

Tipp 20/09

Temperaturabhängige Druckfestigkeit von Betonstahl 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]

Bei der Heißbemessung von Stahl- und Spannbetontragwerken sind auch vereinfachte Rechenverfahren nach [1], Abschnitt 4.2 zulässig. Jedoch darf in Deutschland, entsprechend [2], als vereinfachtes Verfahren aus [1], Anhang B nur die Zonenmethode nach [1], Anhang B.2 angewandt werden.

Nach [1], Abschnitt 4.2.4 ist auch die Ermittlung der temperaturabhängigen Festigkeit von Betonstahl möglich. Dabei ist jedoch zu beachten, dass, nach [1], Abschnitt 4.2.4.1, nur Erwärmungsgeschwindigkeiten zu verwenden sind, welche mit denen bei Normbrandbeanspruchung bis zum Zeitpunkt der maximalen Heißgastemperatur vergleichbar sind. Es dürfen zwar auch andere Materialgesetze verwendet werden, wenn hierfür entsprechende Versuchserfahrungen vorliegen. Da dies jedoch wesentlich die Sicherheitsphilosophie für Gebäude beeinflussen kann, ist in diesem Fall ein Verwendbarkeitsnachweis in Form einer Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

Nach [1], Abschnitt 4.2.4.3 kann die temperaturabhängige, charakteristische Druckfestigkeit des Betonstahls bestimmt werden. Dabei ist zu beachten, dass diese temperaturabhängige Abminderung der charakteristischen Druckfestigkeit des Betonstahls nur für eine Druckbewehrung in Stützen oder Druckzonen von Balken und Platten mit einer bleibenden Betonstahldehnung von 0,2% gilt. Diese temperaturabhängige Festigkeitsabminderung darf auch für Zugbewehrung mit Dehnung des Betonstahl bei der Temperatur θ von $\varepsilon_{s,fi} < 2\%$ angesetzt werden.

Entsprechend [1], Abschnitt 4.2.4.3 (1) wird zwischen Betonstahl der Klasse N und X unterschieden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass, entsprechend [1], Abschnitt 3.2.3 (5), Anmerkung, die Anwendung der Werte der Klasse X nur empfohlen wird, wenn diese Werte durch experimentelle Ergebnisse abgesichert sind. Da durch [2] grundsätzlich die Anwendung der Klassen N und X in Deutschland zulässig ist, kann die folgende Einteilung der Klassen in das nationale Normungssystem vorgenommen werden.

Klasse N	entspricht dem genormten Betonstahl nach DIN 488
Klasse X	Betonstahl mit entsprechendem Verwendbarkeitsnachweis (z.B. Zustimmung im Einzelfall)

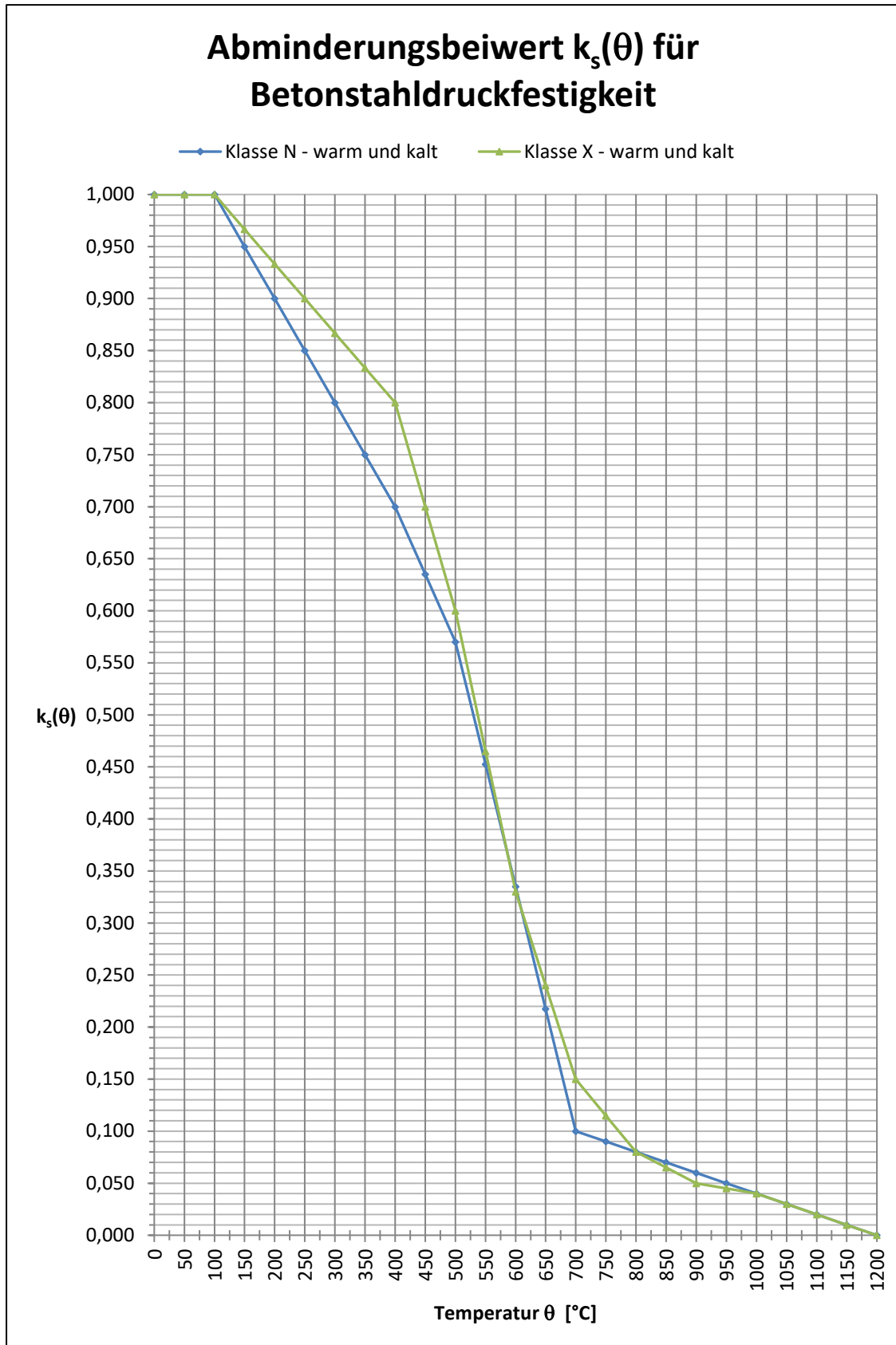
Für Betonstahl der Klasse N kann der temperaturabhängige Abminderungsbeiwert $k_s(\theta)$ mit Hilfe der folgenden Bedingungen bestimmt werden.

- für $20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100^\circ\text{C}$	$k_s(\theta) = 1,0$
- für $100^\circ\text{C} < \theta \leq 400^\circ\text{C}$	$k_s(\theta) = 0,7 - 0,3 * \frac{\theta - 400}{300}$
- für $400^\circ\text{C} < \theta \leq 500^\circ\text{C}$	$k_s(\theta) = 0,57 - 0,13 * \frac{\theta - 500}{100}$
- für $500^\circ\text{C} < \theta \leq 700^\circ\text{C}$	$k_s(\theta) = 0,1 - 0,47 * \frac{\theta - 700}{200}$
- für $700^\circ\text{C} < \theta \leq 1200^\circ\text{C}$	$k_s(\theta) = 0,1 * \frac{\theta - 1200}{500}$

Für Betonstahl der Klasse X kann der temperaturabhängige Abminderungsbeiwert $k_s(\theta)$ mit Hilfe der folgenden Bedingungen bestimmt werden.

- für $20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 1,0$
- für $100^\circ\text{C} < \theta \leq 400^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,8 - 0,2 * \frac{\theta - 400}{300}$
- für $400^\circ\text{C} < \theta \leq 500^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,6 - 0,2 * \frac{\theta - 500}{100}$
- für $500^\circ\text{C} < \theta \leq 600^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,33 - 0,27 * \frac{\theta - 600}{100}$
- für $600^\circ\text{C} < \theta \leq 700^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,15 - 0,18 * \frac{\theta - 700}{100}$
- für $700^\circ\text{C} < \theta \leq 800^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,08 - 0,07 * \frac{\theta - 800}{100}$
- für $800^\circ\text{C} < \theta \leq 900^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,05 - 0,03 * \frac{\theta - 900}{100}$
- für $900^\circ\text{C} < \theta \leq 1000^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,04 - 0,01 * \frac{\theta - 1000}{100}$
- für $1000^\circ\text{C} < \theta \leq 1200^\circ\text{C}$ $k_s(\theta) = 0,04 * \frac{\theta - 1200}{200}$

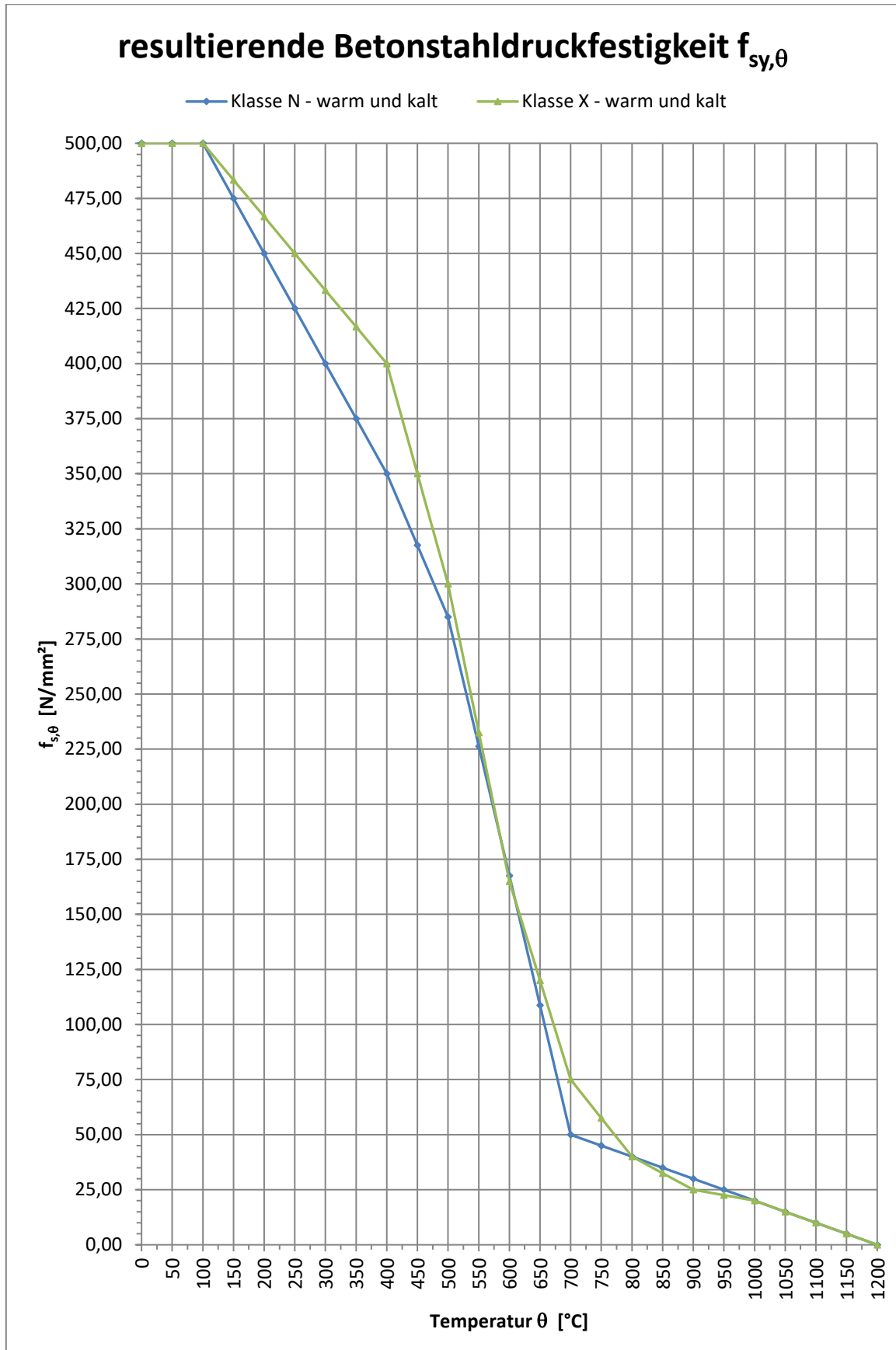
Eine graphische Darstellung der vorgenannten Bedingungen für Betonstahl der Klassen N und X führt zu dem folgenden Diagramm.



Unter Berücksichtigung der charakteristischen Betonstahlfestigkeit $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$, nach [4], Abschnitt 3.2.2 (3) in Verbindung mit [5], kann mit dem temperaturabhängigen Abminderungsbeiwert $k_s(\theta)$ des Betonstahls die temperaturabhängige, charakteristische Betonstahldruckfestigkeit $f_{sy,\theta}$ durch die folgenden Gleichung ermittelt werden.

$$f_{sy,\theta} = k_s(\theta) \cdot f_{yk}$$

Durch eine Auswertung dieser Gleichung wurden die einzelnen Werte der temperaturabhängigen, charakteristischen Betonstahldruckfestigkeit $f_{sy,\theta}$ für Betonstahl der Klassen N und X ermittelt. Die Ergebnisse sind im folgenden Diagramm graphisch aufbereitet.



Mit Hilfe dieser Diagramme kann einfach und sehr schnell der jeweilige Wert des temperaturabhängigen Abminderungsbeiwertes $k_s(\theta)$ für die Betonstahldruckfestigkeit und die temperaturabhängige, charakteristische Betonstahldruckfestigkeit $f_{sy,\theta}$ für Betonstahl der Klassen N und X ermittelt werden. Bei der Anwendung dieser Ergebnisse müssen jedoch die oben aufgeführten Randbedingungen eingehalten werden.

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>