

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einführung	1
1 Herstellung von Stahlhohlprofilen	6
1.1 Allgemeines	6
1.2 Herstellung nahtloser Rohre	6
1.2.1 Schrägwalz-/Pilgerwalzverfahren	7
1.2.2 Stoßbankverfahren	7
1.2.3 Stopfenwalzverfahren	7
1.2.4 Strangpreßverfahren	9
1.2.5 Rohrkontiwalzverfahren	9
1.2.6 Streckreduzieren von Rohren	10
1.3 Herstellung geschweißter Rohre	10
1.3.1 Feuerpreßschweißverfahren	11
1.3.2 Elektrisches Preßschweißverfahren	11
1.3.3 Unterpulverschweißen	12
1.3.4 Streckreduzieren geschweißter Rohre	13
1.4 Herstellung rechteckiger (und quadratischer) Hohlprofile	13
1.4.1 Warmherstellung rechteckiger Hohlprofile	14
1.4.2 Kaltherstellung rechteckiger Hohlprofile	14
1.4.3 Herstellung anderer Hohlprofilformen	14
2 Stahlsorten	16
3 Abmessungen der Rohre und der quadratischen und rechteckigen Hohlprofile	21
Nahtlose Stahlrohre nach DIN 2448 und geschweißte Stahlrohre nach DIN 2458	22
Stahlhohlprofile mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt, warmgefertigt nach DIN 59410 und nach Werksnormen	41
Stahlhohlprofile mit quadratischem Querschnitt, warmgefertigt	41
Stahlhohlprofile mit rechteckigem Querschnitt, warmgefertigt	45
Plastische Widerstandsmomente für Stahlhohlprofile nach DIN 59410, warmgefertigt	50
Plastische Widerstandsmomente für quadratische Stahlhohlprofile nach DIN 59410 und nach Werksnormen	50
Plastische Widerstandsmomente für rechteckige Hohlprofile nach DIN 59410 und nach Werksnormen	51
Stahlhohlprofile mit quadratischem und rechteckigem Querschnitt, kaltgefertigt, geschweißt, nach DIN 59411 und nach Werksnormen	53
Stahlhohlprofile mit quadratischem Querschnitt, kaltgefertigt, nach DIN 59411 und nach Werksnormen	53
Stahlhohlprofile mit rechteckigem Querschnitt, kaltgefertigt, nach DIN 59411 und nach Werksnormen, geschweißt	58
Plastische Widerstandsmomente für Stahlhohlprofile nach DIN 59411, kaltgefertigt	64
Plastische Widerstandsmomente für quadratische Hohlprofile nach DIN 59411 und nach Werksnormen	64
Plastische Widerstandsmomente für rechteckige Hohlprofile nach DIN 59411 und nach Werksnormen	65
4 Anwendungsnormen für Stahlbauten	67
Teil I: Berechnung und Bemessung von Hohlprofilbauteilen und -Konstruktionen	
5 Das Stahlhohlprofil als Bauelement	69

5.1	Geometrische und statische Kennwerte der Hohlprofile	69
5.1.1	Allgemeines	69
5.1.2	Rohrquerschnitte	69
5.1.3	Quadratische und rechteckige Hohlprofilquerschnitte	70
5.2	Mechanisch-technologische Kennwerte	72
5.3	Grundlagen der Bemessung	73
5.3.1	Methode der zulässigen Spannungen	73
5.3.2	Verfahren mit γ -fachen Lasten	74
5.4	Hohlprofile unter Normalkraft	75
5.5	Hohlprofile unter Biegung und Schub	76
5.5.1	Elastische Ermittlung der Querschnittstragfähigkeit	76
5.5.1.1	Tragfähigkeitsermittlung bei Biegung	76
5.5.1.2	Ermittlung von Schubspannungen	76
5.5.1.3	Vergleichsspannung bei Biegung und Schub	77
5.5.2	Ermittlung der plastischen Querschnittstragfähigkeit	77
5.5.3	Hohlprofile unter zusammengesetzter Beanspruchung aus Normalkraft, Biegung und Querkraft	79
5.5.3.1	Berechnung bei elastischem Querschnittsverhalten	79
5.5.3.2	Berechnung mit Plastifizierungen des Querschnitts	79
5.6	Auf Druck beanspruchte Hohlprofile	80
5.6.1	(Biege-)Knicken planmäßig mittig belasteter und planmäßig gerader einteiliger Stäbe mit unveränderlichem Querschnitt und konstanter Längskraft	80
5.6.2	Stäbe unter Beanspruchung aus einachsiger Biegung und Längsdruckkraft	88
5.6.2.1	ω -Verfahren	88
5.6.2.2	Nachweis nach Elastizitätstheorie II. Ordnung	89
5.6.2.3	Näherung auf Basis der Fließgelenktheorie II. Ordnung	89
5.6.3	Stäbe unter Beanspruchung aus Normalkraft und zweiachsiger Biegung M_y und M_z	92
5.7	Örtliches Beulen von Rohren (Kreiszyinderschalen)	93
5.8	Beulung quadratischer und rechteckiger Hohlprofile	95
5.8.1	Plattenbeulung und max. b/t -Verhältnisse	95
5.8.2	Interaktion Beulen-Knicken	100
5.8.2.1	Nachweis unter Verwendung von mittragenden Breiten	101
5.8.2.2	Benutzung von Beulkurven	104
5.8.2.3	Beispiel für eine Untersuchung gegen „Beulknicken“	106
5.8.2.3.1	Berechnung nach Versuchen mit Beulkurven [70]	106
5.8.2.3.2	Berechnung nach dem Verfahren der „mittragenden Breite“	106
5.9	Hohlprofile unter Torsionsbeanspruchung	109
5.10	Literatur	111
6	Entwurf und Berechnung der Hohlprofilknoten und -Verbindungen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	115
	Symbolerklärungen	
6.1	Geschweißte Knoten und Verbindungen ohne und mit Verstärkungsblechen	116
6.1.1	Allgemeines	116
6.1.2	Allgemeines zur Tragfähigkeit von Fachwerkknotenpunkten	121
6.1.3	Ermittlung der Knotenragfähigkeit-Methode I [85, 105]	124
6.1.3.1	X-, T- und Y-förmige Knoten unter axialer Belastung	126
6.1.3.1.1	X-, T- und Y-förmige Knoten mit Gurt und Füllstab aus Rechteckhohlprofilen	126
6.1.3.1.2	X-, T- und Y-Knoten mit Gurten aus rechteckigen Hohlprofilen und Füllstäben aus Rohren	127
6.1.3.2	Tabelle 6.3, K- und N-förmige Knoten mit Gurten aus Rechteckhohlprofilen	127
6.1.3.2.1	Tabelle 6.3, K- und N-förmige Knoten mit Spalt zwischen den Füllstäben (rechteckige Gurtstäbe, runde oder rechteckige Füllstäbe)	127

6.1.3.2.2	Tabelle 6.3, K- und N-förmige Knoten mit überlappten Füllstäben auf dem Gurt (Gurt- und Füllstäbe aus rechteckigen Hohlprofilen)	134
6.1.3.2.3	Tabelle 6.3, K- und N-förmige Knoten mit Spalt (Gurte aus Rechteckhohlprofil, Füllstäbe aus Rundrohren)	134
6.1.3.3	Tabelle 6.4, X-, T-, Y-, N- und K-Knoten aus Rundhohlprofilen für Gurt- und Füllstäbe	134
6.1.3.4	Tabelle 6.5, X-, T-, Y-, N- und K-Knoten, Gurte aus I-Profilen, Füllstäbe aus Rohren oder Rechteckhohlprofilen	136
6.1.3.5	Bemessung von Hohlprofil-Fachwerkknoten nach Eurocode 3 Entwurf [132] mit dem Modifikationsvorschlag [105]	141
6.1.3.6	Bemessung von Verbindungen zwischen Platten und Rundrohren unter Vertikalkraft	141
6.1.4	Ermittlung der Knotentragfähigkeit-Methode II. Berechnungsverfahren nach DIN 18808, Tragwerke aus Hohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung [54, 56]	142
6.1.4.1	Bemessung von K- und N-förmigen Knoten aus Rechteck- und Rundhohlprofilen	143
6.1.4.1.1	Allgemeiner Spannungs- bzw. Stabilitätsnachweis	143
6.1.4.1.2	Nachweis der Knotentragfähigkeit	144
6.1.5	Exzentrizität der Systemlinien in Hohlprofilknoten	151
6.1.6	Knoten unter Momentenbelastung	153
6.1.6.1	Knoten unter Momentenbelastung, Gurt- und Füllstäbe aus runden Rohren	154
6.1.6.2	T- und X-förmige Knoten unter Biegemoment und Normalkraft, Gurt- und Füllstab aus Rechteckhohlprofilen [83]	154
6.1.6.3	Biegesteife rechtwinklige Rahmenecken aus Rechteckprofilen	157
6.1.6.3.1	Unversteifte Rahmenecken nach Abb. 6.27a	160
6.1.6.3.2	Versteifte Rahmenecken nach Abb. 6.27b	160
6.1.7	Verstärkte Hohlprofilknoten	160
6.1.7.1	Verstärkte Fachwerkknoten aus Rechteckhohlprofilen unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	160
6.1.7.2	Verstärkte T-förmige Knoten aus rechteckigen Hohlprofilen eines Vierendeelträgers	161
6.1.8	Knoten mit „angedrückten“ runden Rohren als Füllstäbe	162
6.1.8.1	Vorgeschlagene Bemessungsmethode für N-förmige Knoten mit angedrückten runden Rohren als Füllstäbe	165
6.1.9	Stumpfstoßverbindungen von Rohren und Rechteckhohlprofilen	166
6.1.10	Literatur	167
7	Zeit- und Dauerfestigkeit von geschweißten Hohlprofilverbindungen	173
	Symbolerklärungen	173
7.1	Allgemeines zur Schwingfestigkeit	173
7.2	Zeit- und Dauerfestigkeitsverhalten von geschweißten Hohlprofilverbindungen	180
7.3	Bemessungsverfahren für Hohlprofilknoten unter schwingender Beanspruchung	186
7.3.1	Bemessungsverfahren für Hohlprofilknoten (T-, Y-, X-, K-, und N-Knoten) unter schwingender Beanspruchung mit Berücksichtigung der Spannungskonzentration	187
7.3.2	Bemessungsverfahren von Knotenverbindungen aus Rohren unter schwingender, planmäßig axialer Beanspruchung, aufbauend auf Bruchkriterien	192
7.3.2.1	Bemessung von K-Knoten aus Rohren	196
7.3.3	Berechnungsgrundlagen für Fachwerkknotenpunkte (K- und N-Form) aus quadratischen Hohlprofilen nach der Klassifizierungsmethode	199
7.3.3.1	Dimensionierung von K- und N-Knoten aus Quadrathohlprofilen	205
7.4	Örtlich verstärkte Knoten aus Rechteckhohlprofilen	206
7.5	Bemessung von Laschen- und Stoßverbindungen aus Hohlprofilen	209

7.6	Bemessungsempfehlungen für Hohlprofilverbindungen und -Knoten gegen Zeit- und Dauerfestigkeit nach dem Entwurf der Europäischen Konvention für Stahlbau (EKS)	213
7.7	Literatur	217
8	Geschraubte Hohlprofilverbindung unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	221
8.1	Allgemeines	221
8.2	Geschraubte Kopfplattenanschlüsse	223
8.3	Literatur	228
9	Einspannung rechteckiger Hohlprofile in Betonfundamente	229
9.1	Literatur	232
Teil II:	Herstellung und Ausführung der Hohlprofilkonstruktionen	
10	Herstellung von geschweißten Hohlprofilverbindungen	234
10.1	Allgemeines	234
10.2	Schweißverfahren	234
10.2.1	Elektro-Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden	234
10.2.2	Schutzgasschweißen	235
10.2.3	Gasschmelzschweißen	236
10.3	Endenvorbereitung bei Füllstäben in Fachwerkkonstruktionen	236
10.3.1	Gekrümmte räumliche Verschneidungen der Rohrenden	237
10.3.2	Ebene, Schnitte bei Rohrenden	239
10.3.3	Rohrfüllstäbe mit abgeflachten oder angedrückten Enden	241
10.3.4	Biegen der Hohlprofilen	242
10.4	Schweißverbindungen bei Konstruktionen aus Rohren und rechteckigen Hohlprofilen	250
10.4.1	Knotenpunkte in Fachwerken	250
10.4.2	Stumpfstoßverbindungen	252
10.4.3	Ausführung der Schweißnähte	255
10.4.4	Schweißen von kaltgefertigten Hohlprofilen	259
10.4.5	Eignungsprüfungen von Schweißern	259
10.4.6	Wärmebehandlung vor und nach dem Schweißen	260
10.4.7	Schweißen feuerverzinkter Bauteile	261
11	Konstruktive Ausbildungen von geschweißten und geschraubten Hohlprofilverbindungen	262
11.1	Knotenpunkte in Fachwerken	263
11.2	Geschweißte Rahmenecken	265
11.3	Stützenfüße	266
11.4	Auflagerung von Hohlprofiltragwerken	266
11.5	Gelenkige Verbindungen zwischen Stützen und Riegeln	268
11.6	Lösbare Verbindungen	268
11.7	Fachwerk- und Rahmenträger	271
11.8	Pfettenbefestigung für Fachwerkträger aus Hohlprofilen	276
11.9	Literatur	279
12	Raumfachwerke	283
12.1	Allgemeines	283
12.2	Hinweise zur Berechnung von Raumfachwerken	287
12.3	Konstruktionsteile in Raumfachwerken	289
12.4	Wirtschaftlich optimierte Raumfachwerke	290
12.5	Literatur	292
X		

Teil III:	Verbundbau	
13	Hohlprofil-Verbundstützen	293
13.1	Berechnung der Tragfähigkeit von Hohlprofil-Verbundstützen	294
13.1.1	Allgemeines	294
13.1.2	Planmäßig mittiger Druck	294
13.1.3	Einfluß des Langzeitverhaltens des Betons auf die Tragfähigkeit schlanker Stützen	296
13.1.4	Erhöhte Tragfähigkeit bei gedrunenen runden Rohren	296
13.1.5	Druck und einachsige Biegung	297
13.1.6	Grenztragfähigkeit der Querschnitte bei Druck und Biegung	299
13.1.7	Beanspruchung durch Druck und zweiachsige Biegung	302
13.1.8	Näherungsberechnung für die Moment-Normalkraft-Interaktion bei beton-gefüllten Hohlprofilen	304
13.2	Betonfüllung von Hohlprofilstützen	306
13.2.1	Vorbereitung von Bauteilkomponenten	306
13.2.1.1	Hohlprofile	306
13.2.1.2	Beton	306
13.2.2	Ausführung der Betonfüllung im Hohlprofilinneren	308
13.3	Konstruktive Ausbildungen	309
13.4	Literatur	311
Teil IV:	Verhalten von Stahlhohlprofilen bei Wind-, Brand- und Korrosionsbelastung	
14	Windwiderstand von kreisförmigen Rohren und rechteckigen Hohlprofilen im Stahlbau	313
14.1	Windwiderstand des einzelnen kreiszylindrischen Stabes	313
14.2	Windwiderstand des einzelnen Quadratprofilstabes mit Eckradien	315
14.3	Windwiderstand von Fachwerken	315
14.4	Windwiderstandsbeiwerte von kreiszylindrischen Rohren und Fachwerke aus kreiszylindrischen Rohren nach DIN 1055 Teil 4 Ausgabe August 1986	321
14.5	Literatur	325
15	Brandverhalten und Brandschutz von kreisförmigen und rechteckigen Hohlprofilen	326
15.1	Brandschutz-Ummantelungen	327
15.2	Brandschutz-Beschichtungen	328
15.3	Wassergekühlte Hohlprofilstützen im Stahlhochbau	328
15.4	Betongefüllte Hohlprofilstützen im Hochbau	333
15.5	Literatur	347
16	Korrosionsverhalten und Korrosionsschutz von Stahlbauhohlprofilen	351
16.1	Allgemeines	351
16.2	Innenkorrosion von Hohlprofilen und Hohlprofilbauteilen	352
16.3	Außenkorrosion von Hohlprofilen und Hohlprofilbauteilen	353
16.4	Korrosionsschutzmaßnahmen	353
16.4.1	Korrosionsschutz-Beschichtungen	353
16.4.2	Feuerverzinkung	354
16.4.3	Metallspritzüberzüge	355
16.4.4	Fertigungsbeschichtungen	355
16.5	Literatur	356