

Inhalt

| | | |
|----------|--|----|
| | Vorwort | 5 |
| 1 | Planungsgrundlagen | 15 |
| 1.1 | Aufbau und Struktur der Gebäudetechnik | 16 |
| 1.2 | Komfort und Behaglichkeit | 17 |
| 1.2.1 | Thermisches Raumklima | 17 |
| 1.2.2 | Luftqualität | 19 |
| 1.2.3 | Visuelles Raumklima | 19 |
| 1.3 | Energetische Gebäudegestaltung | 22 |
| 1.4 | Nachhaltige Gebäude | 23 |
| 1.5 | Haustechnikplanung | 25 |
| 1.5.1 | Leistungsbild | 25 |
| 1.5.2 | Integrale Planung | 25 |
| 1.6 | Normen- und Literaturverzeichnis | 26 |
| 2 | Gebäudearten und Haustechnik | 29 |
| 2.1 | Systemübersicht | 29 |
| 2.2 | Wohngebäude | 30 |
| 2.3 | Beherbergungsstätten und Hotels | 34 |
| 2.4 | Gebäude für Bildung und Forschung | 37 |
| 2.4.1 | Schulen | 37 |
| 2.4.2 | Hörsaalgebäude | 39 |
| 2.4.3 | Laborgebäude | 41 |
| 2.5 | Kulturbauten und Spielstätten | 41 |
| 2.5.1 | Museen | 41 |
| 2.5.2 | Theater, Kinos und Konzertsäle | 42 |
| 2.6 | Büro- und Verwaltungsgebäude | 42 |
| 2.7 | Handelsbauten | 47 |
| 2.7.1 | Einkaufsmärkte | 47 |
| 2.7.2 | Geschäftshäuser | 49 |
| 2.7.3 | Einkaufszentren | 50 |
| 2.8 | Industrie- und Gewerbebauten | 50 |
| 2.9 | Sakralbauten | 52 |
| 2.10 | Krankenhäuser | 52 |
| 2.11 | Gebäude für Sport und Freizeit | 54 |
| 2.11.1 | Sporthallen | 54 |
| 2.11.2 | Stadien | 56 |
| 2.11.3 | Schwimmbhallen | 57 |
| 2.12 | Normen- und Literaturverzeichnis | 59 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3 | Integration der Technik in den Baukörper | 61 |
| 3.1 | Kanal- und Leitungsnetze | 61 |
| 3.1.1 | Netzstrukturen | 61 |
| 3.1.2 | Bau- und Verlegetechnologien | 62 |
| 3.1.3 | Installationssysteme | 65 |
| 3.1.4 | Schlitz- und Durchbruchpläne | 66 |
| 3.2 | Integrierte Heiz- und Kühlflächen | 68 |
| 3.3 | Technikzentralen und Hausanschlusseinrichtungen | 68 |
| 3.4 | Brandschutz | 71 |
| 3.5 | Schallschutz | 73 |
| 3.6 | Wärmeschutz | 74 |
| 3.7 | Sicherheit im Gebäude | 74 |
| 3.8 | Darstellung der technischen Gebäudeausrüstung | 76 |
| 3.9 | Normen- und Literaturverzeichnis | 82 |
| 4 | Gebäudetechnik im Lebenszyklus | 83 |
| 4.1 | Das Lebenszykluskonzept | 83 |
| 4.2 | Baukosten | 83 |
| 4.3 | Nutzungskosten | 84 |
| 4.4 | Lebenszykluskosten | 86 |
| 4.5 | Facility-Management | 86 |
| 4.6 | Nutzungsqualität im Facility-Management | 89 |
| 4.7 | Computer Aided Facility Management (CAFM) | 90 |
| 4.8 | Normen- und Literaturverzeichnis | 93 |
| 5 | Bewertung von Technikvarianten | 95 |
| 5.1 | Bewertungskriterien | 95 |
| 5.2 | Entscheidungskonstellationen | 95 |
| 5.3 | Nutzwertanalyse | 95 |
| 5.4 | Wirtschaftliche Bewertung | 97 |
| 5.4.1 | Verfahren und Modellbildung | 97 |
| 5.4.2 | Kapitalwertverfahren | 98 |
| 5.4.3 | Annuitätenverfahren | 99 |
| 5.4.4 | Zinsfußverfahren | 100 |
| 5.5 | Energetische Bewertung | 101 |
| 5.5.1 | Energieumwandlungskette | 101 |
| 5.5.2 | Primärenergiefaktoren | 102 |
| 5.5.3 | Emissionsfaktoren | 102 |
| 5.6 | Bewertung der Nachhaltigkeit | 103 |
| 5.7 | Normen- und Literaturverzeichnis | 107 |
| 6 | Wärmeversorgung | 109 |
| 6.1 | Systemübersicht | 109 |
| 6.2 | Gesetze und Vorschriften | 111 |
| 6.2.1 | Bundesimmissionsschutzgesetz | 111 |
| 6.2.2 | Energieeinsparverordnung | 111 |
| 6.2.3 | Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz | 112 |
| 6.2.4 | Heizkostenverordnung | 113 |
| 6.3 | Pumpenwarmwasserheizungen (PWWH) | 116 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.4 | Wärmeerzeugung | 117 |
| 6.4.1 | Übersicht | 117 |
| 6.4.2 | Kesselanlagen | 118 |
| 6.4.3 | Blockheizkraftwerke (BHKW) | 130 |
| 6.4.4 | Brennstoffzellen | 134 |
| 6.4.5 | Wärmepumpen | 135 |
| 6.4.6 | Fernwärme | 139 |
| 6.5 | Verteilssysteme | 141 |
| 6.5.1 | Hydraulische Schaltungen | 141 |
| 6.5.2 | Hydraulische Netzberechnung | 145 |
| 6.5.3 | Umwälzpumpen | 148 |
| 6.5.4 | Ausdehnungsgefäße | 149 |
| 6.5.5 | Wasseraufbereitung | 151 |
| 6.6 | Raumheizeinrichtungen | 151 |
| 6.6.1 | Übersicht | 151 |
| 6.6.2 | Freie Heizflächen | 152 |
| 6.6.3 | Baukörperintegrierte Heizflächen | 153 |
| 6.6.4 | Energetische Aspekte | 154 |
| 6.7 | Regelung von Heizungsanlagen | 155 |
| 6.8 | Sonderformen der Gebäudeheizung | 157 |
| 6.8.1 | Einzelheizungen | 157 |
| 6.8.2 | Hallenheizungen | 159 |
| 6.9 | Nutzung erneuerbarer Energiequellen | 160 |
| 6.10 | Heiz- und Aufstellräume | 163 |
| 6.11 | Normen- und Literaturverzeichnis | 164 |
| 7 | Lüftung und Klimatisierung | 167 |
| 7.1 | Systemübersicht | 167 |
| 7.2 | Freie Lüftung | 169 |
| 7.2.1 | Fugen- und Fensterlüftung | 169 |
| 7.2.2 | Schachtlüftung, Lüftung über Dachaufsätze und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen | 170 |
| 7.2.3 | Lüftung von Atrien, Hybridsysteme | 171 |
| 7.3 | Luftbehandlungsfunktion und Hauptaggregate | 173 |
| 7.3.1 | Luftzustände | 173 |
| 7.3.2 | Lufterwärmung | 174 |
| 7.3.3 | Luftkühlung | 174 |
| 7.3.4 | Luftbefeuchtung | 174 |
| 7.3.5 | Luftentfeuchtung | 176 |
| 7.4 | Lüftungsprinzipien | 176 |
| 7.5 | Nur-Luft-Anlagen | 178 |
| 7.5.1 | Luftaufbereitung | 178 |
| 7.5.2 | Luftkanäle | 182 |
| 7.5.3 | Luftauslässe | 187 |
| 7.5.4 | Wohnungslüftung | 190 |
| 7.6 | Luft-Wasser-Anlagen | 192 |
| 7.6.1 | Übersicht Wassersysteme | 192 |
| 7.6.2 | Induktionsanlagen | 193 |
| 7.6.3 | Ventilator-Konvektoren (Fan-Coil-Anlagen) | 194 |
| 7.7 | Stille Kühlsysteme (Nur-Wasser-Anlagen) | 195 |
| 7.7.1 | Optimierungsansatz | 195 |
| 7.7.2 | Flächenkühlung | 196 |
| 7.7.3 | Bauteilaktivierung | 197 |
| 7.8 | Dezentrale Systeme | 198 |
| 7.8.1 | Splitanlagen | 198 |
| 7.8.2 | Türluftschleiergeräte | 200 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.9 | Sonderformen | 200 |
| 7.9.1 | Passive Kühlung | 200 |
| 7.9.2 | Luft-Erdwärmetauscher | 202 |
| 7.9.3 | Schotterspeicher | 203 |
| 7.9.4 | Adiabate Kühlung | 204 |
| 7.10 | Kälteerzeugung | 206 |
| 7.10.1 | Kühllastberechnung | 206 |
| 7.10.2 | Die Kälteerzeugung als Kreisprozess | 206 |
| 7.10.3 | Kompressionskältemaschinen | 207 |
| 7.10.4 | Sorptionskältemaschinen | 209 |
| 7.10.5 | Kälteerzeugung mit natürlichen Prozessen | 210 |
| 7.10.6 | Wasserkühlanlagen | 211 |
| 7.10.7 | Luftkühlanlagen | 213 |
| 7.10.8 | Rückkühlwerke | 213 |
| 7.11 | Regelung von raumluftechnischen Anlagen | 216 |
| 7.12 | Technikzentralen – Anordnung und Platzbedarf | 217 |
| 7.13 | Schallschutz | 219 |
| 7.14 | Spezielle Brandschutzaspekte in der Lüftungstechnik | 221 |
| 7.14.1 | Anforderungen | 221 |
| 7.14.2 | Maschinelle Entrauchungsanlagen | 221 |
| 7.14.3 | Entlüftung und Entrauchung von Tiefgaragen | 222 |
| 7.15 | Kosten raumluftechnischer Anlagen | 223 |
| 7.16 | Normen- und Literaturverzeichnis | 224 |
| 8 | Wasserversorgung | 227 |
| 8.1 | Wassergewinnung und Wasserarten | 227 |
| 8.2 | Wasserbedarf | 229 |
| 8.3 | Eigenschaften des Trinkwassers | 229 |
| 8.3.1 | Lebensmittelspezifische Eigenschaften und Hygiene | 229 |
| 8.3.2 | Physikalische Eigenschaften | 230 |
| 8.3.3 | Chemische Eigenschaften | 230 |
| 8.3.4 | Korrosivität | 230 |
| 8.3.5 | Neigung zur Steinbildung | 232 |
| 8.4 | Systemübersicht | 233 |
| 8.5 | Einspeisung und Wasseraufbereitung | 234 |
| 8.5.1 | Hausanschluss | 234 |
| 8.5.2 | Wasseraufbereitung | 234 |
| 8.5.3 | Druckerhöhung | 237 |
| 8.6 | Warmwasserbereitung | 241 |
| 8.6.1 | Systemübersicht | 241 |
| 8.6.2 | Auslegungsstrategien | 244 |
| 8.6.3 | Temperaturhaltesysteme | 246 |
| 8.7 | Trinkwasserverteilung | 250 |
| 8.7.1 | Rohrleitungen | 250 |
| 8.7.2 | Gestaltungsaspekte bei Trinkwassersystemen | 252 |
| 8.7.3 | Bemessung der Trinkwasserleitungen | 253 |
| 8.8 | Armaturen in Trinkwassersystemen | 255 |
| 8.8.1 | Absperrarmaturen | 255 |
| 8.8.2 | Sicherheitsarmaturen und -einrichtungen | 256 |
| 8.8.3 | Entnahmearmaturen | 256 |
| 8.9 | Regenwassernutzung | 256 |
| 8.9.1 | Systemübersicht | 257 |
| 8.9.2 | Bemessung | 259 |
| 8.10 | Feuerlöschanlagen | 261 |
| 8.10.1 | Systemübersicht | 261 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 8.10.2 | Hydrantenanlagen und Löschwasserleitungen | 261 |
| 8.10.3 | Anlagen zur automatischen Brandbekämpfung | 262 |
| 8.11 | Normen- und Literaturverzeichnis | 263 |
| 9 | Abwasserentsorgung | 265 |
| 9.1 | Systemübersicht | 265 |
| 9.2 | Die Entwässerung tief liegender Abwassereinleitstellen (Rückstauproblematik) | 267 |
| 9.3 | Berechnung von Abwasserströmungen | 268 |
| 9.4 | Regenwassersysteme | 270 |
| 9.4.1 | Anordnung und Funktionsprinzip | 270 |
| 9.4.2 | Dachrinnen und Abläufe | 270 |
| 9.4.3 | Leitungen | 272 |
| 9.4.4 | Bemessung von Freispiegelsystemen | 273 |
| 9.4.5 | Bemessung von Druckrohrsystemen | 275 |
| 9.5 | Schmutzwassersysteme | 275 |
| 9.5.1 | Anordnung und Funktionsprinzip | 275 |
| 9.5.2 | Schutz gegen Rückstau | 276 |
| 9.5.3 | Entwässerungsgegenstände | 277 |
| 9.5.4 | Leitungen | 278 |
| 9.5.5 | Lüftungssysteme | 280 |
| 9.5.6 | Rückhaltung schädlicher Stoffe | 282 |
| 9.5.7 | Bemessung Schmutzwassersysteme | 284 |
| 9.6 | Anschluss an die öffentliche Abwasserentsorgung | 287 |
| 9.7 | Abwasseraufbereitung | 288 |
| 9.8 | Normen- und Literaturverzeichnis | 292 |
| 10 | Gasversorgung | 293 |
| 10.1 | Brenngase und deren Eigenschaften | 293 |
| 10.2 | Gasbereitstellung | 294 |
| 10.2.1 | Erdgas | 294 |
| 10.2.2 | Flüssiggas | 295 |
| 10.3 | Gasverteilungsnetze | 300 |
| 10.3.1 | Materialien | 300 |
| 10.3.2 | Anordnung der Leitungen | 300 |
| 10.3.3 | Verbindungstechnologien | 301 |
| 10.3.4 | Armaturen und Sicherheitseinrichtungen | 301 |
| 10.3.5 | Bestimmung der Leitungsdurchmesser | 302 |
| 10.4 | Gasanwendungen | 304 |
| 10.4.1 | Klassifizierung von Gasgeräten | 304 |
| 10.4.2 | Aufstellung von Gasgeräten | 306 |
| 10.4.3 | Verbrennungsluftzufuhr | 307 |
| 10.4.4 | Abgasführung | 307 |
| 10.5 | Sonderanlagen | 308 |
| 10.5.1 | Schwach- und Biogasanlagen | 308 |
| 10.5.2 | Druckluft | 310 |
| 10.5.3 | Medizinische Gase | 314 |
| 10.6 | Normen- und Literaturverzeichnis | 315 |
| 11 | Starkstrom | 317 |
| 11.1 | Systemübersicht | 317 |
| 11.2 | Bereitstellung der elektrischen Energie | 318 |
| 11.2.1 | Bezug elektrischer Energie | 318 |
| 11.2.2 | Baustromversorgung | 320 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 11.2.3 | Eigenstromversorgung | 321 |
| 11.2.4 | Anlagentechnik für die Eigenstromversorgung | 322 |
| 11.2.5 | Speicherung von Elektroenergie | 326 |
| 11.3 | Gebäudeinstallation | 327 |
| 11.3.1 | Transformatorstation | 327 |
| 11.3.2 | Hauptstromversorgungssystem | 330 |
| 11.3.2 | Sicherheitsstromversorgung | 335 |
| 11.3.4 | Struktur der Starkstromerschließung | 336 |
| 11.3.5 | Kabel- und Leitungsanlagen | 337 |
| 11.3.6 | Dimensionierung von Kabeln und Leitungen | 340 |
| 11.3.7 | Endverbraucherinstallation | 344 |
| 11.3.8 | Ausbauflexibilität | 350 |
| 11.3.9 | Sanierung von Wohngebäuden in Platten- bzw. Betonbauweise | 352 |
| 11.3.10 | Kosten | 354 |
| 11.4 | Schutzmaßnahmen | 354 |
| 11.4.1 | Einsatz elektrischer Schutztechnik | 354 |
| 11.4.2 | Potenzialausgleich und Erdung | 361 |
| 11.4.3 | Blitz- und Überspannungsschutz | 363 |
| 11.5 | Spezielle Brandschutzaspekte in der Elektrotechnik | 365 |
| 11.6 | Normen- und Literaturverzeichnis | 368 |
| 12 | Schwachstrom | 371 |
| 12.1 | Systemübersicht | 371 |
| 12.1.1 | Fernmelde- und Informationstechnik | 371 |
| 12.1.2 | Gebäudeautomation | 372 |
| 12.2 | Außenanbindung des Gebäudes zur Kommunikation | 373 |
| 12.2.1 | Schnittstellen | 373 |
| 12.2.2 | Fernsprechnetz und Internetanschluss | 373 |
| 12.2.3 | Unterhaltungsmedien | 375 |
| 12.2.4 | Nicht öffentliche Netze | 376 |
| 12.3 | Telekommunikationsanlagen | 376 |
| 12.3.1 | Anlagen für Telefonie | 376 |
| 12.3.2 | Bildtelefonie und Videokonferenzanlagen | 377 |
| 12.4 | Such- und Signalanlagen | 377 |
| 12.5 | Zeitdienstanlagen | 378 |
| 12.6 | Elektroakustische Anlagen | 378 |
| 12.7 | TV-Anlagen | 378 |
| 12.8 | Gefahrenmelde- und Alarmanlagen | 380 |
| 12.8.1 | Brandmeldeanlagen | 380 |
| 12.8.2 | Einbruchmeldeanlagen und Überfallmeldeanlagen | 382 |
| 12.9 | Übertragungsnetze | 384 |
| 12.9.1 | Allgemein verwendbare Übertragungsnetze | 384 |
| 12.9.2 | Strukturierte Datenverkabelung | 384 |
| 12.9.3 | Lokale Datennetze | 385 |
| 12.10 | Gebäudeautomation | 386 |
| 12.10.1 | Grundstruktur | 386 |
| 12.10.2 | Aufgaben und Methoden der Automationstechnik | 386 |
| 12.10.3 | Gebäudesystemtechnik – Bussysteme | 387 |
| 12.10.4 | Herstellerneutrale Systemverbindung | 389 |
| 12.11 | Sonstige schwachstromtechnische Anlagen | 390 |
| 12.12 | Normen- und Literaturverzeichnis | 390 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 13 | Beleuchtungstechnik | 391 |
| 13.1 | Systemübersicht | 391 |
| 13.2 | Lichttechnische Grundgrößen | 391 |
| 13.3 | Grundfunktionen des Gesichtssinns | 391 |
| 13.4 | Künstliche Lichtquellen | 396 |
| 13.4.1 | Energieeffizienzklassen von Lampen | 397 |
| 13.4.2 | Temperaturstrahler | 398 |
| 13.4.3 | Gasentladungslampen | 399 |
| 13.4.4 | Leuchtstofflampen | 399 |
| 13.4.5 | LED-Lampen | 401 |
| 13.5 | Anordnung der Leuchten im Raum | 401 |
| 13.6 | Sicherheitsbeleuchtung | 404 |
| 13.7 | Tageslichtnutzung | 406 |
| 13.8 | Bemessung der Tageslichtbeleuchtung | 412 |
| 13.8.1 | Bemessungsgrundsätze | 412 |
| 13.8.2 | Berechnung des Tageslichtquotienten | 413 |
| 13.9 | Leuchtdichte und Farbigkeit beleuchteter Flächen | 418 |
| 13.9.1 | Vorwiegend reflektierende Materialien | 418 |
| 13.9.2 | Vorwiegend transmittierende Materialien | 419 |
| 13.10 | Berechnung der Beleuchtungsstärke | 420 |
| 13.10.1 | Lichtstärkemethode bei punktförmigen Lichtquellen | 421 |
| 13.10.2 | Lichtstärkemethode bei linienförmigen Lichtquellen | 422 |
| 13.10.3 | Lichtstrommethode (Wirkungsgradmethode) | 422 |
| 13.11 | Praktische Beispiele | 424 |
| 13.11.1 | Büros | 424 |
| 13.11.2 | Ausstellungen | 426 |
| 13.11.3 | Sporthallen und Hallenbäder | 427 |
| 13.11.4 | Verkaufsräume | 428 |
| 13.11.5 | Gaststätten | 428 |
| 13.12 | Normen- und Literaturverzeichnis | 430 |
| 14 | Förderanlagen | 431 |
| 14.1 | Systemübersicht | 431 |
| 14.2 | Aufzugsanlagen | 431 |
| 14.2.1 | Grundlagen | 431 |
| 14.2.2 | Barrierefreiheit | 434 |
| 14.2.3 | Personenaufzüge | 435 |
| 14.2.4 | Bettenaufzüge | 439 |
| 14.2.5 | Lastenaufzüge | 439 |
| 14.3 | Fahrtreppen und Fahrsteige | 440 |
| 14.4 | Sonstige Förderanlagen | 442 |
| 14.5 | Energetische Aspekte | 442 |
| 14.6 | Normen- und Literaturverzeichnis | 444 |
| 15 | Anhang | 447 |
| 15.1 | Glossar wichtiger energietechnischer Begriffe | 447 |
| 15.2 | Stichwortverzeichnis | 452 |

