

## Tipp 20/12

### Ermittlung der Feuerwiderstandsdauer von Stahlbeton- und Spannbetonstützen nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12 [2] und DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 [3]

In [1], Abschnitt 5.3 werden zwei Nachweisverfahren – Methode A und B – für Stahlbeton- und Spannbetonstützen angeboten. Entsprechend [3] darf die Methode B in Deutschland nicht angewandt werden. Somit steht als Nachweisverfahren nur noch die Methode A zur Verfügung.

Die Methode A kann für vorwiegend druckbeanspruchte Stahlbeton- und Spannbetonstützen angewandt werden. Zur Vereinfachung für den Anwender sind in [1], Tabelle 5.2a für verschiedene Brandbeanspruchungen, Stützenabmessungen und Ausnutzungsgrad im Brandfall die entsprechenden Feuerwiderstandsklassen R 30 bis R 240 angegeben. Diese Werte gelten jedoch nur bei Einhaltung der folgenden Randbedingungen.

- Ersatzlänge  $l_{0,fi}$  der Stütze
 

bei Rechteckstütze	$l_{0,fi} \leq 3,0 \text{ m}$
bei Rundstütze	$l_{0,fi} \leq 2,5 \text{ m}$
- Lastausmitte nach Theorie I. Ordnung im Brandfall  $e = \frac{M_{0,Ed,fi}}{N_{Ed,fi}}$
- Bewehrungsquerschnitt  $A_s < 0,04 * A_c$

Werden diese Randbedingungen und die in Tabelle 5.2a angegebenen Werte eingehalten, kann die entsprechende Feuerwiderstandsklasse nach Tabelle 5.2a angenommen werden.

Alternativ zu der Anwendung der Tabelle 5.2a darf die Branddauer R nach [1], Abschnitt 5.3.2 (4) berechnet werden. Durch [3] wurde auch klargestellt, dass hier mit dem Begriff Branddauer in [1] eigentlich die Feuerwiderstandsdauer der Stütze gemeint ist. Somit kann die Feuerwiderstandsdauer R einer überwiegend druckbeanspruchten Stahlbeton- und Spannbetonstütze nach der folgenden Gleichung bestimmt werden.

$$R = 120 * \left( \frac{R_{\eta,fi} + R_a + R_l + R_b + R_n}{120} \right)^{1,8} \quad [\text{min}]$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Werte berücksichtigt.

- |               |  |
|---------------|--|
| $R_{\eta,fi}$ | Anteil der Stützensauslastung im Brandfall an der Feuerwiderstandsdauer          |
| $R_a$         | Anteil des Achsabstands der Bewehrung an der Feuerwiderstandsdauer               |
| $R_l$         | Anteil der Ersatzstützenlänge im Brandfall an der Feuerwiderstandsdauer          |
| $R_b$         | Anteil der Stützenabmessung an der Feuerwiderstandsdauer                         |
| $R_n$         | Anteil der Anzahl der Bewehrungsstäbe in der Stütze an der Feuerwiderstandsdauer |

Der Anteil  $R_{\eta,fi}$  der Stützensauslastung im Brandfall an der Feuerwiderstandsdauer darf mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$R_{\eta,fi} = 83 * \left[ 1 - \mu_{fi} * \frac{1 + \omega}{\frac{0,85}{\alpha_{cc}} + \omega} \right]$$

In dieser Gleichung werden die folgenden Größen berücksichtigt.

- $\mu_{fi}$  Ausnutzungsgrad im Brandfall
- $\omega$  mechanischer Bewehrungsgrad bei Normaltemperatur
- $\alpha_{cc}$  Abminderungsbeiwert für die Betondruckfestigkeit

Der Ausnutzungsgrad  $\mu_{fi}$  im Brandfall ist nach [1], Abschnitt 5.3.2 (3) durch die Gleichung  $\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}}$

zu ermitteln. Dabei sind der Bemessungswert der einwirkenden Längskraft im Brandfall  $N_{Ed,fi}$  und der Bemessungswert der Stützentragfähigkeit bei Normaltemperatur  $N_{Rd}$  zu verwenden.

Der mechanische Bewehrungsgrad  $\omega$  bei Normaltemperatur kann grundsätzlich mit Hilfe der Gleichung

$\omega = \frac{A_s * f_{yd}}{A_c * f_{cd}}$  berechnet werden. Hierbei ist zu beachten, dass nach [3] für das Querschnittsverhältnis

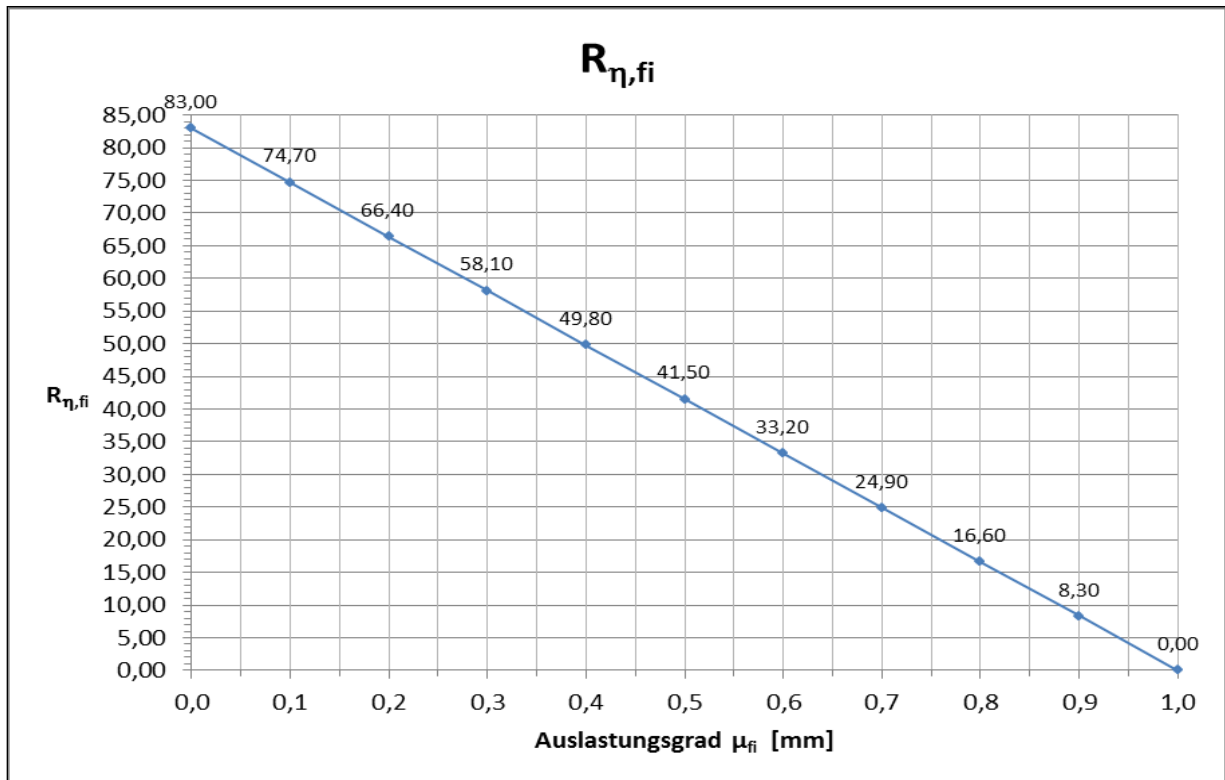
der Betonstahlbewehrung und des Betons das Verhältnis  $\frac{A_s}{A_c} < 0,04$  einzuhalten ist.

Der Abminderungsfaktor  $\alpha_{cc}$  für die Betondruckfestigkeit ist [4] zu entnehmen. Unter Beachtung der Vorgaben aus [5] ergibt sich somit grundsätzlich  $\alpha_{cc} = 0,85$ .

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben vereinfacht sich die Gleichung zur Berechnung des Anteils  $R_{\eta,fi}$  der Stützensauslastung im Brandfall an der Feuerwiderstandsdauer wie folgt.

$$R_{\eta,fi} = 83 * [1 - \mu_{fi}]$$

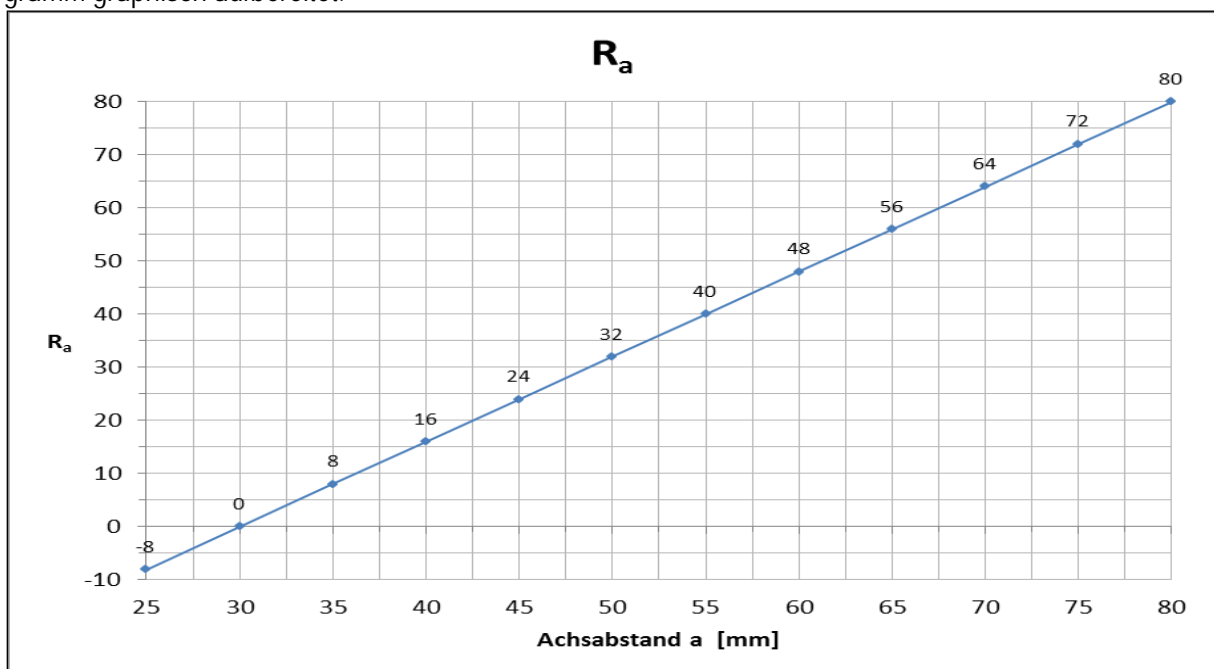
Für die Auslastung  $0 \leq \mu_{fi} \leq 1$  wurde somit der Anteil  $R_{\eta,fi}$  berechnet und die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Der Anteil  $R_a$  des Achsabstands der Bewehrung an der Feuerwiderstandsdauer darf für Achsabstände  $25 \text{ mm} \leq a \leq 80 \text{ mm}$  mit Hilfe der folgenden Gleichung berechnet werden.

$$R_a = 1,6 \cdot (a - 30)$$

In diese Gleichung geht nur der Achsabstand  $a$  der Bewehrung ein. Für die oben angegebenen Anwendungsgrenzen wurde diese Gleichung ausgewertet und die Ergebnisse sind in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.

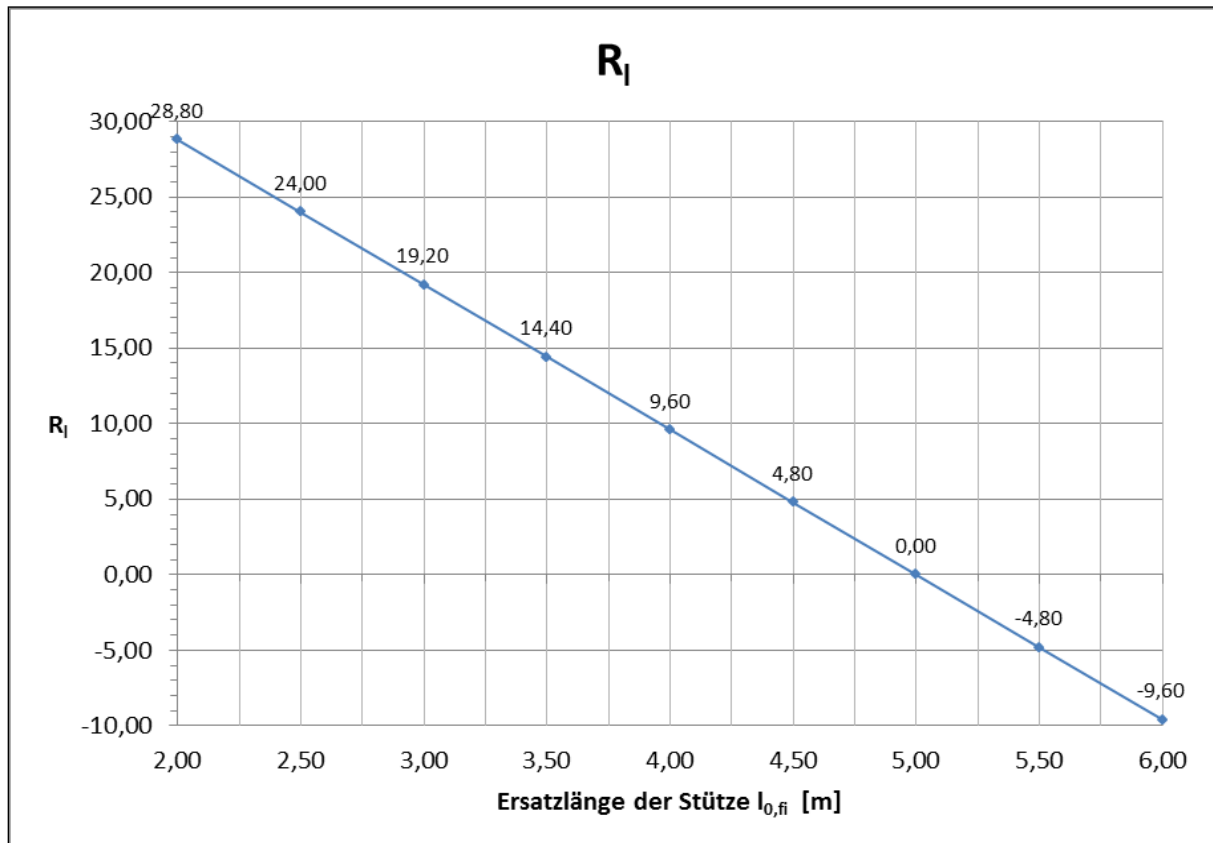


Der Anteil  $R_I$  der Ersatzstützenlänge im Brandfall an der Feuerwiderstandsdauer kann mit der folgenden Gleichung bestimmt werden.

$$R_I = 9,6 * (5 - l_{0,fi})$$

Dies Gleichung gilt grundsätzlich für Stützenlängen  $2 \text{ m} \leq l_{0,fi} \leq 6 \text{ m}$ , wobei der  $R_I$ -Wert für  $l_{0,fi} = 2 \text{ m}$  auf der sicheren Seite liegend auch für Ersatzstützenlängen  $l_{0,fi} < 2 \text{ m}$  angesetzt werden darf. Die Ersatzstützenlänge  $l_{0,fi}$  darf entsprechend [1], Abschnitt 5.3.2 (2), Anmerkung 2 grundsätzlich mit der Stützenlänge  $l_0$  bei Normaltemperatur gleichgesetzt werden. Für Stützen in innen liegenden Geschossen kann die Ersatzstützenlänge als  $l_{0,fi} = 0,5 * l$ , wobei  $l$  die Stützenlänge zwischen den Einspannstellen ist, angenommen werden. Für Stützen in den obersten Geschossen ist eine Annahme  $0,5 * l \leq l_{0,fi} \leq 0,7 * l$  zulässig.

Für  $2 \text{ m} \leq l_{0,fi} \leq 6 \text{ m}$  wurden die  $R_I$ -Werte ermittelt und die Ergebnisse in dem folgenden Diagramm graphisch aufbereitet. Es ist jedoch zu beachten, dass nach [3] die Anwendung für Rechteckstützen nur bis zu einer Stützenlänge  $l \leq 6,0 \text{ m}$  und für Rundstützen nur bis zu einer Stützenlänge von  $l \leq 5,0 \text{ m}$  zulässig ist.



Der Anteil  $R_b$  der Stützenabmessung an der Feuerwiderstandsdauer ergibt sich aus der folgenden Gleichung.

$$R_b = 0,09 * b'$$

Dabei ist die Ersatzbreite  $b'$  für Rechteck- und Rundstützen unterschiedlich zu berechnen.

- für Rechteckstützen  $b' = \frac{2 * A_c}{b + h}$  mit  $h \leq 1,5 * b$

- für Rundstützen  $b' = \varnothing_{col}$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Abmessungen berücksichtigt.

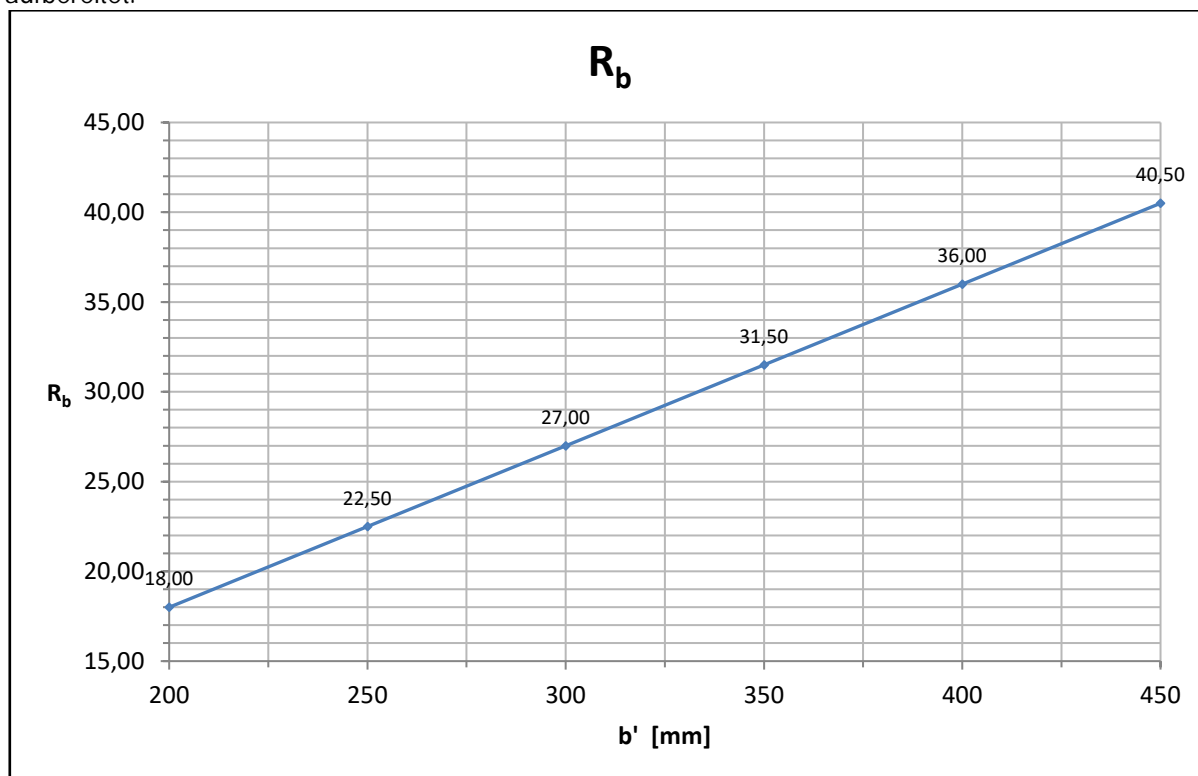
$A_c$  Betonquerschnittsfläche der Rechteckstütze

$b$  Breite der Rechteckstütze

$h$  Tiefe der Rechteckstütze

$\varnothing_{col}$  Durchmesser der Rundstütze in mm

Die Anwendung dieser Gleichung ist auf  $200 \text{ mm} \leq b' \leq 450 \text{ mm}$  beschränkt. Unter Beachtung dieser Beschränkung wurde der Anteil  $R_b$  ermittelt und die Ergebnisse sind im folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Der Anteil  $R_n$  der Anzahl der Bewehrungsstäbe in der Stütze an der Feuerwiderstandsdauer ist durch zwei Fixwerte vorgegeben. Für Stützen mit vier Bewehrungsstäben, also Stützen bei denen nur Eckstäbe vorhanden sind, ist  $R_n = 0$  anzunehmen. Werden mehr als vier Bewehrungsstäbe in der Stütze eingebaut, darf  $R_n = 12$  angenommen werden.

Mit Hilfe dieser Diagramme können einfach und sehr schnell die jeweiligen Werte der Anteile an der Feuerwiderstandsdauer ermittelt werden. Mit Hilfe dieser Anteile ist eine Berechnung der Feuerwiderstandsdauer  $R$  für vorwiegend druckbeanspruchte Stahlbeton- und Spannbetonstützen möglich. Dabei sind jedoch die entsprechenden Anwendungsgrenzen zu beachten.

#### Literatur:

- [1] DIN EN 1992-1-2:2010-12 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [2] DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [3] DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Änderung A1
- [4] DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [5] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

#### Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr  
Bautechnisches Prüfamnt  
T. Schellenberg  
Gulbener Straße 24  
03046 Cottbus  
Telefon 03342 4266-3500  
Telefax 03342 4266-7608  
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de  
<https://lbv.brandenburg.de>