Das Omega- Verfahren nach DIN 4114

Dipl.- Ing. Björnstjerne Zindler, M.Sc.

Letzte Revision: 9. Mai 2012

Inhaltsverzeichnis

Literatur

[003] DIN 4114.

[hd] http://www.fbb.fh darmstadt.de/lehrangebot/wp/Beispiele... Das Omega- Verfahren.

[IS03] Einführung in die Technische Mechanik István Szabó. Knicken, 8. neu bearbeitete Auflage 1975 Nachdruck 2003. ISBN 3-540-44248-0.

[Kab] Karlheinz Kabus. Mechanik und Festigkeitslehre.

[IS03][003]

Omega-
Verfahren I

1 Das Omega- Verfahren im Allgemeinen

Das ω- Verfahren wurde von der damaligen Deutschen Reichsbahn für die eigenen Stahlbrücken aus Baustahl entwickelt und ist in der DIN 4114 festgelegt (DIN ist zurückgezogen!). Es liefert einen sehr einfachen Nachweis der Knicksicherheit.

In Abhängigkeit vom Schlankheitsgrad λ werden die Knickzahlen ω in zwei Tabellen für die Werkstoffe S235JR+AR (St37) und S355J2+N (St52) dargestellt und so der Nachweis durchgeführt.

Schlankheitsgrade von:
- kleiner 20 bedingen keine Notwendigkeit eines Nachweises,
- größer 250 sind unzulässig und der Nachweis ist a- priori- negativ.

Die als ω- Zahlen genannten Knickwerte liegen zwischen 1 und 10,55 bei S235JR+AR (St37) (siehe folgendes Abbild).

Der Sicherheitsnachweis hat folgende Form:

$$\sigma_k = \omega \cdot \frac{F_k}{A} \leq \sigma_{zul}$$

Der Wert von σ_{zul} entspricht der zulässigen Druckspannung für den entsprechenden Werkstoff im zugehörigen Lastfall.

Der große Vorteil des Verfahrens liegt in der Tatsache, dass der Knicknachweis auf einen einfachen Spannungsnachweis mit Druckkräften reduziert wird. In den ω-Zahlen ist eine Knicksicherheit von 1,3 bis 1,5 eingearbeitet.

Sollten keine Tafeln der ω- Zahlen zur Verfügung stehen, können für den Werkstoff S235JR+AR (St37) die ω- Zahlen näherungsweise nach der folgenden Formel bestimmt werden:

$$\omega \approx 0,99 + \frac{\lambda}{728} + \frac{\lambda^2}{153^2} + \frac{\lambda^3}{143^3} \quad bei \quad 20 \leq \lambda < 115$$

Und:

$$\omega \approx \frac{\lambda^2}{76,95^2} \quad bei \quad 115 \leq \lambda \leq 250$$

Das Verfahren wurde zwischenzeitlich durch andere und genauere Verfahren ersetzt, besitzt aber durch seine Anschaulichkeit aber noch eine gewissen Bedeutung in der Ausbildung von Ingenieuren.

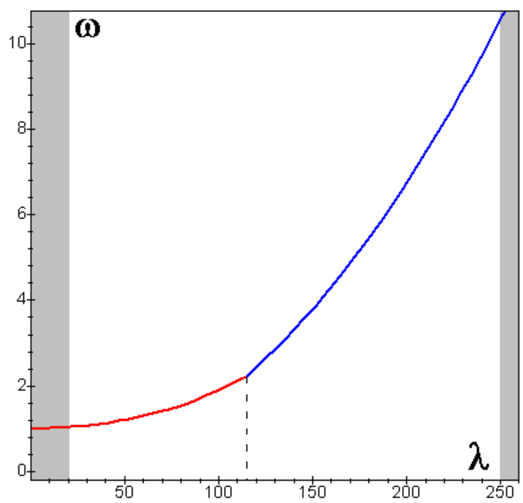

Abbildung 1: Die Omega- Werte grafisch dargestellt.

2 Das Omega- Verfahren im Besonderen

[hd][003] Omega-Verfahren II

In der Praxis ist das ω- Verfahren im Holz- und im Stahlbau zur Behandlung des Knickproblems üblich. Beim ω- Verfahren wird der Begriff der Schlankheit λ verwendet:

$$\lambda = \frac{s_k}{i}$$

hierbei ist i der Trägheitsradius, der sich aus $i = \sqrt{I/A}$ (I = Trägheitsmoment, A = Fläche) ergibt.

Jedem Schlankheitswert λ ist ein bestimmter ω- Wert zugeordnet, der aus Tabellen entnommen werden kann. Beim ω- Verfahren wird die Tragfähigkeit des Stabes reduzierende Wirkung des Knickens dadurch erfasst, dass die zulässige Spannung σ_{zul} durch einen Faktor ω reduziert wird. Der Spannungsnachweis kann daher durchgeführt werden über:

$$\sigma_v \leq \frac{\sigma_{zul}}{\omega}$$

3 Beispiel für eine Anwendung des Omega- Verfahrens

[Kab][003]

3.1 Bemessung

Beispiel

Gegeben ist ein Profil folgender Form, eine Stablänge $500mm$, ein Knickfall 2 nach Euler und eine einwirkende Kraft von $120KN$. Die Trägheitsmomente sind berechenbar über:

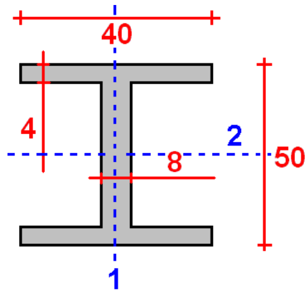

Abbildung 2: Das Beispielsprofil.

Bemessung

$$I_1 = 2 \cdot \frac{40^3 \cdot 4}{12} + \frac{8^3 \cdot (50 - 2 \cdot 4)}{12} = 44.459mm^4 = I_{\min}$$

Und:

$$I_2 = 2 \cdot \frac{40 \cdot 4^3 + 40 \cdot 4 \cdot \left(\frac{50}{2} - \frac{4}{2}\right)}{12} + \frac{8 \cdot (50 - 2 \cdot 4)^3}{12} = 50.432mm^4 = I_{\max}$$

Der dazugehörige Trägheitsradius beträgt:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{44.459}{2 \cdot 40 \cdot 4 + (50 - 2 \cdot 4) \cdot 8}} = 8,23mm$$

Für den angenommenen Knickfall 2 nach Euler (gelenkig, gelenkig) ergibt sich eine Knicklänge s_k aus der gewählten Stablänge $l = 500mm$ von:

$$s_k = \frac{l}{1} = \frac{500}{1} = 500mm$$

Die Schlankheit λ kann berechnet werden:

$$\lambda = \frac{s_k}{i_{\min}} = \frac{500}{8,23} = 60,75$$

Der dazu gehörige ω- Wert:

$$\omega \approx 0,99 + \frac{60,75}{728} + \frac{60,75^2}{153^2} + \frac{60,75^3}{143^3} = 1,31$$

Die zulässige Belastung F_k ist damit definiert:

$$F_k \leq \frac{A}{\omega} \cdot \sigma_{zul} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 4 + (50 - 2 \cdot 4) \cdot 8}{1,31} \cdot 240 = 120,2KN$$

Bei einer Profilbeanspruchung mit $F = 120KN$ kommt es in diesem zu einer vorhandenen Spannung σ_v von:

$$\sigma_v = \frac{F}{A} = \frac{120.000}{2 \cdot 40 \cdot 4 + (50 - 2 \cdot 4) \cdot 8} = 183\frac{N}{mm^2}$$

3.2 Nachweis

Damit ist obiger Nachweis erfüllt. Nachweis

$$\sigma_v \leq \frac{\sigma_{zul}}{\omega}$$

$\Rightarrow$

$$183\frac{N}{mm^2} \leq \frac{240}{1,31} = 183,2\frac{N}{mm^2}$$