnete Rolle spielen. Die statistische Charakterisierung der Modellunsicherheiten erfolgte auf Basis der Auswertung von Versuchsdatenbanken. Die Mittelwerte und Streuungen der übrigen Zufallsvariablen wurden entsprechend der Angaben in *Probabilistic Model Code* festgelegt.

Für die untersuchten Bemessungsgleichungen können die Versagenswahrscheinlichkeiten hinreichend genau mit einer erweiterten First-Order-Methode ermittelt werden. Dies konnte durch Vergleichsberechnungen mit der Monte-Carlo-Methode bestätigt werden. Die Mean Value First Order Second Moment Methode (MVFOSM) sollte hingegen aufgrund ihrer Invarianz gegenüber der mathematischen Formulierung und der Nichtberücksichtigung des Verteilungstyps der Basisvariablen nicht verwendet werden. In den Parameterrechnungen lagen die mit der MVFOSM ermittelten Sicherheitsindices jeweils ca. 25 % unterhalb der übrigen Ergebnisse und wurden daher für die Bewertung des Sicherheitsniveau ausgeschlossen.

Für die Bemessungsansätze im Entwurf des neuen Eurocode 2 ergaben sich in den Parameterrechnungen Zuverlässigkeitsindices von ca. $\beta \approx 4,0$ für Durchstanzen ohne Durchstanzbewehrung und von $\beta \approx 3,8$ für Querkraft ohne Querkraftbewehrung. Die Gleichungen erreichen somit – mit Ausnahme von Betondruckfestigkeiten größer als etwa 40 MPa – das in EN 1990 geforderte Sicherheitsniveau. Für den neuen Querkraftansatz ergaben sich in Abhängigkeit der angesetzten statischen Nutzhöhe (d_{nom} oder $d_{d(esign)}$) zusätzlich noch geringfügige Unterschreitungen für größere statische Nutzhöhen, kleine Bauteilbreiten und große Größtkorndurchmesser des Zuschlags. Daher erfolgte eine Kalibrierung zur Anhebung des Sicherheitsniveaus.

Deutsches
Institut
für
Bautechnik

DIBt

INSTITUT
PROJEKT
SCHLAGWÖRTER
ANSPRECHPARTNER/IN

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau (IKI)
Überprüfung der Zuverlässigkeit für nächsten EN 1992-1-1
Stahlbeton, Zuverlässigkeit, Durchstanzen, Querkraft
Prof. Dr.-Ing. Marcus Ricker, M.Sc.

HBC.
HOCHSCHULE
BIBERACH
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES