

## Tipp 20/11

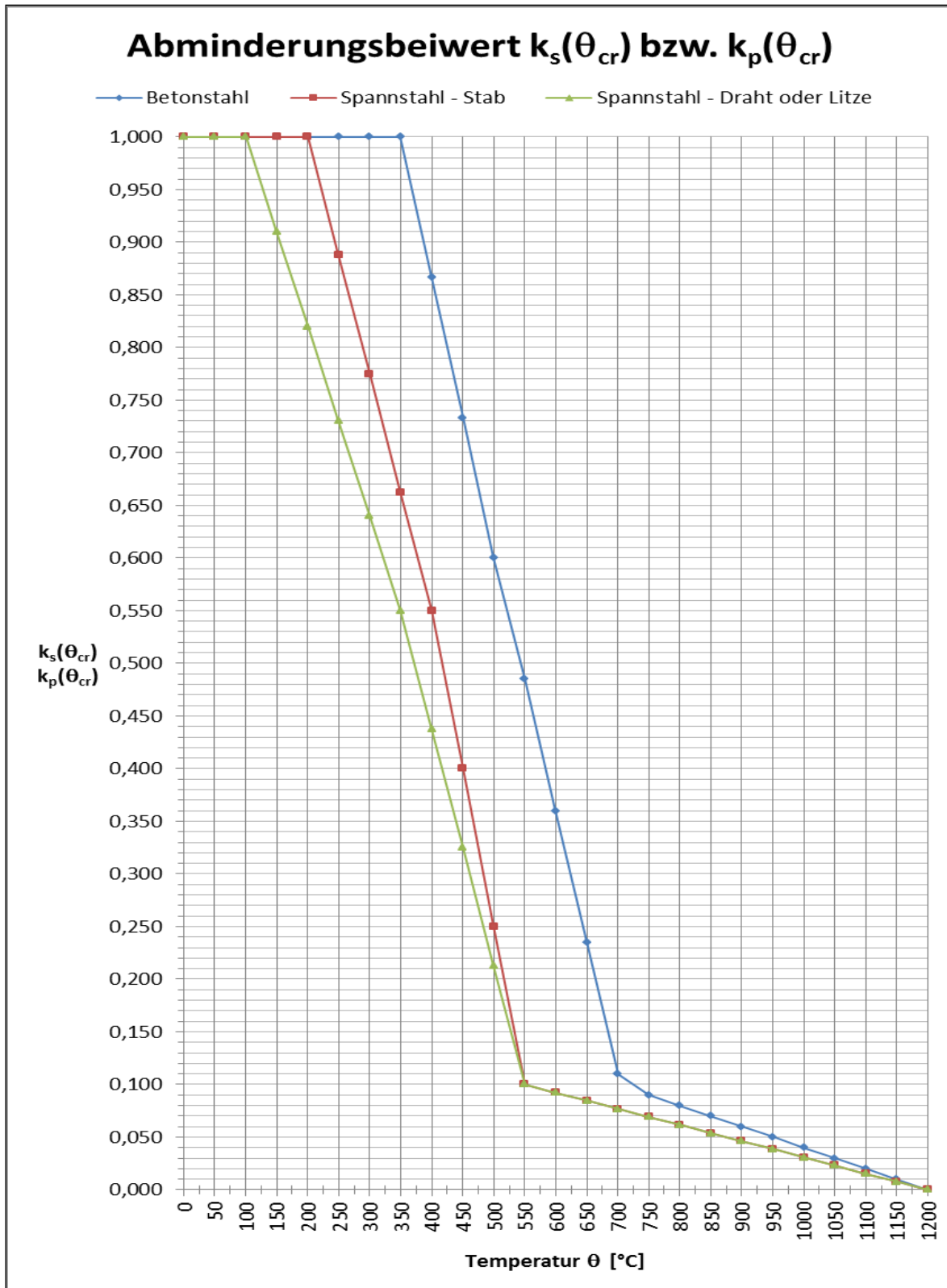
### Temperaturabhängige Festigkeit von Beton- und Spannstahl bei der Heißbemessung nach DIN EN 1992-1-2:2010-12 [1] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-2/NA:2010-12 [2] und DIN EN 1992-1-2/NA/A1:2015-09 [3]

In [1], Abschnitt 5 sind tabellierte Daten für die Feuerwiderstandsdauer von Stahl- und Spannbetonbauteilen bei einer Normbrandbeanspruchung angegeben. Bei der Anwendung dieser Tabellenwerte ist eine Überprüfung der Schub- und Torsionstragfähigkeit der Bauteile und der Verankerung der Bewehrung sowie der Betonabplatzung nicht erforderlich. Hiervon ausgenommen ist lediglich die Betonabplatzung bei einer Oberflächenbewehrung, bei welcher der Achsabstand der Bewehrung  $a < 70$  mm beträgt.

Für die Erarbeitung der Tabellen in [1], Abschnitt 5 wurden temperaturabhängige, charakteristische Festigkeitskurven für Beton- und Spannstahl zu Grunde gelegt. Die Bedingungen für die Ermittlung der Abminderungsbeiwerte  $k_s(\theta)$  und  $k_p(\theta)$ , welche für die Berechnung der charakteristischen Festigkeitskurven für Beton- und Spannstahl erforderlich sind, wurden in [1], Abschnitt 5.2(6) niedergelegt und werden nachfolgend wiedergegeben.

- Betonstahl (warmgewalzt und kaltverformt nach DIN 488)
  - für  $20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 350^\circ\text{C}$   $k_s(\theta) = 1,0$
  - für  $350^\circ\text{C} < \theta \leq 500^\circ\text{C}$   $k_s(\theta) = 1 - 0,4 * \frac{\theta - 350}{150}$
  - für  $500^\circ\text{C} < \theta \leq 700^\circ\text{C}$   $k_s(\theta) = 0,61 - 0,5 * \frac{\theta - 500}{200}$
  - für  $700^\circ\text{C} < \theta \leq 1200^\circ\text{C}$   $k_s(\theta) = 0,1 - 0,1 * \frac{\theta - 700}{500}$
- Spannstahlstäbe
  - für  $20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 200^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 1,0$
  - für  $200^\circ\text{C} < \theta \leq 400^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 1 - 0,45 * \frac{\theta - 200}{200}$
  - für  $400^\circ\text{C} < \theta \leq 550^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 0,55 - 0,45 * \frac{\theta - 400}{150}$
  - für  $550^\circ\text{C} < \theta \leq 1200^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 0,1 - 0,1 * \frac{\theta - 550}{650}$
- Spannstahldrähte und -litzen
  - für  $20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 1,0$
  - für  $100^\circ\text{C} < \theta \leq 350^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 1 - 0,45 * \frac{\theta - 100}{250}$
  - für  $350^\circ\text{C} < \theta \leq 550^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 0,55 - 0,45 * \frac{\theta - 350}{200}$
  - für  $550^\circ\text{C} < \theta \leq 1200^\circ\text{C}$   $k_p(\theta) = 0,1 - 0,1 * \frac{\theta - 550}{650}$

Eine graphische Auswertung der Vorgaben für die Abminderungsbeiwerte  $k_s(\theta)$  und  $k_p(\theta)$  führt zu dem folgenden Diagramm.



Dieses Diagramm ähnelt Bild 5.1 aus [1], wobei die in diesem Diagramm verwendete Skalierung wesentlich detaillierter ist.

Entsprechend [1], Abschnitt 5.2(4) und (5) können die temperaturabhängige Beton- bzw. Spannstahlspannung, welche den tabellierten Werten zu Grunde liegen, mit Hilfe der folgenden Gleichungen berechnet werden.

- temperaturabhängige Betonstahlspannung  $\sigma_{s,fi} = k_s(\theta) * f_{yk}$
- temperaturabhängige Spannstahlspannung  $\sigma_{p,fi} = k_p(\theta) * f_{p0,1k}$

In diesen Gleichungen werden die folgenden Werte berücksichtigt.

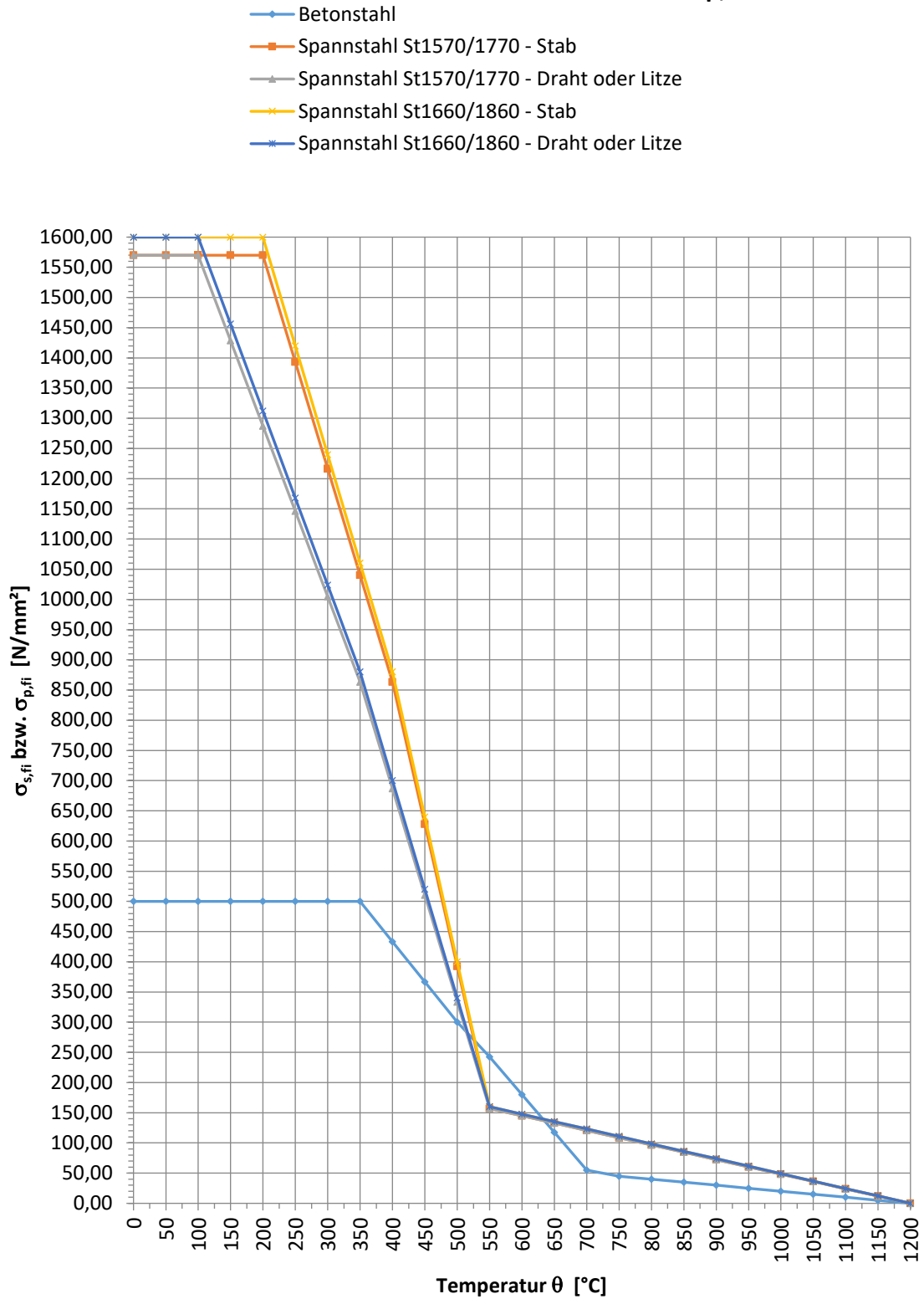
- $f_{yk}$  charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls
- $f_{p0,1k}$  charakteristischer Wert der 0,1%-Dehngrenze des Spannstahls

Unter Berücksichtigung der Vorgaben aus [4] in Verbindung mit [5] ist als charakteristischer Wert der Streckgrenze des Betonstahls  $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  anzusetzen.

Als Spannstähle werden heute üblicherweise die Sorten St 1570/1770 bzw. St 1660/1860 verwendet. Aus der Spannstahlbezeichnung ergibt sich, dass die charakteristische Zugfestigkeit dieser Spannstahlarten  $f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2$  bzw.  $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$  beträgt. Die 0,1%-Dehngrenze für diese Spannstahlarten ist mit  $f_{p0,1k} = 1570 \text{ N/mm}^2$  bzw.  $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$  anzunehmen.

Bei Beachtung dieser Vorgaben können für den Betonstahl B 500 die temperaturabhängige Betonstahlspannung  $\sigma_{s,fi}$  und für die Spannstähle St 1570/1770 und St 1660/1860 die temperaturabhängige Spannstahlspannung  $\sigma_{p,fi}$  bestimmt werden. Die Ergebnisse sind im folgenden Diagramm graphisch ausgewertet.

## zulässige Betonstahlspannung $\sigma_{s,fi}$ bzw. zulässige Spannstahlspannung $\sigma_{p,fi}$



Mit Hilfe dieser Diagramme können einfach und sehr schnell die jeweiligen Werte des temperaturabhängigen Abminderungsbeiwertes  $k_s(\theta)$  für die Betonstahlfestigkeit bzw.  $k_p(\theta)$  für die Spannstahlfestigkeit und die temperaturabhängige Betonstahlspannung  $\sigma_{s,fi}$  sowie die temperaturabhängige Spannstahlspannung  $\sigma_{p,fi}$  ermittelt werden.

In diesem Zusammenhang soll auch darauf hingewiesen werden, dass in [1], Abschnitt 5.2(5) sowie Bild 5.1 offensichtlich widersprüchliche Angaben zur Ermittlung des Abminderungsbeiwertes  $k_p(\theta)$  enthalten

sind. Einerseits soll nach Abschnitt 5.2(5) der Abminderungsbeiwert durch die Gleichung  $k_p(\theta) = \frac{\sigma_{s,fi}}{f_{p0,1k}}$

berechnet werden. In dieser Gleichung ist ein Schreibfehler im Spannungsindex enthalten. Eigentlich muss hier die Spannstahlspannung  $\sigma_{p,fi}$  statt  $\sigma_{s,fi}$  verwendet werden. Hiervon abgesehen ist der charakteristische Wert der 0,1%-Dehngrenze des Spannstahls in dieser Gleichung zu verwenden. Andererseits soll sich nach der Bildunterschrift des Bildes 5.1 der Abminderungsbeiwert durch die

Gleichung  $k_p(\theta_{cr}) = \frac{\sigma_{p,fi}}{f_{pk}(20)}$  berechnen lassen. D.h. es ist der Wert der charakteristischen Zugfestigkeit

des Spannstahls zu verwenden. Eine entsprechende Klarstellung in der Norm wäre hier wünschenswert.

#### Literatur:

- |     |                               |   |
|-----|-------------------------------|---|
| [1] | DIN EN 1992-1-2:2010-12       | Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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>