

Stahlbau

Teil 1: Grundlagen

Mit Beispielen nach Eurocode 3

Rolf Kindmann, Ulrich Krüger

^fernst&Sohn
A Wiley Brand

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Allgemeines	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Erläuterungen zum Inhalt	7
1.3 Technische Baubestimmungen	9
1.4 Bezeichnungen und Annahmen	11
1.5 RUBSTAHL-Programme	14
2 Bemessung und Konstruktion von Bauteilen	15
2.1 Vorbemerkungen	15
2.2 Werkstoff Stahl	15
2.3 Stahlerzeugnisse	20
2.3.1 Einteilung	20
2.3.2 Langerzeugnisse	20
2.3.3 Flacherzeugnisse	25
2.4 Teilsicherheitsbeiwerte	26
2.5 Querschnittsklassen	27
2.6 Nachweise	32
2.7 Querschnittswerte	43
2.7.1 Grundsätzliches	43
2.7.2 Doppelsymmetrische Querschnitte	44
2.7.3 Einfachsymmetrische Querschnitte	47
2.7.4 Querschnitte ohne Symmetrieachsen	51
2.7.5 Zusätzliche Querschnittswerte für Stabilitätsuntersuchungen	54
2.8 Spannungsermittlung und Nachweise	56
2.8.1 Vorbemerkungen	56
2.8.2 Walzprofil IPE 240	56
2.8.3 Walzprofil HEM 600	58
2.8.4 Rechteckiges Hohlprofil	62
2.8.5 Hohlkastenträger	64
2.8.6 Winkelprofil als Träger	65
2.8.7 H-Bahn-Träger	68
2.8.8 Fußgängerbrücke	74
2.8.9 Profil UPE 180	80
2.9 Plastische Querschnittstragfähigkeit	81
2.9.1 Vorbemerkungen	81
2.9.2 Einfeldriger Deckenträger	82
2.9.3 Zweifeldträger	82
2.9.4 HEA 300 mit Standardbeanspruchungen	86

2.9.5	I-Querschnitt mit ungewöhnlichen Beanspruchungen	89
2.9.6	Rechteckiges Hohlprofil	92
2.9.7	Kreisförmiges Hohlprofil	94
2.10	Stabilität und Theorie II. Ordnung	96
2.10.1	Vorbemerkungen	96
2.10.2	Einfeldträger IPE 330	96
2.10.3	Zweifeldträger IPE 400	97
2.10.4	Einfeldträger IPE 300 mit Druckkraft und Biegebeanspruchung	100
2.10.5	Eingespannte Rohrstütze	102
2.10.6	Stütze HEA 140 mit planmäßiger Biegung	105
2.10.7	Stütze IPE 300 und Erfassung von drei Stabilitätsfällen	107
2.10.8	Zweifeldrige Giebelwandeckstütze	109
2.10.9	Einfeldträger IPE 450 mit Kragarm	114
2.10.10	Verschiebliche, ebene Rahmen	117
3	Stabtheorie und Querschnittswerte	130
3.1	Vorbemerkungen	130
3.2	Stabtheorie	130
3.2.1	Grundsätzliches	130
3.2.2	Lineare Stabtheorie (Theorie I. Ordnung)	136
3.3	Schwerpunkt, Hauptachsen und Hauptträgheitsmomente	139
3.3.1	Querschnittsnormierung Teil I	139
3.3.2	Aufteilung der Querschnitte in Teilflächen	147
3.3.3	Basisquerschnitte und elementare Querschnittsformen	149
3.4	Schubmittelpunkt und weitere Querschnittswerte	154
3.4.1	Querschnittsnormierung Teil II	154
3.4.2	Ermittlung des Schubmittelpunktes mit der Wölbordinate	160
3.4.3	Ermittlung des Schubmittelpunktes mit Schubspannungen	163
3.4.4	Berechnung von I_m , I_T und $\max x$	168
3.5	Profiltabellen	172
4	Spannungsnachweise	188
4.1	Anwendungsbereiche	188
4.2	Nachweise	188
4.3	Spannungsermittlung	190
4.3.1	Vorbemerkungen	190
4.3.2	Schnittgrößen als Resultierende der Spannungen	190
4.3.3	Erläuterungen zum Wölbmoment	192
4.3.4	Berechnung von Spannungen	193

5	Plastische Querschnittstragfähigkeit	204
5.1	Einführung	204
5.2	Grundsätzliches	207
5.3	Plastische Grenzschnittgrößen	209
5.4	Querkräfte und Torsionsmomente	209
5.5	Lineare Interaktionsbeziehung	212
5.6	I-Querschnitte mit Standardbeanspruchungen	212
5.6.1	Vorbemerkungen	212
5.6.2	Schnittgrößenkombination N-M _y	213
5.6.3	Schnittgrößenkombinationen N-M _z	217
5.6.4	Schnittgrößenkombinationen N-M _y -M _z	220
5.7	I-Querschnitte mit beliebigen Schnittgrößen	224
5.7.1	Vorbemerkungen	224
5.7.2	Schnittgrößen V _y , V _z , M _{xp} und M _{xs}	224
5.7.3	Schnittgrößen N, M _y , M _z und M _Q	226
5.8	Kreisförmige Hohlprofile	230
5.9	Eckige Hohlprofile und Kastenquerschnitte	231
5.9.1	Schnittgrößenkombinationen N-M _y und N-M _z	231
5.9.2	Schnittgrößenkombinationen N-M _y -M _z	232
5.10	Beliebige Querschnitte	233
6	Stabilitätsnachweise für Bauteile	234
6.1	Übersicht	234
6.2	Druckstäbe	236
6.3	Ideale Verzweigungslasten N _{cr}	243
6.3.1	Grundlagen	243
6.3.2	Eulerfälle I bis IV	245
6.3.3	Knickbiegelinien und Knicklängen	248
6.3.4	Hinweise zur Berechnung von N _{cr}	251
6.3.5	Ersatz von Tragwerksteilen durch Federn	256
6.3.6	Druckstäbe mit Federn an den Enden	259
6.4	Biegebeanspruchte Stäbe	262
6.4.1	Nachweise	262
6.4.2	Bemessungshilfen (Diagramme und Tabellen)	269
6.5	Ideale Biegedrillknickmomente M _{cr,y}	276
6.5.1	Stabilitätsproblem Biegedrillknicken	276
6.5.2	Berechnung von M _{cr,y}	278
6.5.3	Aufteilung in Teilsysteme	280
6.5.4	Träger mit Randmomenten	282
6.5.5	Kragträger	287
6.5.6	Träger mit einfachsymmetrischen I-Querschnitten	289
6.6	Biege- und druckbeanspruchte Bauteile	290
6.7	Allgemeines Nachweisverfahren für Bauteile	297

7	Theorie II. Ordnung mit Imperfektionen	301
7.1	Grundsätzliches	301
7.2	Nachweisführung	303
7.3	Imperfektionen	303
7.3.1	Grundlagen	303
7.3.2	Ersatzimperfektionen für die Tragwerksberechnung	304
7.3.3	Bauteilimperfektionen	306
7.3.4	Imperfektionen zur Berechnung aussteifender Systeme	307
7.4	Schnittgrößenermittlung zum Biegeknicke	308
7.4.1	Erläuterungen zum Verständnis	308
7.4.2	Berechnungsformeln	311
7.4.3	Vergrößerungsfaktoren	318
7.4.4	Weggrößenverfahren	331
7.5	Nachweise zum Biegedrillknicken	337
7.5.1	Allgemeines	337
7.5.2	Walzprofilträger	337
7.5.3	Träger mit einfachsymmetrischem I-Querschnitt	340
8	Bemessung und Konstruktion von Verbindungen	343
8.1	Übersicht	343
8.2	Grundsätzliches	343
8.3	Verbindungen mit scherbeanspruchten Schrauben	350
8.3.1	Nachweise und Bemessungshilfen	350
8.3.2	Ermittlung der Schraubenkräfte	352
8.3.3	Flachblechstoß zur Übertragung von N	356
8.3.4	Walzprofilstoß zur Übertragung von N	357
8.3.5	Trägerstoß für M, V und N	359
8.3.6	Gelenkiger Trägeranschluss mit Winkeln	362
8.4	Verbindungen mit zugbeanspruchten Schrauben	365
8.4.1	Übersicht	365
8.4.2	Kraftübertragung bei Trägerstößen	365
8.4.3	Vereinfachte Berechnungsmodelle für Trägerstöße	367
8.4.4	Äquivalenter T-Stummel nach DIN EN 1993-1-8	370
8.4.5	Trägerstoß mit überstehender Stirnplatte	377
8.4.6	Trägerstoß mit bündiger Stirnplatte	379
8.4.7	Geschraubte Rahmenecke mit Stirnplatte	380
8.5	Verbindungen mit Schweißnähten	381
8.5.1	Übersicht	381
8.5.2	Bemessungshilfen für Kehlnähte	381
8.5.3	Rechnerische Schweißnahtspannungen	382
8.5.4	Halsnähte eines I-Querschnitts	385
8.5.5	Halsnähte eines Kastenquerschnitts	386
8.5.6	Trägerstoß mit Stirnplatte	387

9	Verbindungen mit Schrauben	388
9.1	Einleitung	388
9.2	Orientierungshilfen	388
9.3	Darstellung auf Zeichnungen	390
9.4	Kategorien nach DIN EN 1993-1-8	391
9.5	Löcher für Schrauben – Lochdurchmesser	393
9.6	Kraftübertragung und Tragverhalten	394
9.6.1	Vorbemerkungen	394
9.6.2	Kategorie A: Scher-/Lochleibungsverbindungen	394
9.6.3	Kategorien B und C: Kraftübertragung durch Reibung	399
9.6.4	Kategorien D und E: Zugbeanspruchung der Schrauben	399
9.6.5	Kombinierte Zug- und Abscherbeanspruchung	401
9.7	Bemessung nach DIN EN 1993-1-8	403
9.7.1	Vorbemerkungen	403
9.7.2	Werkstoffkennwerte	404
9.7.3	Rand- und Lochabstände	405
9.7.4	Beanspruchbarkeit von Schrauben	407
9.7.5	Hochfeste Schrauben in gleitfesten Verbindungen	411
9.7.6	Lange Schraubenverbindungen	412
9.7.7	Einschnittige Überlappungsstöße mit einer Schraube	412
9.7.8	Einschenkligter Anschluss von Winkelprofilen	413
9.7.9	Querschnittsschwächung durch Schraubenlöcher	414
9.7.10	Anziehen und Vorspannen von geschraubten Verbindungen	416
9.8	Schrauben, Muttern und Scheiben	420
10	Verbindungen mit Schweißnähten	425
10.1	Einleitung	425
10.2	Nahtarten und Darstellung	425
10.3	Spannungen in Schweißnähten	427
10.4	Kehlnähte	429
10.5	Andere Nahtarten	437
11	Statische Berechnungen für Stahlbauten	441
11.1	Allgemeines	441
11.2	Statische Berechnungen	442
11.3	Zeichnungen	443
11.4	Werkstattgebäude mit Pultdach	445
11.4.1	Baubeschreibung	445
11.4.2	Einwirkungen	446
11.4.3	Schnittgrößenermittlung und Nachweisführung	449
11.4.4	Stahltrapezprofil (Pos. 1) auf Pfetten	450
11.4.5	Dachpfetten HEA 120, S 235 (Pos. 2)	451
11.4.6	Bauteile in den Achsen 2 und 3	453

11.4.7	Dachträger HEA 220, S 235 (Pos. 3)	455
11.4.8	Stützen HEA 140, S 235, in der Rückwand (Pos. 5)	456
11.4.9	Eingespannte Stützen HEB 220, S 235 (Pos. 8)	458
11.4.10	Bauteile in den Achsen 1 und 4	460
11.4.11	Ortgangträger HEA 180, S 235 (Pos. 4)	461
11.4.12	Stützen HEA 140, S 235, an den Enden der Rückwand (Pos. 7)	462
11.4.13	Eingespannte Stützen HEB 220 im Giebelwandbereich (Pos. 8)	462
11.4.14	Pendelstützen HEA 140, S 235, in den Seitenwänden (Pos. 6)	462
11.4.15	Wandverband mit Diagonalen Ø 12 mm, S 235 (Pos. 9)	463
11.4.16	Anschluss der Pfetten (Pos. 2) an die Dachträger (Pos. 3)	464
11.4.17	Anschluss der Dachträger an die Einspannstützen (Pos. 8)	465
11.4.18	Anschluss der Dachträger an die Rückwandstützen (Pos. 5)	467
11.4.19	Anschluss des Wandverbandes (Pos. 9) an die Stützen	467
11.4.20	Fußpunkt der Pendelstützen (Pos. 5)	468
11.4.21	Fußpunkt der Einspannstützen (Pos. 8)	470
11.5	Lagerhalle mit Zweigelenkrahmen	472
11.5.1	Konstruktionsbeschreibung	472
11.5.2	Einwirkungen nach DIN EN 1991	473
11.5.3	Zweigelenkrahmen in der Rahmenebene	474
11.5.4	Stabilität der Rahmenstiele	477
11.5.5	Stabilität der Rahmenriegel	479
11.5.6	Dachverbände	486
11.5.7	Wandverbände	490
11.5.8	Ortgangträger HEA 120	490
11.5.9	Giebelwandstützen HEA 180	491
11.5.10	Firststoß der Zweigelenkrahmen	492
11.5.11	Rahmenecken der Zweigelenkrahmen	493
11.5.12	Fußpunkte der Zweigelenkrahmen	499
Literaturverzeichnis		501
Sachverzeichnis		504