

Peter Borstelmann · Peter Rohne

Handbuch der elektrischen Raumheizung

7., überarbeitete Auflage

Hüthig Buch Verlag Heidelberg

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 7. Auflage	V
Vorwort zur ersten Auflage	V
1 Einführung	1
2 Elektrizitätsversorgung und elektrische Raumheizung	3
2.1 Kraftwerkspark und Verteilungsanlagen	4
2.1.1 Lastgang	5
2.1.2 Laststeuerung	6
2.1.3 Stromkosten	6
2.2 Gesetzliche Grundlagen zur Elektrizitätsversorgung	7
2.2.1 Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Elektrizitäts- versorgung von Tarifkunden (AVBEltV)	7
2.2.2 Bundestarifordnung Elektrizität (BTOElt)	7
2.2.3 Technische Anschlußbedingungen des EVU (TAB)	8
2.2.3.1 Anmeldeverfahren	8
2.2.3.2 Inbetriebsetzung	9
2.2.3.3 Plombenverschlüsse	9
2.2.3.4 Hausanschluß	9
2.2.3.5 Meßeinrichtungen und Steuergeräte	9
2.2.3.6 Leitungen und Überstromschutz	9
2.2.3.7 Elektrische Verbrauchsgeräte	10
2.3 Sondervereinbarungen für Elektroheizungen	11
3 Grundlagen der Heizungstechnik	12
3.1 Klima	12
3.2 Raumklima	12
3.3 Physikalische Grundlagen	13
3.4 Wärmeübertragung	13
3.4.1 Wärmeleitung	14
3.4.2 Konvektion	14
3.4.3 Wärmestrahlung	14
3.5 Raumtemperatur	16
3.5.1 Raumlufttemperatur	17
3.5.2 Wandtemperatur	18
3.6 Luftfeuchte	18
3.6.1 Absolute Luftfeuchte	19
3.6.2 Relative Luftfeuchte	19
3.6.3 Wasserdampfdruck	19
3.6.4 Taupunkt	21
3.6.5 Messung der Luftfeuchte	21
3.6.6 Temperatur und Luftfeuchte	21
3.6.7 <i>h-x</i> -Diagramm	22
3.6.7.1 Mischen von Luft	24

3.6.7.2	Erwärmen von Luft	25
3.6.7.3	Abkühlen von Luft	25
3.6.7.4	Entfeuchten	26
3.7	Luftbewegung	26
4	Elektrische Wärmeerzeuger, Regelung und Steuerung	27
4.1	Elektrische Direktheizung	27
4.1.1	Dezentrale Direktheizung	27
4.1.1.1	Ortsveränderliche Direktheizgeräte	29
4.1.1.2	Ortsfeste Direktheizgeräte	32
4.1.1.3	Elektrische Direktheizung in Kachel- und gemauerten Öfen	42
4.1.2	Flächen-Direktheizungen	42
4.1.2.1	Fußboden-Direktheizung	43
4.1.2.2	Decken-Direktheizung	72
4.1.2.3	Enteisungs- und Freiflächenheizungen	85
4.1.3	Zentrale Direktheizung	87
4.1.3.1	Lufterhitzer für Luftheizungsanlagen	87
4.1.3.2	Elektro-Heizkessel	87
4.1.3.3	Heizwasserspeicher für Warmwasserheizung als zeitgesteuerte Direktheizung	89
4.2	Elektrische Speicherheizung	89
4.2.1	Speicherheizgeräte	91
4.2.1.1	Arten von Speicherheizgeräten	92
4.2.1.2	Einteilung der Speicherheizgeräte	98
4.2.1.3	Ladevorgänge in Speicherheizgeräten	99
4.2.1.4	Dimensionierung der Speicherheizgeräte	101
4.2.1.5	Installation von Anlagen mit Speicherheizgeräten	106
4.2.2	Elektrische Zentralspeicher	118
4.2.2.1	Arten der Zentralspeicher	118
4.2.2.2	Dimensionierung von Zentralspeichern	126
4.2.2.3	Installation der Elektro-Zentralspeicher (Voraussetzungen für den Ein- bau)	133
4.2.3	Elektrische Fußboden-Speicherheizung	141
4.2.3.1	Heizelemente für Fußbodenheizungen	143
4.2.3.2	Verlegearten	143
4.2.3.3	Dimensionierung der Fußboden-Speicherheizung	143
4.2.3.4	Steuerung der Fußboden-Speicherheizung und Regelung der Zusatzheizung	151
4.2.3.5	Verlegeplan für die Fußboden-Speicherheizung	152
4.2.3.6	Installation der Fußboden-Speicherheizung	154
4.2.3.7	Fußbodenaufbau, Verlegen und Inbetriebnahme	157
4.2.3.8	Unterlagen für Bauherr und Benutzer	161
4.3	Elektrische Heizwärmepumpen	163
4.3.1	Wirkungsweise der Wärmepumpe	164
4.3.1.1	Leistungszahl der Wärmepumpe	165
4.3.1.2	Leistungszahl der Wärmepumpenanlage	165
4.3.1.3	Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe	165
4.3.1.4	Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage	165

4.3.2	Bestandteile der Wärmepumpenheizungsanlage (WPHA)	166
4.3.3	Einsatzgrenzen der Wärmepumpenheizungsanlage (WPHA)	166
4.3.4	Arten der elektrischen Heizwärmepumpen	168
4.3.4.1	Wärmepumpenanlage für Umgebungsluft – Wasser	168
4.3.4.2	Wärmepumpenanlage für Grund- bzw. Oberflächenwasser – Wasser ..	170
4.3.4.3	Wärmepumpenanlage für Sole – Wasser	171
4.3.5	Elektrischer Anschluß der Wärmepumpenheizungsanlage	171
4.3.6	Betrieb der Wärmepumpe	173
4.4	Rohrheizkörper, blanke Heizleiter, Heizleitungen	174
4.4.1	Rohrheizkörper mit Metallmantel	174
4.4.1.1	Die Herstellung der Rohrheizkörper	174
4.4.1.2	Heizleiter	175
4.4.1.3	Rohrmantelwerkstoffe	175
4.4.2	Rohrheizkörper in Quarzrohr	176
4.4.3	Blanke Heizleiter	176
4.4.4	Heizleitungen (für Fußboden-, Enteisungs- und Rohrbegleitheizungen)	177
4.5	Steuer- und Regelgeräte für Temperatur und Luftfeuchte, Temperaturbegrenzer und -wächter	177
4.5.1	Temperaturregler	178
4.5.1.1	Kapillarrohr-Temperaturregler	178
4.5.1.2	Bimetall-Temperaturregler	179
4.5.1.3	Elektronische Temperaturregler und Drehzahlregler für Speicherheizgeräte	181
4.5.2	Temperaturwächter und -begrenzer	183
4.5.2.1	Temperaturwächter	183
4.5.2.2	Schutz-Temperaturbegrenzer	184
4.5.2.3	Sicherheits-Temperaturbegrenzer	184
4.5.3	Luftfeuchteregler-Hygrostate	184
4.5.4	Regler für Freiflächen- und Dachrinnen-Heizungen	184
4.6	Aufladesteuerungen für Speicherheizungen	185
4.6.1	Bauglieder von Aufladesteuerungen	186
4.6.1.1	Witterungsfühler	186
4.6.1.2	Zentralsteuergeräte	187
4.6.1.3	Zeitglieder	191
4.6.1.4	Gruppensteuergeräte	196
4.6.1.5	Aufladeregler	197
4.6.2	Sonstige Steuerungen von Speicherheizgeräten	204
4.6.2.1	Manuelle Regelung	204
4.6.2.2	Handzeitschalter	204
4.6.2.3	Pilotsteuergeräte	205
5	Wärmerückgewinnungsanlagen	206
5.1	Rekuperatoren	206
5.2	Regeneratoren	207
5.3	Wärmepumpen zur Wärmerückgewinnung	209
6	Lüftungs- und Klimaanlage	211
6.1	Lüftung	211

6.2	Klimatisierung	215
6.3	Kühllastberechnung	216
6.3.1	Grundlagen	216
6.3.2	Äußere Kühllast	217
6.3.3	Innere Kühllast	217
6.3.4	VDI-Richtlinie 2078	217
6.4	Klimaanlagen	217
6.4.1	Klimazentralen	221
6.4.2	Raumklimageräte	221
6.4.2.1	Einbaugeräte	222
6.4.2.2	Klimatruhen und -schränke	222
6.4.2.3	Splitgeräte	223
6.4.3	Einbau von Raumklimageräten	223
7	Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden	226
7.1	Temperaturen	226
7.1.1	Außentemperaturen	226
7.1.1.1	Außentemperatur-Korrektur	227
7.1.1.2	Speichermasse	227
7.1.1.3	Beispiel für die Bestimmung von Speichermasse und Außentemperatur-Korrektur	228
7.1.2	Norm-Innentemperatur	230
7.1.3	Rechenwerte für Temperaturen bei erdreichberührenden Bauteilen	231
7.1.3.1	Rechenwerte für die Außentemperatur	231
7.1.3.2	Rechenwerte für die Grundwassertemperatur	231
7.2	Norm-Transmissionswärmebedarf	233
7.2.1	Norm-Wärmedurchgangskoeffizient	233
7.2.2	Erdreichberührende Bauteile	238
7.2.2.1	Wärmedurchgangswiderstand Raum – Außenluft	239
7.2.2.2	Wärmedurchgangswiderstand Raum – Grundwasser	239
7.2.2.3	Äquivalenter Wärmeleitwiderstand des Erdreichs zur Außenluft	240
7.2.2.4	Wärmeleitwiderstände der Bauteile	241
7.2.3	Korrektur des Wärmedurchgangskoeffizienten von Außenbauteilen	243
7.3	Norm-Lüftungswärmebedarf	244
7.3.1	Norm-Lüftungswärmebedarf für Dauer-Aufenthaltsräume	244
7.3.2	Norm-Lüftungswärmebedarf bei freier Lüftung	245
7.3.2.1	Zu erwärmende Luftmenge	245
7.3.2.2	Luftmenge	245
7.3.2.3	Luftdruckunterschied	245
7.3.2.4	Hauskenngroße	248
7.3.3	Mindestwert des Lüftungswärmebedarfs	249
7.3.3.1	Mindest-Lüftungswärmebedarf	250
7.3.3.2	Daueraufenthaltsräume	250
7.3.3.3	Gewerbliche Räume	250
7.3.3.4	Innenliegende Sanitärräume	251
7.4	Sonderformen der Berechnung des Wärmebedarfs	251
7.4.1	Norm-Gebäudewärmebedarf	251
7.4.2	Wärmebedarf von fußbodenbeheizten Räumen	252

7.4.3	Wärmebedarf von deckenbeheizten Räumen.....	252
7.4.4	Wärmebedarf für Räume mit Speicherheizgeräten	253
7.5	Unterlagen für die Berechnung	254
7.6	Berechnung des Wärmebedarfs nach DIN 4701 – Beispiele	257
8	Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen	261
8.1	Einzelbegriffe zum Jahresenergieverbrauch	261
8.2	Einzelbegriffe zu den kapitalgebundenen Kosten	266
8.3	Betriebsführung	272
8.4	Einfluß der Anordnung von Heizgeräten	273
8.5	Berechnungsgang	274
9	Literaturverzeichnis	279
10	Stichwortverzeichnis	283