
Inhaltsverzeichnis

1 Roh- und Werkstoff Holz	13
1.1 Einführung	13
1.2 Anatomie des Holzes	14
1.2.1 Holzstrukturuntersuchungen/Holzstrukturanalysen	14
1.2.1.1 Was ist Holz?	14
1.2.1.2 Holzanatomische Untersuchungsmethoden	15
1.2.1.3 Die wichtigsten Holzstrukturmerkmale	16
1.2.1.4 Strukturveränderungen	39
1.2.2 Holzarten	42
1.2.2.1 Benennungen	42
1.2.2.2 Bestimmungen	44
1.3 Chemie des Holzes	47
1.3.1 Holz als Mikro- und Nanoverbundpolymer	47
1.3.2 Cellulose	50
1.3.3 Hemicellulosen	54
1.3.4 Lignine	58
1.3.5 Extraktstoffe	64
1.4 Physik des Holzes	75
1.4.1 Übersicht zu den wesentlichen Holzeigenschaften und wichtigen Einflussfaktoren	75
1.4.1.1 Einteilung der Holzeigenschaften	75
1.4.1.2 Wesentliche Einflussfaktoren auf die Eigen- schaften	76
1.4.2 Verhalten gegenüber Feuchte	77
1.4.2.1 Sorptionsverhalten und kapillare Wasserauf- nahme	77
1.4.2.2 Quellen und Schwinden	82
1.4.3 Dichte	86
1.4.4 Thermische Eigenschaften	87
1.4.5 Elektrische Eigenschaften	89
1.4.6 Optische Eigenschaften	89
1.4.7 Akustische Eigenschaften	90
1.4.8 Alterung und Beständigkeit	92
1.4.9 Elastomechanische und rheologische Eigen- schaften	93
1.4.9.1 Übersicht zu wichtigen Einflussgrößen	93
1.4.9.2 Elastizitätsgesetz und Spannungs-Dehnungs- Diagramm	94
1.4.9.3 Rheologische Eigenschaften	102
1.4.9.4 Festigkeitseigenschaften	106
Literaturverzeichnis	116

Weiterführende Literatur	118
Anlagen	119
2 Werkstoffe aus Holz	127
2.1 Übersicht zu den Holzwerkstoffen	127
2.1.1 Vollholz	128
2.1.2 Holzwerkstoffe	128
2.2 Struktureller Aufbau und wesentliche Einflussfaktoren auf die Eigenschaften ausgewählter Holzwerkstoffe	131
2.2.1 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Werkstoffbildung	131
2.2.2 Klebstoffe	135
2.2.2.1 Physikalisch abbindende Klebstoffe	136
2.2.2.2 Chemisch reagierende Klebstoffe	137
2.2.3 Werkstoffe auf Vollholzbasis	140
2.2.4 Werkstoffe auf Furnierbasis	141
2.2.5 Werkstoffe auf Spanbasis	143
2.2.6 Werkstoffe auf Faserbasis	146
2.2.7 Verbundwerkstoffe	149
2.2.8 Engineered Wood Products	153
2.2.8.1 Furnierschichtholz (Laminated Veneer Lumber, LVL)	154
2.2.8.2 Furnierstreifenholz (Parallel Strand Lumber – PSL)	155
2.2.8.3 Spanstreifenholz (Laminated Strand Lumber – LSL)	155
2.2.8.4 Scrimber	155
2.2.8.5 Verbundsysteme	155
2.2.9 Wood Plastic Composites (WPC)	155
2.3 Eigenschaften von Holzwerkstoffen	157
2.3.1 Übersicht	157
2.3.2 Physikalische Eigenschaften	159
2.3.2.1 Verhalten gegenüber Feuchte	159
2.3.2.2 Rohdichte	167
2.3.2.3 Sonstige Eigenschaften	169
2.3.3 Elastomechanische und rheologische Eigenschaften	176
2.3.3.1 Übersicht	176
2.3.3.2 Kenngrößen und deren Bestimmung	181
2.3.3.3 Rheologische Eigenschaften	185
2.3.3.4 Festigkeitseigenschaften	186
2.4 Technologie der Herstellung von Holzwerkstoffen	193
2.4.1 Allgemeine Entwicklungstendenzen	193
2.4.2 Werkstoffe auf Vollholzbasis	194
2.4.2.1 Brettschichtholz	194
2.4.2.2 Massivholzplatten	196

2.4.3 Werkstoffe auf Furnierbasis (Lagenhölzer)	199
2.4.3.1 Technologische Grundoperationen	199
2.4.3.2 Fertigungsablauf	203
2.4.4 Werkstoffe auf Spanbasis	206
2.4.4.1 Technologische Grundoperationen	206
2.4.4.2 Fertigungsablauf	225
2.4.4.3 Spezielle Holzspanwerkstoffe	226
2.4.5 Werkstoffe auf Faserbasis	231
2.4.5.1 Technologische Grundoperationen	231
2.4.5.2 Fertigungsablauf	243
2.4.5.3 Sonderverfahren	245
2.4.6 Verbundwerkstoffe	245
2.4.6.1 Technologische Grundoperationen	245
2.4.6.2 Fertigungsablauf	248
2.5 Anlagen zur Prozesssteuerung und -überwachung	248
2.6 Einsatzmöglichkeiten von Holzwerkstoffen	249
Quellen und weiterführende Literatur	256
3 Holzbearbeitung	260
3.1 Umformen	260
3.1.1 Holzbiegen	261
3.1.2 Tiefziehen von Holz und Holzwerkstoffen	262
3.2 Oberflächen bildende Bearbeitungsverfahren	263
3.2.1 Begriffe	263
3.2.2 Einführung und Grundlagen	266
3.2.2.1 Trennen ohne Schneidkeil	266
3.2.2.2 Trennen mit Schneidkeil	267
3.2.2.3 Kinematik und Geometrie des Spanens mit geometrisch bestimmten Schneiden	269
3.2.2.4 Zerspanungskräfte und Zerspanungsleistung	277
3.2.3 Baugruppen von Holzbearbeitungsmaschinen	282
3.2.3.1 Maschinengestelle	282
3.2.3.2 Antriebe	285
3.2.3.3 Führungen	291
3.2.3.4 Wellen und Lagerungen	294
3.2.3.5 Lagemessung, Regelung	295
3.2.3.6 Schneidwerkstoffe und Verschleiß	297
3.2.4 Sägen	299
3.2.4.1 Kreissägen	299
3.2.4.2 Zerspanen	308
3.2.4.3 Bandsägen	311
3.2.4.4 Kettensägen	313
3.2.4.5 Gattersägen	314
3.2.5 Fräsen und Hobeln	315

3.2.5.1	Planhobeln (Planfräsen)	315
3.2.5.2	Universal- und Profilhobeln (Profilfräsen)	319
3.2.5.3	Tischfräsen	321
3.2.5.4	CNC-Oberfräsen	323
3.2.5.5	Kantenbearbeitungen	329
3.2.5.6	Weitere Fräsverfahren	334
3.2.6	Bohren	334
3.2.6.1	Bohrwerkzeuge	334
3.2.6.2	Bohrmaschinen	335
3.2.7	Drehen und Drechseln	338
3.2.8	Schleifen	339
3.2.8.1	Grundlagen	340
3.2.8.2	Schleifmittel	342
3.2.8.3	Maschinenkonzepte	344
3.2.9	Spanloses Trennen	350
3.2.9.1	Spalten	351
3.2.9.2	Schälen und Messern	351
3.2.9.3	Stanzen – Schneiden	353
3.3	Oberflächenbeschichtung	353
3.3.1	Oberflächenbeschichtung mit flüssigen Materialien	353
3.3.1.1	Voraussetzungen für gute Oberflächenqualität	354
3.3.1.2	Lackrohstoffe	356
3.3.1.3	Lacksysteme	360
3.3.1.4	Applikationsverfahren	362
3.3.1.5	Lacktrocknen und Härten	378
3.3.2	Beschichtung mit festen und pulverförmigen Stoffen	391
3.3.2.1	Vorbehandlungsverfahren	391
3.3.2.2	Materialien	393
3.3.2.3	Applikationsverfahren	396
3.4	Prüfung von Holz und Holzwerkstoffen	409
3.4.1	Normung und Einzelzulassung	411
3.4.2	Güteüberwachung und Kennzeichnung	412
3.4.3	Prüfung von Vollholz	412
3.4.4	Sortierung von Holz nach Tragfähigkeit	414
3.4.5	Einfluss der Umgebungsbedingungen auf die Eigenschaften und die Prüfung	418
3.4.5.1	Bestimmung der Rohdichte	418
3.4.5.2	Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes	419
3.4.6	Ermittlung mechanischer Eigenschaften von Vollholz	419
3.4.6.1	Prüfung von Oberflächeneigenschaften	420
3.4.6.2	Prüfung rheologischer Eigenschaften	422
3.4.7	Prüfung von Holzwerkstoffen	423
3.4.7.1	Zerstörende Prüfungen	423
3.4.7.2	Produktionsüberwachung bei Holzwerkstoffen	425

Literaturverzeichnis	429
Weiterführende Literatur	430
Anhang	431
4 Holzvergütung	433
4.1 Holztrocnkung	433
4.1.1 Gründe für die Holztrocnkung	433
4.1.2 Wechselwirkung Umgebungsklima – Gleichgewichts- feuchte	434
4.1.3 Trocknungsvorgang, Feuchtegradient und Trock- nungsspannung	434
4.1.4 Der Trocknungsprozess – Systematik der Trock- nungsverfahren	440
4.1.5 Grundzüge zur Regelung des Trocknungsprozesses	450
4.1.6 Trocknungsqualität	451
Quellen und weiterführende Literatur	456
Normen	456
4.2 Holzschutz	457
4.2.1 Einleitung	457
4.2.2 Dauerhafte Holzanwendung	459
4.2.3 Integrierter Holzschutz	461
4.2.4 Holzschutzverfahren	464
4.2.4.1 Nichtdruckverfahren	464
4.2.4.2 Druckverfahren	466
4.2.5 Tränkbarkeit von Holzarten	467
4.2.6 Holzerstörung durch Pilze	470
4.2.6.1 Einteilung der Holzpilze	470
4.2.6.2 Feuchtebedarf	471
4.2.6.3 Fäuleformen	471
4.2.6.4 Hausfäulepilze	472
4.2.6.5 Holzverfärbende Organismen	473
4.2.7 Holzschädigende Insekten	475
4.2.8 Chemischer Holzschutz	476
4.3 Sonstige Vergütungsverfahren	485
4.3.1 Wirkungsprinzipien der Holzmodifizierung	485
4.3.2 Arten der Holzmodifizierung	489
4.3.2.1 Thermisch-physikalische Verfahren	489
4.3.2.2 Hydrophobierung mit Ölen und Wachsen	490
4.3.2.3 Chemische Modifizierung der Holzzellwand	491
4.3.2.4 In der Zellwand polymerisierbare Chemi- kalien	494
4.3.2.5 Behandlung mit Siliziumverbindungen	496
4.3.2.6 Holz-Kunststoff-Komposite	496

Quellen und weiterführende Literatur	497
Normen	499
5 Holzerzeugnisse	501
5.1 Möbel und Innenausbau	503
5.1.1 Möbel	503
5.1.1.1 Begriffe/Bezeichnungen	503
5.1.1.2 Bauteilzuordnungen	506
5.1.1.3 Systematisierung von Verbindungen	507
5.1.1.4 Konstruktionsdetails im Möbelbau	513
5.1.2 Innenausbau	524
5.1.2.1 Begriffe/Bezeichnungen	525
5.1.2.2 Allgemeines zu Schutzmaßnahmen im Innen- ausbau	527
5.1.2.3 Konstruktionen im Innenausbau	529
5.2 Bauelemente	533
5.2.1 Maß- und Modulordnung	534
5.2.2 Türen	536
5.2.2.1 Begriffe/Bezeichnungen	536
5.2.2.2 Konstruktionsdetails	538
5.2.3 Fenster	539
5.2.3.1 Begriffe/Bezeichnungen	539
5.2.3.2 Konstruktionsdetails	541
5.3 Sonstige Erzeugnisse aus Holz	543
Weiterführende Literatur	543
Sachwortverzeichnis	545