

Thiele/Lohse

Stahlbau

Teil 2

Bearbeitet von Dr.-Ing. Wolfram Lohse
Professor an der Fachhochschule Aachen

18., neubearbeitete und erweiterte Auflage
Mit 407 Bildern, 65 Tafeln und 43 Beispielen



B. G. Teubner Stuttgart 1997

Inhalt

1	Geschweißte Vollwandträger	
1.1	Allgemeines	9
1.2	Querschnittsformen	9
1.3	Bemessung und Nachweise	11
1.4	Konstruktive Durchbildung	14
1.4.1	Trägerabstufungen (Gurtplatten)	14
1.4.2	Stegblechsteifungen	18
1.4.3	Stoßausbildung	20
1.4.4	Sonderfälle	22
1.5	Beispiele	25
2	Beultheorie ebener Rechteckplatten	
2.1	Allgemeines	32
2.2	Die lineare Beultheorie und ihre Gültigkeitsgrenze	33
2.2.1	Ideale Beulspannung der ebenen Rechteckplatte mit $\sigma_x = \text{konst.}$	33
2.2.2	Beulspannungen σ_{xPi} , (σ_{yPi}) , τ_{Pi} bei beliebigen Lagerungsbedingungen und Spannungsverteilungen	36
2.2.3	Tragverhalten ausgebeulter Platten oberhalb der idealen Beulspannungen	36
2.2.4	Reale Beulspannungen	38
2.3	Plattenbeulnachweise nach DIN 18800-3	38
2.3.1	Einführung	38
2.3.2	Definitionen und Begriffe	39
2.3.3	Grenzbeulspannungen und Nachweise	41
2.3.4	Nachweis der Quersteifen	46
2.3.5	Herstellungungenauigkeiten und konstruktive Forderungen	47
2.4	Beispiele	48
3	Fachwerke, Fachwerkträger	
3.1	Fachwerksysteme	55
3.2	Fachwerkstäbe	60
3.2.1	Stabquerschnitte	60
3.2.2	Bemessung der Fachwerkstäbe	62
3.2.3	Ermittlung der Stabkräfte	65
3.3	Fachwerke mit offenen Querschnitten	68
3.3.1	Anfertigung der Werkstattzeichnung	68
3.3.2	Konstruktive Details und Nachweise	70
	3.3.2.1 Beanspruchung der Fachwerkknoten, der Stabenden und -stöße –	
	3.3.2.2 Konstruktive Durchbildung – 3.3.2.3 Auflager und Anschlüsse	
3.3.3	Berechnungsbeispiele	87
3.4	Fachwerke aus Rund- und Rechteckrohren	100
3.4.1	Allgemeines	100
3.4.2	Nachweise für ebene Fachwerke aus Hohlprofilen	102
	3.4.2.1 Gegenüberstellung gültiger Regelwerke – 3.4.2.2 Die Gestaltsfestigkeit von Hohlprofil-Fachwerkknoten-Anschlüssen nach Eurocode 3 (EC 3), [31] und [44]	

3.4.3	Berechnungsbeispiele	109
3.4.4	Konstruktive Details und Ergänzungen	113
3.5	Unterspannte Träger	120
4	Kranbahnen	
4.1	Allgemeines	122
4.2	Krane – Einteilung und Begriffe	123
4.3	Kranschienen – Formen, Befestigung und Stöße	126
4.4	Kranbahnträger, konstruktive Gestaltung	130
4.5	Berechnungsgrundlagen für Kranbahnträger	134
4.5.1	Einwirkungen	134
	4.5.1.1 Ständige Einwirkungen – 4.5.1.2 Veränderliche, lotrechte Einwirkungen (Lasten) von Kranlaufrädern – 4.5.1.3 Veränderliche Einwirkungen (Lasten) quer zur Fahrbahn – 4.5.1.4 Veränderliche Einwirkungen (Lasten) in Richtung der Fahrbahn (längs) – 4.5.1.5 Veränderliche Einwirkungen auf Laufstege, Wind, Schnee und Wärmewirkung – 4.5.1.6 Außergewöhnliche Einwirkungen aus Pufferanprall	
4.5.2	Einwirkungskombinationen	140
4.5.3	Beispiele	141
4.5.4	Tragsicherheitsnachweise	143
	4.5.4.1 Spannungen, Nachweise (Elastisch–Elastisch) – 4.5.4.2 Stabilitätsnachweise	
4.6	Berechnungsbeispiele	149
4.7	Kranbahnauflagerungen, Stützen, Verbände	167
4.7.1	Auflagerungen, Konsolen	167
4.7.2	Kranbahnstützen	168
4.7.3	Verbände in Kranbahnebene	175
5	Dauerfestigkeit und Betriebsfestigkeit	
5.1	Das Verhalten der Stähle bei dynamischer Beanspruchung	177
5.1.1	Einführung	177
5.1.2	Wöhlerlinie, Dauerfestigkeitsschaubild	178
5.1.3	Einflüsse der Konstruktion und des Werkstoffes	180
5.2	Betriebsfestigkeit	185
5.2.1	Das Beanspruchungskollektiv	185
5.2.2	Lineare Schädigungsberechnung nach <i>Palmgren/Miner</i>	186
5.3	Der Betriebsfestigkeitsnachweis für Kranbahnen	189
5.3.1	Allgemeines	189
5.3.2	Spannungsspielbereich, Beanspruchungskollektiv und Beanspruchungsgruppe	189
5.3.3	Kerbfälle	190
5.3.4	Grenzspannungen und Nachweise	191
	5.3.4.1 Grenzspannungen $\text{grenz}\sigma_{Be}$, $\text{grenz}\tau_{Be}$ – 5.3.4.2 Nachweise	
5.3.5	Berechnungsbeispiele	200
5.4	Nachweis der Werkstoffermüdung nach Eurocode 3	210
5.4.1	Einführung	210
5.4.2	Teilsicherheitsbeiwerte	210

5.4.3	Ermüdungsbelastung, Spannungsspektren	211
5.4.4	Kerbfälle	212
5.4.5	Ermüdungsfestigkeitskurven und Nachweise	212
	5.4.5.1 Ermüdungsfestigkeitskurven für offene Profile – 5.4.5.2 Ermü-	
	dungsfestigkeitsnachweis	
5.4.6	Anwendung auf Kranbahnträger	217
6	Rahmentragwerke	
6.1	Allgemeines, Systeme und Querschnitte	219
6.2	Berechnungsgrundlagen (DIN 18800–2)	220
6.2.1	Allgemeine Begriffe	220
6.2.2	Elastische Berechnungsverfahren	223
	6.2.2.1 Baustatische Verfahren – 6.2.2.2 Vernachlässigungen, Abgren-	
	zungskriterien, Näherungen – 6.2.2.3 Baustatisches Näherungsverfahren,	
	Beispiele	
6.2.3	Plastische Berechnungsverfahren (Fließgelenktheorie)	236
	6.2.3.1 Abgrenzungskriterien, Näherungen – 6.2.3.2 Fließgelenktheorie I.	
	Ordnung – 6.2.3.3 Fließgelenktheorie II. Ordnung, Beispiele	
6.2.4	Berechnung von Knicklängen bei Stabtragwerken	247
6.3	Rahmenecken	251
6.3.1	Grundformen ausgesteifter Rahmenecken	251
	6.3.1.1 Geschweißte Rahmenecken – 6.3.1.2 Geschraubte Rahmenecken	
	– 6.3.1.3 Rahmenecken mit Gurtausrundungen	
6.3.2	Beanspruchungen in ausgesteiften Rahmenecken	255
	6.3.2.1 Berechnungsmodelle – 6.3.2.2 Beanspruchungen der Verbindungs-	
	mittel – 6.3.2.3 Berechnungs- und Konstruktionsbeispiele – 6.3.2.4 Um-	
	lenkkkräfte bei ausgerundeten Rahmenecken	
6.3.3	Stei fenlose Rahmenecken	276
	6.3.3.1 Rippenlose Lasteinleitung nach [12] – 6.3.3.2 Träger-Stützenver-	
	bindungen nach EC3, Beispiel	
6.4	Rahmenfüße	286
6.4.1	Gelenkige Auflagerung	286
6.4.2	Eingespannte Stielfüße	288
7	Tragelemente mit dünnwandigen Querschnittsteilen	
7.1	Allgemeines	289
7.2	Druckstäbe und Biegeträger mit dünnwandigen Querschnittsteilen	290
7.2.1	Der Begriff der wirksamen Breite	290
7.2.2	Bestimmung der wirksamen Breite [14]	291
7.2.3	Tragsicherheitsnachweise	295
	7.2.3.1 Ersatzstabverfahren (vgl. Abschn. 6.3, Teil 1) – 7.2.3.2 Nachweis	
	nach Theorie II. Ordnung	
7.2.4	Berechnungsbeispiele	297
7.3	Träger mit schlanken Stegen und Quersteifen	304
7.3.1	Einführung, Geltungsbereich	304
7.3.2	Tragsicherheitsnachweise	305
	7.3.2.1 Bestimmung der rechnerischen Grenzquerkraft $V_{R,d}$ – 7.3.2.2	
	Grenzbiegemoment $M_{R,d}$ – 7.3.2.3 Nachweis der Steifen	
7.3.3	Berechnungsbeispiel	309

8	Verbundkonstruktionen des Hochbaus nach EC 4	313
8.1	Allgemeines	313
8.1.1	Verbundbauweise im Hochbau	313
8.1.2	Vorschriften, Richtlinien	314
8.2	Werkstoffe	315
8.3	Allgemeine Bemessungsgrundlagen	317
8.3.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit	317
8.3.2	Bemessungswerte der Einwirkungen und Widerstände	318
8.3.3	Schnittgrößenermittlung bei statisch unbestimmtem System	319
8.4	Verbundträger	320
8.4.1	Allgemeines, Tragverhalten, Herstellungsverfahren	320
8.4.2	Mitwirkende Betongurtbreite und Querschnittsklassifizierung	322
8.4.3	Elastische Querschnittsberechnung und Tragfähigkeit	323
	8.4.3.1 Ideelle Querschnittswerte – 8.4.3.2 Einfluß von Kriechen und Schwinden – 8.4.3.3 Spannungsermittlung – 8.4.3.4 Elastisches Grenzmoment – 8.4.3.5 Berechnungsbeispiel	
8.4.4	Plastische Querschnittsberechnung	331
	8.4.4.1 Plastische Grenztragfähigkeiten für Biegung und Querkraft – 8.4.4.2 Interaktionsbeziehungen für Biegung und Querkraft – 8.4.4.3 Berechnungsbeispiele	
8.4.5	Biegedrillknicken (Kippen)	338
8.4.6	Verbund- und Schubsicherung	339
	8.4.6.1 Längsschubkräfte, erforderliche Dübelanzahl – 8.4.6.2 Schubsicherung des Betongurtes – 8.4.6.3 Berechnungsbeispiel	
8.5	Verbundstützen	351
8.5.1	Querschnittsformen, Anwendungsgrenzen	351
8.5.2	Plastische Querschnittstragfähigkeiten	353
	8.5.2.1 Plastische Grenznormalkraft $N_{pl,Rd}$ – 8.5.2.2 Plastische Grenzmomente – 8.5.2.3 Interaktionsbeziehung zwischen N und M – 8.5.2.4 Einfluß vom Kriechen und Schwinden	
8.5.3	Tragsicherheitsnachweise	357
	8.5.3.1 Planmäßig mittiger Druck – 8.5.3.2 Einachsige Biegung mit Normalkraft	
8.5.4	Verbundsicherung und Krafteinleitung	359
8.5.5	Berechnungsbeispiel	360
	8.5.5.1 Querschnittstragfähigkeiten – 8.5.5.2 Tragfähigkeitsnachweise – 8.5.5.3 Verbund- und Schubsicherung, Krafteinleitung	
8.6	Konstruktive Hinweise	367
8.7	Bemessung von Verbundkonstruktionen im Brandfall	369
	Normen und Richtlinien, Literatur	371
	Sachverzeichnis	374