

o. Prof., Dipl.-Ing. Klaus Daniels

# GEBÄUDETECHNIK

Ein Leitfaden  
für Architekten  
und Ingenieure

2. Auflage



R. Oldenbourg Verlag

**vdf**

Hochschulverlag AG an der  
ETH Zürich

# INHALTSVERZEICHNIS

•	<b>Ganzheitliche Planungsmethoden</b> .....	19
<b>1.</b>	<b>Heizungsanlagen</b> .....	31
<b>1.1.</b>	<b>Wärmeleistungsbedarfsberechnung</b> (nach SIA 384/2, DIN 4701) .....	32
1.1.1	Gesamter Wärmeleistungsbedarf .....	32
1.1.2	Berechnung des Wärmeleistungsbedarfs .....	32
1.1.3	Formelzeichen und Indizes .....	33
1.1.4	Maßgebende Außenlufttemperatur .....	34
1.1.5	Raumlufttemperaturen .....	35
1.1.6	Transmissions-Wärmeleistungsbedarf .....	39
1.1.7	Wärmedurchgangskoeffizient k .....	39
1.1.8	Wärmeübergangskoeffizient a und Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ .....	41
1.1.9	Windstärke, Windrichtung und Gebäudelage .....	42
1.1.10	Räume gegen Erdreich .....	44
1.1.11	Unbeheizte Räume .....	45
1.1.12	Lüftungs-Wärmeleistungsbedarf .....	45
1.1.13	Spezifischer Wärmeleistungsbedarf .....	55
1.1.14	Tatsächlicher Wärmeleistungsbedarf .....	80
1.1.15	Wärmeschutzverordnung 1995 .....	84
<b>1.2.</b>	<b>Primärenergieträger</b> .....	86
1.2.1	Feste Brennstoffe .....	86
1.2.2	Flüssige Brennstoffe .....	87
1.2.3	Gasförmige Brennstoffe .....	88
1.2.4	Fernwärme .....	92
1.2.5	Umweltverträglichkeit .....	92
<b>1.3.</b>	<b>Wärmeerzeugungsanlagen</b> .....	94
1.3.1	Fernwärme .....	94
1.3.2.	Eigenwärmeerzeugung .....	95
1.3.2.1	Einzelheizungen .....	95
1.3.2.2	Kesselanlagen (Verbrennung fester Brennstoffe) .....	97
1.3.2.3	Kesselanlagen (Öl-, Gasbefeuert) .....	98
1.3.2.4	Kesselanlagen (elektrisch betrieben) .....	101
1.3.3	Schornsteine .....	102
1.3.4	Öllagerung .....	106
<b>1.4.</b>	<b>Warmwasser- und Wärmeenergieverteilung</b> .....	108
1.4.1	Warmwasserverteilungssysteme (Trinkwasserversorgung) .....	108

1.4.2.	Wärmeenergieverteilungssysteme .....	109
1.4.2.1	Zweirohrsystem mit unterer Verteilung .....	110
1.4.2.2	Zweirohrsystem mit oberer Verteilung .....	110
1.4.2.3	Zweirohrsystem mit horizontaler Verteilung in Geschossen .....	110
1.4.2.4	Einrohrsysteme .....	111
1.4.3	Etagenheizung .....	112
1.4.4.	Rohrleitungen .....	112
1.4.4.1	Materialien .....	112
1.4.4.2	Korrosion .....	113
1.4.4.3	Wärmeschutz .....	113
1.4.5	Komplexe Energieverteilssysteme .....	114
<b>1.5.</b>	<b>Thermische Behaglichkeit (I)</b> .....	<b>116</b>
<b>1.6.</b>	<b>Heizkörper und -flächen</b> .....	<b>120</b>
1.6.1	Arten der Raumheizungen .....	120
1.6.2.	Radiatorenheizung .....	120
1.6.2.1	Gußradiator .....	121
1.6.2.2	Stahlradiator .....	123
1.6.2.3	Aluminiumradiator .....	124
1.6.2.4	Kunststoffradiator .....	124
1.6.2.5	Röhrenradiator .....	125
1.6.2.6	Handtuch-Heizkörper .....	125
1.6.3	Flächenheizkörper (Heizwände) .....	126
1.6.4	Strahlplatte .....	129
1.6.5	Rohrradiator .....	130
1.6.6	Einbau von Heizflächen .....	131
1.6.7	Konvektorheizung .....	133
1.6.8.	Flächenheizung .....	135
1.6.8.1	Fußbodenheizung .....	136
1.6.8.2	Deckenheizung .....	140
1.6.8.3	Wandheizung .....	143
1.6.8.4	Fassadenheizung .....	143
1.6.9	Raumtemperaturregelung .....	144
<b>1.7.</b>	<b>Heizzentralen</b> .....	<b>145</b>
<b>1.8.</b>	<b>Alternative Energieerzeugung</b> .....	<b>152</b>
1.8.1	Wärmepumpen .....	152
1.8.2	Wärme-Kraft-Kopplung .....	156
1.8.2.1	Blockheizkraftwerk-Anlage (BHKW) .....	156
1.8.3	Solaranlagen .....	157
1.8.4	Stroh- und Holzfeuerungsanlagen .....	160
1.9	Primärenergieträger - Schadstoffausstoß .....	161
<b>2.</b>	<b>Sanitär- und Feuerlöschanlagen</b> .....	<b>167</b>
<b>2.1.</b>	<b>Kaltwasserversorgung</b> .....	<b>171</b>
2.1.1	Kaltwasser-Bedarf .....	171

2.1.2.	Wassergewinnung	171
2.1.2.1	Quellwasser	172
2.1.2.2	Grundwasser	172
2.1.2.3	Seewasser	173
2.1.3.	Kaltwasser-Verteilung	173
2.1.3.1	Verteilnetze im Außenraum	173
2.1.3.2	Verlegung der Verteilnetze	174
2.1.3.3	Hydranten	174
2.1.3.4	Hauszuleitung	175
2.1.3.5	Wasserzählung	176
2.1.3.6	Verteilbatterie	176
2.1.3.7	Werkstoffe	177
2.1.3.8	Rohrverbindungen/Armaturen/Apparate	178
2.1.3.9	Rohrweitenbestimmung	179
2.1.3.10	Druckerhöhungsanlagen	182
2.1.3.11	Verteilleitungs-Systeme	182
2.1.4.	Brandschutzanlagen/Feuerlöscheinrichtungen	184
2.1.4.1	Feuerlöscheinrichtungen (Wandhydranten)	184
2.1.4.2	Handfeuerlöscher	185
2.1.4.3	Sprinkleranlagen	185
2.1.4.4	CO <sub>2</sub> -Feuerlöschanlagen (Kohlendioxid-Feuerlöschanlagen)	187
2.1.5	Wassererhitzer (Warmwasserbereiter)	189
2.1.6	Wasseraufbereitung	189
2.1.7	Zentrale Desinfektion	190
2.1.8	Ionengehalt / pH-Wert	193
<b>2.2.</b>	<b>Warmwasserversorgung</b>	<b>195</b>
2.2.1	Versorgungsarten	195
2.2.2	Brauchwarmwassererzeugung	196
2.2.3	Brauchwarmwasserverteilung	198
2.2.4	Brauchwarmwasserabgabe	199
2.2.5	Isolierung von Brauchwarmwasseranlagen	200
2.2.6	Warmwasserbedarf	201
<b>2.3.</b>	<b>Gasversorgung</b>	<b>203</b>
2.3.1	Hauszuleitungen	209
2.3.2	Gasgeräte - Aufstellung	210
<b>2.4.</b>	<b>Gebäudeentwässerung</b>	<b>211</b>
2.4.1	Begriffe und Definitionen	212
2.4.2	Anlagenmerkmale	214
2.4.3	Werkstoffe	215
2.4.4	Grundleitungen	217
2.4.5	Sammelleitungen	217
2.4.6	Falleitungen	217
2.4.7	Regenabwasserleitungen	219
2.4.8	Abscheider	221
2.4.9	Dimensionierung von Schmutzabwasserleitungen	222
2.4.10	Abwasser-Förderanlagen	225

<b>2.5.</b>	<b>Grundstücksentwässerung</b>	227
2.5.1	Werkstoffe	227
2.5.2	Grundleitungen	227
2.5.3	Anschlüsse an öffentliche Kanalisation	230
2.5.4	Sickerleitungen	230
<b>2.6.</b>	<b>Sanitäre Einrichtungen</b>	232
2.6.1	Richtwerte der Raumausstattung	232
2.6.2	Platzbedarf für Sanitär-Apparate	241
2.6.3	Raumbedarf für Ver- und Entsorgungsleitungen	241
2.6.4	Platzbedarf von Kücheneinrichtungen (Wohnungsbereich)	243
2.6.5	Einrichtungen für Behindertenanlagen	244
2.6.6	Planungsablauf eines Sanitärbereichs	245
2.6.7	Objekte	247
2.6.8	Armaturen	252
2.6.7.	Grauwassernutzung	254
2.6.7.1	Grauwasser zu Spülzwecken	255
2.6.7.2	Grauwasser zu Kühlzwecken	256
<b>3.</b>	<b>Lüftungs-und Klimatechnik</b>	257
<b>3.1.</b>	<b>Natürliche Lüftung (Freie Lüftung)</b>	258
3.1.1	Windanfall	258
3.1.2	Lüftung durch Fensterelemente	260
3.1.3	Lüftung mit Hilfe von Schächten	263
3.1.4	Lüftung über Hallen und Wintergärten	264
3.1.5	Auslegungsverfahren für natürliche Lüftungssysteme	269
<b>3.2.</b>	<b>Kühllastberechnung</b>	273
3.2.1	Innere Kühllast	273
3.2.2	Äußere Kühllast	273
3.2.3	Kühllast des Gebäudes	273
3.2.4	Thermische Raumbelastungen	273
3.2.5	Wärmespeicherung im Gebäude	274
3.2.6	Außentemperaturen	274
3.2.7.	Sonnenstrahlung	276
3.2.7.1	Gläser	277
3.2.7.2	Sonnenschutzarten	282
3.2.8.	Berechnungsverfahren, Kurzverfahren	283
3.2.8.1	Beispiel einer Kühllastberechnung nach dem Kurzverfahren	287
<b>3.3.</b>	<b>h, x-Diagramm</b>	332
<b>3.4.</b>	<b>Thermische Behaglichkeit (II)</b>	334
3.4.1	Raumlufttemperatur	334
3.4.2	Raumluftfeuchte	334
3.4.3	Raumluftgeschwindigkeit	335
3.4.4	Dauerexposition Luftgeschwindigkeit, Bekleidungsisolation	335
3.4.5	Belastung durch Bestrahlung	338

3.4.6	Kohlensäuremaßstab .....	339
3.4.7	Sonstige Einflüsse .....	339
<b>3.5.</b>	<b>Luftraten und Luftwechselzahlen</b> .....	<b>342</b>
3.5.1	Luftraten .....	342
3.5.2	Luftwechsel .....	342
<b>3.6.</b>	<b>Komponenten der Lüftungs- und Klimatechnik</b> .....	<b>348</b>
3.6.1	Luftfilter .....	348
3.6.2	Wärmetauscher .....	354
3.6.3	Lufterhitzer und Kühler .....	355
3.6.4	Luftbefeuchter .....	358
3.6.5	Ventilatoren .....	361
3.6.6	Abscheider .....	365
3.6.7	Misch- und Verteilkammern .....	365
3.6.8	Volumenstrom- und Mischregler .....	365
3.6.9	Luftdurchlässe .....	368
3.6.10	Klappen .....	373
3.6.11	Klimageräte/Kühlgeräte/Induktionsgeräte .....	374
<b>3.7.</b>	<b>Luftführung im Raum</b> .....	<b>378</b>
3.7.1	Luftführung bei Tangentialströmungen .....	379
3.7.2	Luftführung von oben nach oben .....	380
3.7.3	Luftführung von unten nach oben .....	382
3.7.4	Turbulenzarme Verdrängungsströmung .....	383
<b>3.8.</b>	<b>Lüftungs- und Klimasysteme (RLT-Anlagen)</b> .....	<b>385</b>
3.8.1	Klassifizierung .....	385
3.8.2.	Nur-Luft-Systeme .....	389
3.8.2.1.	1-Kanal-Anlagen .....	389
3.8.2.2.	2-Kanal-Anlagen .....	393
3.8.2.3.	Nieder- und Hochgeschwindigkeitsanlagen .....	393
3.8.3.	Luft-Wasser-Systeme .....	393
3.8.3.1	Induktionsanlagen .....	393
3.8.3.2	Fan-Coil-Anlagen .....	394
3.8.3.3	Kleinwärmepumpenanlagen .....	395
3.8.4.	Stille Kühlsysteme .....	395
3.8.4.1	Kühldecken als Deckensysteme .....	397
3.8.4.2	Fallstromkühlung .....	400
3.8.4.3	Bauteilkühlung .....	402
<b>3.9.</b>	<b>Kanalsysteme</b> .....	<b>404</b>
3.9.1	Runde und eckige Kanäle .....	404
3.9.2	Schächte und Trassen .....	406
3.9.3	Wärmeisolierung .....	408
<b>3.10.</b>	<b>Raumlufttechnik-Zentrale</b> .....	<b>410</b>
3.10.1	Raumlufttechnik-Zentrale .....	410
3.10.2	Unterzentralen für Heizungs- und Kälteenergie .....	415

<b>4.</b>	<b>Kälte- und Kühlsysteme für RLT-Anlagen</b>	417
<b>4.1.</b>	<b>Leistungsbilanz (Kälteenergiebedarf)</b>	419
4.1.1	Zeitliche Abhängigkeit von Verbrauchern	419
4.1.2	Zeitliche Abhängigkeit der Erzeugerleistung	420
4.1.3	Summenkurven von Verbrauchern und Erzeugern	421
<b>4.2.</b>	<b>Kälteerzeugung</b>	422
4.2.1.	Der Kälteerzeugungsprozeß	422
4.2.1.1	Der Carnot'sche Kreisprozeß	422
4.2.1.2	Der Kreisprozeß der Kaldampfmaschine	423
4.2.1.3	Der Kreisprozeß der Absorptionsmaschine	424
4.2.1.4	Kältemittel	424
4.2.2.	Kältemaschinen	428
4.2.2.1	Kompressions-Kältemaschinen mit Spiralverdichter	429
4.2.2.2	Kompressions-Kältemaschinen mit Kolbenverdichter	430
4.2.2.3	Kompressions-Kältemaschinen mit Turbo-Verdichtern	431
4.2.2.4	Kompressions-Kältemaschinen mit Schraubenverdichtern	433
4.2.2.5	Absorptions-Kältemaschinen	433
<b>4.3.</b>	<b>Wärmepumpengeräte</b>	435
4.3.1	Wärmepumpengeräte, Wasser-Wasser-Austausch	435
4.3.2	Wärmepumpengeräte Wasser-Luft-Austausch	439
4.3.3	Wärmepumpengeräte Luft-Wasser-Austausch	443
<b>4.4.</b>	<b>Rückkühlsysteme</b>	444
4.4.1	Offene Rückkühlwerke	444
4.4.2	Geschlossene Rückkühlwerke	447
4.4.3	Rückkühlwerke für Freie Kühlung	448
<b>4.5.</b>	<b>Eisspeichersysteme</b>	450
4.5.1	Systemvarianten	450
4.5.2	Planungsgrundlagen	452
4.5.3	Betriebscharakteristika	453
<b>4.6.</b>	<b>Kalteenergie-Verteilung (Zentrale - Verbraucher)</b>	454
4.6.1	Kaltwassernetze	454
4.6.2	Kühlwassernetze	456
4.6.3.	Rohrleitungen	456
4.6.3.1	Materialien	456
4.6.3.2	Korrosion	456
4.6.3.3.	Isolierung (Wärme-/Kälteschutz)	457
<b>4.7.</b>	<b>Alternative Kälteenergieerzeugung</b>	462
4.7.1	Erdkälte	462
4.7.2	Kälteenergieerzeugung durch Solarenergie	463
4.7.3	Desorptionsverfahren	464
<b>4.8</b>	<b>Kältezentralen</b>	466

<b>5.</b>	<b>Starkstromanlagen</b>	469
<b>5.1.</b>	<b>Allgemeines</b>	470
5.1.1	Elektrische Energieerzeugung	470
5.1.2	Elektrische Energieversorgung (EVU)	471
5.1.3	Stromtarife	472
5.1.4	Allgemeine Begriffe	474
<b>5.2.</b>	<b>Elektrischer Energiebedarf (Leistungsbilanz)</b>	475
5.2.1	Motoren	475
5.2.2	Steckdosenverbraucher	475
5.2.3	Aufzugs- und Förderanlagen	475
5.2.4	Beleuchtungsanlagen	476
5.2.5	Küchengeräte	476
5.2.6	Leistungsbilanz und Gleichzeitigkeitsfaktor	476
<b>5.3.</b>	<b>Netzeinspeisung</b>	480
5.3.1.	Niederspannungseinspeisung	480
5.3.1.1	Hausanschluß	480
5.3.1.2	Hausanschlußraum	482
5.3.1.3	Meßeinrichtungen (Zähler)	484
5.3.2.	Mittelspannungseinspeisung	485
5.3.2.1	Mittelspannungsschaltanlage	485
5.3.2.2	Transformatoren	486
<b>5.4.</b>	<b>Energieverteilung</b>	489
5.4.1	Niederspannungsschaltanlage	489
5.4.2.	Versorgungssysteme	491
5.4.2.1	Kabelsysteme	493
5.4.2.2	Schienensysteme	495
5.4.3	Vordimensionierung von elektrischen Leitungen	496
5.4.4	Unterverteilung	497
5.4.5.	Installationsanlage	499
5.4.5.1	Unterflur-Elektroinstallationen	504
5.4.5.2	Brüstungsinstallation	509
5.4.5.3	Installationssäulen mit Deckeninstallationen	510
5.4.5.4	Wandinstallationen	511
5.4.6.	Schutzmaßnahmen und Schutzarten	514
5.4.6.1	Gefährdung von Personen	514
5.4.6.2	Personenschutz	514
5.4.7	Elektromagnetische Umweltverträglichkeit	518
<b>5.5.</b>	<b>Installationsgeräte</b>	520
5.5.1	Schalter	520
5.5.2	Steckdosen	521
5.5.3	Anschlußdosen/Elektranten	521
<b>5.6.</b>	<b>Anlagen für Sonderspannungen</b>	522
5.6.1	Motor-Generator-Sätze	522
5.6.2	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV-Anlage)	523



<b>5.7.</b>	<b>Eigenstromversorgung</b> .....	524
5.7.1.	Netzersatzanlage (NEA) .....	524
5.7.1.1	Notstromberechtigte Verbraucher .....	526
5.7.1.2	Auslegung der Netzersatzanlage .....	526
5.7.2.	Blockheizkraftwerkanlage (BHKW-Anlage) .....	527
5.7.2.1	Auslegung der BHKW-Anlage .....	527
6.7.3	Batterieanlagen .....	530
6.7.4	Photovoltaik .....	533
<b>5.8</b>	<b>Blitzschutzanlagen</b> .....	537
<b>5.9</b>	<b>Elektrozentralen</b> .....	540
<b>6.</b>	<b>Lichttechnik</b> .....	543
<b>6.1.</b>	<b>Lichttechnische Gütekriterien</b> .....	544
6.1.1	Allgemeines .....	544
6.1.2	Begriffe - Formelzeichen - Dimensionen .....	546
6.1.3	Wahrnehmungsablauf .....	554
6.1.4	Beleuchtungsstärke - Leuchtdichte .....	556
6.1.5.	Blendung .....	556
6.1.5.1	Direkt- und Reflexblendung .....	556
6.1.5.2	Blendung durch Tageslicht .....	558
6.1.5.3	Blendung bei Datensichtgeräten .....	558
6.1.6	Lichtfarbe- Farbtemperatur .....	559
6.1.7	Lichtspektrum- Farbwiedergabe .....	560
6.1.8	Lichtrichtung und Schattenwirkung .....	562
6.1.9	Sonstige lichttechnische Gütekriterien .....	562
<b>6.2.</b>	<b>Leuchtmittel</b> .....	566
6.2.1	Entwicklung von Lampen für die Allgemeinbeleuchtung .....	566
6.2.2	Glühlampen .....	571
6.2.3	Halogenglühlampen .....	571
6.2.4	Kompaktleuchtstofflampen .....	572
6.2.5	Leuchtstofflampen .....	574
6.2.6.	Entladungslampen .....	576
6.2.6.1	Halogen-Metaldampflampen .....	576
6.2.6.2	Natriumdampf-Hochdrucklampen .....	576
6.2.6.3	Quecksilberdampflampen .....	577
6.2.6.4	Technische Eigenschaften von Entladungslampen .....	577
6.2.7	Sonstige Lampen .....	577
<b>6.3.</b>	<b>Leuchten</b> .....	580
6.3.1	Leuchten für Glühlampen .....	581
6.3.2	Leuchten für Halogenglühlampen .....	581
6.3.3	Leuchten für Kompaktleuchtstofflampen .....	582
6.3.4	Leuchten für Leuchtstofflampen .....	583
6.3.5	Leuchten für Entladungslampen .....	587
6.3.6	Leuchten für Sicherheitsbeleuchtung .....	587

6.3.7.	Integration von Licht und Luft	587
6.3.7.1	Langfeldleuchten in Kombination mit Luftauslässen	588
6.3.7.2	Rundleuchten in Kombination mit Luftauslässen	591
6.3.7.3	Spiegelrasterdecken mit Luftauslässen	593
6.3.7.4	Gestaltete Deckenstrukturen (direkte/indirekte Beleuchtung)	595
6.3.7.5	Ständerleuchten mit integriertem Luftauslaß	595
6.3.7.6	Lichtsysteme in Kombination mit Kühldecken	596
<b>6.4.</b>	<b>Wirtschaftlichkeitskriterien</b>	597
6.4.1	Investitionskosten	597
6.4.2	Betriebskosten	597
6.4.3	Auswirkung von Berechnungsmethoden auf die Wirtschaftlichkeit	597
<b>6.5.</b>	<b>Theoretisches Leuchtdichtemodell</b>	600
6.5.1	Allgemeines	600
6.5.2	Oberflächenstruktur und Reflektionsgrad	600
6.5.3.	Farbe	600
6.5.3.1	CIE-System	600
6.5.3.2	Munsell-System	600
6.5.4	Strahlungscharakteristik	601
6.5.5	Beispiel für die Ermittlung theoretischer Leuchtdichtemodelle eines Büroraumes	603
<b>6.6.</b>	<b>Beleuchtungssysteme in Anwendung</b>	607
6.6.1.	Bürogebäude	607
6.6.1.1	Büroräume	607
6.6.1.2	Flure	609
6.6.1.3	Eingangshallen / Kassenhallen	609
6.6.1.4	Vortrags- und Besprechungsräume	611
6.6.2	Fabrikgebäude und Produktionsstätten	611
6.6.3	Hotels, Kongreßzentren u.ä.	613
6.6.4	Krankenhäuser	613
6.6.5	Sportstätten	613
6.6.6	Museen	614
6.6.7	Straßen und Plätze	615
6.6.8	Notbeleuchtung	616
6.6.9	Sonstige	616
<b>7.</b>	<b>Tageslichttechnik</b>	619
<b>7.1.</b>	<b>Tageslichttechnische Begriffe</b>	620
7.1.1	Bedeckter Himmel	620
7.1.2	Klarer Himmel	621
7.1.3	Mittlerer Himmel	621
7.1.4	Sonnenscheindauer	621
7.1.5	Mögliche Sonnenscheindauer	621
7.1.6	Relative Sonnenscheindauer	621
7.1.7	Sonnenscheinwahrscheinlichkeit	621
7.1.8	Solarkonstante $E_0$	621

7.1.9	Globalstrahlung	621
7.1.10	Trübungsfaktor T	621
7.1.11	Verbauung	621
7.1.12	Tageslichtquotient $T_Q$	621
7.1.13	Kenndaten der Sonne	622
7.1.14	Sonnenhöhe $\gamma_S$ - Sonnenazimut $\alpha_S$	622
7.1.15	Sonnendeklination d	622
7.1.16	Beleuchtungsstärke / Leuchtdichte des Himmels	622
<b>7.2</b>	<b>Das menschliche Auge</b>	<b>624</b>
<b>7.3.</b>	<b>Tageslicht in Gebäuden</b>	<b>625</b>
7.3.1.	Gütekriterien	625
7.3.1.1	Allgemeines	625
7.3.1.2	Beleuchtungsstärke - Tageslichtquotient	625
7.3.1.3	Blendungsfreiheit	626
<b>7.4.</b>	<b>Tageslichtöffnungen in Gebäuden</b>	<b>627</b>
7.4.1	Lage der Tageslichtöffnungen	627
7.4.2	Ausführungsformen von Oberlichtern	627
7.4.3.	Sonnen- und Blendschutzmaßnahmen bei Oberlichtern	627
7.4.3.1	Reflexionsverglasung	627
7.4.3.2	Klarglas-Oberlicht mit äußerem, starren Sonnenschutz	628
7.4.3.3	Oberlicht mit beweglichem Sonnenschutz	629
7.4.3.4	Natürlicher Sonnenschutz durch Bepflanzung	629
7.4.3.5	Lichtstreuendes Glas	629
7.4.3.6	Prismatischer Sonnenschutz bei Oberlichtern	630
7.4.3.7	Isolierglas mit Spiegelprofilen	630
7.4.3.8	Spiegelsysteme in festen Oberlichtern	630
7.4.4.	Sonnen- und Blendschutz bei seitlichen Fenstern	632
7.4.4.1	Allgemeines	632
7.4.4.2	Sonnen- und Blendschutz durch Fensterkombinationen mit reduziertem Lichtdurchgang	633
7.4.4.3	Äußerer, beweglicher Sonnenschutz mit Außenjalousien	633
7.4.4.4	Äußerer, beweglicher Sonnenschutz durch Markisen	633
7.4.4.5	Innerer, beweglicher Sonnenschutz mit Vertikal-Lamellenstores, Spezialtüchern oder Screens	633
7.4.4.6	Prismatischer Sonnenschutz	634
7.4.4.7	Oka-Solar-Lamellen	635
<b>7.5</b>	<b>Beispiel zur Ermittlung des Tageslichtquotienten</b>	<b>636</b>
<b>8.</b>	<b>Schwachstromanlagen</b>	<b>639</b>
<b>8.1</b>	<b>Fernsprechanlagen</b>	<b>641</b>
<b>8.2</b>	<b>Datenleitungsnetz</b>	<b>642</b>
<b>8.3</b>	<b>Uhrenanlage</b>	<b>642</b>

<b>8.4</b>	<b>Sprechanlagen</b>	643
<b>8.5</b>	<b>Personensuchanlage</b>	644
<b>8.6</b>	<b>Antennenanlage</b>	645
<b>8.7</b>	<b>Elektroakustische Anlagen</b>	646
<b>8.8</b>	<b>Einbruchmelde- und Überfallmeldeanlagen</b>	647
<b>8.9</b>	<b>Brandmeldeanlagen</b>	648
8.9.1	Brandphänomene und Brandentwicklung	649
8.9.2	Brandrisikoanalyse	649
8.9.3	Automatische Brandmelder	651
<b>8.10</b>	<b>Fernsehüberwachungsanlage</b>	654
<b>8.11</b>	<b>Verkehrsanlage</b>	655
<b>8.12</b>	<b>Zugangskontroll und Gleitzeiterfassungsanlage</b>	656
<b>8.13</b>	<b>Zentrale Leittechnik</b>	657
<b>9.</b>	<b>Förderanlagen</b>	661
<b>9.1</b>	<b>Allgemeines</b>	662
<b>9.2.</b>	<b>Aufzüge</b>	662
9.2.1.	Personenaufzüge	662
9.2.1.1	Bemessung von Personenaufzügen	662
9.2.1.2	Ermittlung der Verkehrsverhältnisse	662
9.2.1.3	Förderleistung	663
9.2.1.4	Fassungsvermögen des Fahrkorbes	663
9.2.1.5	Betriebsgeschwindigkeit	664
9.2.1.6	Zeitdauer eines Förderspieles	664
9.2.1.7	Lastenaufzüge	667
9.2.2	Vereinfachte Güter-, Behälter- und Unterfluraufzüge sowie Kleingüteraufzüge	667
9.2.3.	Errichtung von Personen- und Lastenaufzügen	668
9.2.3.1	Zuordnung	668
9.2.3.2	Antriebstechnik	668
9.2.3.3	Bauliche Maßnahmen	672
9.2.3.4	Steuerung der Aufzüge	676
9.2.4	Errichten von vereinfachten Güter-, Behälter- und Unterfluraufzügen sowie Kleingüteraufzügen	677
<b>9.3.</b>	<b>Fahrtreppen und Fahrsteige</b>	680
9.3.1.	Fahrtreppen	680
9.3.1.1	Anwendungsgebiet	680

9.3.1.2	Förderleistung von Fahrtreppenanlagen	680
9.3.1.3	Errichten von Fahrtreppenanlagen	680
9.3.2.	Fahrsteige	682
9.3.2.1	Anwendungsgebiet	682
9.3.2.2	Förderleistung von Fahrsteigen	682
9.3.2.3	Errichten von Fahrsteigen	682
<b>9.4.</b>	<b>Behälterförderanlagen</b>	<b>683</b>
9.4.1	Bahngebundene Behälterförderanlagen	683
9.4.2	Selbstfahrende Behälterförderanlagen	683
<b>9.5</b>	<b>Taschenförderanlagen</b>	<b>686</b>
<b>9.6.</b>	<b>Fassadenbefahranlagen</b>	<b>687</b>
9.6.1	Schienenlose Systeme	687
9.6.2	Schienengebundene Fassadenaufzüge	687
9.6.3	Lastaufnahmemittel (Gondel)	687
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>690</b>
	<b>Quellen- und Literaturverzeichnis</b>	<b>698</b>