

Metallbautechnik Fachbildung nach Lernfeldern

von

Eckhard Ignatowitz, Annette Jaschinski, Manfred Kluge, Gerhard Lämmlin, Hans-Joachim Pahl, Armin Steinmüller,
Eckhard Thiele, Hans-Martin Weinstock

1. Auflage

Europa Lehrmittel 2011

Verlag C.H. Beck im Internet:
www.beck.de
ISBN 978 3 8085 1217 3



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

METALLBAUTECHNIK

Fachbildung nach Lernfeldern

7. neubearbeitete und erweiterte Auflage

Bearbeitet von
Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren

Leiter des Arbeitskreises: Gerhard Lämmelin

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 11311

Autoren

Ignatowitz, Eckhard	Dr. Ing., Studienrat	Waldbronn
Jaschinski, Annette	Dipl.-Ing., Studienrätin	Waiblingen
Kluge, Manfred	Dipl.-Ing., Oberstudiendirektor	Schorndorf
Lämmelin, Gerhard	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Neustadt/Weinstraße
Pahl, Hans-J.	Dipl.-Ing., OStR	Hamburg
Thiele, Eckhard	Dipl.-Ing., OStR	Wildau
Steinmüller, Armin	Dipl.-Ing.	Hamburg
Weinstock, Hans-Martin	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Heilbronn

Lektor und Leiter des Arbeitskreises:

Gerhard Lämmelin

Autoren und Lektor danken Herrn Erwin Aldinger für die Mitarbeit an der 1. und 2., Herrn Michael Gressmann für die Mitarbeit an der 3. Auflage sowie Herrn Baumann für die Mitarbeit bis zur 4. Auflage dieses Buches. Ein besonderer Dank gilt Herrn Steinmüller für die Leitung des Arbeitskreises bis zur 4. Auflage.

Bildentwürfe und Fotos:

Die Autoren sowie Leihgaben von Firmen und Autoren anderer Werke (s. Anhang).

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, Ostfildern.

7. Auflage 2011

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern unverändert sind.

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter und der VDI/VDE-Richtlinien zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und die VDI/VDE-Richtlinien selbst.

Verlag für die DIN-Blätter: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.

Verlag für die VDE-Bestimmungen: VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

ISBN 978-3-8085-1217-3

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

Umschlaggestaltung: braun werbeagentur, Radevormwald unter Verwendung von Fotos der Firma SAAGE, Nettetal-Leuth, „SAAGE TREPPEN, www.saage.com“

© 2011 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Meis satz&more, 59469 Ense
 Druck: B.o.s.s. Druck und Medien GmbH, 47574 Goch

Vorwort

Das vorliegende Buch umfasst alle wesentlichen Unterrichtsinhalte für **Konstruktionsmechaniker** und **Metallbauer** sowie größtenteils auch für Anlagenmechaniker. Dabei wurden diejenigen Fachrichtungen besonders berücksichtigt, die von der überwiegenden Zahl der Auszubildenden gewählt werden.

Ab der 5. Auflage wurden die Lerninhalte konsequent den Lernfeldern des Rahmenlehrplanes für Metallbauer zugeordnet. Auf eine sachlogische Strukturierung wurde dennoch größten Wert gelegt. Mit der 6. Auflage und der vorliegenden **7. Auflage** wurde den zwischenzeitlich erfolgten, umfangreichen Änderungen im Normenwerk Rechnung getragen. Das Buch ist somit eine umfassende Quelle für alle in der Ausbildung vorkommenden Inhalte und Themen. Die berufliche Praxis der meisten Auszubildenden, für die dieses Lehrbuch bestimmt ist, kommt in den umfangreichen Kapiteln über Stahlbau, Treppen, Geländer, Schlösser, Fassaden sowie Fenster, Türen und Tore zum Ausdruck.

Einen bedeutenden Raum nehmen darüber hinaus die Grundlagenthemen der Werkstoffkunde und des Fügens ein, sodass dieses Buch auch unabhängig von den Lehrbüchern des ersten Berufsjahres verwendet werden kann.

In erster Linie soll dieses Lehrbuch dem Unterricht in der Berufsschule dienen, jedoch wurde bei allen dafür geeigneten Themen großer Wert auf die Verbindung zur praktischen Erfahrung des Auszubildenden im Betrieb gelegt. Durch die vertiefte Darstellung vieler Fachstufenthemen ist es daneben geeignet zur Verwendung in Meister- und Technikschulen. Bauingenieuren und Architekten kann es als eine leicht verständliche Einführung in die Theorie und Praxis der Metall- und Stahlbautechnik von Nutzen sein.

Am Ende jeder größeren thematischen Einheit befinden sich Wiederholungs- und Verständnisfragen sowie am Ende der Lernfeldabschnitte umfassende Arbeitsaufträge. Dort, wo es notwendig und sinnvoll ist, findet der Lernende Arbeitsregeln und Hinweise zum Schutz vor Unfällen. Über 1.600 Bilder und Tabellen unterstützen die Aussagen der Texte.

Die Autoren und der Verlag sind jedem Leser dankbar, der mit Fehlerhinweisen und Verbesserungsvorschlägen zur Weiterentwicklung dieses Buches beigetragen hat und bitten auch für die Zukunft um ihre kritische Anteilnahme an der Verbesserung dieses Lehrbuchs an:

lektorat@europa-lehrmittel.de.

Herbst 2011

Autoren und Verlag

Inhaltsverzeichnis	4...9
Kurzinhaltverzeichnis 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 Schlosser	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

Inhaltsverzeichnis

Lernfelder: Herstellen von Blechteilen, Umformteilen und Konstruktionen aus Profilen	11	4	Schraub-, Niet- und Klemmverbindungen	55
1 Umformen	1	4.1	Fügeverfahren im Metall- und Stahlbau (Übersicht)	55
1.1 Einteilung der Umformverfahren ...	11	4.2	Schraubverbindungen	56
1.2 Schmieden.....	11	4.2.1	Schraubenbezeichnung	56
1.2.1 Technologische Grundlagen	11	4.2.2	Handelsformen und Verwendung der Schrauben.....	57
1.2.2 Schmiedeverfahren	14	4.2.3	Muttern	59
1.2.3 Werkzeuge zum Schmieden.....	16	4.2.4	Unterlegscheiben	59
1.2.4 Kunstschrämen und Gestaltung ...	17	4.2.5	Selbsthemmung von Gewinden	59
1.3 Richten.....	19	4.2.6	Spannschlösser.....	60
1.3.1 Kaltrichten	19	4.2.7	Schraubensicherungen	60
1.3.2 Warmrichten	20	4.2.8	HV-Schrauben	62
1.4 Biegeumformen	22	4.2.9	Vorteile von Schraubverbindungen im Stahlbau	62
1.4.1 Technologische Grundlagen	22	4.2.10	Schraubenabstände	63
1.4.2 Biegen von Rohren und Profilen ...	23	4.2.11	Scher-Lochleibungs-Schraubverbindung (SL-Verbindung)	63
1.4.3 Biegeumformen von Blech	24	4.2.12	Gleitfest vorgespannte Verbindung (GV-Verbindung)	65
1.5 Zug- und Druckumformen	26	4.2.13	Korrosionsschutz der Schraubverbindungen	66
1.6 Fügen durch Umformen.....	27	4.3	Trägerklemmverbindungen	67
1.6.1 Falzen	27	4.4	Nietverbindungen	68
1.6.2 Druckfügen	28	4.4.1	Warmnietung.....	68
1.6.3 Fließbohren	28	4.4.2	Kaltnietung	68
2 Spanen	29	4.4.3	Blindniete	69
2.1 Werkzeugschneide	29	5	Stoffschlüssige Verbindungen	71
2.2 Einflussgrößen der Zerspanung	29	5.1	Schweißverfahren.....	71
2.3 Bohren	30	5.1.1	Gasschmelzschweißen.....	72
2.4 Sägen	31	5.1.2	Lichtbogenschmelzschweißen	77
2.5 Fräsen.....	32	5.1.3	Unterpulverschweißen.....	84
2.6 Herstellung von Gewinden	33	5.1.4	Metall-Schutzgassschweißen	85
2.6.1 Schneiden von Außengewinden	33	5.1.5	Wolfram-Plasmorschweißen WP	90
2.6.2 Bohren von Innengewinden.....	33	5.1.6	Laserstrahlschweißen.....	91
2.7 Schleifen und Feinbearbeitungsverfahren	34	5.2	Pressschweißverfahren	93
2.7.1 Spanungsvorgang	34	5.3	Schweißverbindung	96
2.7.2 Schleifwerkzeuge	34	5.3.1	Schweißnaht	96
2.7.3 Arbeit mit Schleifwerkzeugen	36	5.3.2	Schweißspannungen	97
2.7.4 Schleifverfahren und Schleifmaschinen	37	5.3.3	Schweißfolgeplan	97
2.8 Trennschleifen	39	5.3.4	Gestaltung von Schweißverbindungen	98
2.9 Polieren und Bürsten	39	5.4	Schweißbarkeit von Metallwerkstoffen	99
3 Mechanisches Zerteilen und Thermisches Trennen	41	5.5	Kunststoffschweißen	103
3.1 Keilschneiden	41	5.6	Löten	104
3.2 Scherschneiden.....	41	5.6.1	Lötorgang	104
3.2.1 Prinzip des Scherschneidens	41	5.6.2	Lötverfahren	105
3.2.2 Offen-Schneiden	43	5.6.3	Lote	106
3.2.3 Geschlossen-Schneiden.....	47	5.6.4	Flussmittel	107
3.3 Thermisches Trennen	49	5.7	Kleben	108
3.3.1 Autogenes Brennschneiden.....	49	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 Klebeverbindungen	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 Klebeverbindungen	112	7.9.7	Komplettbearbeitung von Profilen	144

6 Elektrische Maschinen und Anlagen . 113

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 . 123

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	Steuerungsarten	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 Programmierung	132
7.7.2	Bearbeitungsprogramm	132
7.7.3	Werkzeugbahnkorrektur	133
7.7.4	Programmierung von Kreisen	133
7.7.5	Bearbeitungszyklen	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 . 151

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
	Befestigung mit Mauerankern und Bindemitteln	165
	Befestigung mit Setzbolzen	166
	Bolzensetzwerkzeuge	166
	Setzbolzen	166
	Kartuschen	166
	Befestigung mit Ankern und Dübeln	167
	Dübeln als Verankerungsgrund für Dübel	167
	Haltemechanismen für Dübel	168
	Belastungsart	169
	Montagearten	170
	Polyamiddübel (Nylondübel)	171
	Metallspreizdübel (Schwerlastdübel)	173
	Spreizdruckfreie Dübel	173
	Befestigung ohne Dübel und Anker	176
10	Montage, Demontage und Entsorgung	177
	Werkstattmontage	177
	Planen der Montage	179
	Beispiel: Montage einer Treppe in der Werkstatt	180
	Demontage	187
	Abfälle vermeiden, verwerten, entsorgen	187

Lernfeld: Herstellen von Stahl- und Metallbaukonstruktionen	191	
11 Sicherheit am Bau	191	13.7 Aussteifungen und Abspannungen 238
11.1 Persönliche Arbeitsschutzmittel	191	13.7.1 Aussteifungen 238
11.1.1 Schutzhelme	191	13.7.2 Seiltragwerke 240
11.1.2 Fußschutz	192	13.8 Stahlhallenbau 241
11.2 Gerüste und Leitern	193	13.8.1 Dachformen und statische Systeme 241
11.3 Anseilschutz	195	13.8.2 Konstruktionselemente einer Satteldachhalle 244
12 Vermessungsarbeiten am Bau	197	13.8.3 Krananlagen in Stahlhallen 245
12.1 Schnurgerüst	197	13.9 Raumabschließende Bauelemente 247
12.2 Längenmessungen	198	13.9.1 Stahlbetonverbunddecken 247
12.3 Winkelmessungen	199	13.9.2 Träger- und Profilverbunddecken 250
12.4 Festlegung von Gebäudehöhen	199	13.9.3 Wände 252
12.5 Festlegung der Ausbauhöhen	200	13.9.4 Dächer 254
13 Stahlbau und Dachkonstruktionen	201	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	
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	

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	Schließanlagen	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	Steuerungsarten	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	Punktgeholtene Glasfassade	371
18.3.6	Steuerungstechnische Projekte	325	21.2	Überkopfverglasung (Schrägverglasung)	371
	Lernfeld: Herstellen von Fenstern, Fassaden und Glasanbauten	331	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	Lernfeld: Herstellen von Treppen und Geländern	385	
19.3	Schallschutz	343	22	Treppen	385
19.3.1	Entstehung des Schalls	343	22.1	Treppenarten	385
19.3.2	Schallausbreitung	344	22.2	Konstruktionsarten von Treppen	387
19.3.3	Schallwahrnehmung	344			
19.3.4	Schallschutz im Hochbau	345			
19.4	Brandschutz	347			
194.1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen	347			

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
24	Qualitätsmanagement	411	26.3.10	Korrosionsbeständige Stähle (Edelstahl Rostfrei)	453
24.1	Aufgaben des Qualitäts-managements	412	26.3.11	Stähle für Bleche und Bänder	455
24.1.1	Qualitätsplanung	412	26.3.12	Maschinenbaustähle	456
24.1.2	Qualitätslenkung	413	26.3.13	Werkzeugstähle	457
24.1.3	Qualitätsprüfung	413	26.3.14	Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss .	458
24.1.4	Qualitätsverbesserung	413	26.4	Innerer Aufbau der Metalle	459
24.2	Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9000:2005	414	26.4.1	Gefüge und kristalline Struktur .	459
24.2.1	Die acht Grundsätze des Qualitätsmanagementsystems	414	26.4.2	Innerer Aufbau und Eigenschaften .	459
24.3	Modell eines Qualitätsmanagement-systems	415	26.4.3	Kristallgittertypen der Metalle .	460
24.3.1	Verantwortung der Leitung	416	26.4.4	Entstehung des Metallgefuges .	460
24.3.2	Management der Mittel	416	26.4.5	Gefüge reiner Metalle und von Legierungen	461
24.3.3	Produkt- und Dienstleistungs-realisierung	416	26.4.6	Schmelz- und Erstarrungsverhalten .	462
24.3.4	Messung, Analyse und Verbesserung	416	26.4.7	Eisen-Kohlenstoff-Zustands-diagramm und Gefügearten der unlegierten Stähle	463
24.4	Qualität ist nicht nur Chefsache	416	26.5	Wärmebehandlung der Stähle	464
			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

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 Verbund- werkstoffe	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	26.1.6.1	Umgang mit Werk- und Hilfs- stoffen	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 Stahl- bauteilen 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 korrosions- beständigen 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 Kun- ststoffen 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
1. forming	11	10.1 shop assembly	177	window installation	361
1.1 classification of forming techniques	11	10.2 disassembly	187	shop windows and showcases	366
1.2 forging	11	10.3 avoidance, recycling and disposal of waste	187		
1.3 straightening	19				
1.4 bend forming	22	learning field: making of steel and metal structures			
1.5 tensile and compression forming	26				
1.6 joining by forming	27	11 safety on site	191	façades and glass structures	367
2 machining	29	11.1 personal protective equipment	191	classification and types	367
2.1 tool edge	29	11.2 scaffoldings and ladders	193	overhead glazing	371
2.2 influencing variables in chip removal processes	29	11.3 antifall roping	195	façade drainage	372
2.3 drilling	30	12 surveying on site	197	façade design, fabrication and assembly	373
2.4 sawing	31	12.1 alignment stage	197	glass annexes	376
2.5 milling	32	12.2 length measurement	198	sun-shading	378
2.6 threading	33	12.3 angular measurement	199		
2.7 grinding	34	12.4 determining building heights	199		
2.8 cut-off grinding	39	12.5 determining finishing and completion heights	200		
2.9 polishing and brushing	39	13 structural steelwork and roof structures	201		
3 mechanical parting and thermal cutting	41	13.1 structural steelwork classification	201	22 stairs	385
3.1 wedge-action cutting	41	13.2 constructional elements	203	22.1 types of stairs	385
3.2 shear cutting	41	13.3 types of stress acting in structural components	205	22.2 construction types of stairs	387
3.3 thermal cutting	49	13.4 piers	207	tread types	388
4 screwed, riveted and clamped joints	55	13.5 girders	214	stairway terminology	389
4.1 joining processes	55	13.6 girder connection	229	22.5 main dimensions of stairs	390
4.2 screwed joints	56	13.7 bracing and guy ropes	238	sample design of a stairway	391
4.3 clamping girder joints	67	13.8 industrial steel buildings	241	turning the steps of a spiral staircase	395
4.4 riveted joints	68	13.9 space-enclosing structural elements	247	marking-out of stringers	398
5 self-substance joints	71			computer calculation	398
5.1 welding methods	71	learning field: making of doors, gates and fences		learning field: maintenance of structural metal and steel systems	
5.2 pressure welding methods	93	14 doors	259	23 balustrades	403
5.3 welded joint	96	14.1 revolving folding-door structure	259	balustrade design	403
5.4 weldability of metals	99	14.2 door types and features	261	balustrades in and at residential buildings	404
5.5 welding of plastics	103	14.3 doors with specific functions	266	industrial guard-rail	405
5.6 soldering	104	14.4 door materials	270	fixing balustrades	406
5.7 bonding	108	14.5 door closer	271	bending a string wreath	407
6 electrical machines and devices	113	14.6 door fittings	273		
6.1 electric circuit	113	14.7 placing and assembly	274		
6.2 electromagnetism	114	15 doors and gates	275	24 quality management	411
6.3 electric motors	118	15.1 entrance doors	275	24.1 tasks of quality management	411
7 NC technology in metal construction	123	15.2 exterior doors	283	24.2 quality management according to DIN EN ISO 9000:2005	414
7.1 work flow in NC technology	123	16 locks	287	24.3 quality management system model	415
7.2 design of NC machines	124	16.1 types of locks	287	24.4 quality assurance is not only a matter for the boss!	416
7.3 design characteristics of NC machines	126	16.2 design and operating mode	288	25 maintenance	417
7.4 controller types	128	16.3 standard dimensions of locks	289	25.1 basic terms	417
7.5 coordinate systems	128	16.4 door lock safety catch	290	25.2 maintenance of structural systems in metal and steel construction	425
7.6 program structure	129	16.5 master-keyed systems	301		
7.7 manual programming	132	17 grills and grates	303	interdisciplinary knowledge	
7.8 machine-aided programming	136	17.1 articulated grills	303	26 materials science	435
7.9 using NC technology in metal construction	137	17.2 fixed grills	303	26.1 general survey of materials	435
		17.3 gratings	304	26.2 choice of materials depending on their properties	436
		18 control engineering	309	26.3 steel and cast iron	438
		18.1 open-loop control	309	26.4 inner structure of metals	459
		18.2 closed-loop control	309	26.5 heat treatment of steel	464
		18.3 controller types	310	26.6 aluminium and aluminium alloys	470
				26.7 copper and copper alloys	473
				26.8 other important metals	476
				sintered materials	478
				corrosion and corrosion protection	480
				plastics	490
				composite materials	497
				process materials	499
				glass and glass components	501
				material testing	503
				environmental and health protection	508
				27 communication and presentation	513
				27.1 communication	513
				27.2 presentation	519
learning field: dismantling and assembling structural modules in the shop		19 building physics	331		
8 lifting and moving loads	151	19.1 thermal insulation	331		
8.1 basic physics	151	19.2 moisture protection	341		
8.2 hoists	154	19.3 noise insulation	343		
8.3 industrial trucks	159	19.4 fire protection	347		
8.4 fastening loads	159				
8.5 safety at work and protection against accidents	164				
9 mounting of structural components	165	20 windows	349		
9.1 mounting with masonry anchors	165	20.1 window design and components	349	subject index	523
9.2 mounting with studs	166	20.2 window types and classification	350	further reading	542
9.3 mounting with dowels	167	20.3 window fittings	356	image references	543

Lernfeld: Herstellen von Türen, Toren und Gittern

14 Türen

Türen sollen Öffnungen in Gebäuden, Innenräumen sowie Umfriedungen verschließen. Sie unterscheiden sich von den beiden anderen beweglichen Bauteilen, den Fenstern und Toren, dadurch, dass sie im Wesentlichen dem Durchlass von Fußgängern und kleinen Fahrzeugen wie Rollstühlen oder Kinderwagen dienen.

! Türen sind bewegliche Bauteile zum Verschließen von Durchgangsöffnungen in Wänden oder Einfriedungen. Sie sollen Unbefugten den Zutritt verwehren.

Die Anforderungen an die Bauweise einer Tür hängen vom Ort des Einbaus und ihren zusätzlichen Funktionen ab. Stets sollen Türen funktionssicher, dauerhaft, wartungs- und pflegeleicht sein.

Je nach dem Verwendungszweck müssen Türen außerdem Anforderungen hinsichtlich Wärme-, Schall- und Sichtschutz, Fugendichtheit, Witterungsbeständigkeit, Einbruchssicherheit, Brand- und Rauchschutz, Strahlenschutz oder architektonischer Gestaltung erfüllen.

14.1 Aufbau einer Drehflügeltür

Die am häufigsten anzutreffende Bauart von Türen ist die Drehflügeltür. Bei ihr lassen sich die wesentlichen Eigenschaften und Funktionen von Türen erkennen (Bilder 1 und 2).

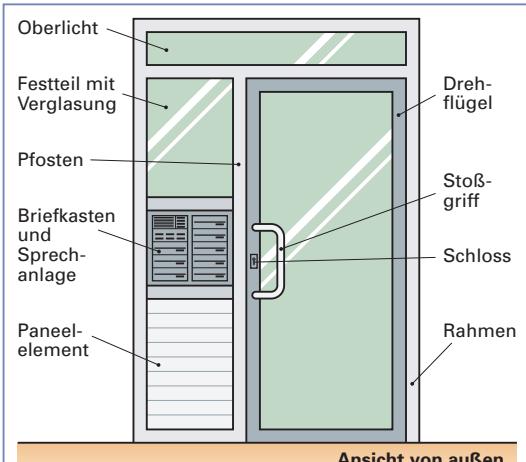
Jede Tür besteht aus den **drei Grundelementen** Rahmen (Zarge), Flügel und Beschlag.

- Der **Türrahmen**, bestehend aus Zarge oder dem sie verkleidenden Blendrahmen, ist mit dem Mauerwerk durch Dübel oder Maueranker verbunden.
- Der bewegliche **Türflügel**, auch Türblatt genannt, wird erst durch den Beschlag (Seite 273) funktionsfähig.
- Der **Beschlag** umfasst alle Ausrüstungsteile der Tür, im Regelfall die Türbänder, das Schloss und die Drückergarnitur. Mittels der Türbänder ist der Türflügel beweglich am Türrahmen montiert.

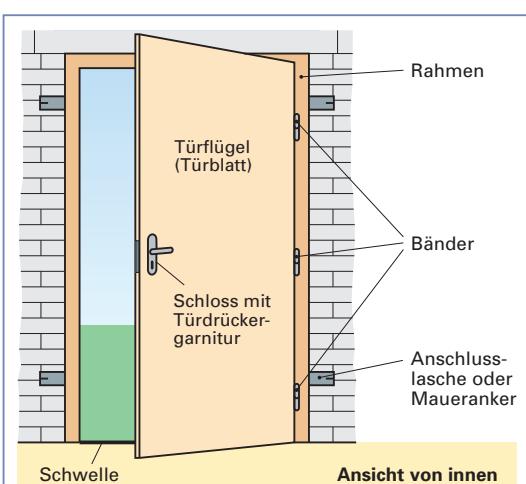
Türen lassen sich durch weitere Grundelemente wie Festteil (festes Seitenteil) und Oberlicht in beliebiger Gestaltung zur **Türanlage** (Bild 1) aufbauen.

Drehflügeltüren sind **Anschlagtüren**. Bei ihnen befindet sich die senkrechte **Drehachse** in einer Parallelen zu einer Längskante des Türflügels. Sie lassen sich nur nach einer Seite öffnen. Anschlagtüren heißen sie, weil der Türflügel beim Schließen auf den Rahmen schlägt und abdichtet. Mehrfachverriegelungen erlauben ein allseitig dichtes Schließen.

Die Festigkeit und Stabilität des Rahmens und der Verankerung im Mauerwerk, die Beschläge sowie die Konstruktion des Türblatts richten sich nach den besonderen Anforderungen (z. B. Einbruchssicherheit oder Wärmeschutz), die an Außen- oder Innentüren am Einbauort gestellt werden.



1 Türanlage mit Drehflügeltür (DIN links)



2 Grundsätzlicher Aufbau einer Drehflügeltür (DIN rechts)

Maße und Bezeichnungen

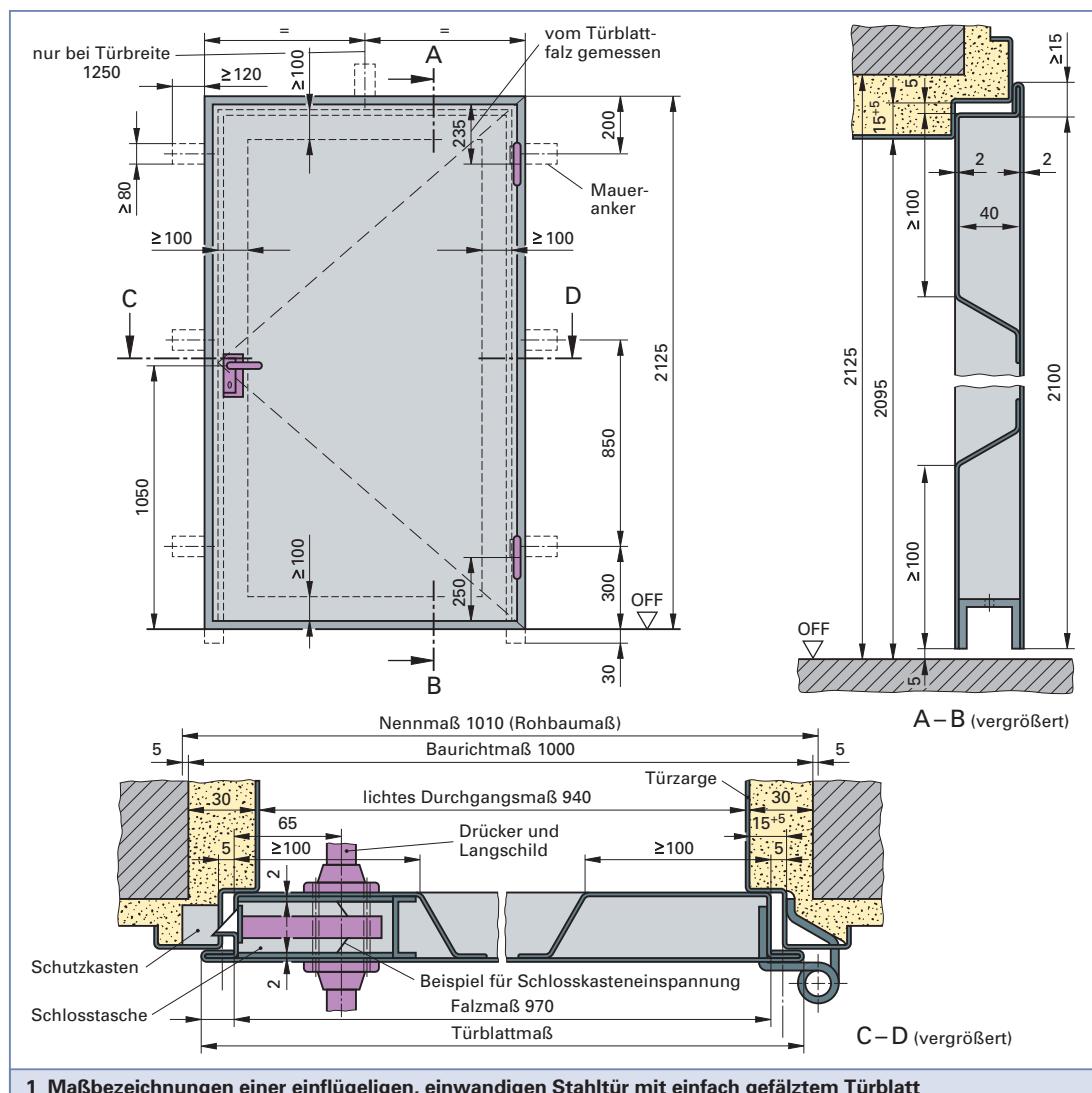
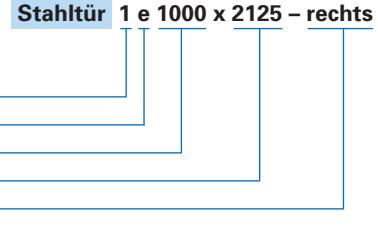
Auch Türen unterliegen in vielen Eigenschaften und Merkmalen der **Standardisierung**. Dazu gehören die Maße der Zargen, Türöffnungen und Türblätter aber auch der Beschläge sowie spezieller Anforderungen wie Wärmeschutz, Einbruchsicherheit, Feuerschutz und anderes (ab S. 266). Die nachfolgenden Normen geben dem Metallbauer Richtlinien an die Hand: DIN 18100, 18101, 18111, 18250, 18251, 18252, 18255, 18257, 18262 (Auswahl). Das Bezeichnungsbeispiel für die unten abgebildete Drehflügeltür zeigt dies:

Lichte Durchgangsmaße der Tür:

Breite 1000 – (2 x 30) = 940, Höhe 2095

1	einflügelig (2 = zweiflügelig)
e	einwandig (d = doppelwandig)
1000	Baurichtmaß Breite
2125	Baurichtmaß Höhe
rechts	Öffnungsrichtung
U	Umfassungszarge (E = Eckzarge)

Stahltür 1 e 1000 x 2125 – rechts U



14.2 Arten und Merkmale von Türen

Türen können nach unterschiedlichen Gesichtspunkten eingeteilt werden. Meistens treffen mehrere Merkmale auf eine Tür zu:

- Einbauort
- Anordnung
- Bewegungsart
- Bewegungsrichtung
- Bauart
- Werkstoff
- Spezielle Zusatz- oder Hauptfunktion
- Manueller Betrieb oder Automatik

14.2.1 Einbauort

Nach dem Einbauort unterscheidet man Außen- und Innentüren. Zu den Außentüren, die der Metallbauer fast ausschließlich fertigt und montiert, gehören Hauseingangstüren, Wohnungsabschlusstüren sowie Balkon- und Terrassentüren.

14.2.2 Bewegungsart

Als bewegliche raumabschließende Bauteile werden bei Türen folgende Bewegungssysteme unterschieden (Bild 1):

- Einfach- oder Doppelsysteme
- Mehrfachsysteme (Kombinationen von Einfach- und/oder Doppelsystemen)
- Ein-, zwei- oder mehrflügelige Systeme

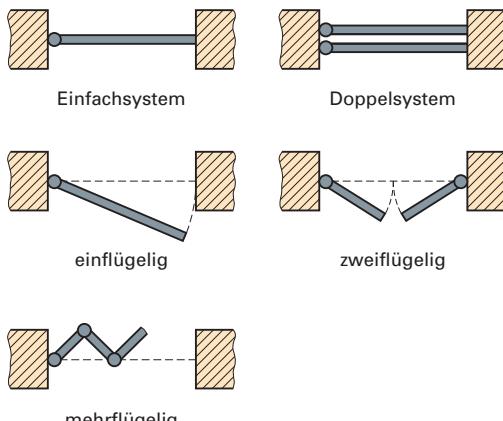
14.2.3 Bewegungsrichtung

Drehflügeltüren sind **Anschlagtüren**, bei denen sich die vertikale Drehachse an einer Längskante des Türflügels befindet. Dabei ist genau darauf zu achten, dass sich diese durch Lager und Zapfen der Bewegungsbänder gebildete Achse nicht gegen die Senkrechte neigt, um einen gleichmäßigen Flügelanschlag im Rahmen zu erreichen sowie ungewolltes Öffnen und Schließen zu vermeiden.

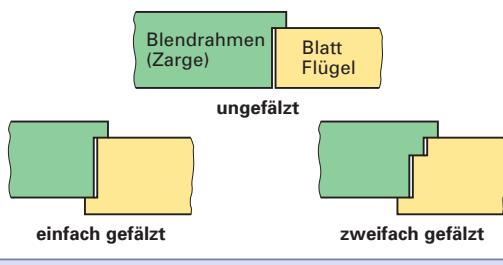
Die meisten Anschlagtüren sind ein- oder zweifach überfälzt (Bild 2) und öffnen nach innen. In seltenen Fällen kommen noch ungefälzte Türen zum Einsatz. Für Zugangstüren in öffentlichen Gebäuden, Gastwirtschaften, Kinos usw. ist eine Öffnung nach außen vorgeschrieben.

! Türen in Fluchtwegen öffentlicher Gebäude müssen in Fluchtrichtung zu öffnen sein.

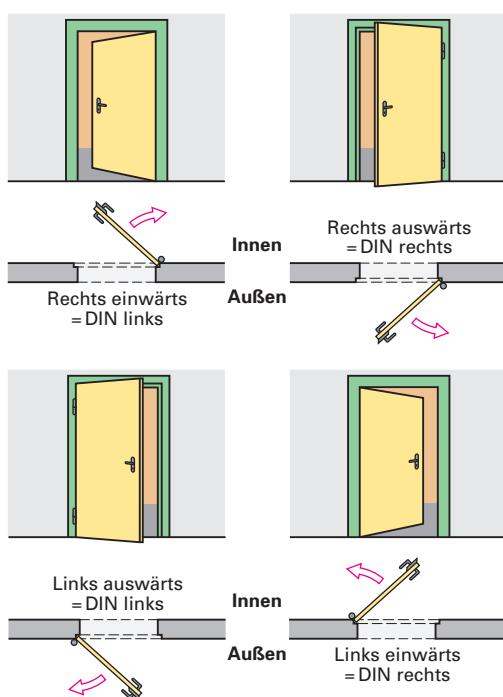
Man unterscheidet nach DIN 107 linke und rechte Drehflügeltüren, indem man die Tür von der Bandseite aus betrachtet (Bild 3). Sind z. B. die Türbänder sichtbar auf der linken Seite angeschlagen, handelt es sich um eine Linkstür. Für **Rechts-Türen** benötigt man Rechtsschlösser und Rechtszargen, für **Links-Türen** Linksschlösser und Linkszargen.



1 Bewegungssysteme von Türen



2 Überfälzung von Anschlagtüren



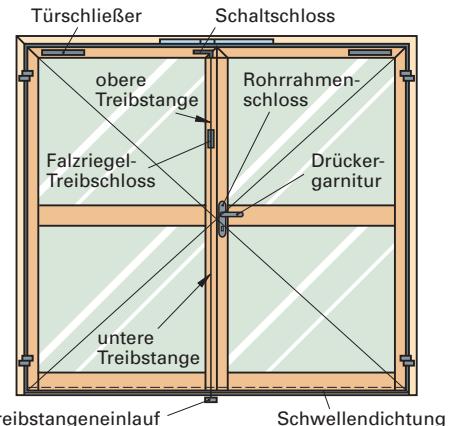
3 Unterscheidung von Rechts- und Links-Türen

14.2.4 Bauarten von Türen

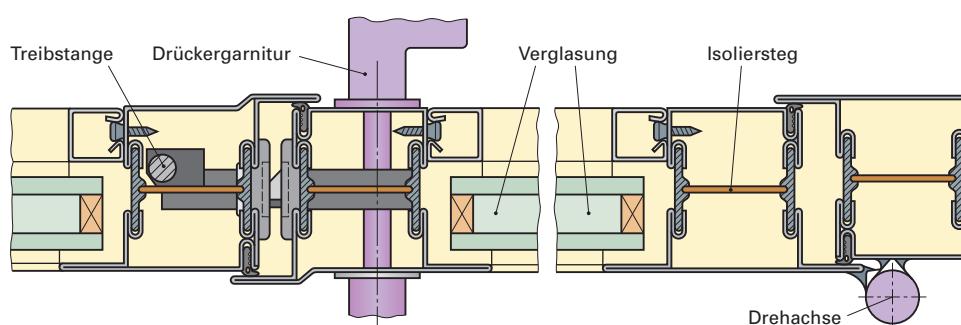
Je nach Anzahl der Flügel, Lage der Drehachse, Bewegung der Flügel, Antrieb oder Werkstoff unterscheiden sich die folgenden wichtigsten Bauarten.

Stulptüren

Darunter versteht man zweiflügelige Anschlagtüren, bei denen beide Drehflügel ohne einen Mittelposten aufeinander schlagen. Bild 1 zeigt eine zweiflügelige Stulptür. Der rechte Drehflügel ist hier der „Schlossflügel“. Er ist für den üblichen Durchgangsverkehr gedacht. Der linke Flügel ist der „Standflügel“, der über Treibstangen feststellbar ist (Bild 2). Stulptüren für Wechselverkehr sind häufig für „Rechtsverkehr“ ausgelegt, wobei beide Flügel in der jeweiligen Gangrichtung nach rechts öffnen.



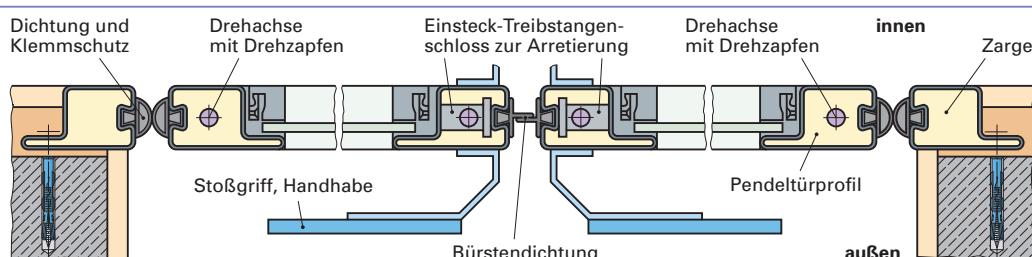
1 Zweiflügelige Anschlagtür als Stulptür



2 Schnitt durch die rechte Hälfte einer zweiflügeligen wärmegedämmten Anschlagtür (Stulptür) aus Stahl

Pendeltüren

Diese Bauart findet man häufig in Eingängen zu Verwaltungsgebäuden und Kaufhäusern mit starkem Durchgangsverkehr. Die Türflügel schwingen nach beiden Seiten durch den Rahmen. Sie werden mit besonderen Zapfbändern am Sockel und Rahmen befestigt und über Bodentürschließer selbsttätig geschlossen. Bei kleineren Pendeltüren wirken Federbänder (Bommerbänder) das selbsttätige Schließen. Bürsten- oder Gummischleifdichtungen dichten den Luftspalt am Mittelstulp ab. Bei Pendeltüren muss sich die Drehachse der Bänder innerhalb des Drehflügelprofils befinden (Bild 3). Bei der Montage wird das obere Band in den Blendrahmen, das untere Band in den Flügelrahmen eingesetzt. Zum Einhängen des Türflügels kann man den oberen Bandzapfen durch den Gelenkhebel anheben und ausklinken. Beim Ausbau wird der Flügel oben angeklinkt und gekippt und aus dem Schließerzapfen des Bodentürschließers herausgehoben. Die Lagerbuchse im Bandunterteil ist verstellbar und ermöglicht eine Feinjustierung des Türflügels.



3 Zweiflügelige Pendeltür (horizontaler Schnitt)

Automatiktüren

Bei Automatiktüren stehen verschiedene Bauarten zur Wahl, die sich durch ihre speziellen Eigenschaften für besondere Einsatzgebiete empfehlen. Alle besitzen eine Antriebseinheit, eine Steuerung und einen Bewegungsmelder. Sie setzen die Tür bei Annäherung von Personen automatisch in Bewegung und schließen nach einer voreingestellten Offenhaltezeit. Daneben gibt es auch die Möglichkeit einer Betätigung durch Taster oder andere Impulsgeber.

An alle Automatiktüren werden hohe Sicherheitsanforderungen gestellt, um Personenschäden zu vermeiden.

Die auf den folgenden Seiten beschriebenen Türarten müssen in Notfällen auch von Hand betrieben werden können.

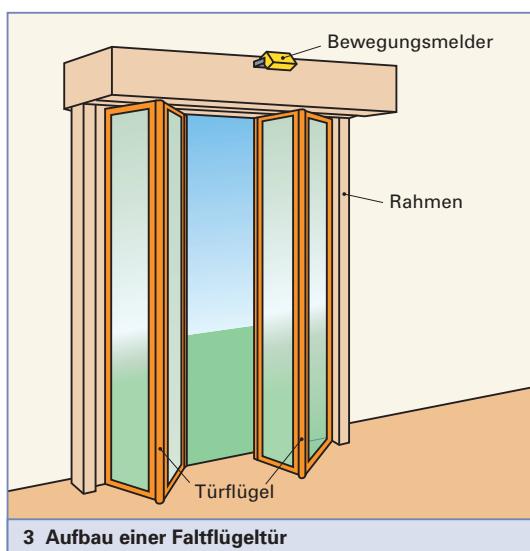
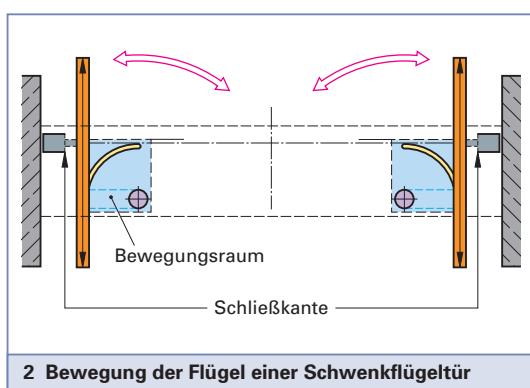
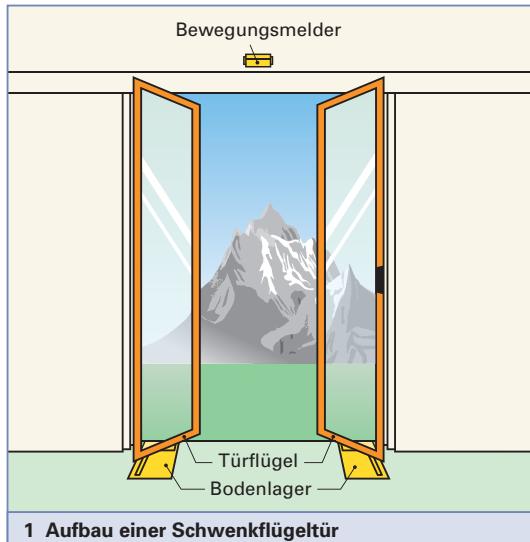
Raumpartüren

Beim Umbau älterer Gebäude, aber auch manchmal bei Neubauten steht häufig nur ein begrenzter Platz für Ein- oder Durchgänge zur Verfügung.

Hier empfehlen sich Schwenkflügeltüren als Problemlösung (Bild 1). Ihre beiden Flügel schwenken beim Öffnen und Schließen um Achsen, die auf Grund ihrer Konstruktion verdeckt im Durchgangsbereich liegen. Beim Öffnen und Schließen beschreiben die Türflügel daher einen engen Viertelkreisbogen (Bild 2). Bei geöffneter Tür liegen die Flügel parallel und dicht an der Türleibung und geben so nahezu die volle Einbaubreite als Durchgang frei. Bei entsprechender Ausstattung sind solche Türen auch für den Einsatz in Flucht- und Rettungswegen geeignet.

Als Alternative zur Schwenkflügeltür bietet sich als weitere, sehr kompakte Bauart die **Faltflügeltür** an. Sie ist eigentlich vom Fahrzeugbau bekannt und kommt häufig in Bussen und Aufzügen zum Einsatz. In anderen Ländern sind auch manche Eisenbahnwaggons mit solchen Türen ausgestattet.

Faltflügeltüren besitzen zwei wie bei zweiflügeligen Drehflügeltüren beweglich befestigte Flügel, die jedoch mittig in Längsrichtung geteilt sind. Bänder verbinden die Flügelhälften und ermöglichen das Zusammenfalten. Beim Öffnen legen sich die wandnahen Flügelhälften eng an die Türleibung an, während die wandfernen Flügelhälften an die wandfernen anklappen (Bild 3). So wird wie bei Raumpartüren vermieden, dass hinter der Türöffnung ein größerer Bewegungsraum benötigt wird, der wie bei Drehflügeltüren die Nutzfläche des Raumes schmälert. Außerdem steht bei geöffneter Tür kein Türblatt im Wege.



Drehtüren

Sie werden auch als Rotations- oder Karussell-Türen bezeichnet und bestehen aus zwei, drei oder vier Flügeln, dem Drehkreuz mit den angeschlossenen Türflügeln, dem trommelförmigen Seitenteil und dem Deckenring (Bild 1). Die Flügel mit der VSG-Verglasung sind über das Drehkreuz oben und unten drehbar gelagert. Zur Vermeidung von Wärmeverlusten und Zugluft sind an den Dichtflächen der Flügelprofile umlaufend Bürstendichtungen eingesetzt.

Größere **Drehtüranlagen** sind mit Automatikantrieben ausgestattet, die über Impulsgeber auf der Innen- und Außenseite angesteuert werden. Betritt eine Person den Erfassungsbereich des Impulsgebers, beginnt die Tür automatisch zu drehen und die Person kann die Tür passieren (Bild 2 a).

Erkennt ein im Inneren angebrachter Sensor eine stehende oder sich nur langsam bewegende Person, so wird automatisch die Drehgeschwindigkeit reduziert und wenn notwendig die Tür gestoppt. Verlässt die Person den Abtastbereich, wird die normale Rotationsgeschwindigkeit wieder aufgenommen.

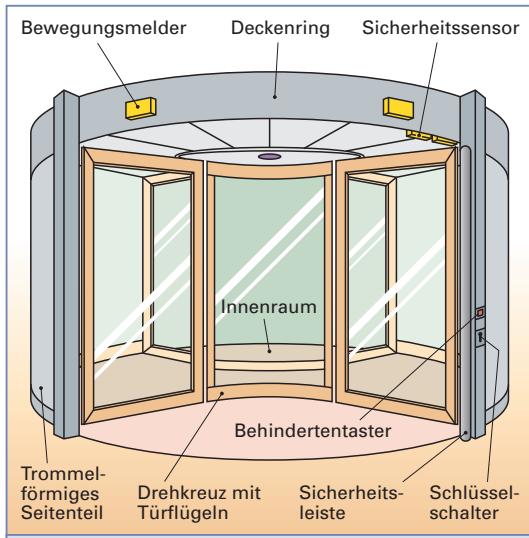
Bei einem anderen System drehen sich die Flügel langsam, z. B. mit einer Umdrehung pro Minute, sodass die Besucher zum Betreten eingeladen werden. Über Sensoren und Steuerungsorgane, z. B. einem Infrarotmelder, passt sich die Drehgeschwindigkeit automatisch der Schrittgeschwindigkeit des Besuchers an. Befindet sich kein Besucher mehr im Türbereich, fährt die Anlage wieder mit einer Umdrehung pro Minute.

Ist eine Dreh- oder Karusselltür mit einem Feueralarmsystem verbunden, wird im Notfall die Tür angehalten und die Flügel werden in Fluchtwegposition geschwenkt (Bild 2 b).

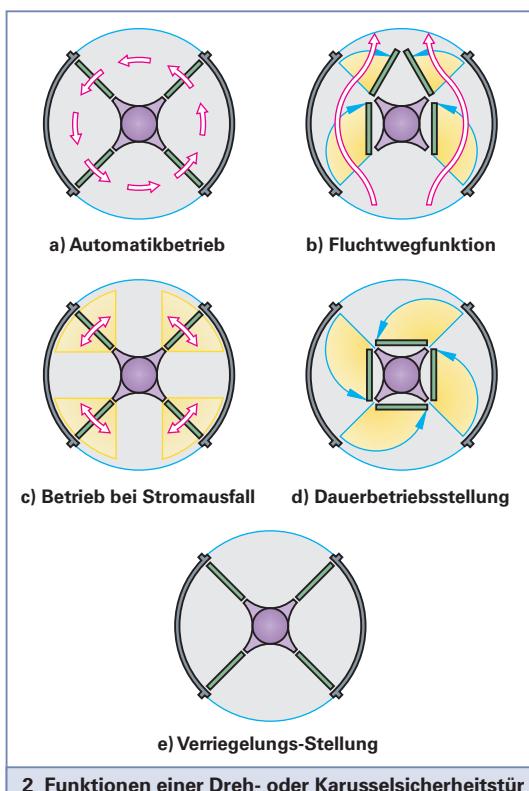
Auch bei einem Stromausfall nehmen die Flügel automatisch eine besondere Position ein. Die mittleren Flügel funktionieren jetzt wie bei einer Pendeltür und erlauben so ein leichtes Verlassen des Gebäudes durch die Türmitte (Bild 2 c). Diese Konstruktion bietet ebenfalls einen bequemen Durchlass von Rollstuhlfahrern und den Durchgang mit sperrigen Gütern. Bei ungewöhnlich hohem Verkehrsaufkommen oder der Notwendigkeit der Zufuhr von Frischluft für das Rauminnere kann die Tür von Hand auf „Dauerdurchlass“ gestellt werden (Bild 2 d).

Bild 2 e zeigt die Verriegelungsstellung der Drehtüranlage. Für eine länger anhaltende Verschlussstellung des Gebäudes werden bogenförmige Seitenteile in den Zutrittsbereich der verriegelten Drehtüranlage eingeschwenkt und verschließen sie vollständig. Eine Nebentür in der Gebäudefront dient dann als Ausgang.

Der Antrieb moderner Karussellsicherheitstüren kann wahlweise unter der Tür, in der Mittelsäule des Karussells oder im Deckenring der Tür angeordnet sein, wodurch sich eine große architektonische Gestaltungsfreiheit ergibt.



1 Aufbau einer Dreh- oder Karusselltür



2 Funktionen einer Dreh- oder Karussellsicherheitstür

Schiebetüren

Sie gewährleisten einen maximalen Ausblick und Lichteinfall und haben den Vorteil, dass in der Raumtiefe kein Geschäfts- oder Wohnraum eingeschränkt wird. Die **Schiebetürflügel** werden oben in Schienen geführt und rollen in einer Bodenlaufschiene.

Schiebetüren sind die am weitesten verbreitete Bauart bei **Automatiktüren**. Sie sind in der Regel zweiflügelig ausgelegt, wobei die beiden Flügel nach rechts und links synchron auffahren. Es gibt aber für spezielle Anwendungen auch einflügelige Ausführungen.

Die auffahrenden Schiebetürflügel benötigen einen entsprechenden Abstellraum seitlich der freigegebenen Öffnung in der Schließebene. Diesen bieten normalerweise feste Seitenteile, z. B. Festelemente, die etwas breiter als die Fahrflügel sind. Folglich geben gewöhnliche Schiebetüren etwa die halbe Breite der Einbauöffnung zum Passieren frei (Bild 1). Die Klemm- und Quetschgefahren zwischen den Fahrflügeln und den seitlichen Öffnungsbegrenzungen sind durch Sensoren auszuschließen.

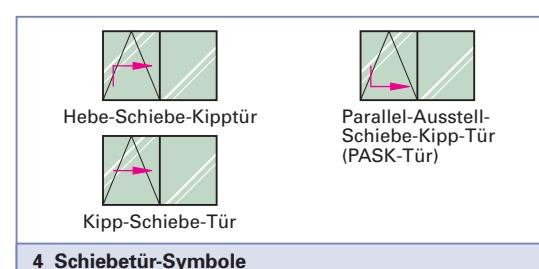
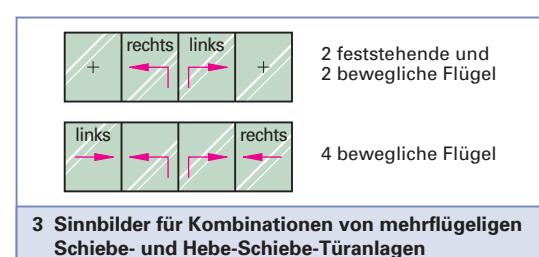
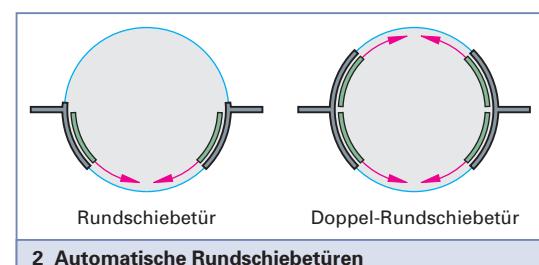
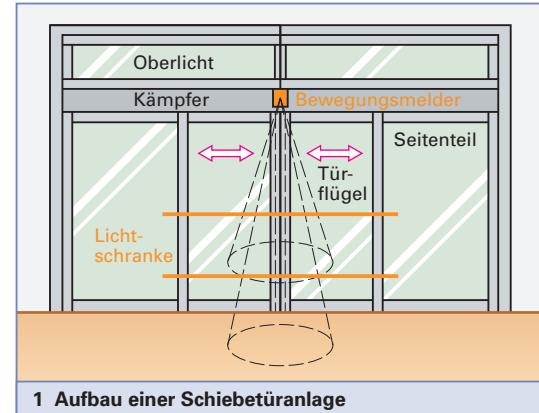
Bei entsprechend großer Einbauöffnung können somit auch große Personenströme derartige Türen ungehindert passieren. Aus diesem Grunde findet man Schiebetüren häufig bei Eingängen von Ladengeschäften, Hotels, Bankfilialen, Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen, aber auch bei Zwischenabschlüssen innerhalb von Bauwerken. Weite Verbreitung finden Rundschiebetüranlagen in Eingangsbereichen von Ladenpassagen. Bild 2 zeigt zwei Anwendungen von automatischen Rundschiebetüren, bei denen die Ganzlasttürblätter bogenförmige Wege zurücklegen.

Balkon- und Terrassentüren

Sie werden aus Platzgründen häufig als Schiebetüren ausgeführt (Bilder 3 und 4), aber auch Kombinationen und andere Ausführungen sind üblich:

- Drehkipp-Türen
- Schiebetüren
- Hebe-Schiebe-Türen
- Falttüren
- Parallelschiebe-Kipp-Türen (PSK-Türen)

Bei der Darstellung der Sinnbilder für Schiebetüren ist zu beachten, dass die Pfeile zwar die Öffnungsrichtung anzeigen, die Bezeichnung „rechts und links“ sich aber nach der Lage des Anschlags richtet (Bilder 3 und 4).



Überprüfen Sie Ihre Kenntnisse

- 1 Nach welchen Merkmalen können Türen unterschieden und benannt werden?
- 2 Benennen Sie die drei Hauptbestandteile einer Drehflügeltür.
- 3 Skizzieren Sie eine Türanlage und benennen Sie die Bauteile.
- 4 Erläutern Sie den Begriff Stulptür.
- 5 Eine Stulptür wird für „Rechtsverkehr“ gebaut. Geben Sie dabei die Anschlagarten der Bänder für den Gang- und Standflügel an.
- 6 Welche Bauarten von Automatiktüren kennen Sie?
- 7 Erklären Sie den Begriff „PASK-Tür“.

14.3 Türen mit besonderen Funktionen

Türen können benannt werden nach ihrem Verwendungszweck oder nach ihrem Hauptwerkstoff – also als Hauseingangstür oder Wohnungsabschlusstür, als Aluminium- oder Kunststofftür.

Ist eine besondere **Schutzfunktion** angesprochen, wird die Tür danach bezeichnet:

- Feuerschutztür ● Rauchschutztür
- Schallschutztür ● Einbruchhemmende Tür
- Durchschusshemmende Tür

Alle diese Funktions-Bauarten unterliegen besonderen bauaufsichtlichen Bestimmungen und Normen.

Feuerschutztüren

Für öffentliche Gebäude wie Krankenhäuser, Hotels, Verwaltungen, Betriebe u. Ä. verlangen die Landesbauordnungen, dass in Fluren und Treppenhäusern Feuerschutzausschlüsse eingesetzt werden. Diese müssen den Normen DIN 4102 bzw. DIN 18093 und 18095 entsprechen und vom Deutschen Institut für Bau-technik (DIBt) bauaufsichtlich zugelassen werden. **Feuerschutzausschlüsse** sind überwachungspflichtige Bauteile, die der Eigen- und Fremdüberwachung bei der Herstellung unterliegen (Bild 1).

! Die geschlossene Feuerschutztür muss im Brandfall das Durchbrechen von Feuer durch die Türöffnung eine bestimmte Zeitspanne lang aufhalten.

Diese Zeitspanne heißt **Feuerwiderstandsdauer (FWD)** und muss im genormten **Brandversuch** (DIN 4102) nachgewiesen werden.

Daraus ergeben sich die **Bezeichnungen von Feuerschutzausschlüssen:**

T 30-1: einflügelige Brandschutztür ≥ 30 min. Feuerwiderstandsdauer (FWD)

T 30-2: zweiflügelige Brandschutztür ≥ 30 min. FWD

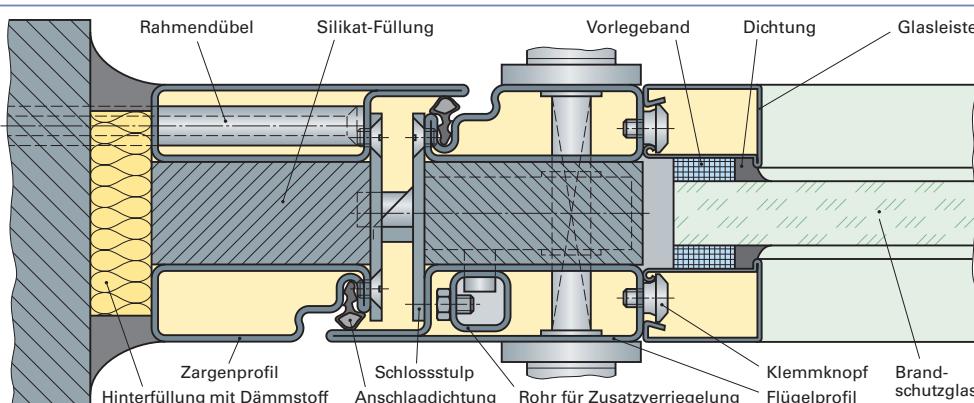
F 30: Festelemente und feststehende Verglasung, ≥ 30 min. FWD

F 90: Festelemente und feststehende Verglasung, ≥ 90 min. FWD

An Feuerschutztüren werden folgende Anforderungen gestellt, sie sollen:

- die verlangte Feuerwiderstandsdauer besitzen,
- selbsttägiges Schließen erlauben,
- eine bestimmte mechanische Festigkeit aufweisen,
- eine Dauerfunktionstüchtigkeit gewährleisten,
- die Öffnung in Fluchtrichtung ermöglichen.

Feuerschutztüren aus Stahlprofilrohren oder Aluminiumhohlprofilen mit einer Füllung aus einer brandfesten Zwischenlage (Fiber-Silikat, „Promatect“) oder aus speziellem Brandschutzglas erfüllen diese Anforderungen.



2 Schnitt durch eine Feuerschutztür T 30-1



1 Kennzeichnungsschild einer Feuerschutztür T 30-1

Beispiel für feuerhemmende Stahltürnen

Normbezeichnung einer bestimmten Tür (Bild 1):

Stahltür T 30-1 L 730 x 1000 A

Diese Tür gehört zu einer Gruppe, deren Ausführungen die folgenden Merkmale aufweisen:

Norm: T 30-1-Tür Konstruktionsgröße A

● Einbau: Mindestwanddicke 115 mm in Mauerwerk, 120 mm in Beton nach DIN 18093 „Einbau von Feuerschutztüren“;

● Zugelassener Größenbereich (A) der Wandöffnung: Breite 750 mm bis 1000 mm, Höhe 1750 mm bis 2000 mm

● Anschlagart: DIN rechts (R) oder DIN links (L);

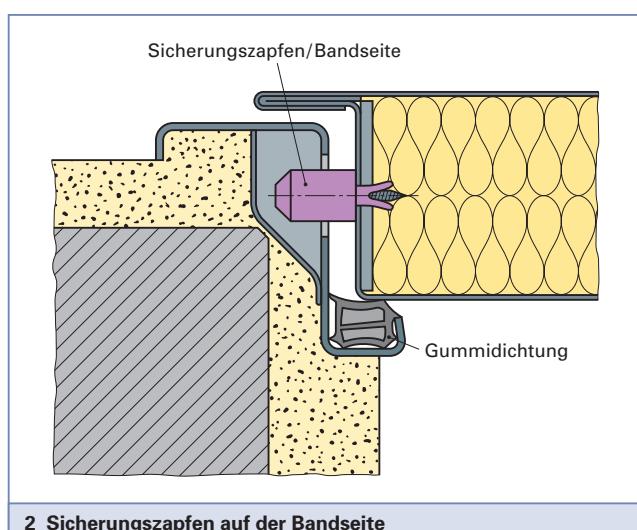
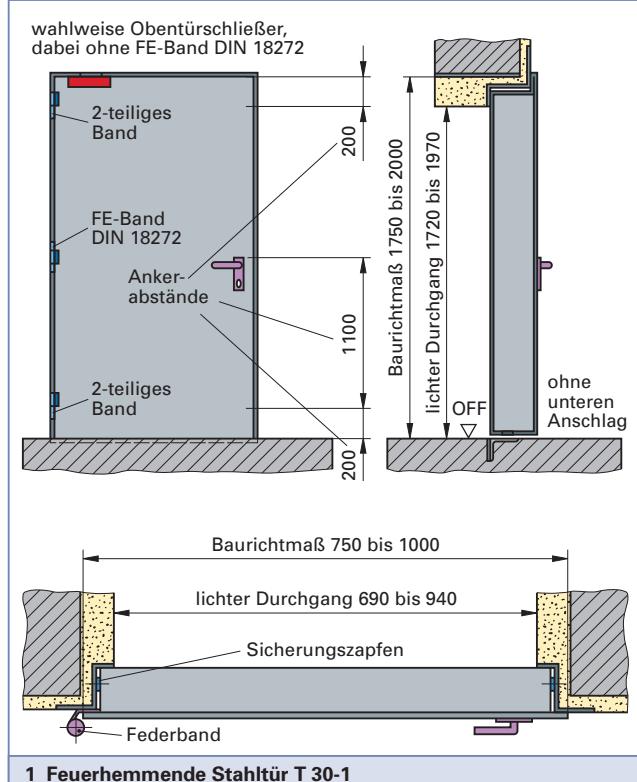
● Türblatt: Doppelwandig, Türblattdicke 54 mm, dreiseitig gefälzt, umlaufend mit Flachstahl ausgesteift, mit Mineralfaserplatten isoliert, Blechdicke 1 mm, verzinkt und grundiert;

● Zarge: Z-Profil, dreiseitig 3mm dick, mit unterem Schwellenprofil, verzinkt und grundiert, je Seite 3 Maueranker;

● Beschläge: 2 Stück zweiteilige Bänder, Einstech-Dreifallen-schloss mit Wechsel, für Profilzylinder vorgerichtet, Kunststoff-Drückergarnitur mit Stahleinlage, 1 Sicherungszapfen (Bild 2), 1 Federband (FE-Band);

● Sonderausstattung: Drückergarnitur aus Edelstahl, Panikschloss, Panik-Stangengriff, Obentürschließer, elektrische Türöffner, Öffnungs-melder, Feststellanlage.

Neben der Konstruktionsgröße A für leichte Türen werden die Konstruktionsgrößen B, für schwere Türen und C für Feuerschutzklappen unterschieden.



Rauchschutztüren

Im Falle eines Brandes breiten sich Rauchgase in Gebäuden viel schneller aus als Feuer. Sie gefährden Menschenleben und behindern die Rettungsarbeiten. Oft überschreiten Rauchschäden den eigentlichen materiellen Brandschaden um ein Mehrfaches. Deshalb fordern Landesbauordnungen Rauchschutztüren überall dort, wo die Ausbreitung von Rauch zu einer Gefährdung führen kann.

Rauchschutztüren sind eine relativ neue Entwicklung im vorbeugenden Brandschutz. Sie können zugleich auch als Feuerschutztüren ausgelegt sein, was aber nicht immer der Fall ist. Rauchschutztüren haben die Aufgabe, die Rauchausbreitung in einem Gebäude zu begrenzen, um so Flucht- und Rettungswege rauchfrei zu halten, auf denen sich Menschen aus dem Gebäude ins Freie retten können. Gleichzeitig begrenzen Rauchschutztüren auch den Schaden am Gebäude wie auch am Inventar.

! Rauchschutztüren müssen im Brandfall den Durchtritt von Rauch so einschränken, dass der dahinterliegende Raum für eine Zeitspanne von etwa zehn Minuten zur Rettung von Menschen genutzt werden kann.

Rauchschutztüren sind überwachungspflichtige Bauteile, die nur von Betrieben hergestellt werden dürfen, die Mitglied in der Überwachungsgemeinschaft für Feuerschutz-, Rauch- und Schutzraumabschlüsse sind. Sie werden mit einem Schild gekennzeichnet, das an sichtbarer Stelle, z. B. im Türfalfz, anzubringen ist (Bild 1).

Bezeichnungen von Rauchschutztüren:

- RS – 1: einflügelige Rauchschutztür (Tür DIN 18095 - RS – 1)
- RS – 2: zweiflügelige Rauchschutztür (Tür DIN 18095 – RS – 2)

Die Hauptanforderung nach DIN 18095 ist eine bestimmte **Rauchdichtheit**, die im Prüfbericht garantiert werden muss.

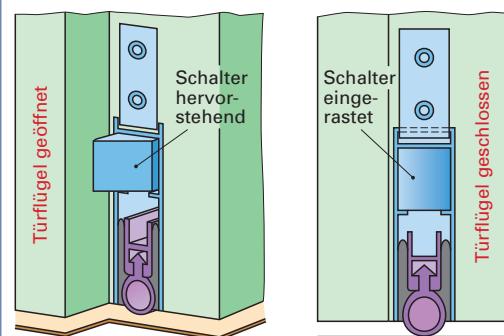
! Rauchschutztüren müssen sich bei einer Raucheinwirkung von selbst schließen. Federbänder oder Türschließer müssen aus jeder Stellung heraus den Türflügel verschließen.

Auf die **Dichtung gegen die Bodenschwelle** ist besonders zu achten. Bewährt haben sich drei Systeme:

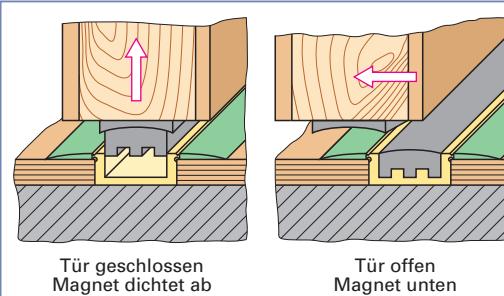
- Höckerschwelle mit Auflaufdichtung (Schleifdichtung, Bild 4 der folgenden Seite);
- Ohne Schwelle mit automatischer Senkdichtung (Bild 2), Schlauchdichtung oder Magnetbodendichtung (Bild 3);
- Schwellenanschlagdichtung (Bild 4).

FIRMA Tür DIN 18095-RS-1
Bezeichnung-Firmencode
Prüfber. Nr.: 12 0718-01 v. Juni 2005 MPA NW
Hersteller: Herstellungsjahr

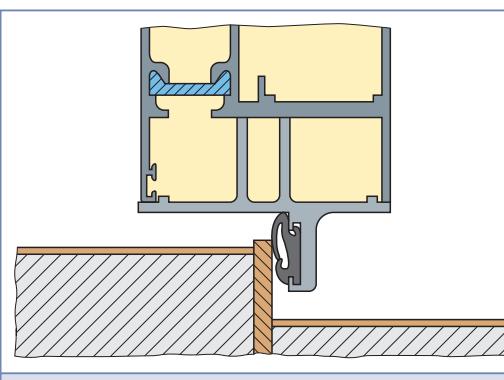
1 Kennzeichnungsschild für eine Rauchschutztür RS-1



2 Automatische Senkdichtung



3 Magnetbodendichtung



4 Schwellenanschlagdichtung

Einbruchhemmende Türen

Genauso wie Erdgeschossfenster bilden Türen Schwachstellen in der Gebäudehülle. Deshalb gelten für einbruchhemmende Türen (ET) dieselben Widerstandsklassen, Anforderungen und Prüfbedingungen wie bei einbruchhemmenden Fenstern. Eine Stahlsicherheitstür der Widerstandsklasse WK 2 mit zusätzlichen Sicherungselementen zeigt Bild 1. Das sind gegenüber einer normalen Tür:

- Verstärkte, dreiseitig umlaufende Eckzarge, 8 Maueranker;
- Dreiseitig gefälztes Türblatt, 50 mm dick, Außenschale aus 1,5 mm Stahlblech, verstärkte Innenkonstruktion;
- Auf der Bandseite 5 Verriegelungsbolzen, die hinter die Stahlzarge haken;
- Wartungsfreie Bänder mit gesicherten Bandbolzen;
- Sicherheitsschloss mit Wechsel, vierfach verriegelt;
- Schließzylinder mit Aufbohrschutz;
- Sicherheitsbeschlag stahlarmiert;
- Hochstellen des Drückers möglich.

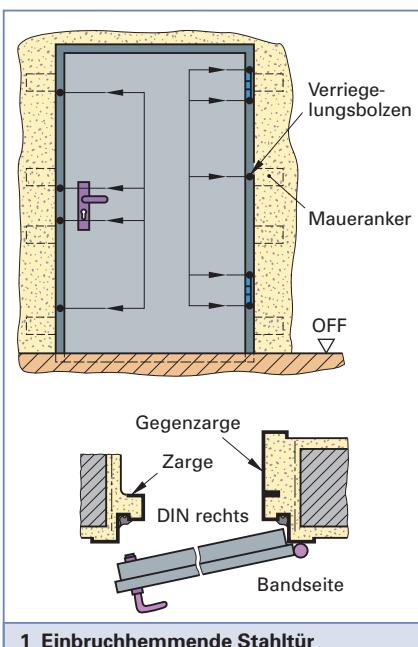
Zusätzlichen Schutz bietet ein Falleneriegelschloss mit Zusatzverriegelungen im Sturz- und Fußbereich für die Sicherheits-Haustür in Bild 3.

Schallschutztüren

Entscheidend für einen hohen Schalldämmwert sind die Fugendichtheit zwischen Zarge und Flügel, der Bauanschluss, die Bodendichtung und der Verschluss. Im Bodenbereich kommen unterschiedliche Dichtsysteme zur Anwendung. Die beste Schalldämmung bringt die Höckerschwelle in Verbindung mit der im Türblatt integrierten Schleifdichtung und dazwischenliegendem Absorberelement (Bild 4).

Wärmedämmende Türen

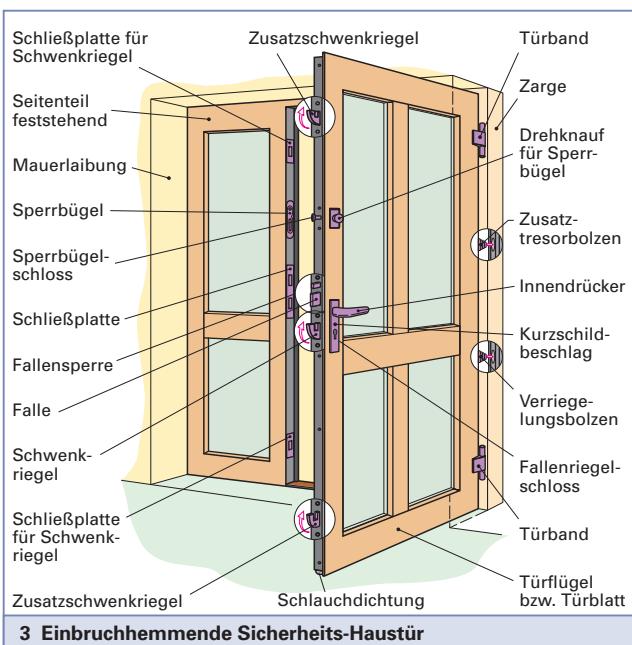
Häufig werden bei Türen erhöhte Anforderungen an den Wärmeschutz gestellt, wenn z. B. eine Außentür direkt in beheizte Bereiche führt. Wichtig sind bei diesen Türen ein fugendichter Anschlag und eine gute Schwellendichtung, um Wärmeverluste durch Zugluft zu vermeiden (Bild 4).



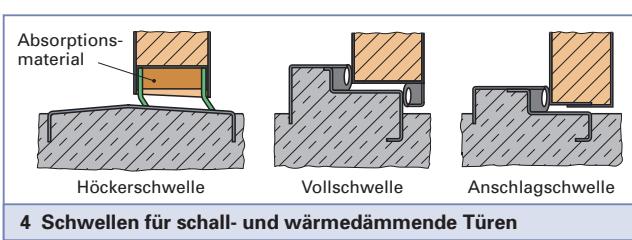
1 Einbruchhemmende Stahltür



2 Zargen für Stahlsicherheitstüren



3 Einbruchhemmende Sicherheits-Haustür



4 Schwellen für schall- und wärmedämmende Türen