

Vorwort

Vorwort zur 3. Auflage

Die weiterhin anhaltende Nachfrage nach dem Werk machte diese Neuauflage erforderlich. Durch die Umstellung wichtiger DIN Normen auf EN-Normen wurde dabei Kapitel 1, "Der Bauaufsichtliche Kontext" nach dem aktuellen technischen Stand überarbeitet. Aktualisiert wurde die Liste der Eingeführten Technischen Baubestimmungen (LTB) sowie die Technischen Regeln für den Metallbau nach Bauregelliste A.

Die in der 2. Auflage entdeckten Druckfehler sowie einige Tabellenwerte wurden korrigiert.

Bestärkt durch die zahlreichen, positiven Zuschriften zum Gesamtaufbau des Werkes wurden jedoch am Gesamthalt keine Änderungen vorgenommen. Wir möchten uns für diese Zuschriften herzlich bedanken und hoffen, dass dieses Werk auch weiterhin Zustimmung findet. Durch die Verschiebung der Fertigstellung des Eurocode 3 ist davon auszugehen, dass die DIN 18 800 noch viele Jahre Anwendung findet, zumindest bis zum Jahr 2010.

Köln/Wuppertal im Sommer 2005

Die Autoren

Vorwort zur 2. Auflage

Erfreulicherweise wurde durch eine rege Nachfrage nach dem Werk eine Neuauflage bereits ein Jahr nach dem Erscheinungsdatum erforderlich.

Für das große Interesse an diesem Werk und die zahlreichen Zuschriften mit Anregungen und Hinweisen, auch auf Druckfehler, möchten wir uns sehr herzlich bedanken. Sie waren uns bei der Vorbereitung dieser Neuauflage von großem Nutzen. Ganz besonders herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. Ing. E.h. Joachim Scheer, für seine Anmerkungen und Hinweise zu dem Vorgehen in der DIN 18 800. Es konnten so einige Formulierungen der Grundbegriffe zum besseren Verständnis dieser Norm geändert werden.

Alle erkannten Druck- und sonstige Fehler wurden korrigiert, einige Anregungen aus den Zuschriften konnten noch in diese Auflage übernommen werden. Wir denken dass durch die vorgenommen Korrekturen, die Verständlichkeit des Inhaltes verbessert wurde.

Wir sind auch weiterhin an jeder Zuschrift sehr interessiert.

Köln/Wuppertal im Winter 2000

Die Autoren

Vorwort zur 1. Auflage

Die Zusammenstellung der gebräuchlichsten Formeln und Tabellen für den Stahlbau dient als Arbeitshilfe für alle, die sich mit dem Stahlbau befassen. Angesprochen sind insbesondere Studenten des Bauingenieurwesens, Statiker, Konstrukteure und Techniker. Neben dem klassischen Stahlbau sind auch Themen des gültigen Baurechts in Stichworten beschrieben.

Die Neufassung der DIN 18 800 (1990), ersetzt seit 1997 endgültig die Fassung aus dem Jahre 1981. Tragwerke des allgemeinen Stahlhochbaues dürfen nicht mehr nach DIN 18 800 (1981) berechnet werden. Eine Ausnahme bilden Tragwerke für den Kran- und Brückenbau. Die DIN 18 800 (1990) ist dabei auf einem ganz neuen Sicherheitskonzept nach EC 3 aufgebaut.

Mit der bauaufsichtlichen Einführung des Eurocode 3 (EC 3) stehen dem Stahlbauer nun 2 Regelwerke für die Auslegung und Berechnung von Stahlbauten zur Verfügung.

Im Rahmen der Globalisierung der Märkte in der Europäischen Gemeinschaft wurden auch andere technische Regeln überarbeitet und eingeführt. Die neuen Regelwerke verwenden neue, bisher unbekannte Begriffe, einige werden hier kurz erläutert. Der Stahlbauer muß sich heute mit solchen Begriffen auseinandersetzen wie Bauprodukte, Ü-Zeichen usw. Allgemein bekannte Bezeichnungen von Stahlsorten wie St37, St52 sind nicht mehr gültig.

Mit dieser Formel- und Tabellensammlung wird dem Anwender eine, in systematischer Reihenfolge aufgelistete Zusammenstellung der wichtigsten Regeln, Begriffe, Bezeichnungen und Formeln nach DIN 18 800 (1990) und anderen gültigen Regelwerken zur Verfügung gestellt. Es sind ausgewählte Bereiche und es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit für den gesamten Stahlbaubereich. Die Anwendung der neuen Regelwerke wird anhand von Zahlenbeispielen vorgestellt.

Der Aufbau der einzelnen Kapitel ist methodisch so angelegt, dass sie für alle Anwender eine praktische Arbeitshilfe darstellen. Der Griff zur Norm ist nur in Randbereichen erforderlich, die zugehörigen Normen sind in jedem Kapitel aufgelistet.

Die vorliegende Bearbeitung kann jedoch nicht die vorhandenen Lehrbücher des Stahlbaues ersetzen. Die Kenntnis der Grundlagen der Statik, der Festigkeitslehre, des Stahlbaues, sowie der geltenden Normen und Vorschriften ist Voraussetzung zur Anwendung. Alle Kapitel wurden sorgfältig bearbeitet, dennoch sind Fehler oder Irrtümer nicht ganz auszuschließen, und somit sind wir für jeden Hinweis bzw. Stellungnahme sehr dankbar. Es ist darauf hinzuweisen, dass jeder bei einem Bauvorhaben tätige Ingenieur für seine Arbeit selbst voll verantwortlich ist. Insbesondere muss er die zum Zeitpunkt der Arbeit gültigen technischen Baubestimmungen einhalten.

Für die weitgehende Hilfestellung bei der Erstellung dieser Formel- und Tabellensammlung möchten wir uns bei den Damen und Herren im Lektorat Technik des Verlages Vieweg bedanken, insbesondere bei Frau Ehl für die Anregungen und Hinweise die zur Entstehung dieses Werkes beigetragen haben.

2.3 Bemessungs- und Nachweiskonzept nach DIN 18800 (1990-11)

Nachzuweisen ist die Standsicherheit des Tragwerkes, d.h. dass sich das System im stabilen Gleichgewicht befindet und dass in allen Bauteilen und Verbindungen des Bauwerkes die Beanspruchungen S_d die Beanspruchbarkeiten R_d nicht überschreiten. Nachzuweisen ist auch die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit des Tragwerkes.

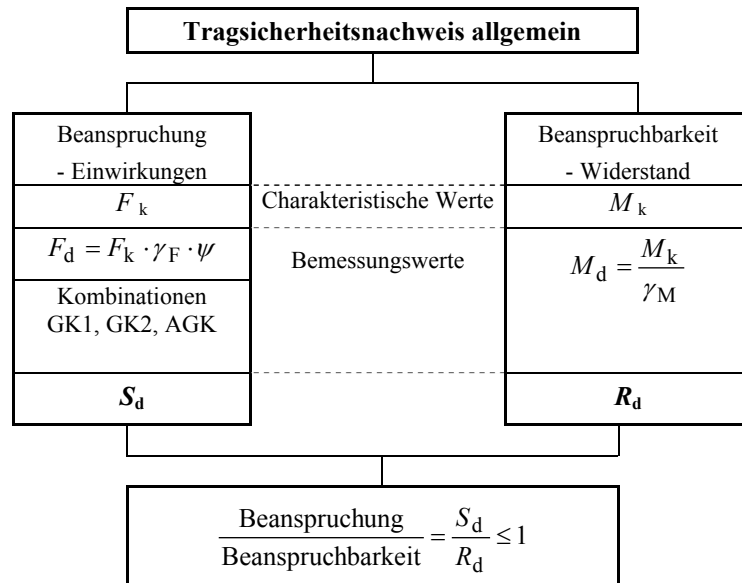
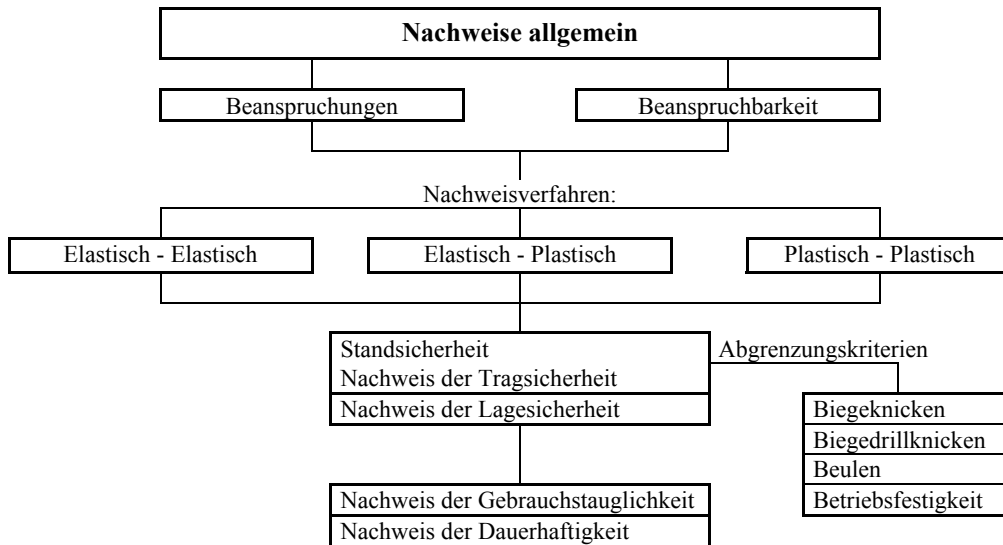


Bild 2-1 Nachweisschemen für Tragsicherheitsnachweise

2.4 Beanspruchungen

Beanspruchungen des Tragwerkes ergeben sich aus den Bemessungswerten der Einwirkungen.

2.4.1 Beanspruchungen aus den Einwirkungen

Die charakteristischen Werte der Einwirkungen sind grundsätzlich nach den einschlägigen Normen anzusetzen, bzw. nach anderen Regeln für Sonderbereiche.

Als gültiges Regelwerk ist die Norm DIN 1055 „Lastannahmen für Bauten“ bautechnisch eingeführt, siehe dazu Kapitel 1.1.3, Eingeführte technische Baubestimmungen.

Eine Einführung der Vornorm DIN ENV 1991-1 Eurocode 1 (EC 1) - Einwirkungen auf Bauwerke, ist z.Z. in Deutschland nicht geplant.

Für Einwirkungen, die nicht oder nicht vollständig in Normen oder anderen bauaufsichtlichen Bestimmungen angegeben sind, müssen charakteristische Werte in Absprache mit der Bauaufsicht festgelegt bzw. vereinbart werden.

Dynamische Erhöhung der Einwirkung

- Nichtperiodische Einwirkungen dürfen durch Einwirkungsfaktoren erfaßt werden. Beispiele für Einwirkungsfaktoren sind: Schwingfaktor, Stoßfaktor, Böenreaktionsfaktor. Die Faktoren sind den einschlägigen Fachnormen zu entnehmen.
- Periodische Einwirkungen erfordern bauldynamische Untersuchungen, insbesondere wenn Bauwerksresonanzen auftreten können.

Tragwerksverformungen

- Tragwerksverformungen sind zu berücksichtigen, wenn sie zu einer Vergrößerung der Beanspruchungen führen. Bei der Berechnung sind dabei die Gleichgewichtsbedingungen am verformten System (Theorie II. Ordnung) aufzustellen.
- Planmäßige Außermittigkeiten sind in die Berechnungen einzubeziehen, wenn sie konstruktiv erforderlich sind.
- Geometrische Imperfektionen von Stabwerken sind bei druckbeanspruchten Stäben durch den Ansatz von Vorverdrehungen zu berücksichtigen. Beispiele siehe Bilder 2-6 bis 2-8.
- Schlupf in Schraubverbindungen ist zu berücksichtigen, wenn nicht von vornherein erkennbar ist, dass sein Einfluss gering und somit vernachlässigbar ist. In Fachwerkträgern, welche keine stabilisierenden Funktionen übernehmen, darf der Schlupf im Allgemeinen vernachlässigt werden.

2.4.2 Kombinationsregeln für die Bemessung

Für die Bemessung und den Nachweis der Tragsicherheit sind Einwirkungskombinationen zu bilden. Schnittgrößen für die Bemessung sind mit Werten aus der ungünstigsten Kombination zu berechnen. Die Bildung von Grund- und außergewöhnlichen Kombinationen ist in DIN 18800 Teil 1 El. 710 bis El. 714 geregelt.

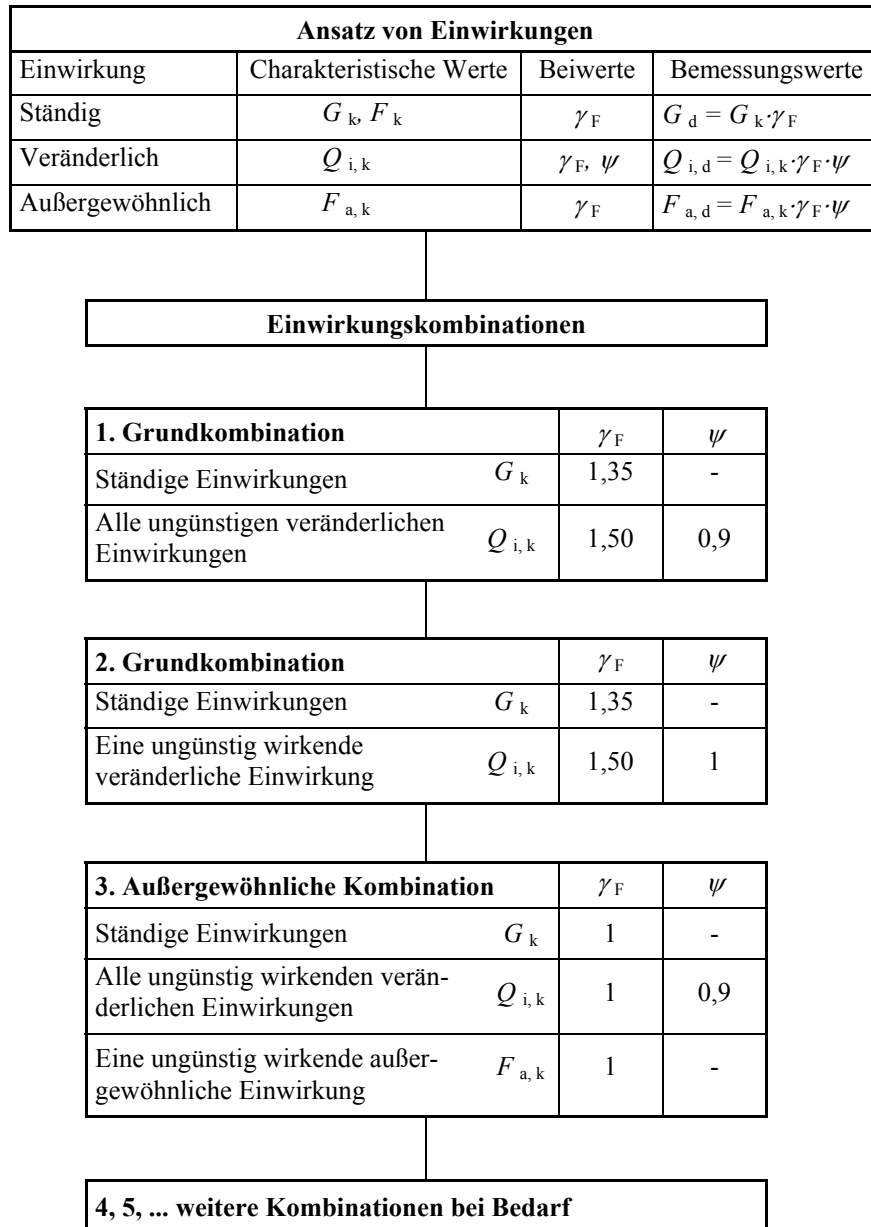


Bild 2-2 Bildung von Einwirkungskombinationen

Wenn Teile ständiger Einwirkungen Beanspruchungen verringern, sind zusätzliche Grundkombinationen mit Teilsicherheitsbeiwerten nach Tabelle 2.2 erforderlich.

Tabelle 2.2 Teilsicherheitsbeiwerte γ_F für Grund- und zusätzliche Kombinationen

| Anwendung | γ_F |
|---|--------------|
| Ständige Einwirkungen: G | 1,35 |
| Veränderliche Einwirkungen, ungünstig wirkend: Q | 1,50 |
| Ständige Einwirkungen, die Beanspruchungen verringern - aus veränderlichen Einwirkungen: G - Erddruck: F_E | 1,00 0,60 |
| Für Teile ständiger Einwirkungen, die Beanspruchungen - aus veränderlichen Einwirkungen vergrößern - aus veränderlichen Einwirkungen verringern Für diese Teile sind zusätzliche Grundkombinationen zu bilden. Bei Rahmen und Durchlaufträgern darf auf zusätzliche Kombinationen verzichtet werden. | 1,10 0,90 |
| Eine außergewöhnliche Einwirkung F_A mit ständigen Einwirkungen G und veränderlichen Einwirkungen Q . Der Beiwert gilt für alle Einwirkungen. | 1.0 |

Tabelle 2.3 Kombinationsbeiwerte ψ

| Anwendung | ψ |
|---|--------|
| Berücksichtigung nur einer veränderlichen Einwirkung bei Bildung der Grundkombination | 1,0 |
| Berücksichtigung aller ungünstig wirkenden veränderlichen Einwirkungen bei Bildung einer Grundkombination | 0,9 |

5.2 Berechnungsabläufe - Struktogramme

Schema 1 Beanspruchbarkeit für Walzstahl

| Widerstandsgrößen für Walzstahl in N/mm ² | | | | |
|--|---------------------|-----------------|---|---------------|
| S 235 | | S 355 | | Andere |
| $t \leq 40$ mm | $40 < t \leq 80$ mm | $t \leq 40$ mm | $40 < t \leq 80$ mm | |
| $f_{y,k} = 240$ | $f_{y,k} = 215$ | $f_{y,k} = 360$ | $f_{y,k} = 325$ | $f_{y,k} = ?$ |
| $\gamma_M = 1,1$ | | | | |
| Grenzspannungen | | | | |
| $\sigma_{R,d} = f_{y,d} = \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$ | | | $\tau_{R,d} = \frac{f_{y,d}}{\sqrt{3}}$ | |

Schema 2 Beanspruchbarkeit für Schrauben; Zug + Abscheren

| Widerstandsgrößen in N/mm ² | | | |
|---|-------------------|---|--------------------|
| FK 4.6 | FK 5.6 | FK 8.8 | FK 10.9 |
| $f_{y,b,k} = 240$ | $f_{y,b,k} = 300$ | $f_{y,b,k} = 640$ | $f_{y,b,k} = 900$ |
| $f_{u,b,k} = 400$ | $f_{u,b,k} = 500$ | $f_{u,b,k} = 800$ | $f_{u,b,k} = 1000$ |
| $\alpha_a = 0,6$ | | | $\alpha_a = 0,55$ |
| $\gamma_M = 1,1$ | | | |
| Scherfuge | | | |
| im Gewinde | | im Schaft | |
| $A = A_{Sp} = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_K + d_{Fl}}{2} \right)^2$ | | $A = A_{Sch} = \frac{\pi \cdot d_{Sch}^2}{4}$ | |
| $d_K = d - 0,6495P$ (d = Gewindedurchmesser) | | | |
| $d_{Fl} = d - 1,2265P$ (P = Gewindesteigung) | | | |
| Grenzkraft | | | |
| Grenzzugkraft | | Grenzabscherkraft | |
| $\sigma_{1,R,d} = \frac{f_{y,b,k}}{1,1 \cdot \gamma_M}$ | | $\sigma_{2,R,d} = \frac{f_{u,b,k}}{1,25 \cdot \gamma_M}$ | |
| $N_{R,d} = \min \left\{ \frac{A_{Sch} \cdot \sigma_{1,R,d}}{A_{Sp} \cdot \sigma_{2,R,d}} \right.$ | | $V_{a,R,d} = A \cdot \alpha_a \cdot \frac{f_{u,b,k}}{\gamma_M}$ | |

Schema 3 Abminderungsfaktor $\kappa(\kappa_y, \kappa_z)$ für Biegeknicken, mittiger Druck

| Bezugsschlankheitsgrad | | | | |
|--|--|-----------------|---|-----------------|
| Allgemein | S 235 (240 N/mm ²) | | S 355 (360 N/mm ²) | |
| $\lambda_a = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{y,k}}}$ | $\lambda_a = 92,9$ | | $\lambda_a = 75,9$ | |
| Schlankheitsgrad | | | | |
| λ_K | | | λ_{Vi} | |
| $\bar{\lambda}_K = \frac{\lambda_K}{\lambda_a}$ | | | $\bar{\lambda}_{Vi} = \frac{\lambda_{Vi}}{\lambda_a}$ | |
| $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_K$ | | | $\bar{\lambda} = \bar{\lambda}_{Vi}$ | |
| Bezogener Schlankheitsgrad $\bar{\lambda}$ | | | | |
| Europäische Knickspannungslinie | | | | |
| | a | b | c | d |
| | $\alpha = 0,21$ | $\alpha = 0,34$ | $\alpha = 0,49$ | $\alpha = 0,76$ |
| Abminderungsfaktor $\kappa = \kappa_y, \kappa_z$ | | | | |
| $\bar{\lambda} \leq 0,2$ | $0,2 < \bar{\lambda} \leq 3$ | | $\bar{\lambda} > 3$ | |
| $\kappa = 1$ | $k = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$ | | $\kappa = \frac{1}{\bar{\lambda} \cdot (\bar{\lambda} + \alpha)}$ | |
| | $\kappa = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}^2}}$ | | | |

Schema 4 Abminderungsfaktor κ_M für Biegedrillknicken

| Bezogener Schlankheitsgrad bei Biegemomentenbeanspruchung | | | | |
|---|--|---|-----|-------------------------|
| | $\bar{\lambda}_M = \sqrt{\frac{M_{pl,y}}{M_{Ki}}}$ | | | |
| $\bar{\lambda}_M \leq 0,4$ | $\bar{\lambda}_M > 0,4$ | | | |
| $\kappa_M = 1$ | Trägerbeiwert n (Tabelle 3.25) | | | |
| | 1,5 | 2 | 2,5 | 0,7 + 1,8 · min h/max h |
| | $\kappa_M = \left(\frac{1}{1 + \bar{\lambda}_M^{2n}} \right)^{\frac{1}{n}}$ | | | |

Schema 5 Ideeller Schlankheitsgrad für Biegedrillknicken bei mittigem Druck

| Schlankheitsgrad | | |
|--|---|--|
| Einspannwert für Biegung | | |
| Frei drehbare Lagerung | Elastische Einspannung | Volle Einspannung |
| $\beta = 1$ | $0,5 < \beta < 1$ | $\beta = 0,5$ |
| Kennwert für Verwölbung der Stirnflächen | | |
| Freie Verwölbung | Elastische Wölbbehinderung | Wölbbehinderung |
| $\beta_0 = 1$ | $0,5 < \beta_0 < 1$ | $\beta_0 = 0,5$ |
| $i_p^2 = i_y^2 + i_z^2$ | | |
| $i_M^2 = i_p^2 + z_M^2$ | | |
| Wölbwiderstandsgrößen I_T, I_ω | | |
| Für Walzprofile nach Profiltabellen | | Berechnung nach Tabellen aus Kapitel 4 |
| Bei Gabellagerung $\beta = \beta_0 = 1 \Rightarrow$ Teilschema 5.1 | | |
| $c^2 = \frac{I_\omega \cdot (\beta \cdot l)^2 / (\beta_0 \cdot l_0)^2 + 0,039 \cdot (\beta \cdot l^2) \cdot I_T}{I_z}$ | | |
| Querschnitt: punkt-, doppelsymmetrisch | | |
| $i_p > c$ | $i_p \leq c$ und andere Querschnitte | |
| $\lambda_{Vi} = \frac{\beta \cdot l}{i_z} \cdot \frac{i_p}{c}$ | $\lambda_{Vi} = \frac{\beta \cdot l}{i_z} \cdot \sqrt{\frac{c^2 + i_M^2}{2 \cdot c^2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 - \frac{4 \cdot c^2 \cdot [i_p^2 + 0,093 \cdot (\beta^2 / \beta_0^2 - 1) \cdot z_M^2]}{(c^2 + i_M^2)^2}} \right\}}$ | |

l = Netzlänge des Stabes, l_0 = Abstand der Stabanschlüsse an den Stabenden

Teilschema 5.1 Schlankheitsgrad λ_{Vi} bei Gabellagerung: $\beta = \beta_0 = 1$

| |
|---|
| $c^2 = \frac{I_\omega + 0,039 \cdot l^2 \cdot I_T}{I_z}$ |
| $\lambda_{Vi} = \frac{\beta \cdot l}{i_z} \cdot \sqrt{\frac{c^2 + i_M^2}{2 \cdot c^2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 - \frac{4 \cdot c^2 \cdot i_p^2}{(c^2 + i_M^2)^2}} \right\}}$ |