

Verbindungen im Stahl- und Verbundbau

Rolf Kindmann, Michael Stracke

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 von Beanspruchungen in Verbindungen	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	37
3.2.5	Halsnähte eines rechteckigen Hohlkastenquerschnitts	39
3.2.6	Verbundträger mit durchgehender Verbundfuge	40
3.2.7	Verstärkung eines Walzprofils durch Zulagen	44
3.3	Krafteinleitung und Aussteifung	46
3.3.1	Übersicht	46
3.3.2	Krafteinleitung ohne Steifen	48
3.3.3	Krafteinleitung mit Steifen	52
3.3.4	Bemessung von Krafteinleitungssteifen und Anschlussnähten	54
3.3.5	Zwischenaufleger eines Trägers	57
3.3.6	Endaufleger eines Trägers mit Auflagersteifen	58
3.4	Stumpfstöße von Blechen, Zug- und Druckstäben	60
3.4.1	Bleche	60
3.4.2	Zugstäbe	62
3.4.3	Druckstäbe/Stützen	63
3.4.4	Zugstoß eines Stabes aus Flachstählen	64
3.4.5	Zugstoß eines quadratischen Hohlprofils	65

3.5	Gelenkige Trägerstöße	67
3.5.1	Ausführungsvarianten und Anwendungsbereiche	67
3.5.2	Stoß mit dünnen Stirnplatten	68
3.5.3	Stoß mit Steglaschen	69
3.6	Biegesteife Trägerstöße	71
3.6.1	Konstruktionsvarianten und Kraftübertragung	71
3.6.2	Geschweißte Stöße	73
3.6.3	Geschraubte Stöße	75
3.6.4	Kombination verschiedener Verbindungsmittel	76
3.6.5	Trägerstoß mit Laschen	77
3.6.6	Trägerstoß mit überstehenden Stirnplatten	79
3.6.7	Trägerstoß mit bündigen Stirnplatten	81
3.6.8	Trägerstoß mit Stumpfnähten	83
3.7	Trägerkreuzungen und -anschlüsse	84
3.7.1	Übersicht	84
3.7.2	Gestapelte Trägerlagen	85
3.7.3	Gelenkige Anschlüsse	85
3.7.4	Trägerausklinkungen und Nachweise	87
3.7.5	Trägerkreuzungen mit Durchlaufwirkung	89
3.7.6	Trägerkreuzungen von Verbundträgern	89
3.7.7	Gelenkiger Trägeranschluss mit dünner Stirnplatte	91
3.7.8	Anschluss eines Nebenträgers mit Durchlaufwirkung	93
3.8	Gelenkige Träger-Stützenverbindungen	94
3.8.1	Konstruktionsvarianten und Lage des Gelenks	94
3.8.2	Verbundträger/Verbundstützen	97
3.8.3	Anschluss mit Auflagerknagge	101
3.8.4	Anschluss mit Fahnenblech	102
3.8.5	Anschluss mit Winkeln	103
3.9	Rahmenecken und Stöße im Hallenbau	105
3.9.1	Übersicht	105
3.9.2	Konstruktionsvarianten und Kraftübertragung	106
3.9.3	Verstärkung und Nachweis der Eckfelder	111
3.9.4	Unterlegbleche für dünne Stützengurte	114
3.9.5	Geschweißte Rahmenecke mit Voute	115
3.9.6	Rahmenecke mit Voute und bündiger Stirnplatte	117
3.9.7	Firststoß	121
3.10	Biegemomententragfähige Träger-Stützenverbindungen	123
3.10.1	Übersicht	123
3.10.2	Ausgesteifte Verbindungen	124
3.10.3	Verbindungen ohne Steifen	124
3.10.4	Verformbare Verbindungen und Auswirkungen	128
3.10.5	Geschweißter Trägeranschluss ohne Steifen	129

3.11	Verbindungen in Fachwerkkonstruktionen	131
3.11.1	Übersicht	131
3.11.2	Exzentrizitäten und Biegemomente in Fachwerken	133
3.11.3	Fachwerke mit Knotenblechen	138
3.11.4	Fachwerke aus offenen Profilen ohne Knotenbleche	146
3.11.5	Fachwerke aus Hohlprofilen	148
3.11.6	Fachwerkknoten mit Knotenblech und offenen Profilen	156
3.11.7	Fachwerkknoten aus quadratischen Hohlprofilen	159
3.12	Anschlüsse an Stahlbetonkonstruktionen	161
3.12.1	Vorbemerkungen	161
3.12.2	Auflagerung und Anschlüsse von Stahlträgern	162
3.12.3	Gelenkige Anschlüsse von Stahlstützen an Fundamente	166
3.12.4	Biegesteife Anschlüsse von Stahlstützen an Fundamente	175
3.12.5	Gelenkiger Stützenfuß mit Fußplatte und Schubknagge	183
3.12.6	Eingespannte Stütze mit Fußplatte oder alternativ Köcherfundament	186
4	Geschraubte Verbindungen	190
4.1	Einleitung	190
4.2	Schrauben, Muttern und Scheiben	191
4.3	Ausführungsformen und Kategorien	198
4.4	Kraftübertragung und Tragverhalten	203
4.4.1	Vorbemerkungen	203
4.4.2	Kategorie A: Scher- / Lochleibungsverbindungen	203
4.4.3	Kategorien B und C: Kraftübertragung durch Reibung	208
4.4.4	Kategorien D und E: Zugbeanspruchung der Schrauben	210
4.4.5	Kombinierte Zug- und Abscherbeanspruchung	213
4.4.6	Konstruktionsempfehlungen und -regeln	214
4.4.7	Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel	216
4.5	Zeichnerische Darstellung	216
4.6	Typisierte Verbindungen	218
4.7	Bemessung und Konstruktion nach DIN 18800	221
4.7.1	Vorbemerkungen	221
4.7.2	Werkstoffkennwerte	221
4.7.3	Rand- und Lochabstände von Schraubenlöchern	223
4.7.4	Abscheren und Lochleibung	223
4.7.5	Zugbeanspruchte Schrauben	230
4.7.6	Zug und Abscheren	231
4.7.7	Gebrauchstauglichkeit von GV- und GVP-Verbindungen	232
4.7.8	Anziehen von vorgespannten Schraubenverbindungen	233
4.8	Bemessung und Konstruktion nach Eurocode 3	235
4.8.1	Vorbemerkungen	235

4.8.2	Werkstoffkennwerte	237
4.8.3	Rand- und Lochabstände	238
4.8.4	Beanspruchbarkeit von Schrauben	239
4.8.5	Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen	243
4.8.6	Lange Schraubenverbindungen	245
4.8.7	Einschnittige Überlappungsstöße mit einer Schraube	245
4.8.8	Einschenkligter Anschluss von Winkelprofilen	246
4.8.9	Querschnittsschwächung durch Schraubenlöcher	247
4.8.10	Anziehen und Vorspannen von geschraubten Verbindungen	249
4.9	Bemessung von geschraubten Verbindungen	253
4.9.1	Methoden und Bedingungen	253
4.9.2	Verteilung der Schnittgrößen auf die Verbindungsmittel	254
4.9.3	Klassische Berechnung der Schraubenkräfte in Scher-Lochleibungsverbindungen	255
4.9.3.1	Vorbemerkungen	255
4.9.3.2	Beliebige Anordnung der Schrauben	256
4.9.3.3	Regelmäßige und symmetrische Anordnung der Schrauben	259
4.9.3.4	Gelenkiger Trägeranschluss mit Winkeln	262
4.9.3.5	Biegesteifer Trägerstoß mit Laschen	264
4.9.4	Plastische Verteilung der Schraubenkräfte in Scher-Lochleibungsverbindungen	268
4.10	Verbindungen mit Stirnplatten und zugbeanspruchten Schrauben	270
4.10.1	Übersicht	270
4.10.2	Trägerstöße	270
4.10.2.1	Tragmodelle/Zugkräfte in den Gurten	270
4.10.2.2	Übertragbare Zugkräfte	273
4.10.2.3	Äquivalenter T-Stummel und Stirnplatten nach EC 3	278
4.10.3	Rahmenecken im Hallenbau	285
4.10.4	Träger-Stützenverbindungen	286
4.11	Querschnitte, Anreißmaße und Klemmlängen	288
4.12	Fertigung	292
4.13	Prüfungen	294
4.14	Korrosionsschutz	295
5	Geschweißte Verbindungen	297
5.1	Einleitung	297
5.2	Zeichnerische Darstellung	298
5.3	Bemessung und Konstruktion nach DIN 18800	300
5.3.1	Bezeichnung der Schweißnahtspannungen	300
5.3.2	Rechnerische Schweißnahtdicken	303
5.3.3	Rechnerische Schweißnahtlängen	307
5.3.4	Rechnerische Schweißnahtspannungen	309

5.3.5	Grenzschweißnahtspannungen und Nachweise	311
5.3.6	Grundsätze für die Konstruktion	314
5.3.7	Weitere Regelungen der DIN 18800	316
5.4	Bemessung und Konstruktion nach Eurocode 3	318
5.4.1	Vorbemerkungen	318
5.4.2	Geometrie und Abmessungen	318
5.4.3	Beanspruchbarkeit von Kehlnähten	322
5.4.4	Beanspruchbarkeit von Stumpfnähten	328
5.4.5	Verteilung der Kräfte	328
5.5	Schweißverfahren, Schweißprozesse	329
5.5.1	Übersicht	329
5.5.2	Schmelzschweißen	331
5.5.3	Pressschweißen	334
5.5.4	Gasschmelzschweißen und Brennschneiden	334
5.6	Verformungen und Schweißeigenspannungen	336
5.6.1	Ungleichmäßige Erwärmung und Abkühlung	336
5.6.2	Verformungen infolge Schrumpfen	337
5.6.3	Entstehung von Schweißeigenspannungen	340
5.6.4	Auswirkungen auf die Bauteiltragfähigkeit	341
5.6.5	Abbau durch Richten und Wärmebehandlung	342
5.7	Versagen geschweißter Verbindungen	343
5.7.1	Versagensarten	343
5.7.2	Verformungsbruch	343
5.7.3	Ermüdungsbruch	344
5.7.4	Spröbruch	344
5.7.5	Terrassenbruch	347
5.8	Fertigung	349
5.8.1	Schweißbadsicherung	349
5.8.2	Nahtvorbereitung	350
5.8.3	Nahtaufbau und Lagenfolge	351
5.8.4	Auslaufbleche	351
5.8.5	Arbeitspositionen	352
5.8.6	Vorwärmen und Abkühlzeiten	352
5.9	Herstellerqualifikationen	354
5.10	Prüfungen	358
6	Weitere Verbindungsmittel und -techniken	362
6.1	Vorbemerkungen	362
6.2	Halbrundniete und Senkniete	363
6.3	Druckübertragung durch Kontakt	365
6.4	Bolzenverbindungen	369
6.5	Zugstäbe aus Rundstählen	372

6.6	Spannschlösser und Verbindungsmuffen	375
6.7	Hammerschrauben	375
6.8	Ankerschrauben	377
6.9	Dübel zur Verankerung im Beton	381
6.10	Kopfbolzendübel für Verbundträger	389
6.11	Stahlplatten mit einbetonierten Kopfbolzen (Ankerplatten)	393
6.12	Befestigung und Verbindung dünnwandiger Bauteile	396
6.13	Verankerung hochfester Zugglieder	402
6.14	Ankerschienen	404
6.15	Befestigung von Glasscheiben	406
7	Verbindungen in ermüdungsgefährdeten Konstruktionen	408
7.1	Einleitung	408
7.2	Ermüdungsgefährdete Bauwerke	409
7.3	Ermüdungsbeanspruchungen	410
7.4	Ermüdungsfestigkeit und Nutzungsdauer	412
7.5	Ermüdungsnachweis	413
7.6	Beurteilung der Kerbwirkung	415
7.7	Beanspruchbarkeit von Bauteilen und Verbindungen	418
7.8	Grundsätze für die konstruktive Durchbildung	427
7.9	Kranbahnträger	429
7.10	Brücken	431
	Literaturverzeichnis	434
	Sachverzeichnis	449