

Neumann

Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure

Teil 3:

Maschinen- und Fahrzeugbau

5., überarbeitete Auflage

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 5. Auflage

5	Maschinenbau	1
5.1	Einführung	1
5.2	Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Maschinenbau	3
5.2.1	Allgemeine Grundlagen (Anforderungen, Funktion, Beanspruchung), Qualitätssicherung	3
5.2.2	Allgemeine Gestaltungsgrundsätze	4
5.2.2.1	Übersichten	4
5.2.2.1.1	Thesen zu allgemeinen Grundsätzen der Gestaltung	4
5.2.2.1.2	Übersicht der Bauweisen im Maschinenbau	7
5.2.2.2	Beanspruchung und Gestaltung von geschweißten Konstruktionen aus Stählen	10
5.2.2.2.1	Einfluß des Tragfähigkeitsverhaltens auf die Gestaltung	10
5.2.2.2.2	Einfluß des Steifigkeits-, Schwingungs- und Dämpfungsverhaltens auf die Gestaltung	13
5.2.2.3	Herstellung und Gestaltung von geschweißten Konstruktionen aus Stählen	14
5.2.2.3.1	Herstellungsgrundsätze	14
5.2.2.3.2	Schweißverfahren und Gestaltung	15
5.2.2.4	Gestaltung von geschweißten Guß-Stahl-Verbundkonstruktionen	31
5.2.2.4.1	Arten der Schweißverbundkonstruktionen	31
5.2.2.4.2	Gründe für die Anwendung der Verbundkonstruktion	31
5.2.2.4.3	Voraussetzungen zur Schweißverbundkonstruktion	33
5.2.2.4.4	Konstruktionsregeln	33
5.2.3	Übersicht zur Qualitätssicherung von Schweißverbindungen im Maschinenbau	34
5.2.3.1	Einführung	34
5.2.3.2	Zusammenhang zwischen Tragfähigkeit, Herstellung und Prüfung (Bewertungsgruppen)	34
5.2.3.3	Kurzübersicht über Bewertungsgruppen für Lichtbogenschweißverbindungen nach DIN EN 25817	35
5.2.3.4	Kurzübersicht über Bewertungsgruppen für Reibschweißverbindungen	40
5.2.4	Werkstoffwahl für Schweißkonstruktionen im Maschinenbau	41
5.2.4.1	Walzstähle	41
5.2.4.1.1	Übersicht	41
5.2.4.1.2	Stahlauswahl nach Anforderungen des Festigkeitsverhaltens	44
5.2.4.1.3	Stahlauswahl nach Anforderungen des Verschleißverhaltens	46
5.2.4.1.4	Stahlauswahl nach den Kriterien der Schweißbarkeit	46
5.2.4.2	Gußwerkstoffe	52
5.2.4.2.1	Ausgewählte Eisengußwerkstoffe für Gestellteile im Maschinenbau	52
5.2.4.2.2	Eigenschaften	52
5.2.4.2.3	Anwendung	52
5.2.4.2.4	Schweißbeignung	53
5.2.4.2.5	Gestaltung	54

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 5. Auflage

5	Maschinenbau	1
5.1	Einführung	1
5.2	Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Maschinenbau	3
5.2.1	Allgemeine Grundlagen (Anforderungen, Funktion, Beanspruchung), Qualitätssicherung	3
5.2.2	Allgemeine Gestaltungsgrundsätze	4
5.2.2.1	Übersichten	4
5.2.2.1.1	Thesen zu allgemeinen Grundsätzen der Gestaltung	4
5.2.2.1.2	Übersicht der Bauweisen im Maschinenbau	7
5.2.2.2	Beanspruchung und Gestaltung von geschweißten Konstruktionen aus Stählen ..	10
5.2.2.2.1	Einfluß des Tragfähigkeitsverhaltens auf die Gestaltung	10
5.2.2.2.2	Einfluß des Steifigkeits-, Schwingungs- und Dämpfungsverhaltens auf die Gestaltung	13
5.2.2.3	Herstellung und Gestaltung von geschweißten Konstruktionen aus Stählen	14
5.2.2.3.1	Herstellungsgrundsätze	14
5.2.2.3.2	Schweißverfahren und Gestaltung	15
5.2.2.4	Gestaltung von geschweißten Guß-Stahl-Verbundkonstruktionen	31
5.2.2.4.1	Arten der Schweißverbundkonstruktionen	31
5.2.2.4.2	Gründe für die Anwendung der Verbundkonstruktion	31
5.2.2.4.3	Voraussetzungen zur Schweißverbundkonstruktion	33
5.2.2.4.4	Konstruktionsregeln	33
5.2.3	Übersicht zur Qualitätssicherung von Schweißverbindungen im Maschinenbau ..	34
5.2.3.1	Einführung	34
5.2.3.2	Zusammenhang zwischen Tragfähigkeit, Herstellung und Prüfung (Bewertungsgruppen)	34
5.2.3.3	Kurzübersicht über Bewertungsgruppen für Lichtbogenschweißverbindungen nach DIN EN 25817	35
5.2.3.4	Kurzübersicht über Bewertungsgruppen für Reibschweißverbindungen	40
5.2.4	Werkstoffwahl für Schweißkonstruktionen im Maschinenbau	41
5.2.4.1	Walzstähle	41
5.2.4.1.1	Übersicht	41
5.2.4.1.2	Stahlauswahl nach Anforderungen des Festigkeitsverhaltens	44
5.2.4.1.3	Stahlauswahl nach Anforderungen des Verschleißverhaltens	46
5.2.4.1.4	Stahlauswahl nach den Kriterien der Schweißbarkeit	46
5.2.4.2	Gußwerkstoffe	52
5.2.4.2.1	Ausgewählte Eisengußwerkstoffe für Gestellteile im Maschinenbau	52
5.2.4.2.2	Eigenschaften	52
5.2.4.2.3	Anwendung	52
5.2.4.2.4	Schweißbeignung	53
5.2.4.2.5	Gestaltung	54

5.3	Geschweißte Maschinenelemente	55
5.3.1	Übersicht: Der Katalog für geschweißte Maschinenelemente	55
5.3.2	Bewegte Maschinenelemente	58
5.3.2.1	Wellen	58
5.3.2.2	Scheiben und Räder	59
5.3.2.3	Trommeln und Walzen	59
5.3.2.4	Zahnräder	59
5.3.2.5	Hebel, Kurbeln und Stangen	88
5.3.3	Unbewegte Maschinenelemente	89
5.3.3.1	Aussteifungen bei Schweißkonstruktionen	89
5.3.3.2	Träger	90
5.3.3.3	Kästen und Behälter	92
5.3.3.4	Deckel	92
5.3.3.5	Ständer, Grundplatten	95
5.3.3.6	Schraubenansätze und Füße	105
5.4	Geschweißte Baugruppen im Maschinenbau	107
5.4.1	Geschweißte Baugruppen im Werkzeug- und Verarbeitungsmaschinenbau	107
5.4.1.1	Werkstoffsubstitution, Vor- und Nachteile gegossener und geschweißter Gestell- teile	107
5.4.1.2	Bauweisen für geschweißte Gestellteile	108
5.4.1.2.1	Profilbauweise	108
5.4.1.2.2	Skelettbauweise	109
5.4.1.2.3	Rohrbauweise	109
5.4.1.2.4	Plattenbauweise	110
5.4.1.2.5	Zellenbauweise	112
5.4.1.2.6	Verbundbauweise	113
5.4.1.2.7	Faltbauweise	113
5.4.1.2.8	Mischbauweise	114
5.4.1.3	Abgrenzung für Gestellteile in Schweißkonstruktionen	115
5.4.1.4	Steifigkeitsgerechte geschweißte Gestelle	115
5.4.1.5	Dämpfungsgerechte geschweißte Gestelle	118
5.4.1.6	Hinweise für das Herstellen von Schweißkonstruktionen	120
5.4.1.6.1	Spanende Werkzeugmaschinen	120
5.4.1.6.2	Umformende Werkzeugmaschinen	123
5.4.1.6.3	Verarbeitungsmaschinen	127
5.4.2	Geschweißte Baugruppen im Schwermaschinenbau	133
5.4.2.1	Übersicht	133
5.4.2.2	Walzwerksanlagen	135
5.4.2.2.1	Rollgänge	135
5.4.2.2.2	Geschweißte Unterbauten	138
5.4.2.2.3	Konstruktionselement Schraubenaufnahme	140
5.4.2.2.4	Zusammenfassung – Walzwerksanlagenbau	141
5.4.2.3	Zementanlagen	141
5.4.2.3.1	Allgemeine Erläuterungen	141
5.4.2.3.2	Drehofen	141
5.4.2.3.3	Zementmühle	143
5.4.2.3.4	Mühlenzylinder	143

5.4.2.3.5	Austragrohr	144
5.4.2.3.6	Austragwand	145
5.4.2.3.7	Zusammenfassung – Zementanlagenbau	145
5.4.3	Geschweißte Baugruppen im Arbeits- und Kraftmaschinenbau	146
5.4.3.1	Übersicht	146
5.4.3.2	Rädergetriebe	148
5.4.3.3	Verdichter	162
5.4.3.4	Dieselmotoren	169
5.4.3.5	Dampfturbinen	181
5.4.3.6	Wasserturbinen	182
5.4.4	Geschweißte Baugruppen im Elektromaschinenbau	187
5.4.4.1	Übersicht	187
5.4.4.2	Läufer	188
5.4.4.3	Gehäuse, Gestelle und Ständer	188
5.4.5	Geschweißte Baugruppen im Haushaltsgerätebau	204
5.4.5.1	Übersicht	204
5.4.5.2	Geschweißte Dünnsblechkonstruktionen von Haushaltsgeräten	218
5.5	Qualitätssicherung der Schweißtechnik im Maschinenbau	219
5.5.1	Einleitung	219
5.5.2	Übersicht zur Akkreditierung und Zertifizierung in Europa	219
5.5.3	Globales Konzept für Zertifizierung und Prüfwesen (8 Module)	220
5.5.4	Qualitätsmanagement- und Qualitätssicherungsnormen (nach DIN EN 29000 bis 29004; ISO 9000 bis 9004)	223
5.5.5	Europäische Grundnormen zur Akkreditierung, Zertifizierung und Qualitätssi- cherung (nach DIN EN 45000 bis 45014)	224
5.5.6	Übersicht zu EG-Richtlinien	224
5.5.7	EN-Regelwerke für Maschinen	227
5.5.8	Qualitätsanforderungen an die Schweißtechnik nach europäischen Normen (DIN EN 729)	230
5.5.9	Verbindungselement Schweißnaht und die Schweißzeichnung	231
5.5.10	Bewertungsgruppen für Schweißverbindungen	234
5.5.11	Schweißanweisung, Schweißverfahrensprüfung, Schweißverfahrensanerkennung .	235
5.5.12	Schweißtechnisches Personal	239
5.6	Berechnungsgrundlagen für Schweißverbindungen im Maschinenbau	243
5.6.1	Einführung	243
5.6.1.1	Übersicht der allgemeingültigen Festigkeitsberechnung von Maschinenbauteilen; Bemessungskonzepte	243
5.6.1.2	Belastungsannahmen im Maschinenbau	245
5.6.1.2.1	Kraftwirkung	245
5.6.1.2.2	Stöße	246

5.6.1.2.3	Belastungsbild	247
5.6.1.3	Berechnungsansätze für unterschiedliche Beanspruchungsfälle	247
5.6.1.3.1	Übersicht	247
5.6.1.3.2	Dauerfestigkeitsdiagramm für ungekerbte Bauteile	249
5.6.1.3.3	Erhöhungsfaktor der Fließgrenze für gekerbte Bauteile	249
5.6.1.3.4	Beanspruchungsfälle	250
5.6.2	Berechnung von ungeschweißten Maschinenbauteilen (Nachweis gegen Überschreiten der Fließgrenze und Dauerfestigkeitsnachweis)	251
5.6.3	Berechnung von Schmelzschweißverbindungen	251
5.6.3.1	Übersicht	251
5.6.3.2	Nachzuweisende Querschnitte der Schweißverbindungen	253
5.6.3.3	Ermittlung der Nennspannungen bei Schweißverbindungen	255
5.6.3.4	Festigkeits- und Ermüdungsnachweise für Schweißverbindungen (unter Berücksichtigung der Bewertungsgruppen nach DIN EN 25817)	256
5.6.3.4.1	Übersicht	256
5.6.3.4.2	Vorschlag zur Berechnung von Schweißverbindungen für statische (vorwiegend ruhende) Beanspruchung im nicht geregelten Bereich	257
5.6.3.4.3	Vorschlag der Berechnung von Schweißverbindungen für schwingende (dynamische) Beanspruchung (IIW-Konzept)	259
5.6.3.4.4	Beispiele der Berechnung von Schweißverbindungen unter Berücksichtigung von DIN EN 25817 im nicht geregelten Bereich	277
5.6.3.5	Allgemeiner Spannungsnachweis und Betriebsfestigkeitsnachweis nach Grundsätzen für Stahltragwerke von Kranen (nach DIN 15018-1, Nov. 1984)	285
5.6.3.6	Überschlagswerte von zulässigen Spannungen für Vorausberechnung	285
5.6.3.7	Schlußbetrachtung zu Berechnungsgrundlagen von Schmelzschweißverbindungen	286
5.6.4	Berechnung von Reibschweißverbindungen	286
5.6.4.1	Übersicht	286
5.6.4.2	Vorschlag für die Bemessung von Reibschweißverbindungen unter Berücksichtigung von Bewertungsgruppen im nicht geregelten Bereich	287
5.6.4.2.1	Ermittlung der Querschnittswerte und der Nennspannungen	287
5.6.4.2.2	Vorschlag zur Berechnung von Reibschweißverbindungen bei vorwiegend ruhender (statischer) Beanspruchung	288
5.6.4.2.3	Vorschlag zur Berechnung von Reibschweißverbindungen bei schwingender Beanspruchung	289
5.6.4.2.4	Schlußbetrachtung zur Berechnung von Reibschweißverbindungen	293
5.6.4.3	Beispiele der Berechnung von Reibschweißverbindungen unter Berücksichtigung der Bewertungsgruppen im nicht geregelten Bereich	293
5.6.5	Berechnung von Widerstandspunktschweißverbindungen	296
5.6.5.1	Übersicht	296
5.6.5.2	Auszug aus Merkblatt DVS 2902-3 „Widerstandspunktschweißen von Stählen bis 3 mm Einzeldicke – Konstruktion und Berechnung“	296

6	Straßenfahrzeugbau	305
6.1	Einführung	305
6.2	Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Straßenfahrzeugbau	305
6.2.1	Allgemeine Grundlagen	305
6.2.2	Werkstoffwahl	308
6.2.3	Herstellungsbedingungen und Qualitätssicherung	309
6.3	Geschweißte Baugruppen des Straßenfahrzeugbaus	312
6.3.1	Grundsätzliches	312
6.3.2	Nutzkraftwagen (NKW, LKW)	313
6.3.3	Kraftomnibus (KOM)	319
6.3.4	Anhängefahrzeuge	319
6.3.5	Spezialfahrzeuge	322
6.3.6	Traktoren	323
6.3.7	Kleintransporter	324
6.3.8	Personenkraftwagen (PKW)	326
6.3.9	Zweiräder	329
6.4	Schweißtechnische Instandsetzung von Straßenfahrzeugen	331
6.4.1	Konstruktive und technologische Maßnahmen der schweißtechnischen Instandsetzung	331
6.4.2	Schweißtechnische Instandsetzung von Einzelteilen und Baugruppen	333
6.4.3	Instandsetzungsverfahren	338
6.5	Berechnung von Schweißverbindungen im Straßenfahrzeugbau	341
6.5.1	Grundsätzliches	341
6.5.2	Beanspruchung und Berechnung von Kraftfahrzeugen	341
6.5.3	Belastungsannahmen für Kraftfahrzeuge	342
6.5.4	Vorschläge der Bemessung von Schweißverbindungen im Straßenfahrzeugbau	345
6.5.4.1	Übersicht	345
6.5.4.2	Bemessung von Schmelzschweißverbindungen	346
6.5.4.3	Bemessung von Reibschweißverbindungen	346
6.5.4.4	Bemessung von Widerstandspunktschweißverbindungen	347

7	Schienefahrzeugbau	348
7.1	Einführung	348
7.2	Grundsätze der Gestaltung von Schweißkonstruktionen im Schienefahrzeugbau	355
7.2.1	Wiederkehrende Schweißverbindungen	357
7.2.1.1	Träger	357
7.2.1.2	Eckverbindungen, Seitenbleche und Trägeranschlüsse	357
7.2.1.3	Punktschweißverbindungen	358
7.2.2	Hauptsächliche Schweißverfahren	358
7.3	Geschweißte Baugruppen des Schienefahrzeugbaus	360
7.3.1	Hauptbaugruppen	361
7.3.1.1	Drehgestelle, Drehzapfenträger	361
7.3.1.2	Untergestellrahmen	364
7.3.1.3	Wand- und Dachkonstruktionen (Wagenkästen)	367
7.3.2	Großsektionen	367
7.3.3	Sonderkonstruktionen	368
7.4	Berechnungsgrundlagen für Schweißverbindungen im Schienefahrzeugbau	369
7.4.1	Einsatzbedingungen und Beanspruchung von Schienefahrzeugen	369
7.4.2	Lastannahmen	370
7.4.3	Grundsätze des Festigkeitsnachweises	373
7.4.4	Einsatz der Rechentechnik zur Nachweisführung	377
7.4.5	Zulässige Spannungen und Sicherheiten	378
7.5	Berechnungsbeispiele	384
7.5.1	Allgemeine Bemerkungen	384
7.5.2	Berechnung einer Schweißverbindung an einem Querträger eines Güterwagenuntergestells	384
7.5.3	Berechnung eines Reisezugwagenkastens	387
7.5.4	Berechnung eines Drehgestellrahmens – Aufgabenstellung und Modellierung	392
	Literaturverzeichnis	398