

**Rolf Kindmann
Michael Stracke**

Verbindungen im Stahl- und Verbundbau

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		V
1	Übersicht	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Thematische Gliederung des Buches	4
1.3	Bezeichnungen	5
1.4	Internetadressen für weitere Informationen	8
2	Ermittlung der Beanspruchungen in den Verbindungsmitteln	11
2.1	Prinzipielle Vorgehensweise	11
2.2	Schnittgrößen und Spannungen in Stäben	14
2.3	Gleichgewicht zwischen Schnittgrößen und Teilschnittgrößen	16
2.4	Ermittlung der Teilschnittgrößen mit der Spannungsverteilung	21
3	Konstruktion und Bemessung von Bauteilen und Verbindungen	25
3.1	Vorbemerkungen	25
3.2	Herstellen und Verstärken von Querschnitten	27
3.2.1	Beanspruchung der Verbindungsmittel	27
3.2.2	Geschweißte Vollwandträger	29
3.2.3	Verbundträger und andere Verbundkonstruktionen	35
3.2.4	Halsnähte eines I-Querschnitts	38
3.2.5	Halsnähte eines rechteckigen Hohlkastenquerschnitts	40
3.2.6	Verbundträger mit durchgehender Verbundfuge	41
3.2.7	Verstärkung eines Walzprofils durch Zulagen	45
3.3	Krafteinleitung und Aussteifung	47
3.3.1	Übersicht	47
3.3.2	Krafteinleitung ohne Steifen	49
3.3.3	Krafteinleitung mit Steifen	53
3.3.4	Bemessung von Krafteinleitungssteifen und Anschlussnähten	55
3.3.5	Zwischenaufleger eines Trägers	58
3.3.6	Endaufleger eines Trägers mit Auflagersteifen	59
3.4	Stumpfstöße von Blechen, Zug- und Druckstäben	61
3.4.1	Bleche	61
3.4.2	Zugstäbe	64
3.4.3	Druckstäbe/Stützen	64
3.4.4	Zugstoß eines Stabes aus Flachstählen	66
3.4.5	Zugstoß eines quadratischen Hohlprofils	67

3.5	Gelenkige Trägerstöße	68
3.5.1	Ausführungsvarianten und Anwendungsbereiche	68
3.5.2	Stoß mit dünnen Stirnplatten	70
3.5.3	Stoß mit Steglaschen	71
3.6	Biegesteife Trägerstöße	73
3.6.1	Konstruktionsvarianten und Kraftübertragung	73
3.6.2	Geschweißte Stöße	75
3.6.3	Geschraubte Stöße	77
3.6.4	Kombination verschiedener Verbindungsmittel	78
3.6.5	Trägerstoß mit Laschen	79
3.6.6	Trägerstoß mit überstehenden Stirnplatten	82
3.6.7	Trägerstoß mit bündigen Stirnplatten	84
3.6.8	Trägerstoß mit Stumpfnähten	85
3.7	Trägerkreuzungen und -anschlüsse	86
3.7.1	Übersicht	86
3.7.2	Gestapelte Trägerlagen	88
3.7.3	Gelenkige Anschlüsse	88
3.7.4	Trägerausklinkungen und Nachweise	89
3.7.5	Trägerkreuzungen mit Durchlaufwirkung	92
3.7.6	Trägerkreuzungen von Verbundträgern	92
3.7.7	Gelenkiger Trägeranschluss mit dünner Stirnplatte	95
3.7.8	Anschluss eines Nebenträgers mit Durchlaufwirkung	96
3.8	Gelenkige Träger-Stützen-Verbindungen	98
3.8.1	Konstruktionsvarianten und Lage des Gelenks	98
3.8.2	Verbundträger/Verbundstützen	102
3.8.3	Anschluss mit Auflagerknagge	105
3.8.4	Anschluss mit Fahnenblech	106
3.8.5	Anschluss mit Winkeln	108
3.9	Rahmenecken und Stöße im Hallenbau	110
3.9.1	Übersicht	110
3.9.2	Konstruktionsvarianten und Kraftübertragung	111
3.9.3	Verstärkung und Nachweis der Eckfelder	115
3.9.4	Unterlegbleche für dünne Stützengurte	119
3.9.5	Geschweißte Rahmenecke mit Voute	119
3.9.6	Rahmenecke mit Voute und bündiger Stirnplatte	122
3.9.7	Firststoß	125
3.10	Biegemomententragfähige Träger-Stützen-Verbindungen	127
3.10.1	Übersicht	127
3.10.2	Ausgesteifte Verbindungen	128
3.10.3	Verbindungen ohne Steifen	128
3.10.4	Verformbare Verbindungen und Auswirkungen	132

3.10.5	Geschweißter Trägeranschluss ohne Steifen	133
3.11	Verbindungen in Fachwerkkonstruktionen	136
3.11.1	Übersicht	136
3.11.2	Exzentrizitäten und Biegemomente in Fachwerken	139
3.11.3	Fachwerke mit Knotenblechen	143
3.11.4	Fachwerke aus offenen Profilen ohne Knotenbleche	147
3.11.5	Fachwerke aus Hohlprofilen	149
3.11.6	Fachwerkknoten mit Knotenblech und Anschluss offener Profile	156
3.11.7	Fachwerkknoten aus quadratischen Hohlprofilen	158
3.12	Anschlüsse an Stahlbetonkonstruktionen	160
3.12.1	Vorbemerkungen	160
3.12.2	Auflagerung und Anschlüsse von Stahlträgern	161
3.12.3	Gelenkige Anschlüsse von Stahlstützen an Fundamente	166
3.12.4	Biegesteife Anschlüsse von Stahlstützen an Fundamente	176
3.12.5	Gelenkiger Stützenfuß mit Fußplatte und Schubknagge	185
3.12.6	Eingespannte Stütze mit Fußplatte oder alternativ Köcherfundament	188
4	Geschraubte Verbindungen	192
4.1	Einleitung	192
4.2	Schrauben für den Stahlbau	193
4.3	Einteilung von Schraubenverbindungen und Ausführungsformen	197
4.4	Grundlagen der Kraftübertragung und Tragverhalten	200
4.4.1	Vorbemerkungen	200
4.4.2	Abscherbeanspruchung der Schrauben (SL-Verbindungen)	200
4.4.3	Kraftübertragung durch Reibung	205
4.4.4	Zugbeanspruchung der Schrauben	207
4.4.5	Kombinierte Zug- und Abscherbeanspruchung	210
4.4.6	Konstruktionsempfehlungen und -regeln	211
4.4.7	Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	213
4.5	Zeichnerische Darstellung	214
4.6	Typisierte Verbindungen	215
4.7	Bemessung und Konstruktion nach DIN 18800	218
4.7.1	Vorbemerkungen	218
4.7.2	Werkstoffkennwerte	219
4.7.3	Rand- und Lochabstände von Schraubenlöchern	220
4.7.4	Abscheren und Lochleibung	221
4.7.5	Zugbeanspruchte Schrauben	228
4.7.6	Zug und Abscheren	229
4.7.7	Gebrauchstauglichkeit von GV- und GVP-Verbindungen	230
4.7.8	Anziehen von vorgespannten Schraubenverbindungen	231

4.8	Bemessung und Konstruktion nach Eurocode 3	233
4.8.1	Vorbemerkungen	233
4.8.2	Werkstoffkennwerte	234
4.8.3	Rand- und Lochabstände	236
4.8.4	Beanspruchbarkeiten von Schrauben	237
4.8.5	Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen	241
4.8.6	Lange Schraubenverbindungen	243
4.8.7	Einschnittige Überlappungsstöße mit einer Schraube	243
4.8.8	Einschenkligter Anschluss von Winkelprofilen	244
4.8.9	Querschnittsschwächung durch Schraubenlöcher	245
4.9	Bemessung von geschraubten Verbindungen	247
4.9.1	Methoden und Bedingungen	247
4.9.2	Verteilung der Schnittgrößen auf die Verbindungsmittel	248
4.9.3	Klassische Berechnung der Schraubenkräfte in Scher-	249
4.9.3.1	Vorbemerkungen	249
4.9.3.2	Beliebige Anordnung der Schrauben	250
4.9.3.3	Regelmäßige und symmetrische Anordnung der Schrauben	254
4.9.3.4	Gelenkiger Trägeranschluss mit Winkeln	256
4.9.3.5	Biegesteifer Trägerstoß mit Laschen	259
4.9.4	Plastische Verteilung der Schraubenkräfte in Scher-Lochleibungs- verbindungen	262
4.10	Verbindungen mit Stirnplatten und zugbeanspruchten Schrauben	264
4.10.1	Übersicht	264
4.10.2	Trägerstöße	264
4.10.2.1	Tragmodelle/Zugkräfte in den Gurten	264
4.10.2.2	Übertragbare Zugkräfte	267
4.10.2.3	T-Stummel und Stirnplatten nach EC 3	272
4.10.3	Rahmenecken im Hallenbau	277
4.10.4	Träger-Stützen-Verbindungen	279
4.11	Querschnittsflächen, Anreißmaße und Klemmlängen	281
4.12	Fertigung	284
4.13	Prüfungen	285
4.14	Korrosionsschutz	285
5	Geschweißte Verbindungen	287
5.1	Einleitung	287
5.2	Zeichnerische Darstellung	288
5.3	Bemessung und Konstruktion nach DIN 18800	290
5.3.1	Bezeichnung der Schweißnahtspannungen	290
5.3.2	Rechnerische Schweißnahtdicken	292
5.3.3	Rechnerische Schweißnahtlängen	297

5.3.4	Rechnerische Schweißnahtspannungen	299
5.3.5	Grenzsweißnahtspannungen und Nachweise	301
5.3.6	Grundsätze für die Konstruktion	305
5.3.7	Weitere Regelungen der DIN 18800	307
5.4	Bemessung und Konstruktion nach Eurocode 3	308
5.4.1	Vorbemerkungen	308
5.4.2	Geometrie und Abmessungen	308
5.4.3	Beanspruchbarkeit von Kehlnähten	312
5.4.4	Beanspruchbarkeit von Stumpfnähten	318
5.4.5	Verteilung der Schnittgrößen	319
5.5	Schweißverfahren	319
5.5.1	Übersicht	319
5.5.2	Schmelzschweißen	321
5.5.3	Pressschweißen	323
5.5.4	Gasschmelzschweißen und Brennschneiden	324
5.6	Verformungen und Schweißeigenspannungen	326
5.6.1	Ungleichmäßige Erwärmung und Abkühlung	326
5.6.2	Verformungen infolge Schrumpfen	327
5.6.3	Entstehung von Schweißeigenspannungen	330
5.6.4	Auswirkungen auf die Bauteiltragfähigkeit	331
5.6.5	Abbau durch Richten und Wärmebehandlung	332
5.7	Versagen geschweißter Verbindungen	333
5.7.1	Versagensarten	333
5.7.2	Verformungsbruch	334
5.7.3	Ermüdungsbruch	334
5.7.4	Sprödbbruch	335
5.7.5	Terrassenbruch	338
5.8	Fertigung	340
5.8.1	Schweißbadsicherung	340
5.8.2	Nahtvorbereitung	341
5.8.3	Nahtaufbau und Lagenfolge	342
5.8.4	Auslaufbleche	343
5.8.5	Arbeitspositionen	343
5.8.6	Vorwärmen und Abkühlzeiten	344
5.9	Herstellerqualifikationen	345
5.10	Prüfungen	348

6	Weitere Verbindungsmittel und -techniken	350
6.1	Vorbemerkungen	350
6.2	Halbrundniete und Senkniete	351
6.3	Druckübertragung durch Kontakt	353
6.4	Augenstäbe und Bolzen	357
6.5	Zugstäbe/Zuganker aus Rundstählen	360
6.6	Spannschlösser und Verbindungsmuffen	363
6.7	Hammerschrauben	363
6.8	Ankerschrauben	365
6.9	Dübel zur Verankerung im Beton	369
6.10	Kopfbolzendübel für Verbundträger	376
6.11	Einbetonierte Ankerplatten mit Kopfbolzendübeln	380
6.12	Setzbolzen und gewindefurchende Schrauben	382
6.13	Blindniete und selbstbohrende Schrauben	386
6.14	Verankerung hochfester Zugglieder	386
6.15	Ankerschienen	388
6.16	Befestigung von Glasscheiben	389
7	Verbindungen in ermüdungsgefährdeten Konstruktionen	392
7.1	Einleitung	392
7.2	Veränderliche Einwirkungen	393
7.3	Ermüdungsbeanspruchungen	395
7.4	Betriebsfestigkeit und Nutzungsdauer	396
7.5	Betriebsfestigkeitsnachweis	397
7.6	Beurteilung der Kerbwirkung	399
7.7	Beanspruchbarkeit von Konstruktionsdetails	402
7.8	Grundsätze für die konstruktive Durchbildung	411
7.9	Kranbahnträger	413
7.10	Straßenbrücken	415
7.11	Eisenbahnbrücken	417
	Literaturverzeichnis	419
	Sachverzeichnis	433