

Lernfelder: Herstellen von Blechteilen, Umformteilen und Konstruktionen aus Profilen 11

1	Umformen	11
1.1	Einteilung der Umformverfahren	11
1.2	Schmieden.....	11
1.2.1	Technologische Grundlagen	11
1.2.2	Schmiedeverfahren	14
1.2.3	Werkzeuge zum Schmieden.....	16
1.2.4	Kunstschmieden und Gestaltung	17
1.3	Richten	19
1.3.1	Kaltrichten	19
1.3.2	Warmrichten	20
1.4	Biegeumformen	22
1.4.1	Technologische Grundlagen	22
1.4.2	Biegen von Rohren und Profilen	23
1.4.3	Biegeumformen von Blech	24
1.5	Zug- und Druckumformen	26
1.6	Fügen durch Umformen.....	26
1.6.1	Falten	27
1.6.2	Clinchen-Durchsetzfügen	27
1.6.3	Blindnieten.....	28
1.6.4	Fügeverfahren mit Funktionselementen	28
2	Spanen	29
2.1	Werkzeugschneide	29
2.2	Einflussgrößen der Zerspanung	29
2.3	Bohren	30
2.4	Sägen	31
2.5	Fräsen.....	32
2.6	Herstellung von Gewinden	33
2.6.1	Schneiden von Außengewinden.....	33
2.6.2	Bohren von Innengewinden.....	33
2.7	Schleifen und Feinbearbeitungs- verfahren	34
2.7.1	Spanungsvorgang	34
2.7.2	Schleifwerkzeuge	34
2.7.3	Arbeit mit Schleifwerkzeugen	36
2.7.4	Schleifverfahren und Schleif- maschinen	37
2.8	Trennschleifen.....	39
2.9	Polieren und Bürsten	39
3	Mechanisches Zerteilen und Thermisches Trennen	41
3.1	Keilschneiden	41
3.2	Scherschneiden.....	41
3.2.1	Prinzip des Scherschneidens	41
3.2.2	Offen-Schneiden	43
3.2.3	Geschlossen-Schneiden.....	47
3.3	Thermisches Trennen.....	49
3.3.1	Autogenes Brennschneiden.....	49
3.3.2	Schmelzschneiden	51
3.3.3	Laserstrahlschneiden	52

4	Schraub-, Niet- und Klemm- verbindungen	55
4.1	Fügeverfahren im Metall- und Stahlbau (Übersicht)	55
4.2	Schraubverbindungen	56
4.2.1	Schraubenbezeichnung	56
4.2.2	Handelsformen und Verwendung der Schrauben	57
4.2.3	Muttern	59
4.2.4	Unterlegscheiben	59
4.2.5	Selbsthemmung von Gewinden	59
4.2.6	Spannschlösser.....	60
4.2.7	Schraubensicherungen	60
4.2.8	HV-Schrauben	62
4.2.9	Vorteile von Schraubverbindungen im Stahlbau	62
4.2.10	Schraubenabstände	63
4.2.11	Scher-Lochleibungs-Schraub- verbindung (SL-Verbindung)	63
4.2.12	Gleitfest vorgespannte Verbindung (GV-Verbindung)	65
4.2.13	Korrosionsschutz der Schraub- verbindungen	66
4.3	Trägerklemmverbindungen	67
4.4	Nietverbindungen	68
4.4.1	Warmnietung	68
4.4.2	Kalt Nietung	68
4.4.3	Blindniete	69
5	Stoffschlüssige Verbindungen	71
5.1	Schweißverfahren	71
5.1.1	Gasschmelzschweißen	72
5.1.2	Lichtbogenschmelzschweißen	77
5.1.3	Unterpulverschweißen	84
5.1.4	Schutzgassschweißen	85
5.1.5	Wolfram-Plasmaschweißen WP	90
5.1.6	Laserstrahlschweißen	91
5.2	Pressschweißverfahren	93
5.3	Schweißverbindung	96
5.3.1	Schweißnaht	96
5.3.2	Schweißspannungen	97
5.3.3	Schweißfolgeplan	97
5.3.4	Gestaltung von Schweißverbin- dungen	98
5.4	Schweißbarkeit von Metallwerk- stoffen	99
5.5	Kunststoffschweißen	103
5.6	Löten	104
5.6.1	Lötorgang	104
5.6.2	Lötverfahren	105
5.6.3	Lote	106
5.6.4	Flussmittel	107
5.7	Kleben	108
5.7.1	Kleben im Metallbau	108

5.7.2	Wirkungsweise der Klebstoffe	108	7.9.2	CNC-Laserschneidtechnik	139
5.7.3	Arten der Klebstoffe	109	7.9.3	Wasserstrahlschneiden	139
5.7.4	Vorbehandlung der Klebeflächen	111	7.9.4	Blechbiegen, CNC-gesteuert	140
5.7.5	Gestaltungsregeln für Klebe- verbindungen	111	7.9.5	CNC-gesteuertes Biegen von Rohren	141
5.7.6	Verarbeitung der Klebstoffe	111	7.9.6	Stanzen und Nibbeln mit NC-Maschinen	142
5.7.7	Vor- und Nachteile von Klebe- verbindungen	112	7.9.7	Komplettbearbeitung von Profilen	144

6 Elektrische Maschinen und Anlagen

6.1	Elektrischer Stromkreis	113
6.2	Elektromagnetismus	114
6.2.1	Elektromagnetische Induktion	114
6.2.2	Wechselstromgenerator	115
6.2.3	Transformator	116
6.3	Elektromotoren	118
6.3.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	118
6.3.2	Gleichstrommotoren	119
6.3.3	Wechselstrommotoren	120
6.3.4	Arbeit mit Elektromotoren	120
6.4.1	Fehler an elektrischen Anlagen	121
6.4.2	Schutzmaßnahmen	121

7 NC-Technik im Metallbau

7.1	Informationsfluss in der NC-Technik	123
7.2	Aufbau von NC-Maschinen	124
7.2.1	Eingabeeinheiten	124
7.2.2	Verarbeitungseinheit	125
7.2.3	Ausgabeeinheiten	126
7.3	Konstruktive Merkmale von NC-Maschinen	126
7.3.1	Führungen und Spindeln	126
7.3.2	Wegmesssysteme	127
7.4	Steuerungssarten	128
7.5	Koordinatensysteme	128
7.6	Programmaufbau	129
7.6.1	Programmtechnische Informationen	129
7.6.2	Geometrische Informationen	130
7.6.3	Technologische Informationen	131
7.6.4	Zusätzliche Informationen	131
7.7	Manuelle Programmierung	132
7.7.1	Systematik der Programm- erstellung	132
7.7.2	Bearbeitungsprogramm	132
7.7.3	Werkzeugbahnnkorrektur	133
7.7.4	Programmierung von Kreisen	133
7.7.5	Bearbeitzyklen	135
7.7.6	Unterprogrammtechnik	135
7.8	Maschinelle Programmierung	136
7.8.1	Programmerstellung in der Arbeitsvorbereitung	136
7.8.2	CAD/CAM-Verfahren	136
7.9	Anwendung der NC-Technik in der Metallbaupraxis	137
7.9.1	CNC-Brennschneideanlagen	137

Lernfeld: Demontieren und Montieren von Baugruppen in der Werkstatt

8	Heben und Bewegen von Lasten	151
8.1	Physikalische Grundlagen	151
8.2	Hebezeuge	154
8.2.1	Hebegeräte	154
8.2.2	Flaschenzüge	155
8.2.3	Hand-Hubzuggeräte	156
8.2.4	Elektrozug	157
8.2.5	Hebebühnen	157
8.2.6	Krane	157
8.2.7	Sperrwerke und Bremsen	158
8.3	Flurförderfahrzeuge	159
8.4	Befestigung von Lasten	159
8.4.1	Anschlagen von Lasten	159
8.4.2	Anschlagmittel	160
8.5	Arbeitssicherheit und Unfallschutz	164
9	Befestigung von Bauteilen	165
9.1	Befestigung mit Mauerankern und Bindemitteln	165
9.2	Befestigung mit Setzbolzen	166
9.2.1	Bolzensetzwerkzeuge	166
9.2.2	Setzbolzen	166
9.2.3	Kartuschen	166
9.3	Befestigung mit Ankern und Dübeln	167
9.3.1	Baustoff als Verankerungsgrund für Dübel	167
9.3.2	Haltemechanismen für Dübel	168
9.3.3	Belastungsart	169
9.3.4	Montagearten	170
9.3.5	Polyamiddübel (Nylondübel)	171
9.3.6	Metallspreizdübel (Schwerlastdübel)	173
9.3.7	Spreizdruckfreie Dübel	173
9.3.8	Befestigung ohne Dübel und Anker	176
10	Montage, Demontage und Entsorgung	177
10.1	Werkstattmontage	177
10.1.1	Planen der Montage	179
10.1.2	Beispiel: Montage einer Treppe in der Werkstatt	180
10.2	Demontage	187
10.3	Abfälle vermeiden, verwerten, entsorgen	187

Lernfeld: Herstellen von Stahl- und Metallbaukonstruktion

191

11	Sicherheit am Bau	191
11.1	Persönliche Arbeitsschutzmittel	191
11.1.1	Schutzhelme	191
11.1.2	Fußschutz	192
11.2	Gerüste und Leitern	193
11.3	Anseilschutz	195

12	Vermessungsarbeiten am Bau	197
12.1	Schnurgerüst	197
12.2	Längenmessungen	198
12.3	Winkelmessungen	199
12.4	Festlegung von Gebäudehöhen	199
12.5	Festlegung der Ausbauhöhen	200

13	Stahlbau und Dachkonstruktionen	201
13.1	Einteilung des Stahlbaus	201
13.2	Konstruktionselemente eines Stahlskelettbau	203
13.2.1	Einwirkungen von Kräften auf ein Stahlskelett	203
13.2.2	Lastannahmen und Bemessungswerte	204
13.2.3	Bautechnische Besonderheiten des Stahlbaus	204
13.3	Spannungsarten in Bauteilen	205
13.3.1	Normalspannungen	205
13.3.2	Schubspannungen	205
13.3.3	Bemessung der Bauteile	206
13.4	Stützen	207

13.4.1	Wirkungsweise von Stützen	207
13.4.2	Bauformen	208
13.4.3	Standfestigkeit von Stützen	209
13.4.4	Stützenköpfe	210
13.4.5	Stützenstöße	210
13.4.6	Stützenfüße	211
13.4.7	Verankerung von Stützen	212
13.5	Träger	214
13.5.1	Walzträger	214
13.5.2	Geschweißte Blechträger	215
13.5.3	Wabenträger	215
13.5.4	Biegebeanspruchung in Trägern	216
13.5.5	Fachwerkträger	220
13.5.6	Schwere Fachwerkträger	223
13.5.7	Leichtbau-Fachwerkträger	224
13.5.8	Raumfachwerke	226
13.5.9	Rahmenträger (Vierendeelträger)	227
13.5.10	Leichtbau mit Rahmenträgern aus Hohlprofilen	228

13.6	Trägerverbindungen	229
13.6.1	Trägerauflager	229
13.6.2	Trägeranschlüsse	231
13.6.3	Trägerstöße	235
13.6.4	Trägerbearbeitungen	237

13.7	Aussteifungen und Abspannungen	238
13.7.1	Aussteifungen	238
13.7.2	Seiltragwerke	240
13.8	Stahlhallenbau	241
13.8.1	Dachformen und statische Systeme	241
13.8.2	Konstruktionselemente einer Satteldachhalle	244
13.8.3	Krananlagen in Stahlhallen	245
13.9	Raumabschließende Bauelemente	247
13.9.1	Stahlbetonverbunddecken	247
13.9.2	Träger- und Profilverbunddecken	250
13.9.3	Wände	252
13.9.4	Dächer	254
13.10	Stahlbau-Abschlussaufgabe: Kranbahnkonsolen einer 2-schiffigen Halle	256

Lernfeld: Herstellen von Türen, Toren und Gittern

259

14	Türen	259
14.1	Aufbau einer Drehflügeltür	259
14.2	Arten und Merkmale von Türen	261
14.2.1	Einbauort	261
14.2.2	Bewegungsart	261
14.2.3	Bewegungsrichtung	261
14.2.4	Bauarten von Türen	262
14.3	Türen mit besonderen Funktionen	266
14.4	Werkstoffe für Türen	270
14.5	Türabschließer	271
14.6	Beschläge für Türen	273
14.7	Einbau und Montage	274
15	Tore	275
15.1	Hallentore	275
15.1.1	Drehtore	276
15.1.2	Schiebetore	276
15.1.3	Schiebefalttore	278
15.1.4	Schwingtore	280
15.1.5	Rolltore	281
15.1.6	Sektionaltore	281
15.1.7	Sicherheitseinrichtungen	282
15.2	Tore für den Außenbereich	283
15.2.1	Schiebetore	283
15.2.2	Drehtore	283
16	Schlösser	287
16.1	Schlossarten	287
16.2	Aufbau und Funktionsweise von Falle-Riegel-Schlössern	288
16.3	Normmaße von Schlössern	289
16.3.1	Bezeichnung von Einstektschlössern	290
16.3.2	Bezeichnungsbeispiele	290
16.4	Schlosssicherungen	290
16.4.1	Buntbartschloss	290
16.4.2	Chubschloss	291

16.4.3	Zylinderschlösser	292	19.4.2	Brandschutzmaßnahmen	348
16.4.4	Elektronische Zutrittskontrolle	299	19.4.3	Schutz von Bauteilen aus Stahl	348
16.5	Schließenanlagen	301	20	Fenster	349
17	Gitter und Roste	303	20.1	Aufbau und Bauteile von Fenstern ..	349
17.1	Bewegliche Gitter	303	20.2	Bauarten und Einteilung der Fenster ..	350
17.2	Feststehende Gitter	303	20.2.1	Konstruktionsarten	350
17.3	Gitterroste und Roste aus Stahlblech	304	20.2.2	Öffnungsarten	350
17.3.1	Anwendung und Eigenschaften	304	20.2.3	Rahmenwerkstoffe	352
17.3.2	Bauarten	304	20.2.4	Fenster mit besonderen Funktionen ..	354
17.3.3	Aussparungen und Rand-einfassungen	305	20.3	Fensterbeschläge	356
17.3.4	Korrosionsschutz	305	20.3.1	Dreh-Kippbeschlag	356
17.3.5	Sicherheitsroste	305	20.3.2	Einbruchhemmende Beschläge	358
17.3.6	Normroste und Trittstufen	305	20.3.3	Hebe-Schiebeflügelbeschlag	358
17.3.7	Verlegeplan	306	20.4	Herstellung von Fenstern	359
17.3.8	Stützweite	306	20.4.1	Aufmaß am Bauwerk	359
17.3.9	Befestigung der Roste	307	20.4.2	Zuschnitt und Bearbeitung	359
17.3.10	Bestellangaben	307	20.4.3	Rahmenverbindung	360
17.3.11	Sicherheitshinweise	307	20.4.4	Beschlageinbau	360
17.3.12	Montagebeispiel – Abschlussaufgabe	308	20.5	Montage von Fenstern	361
			20.5.1	Klotzung der Scheiben	362
			20.5.2	Verglasungssysteme	363
			20.5.3	Anschluss und Befestigung am Bauwerk	363
18	Steuern und Regeln	309	20.6	Schaufenster und Vitrinen	366
18.1	Steuern	309	21	Fassaden und Glaskonstruktionen	367
18.2	Regeln	309	21.1	Einteilung und Bauarten	367
18.3	Steuerungarten	310	21.1.1	Warmfassaden	368
18.3.1	Mechanische Steuerungen	311	21.1.2	Kaltfassaden	369
18.3.2	Pneumatische Steuerungen	311	21.1.3	Kalt-Warmfassaden (CW-Fassade) ..	369
18.3.3	Hydraulische Steuerungen	316	21.1.4	Doppelfassade, Zweite-Haut-Fassade	370
18.3.4	Elektrische Steuerungen	320	21.1.5	Ganzglasfassaden (Structural Glazing)	370
18.3.5	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	323	21.1.6	Punktgehaltene Glasfassade	371
18.3.6	Steuerungstechnische Projekte	325	21.2	Überkopfverglasung (Schrägverglasung)	371
			21.3	Wasserabführung bei Fassaden	372
			21.4	Planung, Fertigung und Montage von Fassaden	373
19	Bauphysik	331	21.4.1	Planungsgrundlagen	373
19.1	Wärmeschutz	331	21.4.2	Montage der Unterkonstruktion	374
19.1.1	Einsparung von Heizenergie	331	21.4.3	Pfosten-Riegel-Montage	375
19.1.2	Wärmeschutz am Bau	332	21.4.4	Elementmontage	375
19.1.3	Grundlagen der Wärmelehre	332	21.5	Glasanbauten	376
19.1.4	Wärmetransport	334	21.6	Sonnenschutz	378
19.1.5	Wärmedämmung von Gebäuden	336	21.6.1	Innenliegende Sonnenschutzanlagen	378
19.1.5	Energieeinsparung	339	21.6.2	Äußere Sonnenschutzanlagen	379
19.2	Feuchteschutz	341			
19.3	Schallschutz	343			
19.3.1	Entstehung des Schalls	343			
19.3.2	Schallausbreitung	344			
19.3.3	Schallwahrnehmung	344			
19.3.4	Schallschutz im Hochbau	345			
19.4	Brandschutz	347			
19.4.1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	347	22	Treppen	385
			22.1	Trepparten	385
			22.2	Konstruktionsarten von Treppen	387

Lernfeld: Herstellen von Fenstern, Fassaden und Glasanbauten 331

Lernfeld: Herstellen von Treppen und Geländern 385

22.2.1	Wangentreppen.....	387	25.2.3	Diagnostik, Fehleranalyse und Dokumentation	428
22.2.2	Holmtreppen	387	25.2.4	Instandhaltung von Arbeitsmitteln ..	431
22.2.3	Spindeltreppen	388			
22.3	Stufenarten	388			
22.4	Bezeichnungen an der Treppe	389			
22.5	Hauptmaße von Treppen	390			
22.6	Konstruktionsbeispiel.....	391			
22.6.1	Geschoss Höhenberechnung	391			
22.6.2	Steigerungsberechnung.....	392	26	Werkstofftechnik	435
22.6.3	Konstruktion der Wangen	393	26.1	Übersicht der Werkstoffe	435
22.7	Stufenverziehung bei gewendelten Treppen	395	26.2	Auswahl der Werkstoffe nach ihren Eigenschaften	436
22.8	Anreißen von Wangen	398	26.3	Stähle und Gusseisen.....	438
22.9	Berechnung mit Computern	398	26.3.1	Roheisengewinnung und Stahlherstellung	438
23	Geländer.....	403	26.3.2	Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen..	440
23.1	Aufbau des Geländers	403	26.3.3	Normung der Stahlerzeugnisse (Formnormung).	443
23.2	Geländer in und an Wohnhäusern ..	404	26.3.4	Kurznamen für Stähle und Stahlguss	445
23.3	Industriegeländer	405	26.3.5	Kurznamen für Gusseisenwerkstoffe	447
23.4	Befestigung der Geländer	406	26.3.6	Alte Kurznamen der Stähle und Gusseisenwerkstoffe	448
23.5	Biegen eines Treppengeländer- Krümmings.....	407	26.3.7	Werkstoffnummern für Stähle, Guss-eisenwerkstoffe und Stahlguss	449
			26.3.8	Einteilung der Stähle und Guss-eisenwerkstoffe.....	450
			26.3.9	Stähle für den Metallbau und den Stahlbau.....	451
			26.3.10	Korrosionsbeständige Stähle (Edelstahl Rostfrei)	453
24	Qualitätsmanagement.....	411	26.3.11	Stähle für Bleche und Bänder	455
24.1	Aufgaben des Qualitäts-managements	412	26.3.12	Maschinenbaustähle.....	456
24.1.1	Qualitätsplanung.....	412	26.3.13	Werkzeugstähle.....	457
24.1.2	Qualitätslenkung.....	413	26.3.14	Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss	458
24.1.3	Qualitätsprüfung.....	413	26.4	Innerer Aufbau der Metalle	459
24.1.4	Qualitätsverbesserung	413	26.4.1	Gefüge und kristalline Struktur	459
24.2	Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9000:2005	414	26.4.2	Innerer Aufbau und Eigenschaften	459
24.2.1	Die acht Grundsätze des Qualitätsmanagementsystems	414	26.4.3	Kristallgittertypen der Metalle	460
24.3	Modell eines Qualitätsmanagement-systems	415	26.4.4	Entstehung des Metallgefuges	460
24.3.1	Verantwortung der Leitung	416	26.4.5	Gefüge reiner Metalle und von Legierungen.....	461
24.3.2	Management der Mittel	416	26.4.6	Schmelz- und Erstarrungsverhalten	462
24.3.3	Produkt- und Dienstleistungs-realisierung	416	26.4.7	Eisen-Kohlenstoff-Zustands-diagramm und Gefügearten der unlegierten Stähle.....	463
24.3.4	Messung, Analyse und Verbesserung.....	416	26.5	Wärmebehandlung der Stähle	464
24.4	Qualität ist nicht nur Chefsache.....	416	26.5.1	Glühen	464
			26.5.2	Härten.....	465
			26.5.3	Vergüten.....	468
25	Instandhaltung.....	417	26.5.4	Härten der Randzone	468
25.1	Grundlegende Begriffe.....	417	26.6	Aluminium und Aluminium-legierungen	470
25.2	Instandhaltung von Systemen im Metall- und Stahlbau	425	26.6.1	Aluminium-Werkstoffe	471
25.2.1	Vorbeugende Instandhaltungs-maßnahmen	425	26.6.2	Handhabung und Bearbeitung von Aluminium-Bauteilen	472
25.2.2	Instandhaltungsvorschriften	427	26.6.3	Fügen von Aluminium-Bauteilen	472
			Lernfeldübergreifendes Wissen.....	435	

26.7	Kupfer und Kupferlegierungen	473	26.12.1	Faserverstärkte Verbundwerkstoffe	497
26.7.1	Unlegierte Kupferwerkstoffe	473	26.12.2	Teilchenverstärkte Verbundwerkstoffe	498
26.7.2	Kupfer-Legierungen	474	26.12.3	Schicht und Strukturverbunde	498
26.8	Weitere wichtige Metalle	476	26.13	Hilfsstoffe	499
26.9	Sinterwerkstoffe	478	26.14	Glas und Glasbauteile	501
26.9.1	Herstellung von Sinterteilen	478	26.15	Werkstoffprüfung	503
26.9.2	Typische Anwendungen	478	26.15.1	Technologische Prüfverfahren	503
26.9.3	Hartmetalle	479	26.15.2	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	503
26.10	Korrosion und Korrosionsschutz	480	26.15.3	Härteprüfungen	504
26.10.1	Elektrochemische Korrosion	480	26.15.4	Zugversuch	505
26.10.2	Erscheinungsformen der Korrosion	481	26.15.5	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	506
26.10.3	Korrosion bei hohen Temperaturen	482	26.15.6	Metallografische Untersuchungen	507
26.10.4	Einflussfaktoren auf die Korrosion eines Bauteils	482	26.16	Werkstoffe und Hilfsstoffe – Umwelt- und Gesundheitsschutz	508
26.10.5	Auswahl der Werkstoffe nach dem Korrosionsverhalten	483	26.16.1	Umgang mit Werk- und Hilfsstoffen	508
26.10.6	Korrosionsschutzgerechte Konstruktion	484	26.16.2	Recycling und Entsorgung in Metallbaubetrieben	509
26.10.7	Korrosionsschutz von Stahlbauten	485	26.16.3	Vermeiden von Schadstoffen	510
26.10.8	Vorbereiten der Stahloberflächen	485	26.16.4	Gesundheitsgefährdende Stoffe im Metallbau	511
26.10.9	Korrosionsschutz von Stahlbauteilen durch Feuerverzinken	486			
26.10.10	Korrosionsschutzbeschichtung von Stahlbauteilen	487	27	Kommunikation und Präsentation	513
26.10.11	Katodischer Korrosionsschutz von Stahlbauteilen	488	27.1	Kommunikation	513
26.10.12	Korrosionsschutz bei korrosionsbeständigen Stählen	488	27.1.1	Kommunikationsebenen	513
26.10.13	Korrosionsschutz von Aluminium-Bauteilen	489	27.1.2	Kommunikationsarten	513
26.10.14	Korrosionsschutz bei Maschinen	489	27.1.3	Kommunikationsmodelle	515
26.11	Kunststoffe (Plaste)	490	27.1.4	Probleme in der Kommunikation	515
26.11.1	Eigenschaften und Verwendung	490	27.1.5	Kommunikationsstrategien	515
26.11.2	Herstellung und innerer Aufbau	490	27.1.5.1	Strategie zur Vermeidung von Konflikten „Aktives Zuhören“	517
26.11.3	Technologische Einteilung	491	27.1.5.2	Strategie zur Beseitigung von bestehenden Konflikten „Metakommunikation“	517
26.11.4	Thermoplaste	492	27.2	Präsentation	519
26.11.5	Duroplaste	493			
26.11.6	Elastomere	494			
26.11.7	Sonderanwendungen von Kunststoffen im Metallbau	494			
26.11.8	Weiterverarbeitung der Kunststoff-Erzeugnisse	496			
26.12	Verbundwerkstoffe	497			
				Sachwortverzeichnis	523
				Weiterführende Literatur	542
				Bildquellenverzeichnis	543

Kurz-Inhaltsverzeichnis englisch

learning fields: making of sheet pieces, formed parts and sectional steel structures	10	assembly, disassembly and disposal	20.4	window manufacture	359
		10.1 shop assembly	20.5	window installation	361
1 forming	11	10.2 disassembly	20.6	shop windows and showcases	366
1.1 classification of forming techniques	11	10.3 avoidance, recycling and disposal of waste	21	façades and glass structures	367
1.2 forging	11		21.1	classification and types	367
1.3 straightening	19		21.2	overhead glazing	371
1.4 bend forming	22	learning field: making of steel and metal structures	21.3	façade drainage	372
1.5 tensile and compression forming	26		21.4	façade design, fabrication and assembly	373
1.6 joining by forming	27	11 safety on site	21.5	glass annexes	376
2 machining	29	11.1 personal protective equipment	21.6	sun-shading	378
2.1 tool edge	29	11.2 scaffoldings and ladders		learning field: making of stairs and balustrades	
2.2 influencing variables in chip removal processes	29	11.3 antifall roping	191	22 stairs	385
2.3 drilling	30	12 surveying on site	191	22.1 types of stairs	385
2.4 sawing	31	12.1 alignment stage	197	22.2 construction types of stairs	387
2.5 milling	32	12.2 length measurement	198	22.3 tread types	388
2.6 threading	33	12.3 angular measurement	199	22.4 stairway terminology	389
2.7 grinding	34	12.4 determining building heights	199	22.5 main dimensions of stairs	390
2.8 cut-off grinding	39	12.5 determining finishing and completion heights	200	22.6 sample design of a stairway	391
2.9 polishing and brushing	39	13 structural steelwork and roof structures	22.7	turning the steps of a spiral stairway	395
3 mechanical parting and thermal cutting	41	13.1 structural steelwork classification	201	22.8 marking-out of stringers	398
3.1 wedge-action cutting	41	13.2 constructional elements	201	22.9 computer calculation	398
3.2 shear cutting	41	13.3 types of stress acting in structural components	205	23 balustrades	403
3.3 thermal cutting	49	13.4 piers	207	balustrade design	403
4 screwed, riveted and clamped joints	13.5	13.5 girders	214	balustrades in and at residential buildings	404
4.1 joining processes	55	13.6 girder connection	229	23.3 industrial guard-rail	405
4.2 screwed joints	56	13.7 bracing and guy ropes	238	23.4 fixing balustrades	406
4.3 clamping girder joints	67	13.8 industrial steel buildings	241	23.5 bending a string wreath	407
4.4 riveted joints	68	13.9 space-enclosing structural elements	247	learning field: maintenance of structural metal and steel systems	
5 self-substance joints	71	learning field: making of doors, gates and fences		24 quality management	411
5.1 welding methods	71		24.1	tasks of quality management	411
5.2 pressure welding methods	93	14 doors	24.2	quality management according to DIN EN ISO 9000:2005	414
5.3 welded joint	96	14.1 revolving folding-door structure	259	24.3 quality management system model	415
5.4 weldability of metals	99	14.2 door types and features	259	24.4 quality assurance is not only a matter for the boss!	416
5.5 welding of plastics	103	14.3 doors with specific functions	261		
5.6 soldering	104	14.4 door materials	266	25 maintenance	417
5.7 bonding	108	14.5 door closer	271	25.1 basic terms	417
6 electrical machines and devices	113	14.6 door fittings	273	25.2 maintenance of structural systems in metal and steel construction	425
6.1 electric circuit	113	14.7 placing and assembly	274		
6.2 electromagnetism	114	15 doors and gates	275	26 interdisciplinary knowledge	
6.3 electric motors	118	15.1 entrance doors	275		
7.1 work flow in NC technology	123	15.2 exterior doors	283	26.1 materials science	435
7.2 design of NC machines	123	16 locks	287	26.1 general survey of materials	435
7.3 design characteristics of NC machines	124	16.1 types of locks	287	26.2 choice of materials depending on their properties	436
7.4 controller types	126	16.2 design and operating mode	288	26.3 steel and cast iron	438
7.5 coordinate systems	128	16.3 standard dimensions of locks	289	26.4 inner structure of metals	459
7.6 program structure	128	16.4 door lock safety catch	290	26.5 heat treatment of steel	464
7.7 manual programming	132	16.5 master-keyed systems	301	26.6 aluminium and aluminium alloys	470
7.8 machine-aided programming	136	17 grills and grates	303	26.7 copper and copper alloys	473
7.9 using NC technology in metal construction	137	17.1 articulated grills	303	26.8 other important metals	476
		17.2 fixed grills	303	26.9 sintered materials	478
		17.3 gratings	304	26.10 corrosion and corrosion protection	480
learning field: dismantling and assembling structural modules in the shop	18	control engineering	309	26.11 plastics	490
	18.1	open-loop control	309	26.12 composite materials	497
	18.2	closed-loop control	309	26.13 process materials	499
	18.3	controller types	310	26.14 glass and glass components	501
8 lifting and moving loads	151	learning field: making of windows, façades and glass annexes		26.15 material testing	503
8.1 basic physics	151		26.16 environmental and health protection	508	
8.2 hoists	154				
8.3 industrial trucks	159	19 building physics	331	27 communication and presentation	513
8.4 fastening loads	159	19.1 thermal insulation	331	27.1 communication	513
8.5 safety at work and protection against accidents	164	19.2 moisture protection	341	27.2 presentation	519
9 mounting of structural components	165	19.3 noise insulation	343		
9.1 mounting with masonry anchors	165	19.4 fire protection	347		
9.2 mounting with studs	166				
9.3 mounting with dowels	167	20 windows	349	subject index	523
		20.1 window design and components	349	further reading	542
		20.2 window types and classification	350	image references	543
		20.3 window fittings	356		