

Tipp 17/08

Globale Anfangsschiefstellung von Stahltragwerken nach DIN EN 1993-1-1:2010-12 [1] und DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 [2] in Verbindung mit DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 [3]

Bei Stahltragwerken, deren Eigenform durch eine seitliche Verschiebung charakterisiert ist, können, entsprechend [1], Abschnitt 5.3.2(3), die Einflüsse der Imperfektionen bei der Berechnung durch äquivalente Ersatzverformungen berücksichtigt werden. Dies darf durch den Ansatz einer Anfangsschiefstellung des Tragwerks ϕ und der Vorkrümmung der einzelnen Bauteile geschehen.

Nachfolgend soll die Berücksichtigung der Einflüsse der Imperfektionen bei der Berechnung durch eine globale Anfangsschiefstellung ϕ erläutert und ein entsprechendes Hilfsmittel zur Ermittlung von ϕ gegeben werden.

Die Berücksichtigung der Einflüsse der Imperfektionen durch den Ansatz einer globalen Anfangsschiefstellung erfolgt durch eine Schiefstellung des Tragwerks um den Winkel ϕ . Dieser Winkel wird nach der folgenden Gleichung ermittelt.

$$\phi = \phi_0 * \alpha_h * \alpha_m$$

In dieser Gleichung sind die folgenden Werte berücksichtigt.

- ϕ_0 Ausgangswert der Schiefstellung
- α_h Abminderungsfaktor für die Höhe h des Tragwerks bzw. der Geschoßhöhe
- α_m Abminderungsfaktor für die Anzahl der Stützen in einer Reihe

Der Ausgangswert der Schiefstellung ϕ_0 wird in [1] als konstanter Wert, entsprechend der folgenden Gleichung, definiert.

$$\phi_0 = 1 / 200 = 0,005$$

Der Abminderungsfaktor für die Höhe des Tragwerks α_h ist mit der folgenden Gleichung zu berechnen.

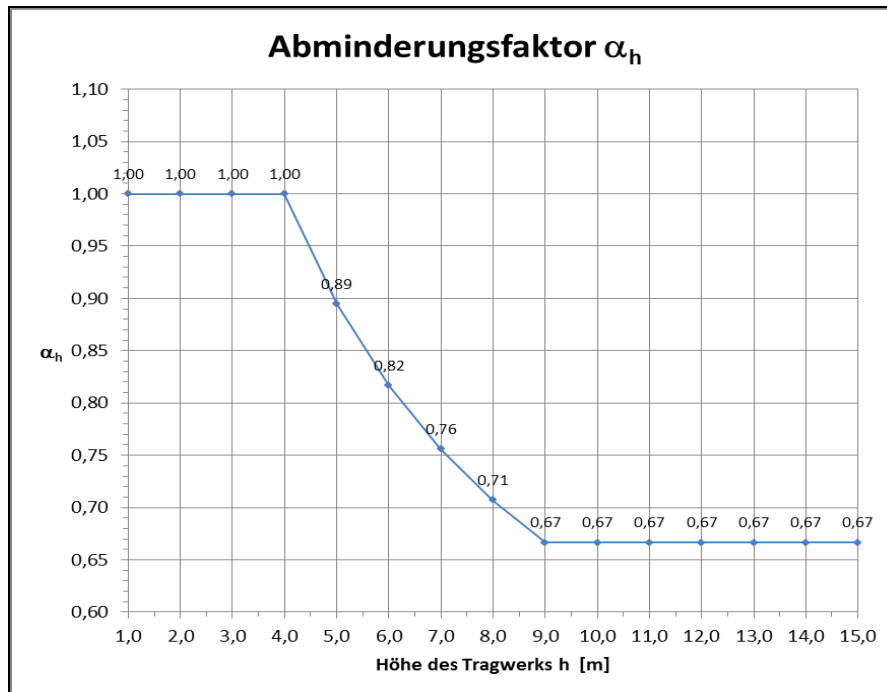
$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}$$

Dieser Faktor ist somit ausschließlich von der Höhe h des Tragwerks abhängig. In diesem Zusammenhang sei jedoch darauf hingewiesen, dass die anzusetzende Höhe h sich sowohl aus der Gesamthöhe des Tragwerks als auch aus einer Geschoßhöhe ergeben kann. Dies ist so, da die Schiefstellung ϕ immer ungünstig anzusetzen ist und somit prinzipiell eine Extremwertermittlung für α_h vorgenommen werden müsste.

Es ist weiterhin zu beachten, dass in [1] für α_h die nachfolgende untere und obere Schranke festgelegt wurde.

$$\frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$$

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen ergibt sich, bei einer Tragwerkshöhe im Bereich von $1,0 \leq h \leq 15,0$ m, für den Abminderungsfaktor α_h der folgende grafische Verlauf.



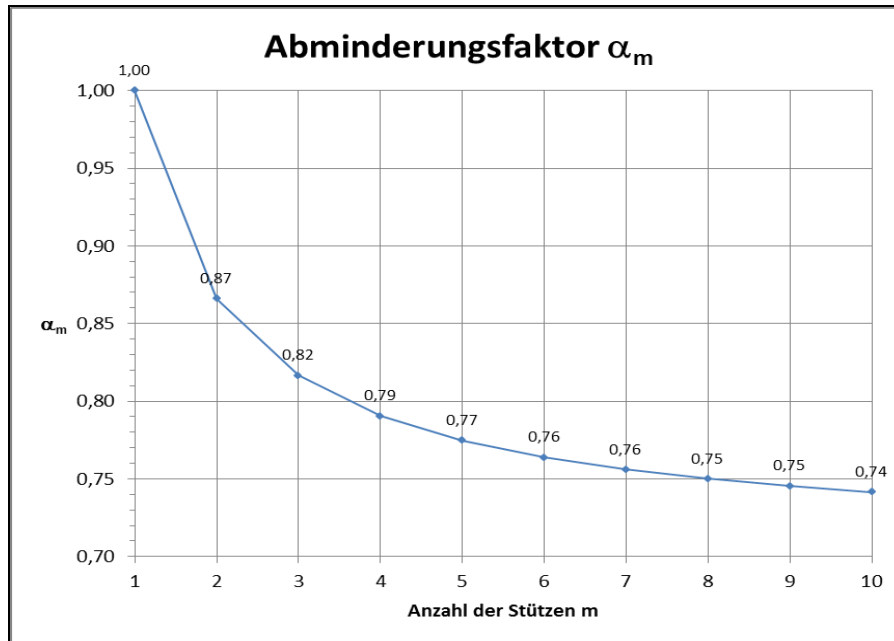
Aus diesem grafischen Verlauf kann man eindeutig erkennen, dass sich auf Grund der in [1] festgelegten Schranken für α_h im Bereich von $0 \leq h \leq 4,0$ m immer ein Faktor $\alpha_h = 1,00$ und im Bereich von $9,0 \leq h \leq \infty$ m immer ein Faktor $\alpha_h = 0,67$ ergibt.

Der Abminderungsfaktor für die Anzahl der Stützen in einer Reihe α_m ist entsprechend [1] nach der folgenden Gleichung zu ermitteln.

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 * \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$$

In dieser Gleichung ist der Wert m berücksichtigt. Mit dem Wert m wird die Anzahl der Stützen in einer Reihe mit einer Vertikalbelast > 50 % der durchschnittlichen Stützenlast definiert.

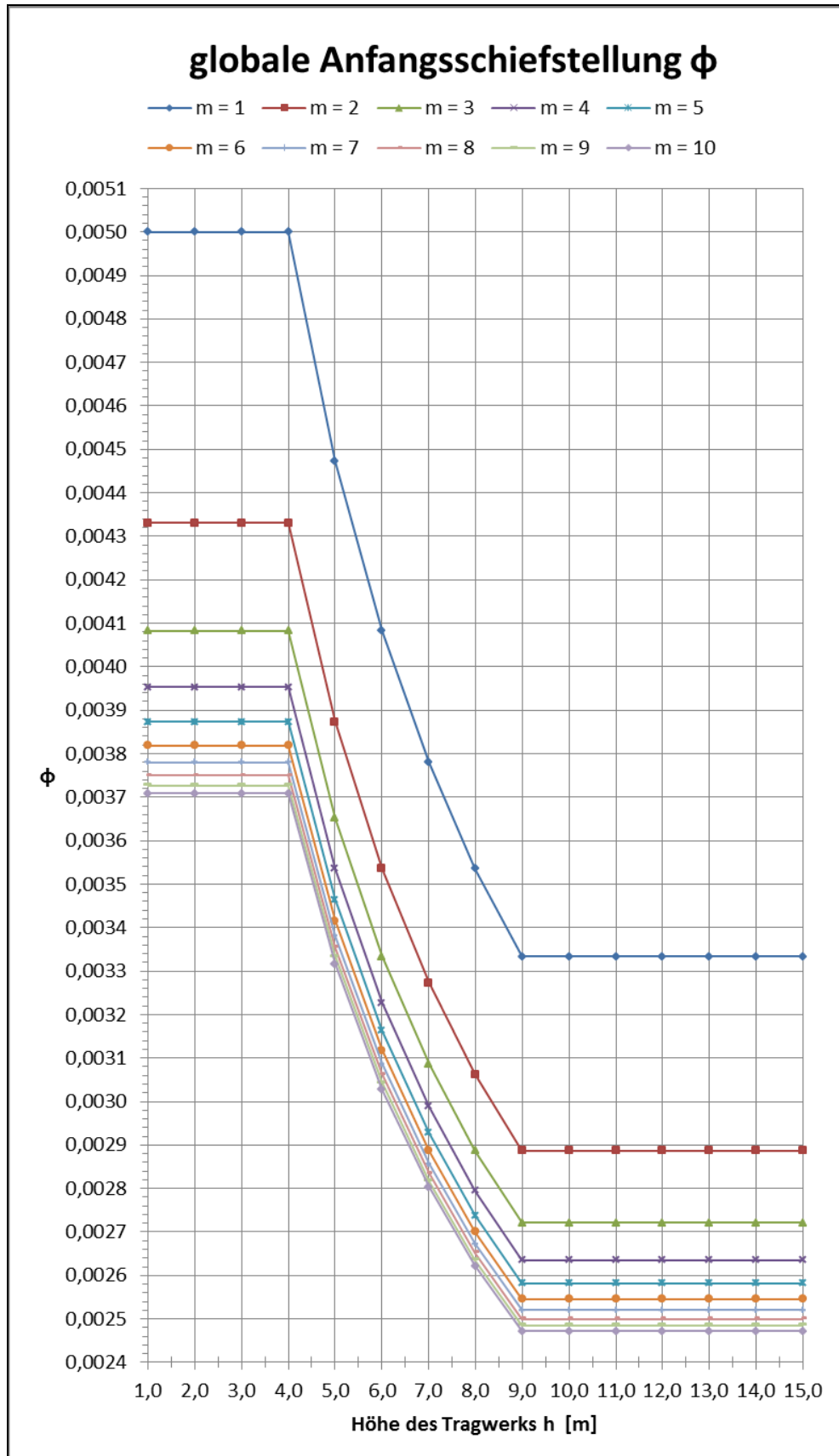
Die Auswertung dieser Bestimmungsgleichung für α_m bei Tragwerken mit $1 \leq m \leq 10$ kann der folgenden Grafik entnommen werden.



Auf der Grundlage der vorgenannten Überlegungen kann nun die Ermittlung der globalen Anfangsschiefstellung ϕ problemlos erfolgen. In der folgenden grafischen Darstellung ist die globale Anfangsschiefstellung ϕ in Abhängigkeit von der Höhe h des Tragwerks und der Anzahl der Stützen m wiedergegeben. Dabei ist zu beachten, dass in dieser Darstellung die Tragwerkshöhe h auf bis zu 15 m und die Stützenanzahl m auf bis zu 10 Stützen begrenzt wurden.

Wie dieser Grafik zu entnehmen ist, ergibt sich auf Grund der unteren und oberen Schranke für α_n in den Bereichen von $0 \leq h \leq 4,0$ m und von $9,0 \leq h \leq \infty$ m jeweils ein konstanter Wert für ϕ .

Da die zahlenmäßigen Unterschiede in den Kurvenverläufen mit steigender Anzahl der Stützen m immer geringer werden, wird eine Auswertung für $m > 10$ als nicht erforderlich angesehen. Auf der sicheren Seite liegend, kann in den Fällen $m > 10$ auch der entsprechende Wert der globalen Anfangsschiefstellung ϕ für $m = 10$ angesetzt werden.



Mit Hilfe dieser Darstellung kann die globale Anfangsschiefstellung des Tragwerks ϕ ohne weitere Zwischenschritte sehr einfach, in Abhängigkeit von der Tragwerkshöhe h und der Stützenanzahl m , ermittelt werden.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die Ermittlung der globalen Anfangsschiefstellung ϕ für Stahlbeton- und Spannbetontragwerke nach [4] in Verbindung mit [5] grundsätzlich nach den gleichen Formeln erfolgt. Bei Stahlbeton- und Spannbetontragwerken muss jedoch die untere Schranke für den Abminderungsfaktor α_h mit $\alpha_h = 2/3$ nicht beachtet werden. Somit ergeben sich bei Stahltragwerken mit Tragwerkshöhen $h > 9,0$ m größere Werte für die globale Anfangsschiefstellung ϕ als für gleiche Stahlbeton- und Spannbetontragwerke. Eine materialunabhängige Ermittlung der Anfangsschiefstellung ϕ ist somit nur eingeschränkt möglich.

Literatur:

- | | | |
|-----|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1] | DIN EN 1993-1-1:2010-12 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [2] | DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 | Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau – 1. Änderung |
| [3] | DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau |
| [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 Prüfam
T. Schellenberg
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 / 4266-3501
Telefax 03342 / 4266-7608
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de
www.lbv.brandenburg.de