

Bemessung von Querschnitten aus Stahl und Aluminium nach Eurocode

FRILO Software GmbH
www.friilo.eu
info@friilo.eu
Version 08.06.2015

Inhaltsverzeichnis

Bemessung von Querschnitten aus Stahl nach EN 1993-1-1	2
Bemessung von Querschnitten aus Aluminium nach DIN EN 1999-1-1	4

Bemessung von Querschnitten aus Stahl nach EN 1993-1-1

Die Bemessung von Querschnitten aus Stahl erfolgt nach EN 1993-1-1.

Es werden nur dünnwandige Querschnitte mit ebenen Querschnittsteilen betrachtet.

Zur Verfügung stehen die Materialien nach Tabelle 3.1 (Baustahl).

Für die Grenzzustände der Tragfähigkeit gelten folgende Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_{M0} = 1.0$$

$$\gamma_{M1} = 1.0 \quad (\text{nach DIN EN1993 : } \gamma_{M1} = 1.1)$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Die Querschnitte werden in vier Querschnittsklassen (QKL) klassifiziert:

- Klasse 1 Die Querschnitte können plastische Gelenke oder Fließzonen mit ausreichender plastischer Momententragfähigkeit und Rotationskapazität für die plastische Berechnung ausbilden.
- Klasse 2 Die Querschnitte können die plastische Momententragfähigkeit entwickeln, haben aber aufgrund örtlichen Beulens nur eine begrenzte Rotationskapazität.
- Klasse 3 Die Querschnitte erreichen in der ungünstigsten Faser die Streckgrenze, können aber wegen örtlichen Beulens die plastische Momententragfähigkeit nicht entwickeln.
- Klasse 4 In diesen Querschnitten tritt örtliches Beulen in einem oder mehreren Teilen des Querschnitts auf, bevor die Streckgrenze erreicht wird.

Die Klassifizierung eines Querschnitts ist abhängig vom Verhältnis Breite zu Dicke c/t seiner druckbeanspruchten Teile, von der Lage der plastischen Nulllinie (α) für die QKL 1 und 2 bzw. der elastischen Nulllinienlage für die QKL 3 und von ε (Material-Streckgrenze); siehe hierzu Tab.5.2.

Ein Querschnitt wird durch die ungünstigste Klasse seiner druckbeanspruchten Querschnittsteile klassifiziert.

Querschnitte der Klasse 4 können mit effektiven Breiten nach EN 1993-1-5, 5.2.2 berechnet werden, um das örtliche Beulen zu berücksichtigen. Diese Berechnung ist für I-Profile, Rechteckrohre, U- und T-Profile implementiert.

Beanspruchbarkeit der Querschnitte

Die Beanspruchbarkeit der Querschnitte wird nach Abschnitt 6.2 ermittelt.

Dabei wird die Bedingung nach Gl(6.1) – Fließkriterium für den kritischen Punkt des Querschnitts – geprüft (QKL 1 bis 4):

- Für die QKL 4 wird dabei der Nachweis mit den effektiven Steifigkeiten geführt.
Eine Veränderung der Schnittgrößen infolge einer Verschiebung des Schwerpunkts gegenüber den Ausgangsquerschnittsgrößen wird nicht berücksichtigt.

Zusätzlich wird die Beanspruchbarkeit nach Gl(6.2), die sich aus den Abschnitten 6.2.3 bis 6.2.9 ergibt, ermittelt (QKL 1 bis 3):

- Die Normalkrafttragfähigkeit N_{Rd} wird mit Gl(6.10) berechnet.
- Die Biegetragfähigkeit für einachsige Biegung wird nach Abschnitt 6.2.5 ermittelt, wobei für die QKL 1 und 2 die plastischen Widerstandsgrößen Gl(6.13) und für die QKL 3 die elastischen Widerstandsgrößen Gl(6.14) verwendet werden.
- Die Schubbeanspruchbarkeit ergibt sich nach den Abschnitten 6.2.6 und 6.2.7.
Eine Abminderung von V_{Rd} infolge Schubbeulen nach EN 1993-1-5 wird dabei berücksichtigt.
- Die Beanspruchbarkeit aus Biegung und Querkraft wird nach Abschnitt 6.2.8 ermittelt:
Überschreitet der Bemessungswert V_{Ed} die Hälfte der Querkrafttragfähigkeit V_{Rd} , werden die schubbeanspruchten Querschnittsteile mit einer abgeminderten Streckgrenze Gl. (6.29) berechnet.
Bei I-Querschnitten mit gleichen Flanschen und einachsiger Biegung um die Hauptachse wird die Gl(6.30) angewandt.
- Bei Biegung mit Normalkraft werden die Beanspruchbarkeiten nach Abschnitt 6.2.9 ermittelt.
Dabei kommt die Gl(6.41) nur bei zweiachsiger Biegung mit Normalkraft zur Anwendung.

Bemessung von Querschnitten aus Aluminium nach DIN EN 1999-1-1

Die Bemessung von Querschnitten aus Aluminium erfolgt nach DIN EN 1999-1-1.

Es werden nur Querschnitte mit ebenen Querschnittsteilen (keine gekrümmten oder ausgesteifte Querschnittsteile) und ohne WEZ (Wärmeeinflusszonen), d.h. nicht geschweißt, betrachtet.

Zur Verfügung stehen die Materialien nach

- Tabelle 3.2b (Aluminiumknetlegierungen - Strangpressprofile) und nach
- Tabelle 3.2c (Aluminiumknetlegierungen - Schmiedeerzeugnisse).

Für die Grenzzustände der Tragfähigkeit gelten folgende Teilsicherheitsbeiwerte:

für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten und von Bauteilen bei Stabilitätsversagen (Bauteilnachweise):

$$\gamma_{M1} = 1.1$$

für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen unter Zugbeanspruchung:

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Die Querschnitte werden in vier Querschnittsklassen klassifiziert:

- Klasse 1** Die Querschnitte können plastische Gelenke oder Fließzonen mit ausreichender plastischer Momententragfähigkeit und Rotationskapazität für die plastische Tragwerksberechnung ausbilden.
- Klasse 2** Die Querschnitte können die plastische Momententragfähigkeit entwickeln, haben aber wegen örtlichen Beulens nur eine begrenzte Rotationskapazität.
- Klasse 3** Die Querschnitte erreichen in der äußersten druckbeanspruchten Faser die Dehngrenze, können aber wegen örtlichen Beulens die plastische Momententragfähigkeit nicht entwickeln.
- Klasse 4** In diesen Querschnitten tritt örtliches Beulen in einem oder mehreren Teilen des Querschnitts auf, bevor die Dehngrenze erreicht wird.

Die Klassifizierung eines Querschnitts ist abhängig vom Verhältnis Breite zu Dicke b/t seiner druckbeanspruchten Teile und vom Spannungsverlauf η (Bild 6.2) am Querschnittsteil.

Für jedes Querschnittsteil wird der Schlankheitsparameter β ermittelt, der beide Parameter berücksichtigt (Abschnitt 6.1.4.3). Dafür wird die elastische Nulllinienlage benutzt. Entsprechend des Materials (f_y und daraus sich ergebend ε , Klasse A oder B, ungeschweißt) werden nach Tab. 6.2 die Grenzwerte für β_1 , β_2 , β_3 zur Einordnung des Querschnittsteils in die Querschnittsklasse bestimmt.

Querschnitte der Klasse 4 werden mit effektiven Dicken berechnet, um das örtliche Beulen zu berücksichtigen. Dazu wird nach Abschnitt 6.1.5 ein örtlicher Beulfaktor ρ_c Gl(6.11, 6.12) zur Reduzierung der Querschnittsteildicke bestimmt. Dieser ist abhängig von der Materialklasse A oder B (ungeschweißt), ε und β .

Beanspruchbarkeit der Querschnitte

Die Beanspruchbarkeit der Querschnitte wird nach Abschnitt 6.2 ermittelt.

Dabei werden die Bedingungen nach Gl(6.15) und Gl(6.15 a, b, c) – Fließkriterium für den kritischen Punkt des Querschnitts – geprüft.

Die Konstante C in Gl(6.15), die nach DIN EN 19999-1-1 1.2 beträgt, wird dabei auf die linke Seite der Gleichung gezogen, sodaß der Nachweis immer gegen 1.0 als zulässig η auf der rechten Seite der Gleichung erfolgt.

Zusätzlich werden die Beanspruchbarkeiten nach den Abschnitten 6.2.3 bis 6.2.10 ermittelt.

Die Normalkrafttragfähigkeit N_{Rd} ist der kleinere Wert der Gl(6.21) bzw. Gl(6.22).

Die Biegetragfähigkeit für einachsige Biegung wird nach Abschnitt 6.2.5 ermittelt, unter Berücksichtigung der Querschnittsklasse des Querschnitts und den sich daraus ergebenden Formbeiwert α_3 nach Tab.6.4.

Die Schubbeanspruchbarkeit ergibt sich nach den Abschnitten 6.2.6 und 6.2.7.

Dabei wird beachtet, dass die Schubfläche A_v abweichend zu den Schubflächen nach EN 1993-1-1 (Stahlquerschnitte) berechnet wird.

Dabei wird auch die Beanspruchbarkeit durch gleichförmige Schubspannungen nach Abschnitt 6.5.5 geprüft.

Die Beanspruchung aus Biegung und Querkraft wird nach Abschnitt 6.2.8 ermittelt:

Überschreitet der Bemessungswert V_{Ed} die Hälfte der Querkrafttragfähigkeit V_{Rd} , werden die schubbeanspruchten Querschnittsteile mit einer abgeminderten Streckgrenze Gl. (6.38) berechnet.

Bei Biegung mit Normalkraft werden die Beanspruchbarkeiten nach Abschnitt 6.2.9 ermittelt.

Stegkrüppeln nach Abschnitt 6.2.11 wird in der derzeitigen Fassung nicht berücksichtigt.