



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
Düsseldorfer 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

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 Gesetzeslagen 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 Innenausbaus 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 Autorenteams 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

1.1	Beruf Tischler/Tischlerin und Holzmechaniker/Holzmechanikerin . . .	13
1.1.1	Berufsfeld	13
1.1.2	Ausbildung	14
1.1.3	Weiterbildung	15
1.2	Der Betrieb	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

2 Werkstoffe

2.1	Holz als Rohstoff	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
2.2	Holzverwertung	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
2.3	Holzschädlinge	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
2.4	Holzschutz	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
2.5	Holzfeuchte	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 Holztrocknung	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
2.6	Kunststoffe und Kunststoffverarbeitung	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
2.7	Klebstoffe und Klebstoffverarbeitung	105	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
2.8	Plattenwerkstoffe – Holzwerkstoffe	118	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	2.10	Belagstoffe – HPL und ihre Verarbeitung	164
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 Holzfaserplatten (HB)	134	2.10.5	Linoleum	170
2.8.4.2	Mittelharte Holzfaserplatten (MBH, MBL)	135	2.11	Metalle	171
2.8.4.3	Poröse Holzfaserplatten (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 Holzfaserplatten (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	2.12	Glas und Glasverarbeitung	182
2.9	Belagstoffe – Furniere und ihre Verarbeitung	148	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	Säge furniere	151	2.12.5	Besondere Bearbeitungstechniken	190
			2.12.6	Spiegel	193
			3	Werkbank und Handwerkzeuge	
			3.1	Werkbank und Werkzeugaufbewahrung	197
			3.2	Handwerkzeuge	199
			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 Hobeisens	209	4.4	Kasteneckverbindungen	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	4.5	Rahmeneckverbindungen	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
3.3	Werkzeuge zum Spannen	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
3.4	Werkzeuge und Vorrichtungen zum Herstellen von Gehrungen	223	4.6	Sprossenverbindungen	246
3.4.1	Gehrungsschneidlade	223	4.7	Längsverbindungen	246
3.4.2	Gehrungsstoßlade	223	4.8	Gestellverbindungen	246
3.4.3	Gehrungssäge	223	4.9	Rahmen und Füllungen	247
3.4.4	Gehrungsstanze	223			

4 Herstellen und Zusammenfügen von Teilen

4.1	Verbindungsmittel	224
4.1.1	Federn	224
4.1.2	Dübel	224
4.1.3	Drahtstifte und Nägel	225
4.1.4	Klammern	226
4.1.5	Holzschrauben	226
4.1.6	Schrauben für besondere Zwecke	227
4.2	Holzauswahl und Holzzuschnitt	229
4.3	Breitenverbindungen	230
4.3.1	Unverleimte Breitenverbindungen	230
4.3.1.1	Überfälszte Fuge	231
4.3.1.2	Gespundete Fuge	231
4.3.1.3	Gefederte Fuge	231
4.3.1.4	Überschobene Schalung	232
4.3.2	Verleimte Breitenverbindungen	232

5 Möbelbau

5.1	Gestaltung des Möbels	248
5.2	Möbelbauarten	252
5.3	Möbelteile	253
5.4	Möbelkorpus	253
5.4.1	Fußgestelle und Sockel	254
5.4.2	Rückwände	254
5.5	Möbelfront	255
5.5.1	Drehtüren	255
5.5.1.1	Bauarten der Drehtüren	256
5.5.1.2	Beschläge	257
5.5.1.3	Anschlagen der Drehtüren	259
5.5.2	Schiebetüren	263
5.5.3	Klappen	266
5.5.3.1	Stehende Klappen	266
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
5.6	Möbeleinbauten	277	6.6.4.2	Astlochbohrmaschine.	325
5.6.1	Einlegeböden	277	6.6.4.3	Langlochbohrmaschine	326
5.7	Elektrifizierung und Digitalisierung von Möbeln	278	6.6.4.4	Dübellochbohrmaschine.	326
6	Maschinen und Maschinenarbeit		6.6.4.5	Maschinen-Bohrwerkzeuge	327
6.1	Elektromotoren	280	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
6.2	Maschinenantriebe	283	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
6.3	Zerspanung durch Maschinenwerkzeuge	285	6.6.5.7	Besondere Schleifmittel	336
6.4	Allgemeine Unfallverhütungsregeln für das Arbeiten mit Holzbearbeitungsmaschinen	287	6.6.5.8	Werkstückschliff.	338
6.5	Handmaschinen	288	6.7	Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	339
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
6.6	Stationäre Maschinen	296	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	6.8	CNC-Maschinen	349
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 Auskitten.	395
6.9	Fertigungsstraßen.	365	8.1.6	Fleckenentfernung.	396
6.10	Werkzeugschärfmaschinen.	366	8.1.7	Bleichmittel, Bleichen und Egalisieren	396
7	Betriebstechnische Anlagen		8.2	Beizmittel.	398
7.1	Pneumatische Anlagen.	367	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
7.2	Fördermittel.	371	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
7.3	Lagertechnik.	373	8.2.6.2	Trocknen der gebeizten Fläche.	404
7.3.1	Lagersysteme.	373	8.3	Beschichtungsstoffe.	404
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
7.4	Verpackungen und Transport.	380	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
7.5	Absaugung von Holzstaub und Holzspänen.	382	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 ³ /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
7.6	Abscheidesysteme bei Lackier- einrichtungen.	386	8.3.3.10	Laugen und Seifen.	422
7.6.1	Abscheidesysteme.	386	8.3.3.11	Lasuren.	423
7.6.2	Lackiereinrichtung.	387	8.4	Oberflächenbehandlung.	424
7.6.3	Verordnungen und Bestimmungen. .	388	8.4.1	Grundieren.	424
7.7	Feuerungsanlagen.	389	8.4.2	Decklackieren.	426
7.8	Altholz – Restholzverwertung.	390	8.4.2.1	Offenporige Decklackierung.	426
7.9	Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Gewerbeabfällen. .	391	8.4.2.2	Geschlossenporige Decklackierung. .	426
8	Oberflächenmittel und Oberflächenbehandlung		8.4.3	Farbgebung.	428
8.1	Vorbereiten der Flächen.	393	8.4.4	Spezielle Vorbehandlungen.	429
8.1.1	Putzen und Schleifen.	393	8.5	Lackauftragsverfahren.	429
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
8.5.4	Fluten	435
8.5.5	Tauchen	435
8.6	Trocknungs- und Härteverfahren für Überzugsmaterialien.	435
8.6.1	Konvektions-Trocknungsverfahren...	436
8.6.2	Strahlungs-Härtungsverfahren	437
8.7	Prüfungen von Oberflächenbeschichtungen	438
8.7.1	Verhalten bei chemischer Beanspruchung	438
8.7.2	Bewertung der Abriebfestigkeit von Oberflächen	439
8.7.3	Kratzfestigkeit von Lacken	439
8.7.4	Beständigkeit gegen trockene und feuchte Hitze	439
8.7.5	Haftfestigkeit von Lacken	440

9 Bauphysik

9.1	Wärmeschutz	441
9.1.1	Wärmeleitfähigkeit.	441
9.1.2	Wärmedurchlasskoeffizient, Wärmedurchlasswiderstand	442
9.1.3	Wärmeübergangswiderstand	443
9.1.4	Wärmedurchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient	444
9.1.5	Anforderungen an den Wärmeschutz	445
9.1.6	Energieeffizient Bauen	448
9.1.7	Innenraumhygiene	449
9.1.8	Wärmedämmende Konstruktionen ..	449
9.2	Feuchteschutz	451
9.2.1	Tauwasser auf der Bauteiloberfläche ..	451
9.2.2	Tauwasserbildung im Bauteilinneren.	452
9.3	Schallschutz	453
9.3.1	Schalldämmung	453
9.3.2	Schallschutz bei Wänden	454
9.3.3	Schallschutz bei Decken	455
9.3.4	Schallschutz durch Schallabsorption ..	456
9.4	Brandschutz	458
9.4.1	Brandentstehung und Brandverlauf ..	458
9.4.2	Brandschutznormen und -vorschriften	459
9.4.3	Feuerwiderstandsklassen.	461
9.4.4	Gebäudeklassen	462
9.4.5	Brandverhalten von Bauteilen	463
9.4.6	Brandschutz von Stahlbauteilen	466
9.4.7	Flucht- und Rettungswege	466

10 Ausbau und Innenausbau

10.1	Maßnahmen am Bau.	468
10.1.1	Maßordnung im Hochbau	468
10.1.2	Maßtoleranzen im Hochbau	468
10.1.3	Aufmaß von Räumen und Objekten ..	469
10.1.4	Aufmaß von Maueröffnungen	469
10.1.5	Aufmaß mit Laserscannern	471

10.2	Künstliche Steine.	472
10.2.1	Mauerziegel.	472
10.2.2	Leichtbetonsteine.	472
10.2.3	Kalksandsteine	472
10.2.4	Porenbetonsteine	473
10.3	Beton	473
10.4	Mörtel	473
10.5	Dämm-, Dicht- und Sperrstoffe.	474
10.5.1	Dämmstoffe	474
10.5.2	Dicht- und Sperrstoffe	476
10.6	Baumontage und Befestigungsmittel ..	478
10.6.1	Befestigungsplanung	478
10.6.2	Montageart und Dübelauswahl	478
10.6.3	Montagevorbereitung	480
10.6.4	Spezielle Montageverfahren	480
10.7	Innentüren.	481
10.7.1	Drehflügeltüren	481
10.7.1.1	Türumrahmungen	481
10.7.1.2	Türblätter	483
10.7.1.3	Türbeschläge	485
10.7.1.4	Türen anschlagen und einsetzen	489
10.7.1.5	Windfangtüren	490
10.7.2	Schiebetüren	491
10.7.3	Falt- und Harmonikatüren	493
10.7.4	Pendeltüren	493
10.7.5	Ganzglastüren	494
10.7.6	Spezialtüren	495
10.7.6.1	Schalldämmende Türen	495
10.7.6.2	Brandschutztüren	497
10.7.6.3	Rauchschutztüren	498
10.7.6.4	Einbruchschutztüren	498
10.7.6.5	Strahlenschutztüren	498
10.8	Eingebaute Schränke	499
10.8.1	Wandschränke	499
10.8.2	Schrankwände	499
10.8.3	Raumteiler	500
10.8.4	Montage	501
10.9	Leichte Trennwände	502
10.9.1	Gerippewände	502
10.9.2	Elementwände	502
10.9.3	Glastrennwände	503
10.10	Wandverkleidungen	504
10.10.1	Verbretterungen und Verstärkungen ..	504
10.10.2	Rahmentäfelungen	506
10.10.3	Plattenverkleidungen	506
10.10.4	Anbringen von Verkleidungen	506
10.11	Deckenverkleidungen	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

10.12	Beleuchtung in Möbeln, Einbauschränken und Räumen	511	11.4.3	Aluminium	543
10.12.1	Energieeffizienzanforderungen	511	11.5	Arbeitsabläufe und Arbeitstechniken beim Bau von Fenstern	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
10.13	Holzfußböden	515	11.5.2.3	Aluminiumfenster	549
10.13.1	Einfache Dielenfußböden	515	11.6	Systemprüfung, CE-Kennzeichnung .	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	11.7	Verglasungsarbeiten	554
10.13.5	Laminatböden	517	11.7.1	Unterscheidung der Fenster nach der Verglasung	554
10.14	Holztreppe	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	11.8	Fensterbeschläge	557
10.14.2	Maßbegriffe und Bezeichnungen	522	11.8.1	Geschichtliche Entwicklung	557
10.14.2.1	Treppen-Lichttraumprofil 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	11.9	Wärme- und Schalldämmung bei Fenstern	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, ψ -Wert	559
11	Fenster und Fenstertüren		11.9.1.2	Gebäudeenergiegesetz 2020 – GEG	560
11.1	Anforderungen an Fenster und Fenstertüren	526	11.9.2	Schalldämmung bei Fenstern und Fenstertüren	561
11.2	Bezeichnungen von Fenstern und Fenstertüren	526	11.10	Lüftung durch Fenster	562
11.2.1	Fenster in der Fassade	526	11.11	Oberflächenschutz bei Fenstern und Fenstertüren	563
11.2.2	Einzelteile des Fensters	527	11.1.1	Anforderungen an den Anstrichgrund	564
11.2.3	Bezeichnung nach der Öffnungsart der Fensterflügel	528	11.1.2	Anforderungen an die Anstrichverträglichkeit des Dichtstoffes	565
11.2.4	Fensterformen	529	11.1.3	Anforderungen an die Ausführung des Anstrichs	565
11.3	Konstruktive Grundlagen für Holzfenster	530	11.12	Fenster- und Fenstertürkonstruktionen	566
11.3.1	Fensterarten	530	11.12.1	Drehflügel Fenster und Drehflügeltür	566
11.3.2	Klassische Konstruktionsmerkmale	532	11.12.2	Drehkipplügel Fenster und Drehkipplügeltür	568
11.3.3	Aktuelle Konstruktionsmerkmale	533	11.12.3	Kastenfenster	569
11.3.4	Fenster Eckverbindungen	535			
11.4	Werkstoffe für Fensterrahmen	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			