

Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten haben sich viele Arbeiten mit dem Durchstanzversagen von Stahlbetonbauteilen beschäftigt. Trotz der Entwicklung verschiedenster mechanischer Ansätze um dieses Versagen vorherzusagen, herrscht noch immer keine Einigkeit was die beschreibende Theorie angeht. Ein einflussreicher rationeller Ansatz, der die Durchstanzfestigkeit in einen Zusammenhang mit der Verformungskapazität bringt, wurde von Kinnunen und Nylander (1960) vorgeschlagen. Die Theorie des kritischen Schubrisses (Critical Shear Crack Theory auf Englisch, CSCT), im Jahre 1991 von Muttoni und Schwartz erstmals publiziert, ist unter den Arbeiten, die im Einklang mit den Grundlagen der Theorie von Kinnunen und Nylander entwickelt wurden. Die CSCT war das Objekt intensiver Forschung in den letzten beiden Jahrzehnten, was ihre Validierung, Verbesserung und ihren Ausbau angeht. Die vorliegende aus vier veröffentlichten wissenschaftlichen Artikeln bestehende Arbeit untersucht die Beständigkeit der Prinzipien der Theorie im Falle der Anwendung auf Bauteile ohne Schubbewehrung und unterschiedlicher Schlankheit (Fundament- und Deckenplatten).

Zum besseren Verständnis der Analogien und Unterschiede was das Verhalten von schlanken und gedrunenen Bauteilen angeht, wird eine Versuchsreihe, die das Durchstanzverhalten von Fundamenten untersucht, vorgestellt. Die Messungen zeigen, dass neben den Rotationen, auch die Schubverzerrungen einen signifikanten Einfluss auf den Deformationszustand von gedrunenen Bauteilen bei Versagen haben. Eine theoretische Formulierung wird unter Benutzung des kinematischen oberen Grenzwertsatzes der Plastizitätstheorie hergeleitet. Sie zeigt die Existenz einer Biege-Schub-Interaktion in gedrunenen Fundamenten, welche die Festigkeit beeinflusst und einen fließenden Übergang zwischen reinem Biege- und Durchstanzverhalten definiert. Ein Vergleich zwischen den theoretischen und den experimentellen Resultaten zeigt, dass Verzerrungs- und Größeneffekte berücksichtigt werden müssen, um den Durchstanzwiderstand von gedrunenen Gründungen unter Benutzung des Grenzwertsatzes korrekt vorher zu sagen.

Für die Untersuchung des Übergangs zwischen Grenzwertsatz und CSCT sowie der Behandlung von gedrunenen Bauteilen durch die CSCT, werden deren theoretischen Grundlagen überprüft und diskutiert. Die Studie zeigt, dass die Theorie auf schlanke und gedrunene Bauteile anwendbar ist, wenn sowohl Biege- als auch Schubverformungen in der Kinematik des kritischen Schubrisses berücksichtigt werden. Zusätzlich dazu, wird ein kürzlich vorgeschlagenes Potenzgesetz-Versagenskriterium mit den verschiedenen potentiellen Versagensmechanismen von schlanken und gedrunenen Bauteilen gerechtfertigt und erklärt. Des Weiteren werden geschlossene Lösungen für die Durchstanzbemessung von Bauteilen ohne Schubbewehrung analytisch hergeleitet, indem das Potenzgesetz-Versagenskriterium mit einer vereinfachten Last-Verformungsbeziehung kombiniert wird. Diese Formulierungen werden mit einer weiten Reihe von Versuchsergebnissen an Decken- und Gründungsplatten validiert.

In weiterer Folge wird ein mechanisches Modell auf der Basis der theoretischen Prinzipien der CSCT entwickelt, das eine verfeinerte Berechnung des Versagenskriteriums durch Integration der Spannungen im kritischen Schubriss ermöglicht. Dieses Modell, auf schlanke Platten angewandt und mit Versuchsergebnissen validiert, zeigt eine gute Übereinstimmung. Eine auf dem verfeinerten Versagenskriterium basierende Parameterstudie erlaubt eine theoretische Validierung der beiden analytischen Versagensmechanismen der CSCT und ihrer Hauptannahmen. Schlussendlich demonstrieren die vorläufigen Resultate der Anwendung des mechanischen Modells auf vorgespannte Platten und Grün-

dungen die Gültigkeit der Prinzipien der CSCT auch in diesen Fällen.

Schlüsselwörter: Stahlbeton; Durchstanzwiderstand; experimentelle Untersuchungen; mechanisches Modell; Grenzwertanalyse; Critical Shear Crack Theory (CSCT); Versagenskriterium; Gründungen; Flachdecken; Platten; Bemessungsansätze in geschlossener Form.