

Erweiterung der DIN 4102-22, Tabelle 31 auf Stützen aus hochfestem Beton bis zur Festigkeitsklasse C80/85

Projektleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser
Dr.-Ing. Ekkehard Richter

Der brandschutztechnische Nachweis von unbekleideten Stahlbetonstützen des normalen Hochbaus bei mehr- und einseitiger Normbrandbeanspruchung (ETK) erfolgt nach DIN 4102 Teil 22, Tabelle 31. Die Mindestquerschnittsabmessungen in Tabelle 31 wurden für Normalbeton bis zur Festigkeitsklasse C50/60 nachgewiesen, der Nachweis für Stützen aus hochfestem Beton fehlt. Ein entsprechender Nachweis ist erforderlich, da nach DIN 4102-4/A1, Abschnitt 3.1 die Tabelle 31 auch für Stützen aus hochfestem Beton gilt, wobei für Stützen mit Querschnittsmaßen $h < 400$ mm und einer Schlankheit $\lambda > 20$ oder $h < 400$ mm und einer bezogenen Lastausmitte $e/h \geq 1/6$ zusätzliche Maßnahmen zur Begrenzung von zerstörenden Betonabplatzungen gefordert werden, z. B. der Einbau einer oberflächennahen Brandschutzbewehrung oder Vorkehrungen in Form betontechnologischer Maßnahmen.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurde untersucht, ob Tabelle 31 ohne Änderungen für Stützen aus hochfesten Beton bis zur Festigkeitsklasse C80/95 angewendet werden kann oder ob die Mindestquerschnittsabmessungen und Mindestachsabstände vollständig oder in Teilen neu berechnet werden müssen.

Für die programmgesteuerte Berechnung der Branddauer wurde das Computerprogramm STABA-F eingesetzt, das in der thermischen Analyse die Entwicklung und Verteilung der Bauteiltemperaturen berechnet und in der mechanischen Analyse das Tragwerks- und Bauteilverhalten unter Berücksichtigung der mechanischen Einwirkungen, der geometrischen Imperfektionen, der Wärmeeinwirkung auf die temperaturabhängigen thermo-mechanischen Werkstoffeigenschaften und der geometrisch nichtlinearen Effekte (Theorie II. Ordnung) ermittelt. Die thermischen und thermo-mechanischen Materialkennwerte für hochfesten Beton wurden der DIN EN 1992-1-2 entnommen.

In DIN EN 1992-1-2, Tabelle 6.1N wird für hochfesten Beton die Reduzierung der Festigkeit bei hohen Temperaturen angegeben. Dafür wird der hochfeste Beton in 3 Klassen unterteilt: Klasse 1 gilt für die Festigkeitsklassen C55/67 und C60/75, Klasse 2 für die Festigkeitsklassen C70/85 und C80/95 und Klasse 3 für die Festigkeitsklasse C90/105. Bild 1 zeigt die mit

den Werten der Tabelle 6.1N berechneten temperaturabhängigen Spannungs-Dehnungs-Linien für hochfesten Beton der Festigkeitsklasse C55/67 und C60/75.

Im Nationalen Anhang zu DIN EN 1992-1-2 wird empfohlen, die Werte der Tabelle 6.1N zur Anwendung in Deutschland freizugeben. Diese Entscheidung wurde in den zuständigen Gremien getroffen, obwohl keine ausreichenden Hintergrundinformationen zu den Werten in Tabelle 6.1N vorliegen, andererseits aber auch keine anderen, hinreichend dokumentierten Versuchsdaten bekannt sind.

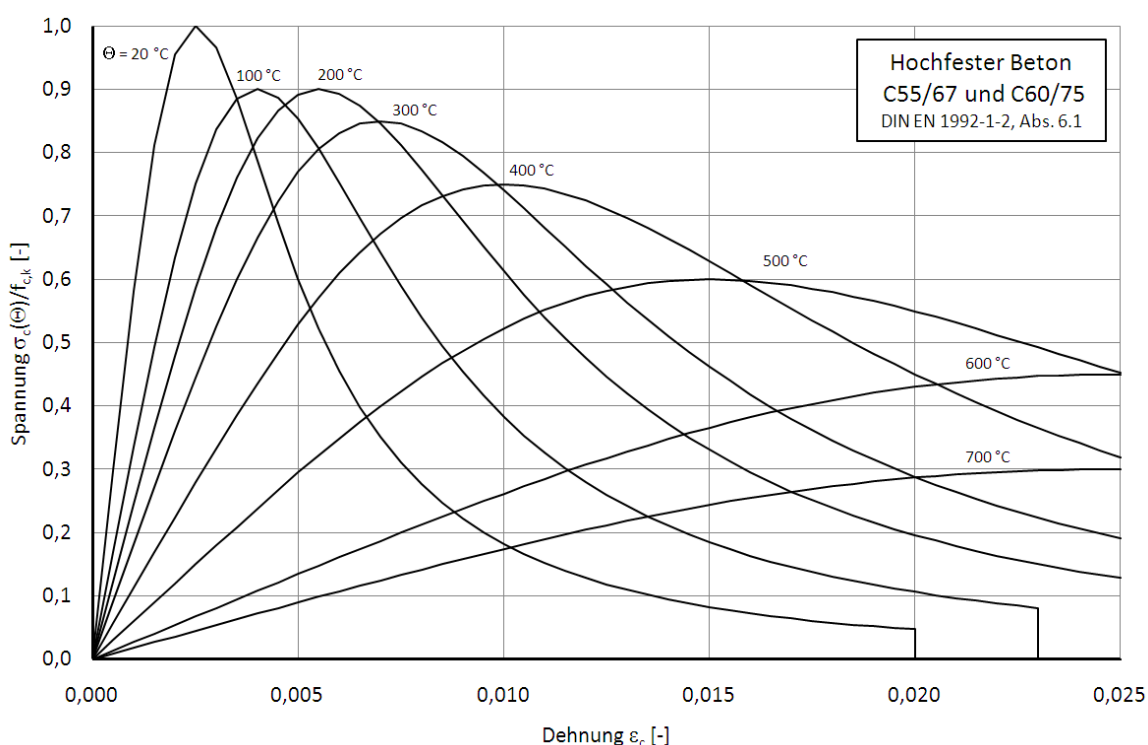


Bild 1 Temperaturabhängige Spannungs-Dehnungslinien von hochfestem Beton der Festigkeitsklasse C55/67 und C60/75

Die rechnerischen Untersuchungen wurden für ausgesuchte Stützen aus hochfestem Beton der Festigkeitsklasse C60/75, C70/85 und C80/95 ausgeführt, deren Abmessungen den Mindestwerten der Tabelle 31 entsprachen. Für die Stützen wurde die Branddauer bis zum Versagen berechnet und mit der mindestens erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der betreffenden Feuerwiderstandsklasse verglichen. Für alle Stützen wurde vorausgesetzt, dass sie die statisch-konstruktiven Randbedingungen der Tabelle 31 einhalten (Bemessung für Normaltemperatur nach Eulerfall 2 und Nachweis im Brandfall für Eulerfall 4, rotationsbehinderte Lagerung am Stützenkopf und -fuß) und dass zerstörende Betonabplatzungen bei

Brandbeanspruchung durch Anordnung einer Brandschutzbewehrung oder durch betontechnologische Maßnahmen nachweislich verhindert werden.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben wurden nur Stützen mit Rechteckquerschnitt bei vierseitiger Normbrandbeanspruchung (ETK) untersucht. Schwerpunkt der rechnerischen Untersuchungen waren Stützen mit der Länge $\max l_{col} = 6$ m. Für diese Stützen wurden die Feuerwiderstandsklassen R 30 bis R 120 und die Lastausnutzungsfaktoren $\alpha_1 = 0,2$ bis $\alpha_1 = 0,7$ untersucht. Im Bild 2 sind exemplarisch für $\alpha_1 = 0,7$ die berechneten Branddauern den Feuerwiderstandsklassen gegenübergestellt. In allen Feuerwiderstandsklassen liegen die berechneten Branddauern auf der sicheren Seite, d. h. sie sind größer als die erforderliche Feuerwiderstandsdauer. In den Feuerwiderstandsklassen R 60 bis R 120 liegen die Abweichungen zwischen 7 % und 19 %, in den Feuerwiderstandsklassen R 30 und R 180 bei annähernd 30 %.

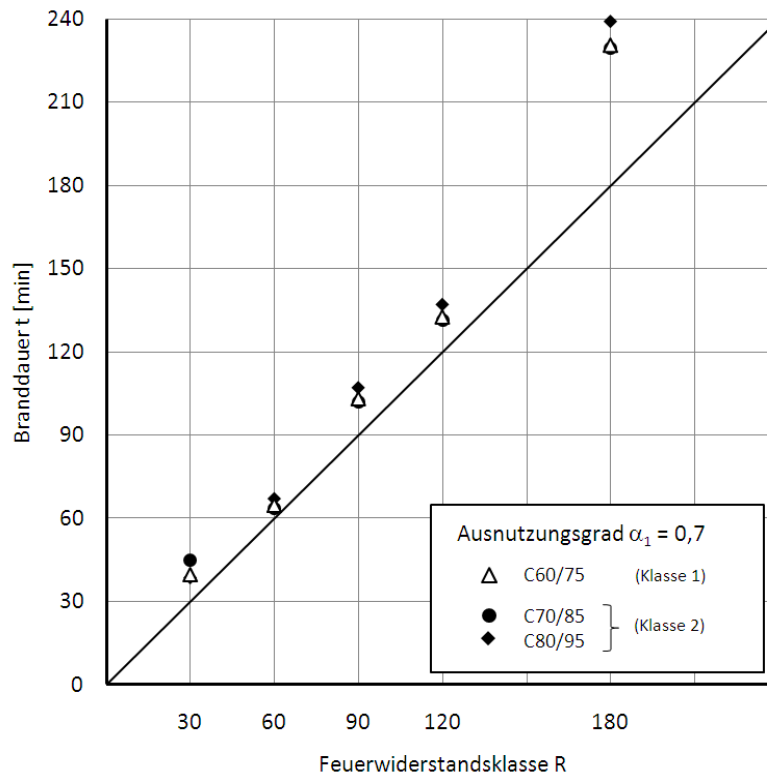


Bild 2 Berechnete Branddauer von Stützen aus hochfestem Beton der Festigkeitsklasse C60/75, C70/85 und C80/95 bei einem Ausnutzungsfaktor $\alpha_1 = 0,7$

Neben den Stützen mit der Länge $l_{col} = 6$ m wurden Stützen mit der Länge $\min l_{col} = 2$ m für alle Feuerwiderstandsklassen bei dem Lastausnutzungsfaktor $\alpha_1 = 0,7$ sowie Stützen mit $3 \text{ m} \leq l_{col} \leq 5 \text{ m}$ für die Feuerwiderstandsklasse R 90 bei den Lastausnutzungsfaktoren $\alpha_1 = 0,2$ bis $\alpha_1 = 0,7$ untersucht.

Auch bei diesen Beispielen waren die berechneten Branddauern in der Regel größer als die erforderlichen Feuerwiderstandsdauern. Damit kann Tabelle 31 der DIN 4102-22 auch für Stützen aus hochfestem Beton, die im Parameterspektrum der untersuchten Beispiele liegen, ohne Änderungen angewendet werden.

Um Tabelle 31 der DIN 4102-22 ohne Einschränkungen anwenden zu können, müssten die vorliegenden Ergebnisse noch durch rechnerische Untersuchungen von Stützen mit Kreisquerschnitt und von Stützen mit dem Ausnutzungsfaktor $\alpha_1 = 0,7$ und einseitiger Brandbeanspruchung ergänzt werden.