

# Erarbeitung von Anwendungskriterien für das vereinfachte Rechenverfahren (Zonenmethode) nach DIN EN 1992-1-2

Konrad Zilch, Andre Müller, Claudia Reitmayer

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde mittels Durchführung einer Parameterstudie die Zonenmethode dem allgemeinen Rechenverfahren nach DIN (V) EN(V) 1992-1-2 [1; 5] hinsichtlich der brandschutztechnischen Bemessung von Stützen gegenübergestellt. Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, Anwendungskriterien für die Zonenmethode zu erarbeiten, falls sich im Zuge der Parameterstudie zeigen sollte, dass dieses Verfahren gegenüber dem allgemeinen Verfahren unter gewissen Randbedingungen auf der unsicheren Seite liegende Ergebnisse liefert.

Parametrisiert wurde hierfür eine Kragstütze mit den Querschnittsabmessungen 30 x 30cm, der Betongüte C30/37 und einem Achsabstand der Längsbewehrung von  $u = 2,0\text{cm} + 1,0\text{cm} + \frac{\varnothing_{\text{längs}}}{2}$  hinsichtlich der Belastung, der Stützenschlankheit und der Beflammungsart (vierseitig bzw. dreiseitig) für die Feuerwiderstandsklasse R 90.

Die Heißbemessung wurde bei beiden Verfahren unter Verwendung des Statikprogramms SOFISTIK (Version 11.07-25, Modul AQUA, SOFIMSHA, SOFILOAD und STAR2) durchgeführt, da dieses Programm eine differenzierte Materialdefinition in Abhängigkeit der Temperaturverteilung innerhalb des Stützenquerschnitts ermöglicht.

Als Vergleichsbasis zwischen der Zonenmethode und dem allgemeinen Rechenverfahren wurde der relative Tragfaktor herangezogen. Mittels SOFISTIK wurden hierfür die inneren Schnittgrößen  $N_i$  und  $M_i$  im selben Verhältnis wie die äußeren Schnittgrößen nach Theorie II. Ordnung ermittelt.

Die brandschutztechnischen Bemessungen von vierseitig beflammt Stützen unter Berücksichtigung der thermischen Dehnungen zeigten, dass das Vorhandensein einer gewissen Lastausmitte zwingend erforderlich ist, um die Anwendungssicherheit der Zonenmethode zu gewährleisten. Eine ausreichende Vorverformung bzw. Lastexzentrizität bewirkte eine deutlich stärkere Stützenverformung bei Anwendung des vereinfachten Rechenverfahrens als bei Verwendung des allgemeinen Rechenverfahrens, wodurch die höhere Tragfähigkeit des reduzierten Stützenquerschnitts gegenüber dem in Temperaturbereiche unterteilten Querschnitt des allgemeinen Verfahrens kompensiert wurde.

Eine zu geringe Ausmitte führte vor allem bei Stützen mit geringen Schlankheiten und niedrigen äußeren Lasten im Vergleich zum allgemeinen Verfahren zu unsicheren Ergebnissen, da bei diesen Randbedingungen keine ausreichenden Verformungen nach Theorie II. Ordnung hervorgerufen wurden.

Für die im Zuge der Parameterstudie untersuchten, vierseitig beflammt Stützen konnte die Anwendungssicherheit des Zonenverfahrens gewährleistet werden, wenn eine Mindest Lastexzentrizität von  $e_0 = h/12$  angesetzt wurde, falls die als lineare Vorverformung aufzubringende kalte Imperfektion  $e_a$  nach DIN 1045-1 [9] (bei zentrisch belasteten Stützen) bzw. die vorhandene Lastexzentrizität  $e_0$  (bei geringen Lastausmitten) den Wert dieser vorgeschriebenen Mindest - Lastexzentrizität unterschritten hat (siehe auch Seite 34 und 35).

Der Wert der auf die Querschnittsabmessung bezogenen Lastausmitte von  $h/12$  wurde im Rahmen der Stützenparametrisierung für vierseitig beflammt Kragstützen mit den oben genannten Randbedingungen ermittelt und verifiziert. Hinsichtlich der eventuellen

Anpassung dieses Wertes an verschiedene Parameter (wie z.B. Querschnittsabmessungen, Feuerwiderstandsdauer, Betonfestigkeit, usw.) besteht jedoch sicherlich noch Forschungsbedarf. Dennoch zeigen die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens deutlich, dass die Anwendungssicherheit des Zonenverfahrens unter Ansatz einer ausreichenden Vorverformung bzw. Lastexzentrizität gewährleistet werden kann.

Diese Aussage konnte auch durch die brandschutztechnische Bemessung einer dreiseitig beflammt Stütze bestätigt werden, da infolge der bei asymmetrischer Beflammung entstehenden Krümmung bei Anwendung der Zonenmethode ausreichend große Vorverformungen aufzubringen waren (siehe 2.2.4) und das vereinfachte Verfahren somit bei der untersuchten Stützenvariation, selbst unter Vernachlässigung der Imperfektion, auf der sicheren Seite liegende Ergebnisse geliefert hat.

## Literatur

- [1] DIN V ENV 1992-1-2: Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-2: Allgemeine Regeln . Tragwerksbemessung für den Brandfall, Eurocode 2, November 1995, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [2] DIN-Fachbericht 92: Nationales Anwendungsdokument (NAD), Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2: 1997-05, 2000, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [3] Muster Liste der Technischen Baubestimmungen . Fassung September 2007, Deutsches Institut für Bautechnik
- [4] Richtlinie zur Anwendung von DIN V ENV 1992-1-2 in Verbindung mit DIN 1045-1, 2002, Deutsches Institut für Bautechnik
- [5] DIN EN 1992-1-2: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-2: Allgemeine Regeln . Tragwerksbemessung für den Brandfall, Oktober 2006, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [6] Müller, A. und Giese, Y.: Brandschutztechnische Bemessung von Stahlbetonstützen, 2008, Seminarreihe der Bundesvereinigung der Prüferingenieure für Bautechnik e.V.
- [7] Cyllok, M. und Achenbach, M.: Vereinfachte Bemessung brandbeanspruchter Stahlbetonkragstützen in Anlehnung an EC 2, Beton- und Stahlbetonbau 103 (2008), Heft 7
- [8] DIN 1055-100: Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Grundlagen der Tragwerksplanung, März 2001, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [9] DIN 1045-1: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion, August 2008, DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [10] Hosser, D. und Richter, E.: Sonderdruck aus Betonkalender, Konstruktiver Brandschutz im Übergang von DIN 4102 zu den Eurocodes, Ernst & Sohn, 2009
- [11] Upmeyer, J. und Schaumann, P.: Zum Feuerwiderstand von Stahlbetonstützen, Beton und Stahlbetonbau 103 (2008), Heft 7