

# Tech-News 02/05 - Folge 1 Fachgebiet: Stahlbeton

Von Dipl.-Ing. Klaus Schäfer  
Prüfingenieur für Baustatik VPI  
Wurmbergstraße 1 - 5  
71063 Sindelfingen

## Nachweis der Tragfähigkeit von Betonbauteilen im Brandfall

### Vorbemerkungen:

Der Stichtag zur endgültigen Anwendung der DIN 1045: 2001-07 liegt hinter uns, es sind grundsätzlich alle Betonbauteile nach den neuen Regeln zu bemessen.

Durch die andere Art des Sicherheitskonzeptes ist jedoch die Anwendung von technischen Regeln, Zulassungen, Prüfzeugnissen usw., die mit den alten Bemessungsnormen korrespondieren, nicht mehr ohne Weiteres zulässig.

Soweit aus Zeitgründen eine durchgängige Anpassung der Normenwerke nicht möglich war, wurden für die betreffenden Fälle Übergangsregelungen geschaffen.

Für den Planer ist es in der Zeit der Umstellung auch weiterhin unabdingbar, sich laufend über den aktuellen Stand der technischen Regelung zu informieren, um Fehler und Haftungsrisiken zu vermeiden.

### Bisherige Situation

Für den Nachweis im Brandfall stand bisher mit der DIN 4102-4:1994-03 auch für Betonbauteile eine leicht zu handhabende Regel auf der Basis von Normbrandversuchen zur Verfügung.

Für klassifizierte Bauteile wie Decken, Wände, Stützen usw. sind dort für die verschiedenen Feuerwiderstandsklassen Grenzwerte der Bauteilabmessungen, Abstände von Bewehrungsstäben und Ausnutzungsgrade weitgehend tabellarisch aufbereitet und dazu ergänzende Hinweise gegeben.

Für Bauteile aus hochfesten Betonen enthält die DIN 4102-4:1994-03 keine Angaben.

### Derzeitige Situation

**Die Vorschriften der DIN 1045-1:2001-07 gelten nach Abschnitt 1 (4) der Norm ausdrücklich nicht für den Nachweis im Brandfall. Hierfür ist zusätzlich ein gesonderter Nachweis zu führen.**

Wegen des unterschiedlichen Sicherheitskonzeptes kann die unreflektierte Anwendung der DIN 4102-4:1994-03 zu fehlerhaften Ergebnissen führen, wenn der Tragsicherheitsnachweis im kalten Zustand nach DIN 1045-1 geführt wurde und nach DIN 4102-4 der Lastausnutzungsgrad von Bedeutung ist.

Für Beton- und Leichtbetonbauteile **bis zur Festigkeitsklasse C 60/75 bzw. LC 50/55**, die unter Umgebungstemperatur nach DIN 1045-1:2001-07 nachgewiesen werden, gilt derzeit für den Nachweis im Brandfall DIN V ENV 1992-1-2:1997-05 (Eurocode 2 – Teil 1-2) unter Beachtung der DIBt-Richtlinie (DIBt-Mitteilungen 2/2002, S. 48).

Beide Vorschriften sind als technische Regeln in Baden-Württemberg bauaufsichtlich eingeführt, siehe LTB, Stand 02.11.2004.

## Aktuelle Entwicklung

Langfristiges Ziel ist es, die DIN 4102-4:1994-04 vollständig an das neue Normenkonzept anzupassen. Bis dahin sollte mit der neuen **DIN 4102-22** eine **Anwendungsnorm** als Übergangslösung geschaffen werden, mit deren Hilfe es weiterhin möglich ist, für den Nachweis im Brandfall auf die gewohnten Tabellen der DIN 4102-4:1994-03 zurückzugreifen.

Diese Anwendungsnorm liegt jetzt als **DIN 4102-22:2004-11** vor.

Zusammen mit einem gleichzeitig herausgegebenen Anhang **DIN 4102-4/A1:2004-11** stellt sie (materialübergreifend) die Anwendbarkeit der DIN 4102-4:1994-03 auch nach der Überarbeitung der nationalen Bemessungsnormen (DIN 1045-1, DIN 1052, DIN 1053) auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten sicher.

**Die den Beton betreffenden Regelungen sind im Kapitel 5 der DIN 4102-22: 2004-11 enthalten.**

**DIN 4102-4/A1:2004-11 enthält als Ergänzung zu DIN 4102-4:1994-03 den neuen Abschnitt 9 für Bauteile aus hochfestem Beton.**

## Möglichkeiten der Nachweisführung

Nach dem Einleitungstext der DIN 4102-22:2004-11 wird der Anwender zukünftig, zumindest während der Übergangsphase der neuen nationalen Bemessungsnormen, grundsätzlich drei Möglichkeiten des Nachweises haben:

- a) Bemessung bei Umgebungstemperatur mit Spannungsnachweis wie bisher und Benutzung von DIN 4102-4:1994-03 einschließlich DIN 4102-4/A1:2004-11 für die Bemessung im Brandfall. Diese Möglichkeit kommt für die Bemessung von Betonbauteilen nach DIN 1045-1 nicht mehr in Frage, die Übergangszeit ist abgelaufen.
- b) Bemessung bei Umgebungstemperatur mit überarbeiteter nationalen Bemessungsnorm auf der Basis von Teilsicherheitsbeiwerten (DIN 1045-1 mit DIN 1055-100) und einer Bemessung im Brandfall nach DIN 4102-4:1994-03 einschließlich DIN 4102-4/A1:2004-11, zusammen mit DIN 4102-22:2004-11.
- c) Bemessung nach den europäischen Bemessungsnormen (Eurocode) sowohl bei Umgebungstemperatur als auch für den Brandfall.  
Dieser Vorgehensweise entspricht für Betonbauteile die Nachweiskombination aus DIN 1045-1:2001-07 für die Kaltbemessung und DIN V ENV 1992-1-2 zusammen mit der DIBt-Richtlinie für die Brandbemessung.

Für Betonbauteile ist also ein Vorgehen nach Variante b) oder c) möglich.

Für hochfeste Normalbetone ab C 70/85 bzw. Leichtbetone ab LC 55/60 scheidet der Fall c) dabei wegen des eingeschränkten Geltungsbereiches aus.

Problematisch für die sofortige Anwendung von DIN 4104-22 und DIN 4102-4/A1 ist allerdings, dass sie bisher (Stand Mitte 01/2005) baurechtlich noch nicht eingeführt sind.

Nach telefonischer Auskunft seitens des Innenministeriums ist daran gedacht, das Verfahren zu beschleunigen und kurzfristig durch ein Schreiben die Anwendung der Normen auch vor ihrer formalen Einführung zu legitimieren.

## Praktisches Vorgehen:

### 1. Nachweis nach der Anwendungsnorm DIN 4102-22

Zusätzlich zum Nachweis der Kaltbemessung nach DIN 1045-1 ist nach DIN 4102-22 der Nachweis zu erbringen, dass

$$E_{d,A} = E_{d,fi}(t) \leq R_{d,fi}(t)$$

Dabei sind mit  $E_{d,A}$  die Einwirkungen nach DIN 1055-100 für die außergewöhnliche Bemessungssituation zu erfassen:

$$E_{d,A} = E \{ \sum \gamma_{GA,j} * G_{k,j} \oplus \gamma_{PA} * P_k \oplus A_d \oplus \psi_{1,1} * Q_{k,1} \oplus \sum \psi_{2,i} * Q_{k,i} \}$$

Bei den Klassifizierungen auf Basis von Normbrandversuchen ist das Verhalten des Gesamttragwerks unter thermischen Zwängungen nicht von Bedeutung.  $A_d$  darf deshalb zu 0 gesetzt und der Nachweis für einzelne Bauteile geführt werden. Die Einwirkungen können am kalten System ermittelt werden.

Vereinfachend ist auch der Ansatz zulässig:  $E_{d,A} = 0,7 \times E_d$

Der Bauteilwiderstand  $R_{d,fi}(t)$  wird unter Berücksichtigung der DIN 4102-22 über die Klassifizierungstabellen der DIN 4102-4 definiert.

Im Betonkalender 2005/II ist das Vorgehen erläutert und mit Beispielen verdeutlicht.

### 2. Nachweis nach DIN V ENV 1992-1-2 mit DIBt - Richtlinie

Ergänzend zum Nachweis der Kaltbemessung nach DIN 1045-1 ist auch hier ein weiterer Nachweis zu erbringen, der als Gesamttragwerksberechnung, durch Berechnung von Teiltragwerken oder durch (Einzel-)Bauteilberechnung geführt werden kann.

Bei **Gesamttragwerksberechnungen** ist die Bedingung

$$E_{d,fi}(t) \leq R_{d,fi}(t)$$

mit anerkannten Methoden der thermischen und mechanischen Analyse nachzuweisen.

Der alternative Nachweis über die **Berechnung von Teiltragwerken und Einzelbauteilen** ist ähnlich der Vorgehensweise nach DIN 4102-22. Es gilt

$$E_{d,fi} \leq R_{d,fi} \text{ mit } E_{d,fi} = \eta_{fi} * E_d.$$

Der Reduktionsfaktor  $\eta_{fi}$  ist, abhängig vom Verhältnis  $\xi$  der größten veränderlichen zu den ständigen Einwirkungen, definiert zu:

$$\eta_{fi} = (1,0 + \psi_{1,1} * \xi) / (\gamma_G + \gamma_Q * \xi).$$

Die Werte für  $\psi_{1,1}$  sind DIN 1055-100, Tab. A.2 zu entnehmen.  $\eta_{fi}$  darf vereinfachend zu 0,7 gesetzt werden.

DIN V ENV 1992-1-2 enthält ähnlich wie DIN 4102-4 für verschiedene Bauteile Tabellen mit Mindestwerten für Abmessungen und Stababstände, aus denen die Eignung für die unterschiedlichen Feuerwiderstandsklassen abgelesen werden kann.

Bei einzelnen Bauteilarten wie Stützen und Wänden ist bei der Anwendung der Tabellen auch der Ausnutzungsgrad bei Brand zu berücksichtigen, definiert als

$$\mu_{fi} = E_{d, fi} / R_{d, fi} (0) = \eta_{fi} * E_d / R_{d, fi} (0).$$

$R_{d, fi} (0)$  ist dabei der Bemessungswert der Stütztragfähigkeit im Brandfall, zu berechnen nach DIN 1045-1 mit  $l_0 = l_{col}$ ,  $\gamma_M = 1$  und  $t = 0$ .

### **Literaturhinweise**

- Richter, Hosser: Brandverhalten von Beton- Stahlbeton- und Spannbetonbauteilen nach deutschen und europäischen Normen; Bauingenieur 07/2002
- Hosser, Richter, Zehfuß: Brandschutznachweise nach den Eurocodes als Alternative zu DIN 4102-4; Bauingenieur 2000
- DIBt-Richtlinie zur Anwendung von DIV V ENV 1992-1-2 in Verbindung mit DIN 1045-1
- Hartz: Neues Normenwerk im Betonbau; DIBt-Mitteilungen 1/2002
- Erläuterungen zur praktischen Anwendung der neuen DIN 1045-1  
Kap. 9: Tragwerksbemessung für den Brandfall; Betonkalender 2005/II, S. 431 ff