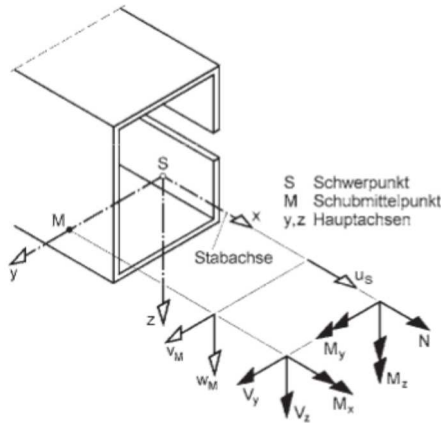


1 Bezeichnungen und Hinweise

x	Stablängsrichtung, Stabachse
y, z	Hauptachsen des Querschnitts
u, v, w	Verschiebungen
S	Schwerpunkt ($y = 0, z = 0$)
M	Schubmittelpunkt ($y = y_M, z = z_M$)
N	Normalkraft
M_y, M_z	Biegemomente
$M_{xp} (T_1^{(1)})$	Primäres und sekundäres Torsionsmoment ($M_{xp} + M_{xs} = M_x$)
$M_{xs} (T_w^{(1)})$	
V_y, V_z	Querkräfte
$M_{\omega} (B^1)$	Wölbmoment (in M)



zusätzlich: M_{ω} in M

Bild 1.1 Verschiebungsgrößen, Bezugspunkte S und M sowie Schnittgrößen

σ	Normalspannung
τ	Schubspannung
f_y	Streckgrenze, $f_{y,Rd} = f_y/\gamma_{M1}$
γ_{M1}	Teilsicherheitsbeiwert
f_u	Zugfestigkeit
E	Elastizitätsmodul (E-Modul)
G	Schubmodul
ν	Querdehnzahl, Stahl: $\nu = 0,3$
Index Ed	Bemessungswert/Einwirkung
Index Rd	Bemessungswert/Tragfähigkeit
Index k	charakteristischer Wert
Index el	elastisch
Index pl	plastisch
Index cr	critical (Eigenwert); früher: Index ki
N_{cr}	ideale Drucknormalkraft (kleinste Verzweigungslast, Eigenwert) nach der Elastizitätstheorie
$M_{cr,y}$	ideales Biegedrillknickmoment (kleinste Verzweigungslast, Eigenwert) nach der Elastizitätstheorie
L	Stablänge

¹⁾ Bezeichnungen nach DIN EN 1993-1-1

Werte in den Profiltabellen

A_w	Stegfläche $A_w = t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f)$ A_w entspricht nicht der wirksamen Schubfläche A_v , die bei der Berechnung von $V_{pl,z}$ berücksichtigt wird.
A	Querschnittsfläche
Masse	Für genormte Profile sind die Massenangaben in den Profiltabellen die Werte der DIN-Normen, die häufig für die Gewichtsermittlung im Zusammenhang mit Abrechnungen benötigt werden (s. auch Abschnitt 16). Für nicht genormte Profile wurde die Masse mit der Querschnittsfläche und einer Wichte von $7,85 \text{ kg/dm}^3$ berechnet und mit drei Ziffern angegeben. Gewichtskraft in kN/m: $0,01 \text{ kg/m}$
U	Mantelfläche
I_y, I_z	Hauptträgheitsmomente
W_y, W_z	Widerstandsmomente, berechnet mit max z bzw. max y
i_y, i_z	Trägheitsradien
$i_{r,z}$	Trägheitsradius des druckbeanspruchten Flansches um die schwache Querschnittsachse unter Berücksichtigung von $\frac{1}{3}$ der Fläche des halben Steges
max S_y	Statisches Moment des halben Querschnitts um die y-Achse
I_T	Torsionsträgheitsmoment
I_{ω}	Wölbwiderstand
max ω	Maximale Wölbordinate (am Gurtrand in Blechmitte)

Die Querschnittswerte I_T , I_{ω} und max ω für IPE-, HEA-, HEB-, HEM-, I-, U-, UAP- und UPE-Profile, Winkel (nach DIN EN 10056), Z-Stähle sowie Kranschielen basieren auf Berechnungen mit der FEM und sind die genauen Lösungen, s. [5] und [11]. Für die anderen Profilreihen sind Berechnungsmodelle nach [6], [7] und [10] verwendet worden.

KL Knicklinie nach DIN EN 1993-1-1 für Ausweichen rechtwinklig zur y- bzw. z-Achse

Schnittgrößen mit Index pl:

Plastische Grenzschnittgröße, d.h. maximale Schnittgröße bei **alleiniger** Wirkung dieser Schnittgröße. Die Werte gelten für $f_y = 23,5 \text{ kN/cm}^2$ ($t \leq 40 \text{ mm}$), $f_y = 21,5 \text{ kN/cm}^2$ ($40 < t \leq 100 \text{ mm}$) bzw. $f_y = 19,5 \text{ kN/cm}^2$ ($100 < t \leq 150 \text{ mm}$), s. auch DIN EN 10025-2. Für Profile mit anderen Streckgrenzen kann im Verhältnis der Streckgrenzen umgerechnet werden.

N_{pl} , $M_{pl,y}$, $M_{pl,z}$ und $M_{pl,\omega}$ werden auch angegeben, wenn ein Querschnitt den Klassen 3 oder 4 zuzuordnen ist. In diesem Fall werden die entsprechenden Grenzschnittgrößen in den Tabellen grau abgedruckt.

In den Tabellen für UPE- und UAP-Profile wird auch das maximale Biegemoment $M_{u,y}$ angegeben. Es ist größer als $M_{pl,y}$. Sofern $M_y > M_{pl,y}$ ist, tritt Torsion auf.

Mit Ausnahme der Hohlprofile ist V_{pl} mit der wirksamen Schubfläche A_v gemäß DIN EN 1993-1-1 be-

rechnet worden. Für Hohlprofile werden die in Abschnitt 14 zusammengestellten genaueren Lösungen verwendet.

Das Torsionsträgheitsmoment $M_{pl,x}$ der Reihen IPE, HEAA, HEA, HEB und HEM wurde auf Grundlage der Nadai-schen Sandhügelanalogie bestimmt [17]. Für die Hohlprofile werden die in Abschnitt 14 genannten Beziehungen genutzt.

Plastische Widerstandsmomente werden nicht angegeben, da sie mit $W_{pl} = M_{pl} / f_y$ unmittelbar berechnet werden können.

Löcher für Schrauben:

d_0 Lochdurchmesser
 w Anreißmaße für die Löcher

Die Werte für d_0 sind die größtmöglichen Lochdurchmesser (abhängig von den größtmöglichen Schrauben) und für w die zugehörigen minimalen Anreißmaße. Ausführliche Hinweise zur Anordnung von Schrauben werden in Kapitel 18 „Lochdurchmesser und Anreißmaße“ gegeben. Für die Profilreihen IPE, HEAA, HEA, HEB und HEM wurden in den Profiltafeln die Werte der DIN SPEC 18085 (vgl. Kapitel 18) und für die übrigen Profilreihen die in der 3. Auflage von Stahlbau Kompakt enthaltenen Werte übernommen.

Querschnittsklassen:

Die Nachweismethoden nach DIN EN 1993-1-1 und die Nachweisführung sind in Tabelle 2.1 zusammengestellt. Voraussetzung für die Anwendung der Nachweismethoden ist die Zuordnung der Querschnitte zu Querschnittsklassen, siehe Abschnitt 4. In der **Spalte c/t** können die hierfür benötigten Abmessungsverhältnisse für die Gurte und Stege abgelesen werden. Mit den in den Profiltabellen angegebenen **Kennzahlen** können Profile darüber hinaus unmittelbar den Querschnittsklassen zugeordnet werden:

Kennzahl = 1: Querschnittsklasse 1

Kennzahl = 2: Querschnittsklasse 2

Kennzahl = 3: Querschnittsklasse 3

Kennzahl = 4: Querschnittsklasse 4

Bei den Angaben in den Profiltabellen entspricht die erste Kennzahl der Zuordnung bei Druckbeanspruchungen infolge N und die zweite bei Biegebeanspruchungen infolge M (M_y oder M_z).

Beispiel: 3-1

Bei planmäßig konstanten Druckspannungen im Querschnitt (nur N) ergibt sich die Querschnittsklasse 3 und es dürfen Spannungsnachweise geführt werden.

Für reine Biegung (nur M_y oder M_z) ergibt sich die Querschnittsklasse 1, so dass die plastische System- und Querschnittstragfähigkeit ausgenutzt werden dürfen. Es können aber auch Spannungsnachweise mit den Schnittgrößen nach der Elastizitätstheorie geführt werden.

Die Nachweismethoden im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Querschnittsklassen werden in Tabelle 2.1 erläutert.

2 Nachweise und Teilsicherheitsbeiwerte

Grundlage für die Nachweise nach den Eurocodes sind bei Stahlkonstruktionen die folgenden Normen:

- DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung
- DIN EN 1991: Einwirkungen auf Tragwerke
- DIN EN 1993: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

Für Tragwerke sind in statischen Berechnungen Nachweise zu erbringen, die die Anforderungen an die Tragfähigkeit (s. Tab. 2.1), Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit bzw. Ermüdungsfestigkeit und Lagesicherheit sicherstellen.

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bedingung gemäß DIN EN 1990: $E_d \leq R_d$
 mit: E_d Bemessungswert der Einwirkungen (Beanspruchungen)
 R_d Bemessungswert der Tragfähigkeit (Beanspruchbarkeiten)

Die Bemessungswerte der Einwirkungen sind nach DIN EN 1991 unter Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten γ_F und Kombinationsbeiwerten ψ zu bestimmen, s. Tab. 2.4. Bei den Bemessungswerten der Beanspruchbarkeiten sind Teilsicherheitsbeiwerte γ_{Mi} zu berücksichtigen (s. Tab. 2.2 und 2.3), z. B. $f_{y,Rd} = f_y/\gamma_{Mi}$.

Tabelle 2.1 Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1993-1-1 in Abhängigkeit von den Querschnittsklassen und Hinweise zur Durchführung

Nachweis- methode	Tragwerksberechnung ⇒ E_d	Querschnittsausnutzung ⇒ R_d	Durchführung der Nachweise
NW 1 Querschnitte der Klassen 1 bis 3	nach der Elastizitätstheorie ⇒ Schnittgrößen N, M _y usw.	nach der Elastizitätstheorie ⇒ Bemessungswert der Streckgrenze $f_{y,Rd}$	mit Spannungen und der Streckgrenze bzw. dem Fließkriterium
NW 2 Querschnitte der Klassen 1 und 2	nach der Elastizitätstheorie ⇒ Schnittgrößen N, M _y usw.	nach der Plastizitätstheorie ⇒ Ausnutzung der plast. Querschnittstragfähigkeit	mit plastischen Grenzschnitt- größen bzw. Interaktions- beziehungen
NW 3 Querschnitte der Klasse 1	nach der Plastizitätstheorie ⇒ Schnittgrößen nach der Fließgelenk- oder Fließzonenstheorie	nach der Plastizitätstheorie ⇒ Ausnutzung der plast. Querschnittstragfähigkeit	nach der Fließgelenktheorie oder nach der Fließzonenstheorie mit EDV-Programmen
NW 4 Querschnitte der Klasse 4	nach der Elastizitätstheorie ⇒ Schnittgrößen N, M _y usw.	nach der Elastizitätstheorie unter Berücksichtigung des Beulens	mit Spannungen unter Berück- sichtigung des Beulens

Die Querschnittsklassen (Klassen 1 bis 4) und zugehörigen c/t-Verhältnisse sind in Kapitel 4 erläutert.

Tabelle 2.2 Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für die Beanspruchbarkeiten von Bauteilen und Querschnitten nach DIN EN 1993-1-1 und dem nationalen Anhang für Deutschland

Beanspruchungsfall	Bemessungssituation	
	Allgemein	Außergewöhnlich
Beanspruchbarkeit von Querschnitten (unabhängig von der Querschnittsklasse)	$\gamma_{M0} = 1,0$	$\gamma_{M0} = 1,0$
Beanspruchbarkeit von Bauteilen bei Stabilitätsversagen (bei Anwendung von Bauteilnachweisen)	$\gamma_{M1} = 1,1$	$\gamma_{M1} = 1,0$
Beanspruchbarkeit von Querschnitten bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung	$\gamma_{M2} = 1,25$	$\gamma_{M2} = 1,15$

Tabelle 2.3 Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für die Beanspruchbarkeiten von Anschlüssen nach DIN EN 1993-1-8 und dem nationalen Anhang für Deutschland

Beanspruchungsfall	Teilsicherheitsbeiwerte
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißnähten und Blechen auf Lochleibung	$\gamma_{M2} = 1,25$
Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Kategorie C)	$\gamma_{M3} = 1,25$
Gleitfestigkeit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Kategorie B)	$\gamma_{M3,ser} = 1,1$
Vorspannung hochfester Schrauben	$\gamma_{M7} = 1,1$

Tabelle 2.4 Einwirkungskombinationen nach DIN EN 1990

Bemessungssituation	Einwirkungskombination
Einwirkungskombinationen für Grenzzustände der Tragfähigkeit	
Ständige oder vorübergehende Kombination (P/T, Grundkombination):	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
Außergewöhnliche Kombination (A), im Allgemeinen:	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus A_d \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
Kombination bei Erdbeben (E):	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus A_{Ed} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
Einwirkungskombinationen für Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	
Charakteristische Kombination:	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
Nicht-häufige Kombination (Anwendung im Brückenbau):	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus \psi_{1,inf q} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{1,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
Häufige Kombination:	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
Quasi-ständige Kombination:	$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \oplus P \oplus \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$
$\gamma_{G,j}, G_{k,j}$	Teilsicherheitsbeiwert und charakteristischer Wert einer ständigen Einwirkung j
γ_P, P	Teilsicherheitsbeiwert und maßgebender repräsentativer Wert einer Vorspannung
$\gamma_{Q,1}, Q_{k,1}$	Teilsicherheitsbeiwert und charakteristischer Wert einer maßgebenden veränderlichen Einwirkung 1 (Leiteinwirkung)
$\gamma_{Q,i}, Q_{k,i}$	Teilsicherheitsbeiwert und charakteristischer Wert einer nicht maßgebenden veränderlichen Einwirkung i (Begleiteinwirkung)
A_d	Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung
A_{Ed}	Bemessungswert einer Einwirkung infolge Erdbeben
ψ_0, ψ_1, ψ_2	Kombinationsbeiwerte (s. Tab. 2.6 und für Brückenbau s. DIN EN 1990 + NA)
$\psi_{inf q}$	Kombinationsbeiwerte bei „nicht häufigen“ Kombinationen im Brückenbau (s. DIN EN 1990 + NA)
\oplus	„ist zu kombinieren“ \sum „gemeinsame Wirkung von“

Tabelle 2.5 Teilsicherheitsbeiwerte γ_F im Hochbau nach DIN EN 1990/NA (Grenzzustand STR³⁾)

Einwirkung	Symbol	Bemessungssituation		
		P/T ¹⁾	A/E ²⁾	
unabhängige ständige Einwirkungen	— Auswirkung ungünstig — Auswirkung günstig	γ_G	1,35	1,0
			1,0	1,0
unabhängige veränderliche Einwirkungen	— Auswirkung ungünstig — Auswirkung günstig	γ_Q	1,5	1,0
			0,0	0,0
Außergewöhnliche Einwirkungen		γ_A	—	1,0

¹⁾ P/T: ständig/vorübergehend

³⁾ STR: Versagen des Tragwerks oder seiner Teile, wobei die Tragfähigkeit von Baustoffen oder Bauteilen entscheidend ist.

²⁾ A/E: außergewöhnlich/Erdbeben

Tabelle 2.6 Kombinationsbeiwerte im Hochbau nach DIN EN 1990/NA

Einwirkung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Nutzlasten , s. DIN EN 1991-1-1	— Kategorie A, B: Wohn- und Aufenthaltsräume, Büros	0,7	0,5	0,3
	— Kategorie C, D: Versammlungsräume und Verkaufsräume	0,7	0,7	0,6
	— Kategorie E: Lagerräume	1,0	0,9	0,8
	— Kategorie F: Verkehrsflächen, Fahrzeuglast ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
	— Kategorie G: Verkehrsflächen, $30 \leq$ Fahrzeuglast ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
— Kategorie H: Dächer	0	0	0	
Schnee- und Eislasten , s. DIN EN 1991-1-3	— Orte bis zu NN +1000 m	0,5	0,2	0
	— Orte über NN +1000 m	0,7	0,5	0,2
Windlasten , s. DIN EN 1991-1-4	0,6	0,2	0	
Temperatureinwirkungen (nicht Brand), s. DIN EN 1991-1-5	0,6	0,5	0	
Baugrundsetzungen , s. DIN EN 1991-1-7	1,0	1,0	1,0	
Sonstige Einwirkungen (ergänzende Hinweise s. DIN EN 1090 + NA)	0,8	0,7	0,5	

3 Werkstoff Stahl

Die Bezeichnungen für Stähle sind in der DIN EN 10027 Teil 1 (10/05) und Teil 2 (09/92 und Entwurf 09/13) geregelt. In Bild 3.1 sind die wichtigsten Bezeichnungssymbole für Baustähle zusammengestellt. Tabelle 3.2 gibt einen Überblick über eine Auswahl von Stählen einschließlich der jeweiligen Werkstoffnummer.

Stahl, Anwendungsbereich		Zeichen	Eigenschaft
Hauptsymbole	Stähle für den Stahlbau	S ¹⁾	Mindeststreckgrenze [N/mm ²]
	Druckbehälterstähle	P ¹⁾	Mindeststreckgrenze [N/mm ²]
	Stähle für Leitungsrohre	L	Mindeststreckgrenze [N/mm ²]
	Maschinenbaustähle	E ¹⁾	Mindeststreckgrenze [N/mm ²]
	Betonstähle	B	Charakt. Streckgrenze [N/mm ²]
	Spannstähle	Y	Nennwert Zugfestigkeit [N/mm ²]
	Stähle für Schienen	R	Mindesthärte nach Brinell
	Unlegierte Stähle (Kohlenstoff)	C ¹⁾	Kohlenstoffgehalt

Zusatzsymbole für S (Gruppe 2)		Bes. Anford.	Mind.-Brucheinschnürung
C	bes. Kaltumformbar.	N	normalgeglüht
D	für Schmelzüberzüge	P	für Spundbohlen
E	für Emaillierung	Q	vergütet
F	zum Schmieden	T	für Schiffsbau
H	Hohlprofile	S	für Rohre
L	für tiefere Temp.	W	wetterfest
M	thermomech. gewalzt	an	zus. Elemente

Zusatzsymbole für S (Gruppe 1)		Kerbschlagarbeit	°C
27 J	40 J	60 J	Prüft.
JR	KR	LR	+20
J0	K0	L0	0
J2	K2	L2	-20
J3	K3	L3	-30
J4	K4	L4	-40
J5	K5	L5	-50
J6	K6	L6	-60

Zusatzsymbole für S		A ²⁾	M ²⁾	N ²⁾	Q ²⁾	G1 ²⁾	G2 ²⁾	G3 ²⁾	G4 ²⁾
A ²⁾	ausscheidungshärtend	M ²⁾	thermomech gewalzt	N ²⁾	normalgeglüht oder normalisierend gewalzt	Q ²⁾	vergütet	G1 ²⁾	unberuhigt
G1 ²⁾	beruhigt	G2 ²⁾	beruhigt	G3 ²⁾	normalgeglüht	G4 ²⁾	Lieferzustand nach Wahl des Herstellers		

¹⁾ Für Stahlguss ist der Buchstabe G voranzustellen.

S 235 J0 W +Z15

²⁾ Für Feinkornbaustähle

³⁾ Nach DIN EN 10025 (2005) entfallen die Gütebezeichnungen G1 bis G4.

Bild 3.1 Zur Bezeichnung von Stählen nach DIN EN 10027-1

In Tabelle 3.1 sind die im **allgemeinen Stahlbau** einsetzbaren Werkstoffe gemäß DIN EN 1993-1-1 zusammengestellt. Die Anwendung der DIN EN 1993-1-1 ist gemäß Nationalem Anhang auf diese Stahlsorten beschränkt, wobei die Verwendung weiterer Stahlsorten (z. B. höherfeste Stähle) in DIN EN 1993-1-12 geregelt ist. Generell dürfen nur solche Werkstoffe verwendet werden, die in den bauaufsichtlich eingeführten Regeln genannt sind, oder wenn eine Zustimmung im Einzelfall bzw. entsprechende Zulassungen vorliegen. Die Landesbauordnungen unterscheiden in diesem Zusammenhang zwischen geregelten, nicht geregelten und sonstigen Bauprodukten.

Bauprodukte, für die es allgemein anerkannte technische Regeln gibt und die in der Bauregelliste A (BRL A) Teil 1 genannt sind sowie solche, die in Bauregelliste B (BRL B) zusammengestellt und aufgrund harmonisierter europäischer Vorschriften in den Verkehr gebracht werden dürfen, werden als **geregelte Bauprodukte** bezeichnet. Geregelte Bauprodukte können aufgrund der Übereinstimmung mit den bekannt gemachten technischen Regeln verwendet werden. Gibt es zu einem Bauprodukt allgemein anerkannte technische Regeln und sind diese nicht in der Bauregelliste aufgeführt, spricht man von **sonstigen Bauprodukten**. Für sonstige Bauprodukte ist kein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich.

Bauprodukte, für die es keine allgemein anerkannten technischen Regeln gibt oder die wesentlich von den technischen Regeln geregelter Bauprodukte abweichen, werden als **nicht geregelte Bauprodukte** bezeichnet. Nicht geregelte Bauprodukte können aufgrund der Übereinstimmung mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder einer Zustimmung im Einzelfall verwendet werden. Sofern Bauprodukte (Bauarten) in BRL A Teil 2 bzw. Teil 3 genannt sind, genügt in diesem Zusammenhang ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis. Für Produkte der BRL C ist darüber hinaus kein Verwendbarkeits- bzw. Übereinstimmungsnachweis erforderlich.

Tabelle 3.1 Für den allgemeinen Hochbau einsetzbare Werkstoffe gemäß DIN EN 1993-1-1

Werkstoffe	Norm
Unlegierte Baustähle: S235..., S275..., S355..., S450...	DIN EN 10025-2
Normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle: S275N/NL, S355N/NL, S420N/NL, S460N/NL	DIN EN 10025-3
Thermomechanisch gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle: S275M/ML, S355M/ML, S420M/ML, S460M/ML	DIN EN 10025-4
Wetterfeste Baustähle: S235...W, S355...W	DIN EN 10025-5
Flacherzeugnisse aus Stählen mit höherer Streckgrenze im vergüteten Zustand: S460Q/QL/QL1	DIN EN 10025-6
Warmgefertigte Hohlprofile aus unlegierten Baustählen und Feinkornbaustählen: S235...H, S275...H, S355...H, S275NH/NLH, S355NH/NLH, S420NH/NLH, S460NH/NLH	DIN EN 10210-1
Kaltgefertigte geschweißte Hohlprofile aus unlegierten Baustählen und Feinkornbaustählen: S235...H, S275...H, S355...H, S275NH/NLH, S355NH/NLH, S460NH/NLH, S275MH/MLH, S355MH/MLH, S420MH/MLH, S460MH/MLH	DIN EN 10219-1

Für **spezielle Anwendungen gemäß Fachnormen** sind weitere Stahlsorten einsetzbar. Eine Auflistung von im bauaufsichtlich geregelten Bereich einsetzbaren Stahlsorten befindet sich in [1]. Das Merkblatt DVS 1705 enthält ebenfalls eine Auflistung von Walzstählen und Stahlgusswerkstoffen, die in bauaufsichtlichen Regelwerken und Zulassungen aufgeführt werden. Angaben zu **nichtrostenden Stählen** finden sich in DIN EN 1993-1-4 sowie in

Zulassung Z-30.3-6. Die dort aufgeführten Werkstoffe und Materialeigenschaften beziehen sich auf Konstruktionsstähle gemäß DIN EN 10088. Eine Zusammenstellung über die im Bauwesen einsetzbaren nichtrostenden Stähle mit Angaben über lieferbare Profile kann bei der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Düsseldorf bezogen werden. Für **Blech und Band** sowie **Kaltprofile** sind ergänzende Hinweise gemäß Kapitel 15 zu berücksichtigen.

Tabelle 3.2 Baustähle (Auswahl) – aktuelle und alte Bezeichnungen

	Bezeichnungen nach				Bezeichnungen nach		
	DIN EN 10025-2 ^a (04/2005)	DIN EN 10025 (1990) + A1 (1993)	DIN (12/1987)		DIN EN 10025-3 (02/05)	DIN 17102	
Unlegierte Baustähle	S235JR 1.0038	S235JR 1.0037	St 37-2	Feinkornbaustähle	S275N 1.0490	StE 285	
	S235J0 1.0114	S235JRG1 1.0036	USt 37-2		S275NL 1.0491	T StE 285	
	S235J2+N 1.0117+N	S235JRG2 1.0038	RSt 37-2		S355N 1.0545	StE 355	
	S235J2 1.0117	S235J0 1.0114	St 37-3 U		S355NL 1.0546	T StE 355	
	S275JR 1.0044	S235J2G3 1.0116	St 37-3 N		S460N 1.8901	StE 460	
	S275J0 1.0143	S235J2G4 1.0117	-		S460NL 1.8903	T StE 460	
	S275J2+N 1.0145+N	S275JR 1.0044	St 44-2	Baustähle und Feinkornbaustähle für Hohlprofile	Bezeichnungen nach DIN EN 10210-1 und DIN EN 10219-1		Alte Bezeichnung ^b
	S275J2 1.0145	S275J0 1.0143	St 44-3 U		S235JRH 1.0039	St 37-2	
	S355JR 1.0045	S275J2G3 1.0144	St 44-3 N		S275J0H 1.0149	St 44-3U	
	S355J0 1.0553	S275J2G4 1.0145	-		S275J2H 1.0138	St 44-3N	
	S355J2+N 1.0577+N	S355JR 1.0045	St 52-3 U		S355J0H 1.0547	St 52-3U	
	S355J2 1.0577	S355J0 1.0553	St 52-3 N		S355J2H 1.0576	St 52-3N	
	S355K2+N 1.0596+N	S355J2G3 1.0570	-		S275NH 1.0493	StE 285 N	
	S355K2 1.0596	S355J2G4 1.0577	-		S275NLH 1.0497	T StE 285 N	
	E295 1.0050	S355K2G3 1.0595	-		S355NH 1.0539	StE 355 N	
	E335 1.0060	S355K2G4 1.0596	-		S355NLH 1.0549	T StE 355 N	
E360 1.0070	E 295 1.0050	St 50-2	S460NH 1.8953	StE 460 N			
	E 335 1.0060	St 60-2	S460NLH 1.8956	T StE 460 N			
	E 360 1.0070	St 70-2					

^a Wenn ein Erzeugnis im normalgeglühten Zustand geliefert wird, ist +N an die Bezeichnung (auch Werkstoff-Nr.) anzufügen. Der Lieferzustand im Walzzustand wird mit +AR (as rolled) abgekürzt.

^b Die Werkstoffnummer der alten Baustähle entspricht nicht der Nummer der aktuellen Stähle

Tabelle 3.3 Werkstoffkennwerte für Baustähle nach DIN EN 1993-1-1

Erzeugnisdicke	t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 ¹⁾ mm		Erzeugnisdicke	t ≤ 40 mm		40 < t ≤ 80 ¹⁾ mm		
	Stahl	f _y N/mm ²	f _u N/mm ²	f _y N/mm ²		f _u N/mm ²	Stahl	f _y N/mm ²	f _u N/mm ²	f _y N/mm ²
Baustahl					Baustähle für Hohlprofile					
S235	235	360	215	360	S235H	235	360	215 ²⁾	340 ²⁾	
S275	275	430	255	410	S275H	275	430	255 ²⁾	410 ²⁾	
S355	355	490	335	470	S355H	355	510	335 ²⁾	490 ²⁾	
S450	440	550	410	550						
Feinkornbaustahl					Feinkornbaustähle für Hohlprofile					
S275N/NL	275	390	255	370	S275NH/NLH	275	390/370 ³⁾	255 ²⁾	370 ²⁾	
S355N/NL	355	490	335	470	S355NH/NLH	355	490/470 ³⁾	335 ²⁾	470 ²⁾	
S420N/NL	420	520	390	520	S420NH/NLH ²⁾	420 ²⁾	540 ²⁾	390 ²⁾	520 ²⁾	
S460N/NL	460	540	430	540	S460NH/NLH	460	560/550 ³⁾	430 ²⁾	550 ²⁾	
S275M/ML	275	370	255	360	S275MH/MLH ⁴⁾	275 ⁴⁾	360 ⁴⁾			
S355M/ML	355	470	335	450	S355MH/MLH ⁴⁾	355 ⁴⁾	470 ⁴⁾			
S420M/ML	420	520	390	500	S420MH/MLH ⁴⁾	420 ⁴⁾	500 ⁴⁾			
S460M/ML	460	540	430	530	S460MH/MLH ⁴⁾	460 ⁴⁾	530 ⁴⁾			
Wetterfeste Stähle										
S235W	235	360	215	340						
S355W	355	490	335	490						
Vergütete Stähle										
S460Q/QL/QL1	460	570	440	550						

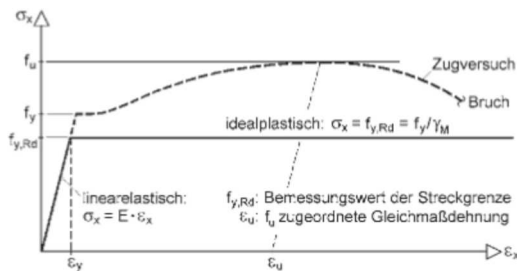
¹⁾ Für größere Erzeugnisdicken: s. Normen gemäß Tab. 3.1

²⁾ Gilt nur für warmgefertigte Hohlprofile

³⁾ Erster Wert gilt für warm-, zweiter für kaltgefertigte Hohlprofile

⁴⁾ Gilt nur für kaltgefertigte Hohlprofile

Spannungs-Dehnungs-Beziehung:



Bezeichnungen und Bemessungswerte der

Materialkonstanten:

f_y Streckgrenze

f_u Zugfestigkeit

E Elastizitätsmodul = 210 000 N/mm²

G Schubmodul ≈ 81 000 N/mm²

ν Poissonsche Zahl = 0,3

α Wärmeausdehnungskoeffizient = 12 · 10⁻⁶ je K

(für T ≤ 100°C)

Anforderungen an die Mindestduktilität:

f_u / f_y ≥ 1,10; ε_u ≥ 15 · ε_y = 15 · f_y / E

Bruchdehnung ≥ 15 %, bez. auf eine Messlänge von 5,65 · √A₀

Tabelle 3.4 Größte zulässige Erzeugnisdicken t in mm gemäß DIN EN 1993-1-10 und DIN EN 1993-2/NA

Stahlsorte	Kerbschlagarbeit KV bei T °C	Min.-wert in J	Stahltragwerke im Hochbau (T _{Ed} = 0 °C)				Stahl- und Verbundbrücken (T _{Ed} = -30 °C)				
			Innenbauteile (T _{Ed} = 0 °C) σ _{Ed} =		Außenbauteile (T _{Ed} = -30 °C) σ _{Ed} =		Straßenbrücken ⁴⁾		Eisenbahnbrücken ⁵⁾		
			0,75 · f _y (t)	0,50 · f _y (t)	0,75 · f _y (t)	0,50 · f _y (t)	Zug ¹⁾	Druck ³⁾	Zug ²⁾	Druck ³⁾	
S 235	JR	20	27	50	75	30	45	45 (30)	75	-	-
	J0	0	27	75	105	40	65	65 (30,65) ⁶⁾	100	55 (30,55) ⁶⁾	100
	J2	-20	27	105	145	60	90	90 (30,90) ⁶⁾	135	80 (30,80) ⁶⁾	135
S 275	JR	20	27	45	70	25	40	-	-	-	-
	J0	0	27	65	95	35	55	55 (30)	95	45 (30)	95
	J2	-20	27	95	130	55	80	80 (30)	125	70 (30)	125
	M, N	-20	40	110	155	65	95	95 (80)	145	85 (80)	145
	ML, NL	-50	27	160	200	95	130	130 (100)	190	115 (100)	190
S 355	JR	20	27	35	55	15	30	-	-	-	-
	J0	0	27	50	80	25	45	45 (30)	80	40 (30)	80
	J2	-20	27	75	110	40	65	65 (30)	110	55 (30)	110
	K2	-20	40	90	135	50	80	80 (30)	130	70 (30)	130
	M, N	-20	40	90	135	50	80	80 (80)	130	70 (70)	130
ML, NL	-50	27	130	180	75	110	110 (100)	175	95 (95)	175	
S 420	M, N	-20	40	80	120	45	70	70	120	60	120
	ML, NL	-50	27	115	165	65	100	100	160	85	160
S 460	Q	-20	30	60	95	30	55	55	95	-	-
	M, N	-20	40	70	110	40	65	65	115	55	115
	QL	-40	30	90	130	50	75	75	130	-	-
	ML, NL	-50	27	105	155	60	95	95	155	80	155
QL1	-60	30	125	180	70	110	110	175	-	-	

¹⁾ Bei Straßenbrücken entsprechen die zulässigen Erzeugnisdicken in Zugbereichen den Angaben der DIN EN 1993-1-10 für $\sigma_{Ed} = 0,5 \cdot f_y(t)$, s. DIN EN 1993-2/NA. Für die Stahlsorten S 235, S 275 und S 355 ist bei Dicken ≥ 30 mm gemäß DIN EN 1993-2/NA ein Aufschweißbiegeversuch erforderlich. Bei Anwendung der Klammerwerte kann der Aufschweißbiegeversuch entfallen.

²⁾ Bei Eisenbahnbrücken entsprechen die zulässigen Erzeugnisdicken in Zugbereichen den Angaben der DIN EN 1993-1-10 für $\sigma_{Ed} = 0,6 \cdot f_y(t)$, s. DIN EN 1993-2/NA. Für die Stahlsorten S 235, S 275 und S 355 ist bei Dicken ≥ 30 mm gemäß DIN EN 1993-2/NA ein Aufschweißbiegeversuch erforderlich. Bei Anwendung der Klammerwerte kann der Aufschweißbiegeversuch entfallen.

³⁾ Die zulässigen Erzeugnisdicken in Druckbereichen entsprechen den Angaben der DIN EN 1993-1-10 für $\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$, s. DIN EN 1993-2/NA.

⁴⁾ Für Straßenbrücken sind zusätzlich die Ausführungen der ZTV-ING zu berücksichtigen.

⁵⁾ Gemäß DIN EN 1993-2/NA sind Dicken > 100 mm nur mit Zustimmung im Einzelfall erlaubt. Für Eisenbahnbrücken sind zusätzlich die Ausführungen der Ril 804 zu berücksichtigen.

⁶⁾ Der zweite Klammerwert gilt bei der Wahl von Erzeugnissen aus Stählen im normalgeglühten Zustand (+N).

Tabelle 3.4 gibt Hinweise zu den größten zulässigen Erzeugnisdicken in Abhängigkeit von der Stahlsorte, des Spannungszustandes σ_{Ed} sowie der Bezugstemperatur T_{Ed} . Während für Brücken der zu beachtende Spannungszustand σ_{Ed} in DIN EN 1993-2/NA als feste Größe definiert wird (s. auch Fußnoten zu Tabelle 3.4), muss er im allgemeinen Hochbau aus folgender Einwirkungskombination bestimmt werden (vgl. auch Tabellen 2.4 und 2.6):

$$E_d = E \left\{ A[T_{Ed}] \oplus \sum G_k \oplus \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right\}$$

mit: A Leiteinwirkung bzw. Einwirkung durch Wirkung der Bezugstemperatur T_{Ed}
 G_k Ständige Einwirkungen
 $Q_{k,1}$ maßgebende unabhängige veränderliche Einwirkung
 $Q_{k,i}$ Sonstige unabhängige veränderliche Einwirkungen (Begleiteinwirkungen)

Auf der sicheren Seite können die größten zulässigen Erzeugnisdicken mit $\sigma_{Ed} = 0,75 \cdot f_y(t)$ ermittelt werden. Die **Bezugstemperatur** T_{Ed} entspricht in vielen Fällen der Einsatztemperatur T_{mdr} . Gemäß DIN EN 1993-1-10/NA ist für Stahl- und Verbundbrücken sowie für außenliegende Bauteile (von Stahltragwerken im Hochbau und Kranbahnen) $T_{mdr} = -30$ °C. Bei innenliegenden Bauteilen von Stahltragwerken im Hochbau ist $T_{mdr} = 0$ °C. Im Hinblick auf die Bezugstemperatur ist für die folgenden Fälle die Einsatztemperatur allerdings um einen Wert ΔT abzumindern (zu tieferen Temperaturen hin):

- Bei Beanspruchungen, die mit einer erhöhten Dehngeschwindigkeit ($> 4 \cdot 10^{-4}$ /s) verbunden sind (z. B. bei Stoßeinwirkungen; für dynamische Effekte, die in üblichen kurzzeitigen oder langzeitigen Bemessungssituationen auftreten können, ist keine Abminderung von T_{Ed} erforderlich).
- Bei Werkstoffen, die einer Kaltumformung unterliegen.

Die Bestimmung der entsprechenden ΔT -Werte sowie Erzeugnisdicken für weitere Bezugstemperaturen T_{Ed} sind in DIN EN 1993-1-10 enthalten.