

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
<b>1 Stahl – Herstellung, Verwendung, Schutz .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Werkstoff Stahl – Herstellung und Eigenschaften .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Herstellungsprozess .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1.1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1.2 Erschmelzungsverfahren zur Stahlerzeugung .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1.3 Sekundärmetallurgie – Pfannenmetallurgie .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1.4 Vergießen und Erstarren .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1.5 Wärmebehandlung und Walztechnik .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.2 Einteilung, Bezeichnung und Lieferbedingungen der Stähle .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2.1 Einteilung der Stähle .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.2.2 Bezeichnungssysteme für Stähle .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.2.3 Technische Lieferbedingungen .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.3 Eigenschaften der Baustähle .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.3.1 Festigkeitseigenschaften .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.3.2 Einfluss der Temperatur .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.3.3 Eigenspannungen .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.3.4 Zähigkeitseigenschaften – Versprödung .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1.3.5 Eigenschaften in Dickenrichtung – Terrassenbruch .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.3.6 Werkstoffprüfung .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2 Erzeugnisse aus Baustahl .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.1 Begriffsbestimmungen .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.2 Flacherzeugnisse .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.2.1 Bleche und Breitflachstahl .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.2.2 Profiliertes Blech und zusammengesetzte Erzeugnisse .....</b>	<b>23</b>
<b>1.2.3 Langerzeugnisse .....</b>	<b>23</b>
<b>1.2.3.1 Winkel, Rund- und Flachstähle .....</b>	<b>23</b>
<b>1.2.3.2 I-, H- und U-Profile .....</b>	<b>23</b>

1.2.3.3 Hohlprofile .....	25
1.2.3.4 Kaltprofile .....	26
1.3 Herstellung und Ausführung von Stahlbauten .....	27
1.3.1 Anforderungen .....	27
1.3.2 Herstellungs- und Ausführungsunterlagen .....	27
1.3.2.1 Allgemeines .....	27
1.3.2.2 Zeichnungsarten .....	29
1.3.2.3 Hinweise zur Darstellung .....	29
1.3.3 Fertigung und Montage .....	32
1.3.3.1 Werkstattfertigung .....	32
1.3.3.2 Zusammenbau und Montage .....	35
1.3.4 Kalkulation und Abrechnung .....	37
1.4 Schutz von Stahlbauten .....	39
1.4.1 Korrosionsschutz .....	39
1.4.1.1 Einleitung .....	39
1.4.1.2 Vorbereitung der Oberflächen .....	41
1.4.1.3 Beschichtungen .....	44
1.4.1.4 Metallische Überzüge .....	48
1.4.1.5 Verwendung legierter Stahlsorten .....	50
1.4.1.6 Korrosionsschutzgerechte Gestaltung .....	51
1.4.2 Brandschutz .....	52
1.4.2.1 Anforderungen .....	52
1.4.2.2 Widerstand von Stahlbauteilen .....	54
1.4.2.3 Brandschutzmaßnahmen .....	55
1.5 Literatur .....	58
 2 Bemessung von Stahlbauten .....	61
2.1 Stand der Normung .....	61
2.2 Einwirkungen und Beanspruchungen .....	64
2.3 Widerstände, Grenzzustände und Beanspruchbarkeiten .....	68
2.4 Tragsicherheitsnachweis, Nachweisverfahren .....	72
2.5 Allgemeine Regeln .....	74
2.5.1 Lochschwächung, Schlupf, Tragwerksverformungen, Außermittigkeiten .....	74
2.5.2 Geometrische Imperfektionen von Stabwerken .....	83
2.5.2.1 Grundlagen .....	83
2.5.2.2 Globale Anfangsschiefstellungen .....	84
2.5.2.3 Eingeprägte Vorkrümmung von Bauteilen .....	87
2.5.2.4 Gleichzeitiger Ansatz von Vorverformungen und Vorkrümmungen .....	88
2.5.2.5 Ansatz der skalierten Eigenform als Imperfektionsfigur ..	89

2.5.2.6	Imperfektionen für das Biegedrillknicken .....	90
2.5.2.7	Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme ...	91
2.6	Tragsicherheitsnachweise nach den Verfahren Elastisch-Elastisch und Elastisch-Plastisch .....	93
2.6.1	Nachweisverfahren Elastisch-Elastisch (Querschnittsklasse 1–4) ...	93
2.6.2	Querschnittsklassifizierung .....	102
2.6.3	Nachweisverfahren Elastisch-Plastisch (Querschnittsklasse 1, 2) ....	110
2.6.3.1	Allgemeines .....	110
2.6.3.2	Vollplastische Schnittgrößen .....	110
2.6.3.3	Normalkraftbeanpruchbarkeit .....	114
2.6.3.4	Biegemomentenbeanspruchbarkeit .....	115
2.6.3.5	Querkraftbeanspruchbarkeit .....	117
2.6.3.6	Torsionsbeanspruchbarkeit .....	119
2.6.3.7	Interaktion aus $M_y$ , $V_z$ und $N$ .....	121
2.6.3.8	Interaktion aus $M_z$ , $V_y$ , $N$ .....	126
2.6.3.9	Interaktion aus $M_y$ , $M_z$ , $V_z$ , $V_y$ , $N$ .....	127
2.6.3.10	Vereinfachte lineare Interaktion bei zweiachsiger Biegung mit Normalkraft .....	128
2.6.3.11	Interaktion aus allen Schnittgrößen .....	128
2.7	Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....	128
2.8	Nachweis der Dauerhaftigkeit .....	133
2.9	Literatur .....	134
<b>3</b>	<b>Verbindungstechnik .....</b>	<b>137</b>
3.1	Allgemeine Angaben .....	137
3.2	Schraubverbindungen .....	143
3.2.1	Schraubenarten und Ausführungsformen von Schraubenverbindungen .....	146
3.2.2	Anordnung der Schrauben, Schraubenabstände, Schraubensymbole .....	155
3.2.3	Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten von Schrauben (Nieten, Bolzen) .....	158
3.2.3.1	Wirkungsweise der Schrauben .....	158
3.2.3.2	Grenztragfähigkeiten der Schrauben .....	162
3.2.3.3	Gleitfeste Verbindungen .....	174
3.2.3.4	Blockversagen von Schraubengruppen .....	176
3.2.3.5	Nachweis des Nettoquerschnitts .....	177
3.2.4	Berechnung von Schraubanschlüssen und Verbindungen .....	178
3.2.4.1	Anschlüsse mit mittiger Krafteinleitung .....	178
3.2.4.2	Verbindungen mit Beanspruchung durch Biegemomente .....	193
3.2.4.3	Anschlüsse mit zugbeanspruchten Schrauben .....	210

3.3	Schweißverbindungen .....	216
3.3.1	Schweißverfahren, Zusatzwerkstoffe und Schweißvorgang .....	216
3.3.2	Stoßarten, Form und Abmessungen der Schweißnähte .....	222
3.3.3	Wahl der Werkstoffe, schweißgerechtes Konstruieren .....	236
3.3.4	Sicherung der Güte von Schweißarbeiten .....	239
3.3.5	Berechnung und Ausführung von Schweißverbindungen .....	242
3.3.5.1	Berechnungs- und Ausführungsvorschriften .....	242
3.3.5.2	Beanspruchbarkeit von Kehlnähten .....	243
3.3.5.3	Weitere Regelungen nach DIN EN 1993-1-8 .....	253
3.3.5.4	Beispiele .....	256
3.4	Augenstäbe und Bolzengelenke .....	273
3.5	Keilverbindungen und Spannschlösser .....	281
3.6	Literatur .....	283
4	<b>Zugstäbe .....</b>	285
4.1	Querschnittswahl .....	285
4.2	Bemessung und Spannungsnachweis .....	286
4.3	Anschlüsse .....	289
4.4	Stöße .....	298
4.5	Literatur .....	310
5	<b>Hochfeste Zugglieder .....</b>	311
5.1	Vorbemerkungen .....	311
5.2	Arten von Zuggliedern .....	312
5.3	Grundlagen der Bemessung .....	314
5.3.1	Eigenlasten von Zuggliedern aus Seilen oder Spannstählen .....	314
5.3.2	Verformungsmodul und Dehnsteifigkeit .....	315
5.3.3	Beanspruchbarkeit hochfester Zugglieder .....	316
5.4	Verankerungen und Umlenkklager .....	317
5.5	Literatur .....	318
6	<b>Stabilitätsnachweise für Stäbe und Stabwerke .....</b>	319
6.1	Einführung .....	319
6.2	Druckbeanspruchung .....	322
6.2.1	Vorbemerkungen .....	322
6.2.2	Tragverhalten von Druckstäben .....	322
6.2.2.1	Geometrische Nichtlinearität .....	322
6.2.2.2	Physikalische Nichtlinearität .....	323
6.2.2.3	Grenzlasten .....	324
6.2.3	Knicklasten und Knickbiegelinien .....	324
6.2.3.1	Einführung .....	324
6.2.3.2	Lösen von Knickbedingungen .....	326

6.2.3.3	Ersatz von Tragwerksteilen durch Federn .....	328
6.2.3.4	Sonderfälle Biegedrillknicken und Drillknicken .....	332
6.2.3.5	Hinweise zu computerorientierten Berechnungen .....	333
6.2.4	Nachweise mit Abminderungsfaktoren .....	338
6.2.4.1	Anwendungsbereich und Abgrenzungskriterien .....	338
6.2.4.2	Verfahren .....	338
6.2.5	Nachweise mit dem Ersatzimperfektionsverfahren .....	342
6.2.5.1	Verfahren .....	342
6.2.5.2	Schnittgrößen Theorie II. Ordnung .....	343
6.2.6	Mehrteilige Druckstäbe .....	349
6.2.7	Beispiele .....	351
6.2.7.1	Einführungsbeispiel Biegeknicken .....	351
6.2.7.2	Träger mit Querlast und Druckbeanspruchung .....	353
6.2.7.3	Einspannstütze mit angehängten Pendelstützen .....	354
6.2.7.4	T-Querschnitt als Druckgurt eines Fachwerkträgers .....	356
6.3	Biegebeanspruchung $M_y$ .....	358
6.3.1	Grundlegende Zusammenhänge beim Biegedrillknicken .....	358
6.3.2	Ideale Biegedrillknickmomente .....	361
6.3.2.1	Gabelgelagerte Einfeldträger mit doppelstsymmetrischem Querschnitt .....	362
6.3.2.2	Einfeldträger mit Gleichstreckenlast und Randmomenten .....	363
6.3.2.3	Kragträger mit doppelstsymmetrischem I-Querschnitt .....	364
6.3.3	Nachweise mit Abminderungsfaktoren .....	365
6.3.3.1	Anwendungsbereich und Abgrenzungskriterien .....	365
6.3.3.2	Verfahren .....	365
6.3.4	Behinderung der Verformung .....	369
6.3.4.1	Vorbemerkungen .....	369
6.3.4.2	Nachweis des Druckgurtes als Druckstab .....	369
6.3.4.3	Behinderung der Verformung $v$ .....	371
6.3.4.4	Behinderung der Verdrehung $\vartheta$ .....	371
6.3.5	Nachweise mit dem Ersatzimperfektionsverfahren .....	373
6.3.6	Beispiele .....	375
6.3.6.1	Einführungsbeispiel Biegedrillknicken .....	375
6.3.6.2	Zweifeldträger .....	376
6.3.6.3	Seitlich gestützter Träger .....	380
6.4	Gemischte Beanspruchung .....	380
6.4.1	Nachweise mit Abminderungsfaktoren .....	380
6.4.1.1	Druck und Biegung .....	380
6.4.1.2	Planmäßige Torsion .....	383
6.4.1.3	Allgemeines Verfahren .....	383
6.4.2	Nachweise mit dem Ersatzimperfektionsverfahren .....	384

6.4.3	Beispiele .....	384
6.4.3.1	Einspannstütze mit einachsiger Biegung .....	384
6.4.3.2	Druckgurt eines Fachwerkträgers mit zweiachsiger Biegung .....	387
6.5	Literatur .....	392
<b>7</b>	<b>Stützen .....</b>	<b>395</b>
7.1	Einführung .....	395
7.2	Stützenquerschnitte .....	396
7.3	Konstruktive Durchbildung .....	399
7.3.1	Einleitung .....	399
7.3.2	Stützenfüße .....	400
7.3.2.1	Allgemeines .....	400
7.3.2.2	Vereinfachter Ansatz der Pressungsverteilung infolge Drucknormalkraft .....	402
7.3.2.3	Unversteifte Fußplatten .....	404
7.3.2.4	Trägerrost .....	419
7.3.2.5	Stützenfüße mit ausgesteifter Fußplatte .....	420
7.3.2.6	Eingespannte Stützenfüße .....	425
7.3.2.7	Stützenverankerung .....	447
7.3.2.8	Übertragung von Horizontalkräften .....	452
7.3.3	Stützenkopf .....	453
7.3.4	Stützenstöße .....	460
7.3.4.1	Der Kontaktstoß .....	460
7.3.4.2	Der Vollstoß .....	465
7.3.5	Trägeranschlüsse .....	467
7.4	Literatur .....	472
<b>8</b>	<b>Träger .....</b>	<b>475</b>
8.1	Einführung .....	475
8.1.1	Verwendung und Anordnung von Trägern im Hochbau .....	475
8.1.2	Profilwahl .....	477
8.1.3	Statische Systeme und Trägerstützweite .....	478
8.1.3.1	Einfeldträger .....	478
8.1.3.2	Durchlaufträger .....	479
8.1.3.3	Gelenkträger .....	480
8.1.3.4	Trägerstützweite .....	481
8.1.4	Hinweise zur Bemessung .....	481
8.2	Fließgelenktheorie .....	482
8.2.1	Vorbemerkungen .....	482
8.2.2	Bedingungen zur Anwendung .....	482
8.2.2.1	Grundsätzliche Bedingungen und Annahmen .....	482

8.2.2.2	Anforderungen an die Querschnitte .....	483
8.2.2.3	Materialverfestigung und erhöhte Streckgrenzen .....	484
8.2.2.4	Ungeeignete Systeme .....	485
8.2.3	Darstellung der Berechnungsverfahren .....	485
8.2.3.1	Einleitung .....	485
8.2.3.2	Schrittweise elastische Berechnung .....	486
8.2.3.3	Berechnung mit dem Prinzip der virtuellen Verrückungen .....	487
8.2.4	Grenztragfähigkeiten von Durchlaufträgern .....	490
8.2.4.1	Vorbemerkungen .....	490
8.2.4.2	Elementarketten .....	491
8.2.4.3	Standardfälle .....	491
8.2.4.4	Berechnungsbeispiel .....	493
8.3	Konstruktive Durchbildung .....	495
8.3.1	Einleitung oder Durchleitung von Kräften .....	495
8.3.1.1	Rippenlose Ausführung .....	495
8.3.1.2	Ausführung mit Lastriegen .....	500
8.3.2	Trägerauflagerungen .....	503
8.3.2.1	Auflagerung auf Massivbauteile .....	503
8.3.2.2	Auflagerung auf Trägern .....	512
8.3.3	Trägeranschlüsse .....	514
8.3.3.1	Gelenkige Anschlüsse .....	514
8.3.3.2	Biegesteife Anschlüsse .....	523
8.3.4	Trägerstöße .....	526
8.3.4.1	Biegesteife Stöße .....	526
8.3.4.2	Gelenkige Stöße .....	526
8.3.5	Besonderheiten .....	527
8.4	Literatur .....	528
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>529</b>
9.1	Bezeichnungen und Definitionen .....	529
9.2	Querschnittskennwerte .....	531
9.2.1	Kennwerte für Walzprofile .....	531
9.2.2	Bestimmungsgleichungen für ausgewählte Querschnitte .....	539
9.2.3	Querschnittsnormierung .....	542
9.3	Schnittgrößen und Grenztragfähigkeiten .....	545
9.3.1	Torsionsschnittgrößen .....	545
9.3.2	Grenztragfähigkeiten druckbeanspruchter Bauteile .....	549
	Weiterführende Literatur .....	559
	Sachwortverzeichnis .....	563