

Inhaltsverzeichnis	4...9
Kurzinhaltsverzeichnis englisch	10

Lernfelder: Herstellen von Blechteilen, Umformteilen und Konstruktionen aus Profilen

1	Umformen	11...28
2	Spanen	29...40
3	Mechanisches Zerteilen und thermisches Trennen	41...54
4	Schraub-, Niet- und Klemmverbindungen	55...70
5	Stoffschlüssige Verbindungen	71...112
6	Elektrische Maschinen und Anlagen	113...122
7	NC-Technik im Metallbau	123...144

Lernfeld: Demontieren und Montieren von Baugruppen

8	Heben und Bewegen von Lasten	151...164
9	Befestigung von Bauteilen	165...176
10	Montage und Demontage	177...188

Lernfeld: Herstellen von Stahl- und Metallbaukonstruktionen

11	Sicherheit am Bau	191...196
12	Vermessungsarbeiten am Bau	197...200
13	Stahlbau und Dachkonstruktionen	201...256

Lernfeld: Herstellen von Türen, Toren und Gittern

14	Türen	259...274
15	Tore	275...286
16	Schlösser	287...302
17	Gitter und Roste	303...308
18	Steuern und Regeln	309...328

Lernfeld: Herstellen von Fenstern, Fassaden und Glasanbauten

19	Bauphysikalische Grundlagen	331...348
20	Fenster	349...366
21	Fassaden- und Glaskonstruktionen	367...382

Lernfeld: Herstellen von Treppen und Geländern

22	Treppen	385...402
23	Geländer	403...409

Lernfeld: Instandhalten von Systemen des Metall- und Stahlbaus

24	Qualitätsmanagement	411...416
25	Instandhaltung	417...432

Lernfeldübergreifendes Wissen

26	Werkstoffe	435...512
27	Kommunikation und Präsentation	513...522

Lernfelder: Herstellen von Blechteilen, Umformteilen und Konstruktionen aus Profilen

11

1	Umformen	1	1
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	27	
1.6.1	Falzen	27	
1.6.2	Druckfügen	28	
1.6.3	Fließbohren	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 Feinbearbeitungsverfahren	34	
2.7.1	Spanungsvorgang	34	
2.7.2	Schleifwerkzeuge	34	
2.7.3	Arbeit mit Schleifwerkzeugen	36	
2.7.4	Schleifverfahren und Schleifmaschinen	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 Klemmverbindungen

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-Schraubverbindung (SL-Verbindung)	63
4.2.12	Gleitfest vorgespannte Verbindung (GV-Verbindung)	65
4.2.13	Korrosionsschutz der Schraubverbindungen	66
4.3	Trägerklemmverbindungen	67
4.4	Nietverbindungen	68
4.4.1	Warmnietung	68
4.4.2	Kaltnietung	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	Metall-Schutzgasschweißen	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 Schweißverbindungen	98
5.4	Schweißbarkeit von Metallwerkstoffen	99
5.5	Kunststoffschweißen	103
5.6	Löten	104
5.6.1	Lötvorgang	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 .	113	Lernfeld: Demontieren und Montieren von Baugruppen in der Werkstatt.			151
6.1	Elektrischer Stromkreis	113	8	Heben und Bewegen von Lasten	151	
6.2	Elektromagnetismus.....	114	8.1	Physikalische Grundlagen	151	
6.2.1	Elektromagnetische Induktion	114	8.2	Hebezeuge.....	154	
6.2.2	Wechselstromgenerator.....	115	8.2.1	Hebegeräte	154	
6.2.3	Transformator	116	8.2.2	Flaschenzüge.....	155	
6.3	Elektromotoren	118	8.2.3	Hand-Hubzugeräte	156	
6.3.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld.....	118	8.2.4	Elektrozug	157	
6.3.2	Gleichstrommotoren	119	8.2.5	Hebebühnen	157	
6.3.3	Wechselstrommotoren.....	120	8.2.6	Krane	157	
6.3.4	Arbeit mit Elektromotoren	120	8.2.7	Sperwerke und Bremsen	158	
6.4.1	Fehler an elektrischen Anlagen	121	8.3	Flurförderfahrzeuge	159	
6.4.2	Schutzmaßnahmen.....	121	8.4	Befestigung von Lasten	159	
7	NC-Technik im Metallbau	123	8.4.1	Anschlagen von Lasten	159	
7.1	Informationsfluss in der NC-Technik.....	123	8.4.2	Anschlagmittel	160	
7.2	Aufbau von NC-Maschinen	124	8.5	Arbeitssicherheit und Unfallschutz ..	164	
7.2.1	Eingabeeinheiten	124	9	Befestigung von Bauteilen	165	
7.2.2	Verarbeitungseinheit.....	125	9.1	Befestigung mit Mauerankern und Bindemitteln	165	
7.2.3	Ausgabeeinheiten.....	126	9.2	Befestigung mit Setzbolzen	166	
7.3	Konstruktive Merkmale von NC-Maschinen.....	126	9.2.1	Bolzensetzwerkzeuge	166	
7.3.1	Führungen und Spindeln	126	9.2.2	Setzbolzen	166	
7.3.2	Wegmesssysteme	127	9.2.3	Kartuschen.....	166	
7.4	Steuerungsarten	128	9.3	Befestigung mit Ankern und Dübeln	167	
7.5	Koordinatensysteme.....	128	9.3.1	Baustoff als Verankerungsgrund für Dübel	167	
7.6	Programmaufbau	129	9.3.2	Haltemechanismen für Dübel	168	
7.6.1	Programmtechnische Informationen	129	9.3.3	Belastungsart.....	169	
7.6.2	Geometrische Informationen.....	130	9.3.4	Montagearten	170	
7.6.3	Technologische Informationen	131	9.3.5	Polyamiddübel (Nylondübel).....	171	
7.6.4	Zusätzliche Informationen	131	9.3.6	Metallspreizdübel (Schwerlastdübel)	173	
7.7	Manuelle Programmierung	132	9.3.7	Spreizdruckfreie Dübel	173	
7.7.1	Systematik der Programm- erstellung.....	132	9.3.8	Befestigung ohne Dübel und Anker ..	176	
7.7.2	Bearbeitungsprogramm.....	132	10	Montage, Demontage und Entsorgung.....	177	
7.7.3	Werkzeugbahnkorrektur.....	133	10.1	Werkstattmontage.....	177	
7.7.4	Programmierung von Kreisen	133	10.1.1	Planen der Montage	179	
7.7.5	Bearbeitungszyklen.....	135	10.1.2	Beispiel: Montage einer Treppe in der Werkstatt.....	180	
7.7.6	Unterprogrammtechnik	135	10.2	Demontage	187	
7.8	Maschinelle Programmierung.....	136	10.3	Abfälle vermeiden, verwerten, entsorgen.....	187	
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: 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 Einsteckschlössern	290
16.3.2	Bezeichnungsbeispiele	290
16.4	Schlosssicherungen	290
16.4.1	Buntbartschloss	290
16.4.2	Chubbschloss	291

[illegible]

	Wangentreppen	387	25.2.3 Diagnostik, Fehleranalyse und Dokumentation	428
22.2.2	Holmtreppen	387		
22.2.3	Spindeltreppen	388	25.2.4 Instandhaltung von Arbeitsmitteln ..	431
22.3	Stufenarten	388		
22.4	Bezeichnungen an der Treppe	389		
22.5	Hauptmaße von Treppen	390		
22.6	Konstruktionsbeispiel	391	Lernfeldübergreifendes Wissen	435
22.6.1	Geschosshöhenberechnung	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 Stahlzeugnissen..	440
23.1 Aufbau des Geländers		403	26.3.3 Normung der Stahlzeugnisse (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
			26.3.11 Stähle für Bleche und Bänder	455
			26.3.12 Maschinenbaustähle	456
			26.3.13 Werkzeugstähle	457
			26.3.14 Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss.	458
			26.4 Innerer Aufbau der Metalle	459
			26.4.1 Gefüge und kristalline Struktur	459
			26.4.2 Innerer Aufbau und Eigenschaften ..	459
			26.4.3 Kristallgittertypen der Metalle	460
			26.4.4 Entstehung des Metallgefüges	460
			26.4.5 Gefüge reiner Metalle und von Legierungen	461
			26.4.6 Schmelz- und Erstarrungsverhalten .	462
			26.4.7 Eisen-Kohlenstoff-Zustands- diagramm und Gefügearten der unlegierten Stähle	463
			26.5 Wärmebehandlung der Stähle	464
			26.5.1 Glühlen	464
			26.5.2 Härten	465
			26.5.3 Vergüten	468
			26.5.4 Härten der Randzone	468
			26.6 Aluminium und Aluminium- legierungen	470
			26.6.1 Aluminium-Werkstoffe	471
			26.6.2 Handhabung und Bearbeitung von Aluminium-Bauteilen	472
			26.6.3 Fügen von Aluminium-Bauteilen ...	472
Lernfeld: Instandhalten von Systemen des Metall- und Stahlbaus		411		
24 Qualitätsmanagement		411		
24.1 Aufgaben des Qualitäts- managements		412		
24.1.1 Qualitätsplanung		412		
24.1.2 Qualitätslenkung		413		
24.1.3 Qualitätsprüfung		413		
24.1.4 Qualitätsverbesserung		413		
24.2 Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9000:2005		414		
24.2.1 Die acht Grundsätze des Qualitätsmanagementsystems		414		
24.3 Modell eines Qualitätsmanagement- systems		415		
24.3.1 Verantwortung der Leitung		416		
24.3.2 Management der Mittel		416		
24.3.3 Produkt- und Dienstleistungs- realisierung		416		
24.3.4 Messung, Analyse und Verbesserung		416		
24.4 Qualität ist nicht nur Chefsache.		416		
25 Instandhaltung		417		
25.1 Grundlegende Begriffe		417		
25.2 Instandhaltung von Systemen im Metall- und Stahlbau		425		
25.2.1 Vorbeugende Instandhaltungs- maßnahmen		425		
25.2.2 Instandhaltungsvorschriften		427		

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		Sachwortverzeichnis	523
26.11.8	Weiterverarbeitung der Kunststoff-Erzeugnisse	496		Weiterführende Literatur	542
26.12	Verbundwerkstoffe.	497		Bildquellenverzeichnis	543

Kurz-Inhaltsverzeichnis englisch

learning fields: making of sheet pieces, formed parts and sectional steel structures

1	forming	11
1.1	classification of forming techniques	11
1.2	forging	11
1.3	straightening	19
1.4	bend forming	22
1.5	tensile and compression forming	26
1.6	joining by forming	27

2	machining	29
2.1	tool edge	29
2.2	influencing variables in chip removal processes	29
2.3	drilling	30
2.4	sawing	31
2.5	milling	32
2.6	threading	33
2.7	grinding	34
2.8	cut-off grinding	39
2.9	polishing and brushing	39

3	mechanical parting and thermal cutting	41
3.1	wedge-action cutting	41
3.2	shear cutting	41
3.3	thermal cutting	49

4	screwed, riveted and clamped joints	55
4.1	joining processes	55
4.2	screwed joints	56
4.3	clamping girder joints	67
4.4	riveted joints	68

5	self-substance joints	71
5.1	welding methods	71
5.2	pressure welding methods	93
5.3	welded joint	96
5.4	weldability of metals	99
5.5	welding of plastics	103
5.6	soldering	104
5.7	bonding	108

6	electrical machines and devices	113
6.1	electric circuit	113
6.2	electromagnetism	114
6.3	electric motors	118

7	NC technology in metal construction	123
7.1	work flow in NC technology	123
7.2	design of NC machines	124
7.3	design characteristics of NC machines	126
7.4	controller types	128
7.5	coordinate systems	128
7.6	program structure	129
7.7	manual programming	132
7.8	machine-aided programming	136
7.9	using NC technology in metal construction	137

learning field: dismantling and assembling structural modules in the shop

8	lifting and moving loads	151
8.1	basic physics	151
8.2	hoists	154
8.3	industrial trucks	159
8.4	fastening loads	159
8.5	safety at work and protection against accidents	164

9	mounting of structural components	165
9.1	mounting with masonry anchors	165
9.2	mounting with studs	166
9.3	mounting with dowels	167

10	assembly, disassembly and disposal	177
10.1	shop assembly	177
10.2	disassembly	187
10.3	avoidance, recycling and disposal of waste	187

learning field: making of steel and metal structures

11	safety on site	191
11.1	personal protective equipment	191
11.2	scaffoldings and ladders	193
11.3	antifall roping	195

12	surveying on site	197
12.1	alignment stage	197
12.2	length measurement	198
12.3	angular measurement	199
12.4	determining building heights	199
12.5	determining finishing and completion heights	200

13	structural steelwork and roof structures	201
13.1	structural steelwork classification	201
13.2	constructional elements	203
13.3	types of stress acting in structural components	205
13.4	piers	207
13.5	girders	214
13.6	girder connection	229
13.7	bracing and guy ropes	238
13.8	industrial steel buildings	241
13.9	space-enclosing structural elements	247

learning field: making of doors, gates and fences

14	doors	259
14.1	revolving folding-door structure	259
14.2	door types and features	261
14.3	doors with specific functions	266
14.4	door materials	270
14.5	door closer	271
14.6	door fittings	273
14.7	placing and assembly	274

15	doors and gates	275
15.1	entrance doors	275
15.2	exterior doors	283

16	locks	287
16.1	types of locks	287
16.2	design and operating mode	288
16.3	standard dimensions of locks	289
16.4	door lock safety catch	290
16.5	master-keyed systems	301

17	grills and grates	303
17.1	articulated grills	303
17.2	fixed grills	303
17.3	gratings	304

18	control engineering	309
18.1	open-loop control	309
18.2	closed-loop control	309
18.3	controller types	310

learning field: making of windows, façades and glass annexes

19	building physics	331
19.1	thermal isolation	331
19.2	moisture protection	343
19.3	noise insulation	341
19.4	fire protection	347

20	windows	349
20.1	window design and components	349
20.2	window types and classification	350
20.3	window fittings	356

20.4	window manufacture	359
20.5	window installation	361
20.6	shop windows and showcases	366

21	façades and glass structures	367
21.1	classification and types	367
21.2	overhead glazing	371
21.3	façade drainage	372
21.4	façade design, fabrication and assembly	373
21.5	glass annexes	376
21.6	sun-shading	378

learning field: making of stairs and balustrades

22	stairs	385
22.1	types of stairs	385
22.2	construction types of stairs	387
22.3	tread types	388
22.4	stairway terminology	389
22.5	main dimensions of stairs	390
22.6	sample design of a stairway	391
22.7	turning the steps of a spiral stairway	395
22.8	marking-out of stringers	398
22.9	computer calculation	398

23	balustrades	403
23.1	balustrade design	403
23.2	balustrades in and at residential buildings	404
23.3	industrial guard-rail	405
23.4	fixing balustrades	406
23.5	bending a string wreath	407

learning field: maintenance of structural metal and steel systems

24	quality management	411
24.1	tasks of quality management	411
24.2	quality management according to DIN EN ISO 9000:2005	414
24.3	quality management system model	415
24.4	quality assurance is not only a matter for the boss!	416

25	maintenance	417
25.1	basic terms	417
25.2	maintenance of structural systems in metal and steel construction	425

interdisciplinary knowledge

26	materials science	435
26.1	general survey of materials	435
26.2	choice of materials depending on their properties	436
26.3	steel and cast iron	438
26.4	inner structure of metals	459
26.5	heat treatment of steel	464
26.6	aluminium and aluminium alloys	470
26.7	copper and copper alloys	473
26.8	other important metals	476
26.9	sintered materials	478
26.10	corrosion and corrosion protection	480
26.11	plastics	490
26.12	composite materials	497
26.13	process materials	499
26.14	glass and glass components	501
26.15	material testing	503
26.16	environmental and health protection	508

27	communication and presentation	513
27.1	communication	513
27.2	presentation	519

	subject index	523
	further reading	542
	image references	543