

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| ■ | Vorwort | 5 |
| 1 | Einführung | 18 |
| 2 | Geschichte der Physik des Holzes | 27 |
| 3 | Übersicht zu physikalischen Eigenschaften des Holzes und wichtigen Einflussfaktoren | 36 |
| 4 | Struktur und Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen ... | 39 |
| 4.1 | Vorbemerkungen | 39 |
| 4.2 | Einteilung von Holz und Holzwerkstoffen | 40 |
| 4.2.1 | Holz | 40 |
| 4.2.2 | Holzwerkstoffe | 41 |
| 4.2.2.1 | Werkstoffe auf Vollholzbasis | 42 |
| 4.2.2.2 | Lagenholz/Furnierwerkstoffe | 43 |
| 4.2.2.3 | Spanwerkstoffe | 44 |
| 4.2.2.4 | Faserwerkstoffe | 44 |
| 4.2.2.5 | Verbundplatten | 45 |
| 4.3 | Stofflich-struktureller Aufbau von Holz und Holzwerkstoffen | 45 |
| 4.3.1 | Holz | 46 |
| 4.3.1.1 | Chemischer Aufbau | 46 |
| 4.3.1.2 | Struktureller Aufbau | 46 |
| 4.3.2 | Holzwerkstoffe | 49 |
| 4.3.2.1 | Werkstoffe auf Vollholzbasis | 49 |
| 4.3.2.2 | Werkstoffe auf Furnierbasis | 49 |
| 4.3.2.3 | Werkstoffe auf Spanbasis | 51 |
| 4.3.2.4 | Werkstoffe auf Faserbasis | 53 |
| 4.3.2.5 | Verbundwerkstoffe | 55 |
| 4.3.2.6 | Wood Plastic Composites | 56 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.4 | Wechselwirkung zwischen Struktur und Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen | 57 |
| 4.4.1 | Holz | 57 |
| 4.4.2 | Holzwerkstoffe | 59 |
| 4.4.2.1 | Brettschichtholz/lamelliertes Holz | 59 |
| 4.4.2.2 | Lagenholz/Massivholzplatten | 59 |
| 4.4.2.3 | Spanplatten | 61 |
| 4.4.2.4 | Faserplatten | 63 |
| 4.4.2.5 | Verbundplatten | 65 |

5 Verhalten von Holz und Holzwerkstoffen gegenüber Feuchte 69

| | | |
|---------|---|-----|
| 5.1 | Kenngrößen der Holzfeuchte | 69 |
| 5.2 | Grundlagen der Feuchteaufnahme und -abgabe | 70 |
| 5.2.1 | Holz als kapillarporöser Stoff | 70 |
| 5.2.2 | Flüssigkeitstransport in kapillarporösen Systemen, Gas- und Wasserpermeabilität | 75 |
| 5.2.2.1 | Flüssigkeitstransport in senkrechten Kapillaren ... | 75 |
| 5.2.2.2 | Flüssigkeitstransport in Holz | 77 |
| 5.2.2.3 | Messung der Gas- und Flüssigkeitspermeabilität ... | 79 |
| 5.2.2.4 | Diffusion | 80 |
| 5.3 | Feuchteaufnahme und -abgabe von Holz | 85 |
| 5.3.1 | Grenzbereiche des Systems Holz-Wasser | 85 |
| 5.3.2 | Feuchteaufnahme durch Sorption | 86 |
| 5.3.2.1 | Phasen der Sorption | 86 |
| 5.3.2.2 | Fasersättigungsbereich | 89 |
| 5.3.2.3 | Modelle zur Beschreibung des Sorptionsverhaltens (Popper & Niemz, 2009) (Hering, 2011) | 90 |
| 5.3.2.4 | Sorptionsisothermen ausgewählter Holzarten und Werkstoffe | 91 |
| 5.3.3 | Maximaler Feuchtegehalt von Holz | 96 |
| 5.4 | Quell- und Schwindverhalten von Holz und Holzwerkstoffen | 100 |
| 5.4.1 | Quell- und Schwindverhalten von Holz | 100 |
| 5.4.1.1 | Grundlagen | 100 |
| 5.4.1.2 | Kenngrößen | 107 |
| 5.4.2 | Quell- und Schwindverhalten von Holzwerkstoffen | 110 |
| 5.4.3 | Auswirkungen des Quell- und Schwindverhaltens von Holz und Holzwerkstoffen | 111 |
| 5.4.3.1 | Holz | 111 |
| 5.4.3.2 | Holzwerkstoffe | 113 |
| 5.5 | Holzphysikalische Probleme der Trocknung von Schnittholz | 114 |
| 5.5.1 | Physikalische Vorgänge beim Feuchtetransport | 114 |
| 5.5.2 | Spannungen und Rissbildung | 115 |
| 5.5.3 | Zellkollaps | 119 |
| 5.6 | Verfahren zur Bestimmung des Feuchtegehalts von Holz und Holzwerkstoffen | 119 |
| 5.6.1 | Übersicht | 119 |
| 5.6.2 | Darmmethode | 122 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.6.3 | Extraktions- oder Destillationsverfahren | 123 |
| 5.6.4 | Widerstandsmessverfahren | 124 |
| 5.6.5 | Dielektrisches Messverfahren | 124 |
| 5.6.6 | Mikrowellen-Verfahren | 125 |
| 5.6.7 | Radiometrische Verfahren und sonstige Verfahren (Kernspintomographie, Neutronen, Röntgen) | 125 |
| 5.6.8 | Spektrometrisches Verfahren | 126 |
| 5.6.9 | Chemisches Verfahren | 126 |
| 5.6.10 | Hygroskopisches Verfahren | 126 |
| 5.7 | Feuchteverteilung im Holz und Ausgleichsfeuchte von Holz im praktischen Gebrauch | 127 |
| 5.7.1 | Feuchteverteilung im lebenden Stamm | 127 |
| 5.7.2 | Ausgleichsfeuchte von Holz im praktischen Gebrauch und Einfluss der Bauteilgeometrie | 128 |
| 5.8 | Bedeutung der Holzfeuchte | 132 |

6 Dichte von Holz und Holzwerkstoffen 138

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.1 | Kenngrößen der Dichte | 138 |
| 6.1.1 | Rohdichte | 139 |
| 6.1.2 | Darrdichte (Darr-Rohdichte) | 140 |
| 6.1.3 | Raumdichtezahl | 140 |
| 6.1.4 | Reindichte | 141 |
| 6.1.5 | Porenanteil (Hohlraumanteil) | 141 |
| 6.1.6 | Streudichte/Schüttdichte | 142 |
| 6.1.7 | Flächenbezogene Masse | 143 |
| 6.1.8 | Rohdichteprofil senkrecht zur Plattenebene | 143 |
| 6.2 | Einflüsse auf die Dichte und die Dichteverteilung von Holz und Holzwerkstoffen | 144 |
| 6.2.1 | Holz | 144 |
| 6.2.1.1 | Einfluss der Holzart | 144 |
| 6.2.1.2 | Einfluss von Wuchs- und Standortbedingungen sowie der soziologischen Stellung des Baumes im Bestand | 145 |
| 6.2.1.3 | Einfluss struktureller Parameter | 146 |
| 6.2.2 | Span- und Faserplatten | 150 |
| 6.3 | Verfahren zur Dichtebestimmung | 151 |
| 6.3.1 | Konventionelle Methoden | 151 |
| 6.3.2 | Dichtebestimmung mittels elektromagnetischer Wellen und anderen Verfahren | 153 |
| 6.3.3 | Bestimmung des Dichteprofiles an Holzwerkstoffen | 157 |
| 6.3.3.1 | Fräsmethode | 157 |
| 6.3.3.2 | Bohrmethode | 157 |
| 6.3.3.3 | Hobelmethode | 158 |
| 6.3.3.4 | Röntgenmethode | 158 |
| 6.3.3.5 | Messung von Dichteprofilen mittels Gamma- oder Röntgenstrahlen | 158 |
| 6.3.4 | Bestimmung der Streu- und Schüttdichte von Partikeln | 159 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 6.3.5 | Bestimmung des Porenanteiles und der Porengrößenverteilung in Holzwerkstoffen | 159 |
| 6.3.5.1 | Quecksilberdruckporosimetrie | 159 |
| 6.3.5.2 | Gasadsorption | 160 |
| 6.3.5.3 | Sonstige Verfahren | 160 |
| 6.4 | Einfluss der Dichte auf die Eigenschaften des Holzes | 160 |

7 Thermische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen 164

| | | |
|-------|---|-----|
| 7.1 | Wärmeleitfähigkeit | 164 |
| 7.2 | Spezifische Wärmekapazität | 168 |
| 7.3 | Temperaturleitfähigkeit | 170 |
| 7.4 | Wärmeausdehnung | 171 |
| 7.5 | Brandverhalten | 173 |
| 7.5.1 | Grundlagen | 173 |
| 7.5.2 | Brandverhalten | 177 |
| 7.6 | Einfluss der Temperatur auf die Eigenschaften des Holzes | 182 |
| 7.6.1 | Kurzzeitige Temperatureinwirkungen | 182 |
| 7.6.2 | Langzeitige Temperatureinwirkung | 185 |
| 7.7 | Nutzung thermischer Eigenschaften des Holzes zur Qualitätskontrolle | 186 |

8 Elektrische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen 191

| | | |
|-------|---|-----|
| 8.1 | Elektrischer Widerstand und Leitfähigkeit | 191 |
| 8.1.1 | Kenngrößen | 191 |
| 8.1.2 | Einflüsse auf den elektrischen Widerstand von Holz | 192 |
| 8.1.3 | Prüfverfahren und praktische Nutzung | 195 |
| 8.2 | Dielektrische Eigenschaften | 196 |
| 8.2.1 | Kenngrößen | 196 |
| 8.2.2 | Einflüsse auf die Dielektrizitätskonstante von Holz | 196 |
| 8.2.3 | Prüfverfahren und praktische Nutzung | 198 |
| 8.3 | Piezoelektrische Eigenschaften | 199 |
| 8.3.1 | Kenngrößen | 199 |
| 8.3.2 | Einflüsse auf den Piezomodul von Holz | 199 |
| 8.3.3 | Prüfverfahren und praktische Nutzung | 200 |
| 8.4 | Magnetische Eigenschaften | 201 |
| 8.5 | Elektrostatische Aufladungen | 201 |

9 Akustische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen 204

| | | |
|-------|---|-----|
| 9.1 | Übersicht | 204 |
| 9.2 | Arten und Ausbreitungsformen von Wellen | 204 |
| 9.3 | Schallgeschwindigkeit | 205 |
| 9.3.1 | Kenngrößen | 205 |
| 9.3.2 | Weitere Kenngrößen | 209 |
| 9.3.3 | Einflüsse auf die Schallgeschwindigkeit | 211 |
| 9.3.4 | Ausgewählte Gerätesysteme | 213 |
| 9.4 | Schalldämpfung oder Schallabsorption | 215 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 9.5 | Schalldämmung | 216 |
| 9.6 | Schallemission | 216 |
| 9.6.1 | Kenngrößen | 216 |
| 9.6.2 | Einflüsse auf die Schallemission und praktische Nutzung der Schallemissionsanalyse | 218 |
| 9.6.3 | Messsysteme zur Schallemissionsanalyse | 223 |
| 9.7 | Eigenfrequenz und Modalanalyse | 226 |
| 9.7.1 | Bestimmung des Zug-/Druck-Elastizitätsmoduls | 226 |
| 9.7.2 | Bestimmung des Biege-Elastizitätsmoduls | 227 |
| 9.7.3 | Bestimmung des Torsionsmoduls | 228 |

10 Reibungseigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen 233

11 Optische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen 237

| | | |
|----------|---|-----|
| 11.1 | Farbe | 237 |
| 11.1.1 | Kennwerte der Farbe | 237 |
| 11.1.2 | Farbänderung | 239 |
| 11.1.2.1 | Wirkung von transparenten Beschichtungen | 239 |
| 11.1.2.2 | Alterung in Innenräumen | 239 |
| 11.1.2.3 | Farbänderung bei Freibewitterung | 242 |
| 11.2 | Sonstige optische Eigenschaften (Tracheideeffekt) | 242 |
| 11.3 | Spektrometrische Eigenschaften | 243 |

12 Korrosionsverhalten und Alterung von Holz und Holzwerkstoffen 250

| | | |
|--------|---|-----|
| 12.1 | Übersicht | 250 |
| 12.2 | Einfluss des Klimas und Bestimmung der Klimabeständigkeit | 251 |
| 12.2.1 | Holz | 251 |
| 12.2.2 | Holzwerkstoffe | 255 |
| 12.3 | Alterung von Holz und Holzwerkstoffen | 258 |
| 12.3.1 | Vollholz | 258 |
| 12.3.2 | Holzwerkstoffe | 259 |
| 12.4 | Einfluss der mechanischen Vorbeanspruchung | 260 |
| 12.5 | Einfluss aggressiver Medien | 261 |
| 12.5.1 | Wasser | 262 |
| 12.5.2 | Chemikalien | 262 |
| 12.5.3 | Metalle | 263 |

13 Elastomechanische und inelastische Eigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen 266

| | | |
|--------|---|-----|
| 13.1 | Übersicht | 266 |
| 13.2 | Elastische Eigenschaften | 266 |
| 13.2.1 | Elastizitätsgesetz und Spannungs-Dehnungs-Diagramm (Hookesches Gesetz) | 266 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 13.2.1.1 | Allgemeine Grundlagen im eindimensionalen Belastungsfall | 266 |
| 13.2.1.2 | Verallgemeinertes Hookesches Gesetz für orthotrope Werkstoffe | 269 |
| 13.2.2 | Zur Orthotropie des Holzes und der Holzwerkstoffe | 274 |
| 13.2.3 | Tensortransformation | 278 |
| 13.3 | Kenngrößen und deren Messung | 281 |
| 13.3.1 | Elastizitätsmodul (E-Modul) | 281 |
| 13.3.1.1 | Statische Methoden | 281 |
| 13.3.1.2 | Dynamischer E-Modul aus Durchschallung, Eigenfrequenzmessung (Modalanalyse) | 284 |
| 13.3.2 | Schubmodul | 285 |
| 13.3.2.1 | Kenngröße | 285 |
| 13.3.2.2 | Prüfung | 286 |
| 13.3.3 | Poissonzahl | 287 |
| 13.3.3.1 | Kenngröße | 287 |
| 13.3.3.2 | Prüfung | 289 |
| 13.3.4 | Knickung | 289 |
| 13.3.4.1 | Elastische Knickfälle nach Euler | 289 |
| 13.3.4.2 | Nichtelastisches Knicken nach Tetmajer | 291 |
| 13.4 | Materialkennwerte und Einflussfaktoren | 291 |
| 13.4.1 | Übersicht | 291 |
| 13.4.2 | E-Modul und Schubmodul | 294 |
| 13.4.2.1 | Einflussfaktoren | 294 |
| 13.4.3 | Poissonzahlen | 299 |
| 13.5 | Rheologische Eigenschaften | 300 |
| 13.5.1 | Übersicht | 300 |
| 13.5.2 | Kriechen | 302 |
| 13.5.2.1 | Physikalische Ursachen | 302 |
| 13.5.2.2 | Kenngrößen/Prüfung | 305 |
| 13.5.2.3 | Einflussfaktoren | 309 |
| 13.5.3 | Mechanosorptives Verhalten von Holz | 317 |
| 13.5.4 | Spannungsrelaxation | 321 |
| 13.5.4.1 | Physikalische Ursachen | 321 |
| 13.5.4.2 | Kenngrößen/Prüfung | 321 |
| 13.5.4.3 | Einflussfaktoren und Materialkennwerte | 322 |
| 13.5.5 | Dauerstandfestigkeit | 324 |
| 13.5.5.1 | Physikalische Ursachen | 324 |
| 13.5.5.2 | Kenngrößen/Prüfung | 324 |
| 13.5.5.3 | Einflussfaktoren und Materialkennwerte | 324 |
| 13.5.6 | Rheologische Modelle | 326 |
| 14 | Festigkeitseigenschaften | 336 |
| 14.1 | Übersicht | 336 |
| 14.2 | Wirkung wesentlicher Einflussfaktoren | 340 |
| 14.2.1 | Struktur des Holzes | 340 |
| 14.2.1.1 | Faser-Last-Winkel/Schnittrichtung | 340 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 14.2.1.2 | Rohdichte und Jahrringe | 341 |
| 14.2.1.3 | Astigkeit/Druckholz/Kerbspannungen | 343 |
| 14.2.2 | Klimatische Bedingungen | 345 |
| 14.2.3 | Alterung | 349 |
| 14.2.4 | Vorgeschichte des Holzes | 349 |
| 14.2.5 | Einfluss von Gamma- und Röntgenstrahlung | 351 |
| 14.2.6 | Prüfmethodik | 352 |
| 14.2.6.1 | Belastungsdauer und Belastungsgeschwindigkeit .. | 352 |
| 14.2.6.2 | Belastungsart | 353 |
| 14.2.6.3 | Probengeometrie | 353 |
| 14.3 | Phänomenologische Beschreibung des Bruchverhaltens von Holz und Holzwerkstoffen | 358 |
| 14.3.1 | Vollholz | 358 |
| 14.3.2 | Holzwerkstoffe | 361 |
| 14.3.2.1 | Brettschichtholz, Massivholzplatten, Sperrholz | 361 |
| 14.3.2.2 | Partikelwerkstoffe | 362 |
| 14.4 | Ausgewählte Grundlagen der Bruchmechanik | 365 |
| 14.4.1 | Übersicht | 365 |
| 14.4.2 | Prüfmethodik | 367 |
| 14.4.3 | Materialkennwerte und Einflussfaktoren | 370 |
| 14.5 | Festigkeitseigenschaften | 374 |
| 14.5.1 | Übersicht | 374 |
| 14.5.2 | Plastische Eigenschaften | 377 |
| 14.5.3 | Zugfestigkeit | 379 |
| 14.5.4 | Druckfestigkeit | 382 |
| 14.5.5 | Biegefestigkeit | 384 |
| 14.5.6 | Scherfestigkeit | 388 |
| 14.5.7 | Torsionsfestigkeit | 391 |
| 14.5.8 | Spaltfestigkeit | 392 |
| 14.5.9 | Nagel- und Schraubenausziehwiderstand | 394 |
| 14.5.10 | Schlagzähigkeit | 395 |
| 14.5.11 | Dauerschwingfestigkeit | 398 |
| 14.5.12 | Härte und Abnutzungswiderstand | 400 |
| 14.5.12.1 | Härte | 400 |
| 14.5.12.2 | Statische Härteprüfung | 401 |
| 14.5.12.3 | Dynamische Härteprüfung | 402 |
| 14.5.12.4 | Einflussfaktoren und Materialkennwerte | 403 |
| 14.5.13 | Abnutzungswiderstand | 404 |
| 14.5.13.1 | Kenngrößen/Prüfverfahren | 405 |
| 14.5.13.2 | Einflussfaktoren und Materialkennwerte | 406 |

15 Neue innovative Prüfverfahren 415

| | | |
|--------|--|-----|
| 15.1 | Übersicht | 415 |
| 15.2 | Einfluss der Skalierung auf das Messergebnis | 416 |
| 15.3 | Bauteilprüfung und biaxiale Belastung | 422 |
| 15.4 | Messsysteme für Prüfungen im Mikrobereich | 423 |
| 15.4.1 | Dehnungsmessungen | 423 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 15.4.2 | In-situ-Testversuche mittels Elektronenmikroskop oder unter Stereomikroskop, Mikro-CT oder im Synchrotron | 424 |
| 15.4.3 | Neutronenradiographie und -tomographie | 426 |
| 15.4.4 | Sylviscan | 427 |
| 15.5 | Messsysteme für Prüfungen im Nanobereich und sonstige Methoden .. | 428 |
| 15.5.1 | Nanoindentierung | 428 |
| 15.5.2 | Dynamisch-Mechanische Analyse (DMA) | 429 |
| 15.6 | Messsysteme für Messungen im Nanobereich | 429 |
| 15.6.1 | RAMAN-Spektroskopie | 430 |
| 15.6.2 | Rasterkraftmikroskopie | 432 |

16 Spannungen und Verformungen in Holz und Holzwerkstoffen 437

| | | |
|--------|--|-----|
| 16.1 | Wuchsspannungen im Vollholz, Mikrobrüche durch mechanische Belastung | 438 |
| 16.1.1 | Frostrisse | 438 |
| 16.1.2 | Risse infolge von Saugspannungen | 438 |
| 16.1.3 | Wuchsspannungen | 438 |
| 16.1.4 | Verformungen durch Zug- und Druckholz | 440 |
| 16.1.5 | Risse infolge mechanischer Beanspruchung (Sturmschäden) .. | 440 |
| 16.2 | Spannungen und Verformungen von Holzwerkstoffen (Eigenspannungen) | 441 |
| 16.2.1 | Partikelwerkstoffe | 441 |
| 16.2.2 | Werkstoffe auf Vollholzbasis | 443 |
| 16.3 | Spannungen durch äußere, klimatische Einflüsse | 445 |

17 Nutzung holzphysikalischer Eigenschaften zur Online-Qualitätskontrolle 448

18 Modellierung von Holz und Holzwerkstoffen: Möglichkeiten und Grenzen 454

| | | |
|----------|---|-----|
| 18.1 | Vorbemerkungen | 454 |
| 18.2 | Holz und Holzwerkstoffe | 456 |
| 18.2.1 | Grenzen der Berechenbarkeit | 456 |
| 18.2.2 | Vollholz | 459 |
| 18.2.3 | Holzwerkstoffe | 462 |
| 18.2.3.1 | Lagenholz (Sperrholz, Brettsperrholz) | 462 |
| 18.2.3.2 | Verbundplatten | 465 |
| 18.2.3.3 | Spanplatten | 467 |
| 18.2.3.4 | Faserplatten | 473 |
| 18.2.3.5 | Zusammenfassung und Schlussfolgerungen | 474 |
| 18.3 | Durch Feuchtewechsel induzierte Spannungen, Verformungen und Versagenvorgänge | 475 |
| 18.3.1 | Ausgewählte FE-Modelle für die Spannungsberechnung | 475 |
| 18.3.2 | Quellung zwischen den Jahrringen | 476 |
| 18.3.3 | Verformung mehrschichtiger Platten | 479 |
| 18.4 | Feuchte- und Wärmetransport | 481 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 19 | Verzeichnis wichtiger Kennwerte und Eigenschaften | 488 |
| 19.1 | Allgemeine Kennwerte und Grundlagen | 488 |
| 19.1.1 | Nutzungsklassen von Holz nach Eurocode 5/DIN EN 1995-1-1 und Gebrauchsklassen und Dauerhaftigkeitsklassen | 488 |
| 19.1.2 | Kennzeichnung von Holzwerkstoffen | 490 |
| 19.1.3 | Brandverhalten von Holz und Holzwerkstoffen | 491 |
| 19.1.4 | Holzschädlinge | 494 |
| 19.2 | Eigenschaften von Vollholz | 495 |
| 19.2.1 | Kennwerte von Holz nach DIN 68364:2005 | 495 |
| 19.2.2 | Eigenschaften von Vollholz | 501 |
| 19.2.3 | Charakteristische Kennwerte von Vollholz | 502 |
| 19.2.4 | Güteanforderungen | 506 |
| 19.2.4.1 | Güteanforderungen an Rund- und Schnittholz (Nadelholz) | 506 |
| 19.2.4.2 | Güteanforderungen an Rund- und Schnittholz (Laubholz) | 509 |
| 19.2.4.3 | Güteanforderungen an Rund- und Schnittholz (Nadelholz und Laubholz) | 511 |
| 19.2.5 | Güteanforderungen an Baurundholz | 513 |
| 19.2.6 | Kennwerte von vergütetem Holz | 516 |
| 19.2.7 | Kennwerte für Quellung und Tränkbarkeit | 521 |
| 19.2.8 | Eigenschaften verschiedener Rindenarten | 524 |
| 19.2.9 | Kennwerte für die Berücksichtigung der Belastungsdauer | 525 |
| 19.3 | Eigenschaften von ausgewählten Holzwerkstoffen | 527 |
| 19.4 | Prüfverfahren zur Ermittlung ausgewählter Festigkeitseigenschaften .. | 540 |
| 19.5 | Dampfdruck und relative Luftfeuchte | 554 |
| 19.6 | Quellung in Lösungen | 554 |
| 20 | Verzeichnis ausgewählter Normen, Symbole und weiterführender Literatur | 558 |
| 20.1 | Normen | 558 |
| 20.1.1 | Vollholz | 558 |
| 20.1.2 | Holzwerkstoffe | 560 |
| 20.1.3 | Verklebung | 565 |
| 20.1.4 | Holzschutz | 566 |
| 20.1.5 | Formaldehydbestimmung | 567 |
| 20.1.6 | Holzbau | 568 |
| 20.1.7 | Dämmstoffe | 569 |
| 20.1.8 | WPC | 569 |
| 20.2 | Wichtige Symbole | 570 |
| 20.3 | Ausgewählte weiterführende Literatur | 570 |
| | Index | 573 |