



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Holztechnik

# Holztechnik Fachkunde

**26. Auflage**

Bearbeitet von Lehrkräften an beruflichen Schulen  
sowie Ingenieurinnen und Ingenieuren

Lektorat: Martin Eckhard, Tischlermeister

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

**Europa-Nr.: 40117**

*Bearbeiter der Holztechnik – Fachkunde:*

Bounin, Katrina	Dipl.-Ing., Oberstudienrätin	Walheim
Eckhard, Martin	Tischlermeister, Pädagoge	Calw
Krämer, Georg	Dipl.-Holzwirt	Bad Wildungen
Letsch, Bernhard	Dipl.-Ing. (FH), Professor	Biel, Schweiz
Müller, Jan	Dipl. Ing. (FH), Oberstudienrat	Schwäbisch Hall
Nutsch, Torsten	Dr.-Ing.	Schwäbisch Gmünd
Nutsch, Wolfgang	Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor	Stuttgart
Schlatter, Kuno	Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat	Löffingen
Siebert, Dittmar	Dipl.-Ing. (FH), Holztechnik	Schauenburg
Willgerodt, Frank	Studiendirektor	Neumagen, Dhron

*Lektor, Leitung des Arbeitskreises:*

Martin Eckhard, Calw

*Bildbearbeitung:*

Wolfgang Nutsch, Stuttgart

Verlag Europa-Lehrmittel, Zeichenbüro, Ostfildern

26. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-4198-8

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlaggestaltung: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

## Vorwort zur 26. Auflage

Die 26. Auflage „Fachkunde – Holztechnik“ ist eine vollständige Neubearbeitung, die insbesondere an die sich ändernde Technologie bei der Holzbearbeitung und Holzverarbeitung, der Weiterentwicklungen bei Werkstoffen und verwendeten Materialien aber auch geänderten Vorschriften- und Gesetzelagen angepasst ist. Diese Inhalte sowie gesetzliche Erfordernisse für Klima- und Umweltschutz erfahren im Buch eine fachgerechte und systematische Aufarbeitung für Ausbildung und Weiterbildung.

Ziel dieser 26. Auflage ist eine klare Strukturierung aller fachlichen und grundlagenbildenden Wissensbereiche. Inhaltlich deckt sie nicht nur die in Rahmenlehrplänen geforderten Bildungsinhalte vieler holzverarbeitender Berufe im Bereich der Technologie ab, sondern geht mit weiterführenden und anspruchsvolleren Inhalten darüber hinaus.

Alle Themenbereiche sind klar, überschaubar dargestellt und so gegliedert, dass Inhalte sowohl sachlogisch aufeinander aufbauen als auch mit zunehmender Tiefe aufgearbeitet sind. Dadurch bietet das Buch beim angeleiteten und selbstgesteuerten Lernen eine wichtige, leicht zu handhabende Informationsquelle, die besonders für handlungsorientierten Unterricht von hohem Wert ist. Das Buch dient damit gleichermaßen als Lehr- und Nachschlagewerk, sowohl für die berufliche Qualifikation als auch für das Selbststudium.

Die digitale Version des vorliegenden Fachkundebuchs veranschaulicht durch zusätzliche Medien technische Zusammenhänge oder Handhabungen. Diese tragen damit zu einem mehrkanaligen Lernen bei und verknüpfen Sprache und Bild zu einem lebendigen und anschaulichen Wissenserwerb.

Symbole im gedruckten Buch verweisen auf zusätzliche Inhalte der Digitalversion. In der Digitalversion sind diese Inhalte direkt mit Medien verknüpft und können so kontextbezogen aufgerufen werden.



Das Fachbuch beginnt mit Berufsbild und Arbeitsplatz und erläutert Berufsanfängerinnen und Berufsanfängern die betriebliche Organisation sowie die Betriebsabläufe. Es stellt das Holz und weitere Werkstoffe vor, erklärt das Herstellen und Zusammenfügen von Teilen sowie die dafür benötigten Handwerkzeuge und Maschinen. Betriebstechnische Anlagen, der Bau von Einbauschränken, Konstruktion und Montage von Bauelementen des Innenausbau wie Wand- und Deckenverkleidungen, Innentüren, Holztreppe, Trennwände, Fußböden sowie Haustüren und Fenster vervollständigen die inhaltliche Bandbreite zeitgemäßer Holzbearbeitung.

Besonderes Augenmerk dieser Auflage liegt in der neu geordneten und klaren Darstellung von Holzwerkstoffen, die einem starken Wandel hinsichtlich der qualitativen Erfordernisse als auch der Kennzeichnung unterliegen. Die Betriebsorganisation bei Fertigung und Montage stellt einen wichtigen Beitrag für eine an Qualitätserfordernissen ausgerichtete Produktion in Handwerk und Industrie. Die Inhalte zur CNC-Fertigung und ihre Weiterentwicklungen in Technik und Programmierung wurden aufgrund ihrer gestiegenen Bedeutung inhaltlich deutlich erweitert und aktualisiert.

Das Buch versucht, einer geänderten Lebens- und Gesellschaftswirklichkeit auch sprachlich gerecht zu werden. Dieser Prozess stellt die Mitglieder des Autorenteam in einer traditionell männerbezogenen Sprachentwicklung bei vielen handwerksbezogenen Berufen und Fachbegriffen vor Herausforderungen. Überzeugung aller Autorinnen und Autoren ist aber, dass geschlechterspezifische Zuweisungen einer geänderten Berufswelt nicht gerecht werden und deshalb angepasst werden müssen.

Ich wünsche Ihnen viel fachlichen Gewinn beim Arbeiten mit diesem Buch.

## Inhaltsverzeichnis

### 1 Beruf und Arbeitsplatz

<b>1.1</b>	<b>Beruf Tischler/Tischlerin und Holzmechaniker/Holzmechanikerin</b> . . . 13
1.1.1	Berufsfeld . . . . . 13
1.1.2	Ausbildung . . . . . 14
1.1.3	Weiterbildung . . . . . 15
<b>1.2</b>	<b>Der Betrieb</b> . . . . . 16
1.2.1	Betriebsnotwendige Räume . . . . . 16
1.2.2	Unfallschutz am Arbeitsplatz . . . . . 17
1.2.3	Aufbauorganisation . . . . . 18
1.2.4	Ablauforganisation . . . . . 18
1.2.4.1	Planung . . . . . 18
1.2.4.2	Steuerung . . . . . 19
1.2.4.3	Qualitätsmanagement, Qualitätskontrolle, Qualitätssicherung . . . . . 19
<b>2</b>	<b>Werkstoffe</b>
<b>2.1</b>	<b>Holz als Rohstoff</b> . . . . . 23
2.1.1	Wald . . . . . 23
2.1.1.1	Aufgaben des Waldes . . . . . 25
2.1.1.2	Wald und seine Nutzung . . . . . 25
2.1.1.3	Waldbestand in der Bundesrepublik Deutschland . . . . . 26
2.1.1.4	Waldzustand . . . . . 26
2.1.2	Baum . . . . . 26
2.1.2.1	Teile des Baumes . . . . . 26
2.1.2.2	Ernährung des Baumes . . . . . 27
2.1.2.3	Wachstum des Baumes . . . . . 28
2.1.2.4	Aufbau des Stammes . . . . . 30
2.1.2.5	Holzfehler am Stamm . . . . . 31
2.1.3	Aufbau des Holzes . . . . . 33
2.1.3.1	Chemische Zusammensetzung des Holzes . . . . . 33
2.1.3.2	Zellarten . . . . . 33
2.1.4	Holzarten . . . . . 35
2.1.4.1	Europäische Nadelhölzer . . . . . 36
2.1.4.2	Europäische Laubhölzer . . . . . 36
2.1.4.3	Außereuropäische Nadelhölzer . . . . . 40
2.1.4.4	Außereuropäische Laubhölzer . . . . . 40
2.1.5	Eigenschaften des Holzes . . . . . 44
2.1.5.1	Holzartendatenbank . . . . . 44
2.1.5.2	Rohdichte . . . . . 44
2.1.5.3	Festigkeit . . . . . 45
2.1.5.4	Härte, Plastizität, Elastizität, Biegsamkeit . . . . . 46
2.1.5.5	Natürliche Dauerhaftigkeit, Resistenz . . 47
2.1.5.6	Leit- und Dämmfähigkeit . . . . . 48
2.1.5.7	Dimensions- und Formstabilität . . . . . 48
<b>2.2</b>	<b>Holzverwertung</b> . . . . . 49
2.2.1	Stammverwertung . . . . . 50
2.2.1.1	Fällen, Ausformen und Sortierung des Stammes . . . . . 50
2.2.1.2	Einschneiden des Stammholzes . . . . . 51
2.2.1.3	Hauptschnitte des Holzes . . . . . 52

2.2.2	Holz als Schnitt- und Handelsware . . . . 53
2.2.2.1	Schnittholz . . . . . 53
2.2.2.2	Güte- und Sortierklassen . . . . . 55
2.2.2.3	Sortiermerkmale des Schnittholzes . . . 56
2.2.2.4	Halbfertigwaren . . . . . 61
<b>2.3</b>	<b>Holzschädlinge</b> . . . . . 62
2.3.1	Forstschädlinge . . . . . 63
2.3.1.1	Forstpilze . . . . . 63
2.3.1.2	Frischholzinsekten . . . . . 63
2.3.2	Holzschädlinge in lagerndem und feucht verbaumtem Holz . . . . . 63
2.3.2.1	Holzerstörende Pilze . . . . . 64
2.3.2.2	Holzbewohnende Pilze . . . . . 64
2.3.3	Holzschädlinge in verarbeitetem Holz . 65
2.3.3.1	Holzfäulepilze . . . . . 65
2.3.3.2	Gebäudeinsekten . . . . . 66
<b>2.4</b>	<b>Holzschutz</b> . . . . . 69
2.4.1	Vorbeugender natürlicher Holzschutz . . 70
2.4.2	Vorbeugender baulich-konstruktiver Holzschutz . . . . . 70
2.4.3	Physikalischer Holzschutz . . . . . 71
2.4.4	Chemischer Holzschutz . . . . . 72
2.4.4.1	Acetyliertes Holz . . . . . 72
2.4.4.2	Wässrige Holzschutzmittel . . . . . 73
2.4.4.3	Lösemittelhaltige Holzschutzmittel . . . 74
2.4.4.4	Ölhaltige Holzschutzmittel . . . . . 74
2.4.5	Verarbeitung und Entsorgung chemischer und physikalischer Holzschutzmittel . . . . . 74
2.4.6	Gebrauchsklassen von tragenden Bauteilen . . . . . 76
2.4.7	Bekämpfender Holzschutz und Sanierungsmaßnahmen . . . . . 77
2.4.7.1	Maßnahmen bei Pilzbefall . . . . . 77
2.4.7.2	Maßnahmen bei Insektenbefall . . . . . 78
<b>2.5</b>	<b>Holzfeuchte</b> . . . . . 79
2.5.1	Bestimmung der Holzfeuchte . . . . . 79
2.5.2	Trocknung des Holzes . . . . . 80
2.5.2.1	Freilufttrocknung . . . . . 81
2.5.2.2	Technische Holz Trocknung . . . . . 83
2.5.2.3	Trocknungsfehler . . . . . 87
2.5.3	Schwindung des Holzes beim Trocknen 88
2.5.3.1	Schwindformen . . . . . 89
2.5.3.2	Maßnahmen gegen das Arbeiten des Holzes . . . . . 90
<b>2.6</b>	<b>Kunststoffe und Kunststoffverarbeitung</b> . . . . . 91
2.6.1	Aufbau, Bezeichnungen, Eigenschaften der Kunststoffe . . . . . 91
2.6.2	Arten der Kunststoffe . . . . . 93
2.6.2.1	Thermoplaste . . . . . 93
2.6.2.2	Duroplaste . . . . . 94
2.6.2.3	Elastomere . . . . . 94
2.6.2.4	Silikone . . . . . 94

2.6.3	Verarbeitungsverfahren von Kunststoffen . . . . .	97	2.9.3.2	Schäl furniere . . . . .	151
2.6.3.1	Verfahren des Urformens von Kunststoffen . . . . .	97	2.9.3.3	Messer furniere . . . . .	152
2.6.3.2	Umformen von Kunststoffen . . . . .	99	2.9.4	Furniere nach Art der Verwendung . . . . .	154
<b>2.7</b>	<b>Klebstoffe und Klebstoffverarbeitung</b>	<b>105</b>	2.9.4.1	Deck furniere . . . . .	154
2.7.1	Klebstofftechnische Begriffe . . . . .	106	2.9.4.2	Unter furniere . . . . .	155
2.7.2	Klebstoffe in der Holztechnik . . . . .	108	2.9.4.3	Absperr furniere . . . . .	155
2.7.3	Verfestigungsvorgang von Klebstoffen . . . . .	109	2.9.4.4	Sonder- und Spezial furniere . . . . .	155
2.7.4	Natürliche Klebstoffe . . . . .	110	2.9.5	Furnieren und Furnierverarbeitung . . . . .	156
2.7.5	Synthetische Klebstoffe . . . . .	111	2.9.5.1	Auswählen der Furniere . . . . .	156
2.7.6	Klebstoffe nach Art ihrer Verwendung	116	2.9.5.2	Zuschneiden der Furniere . . . . .	156
2.7.7	Klebstoffe nach Maß und Beständigkeit . . . . .	117	2.9.5.3	Zusammensetzen der Furniere . . . . .	157
<b>2.8</b>	<b>Plattenwerkstoffe – Holzwerkstoffe</b>	<b>118</b>	2.9.5.4	Vorbereiten des Furnierträgers . . . . .	158
2.8.1	Platten aus Vollholzteilen . . . . .	119	2.9.5.5	Leimauftrag . . . . .	159
2.8.1.1	Massivholzplatten . . . . .	119	2.9.5.6	Auflegen der Furniere . . . . .	159
2.8.1.2	Sperrholz: Stab- und Stäbchensperrholz . . . . .	120	2.9.5.7	Aufpressen der Furniere . . . . .	159
2.8.2	Platten aus Furnieren . . . . .	122	2.9.5.8	Konditionieren . . . . .	160
2.8.2.1	Furniersperrholz VP . . . . .	122	2.9.5.9	Besondere Furnierverarbeitungstechniken . . . . .	161
2.8.2.2	Furnierschichtholz (LVL) . . . . .	125	2.9.5.10	Fehler beim Furnieren von Plattenwerkstoffen . . . . .	163
2.8.3	Platten aus Holzspänen . . . . .	127	<b>2.10</b>	<b>Belagstoffe – HPL und ihre Verarbeitung</b>	<b>164</b>
2.8.3.1	Langspanplatten (OSB) . . . . .	127	2.10.1	HPL (High Pressure Laminate) . . . . .	164
2.8.3.2	Kunstharzgebundene Flachpressplatten (P) . . . . .	128	2.10.2	HPL-Compact (Kompaktplatten) . . . . .	169
2.8.3.3	Flachpressplatten für besondere Verwendungszwecke . . . . .	130	2.10.3	Laminate . . . . .	169
2.8.4	Platten aus Holzfasern . . . . .	134	2.10.4	Folien . . . . .	169
2.8.4.1	Harte Holz faserplatten (HB) . . . . .	134	2.10.5	Linoleum . . . . .	170
2.8.4.2	Mittelharte Holz faserplatten (MBH, MBL) . . . . .	135	<b>2.11</b>	<b>Metalle</b>	<b>171</b>
2.8.4.3	Poröse Holz faserplatten (SB) . . . . .	136	2.11.1	Eisenwerkstoffe . . . . .	171
2.8.4.4	Faserplatten nach dem Trockenverfahren (MDF) . . . . .	136	2.11.1.1	Roheisengewinnung und Hochofenerzeugnisse . . . . .	171
2.8.4.5	Kunststoffbeschichtete Holz faserplatten (MFB) . . . . .	137	2.11.1.2	Herstellung von Stahl . . . . .	172
2.8.5	Verbundwerkstoffplatten . . . . .	138	2.11.1.3	Stahl . . . . .	173
2.8.6	Mineralische Plattenwerkstoffe . . . . .	141	2.11.1.4	Eisen-Gusswerkstoffe . . . . .	174
2.8.6.1	Mineralwerkstoffe . . . . .	141	2.11.2	Nichteisenmetalle . . . . .	174
2.8.6.2	Quarzwerkstoffe . . . . .	142	2.11.3	Hartmetalle . . . . .	175
2.8.7	Gipsplatten nach DIN EN 520 . . . . .	144	2.11.4	Korrosion und Korrosionsschutz . . . . .	175
2.8.8	Faserzementplatten . . . . .	144	2.11.4.1	Korrosion . . . . .	175
2.8.9	Plattenwerkstoffe – Technische Klassen . . . . .	145	2.11.4.2	Korrosionsschutz . . . . .	176
2.8.9.1	CE-Kennzeichen, Einsatzbereich und Nutzungsklassen . . . . .	146	2.11.5	Metallbearbeitung . . . . .	177
2.8.9.2	Formaldehydemission . . . . .	147	2.11.6	Verbinden von Metallen . . . . .	180
2.8.10	Kennzeichnung technisch-physikalischer Eigenschaften von Plattenwerkstoffen . . . . .	147	<b>2.12</b>	<b>Glas und Glasverarbeitung</b>	<b>182</b>
<b>2.9</b>	<b>Belagstoffe – Furniere und ihre Verarbeitung</b>	<b>148</b>	2.12.1	Glaserstellung . . . . .	182
2.9.1	Einteilung der Furniere . . . . .	149	2.12.2	Glasarten . . . . .	184
2.9.2	Schritte bei der Furnierherstellung . . . . .	149	2.12.3	Funktionsgläser, Herstellung und Verarbeitung . . . . .	186
2.9.3	Furniere nach Art der Herstellung . . . . .	151	2.12.4	Glasbearbeitung . . . . .	189
2.9.3.1	Sägefurniere . . . . .	151	2.12.5	Besondere Bearbeitungstechniken . . . . .	190
			2.12.6	Spiegel . . . . .	193
			<b>3</b>	<b>Werkbank und Handwerkzeuge</b>	
			<b>3.1</b>	<b>Werkbank und Werkzeugaufbewahrung</b>	<b>197</b>
			<b>3.2</b>	<b>Handwerkzeuge</b>	<b>199</b>
			3.2.1	Messzeuge und Anreißwerkzeuge . . . . .	199
			3.2.1.1	Längenmesszeuge . . . . .	199
			3.2.1.2	Neigungsmessung . . . . .	202

3.2.1.3	Winkelmesszeuge	203	4.3.2.1	Verleimregeln	232
3.2.1.4	Anreißwerkzeuge	203	4.3.2.2	Stumpfe Fuge	233
3.2.2	Werkzeuge zum Sägen	204	4.3.2.3	Kronenfuge	233
3.2.2.1	Sägeblätter und Bezeichnung	204	4.3.2.4	Gedübelte Fuge	233
3.2.2.2	Sägearten	205	4.3.2.5	Gefederte Fuge	233
3.2.2.3	Instandhalten von Sägen	207	4.3.3	Sicherung von verleimten Massivholzflächen	234
3.2.3	Werkzeuge zum Hobeln	208	4.3.3.1	Gratleisten	234
3.2.3.1	Teile der Hobel	208	4.3.3.2	Hirnleisten	234
3.2.3.2	Einstellen des Hobels	209	4.3.3.3	Stabilisierende Stäbe	234
3.2.3.3	Schärfen des Hobeleisens	209	<b>4.4</b>	<b>Kasteneckverbindungen</b>	235
3.2.3.4	Pflege des Hobels	210	4.4.1	Genagelte Eckverbindungen	235
3.2.3.5	Hobelarten	210	4.4.2	Gefederte Eckverbindungen	236
3.2.3.6	Sonderhobel	211	4.4.3	Gegratete Eckverbindungen	236
3.2.4	Werkzeuge zum Schaben	212	4.4.4	Gedübelte Eckverbindungen	237
3.2.4.1	Schärfen der Ziehklingen	213	4.4.5	Fingerzinkung	237
3.2.5	Werkzeuge zum Stemmen	213	4.4.6	Fingerzapfen	237
3.2.5.1	Schärfen der Stemmwerkzeuge	215	4.4.7	Gezinkte Eckverbindungen	238
3.2.6	Werkzeuge zum Bohren	215	4.4.7.1	Einfache Zinkung	238
3.2.6.1	Pflege der Bohrer	216	4.4.7.2	Halbverdeckte Zinkung	238
3.2.7	Werkzeuge zum Raspeln und Feilen	217	4.4.7.3	Maschinenzinkung	240
3.2.7.1	Raspeln	217	4.4.8	Faltsystem	240
3.2.7.2	Feilen	218	4.4.9	Verbindung mit Flachdübeln	240
3.2.8	Werkzeuge zum Nageln und Schrauben	218	4.4.10	Lösbare Kasteneckverbindungen	240
3.2.8.1	Hammer	218	<b>4.5</b>	<b>Rahmeneckverbindungen</b>	242
3.2.8.2	Zangen	218	4.5.1	Überblattung	242
3.2.8.3	Schraubendreher	219	4.5.2	Schlitz und Zapfen	243
3.2.8.4	Elektro- und Akku-Schrauber	219	4.5.3	Gestemmte Rahmeneckverbindungen	243
<b>3.3</b>	<b>Werkzeuge zum Spannen</b>	220	4.5.4	Verschraubte Rahmen- eckverbindungen	245
3.3.1	Mechanische Spannwerkzeuge	220	4.5.5	Gedübelte Rahmeneckverbindungen	245
3.3.2	Pneumatische und hydraulische Spannwerkzeuge und -maschinen	222	4.5.6	Gefederte Rahmeneckverbindungen	245
<b>3.4</b>	<b>Werkzeuge und Vorrichtungen zum Herstellen von Gehrungen</b>	223	<b>4.6</b>	<b>Sprossenverbindungen</b>	246
3.4.1	Gehrungsschneidlade	223	<b>4.7</b>	<b>Längsverbindungen</b>	246
3.4.2	Gehrungsstoßlade	223	<b>4.8</b>	<b>Gestellverbindungen</b>	246
3.4.3	Gehrungssäge	223	<b>4.9</b>	<b>Rahmen und Füllungen</b>	247
3.4.4	Gehrungsstanze	223			
<b>4</b>	<b>Herstellen und Zusammenfügen von Teilen</b>		<b>5</b>	<b>Möbelbau</b>	
<b>4.1</b>	<b>Verbindungsmittel</b>	224	<b>5.1</b>	<b>Gestaltung des Möbels</b>	248
4.1.1	Federn	224	<b>5.2</b>	<b>Möbelbauarten</b>	252
4.1.2	Dübel	224	<b>5.3</b>	<b>Möbelteile</b>	253
4.1.3	Drahtstifte und Nägel	225	<b>5.4</b>	<b>Möbelkorpus</b>	253
4.1.4	Klammern	226	5.4.1	Fußgestelle und Sockel	254
4.1.5	Holzschrauben	226	5.4.2	Rückwände	254
4.1.6	Schrauben für besondere Zwecke	227	<b>5.5</b>	<b>Möbelfront</b>	255
<b>4.2</b>	<b>Holzauswahl und Holzzuschnitt</b>	229	5.5.1	Drehtüren	255
<b>4.3</b>	<b>Breitenverbindungen</b>	230	5.5.1.1	Bauarten der Drehtüren	256
4.3.1	Unverleimte Breitenverbindungen	230	5.5.1.2	Beschläge	257
4.3.1.1	Überfälzte Fuge	231	5.5.1.3	Anschlagen der Drehtüren	259
4.3.1.2	Gespundete Fuge	231	5.5.2	Schiebetüren	263
4.3.1.3	Gefederte Fuge	231	5.5.3	Klappen	266
4.3.1.4	Überschobene Schalung	232	5.5.3.1	Stehende Klappen	266
4.3.2	Verleimte Breitenverbindungen	232	5.5.3.2	Hängende Klappen	267
			5.5.3.3	Falt- und Hochschwenklappen	268

5.5.3.4	Liegende Klappen .....	268	6.6.3.3	Unfallsicheres Arbeiten an Tischfräsmaschinen.....	321
5.5.4	Möbelrollläden .....	269	6.6.3.4	Oberfräsmaschine .....	324
5.5.5	Schubkästen .....	270	6.6.3.5	Kettenfräsmaschine.....	324
5.5.5.1	Teile der Schubkästen .....	270	6.6.3.6	Teilstationäre Oberfräse .....	324
5.5.5.2	Schubkastenführung.....	273	6.6.4	Bohrmaschinen .....	325
5.5.5.3	Schubkastengriffe und -verschlüsse ..	276	6.6.4.1	Ständerbohrmaschine.....	325
<b>5.6</b>	<b>Möbeleinbauten.....</b>	<b>277</b>	6.6.4.2	Astlochbohrmaschine.....	325
5.6.1	Einlegeböden .....	277	6.6.4.3	Langlochbohrmaschine .....	326
<b>5.7</b>	<b>Elektrifizierung und Digitalisierung von Möbeln.....</b>	<b>278</b>	6.6.4.4	Dübellochbohrmaschine.....	326
<b>6</b>	<b>Maschinen und Maschinenarbeit</b>		6.6.4.5	Maschinen-Bohrwerkzeuge.....	327
<b>6.1</b>	<b>Elektromotoren .....</b>	<b>280</b>	6.6.5	Schleifmaschinen.....	331
6.1.1	Motorarten .....	280	6.6.5.1	Langbandschleifmaschinen.....	331
6.1.2	Betriebs- und Arbeitssicherheit.....	282	6.6.5.2	Kantenschleifmaschinen.....	332
<b>6.2</b>	<b>Maschinenantriebe .....</b>	<b>283</b>	6.6.5.3	Breitbandschleifmaschinen.....	333
6.2.1	Direktantrieb, ungeregelt und geregelt	283	6.6.5.4	Schleifmittel .....	334
6.2.2	Riementriebe.....	283	6.6.5.5	Schleifpapiere und Schleifgewebe...	335
6.2.3	Übersetzungen.....	284	6.6.5.6	Schleifbandlagerung .....	335
<b>6.3</b>	<b>Zerspanung durch Maschinenwerkzeuge.....</b>	<b>285</b>	6.6.5.7	Besondere Schleifmittel .....	336
<b>6.4</b>	<b>Allgemeine Unfallverhütungsregeln für das Arbeiten mit Holzbearbeitungsmaschinen.....</b>	<b>287</b>	6.6.5.8	Werkstückschliff.....	338
<b>6.5</b>	<b>Handmaschinen.....</b>	<b>288</b>	<b>6.7</b>	<b>Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik .....</b>	<b>339</b>
6.5.1	Handkreissägemaschinen .....	288	6.7.1	Steuerung .....	339
6.5.2	Handstichsägemaschinen .....	289	6.7.2	Mechanische Steuerungen.....	340
6.5.3	Handhobelmaschinen .....	289	6.7.3	Pneumatische Steuerung.....	340
6.5.4	Handfräsmaschinen.....	290	6.7.3.1	Wegeventile .....	340
6.5.5	Handbohrmaschinen.....	291	6.7.3.2	Sperrventile.....	341
6.5.6	Handschleifmaschinen .....	291	6.7.3.3	Stromventile .....	342
6.5.7	Druckluftwerkzeuge und -geräte.....	293	6.7.3.4	Druckventile .....	342
6.5.8	Akkubetriebene Handmaschinen.....	294	6.7.3.5	Darstellung einer pneumatischen Steuerung .....	343
<b>6.6</b>	<b>Stationäre Maschinen.....</b>	<b>296</b>	6.7.4	Hydraulische Steuerungen.....	344
6.6.1	Sägemaschinen .....	296	6.7.5	Verknüpfung von Signalen.....	345
6.6.1.1	Bandsägemaschinen.....	296	6.7.6	Elektrische Steuerungen.....	346
6.6.1.2	Trenn- und Blockbandsägemaschinen	298	6.7.7	Regelung .....	348
6.6.1.3	Unfallsicheres Arbeiten an Bandsäge- maschinen .....	299	<b>6.8</b>	<b>CNC-Maschinen.....</b>	<b>349</b>
6.6.1.4	Kreissägemaschinen.....	300	6.8.1	Geschichtliche Entwicklung.....	349
6.6.1.5	Kreissägeblätter.....	303	6.8.2	NC-Steuerung .....	349
6.6.1.6	Unfallsicheres Arbeiten an Kreissägemaschinen.....	306	6.8.2.1	CNC-Steuerung.....	349
6.6.1.7	Dekupiersägemaschinen .....	308	6.8.2.2	SPS-Steuerung.....	350
6.6.2	Hobelmaschinen .....	309	6.8.2.3	CPU-Zentraleinheit.....	350
6.6.2.1	Abrichthobelmaschinen.....	309	6.8.2.4	CNC-Ansteuerung .....	350
6.6.2.2	Hobelmesserwellen.....	310	6.8.3	CNC-Bearbeitungszentrum .....	351
6.6.2.3	Unfallsicheres Arbeiten an Abrichthobelmaschinen.....	312	6.8.3.1	Maschinenaufbau .....	351
6.6.2.4	Dickenhobelmaschinen.....	313	6.8.3.2	Maschinentisch, Arbeitsraum .....	352
6.6.2.5	Mehrseitenhobelmaschinen .....	314	6.8.3.3	Spannsysteme .....	353
6.6.3	Fräsmaschinen .....	315	6.8.3.4	Bearbeitungskopf.....	353
6.6.3.1	Tischfräsmaschinen.....	315	6.8.3.5	Anzahl der Achsen.....	354
6.6.3.2	Fräswerkzeuge und Kennzeichnung.....	316	6.8.3.6	Werkzeugwechselsystem.....	355
			6.8.3.7	Werkzeugdatenbank .....	355
			6.8.4	CNC-Werkzeuge und Aggregate .....	356
			6.8.5	Rüst- und Positioniersysteme .....	357
			6.8.6	Maschinenprogrammierung .....	358
			6.8.6.1	CAD (Computer Aided Design) .....	358
			6.8.6.2	DIN/ISO-Programmierung .....	361
			6.8.6.3	WOP – Werkstattorientierte Programmierung .....	362
			6.8.6.4	Postprozessor.....	363
			6.8.6.5	Import-CAD-Daten in WOP.....	363

6.8.6.6	CAD/CAM-Software. ....	364	8.1.3	Behandeln von Klebstoffrückständen	394
6.8.7	CNC-Plattenaufteilsäge. ....	365	8.1.4	Wässern. ....	394
6.8.8	Roboter. ....	365	8.1.5	Kitte und Auskiten. ....	395
<b>6.9</b>	<b>Fertigungsstraßen. ....</b>	<b>365</b>	8.1.6	Fleckenentfernung. ....	396
<b>6.10</b>	<b>Werkzeugschärfmaschinen. ....</b>	<b>366</b>	8.1.7	Bleichmittel, Bleichen und Egalisieren	396
<b>7</b>	<b>Betriebstechnische Anlagen</b>		<b>8.2</b>	<b>Beizmittel. ....</b>	<b>398</b>
<b>7.1</b>	<b>Pneumatische Anlagen. ....</b>	<b>367</b>	8.2.1	Farbstoffbeizen. ....	398
7.1.1	Drucklufterzeugung. ....	367	8.2.2	Chemische Beizen. ....	399
7.1.2	Druckluftverteilung und -aufbereitung	369	8.2.3	Kombinationsbeizen. ....	401
7.1.3	Pneumatische Arbeitselemente. ....	370	8.2.4	Farbtongebung mit natürlichen Farbmitteln. ....	401
<b>7.2</b>	<b>Fördermittel. ....</b>	<b>371</b>	8.2.5	Patinieren und eingefärbt lackieren. .	402
7.2.1	Flurförderer. ....	371	8.2.6	Beizen und Färben. ....	402
7.2.2	Flurfreie Förderer. ....	372	8.2.6.1	Auftragen der Beizlösung. ....	402
<b>7.3</b>	<b>Lagertechnik. ....</b>	<b>373</b>	8.2.6.2	Trocknen der gebeizten Fläche. ....	404
7.3.1	Lagersysteme. ....	373	<b>8.3</b>	<b>Beschichtungsstoffe. ....</b>	<b>404</b>
7.3.1.1	Regallagerung. ....	373	8.3.1	Eigenschaften von flüssigen Beschichtungsstoffen. ....	404
7.3.1.2	Lagerbühnen. ....	377	8.3.1.1	Viskosität. ....	404
7.3.1.3	Flächenlager. ....	377	8.3.1.2	Dichte. ....	405
7.3.1.4	Kommissionslager. ....	378	8.3.1.3	Festkörpergehalt. ....	405
7.3.1.5	Konsignationslager. ....	378	8.3.2	Hauptbestandteile der Lacke. ....	406
7.3.2	Lagerbehälter. ....	378	8.3.2.1	Löse- und Verdünnungsmittel. ....	407
7.3.3	Kennzeichnung von Regalen und Behältern. ....	379	8.3.2.2	Filmbildner. ....	410
<b>7.4</b>	<b>Verpackungen und Transport. ....</b>	<b>380</b>	8.3.2.3	Additive und Hilfsmittel. ....	412
7.4.1	Packstoffe. ....	380	8.3.2.4	Pigmente und Hilfsmittel. ....	412
7.4.2	Transport. ....	380	8.3.3	Lacksysteme. ....	413
7.4.3	Ladungssicherung. ....	381	8.3.3.1	Cellulosenitrat-Lacke (CN-Lacke). ....	413
<b>7.5</b>	<b>Absaugung von Holzstaub und Holzspänen. ....</b>	<b>382</b>	8.3.3.2	Säurehärtende Lacke (SH-Lacke). ....	414
7.5.1	Absaugsysteme. ....	382	8.3.3.3	Polyurethan-Lacke (PUR-Lacke). ....	415
7.5.2	Ventilatoren. ....	383	8.3.3.4	Polyester-Lacke (UP-Lacke). ....	416
7.5.3	Abscheideeinrichtungen. ....	383	8.3.3.5	Alkydharz-Lacke (AK-Lacke). ....	417
7.5.4	Filteranlagen bis 8000 m <sup>3</sup> /h. ....	384	8.3.3.6	Acrylharz-Lacke (AC-Lacke). ....	418
7.5.5	Rückluft. ....	384	8.3.3.7	UV-härtende Lacksysteme. ....	418
7.5.6	TRGS 553 – Staubarme Arbeitsbereiche. ....	385	8.3.3.8	Wasserlacke. ....	419
7.5.7	Spänebunker. ....	386	8.3.3.9	Öle und Wachse. ....	421
<b>7.6</b>	<b>Abscheidesysteme bei Lackier- einrichtungen. ....</b>	<b>386</b>	8.3.3.10	Laugen und Seifen. ....	422
7.6.1	Abscheidesysteme. ....	386	8.3.3.11	Lasuren. ....	423
7.6.2	Lackiereinrichtung. ....	387	<b>8.4</b>	<b>Oberflächenbehandlung. ....</b>	<b>424</b>
7.6.3	Verordnungen und Bestimmungen. .	388	8.4.1	Grundieren. ....	424
<b>7.7</b>	<b>Feuerungsanlagen. ....</b>	<b>389</b>	8.4.2	Decklackieren. ....	426
<b>7.8</b>	<b>Altholz – Restholzverwertung. ....</b>	<b>390</b>	8.4.2.1	Offenporige Decklackierung. ....	426
<b>7.9</b>	<b>Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Gewerbeabfällen. .</b>	<b>391</b>	8.4.2.2	Geschlossenporige Decklackierung. .	426
<b>8</b>	<b>Oberflächenmittel und Oberflächenbehandlung</b>		8.4.3	Farbgebung. ....	428
<b>8.1</b>	<b>Vorbereiten der Flächen. ....</b>	<b>393</b>	8.4.4	Spezielle Vorbehandlungen. ....	429
8.1.1	Putzen und Schleifen. ....	393	<b>8.5</b>	<b>Lackauftragsverfahren. ....</b>	<b>429</b>
8.1.2	Entharzungsmittel und Entharzen. .	393	8.5.1	Spritzverfahren. ....	429
			8.5.1.1	Hochdruckspritzen. ....	430
			8.5.1.2	Niederdruckspritzen. ....	431
			8.5.1.3	Elektrostatisch unterstütztes Beschichten. ....	431
			8.5.1.4	Airless-Spritzen. ....	432
			8.5.1.5	Airmix-, Aircombi- oder Aircoat- Spritzen. ....	432
			8.5.1.6	Spritzautomaten. ....	432
			8.5.1.7	Zweikomponentenlacke-Spritzen. .	433
			8.5.1.8	Warm- bzw. Heiß-Spritzen. ....	433
			8.5.2	Gießen. ....	434

8.5.3	Walzen .....	434	<b>10.2</b>	<b>Künstliche Steine</b> .....	472
8.5.4	Fluten .....	435	10.2.1	Mauerziegel .....	472
8.5.5	Tauchen .....	435	10.2.2	Leichtbetonsteine .....	472
<b>8.6</b>	<b>Trocknungs- und Härteverfahren für Überzugsmaterialien</b> .....	435	10.2.3	Kalksandsteine .....	472
8.6.1	Konvektions-Trocknungsverfahren ..	436	10.2.4	Porenbetonsteine .....	473
8.6.2	Strahlungs-Härtungsverfahren .....	437	<b>10.3</b>	<b>Beton</b> .....	473
<b>8.7</b>	<b>Prüfungen von Oberflächenbeschichtungen</b> .....	438	<b>10.4</b>	<b>Mörtel</b> .....	473
8.7.1	Verhalten bei chemischer Beanspruchung .....	438	<b>10.5</b>	<b>Dämm-, Dicht- und Sperrstoffe</b> .....	474
8.7.2	Bewertung der Abriebfestigkeit von Oberflächen .....	439	10.5.1	Dämmstoffe .....	474
8.7.3	Kratzfestigkeit von Lacken .....	439	10.5.2	Dicht- und Sperrstoffe .....	476
8.7.4	Beständigkeit gegen trockene und feuchte Hitze .....	439	<b>10.6</b>	<b>Baumontage und Befestigungsmittel</b> .....	478
8.7.5	Haftfestigkeit von Lacken .....	440	10.6.1	Befestigungsplanung .....	478
<b>9</b>	<b>Bauphysik</b>		10.6.2	Montageart und Dübelauswahl .....	478
<b>9.1</b>	<b>Wärmeschutz</b> .....	441	10.6.3	Montagevorbereitung .....	480
9.1.1	Wärmeleitfähigkeit .....	441	10.6.4	Spezielle Montageverfahren .....	480
9.1.2	Wärmedurchlasskoeffizient, Wärmedurchlasswiderstand .....	442	<b>10.7</b>	<b>Innentüren</b> .....	481
9.1.3	Wärmeübergangswiderstand .....	443	10.7.1	Drehflügeltüren .....	481
9.1.4	Wärmedurchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient .....	444	10.7.1.1	Türumrahmungen .....	481
9.1.5	Anforderungen an den Wärmeschutz ..	445	10.7.1.2	Türblätter .....	483
9.1.6	Energieeffizient Bauen .....	448	10.7.1.3	Türbeschläge .....	485
9.1.7	Innenraumhygiene .....	449	10.7.1.4	Türen anschlagen und einsetzen .....	489
9.1.8	Wärmedämmende Konstruktionen ..	449	10.7.1.5	Windfangtüren .....	490
<b>9.2</b>	<b>Feuchteschutz</b> .....	451	10.7.2	Schiebetüren .....	491
9.2.1	Tauwasser auf der Bauteiloberfläche ..	451	10.7.3	Falt- und Harmonikaturen .....	493
9.2.2	Tauwasserbildung im Bauteilinneren ..	452	10.7.4	Pendeltüren .....	493
<b>9.3</b>	<b>Schallschutz</b> .....	453	10.7.5	Ganzglastüren .....	494
9.3.1	Schalldämmung .....	453	10.7.6	Spezialtüren .....	495
9.3.2	Schallschutz bei Wänden .....	454	10.7.6.1	Schalldämmende Türen .....	495
9.3.3	Schallschutz bei Decken .....	455	10.7.6.2	Brandschutztüren .....	497
9.3.4	Schallschutz durch Schallabsorption ..	456	10.7.6.3	Rauchschutztüren .....	498
<b>9.4</b>	<b>Brandschutz</b> .....	458	10.7.6.4	Einbruchschutztüren .....	498
9.4.1	Brandentstehung und Brandverlauf ..	458	10.7.6.5	Strahlenschutztüren .....	498
9.4.2	Brandschutznormen und -vorschriften .....	459	<b>10.8</b>	<b>Eingebaute Schränke</b> .....	499
9.4.3	Feuerwiderstandsklassen .....	461	10.8.1	Wandschränke .....	499
9.4.4	Gebäudeklassen .....	462	10.8.2	Schrankwände .....	499
9.4.5	Brandverhalten von Bauteilen .....	463	10.8.3	Raumteiler .....	500
9.4.6	Brandschutz von Stahlbauteilen .....	466	10.8.4	Montage .....	501
9.4.7	Flucht- und Rettungswege .....	466	<b>10.9</b>	<b>Leichte Trennwände</b> .....	502
<b>10</b>	<b>Ausbau und Innenausbau</b>		10.9.1	Gerippewände .....	502
<b>10.1</b>	<b>Maßnahmen am Bau</b> .....	468	10.9.2	Elementwände .....	502
10.1.1	Maßordnung im Hochbau .....	468	10.9.3	Glastrennwände .....	503
10.1.2	Maßtoleranzen im Hochbau .....	468	<b>10.10</b>	<b>Wandverkleidungen</b> .....	504
10.1.3	Aufmaß von Räumen und Objekten ..	469	10.10.1	Verbretterungen und Verstärkungen ..	504
10.1.4	Aufmaß von Maueröffnungen .....	469	10.10.2	Rahmentäfelungen .....	506
10.1.5	Aufmaß mit Laserscannern .....	471	10.10.3	Plattenverkleidungen .....	506
			10.10.4	Anbringen von Verkleidungen .....	506
			<b>10.11</b>	<b>Deckenverkleidungen</b> .....	508
			10.11.1	Balkendecken .....	508
			10.11.2	Bretterdecken .....	509
			10.11.3	Plattendecken .....	509
			10.11.4	Kassettendecken .....	509
			10.11.5	Akustikdecken .....	510
			10.11.6	Lüftungsdecken .....	510

<b>10.12</b>	<b>Beleuchtung in Möbeln, Einbauschränken und Räumen</b> . . . . .	511	11.4.3	Aluminium . . . . .	543
10.12.1	Energieeffizienzanforderungen	511	<b>11.5</b>	<b>Arbeitsabläufe und Arbeitstechniken beim Bau von Fenstern</b> . . . . .	544
10.12.2	Lichttechnische Größen	511	11.5.1	Arbeitsvorbereitung	544
10.12.3	Lampen und Leuchten	512	11.5.2	Fensterfertigung	545
10.12.4	Beleuchtungsarten	514	11.5.2.1	Holzfenster	545
10.12.5	Lichtmanagement	514	11.5.2.2	Kunststofffenster	546
<b>10.13</b>	<b>Holzfußböden</b> . . . . .	515	11.5.2.3	Aluminiumfenster	549
10.13.1	Einfache Dielenfußböden	515	<b>11.6</b>	<b>Systemprüfung, CE-Kennzeichnung</b> . . . . .	550
10.13.2	Riemenfußböden	516	11.6.1	Luftdurchlässigkeit, Schlagregendichtheit, Widerstandsfähigkeit gegen Windlast	552
10.13.3	Trockenunterböden	516	11.6.2	Dichtprofile und deren Anordnung in der Fuge	553
10.13.4	Parkettböden	516	<b>11.7</b>	<b>Verglasungsarbeiten</b> . . . . .	554
10.13.5	Laminatböden	517	11.7.1	Unterscheidung der Fenster nach der Verglasung	554
<b>10.14</b>	<b>Holztreppe</b> . . . . .	518	11.7.1.1	Einfachfenster mit Einscheiben-Verglasung	554
10.14.1	Treppenarten und Begriffe	518	11.7.1.2	Einfachfenster mit Mehrscheiben-Isolierverglasung	554
10.14.1.1	Wangentreppen	518	11.7.1.3	Verglasungen mit dichtstofffreiem Falzraum, Dampfdruckausgleich, Glasfalzbelüftung nach außen	555
10.14.1.2	Aufgesattelte Treppen	520	11.7.1.4	Trockenverglasungen mit Glasdichtungsprofilen	555
10.14.1.3	Abgehängte Treppen	521	11.7.2	Verklotzen der Glasscheiben	556
10.14.1.4	Sondertreppen	521	<b>11.8</b>	<b>Fensterbeschläge</b> . . . . .	557
10.14.2	Maßbegriffe und Bezeichnungen	522	11.8.1	Geschichtliche Entwicklung	557
10.14.2.1	Treppen-Lichtraumprofil und Gehbereich	522	11.8.2	Bauteile	557
10.14.2.2	Steigungsverhältnis und Schrittmäßregel	522	11.8.2.1	Flügelbauteile	557
10.14.3	Verziehen von Treppen	524	11.8.2.2	Rahmenteile	558
10.14.4	Treppenpodest	525	<b>11.9</b>	<b>Wärme- und Schalldämmung bei Fenstern</b> . . . . .	559
10.14.5	Treppengeländer	525	11.9.1	Wärmedämmung bei Fenstern und Fenstertüren	559
10.14.6	Treppenmontage	525	11.9.1.1	$U_w$ -Wert, $g$ -Wert, $Q$ -Wert, $\psi$ -Wert	559
			11.9.1.2	Gebäudeenergiegesetz 2020 – GEG	560
			11.9.2	Schalldämmung bei Fenstern und Fenstertüren	561
<b>11</b>	<b>Fenster und Fenstertüren</b>		<b>11.10</b>	<b>Lüftung durch Fenster</b> . . . . .	562
<b>11.1</b>	<b>Anforderungen an Fenster und Fenstertüren</b> . . . . .	526	<b>11.11</b>	<b>Oberflächenschutz bei Fenstern und Fenstertüren</b> . . . . .	563
<b>11.2</b>	<b>Bezeichnungen von Fenstern und Fenstertüren</b> . . . . .	526	11.1.1	Anforderungen an den Anstrichgrund	564
11.2.1	Fenster in der Fassade	526	11.1.2	Anforderungen an die Anstrichverträglichkeit des Dichtstoffes	565
11.2.2	Einzelteile des Fensters	527	11.1.3	Anforderungen an die Ausführung des Anstrichs	565
11.2.3	Bezeichnung nach der Öffnungsart der Fensterflügel	528	<b>11.12</b>	<b>Fenster- und Fenstertürkonstruktionen</b> . . . . .	566
11.2.4	Fensterformen	529	11.12.1	Drehflügel Fenster und Drehflügeltür	566
<b>11.3</b>	<b>Konstruktive Grundlagen für Holzfenster</b> . . . . .	530	11.12.2	Drehkippflügel Fenster und Drehkippflügeltür	568
11.3.1	Fensterarten	530	11.12.3	Kastenfenster	569
11.3.2	Klassische Konstruktionsmerkmale	532			
11.3.3	Aktuelle Konstruktionsmerkmale	533			
11.3.4	Fenster Eckverbindungen	535			
<b>11.4</b>	<b>Werkstoffe für Fensterrahmen</b> . . . . .	536			
11.4.1	Holz	536			
11.4.1.1	Dauerhaftigkeit, Resistenz	537			
11.4.1.2	Lamellierte Holzfensterprofile	538			
11.4.1.3	Lamellierte Materialkombinationen	539			
11.4.1.4	Lamellierte hochwärmegedämmte Fensterprofile	540			
11.4.1.5	Hochvergütetes Laminat durch Acetylierung	541			
11.4.2	Kunststoff	542			
11.4.2.1	Profile aus Polyvinylchlorid	542			

11.12.4	Blendrahmenfenster mit verdecktem Flügel . . . . .	569
11.12.5	Hebeschiebefenster und Hebeschiebetüren . . . . .	570
11.12.6	Schwingflügel Fenster . . . . .	572
11.12.7	Passivhausfenster . . . . .	573

## 12 Haustüren

12.1	Türblätter . . . . .	574
12.2	Türumrahmung . . . . .	575
12.3	Beschläge . . . . .	576
12.4	Einsetzen der Haustüren . . . . .	577

## 13 Montage von Fenstern und Türen im Bauwerk

13.1	Montagevorbereitung, Mauerwerk, Toleranzen, Glattnstrich . . . . .	580
13.2	Lastabtragung, Befestigung . . . . .	581
13.3	Abdichtung von Bauteilanschlussfugen . . . . .	582
13.3.1	Spritzbare Fugendichtstoffe . . . . .	582
13.3.2	Imprägnierte Fugendichtbänder . . . . .	583
13.3.3	Multifunktionsfugendichtbänder . . . . .	583
13.3.4	Fugendichtbänder, Dichtfolien . . . . .	584
13.3.5	Anputzdichtleisten . . . . .	584
13.4	Fugendämmung . . . . .	585
13.5	Abdichtung von Kopplungsfugen . . . . .	585
13.6	Wärmebrücken im Anschlussbereich Fußboden, Wand, Fenster . . . . .	585

## 14 Holz im Außenbereich

14.1	Terrassendielen und Holzfassaden . . . . .	586
14.2	Holz für tragende Konstruktionen . . . . .	587

## 15 Umweltschutz

15.1	Luftreinhaltung (außerhalb von Räumen) . . . . .	588
15.2	Wasser- und Gewässerschutz . . . . .	589
15.3	Schutz des Waldes vor Umwelteinflüssen . . . . .	589
15.4	Umweltschutz in der Holzwirtschaft . . . . .	590
15.5	Feinstaub . . . . .	591
15.6	Gefahrensymbole und Gefahrenkennzeichnungen . . . . .	591
15.7	Innenraumlufthygiene und Gerüche . . . . .	592
15.8	Ökologie und Nachhaltigkeit . . . . .	593

## 16 Stilgeschichte und Möbelkultur

16.1	Erscheinungsformen alter Möbel . . . . .	595
16.2	Möbelkultur Ägyptens . . . . .	596
16.3	Möbelkultur Griechenlands . . . . .	598
16.4	Möbelkultur Roms . . . . .	600
16.5	Möbelkultur der Romanik . . . . .	602
16.6	Möbelkultur der Gotik . . . . .	604
16.7	Möbelkultur der Renaissance . . . . .	606
16.8	Möbelkultur des Barock und Rokoko . . . . .	608
16.9	Möbelkultur des Klassizismus, Louis XVI., Empire . . . . .	610
16.10	Möbelkultur des 19. Jahrhunderts, Biedermeier, Historismus . . . . .	612
16.11	Möbelkultur 1. Viertel 20. Jahrhundert, Jugendstil, Art Deco . . . . .	614
16.12	Möbelkultur des Dritten Reichs . . . . .	616
16.13	Möbelkultur in der Nachkriegszeit . . . . .	618
16.14	Möbelkultur der Postmoderne . . . . .	620

## 17 Grundlagen und Informationen

17.1	Chemische Grundlagen . . . . .	623
17.1.1	Chemische Elemente . . . . .	623
17.1.2	Chemische Verbindungen . . . . .	625
17.1.2.1	Elektronenpaarbindung . . . . .	625
17.1.2.2	Ionenbindung . . . . .	626
17.1.2.3	Metallbindung . . . . .	626
17.1.3	Gemenge . . . . .	627
17.1.3.1	Lösungen . . . . .	627
17.1.3.2	Dispersionen . . . . .	627
17.1.3.3	Legierungen . . . . .	627
17.1.4	Wichtige Grundstoffe und ihre Verbindungen . . . . .	628
17.1.4.1	Sauerstoff (O) . . . . .	628
17.1.4.2	Wasserstoff (H) . . . . .	628
17.1.4.3	Kohlenstoff (C) . . . . .	629
17.1.5	Säuren . . . . .	631
17.1.6	Laugen . . . . .	632
17.1.7	Salze . . . . .	633
17.2	Physikalische Grundlagen . . . . .	634
17.2.1	Physikalische Größen . . . . .	634
17.2.2	Volumen, Masse, Dichte . . . . .	635
17.2.3	Kohäsion, Adhäsion, Zustandsformen . . . . .	636
17.2.4	Oberflächenspannung, Kapillarität, Viskosität . . . . .	636
17.2.5	Mechanische Eigenschaften fester Körper . . . . .	637
17.2.6	Kräfte . . . . .	638
17.2.6.1	Begriff der Kraft . . . . .	638
17.2.6.2	Gewichtskraft und Gewicht . . . . .	638
17.2.6.3	Wirkung und Darstellung von Kräften . . . . .	638

17.2.6.4	Zusammensetzung und Zerlegen von Kräften . . . . .	639	17.2.12	Schall . . . . .	652
17.2.6.5	Hebel, Moment . . . . .	640	17.2.12.1	Entstehung des Schalls . . . . .	652
17.2.7	Druck in Flüssigkeiten und Gasen . . . . .	641	17.2.12.2	Ausbreitung des Schalls . . . . .	653
17.2.7.1	Druck in Flüssigkeiten . . . . .	641	17.2.12.3	Messung des Schalls . . . . .	653
17.2.7.2	Druck in Gasen . . . . .	642	<b>17.3</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen . . . . .</b>	<b>655</b>
17.2.8	Bewegungen . . . . .	642	17.3.1	Grundbegriffe . . . . .	655
17.2.8.1	Geradlinige Bewegung . . . . .	642	17.3.2	Spannungserzeugung . . . . .	656
17.2.8.2	Kreisförmige Bewegung . . . . .	643	17.3.3	Wirkungen des elektrischen Stromes. . . . .	656
17.2.8.3	Beschleunigung, Verzögerung, Fliehkräfte . . . . .	644	17.3.4	Wichtige Kenngrößen elektrischer Verbraucher . . . . .	657
17.2.8.4	Reibung . . . . .	644	17.3.5	Stromarten . . . . .	658
17.2.9	Arbeit, Energie . . . . .	645	17.3.6	Magnetismus . . . . .	659
17.2.9.1	Arbeit . . . . .	645	17.3.7	Induktion . . . . .	660
17.2.9.2	Energie . . . . .	645	17.3.8	Nutzung magnetischer Kräfte . . . . .	660
17.2.10	Leistung, Wirkungsgrad . . . . .	646	17.3.9	Verteilung der elektrischen Energie . . . . .	661
17.2.10.1	Leistung . . . . .	646	17.3.10	Fehler an elektrischen Anlagen und Schutzmaßnahmen . . . . .	662
17.2.10.2	Wirkungsgrad . . . . .	646	17.3.11	Wirkungen des elektrischen Stromes im menschlichen Körper . . . . .	663
17.2.11	Wärme . . . . .	647	17.3.12	Schutzmaßnahmen . . . . .	663
17.2.11.1	Wesen der Wärme . . . . .	647	17.3.13	Allgemeine Hinweise für den Umgang mit Elektrogeräten . . . . .	665
17.2.11.2	Temperatur und Temperaturmessung . . . . .	647	17.3.14	Elektrische Anlagen auf Baustellen. . . . .	666
17.2.11.3	Wärmemenge . . . . .	647			
17.2.11.4	Spezifische Wärmekapazität . . . . .	648			
17.2.11.5	Wärmewirkungen . . . . .	648			
17.2.11.6	Wärmequellen . . . . .	651			
17.2.11.7	Wärmeübertragung . . . . .	651			



# 1 Beruf und Arbeitsplatz

## 1.1 Beruf Tischler/Tischlerin und Holzmechaniker/Holzmechanikerin

Durch den Umgang mit unterschiedlichen Materialien und Produkten, sowie den unterschiedlichsten Fertigungsmethoden sind diese Berufe der Holzverarbeitung sehr vielseitig.

Sie umfassen folgende Tätigkeiten:

- Umgang mit Holz, Holzwerkstoffen, Kunststoffen, Metallen, Glas, Dämmstoffen und Dichtstoffen,
- Arbeiten innerhalb des Fertigungsbetriebes und auch auf der Baustelle,
- Arbeiten von Hand, Bedienen von Maschinen und von computergesteuerten Anlagen,
- Montage von vorgefertigten Teilen, Bau und Einbau von Möbeln, Innenausbau von Gebäuden,
- Herstellung von Serienmöbeln,
- Entwerfen von Möbeln, Herstellen von Skizzen und Zeichnungen, Planung von Arbeitsabläufen, Berechnung der Kosten,
- Ermittlung des Materialbedarfs,
- Auswahl und Beschaffung von Werkstoffen und Betriebsmitteln,
- Durchführung von Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle sowie
- Kundenberatung und Kundenbetreuung.

### 1.1.1 Berufsfeld

Die Ausbildung in der gewerblichen Wirtschaft erfolgt in verschiedenen Berufsfeldern. Ein **Berufsfeld** ist eine Zusammenlegung artverwandter Berufe. Man unterscheidet beispielsweise im gewerblichen Bereich folgende Berufsfelder: Holztechnik, Bautechnik, Elektrotechnik, Farbtechnik und Raumgestaltung sowie Metalltechnik.

In den einzelnen Berufsfeldern wird unterschieden, ob die Ausbildungsbetriebe einer **Industrie- und Handelskammer (IHK)** oder einer **Handwerkskammer (HWK)** angeschlossen sind und somit zu Facharbeitern und Facharbeiterinnen bzw. Gesellen und Gesellinnen ausbilden (**Bild 2**).

Die Grenze zwischen Handwerksbetrieb und Industriebetrieb ist heute fließend. Grundsätzlich kann jedoch festgestellt werden, dass sich der Industriebetrieb mithilfe automatisierter Arbeitsabläufe auf die Herstellung bestimmter Produkte wie Fenster, Türen und Möbel spezialisiert hat. Der Handwerksbetrieb stellt seine Erzeugnisse dagegen vorwiegend nach individuellen Kundenwünschen her.



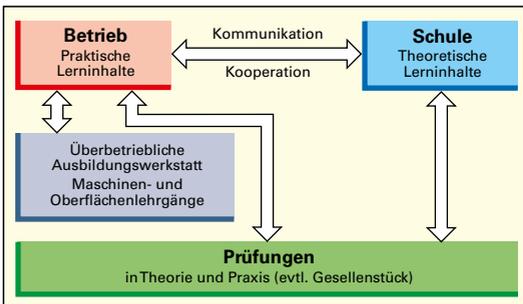
Bild 1: Auszubildende in der Tischlerei

Ausbildung im Industriebetrieb – IHK	
Berufsbezeichnung	Tätigkeitsfelder
Fahrzeuggestellmacher, Fahrzeuggestellmacherin	⇒ Holzteile an Fahrzeugaufbauten
Holzmechaniker, Holzmechanikerin	⇒ Ladenbau, Industrielmöbel, Fenster u. Türen, Kisten u. Gestellindustrie
Leichtflugzeugbauer, Leichtflugzeugbauerin	⇒ Segel- u. Sportflugzeuge
Modelltischler, Modelltischlerin	⇒ Modelle von Maschinen- u. Geräteteilen als Grundform für Metallgussteile
Schiffszimmerer, Schiffszimmerin	⇒ Decksaufbauten, Treppen in Schiffen
Fachkraft für Möbel-, Küchen- und Umzugs-service	⇒ Möbelmontage, Möbelde-montage, Transport, Auslieferung
Ausbildung im Handwerksbetrieb – HWK	
Berufsbezeichnung	Tätigkeitsfelder
Böttcher, Böttcherin	⇒ Fässer, Kübel
Bootsbauer, Bootsbauerin	⇒ Segel-, Sport- u. Motorboote, kleine Fischkutter
Tischler, Tischlerin	⇒ Möbel, Fenster, Türen, Böden, Decken- u. Wandverkleidungen, Laden-, Praxis- u. Büroeinrichtungen, Treppen u. Einbauteile
Wagner, Wagnerin	⇒ Campingfahrzeuge, Sportgeräte

Bild 2: Berufe im Berufsfeld Holztechnik, unterschieden nach Kammerzugehörigkeit

**Kenntnisse und Fertigkeiten des Tischlers / der Tischlerin**

- Berufsausbildung
- Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes
- Arbeits- und Tarifrecht
- Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Umweltschutz und rationelle Energieverwendung
- Planen und Vorbereiten von Arbeitsabläufen
- Anfertigen und Lesen von Skizzen und Zeichnungen, Grundlagen der Formgebung
- Unterscheiden von Holz und Holzwerkstoffen,
- Auswählen von Werkstoffen nach Verwendungszweck und Wirtschaftlichkeit
- Bearbeiten von Holz und Holzwerkstoffen
- Verarbeiten von Furnieren
- Verarbeiten von Kunststoffen
- Verarbeiten von Metallen und Glas
- Einrichten, Bedienen und Warten von Maschinen, Anlagen und Vorrichtungen
- Herstellen von Teilen und Zusammensetzen von Erzeugnissen
- Montieren von Beschlägen
- Veredeln von Oberflächen
- Ausführen des konstruktiven und chemischen Holzschutzes
- Einbauen von montagefertigen Teilen und Zusammensetzen zu Erzeugnissen
- Instandhalten von Teilen und Erzeugnissen
- Vorbereiten und Ausführen von Restaurierungsarbeiten
- Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle

**Bild 1: Ausbildungsberufsbild nach § 4 der Ausbildungsverordnung****Bild 2: Duale Ausbildung in Deutschland****1. Ausbildungsjahr**

- 1 Einfache Produkte aus Holz herstellen
- 2 Zusammengesetzte Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen herstellen
- 3 Produkte aus unterschiedlichen Werkstoffen herstellen
- 4 Kleinmöbel herstellen

**2. Ausbildungsjahr**

- 5 Einzelmöbel herstellen
- 6 Systemmöbel herstellen
- 7 Einbaumöbel herstellen und montieren
- 8 Raumbegrenzende Elemente des Innenausbaus herstellen und montieren

**3. Ausbildungsjahr**

- 9 Bauelemente des Innenausbaus herstellen und montieren
- 10 Baukörper abschließende Bauelemente herstellen und montieren
- 11 Erzeugnisse warten und instand halten
- 12 Einen Arbeitsauftrag aus dem Tätigkeitsfeld ausführen

**Bild 3: Lernfelder in der Tischler- und Tischlerinnen-ausbildung****1.1.2 Ausbildung**

Die gesetzlichen Vorgaben für die Ausbildung zum Tischler/zur Tischlerin sind für die betriebliche Ausbildung in der „Ausbildungsordnung für Tischler/Tischlerin“ und für die schulische Ausbildung durch den „Rahmenlehrplan“ festgeschrieben. Vorrangiges Ziel ist es, die berufliche Ausbildung im Sinne einer „beruflichen Handlungsfähigkeit“ zu gestalten. Junge Gesellen und Gesellinnen sollen unter Beachtung von Nutzung und Gestaltung Arbeitsaufträge selbstständig planen und durchführen. Die Arbeitsergebnisse müssen eigenverantwortlich im Sinne einer Qualitätskontrolle bewertet und beurteilt werden. Die Fertigkeiten und Kenntnisse, die sich der Auszubildende während seiner Lehrzeit aneignet, werden im sogenannten **Ausbildungsberufsbild** zusammengefasst (**Bild 1**).

Die Ausbildung selbst wird unterteilt in eine „**Berufsfeldbreite Grundbildung**“ und eine „**Berufliche Fachbildung**“ (**Bild 2, Seite 15**). Die berufliche Grundbildung ist in den Bundesländern unterschiedlich geregelt. In den meisten Fällen befinden sich die Auszubildenden von Anfang an in den Betrieben und besuchen an ein oder zwei Tagen in der Woche die Berufsschule.

Da die Ausbildung an zwei Lernorten, nämlich im Betrieb und in der Berufsbildenden Schule, stattfindet, spricht man in Deutschland auch von der „**Dualen Ausbildung**“ (**Bild 2**).

Die schulischen Lerninhalte sind innerhalb von drei Lehrjahren auf zwölf Lernfelder verteilt (**Bild 3**).

Die gesamte Ausbildungsdauer beträgt in der Regel drei Jahre. Sie kann aber unter bestimmten Bedingungen um bis zu einem Jahr verkürzt werden. Während der Ausbildung wird eine Zwischenprüfung durchgeführt, die über den Stand der Kenntnisse und Fertigkeiten Aufschluss gibt. Den Abschluss der Ausbildung bildet die Gesellenprüfung bzw. Facharbeiterprüfung. Die Abschlussprüfung besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Im theoretischen Teil wird das Fachwissen und die berufliche Handlungskompetenz in schriftlicher und mündlicher Form überprüft. Die praktische Überprüfung besteht aus mehreren Teilen. Im Handwerk wird eine Arbeitsprobe durchgeführt und ein Gesellenstück gefertigt. In der Industrie werden mehrere Arbeitsproben unter Berücksichtigung betrieblicher Arbeitsabläufe erstellt. Hierbei wird besonderer Wert auf den fachgerechten Einsatz von Maschinen gelegt.



### 1.1.3 Weiterbildung

Die Voraussetzung für eine berufliche Weiterbildung ist immer die abgeschlossene Berufsausbildung und ein für die jeweilige Weiterbildung erforderlicher allgemeinbildender Abschluss. Dies kann ein Abschluss der Sekundarstufe, ein fachbezogenes oder ein allgemeines Abitur sein.

Teilweise ist vor dem Besuch einer Weiterbildungseinrichtung eine ein- bis mehrjährige Berufserfahrung nachzuweisen.

Anschlussweiterbildungsmöglichkeiten gibt es in Form von Anpassungsfortbildung und Aufstiegsfortbildung.

**Anschlussweiterbildung:** Sie setzt nach Abschluss der Ausbildung ein und soll in ausgewählten Qualifikationsbereichen, wie z. B. der CNC-Technik, eine Vertiefung und Spezialisierung erreichen und somit die Berufsfähigkeit des Gesellen erhöhen.

**Anpassungsfortbildung:** Sie orientiert sich an der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung und soll die Beschäftigten in die Lage versetzen, mit der beruflichen Entwicklung Schritt zu halten und zeitgemäß zu arbeiten.

**Aufstiegsfortbildung:** Sie ermöglicht den beruflichen Aufstieg zu Meister/Meisterin, Techniker/Technikerin oder Ingenieur/Ingenieurin.

- Meisterprüfung für das Tischlerhandwerk
- Staatlich geprüfter Holztechniker/Holztechnikerin
- Führungskraft des Handwerks, z. B. (Betriebswirt/Betriebswirtin, Refafachmann/Refafachfrau)
- Staatlich geprüfter Restaurator/staatlich geprüfte Restauratorin
- Staatlich geprüfter Gestalter/staatlich geprüfte Gestalterin
- Geprüfter Konstrukteur/Geprüfte Konstrukteurin Fachrichtung Holztechnik
- Fachhochschul- und Hochschulabschlüsse mit Studium von
  - Architektur und Innenarchitektur
  - Ingenieurstudium für Holz- und Kunststofftechnik
  - Bachelor of Engineering
  - Diplomstudiengang zum Designer/zur Designerin
  - Berufsschullehrer/Berufsschullehrerin

Bild 1: Möglichkeiten der Aufstiegsfortbildung im Tischlerberuf

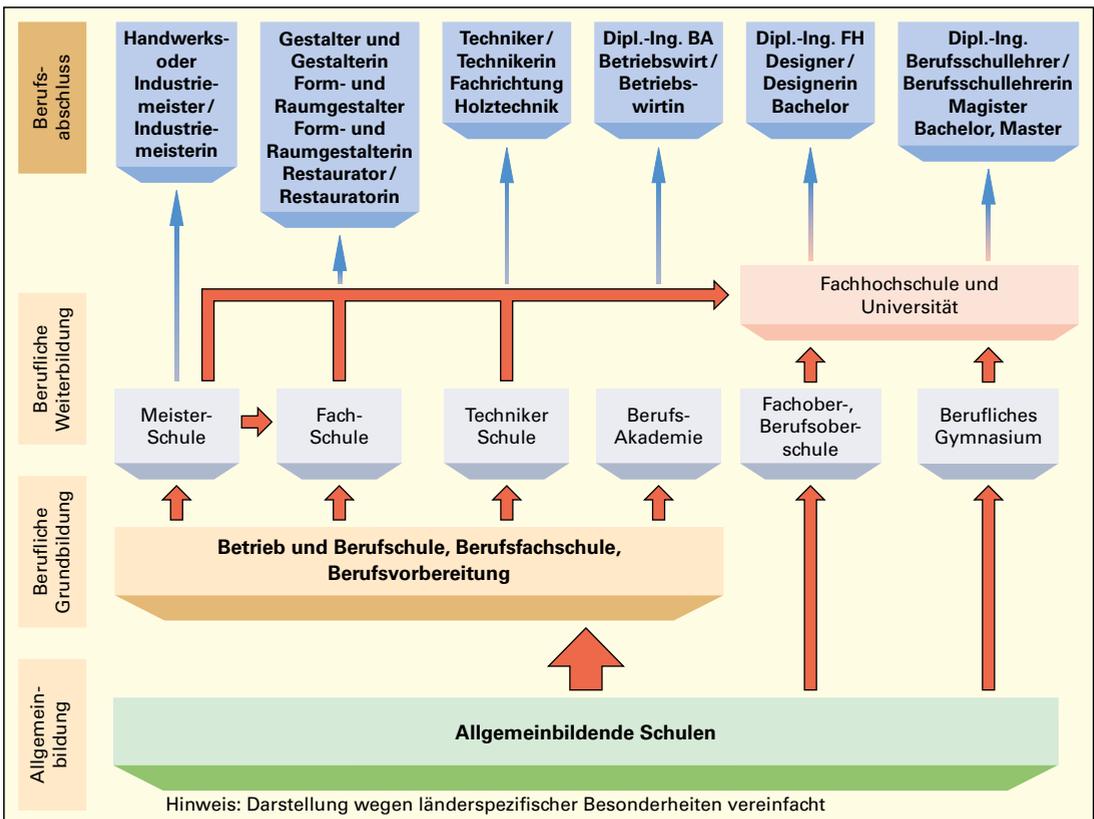


Bild 2: Übersicht der Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten im Fachgebiet Holztechnik



Maschinenraum	
Zuschneiden	
Ablängen	
Aushobeln	
Fräsen	
Herstellen von Verbindungen	
Herstellen von Bohrungen u. Aussparungen	
Flächen und Kanten furnieren und belegen	
Schleifen und Kalibrieren	
Bankraum	
Fertigungsvorbereitung z.B. Anreißen	
Montage und Einbau von Beschlägen	
Nacharbeiten z.B. Verputzen und Handschliff	
Vorbereitung für die Oberflächenbehandlung	
Oberflächenbehandlungsräume	
Lackvorbereitung	
Beizen, Patinieren	
Grundieren, Lackieren	
Ölen, Wachsen	
Zwischenschliff	
Trocknung	

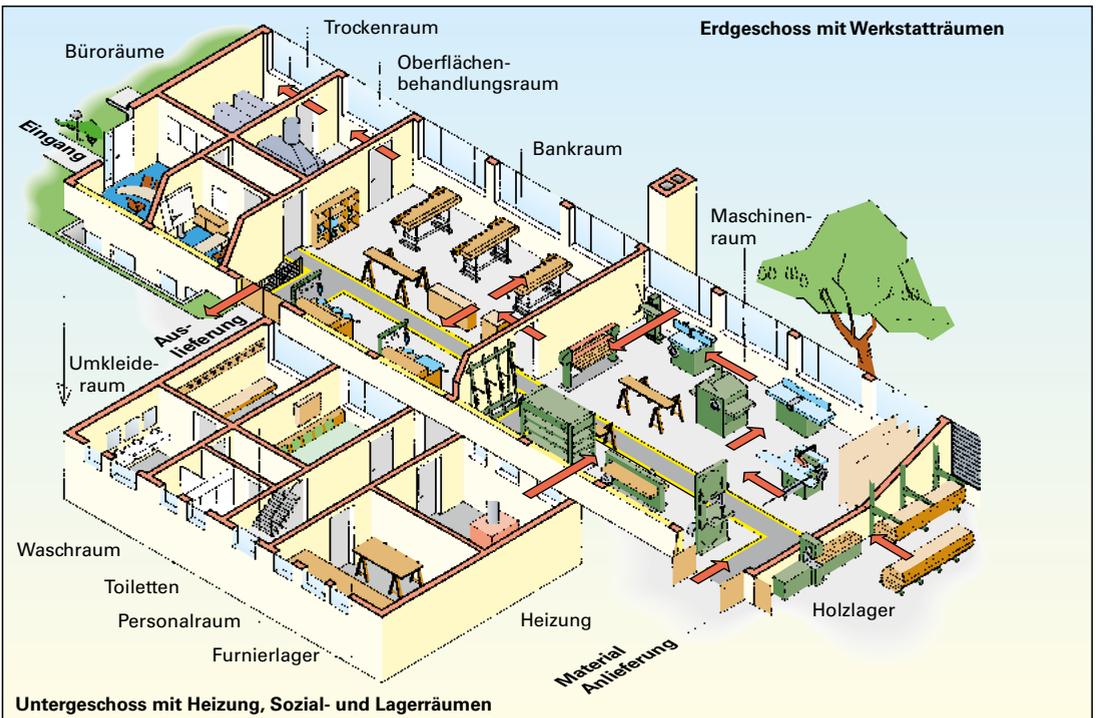
**Bild 1: Räume und Fertigungsstellen in einer Tischlerei**

## 1.2 Der Betrieb

Ein Betrieb ist eine wirtschaftliche Einheit, die Güter beziehungsweise Dienstleistungen für die Bedarfsdeckung der Menschen erstellt und auf Märkten anbietet. Bei der Organisation eines Betriebes unterscheidet man die Aufbauorganisation und die Ablauforganisation.

### 1.2.1 Betriebsnotwendige Räume

Bei der Planung und Einrichtung eines Holzbearbeitungsbetriebes steht die Schaffung optimaler Fertigungsbedingungen im Vordergrund. Die betriebsnotwendigen Räume und der erforderliche Maschinenpark müssen ablauforientiert angeordnet sein. Für Zulieferung, Auslieferung, den innerbetrieblichen Transport und die Zwischenlagerung von Werkstücken ist genügend Platz vorzusehen. Größe und Maschinenaufstellung hängen von der Art der Fertigung und der Anzahl der Mitarbeitenden ab. Als Größe gilt bei einem Betrieb ab 8 Mitarbeitern eine Betriebsfläche von 100 m<sup>2</sup> bis 120 m<sup>2</sup> pro Mitarbeiter. Die Anordnung und Einrichtung der Räume sollen effiziente Produktionsprozesse und Produktionsabläufe ermöglichen. Die Flächen in einem Betrieb teilen sich auf in Haupt- und Nebenflächen. Bei den Hauptflächen handelt es sich um Fertigungsflächen, Lagerflächen und Verwaltungsflächen. Nebenflächen sind Sozial- und Sanitärräume, sowie Funktionsräume (Heizungsräume, Drucklufträume) und Flächen für den Materialfluss. Die wichtigsten Fertigungsräume in einer Tischlerei sind der Maschinenraum und der Bankraum (**Bild 1 und Bild 2**).



**Bild 2: Betriebsnotwendige Räume eines Tischlereibetriebs mit ablauforientierter Anordnung der Räume und Maschinen (rote Pfeile stellen den Materialfluss dar).**



Im **Maschinenraum (Bild 1)** befinden sich Säge-, Hobel-, Fräs-, Bohr- und Schleifmaschinen. An ihnen werden Holz und Holzwerkstoffe zugeschnitten, gehobelt und gefräst, verleimt oder beschichtet und für die Endmontage vorbereitet.

Im **Bankraum** werden die Werkstücke mithilfe von Handwerkzeugen und Handmaschinen für die Oberflächenbehandlung vorbereitet und zusammgebaut (**Bild 2**).

Zu den Räumen für die **Oberflächenbehandlung** gehören der Vorbereitungsraum, der Spritzraum und der Trockenraum.

**Lagerräume** dienen zur Aufbewahrung von Verbrauchsmaterialien. Sachgemäße Lagerung erhält die Qualität der Werkstoffe und Werkstücke. Gesundheitsgefährdende Stoffe erfordern spezielle Lagermöglichkeiten. Folgende Lagerräume werden unterschieden: Massivholzlager, Plattenlager, Furnierlager, Lager für Kunststoffe, Beschlägelager, Lacklager, Fertiglager sowie Lager für Späne und Holzreste.

Nach der Arbeitsstättenverordnung sind Gewerbebetriebe verpflichtet, die nötige Anzahl von Sozialräumen einzurichten. Ihre Beschaffenheit und Einrichtung wird in den Arbeitsstättenrichtlinien (ASR) vorgeschrieben. Zu den **Sozialräumen** gehören: Duschen und Waschräume, Pausenräume, Umkleieräume und Toiletten.

Bei **Büroräumen** unterscheidet man Räume für die Betriebsleitung, die Verwaltung und die Arbeitsvorbereitung.

**Technikräume** sind Heiz- oder Kompressorräume sowie Räume für die Späneabsaugung und -lagerung. Sie enthalten technische Anlagen, von denen Brand- oder Gesundheitsgefahren ausgehen können. Grundlage für ihre Beschaffenheit sind technische Richtlinien und gesetzliche Vorschriften. Zu den **Sonderräumen** eines Betriebes gehören z. B. Ausstellungs- und Besprechungsräume. Sie dienen der Produktpräsentation und Kundenberatung (**Bild 3**).



**Bild 1: Fertigungsraum einer Tischlerei**



**Bild 2: Bankraum einer Lehrwerkstatt mit angeschlossenem Maschinenraum**



**Bild 3: Ausstellungsraum eines Bauelementeherstellers**



**Bild 4: Persönliche Schutzausrüstung**

## 1.2.2 Unfallschutz am Arbeitsplatz

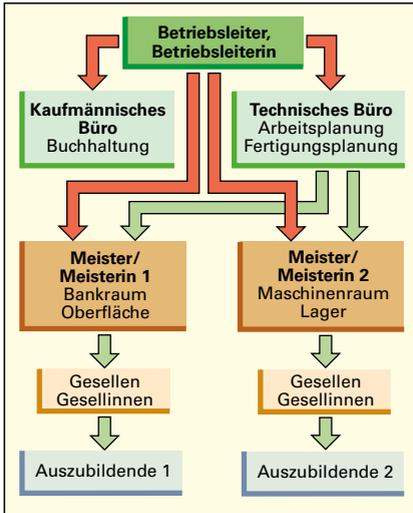
Eine besondere Bedeutung bei der Betriebs- und Fertigungsplanung haben Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen. Zum Schutz der Gesundheit und zur Vermeidung von Unfällen gilt folgender Grundsatz:

Sicherheit durch Ordnung und Sauberkeit (SOS)

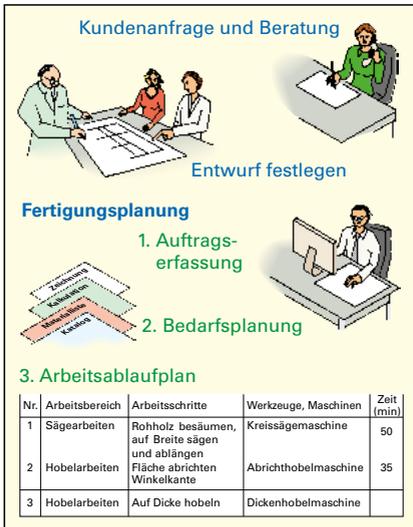
**Sicherheit** erreicht man durch das Beachten der Unfallverhütungsvorschriften (UVV), das Tragen der persönlichen Schutzausrüstung (**Bild 4**) und die fachgerechte Verwendung betrieblicher Sicherheitseinrichtungen (**Bild 5**). Besondere Vorschriften gelten beim Umgang mit giftigen oder gefährlichen Stoffen. Defekte Geräte, Werkzeuge und Maschinen dürfen nicht benutzt werden. **Ordnung** am Arbeitsplatz schützt den Menschen vor Unfällen sowie Maschinen, Werkzeuge und Material vor Beschädigung. Übersichtlichkeit erspart unnötiges Suchen. Auf Baustellen wird durch Ordnung die Sturz- und Stolpergefahr verringert. Schmutz, Staub und Späne beeinträchtigen die Funktion und Wirkungsweise von Maschinen und Werkzeugen. Deshalb sind diese regelmäßig zu warten, zu reinigen und die Funktion der Sicherheitsvorrichtungen zu überprüfen. Sauberkeit am Arbeitsplatz erhöht die Qualität des Endproduktes.



**Bild 5: Betriebliche Sicherheitseinrichtung, Messerwellenabdeckung bei einer Abricht- und Hobelmaschine**



**Bild 1: Mögliche Aufbauorganisation eines Handwerk-Betriebes**



**Bild 2: Fertigungsplanung**

### 1.2.4.1 Planung

Die Herstellung eines Werkstückes erfolgt in einer sachlogischen Abfolge der Fertigungsschritte. Im kleinen und überschaubaren Handwerksbetrieb werden häufig alle Fertigungsschritte von einer Person durchgeführt. Im Industriebetrieb wird der Arbeitsprozess stark gegliedert und es findet eine Spezialisierung statt. Deswegen müssen die Werkstücke mehrmals von Maschine zu Maschine oder von einem Fertigungsbereich zum anderen transportiert werden. Der Fertigungsablauf muss so gestaltet werden, dass keine Engpässe und keine Leerläufe entstehen. Die automatisierte Komplettbearbeitung auf CNC-Maschinen minimiert die Durchlaufzeiten.

Die **Fertigungsplanung** setzt sich im Wesentlichen aus drei Bereichen, der Auftrags erfassung, der Bedarfsplanung und der Arbeitsablaufplanung zusammen (**Bild 2**).

**Auftrags erfassung:** Zur Erfassung des Auftrages wird das Produkt in Teilerzeugnisse untergliedert und mit Positionsnummern versehen. Bei Teilerzeugnissen handelt es sich um die Einzelkomponenten eines Werkstückes, die getrennt gefertigt werden. Hierzu gehören Halbzeuge, die weiterverarbeitet oder in das Werkstück eingebaut werden, wie z. B. Glasscheiben oder Marmorplatten.

## 1.2.3 Aufbauorganisation

Ein Betrieb besteht aus unterschiedlichen Betriebsteilen. Diese haben das gemeinsame Ziel einer möglichst hohen Produktivität und Rentabilität. Man unterscheidet die Bereiche Auftragsbeschaffung, Materialbeschaffung, Arbeitsvorbereitung, Produktion, Montage, Qualitätsmanagement und Verwaltung.

Die verschiedenen Aufgabenstellungen werden im Kleinbetrieb von einer Person übernommen. In größeren Betrieben werden die Aufgaben von Abteilungen in eigener Verantwortung bearbeitet. Damit eine Firma mit unterschiedlichen Abteilungen reibungslos arbeiten kann, müssen die Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche geregelt werden. Es muss eine sogenannte Aufbauorganisation geschaffen werden (**Bild 1**). Diese legt die Aufgaben, Kompetenzen und die Verantwortlichkeiten aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter fest. Sie regelt dadurch auch die hierarchische Struktur eines Betriebes mit den Entscheidungs- und Anordnungs kompetenzen. Die kleinste organisatorische Einheit eines Betriebes bezeichnet man als Stelle. Auszubildende, Geselle/Gesellin, Facharbeiter/Facharbeiterin und Meister/Meisterin besitzen eine Stelle und haben die ihnen zugeordneten Aufgaben im Sinne des Betriebes verantwortungsvoll zu erfüllen. In größeren Betrieben werden mehrere Stellen zu Abteilungen zusammengefasst. Die Aufbauorganisation stellt somit das organisatorische Gerüst einer Firma dar. Stellenbeschreibungen definieren, welche Aufgaben wo und von wem erfüllt werden.

## 1.2.4 Ablauforganisation

Die Ablauforganisation strukturiert den Arbeitsprozess. Sie **plant**, **steuert** und **kontrolliert** Arbeitsabläufe und **regelt** das Zusammenspiel von Mensch, Maschine und Arbeitsmitteln. Sie ordnet den Arbeitsprozess sachlich, zeitlich und räumlich. Die Ablauforganisation umfasst alle betrieblichen Abläufe. Dazu gehören Arbeitsvorbereitung, Materialbeschaffung, Rechnungswesen, Werbung, Qualitätsmanagement und Fertigungsplanung. Ziel der Ablauforganisation ist eine Minimierung der Durchlaufzeiten durch Optimierung des Einsatzes von Arbeitskräften und Sachmitteln. Ein Produkt soll in möglichst kurzer Zeit hergestellt werden. Dies senkt die Kosten und erhöht die Wertschöpfung. Dadurch werden Arbeitsplätze gesichert.



**Bedarfsplanung:** Ist der Auftrag erfasst und gegliedert, wird aufgrund der vorhandenen Daten eine maßstabsgetreue Fertigungszeichnung erstellt. Diese muss alle Maße, Angaben zu Materialien, Beschlägen und Oberfläche enthalten. Anhand dieser Angaben werden Material- und Stücklisten erstellt. Der Einsatz von Maschinen und besonderen Werkzeugen wird in der Bereitstellungsliste festgehalten. Die Planung des Personalbedarfs und des Zeitbedarfes gehören ebenfalls zur Bedarfsplanung.

Die **Arbeitsablaufplanung** beschreibt die Herstellung eines Werkstückes in der zeitlichen Aufeinanderfolge der einzelnen Fertigungsschritte. Sie enthält, unterteilt nach Teilerzeugnissen, Angaben zu Werkzeugen, Maschinen und sonstigen Arbeitsmitteln. Außerdem gibt sie Hinweise zur Arbeitssicherheit und besonderen Fertigungstechniken. Sie legt auch die kalkulierte Vorgabezeit für den einzelnen Arbeitsschritt fest (**Bild 1**).

**1.2.4.2 Steuerung**

Die Steuerung des Produktionsprozesses erfolgt entweder direkt durch die Betriebsleitung oder durch die von der Betriebsleitung beauftragten Fachkräfte oder Abteilungen. Sie umfasst ebenfalls alle Bereiche betrieblicher Abläufe. Eine Steuerung ist deshalb notwendig, damit bei zeitgleicher Bearbeitung mehrerer Aufträge die Material- und Maschinenbereitstellung sowie der Einsatz der Mitarbeiter einen reibungslosen Produktionsablauf gewährleisten. In größeren Betrieben werden die Fertigung und Zwischenlagerung der Teilerzeugnisse elektronisch überwacht. Somit wird sichergestellt, dass in der abschließenden Endmontage alle Teilerzeugnisse termingerecht zur Verfügung stehen. Die Darstellung von Planungsprozessen erfolgt meist in Diagrammen, die es ermöglichen selbst komplexe Abläufe und Zusammenhänge anschaulich darzustellen. Übliche Diagramme sind das Flussdiagramm, das Balkendiagramm, das Ablaufdiagramm und der Netzplan (**Bild 2**).

**1.2.4.3 Qualitätsmanagement, Qualitätskontrolle, Qualitätssicherung**

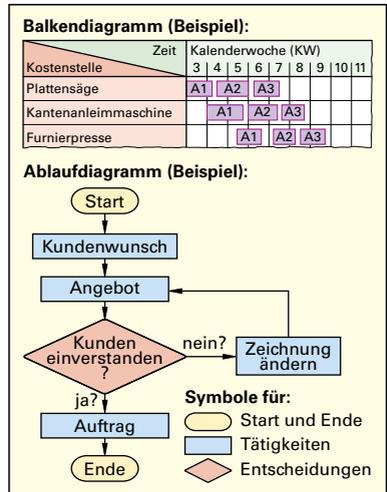
Qualität ist in der DIN definiert als „die Gesamtheit aller Merkmale und Merkmalswerte eines Produktes oder einer Dienstleistung bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“. Der Qualitätsbegriff kann daher nicht nur auf die Qualität des Produktes beschränkt sein, sondern muss auch die Bereiche Service-, Fertigungs-, Organisations- und Mitarbeiterqualität berücksichtigen.

Die Kundschaft erwartet nicht nur ein einwandfrei funktionierendes Produkt, sondern macht seine Kaufentscheidung auch von Service und Beratung, Umweltverträglichkeit sowie Sicherheit und Wartung des Erzeugnisses abhängig. Um die Qualität eines Produktes oder einer Dienstleistung zu erhalten oder zu verbessern, gewinnt die Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung eine immer größere Bedeutung. Durch die Einführung eines Qualitätssicherungssystems (= Qualitätsmanagement) ist es möglich, den vielfältigen Anforderungen des erweiterten Qualitätsbegriffes Rechnung zu tragen.

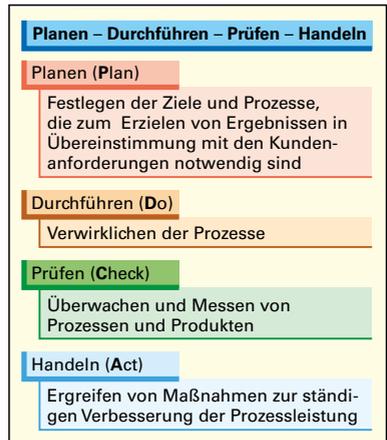
Grundlage der systematischen Qualitätssicherung ist dabei ein gedankliches Modell, der sogenannte Regelkreis der Qualitätssicherung oder auch **PDCA-Zyklus** (**Bild 3**).



**Bild 1: Fertigung und ihre Planung**



**Bild 2: Steuerung von Betriebsabläufen mithilfe verschiedener Diagramme**



**Bild 3: PDCA-Zyklus**



Man geht davon aus, dass die Produktion nicht nur aus der Planung und Fertigung besteht. Vielmehr müssen die entstehenden Produkte bereits während der Fertigung in ihrer Qualität überwacht werden. Treten dabei Fehler in Werkstücken oder Abläufen auf, so müssen sowohl für die aktuelle, aber viel wichtiger für die künftige Wiederholungsfertigung entsprechende Änderungen in die Produktionsabläufe eingebracht werden (Bild 1).



Bild 1: Modell eines prozessorientierten Qualitätsmanagement-Systems

### Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle überprüft, ob vorgegebene Qualitätsanforderungen eingehalten werden. Qualitätsanforderungen sind entweder in DIN-, EN- oder ISO-Normen oder auch durch Kundenwünsche vorgegeben.

Man unterscheidet hierbei messbare, zählbare und beurteilbare Qualitätsmerkmale. Bei den **messbaren** Qualitätsmerkmalen handelt es sich z.B. um die Erfüllung von Anforderungen an den Wärme- oder Schallschutz. Bei den **zählbaren** Qualitätsmerkmalen kann es sich um die Kontrolle einer geforderten Stückzahl handeln. Unter einem **beurteilbaren** Qualitätsmerkmal versteht man beispielsweise die Einschätzung der Güteklasse von Vollholz oder der Schönheit eines Furnierbildes. Eine Beurteilung ist im Regelfall nur durch erfahrene Fachleute möglich.



Bild 2: Faktoren der Qualitätssicherung

### Qualitätssicherung

Nicht mehr nur der Hersteller, sondern viel mehr die Kundschaft beurteilt „Qualität“.

Da der Qualitätsbegriff alle Bereiche einer Unternehmung betrifft, ist es erforderlich, Maßnahmen der Qualitätskontrolle für alle Bereiche zu planen und zu organisieren (Bild 2). Dies wird durch die Installation eines Qualitätssicherungssystems nach den Vorgaben der **DIN EN ISO 9001** ermöglicht. Die Norm DIN EN ISO 9001 ermöglicht dem Unternehmen einen gewissen Freiraum in der Einführung eines Qualitätsmanagements. Wichtige Grundsätze, die berücksichtigt werden sollen, sind die Kundenorientierung, die Führung, die kontinuierliche Verbesserung, der prozessorientierte Ansatz sowie das Beziehungsmanagement.