

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Grundlagen der Kälteerzeugung

1.1	Kältetechnik – Umfang der technischen Disziplin . . . . .	1
1.2	Grundlegende Gesetzmäßigkeiten zur Kälteerzeugung . . . . .	2
1.2.1	Proportionalität von Temperatur und Bewegung . . . . .	2
1.2.2	Äquipartitionstheorem . . . . .	3
1.2.3	Satz über die Erhaltung der Energie . . . . .	3
1.2.4	2. Hauptsatz der Thermodynamik . . . . .	4
1.2.5	Systeme und Substanzen zur Kälteerzeugung . . . . .	4
1.2.6	Kreisprozesse . . . . .	5
1.2.7	Großer Temperaturhub und kleine Irreversibilitäten . . . . .	6
1.3	Kälteeffekte . . . . .	7
1.3.1	Verdampfen einer Flüssigkeit . . . . .	7
1.3.2	Verdunsten einer Flüssigkeit . . . . .	8
1.3.3	Verdampfen einer Mehrstoff-Flüssigkeit ohne Azeotropismus . . . . .	9
1.3.4	Desorbieren eines Gases aus einer Flüssigkeit . . . . .	10
1.3.5	Entspannung durch Volumenarbeit . . . . .	11
1.3.6	Drossелеffekt (Joule-Thomson-Effekt) . . . . .	11
1.3.7	Wirbelrohr-Effekt . . . . .	12
1.3.8	Peltier- oder thermoelektrischer Effekt . . . . .	13
1.3.9	Magnetokalorischer Effekt . . . . .	14
1.3.10	Elektrokalorischer Effekt . . . . .	15
1.3.11	Galvanomagnetischer Effekt (Ettinghausen Effekt) . . . . .	15
1.3.12	Effekte im Bereich tiefster Temperaturen . . . . .	16
1.3.13	Sonstige Effekte . . . . .	16
1.4	Anwendungstechnische Grundoperationen und Effekte . . . . .	16
1.4.1	Anwendungstechnische Grundoperationen . . . . .	16
1.4.2	Anwendungstechnische Effekte . . . . .	17
1.4.3	Anwendungsgebiete der Kältetechnik . . . . .	19
1.5	Literaturverzeichnis . . . . .	20

## 2 Grundlagen der Wärme- und Stoffübertragung

2.1	Einführung . . . . .	21
2.1.1	Überblick . . . . .	21
2.1.2	Ähnlichkeitskennzahlen . . . . .	22
2.1.3	Aggregatzustände . . . . .	24
2.1.4	Stoffeigenschaften . . . . .	27
2.2	Wärmeleitung . . . . .	31
2.2.1	Stationäre eindimensionale Wärmeleitung . . . . .	31
2.2.2	Instationäre und mehrdimensionale Wärmeleitung . . . . .	33
2.3	Berechnung der konvektiven Wärmeübertragung . . . . .	36
2.3.1	Strömungsmechanische Grundlagen . . . . .	36
2.3.2	Wärmeübergangskoeffizienten, Kennzahlgleichungen und Hinweise zu deren praktischen Handhabung . . . . .	41
2.3.3	Wärmeübergang bei freier Konvektion . . . . .	44
2.3.4	Wärmeübergang bei erzwungener Konvektion . . . . .	48
2.3.5	Wärmeübergang in Rohrbündeln . . . . .	53
2.3.6	Wärmeübergang bei Überlagerung von freier und erzwungener Konvektion (gemischte Konvektion) . . . . .	57

2.3.7	Hinweise zur Intensivierung des Wärmeübergangs	58
2.4	Wärmeübergang bei Kondensation und Verdampfung	60
2.4.1	Technische Bedeutung und Klassifikation	60
2.4.2	Laminare Filmkondensation ruhender Dämpfe (Nußeltsche Wasserhauttheorie)	63
2.4.3	Abweichungen von der Nußeltschen Wasserhauttheorie	66
2.4.4	Turbulente Filmkondensation	72
2.4.5	Tropfenkondensation	74
2.4.6	Bemerkungen zur Kondensation strömender Dämpfe	75
2.4.7	Verdampfung reiner Flüssigkeiten bei freier Konvektion (Verdampfung in Behältern)	78
2.4.8	Bemerkungen zur Verdampfung von Flüssigkeitsgemischen und strömenden Flüssigkeiten	84
2.5	Wärmestrahlung	88
2.5.1	Wärmestrahlung an technischen Oberflächen	88
2.5.2	Einstrahlzahlen	90
2.5.3	Gekoppelter Wärmetransport durch Konvektion und Strahlung	91
2.6	Wärmedurchgang	92
2.6.1	Örtlicher und mittlerer Wärmedurchgang	92
2.6.2	Wärmedurchgang bei Verschmutzung oder Wärmedämmung	95
2.7	Stoffübertragung	96
2.7.1	Stoffstromdichten, Konzentrationsmaße und Gemischanteile	96
2.7.2	Analogie zwischen Wärme- und Stofftransport	98
2.7.3	Stofftransport durch Diffusion	101
2.7.4	Stoffübergang bei freier und erzwungener Konvektion	102
2.7.5	Gekoppelter Wärme- und Stofftransport	104
2.8	Zusätzliche Symbole und Indizes für die Wärme- und Stoffübertragung	107
2.9	Literaturverzeichnis	110
2.9.1	Spezialliteratur	110
2.9.2	Allgemeine Literatur	112

### 3 Kälteerzeugung

3.1	Mechanische Kälteerzeugung	115
3.1.1	Zustandsgleichungen für Kaltdampfmaschinen	115
3.1.2	Carnot-Prozeß als Vergleichsprozeß	116
3.1.3	Theoretischer trockener Prozeß	117
3.1.4	Prozeß mit Überhitzung und Unterkühlung	119
3.1.5	Realer trockener Prozeß	120
3.1.6	Berechnung von Kompressions-Kaltdampfmaschinenprozessen	122
3.1.7	Anlagen zur Annäherung an den Lorenzprozeß	125
3.1.8	Zweistufige Kälteanlagen	131
3.1.9	Kaskaden-Kälteanlagen	132
3.1.10	Ammoniak (R717, NH <sub>3</sub> )-Kaltdampfmaschine	136
3.1.11	Wasser (R718)-Kaltdampfmaschine	139
3.2	Thermische Kälteerzeugung	146
3.2.1	Absorptions- und Resorptions-Kälteanlagen	146
3.2.2	Adsorptions-Kälteanlagen	171
3.2.3	Strahlverdichter	174
3.3	Elektrothermische Kälteerzeugung	185
3.4	Magnetokalorische Kälteerzeugung	192
3.5	Literaturverzeichnis	195

<b>4</b>	<b>Umweltschutz</b>	
4.1	Einleitung . . . . .	197
4.2	Belastung der Atmosphäre . . . . .	197
4.2.1	Ozonproblematik . . . . .	197
4.2.2	Gesetzeslage . . . . .	205
4.2.3	Treibhauseffekt . . . . .	207
4.3	Belastung des Bodens und des Grundwassers	210
4.3.1	Kontaminationspfade . . . . .	210
4.3.2	Wasserhaushaltsgesetz . . . . .	212
4.3.3	Muster-Verordnung (Muster-VAwS) . . . . .	214
4.4	Entsorgung . . . . .	215
4.4.1	Gesetzliche Grundlagen zur Kältemittelentsorgung . . . . .	215
4.4.2	Beförderung gefährlicher Güter . . . . .	216
4.4.3	Abfallgesetz . . . . .	223
4.4.4	Füllanlagen nach Druckbehälter-Verordnung . . . . .	226
4.5	Literaturverzeichnis . . . . .	232
<b>5</b>	<b>Werkstoffe und Betriebsmittel, Korrosion</b>	
5.1	Kältemittel für Verdichter-Kältemaschinen . . . . .	233
5.1.1	Bezeichnung der Kältemittel . . . . .	233
5.1.2	Normen für Kältemittel . . . . .	234
5.1.3	Kältemittelauswahl . . . . .	236
5.1.4	Eigenschaften der Kältemittel . . . . .	237
5.1.5	Ammoniak, NH <sub>3</sub> . . . . .	242
5.1.6	R 11, Fluortrichlormethan (CFCl <sub>3</sub> ) . . . . .	243
5.1.7	R 12, Difluordichlormethan (CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ) . . . . .	244
5.1.8	R 13, Trifluorchlormethan (CF <sub>3</sub> Cl) . . . . .	244
5.1.9	R 22, Difluorchlormethan (CHF <sub>2</sub> Cl) . . . . .	244
5.1.10	R 23, Trifluormethan (CHF <sub>3</sub> ) . . . . .	247
5.1.11	R 123, Trifluordichlorethan (CF <sub>3</sub> CHCl <sub>2</sub> ) . . . . .	248
5.1.12	R 134a, Tetrafluorethan (CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub> ) . . . . .	249
5.1.13	Azeotrope Gemische . . . . .	250
5.1.14	R 502, Azeotrop aus 48,8 Masse-% R 22 und 51,2% R 115 . . . . .	251
5.1.15	R 507, Azeotrop aus 50 Masse-% R 143a und 50 Masse-% R 125 . . . . .	251
5.1.16	Nicht azeotrope oder zeotrope Gemische . . . . .	252
5.1.17	R 404A, Gemisch aus R 125, R 143a und R 134a . . . . .	253
5.1.18	R 407C, Gemisch aus R 125, R 32 und R 134a . . . . .	255
5.2	Kohlenwasserstoffe als Kältemittel . . . . .	256
5.2.1	Einführung . . . . .	256
5.2.2	Dampfdruck und Stabilität von Kohlenwasserstoffen . . . . .	256
5.2.3	Kohlenwasserstoffe als Einstoffkältemittel . . . . .	258
5.2.4	Mischungen von Kohlenwasserstoffen als Kältemittel . . . . .	261
5.2.5	Reinheit der Kohlenwasserstoffe . . . . .	263
5.2.6	Brandverhalten von Kohlenwasserstoffen . . . . .	265
5.2.7	Schlußbemerkung . . . . .	265
5.3	Arbeitsstoffpaare für Absorptions- und Adsorptionskälteanlagen . . . . .	266
5.3.1	Arbeitsstoffpaare für Absorptionskälteanlagen . . . . .	266
5.3.2	Arbeitsstoffpaare für Adsorptionskälteanlagen . . . . .	281
5.4	Kälteübertragungsflüssigkeiten . . . . .	291
5.4.1	Wasser . . . . .	292
5.4.2	Solen . . . . .	292
5.4.3	Organische Kohlenwasserstoffverbindungen . . . . .	294

5.4.4	Perfluorierte Kohlenstoffverbindungen . . . . .	295
5.4.5	Silikonöle . . . . .	295
5.4.6	Transport der Kälteträger in Rohrleitungen . . . . .	295
5.4.7	Kälteträger mit Latentwärme . . . . .	296
5.5	Binäreis – ein zweiphasiger Kälteträger . . . . .	297
5.5.1	Einleitung . . . . .	297
5.5.2	Definition von Binäreis . . . . .	297
5.5.3	Erzeugung von Binäreis . . . . .	298
5.5.4	Einsatzgebiete der Binäreistechnik . . . . .	302
5.5.5	Vor- und Nachteile von Binäreis . . . . .	303
5.5.6	Grundlagen der Binäreistechnik . . . . .	305
5.5.7	Anwendungen . . . . .	315
5.5.8	Schlußbemerkungen . . . . .	320
5.6	Chemische und physikalische Vorgänge in Kälteanlagen und -geräten . . . . .	323
5.6.1	Reaktionsabläufe . . . . .	323
5.6.2	Reaktionskinetik . . . . .	324
5.6.3	Einfluß der Temperatur . . . . .	324
5.6.4	Chemische Abläufe in Kältesystemen . . . . .	325
5.6.5	Chemische Eigenschaften von Werkstoffen . . . . .	326
5.6.6	Reaktionen der Kältemittel . . . . .	327
5.6.7	Lackdrähte . . . . .	328
5.6.8	Kunststoffe . . . . .	329
5.6.9	Metalle . . . . .	331
5.7	Kältemaschinenöle . . . . .	333
5.7.1	Anforderungen an Kältemaschinenöle . . . . .	334
5.7.2	Anforderungsnorm DIN 51503 . . . . .	342
5.8	Trockenmittel und Trockner . . . . .	342
5.8.1	Wirkungsweise . . . . .	342
5.8.2	Feuchtigkeit in Kältesystemen . . . . .	343
5.8.3	Verstopfungen durch Wassereis . . . . .	345
5.8.4	Trockenmittel . . . . .	346
5.8.5	Normen für Trockenmittel . . . . .	350
5.9	Werkstofftechnische Eigenschaften . . . . .	351
5.9.1	Metalle . . . . .	351
5.9.2	NE-Metalle . . . . .	353
5.9.3	Kunststoffe . . . . .	353
5.10	Korrosion . . . . .	354
5.10.1	Elektrochemische Grundlagen . . . . .	354
5.10.2	Korrosionsarten . . . . .	356
5.10.3	Werkstoffverhalten . . . . .	358
5.10.4	Korrosionsschutz . . . . .	359
5.10.5	Korrosionsprüfungen . . . . .	359
5.11	Literatur . . . . .	360
<b>6</b>	<b>Elektrotechnik . . . . .</b>	<b>363</b>
6.1	Elektrotechnische Grundlagen . . . . .	363
6.1.1	Gleichstrom . . . . .	363
6.1.2	Dimensionslose Begriffe . . . . .	364
6.1.3	Vielfache und Teile von Maßeinheiten . . . . .	364
6.1.4	Spezifischer Widerstand, Widerstandsberechnungen . . . . .	364
6.1.5	Kennfarben von Elektronikwiderständen . . . . .	365
6.1.6	Wechsel- und Drehstromsysteme . . . . .	366

6.1.7	Stromversorgungssysteme/Netzformen . . . . .	369
6.2	Elektromechanische Betriebsmittel . . . . .	372
6.2.1	Steuerschalter . . . . .	372
6.2.2	Hilfsschütze, Relais, Zeitrelais . . . . .	372
6.2.3	Trenner, Lastschalter, Lasttrenner, Sicherungsglastrenner . . . . .	372
6.2.4	Leistungsschalter, Leistungselbstschalter, Motorschutzschalter . . . . .	373
6.2.5	Thermische Überstromrelais . . . . .	373
6.2.6	Leitungsschutzautomaten . . . . .	373
6.2.7	Leistungsschütze . . . . .	373
6.2.8	Sicherungen . . . . .	377
6.2.9	Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) . . . . .	378
6.2.10	Elektromotoren . . . . .	379
6.2.11	Transformatoren, Stromwandler . . . . .	395
6.3	Betriebsmittel, elektronisch . . . . .	399
6.3.1	Elektronische Steuerungen . . . . .	399
6.3.2	Sensortechnik und elektronische Meßtechnik . . . . .	404
6.3.3	ASCII-Code, Schnittstellen, Datenübertragung . . . . .	408
6.3.4	Elektronische Antriebstechnik, Leistungselektronik . . . . .	411
6.4	Kabel und Leitungen . . . . .	416
6.4.1	Allgemeines, Vorschriften, Typenbezeichnungen . . . . .	416
6.4.2	Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen, Schutz gegen Überlast und Kurzschluß . . . . .	418
6.5	Schaltungstechnik . . . . .	421
6.5.1	Schaltzeichen . . . . .	421
6.5.2	Schaltpläne . . . . .	424
6.6	Schutzmaßnahmen . . . . .	442
6.6.1	Einteilung des Schutzes in Basisschutz, Fehlerschutz, Zusatzschutz . . . . .	442
6.6.2	Die verschiedenen Schutzmaßnahmen gegen indirektes Berühren . . . . .	443
6.7	Montage, Prüfung, Inbetriebnahme, Wartung . . . . .	446
6.7.1	Montage . . . . .	447
6.7.2	Prüfung . . . . .	448
6.7.3	Inbetriebnahme . . . . .	448
6.7.4	Wartung . . . . .	449
6.8	Störungssuche . . . . .	450
6.9	Literaturverzeichnis . . . . .	451
<b>7</b>	<b>Verdichter</b> . . . . .	<b>453</b>
7.1	Kolbenverdichter . . . . .	453
7.1.0	Allgemeine Berechnungsgrundlagen . . . . .	454
7.1.1	Offene Kolbenverdichter . . . . .	463
7.1.2	Halbhermetische Kolbenverdichter . . . . .	463
7.1.3	Vollhermetische Verdichter . . . . .	471
7.2	Scroll-Verdichter . . . . .	483
7.2.1	Funktion . . . . .	483
7.2.2	Aufbau . . . . .	484
7.2.3	Das „Compliance“-Prinzip . . . . .	484
7.2.4	Betriebsverhalten . . . . .	487
7.2.5	Anwendungsbereich . . . . .	487
7.2.6	Kälteleistung und Wirtschaftlichkeit . . . . .	488
7.2.7	Geräuschverhalten . . . . .	488
7.2.8	Zuverlässigkeit . . . . .	489
7.2.9	Spezielle Anwendungen . . . . .	490

7.2.10	Ausblick . . . . .	492
7.3	Schraubenverdichter . . . . .	493
7.3.1	Arbeitsprinzip des Schraubenverdichters . . . . .	493
7.3.2	Merkmale moderner Schraubenverdichter . . . . .	494
7.3.3	Steuerung von Schraubenverdichtern . . . . .	497
7.3.4	Economizerkopplung . . . . .	505
7.3.5	Hermetische und halbhermetische Schraubenverdichter . . . . .	507
7.3.6	Offene Schraubenverdichter . . . . .	522
7.3.7	Entwicklungstrends bei Schraubenverdichtern . . . . .	526
7.4	Turboverdichter . . . . .	527
7.4.1	Übersicht . . . . .	527
7.4.2	Theoretische Grundlagen . . . . .	530
7.4.3	Leistungsregelung . . . . .	534
7.4.4	Konstruktion . . . . .	537
7.5	Antrieb offener Verdichter . . . . .	538
7.6	Einsatzgrenzen von Verdichtern . . . . .	541
7.6.1	Temperatur- und Leistungsbereich von Kältemaschinen . . . . .	541
7.6.2	Einsatzgrenzen von Hubkolbenverdichtern . . . . .	542
7.6.3	Anwendungsspezifische Anforderungen an die Verdichter . . . . .	545
7.6.4	Anwendungsspezifische Verdichterauswahl . . . . .	548
7.7	Das Verhalten von Verdichterölen im Kältemittelkreislauf . . . . .	550
7.8	Literatur . . . . .	553
<b>8</b>	<b>Wärmeaustauscher . . . . .</b>	<b>555</b>
8.1	Flüssigkeitsbeaufschlagte Wärmeaustauscher . . . . .	555
8.1.1	Verdampfer . . . . .	555
8.1.2	Verflüssiger . . . . .	575
8.2	Luftkühler und luftgekühlte Verflüssiger/Trockenkühltürme . . . . .	580
8.2.1	Luftkühler . . . . .	580
8.2.2	Verflüssiger und Trockenkühltürme . . . . .	592
8.2.3	Materialien/Verarbeitung . . . . .	595
8.2.4	Normen zur Leistungsfeststellung . . . . .	595
8.3	Kühltürme . . . . .	596
8.3.1	Funktionsprinzip . . . . .	596
8.3.2	Bauarten . . . . .	597
8.3.3	Berechnungsgrundlagen . . . . .	604
8.3.4	Komponenten des Kühlturmes . . . . .	614
8.3.5	Aufstellung und Betrieb . . . . .	618
8.4	Überflutete Verdampfer . . . . .	623
8.4.1	Beweggründe zur Anwendung . . . . .	623
8.4.2	Grundsätzliche Unterschiede in der Kreislauf-Gestaltung . . . . .	623
8.4.3	Kältemittel-Drosselung . . . . .	625
8.4.4	Abscheider . . . . .	627
8.4.5	Kältemittelversorgung der Verdampfer . . . . .	630
8.4.6	Maßnahmen zur Minimierung der Kältemittelfüllung . . . . .	633
8.4.7	Maßnahmen zur Ölrückführung . . . . .	634
8.5	Literatur . . . . .	638
<b>9</b>	<b>Regelung . . . . .</b>	<b>639</b>
9.1	Einführung . . . . .	639
9.2	Ziele der Regelung bei Kälteanlagen . . . . .	639
9.2.1	Was wird wo geregelt? . . . . .	640

9.2.2	Verknüpfung zwischen Regelung und Anlagenkomponenten . . . . .	642
9.3	Die Kühlstellenregelung . . . . .	644
9.3.1	Ziele, Aufgaben, Anforderungen . . . . .	644
9.3.2	Grundkonzepte der Kühlstellenregelung . . . . .	645
9.4	Die Verdampferfüllungsregelung . . . . .	651
9.4.1	Regelgrößen und Verfahren . . . . .	651
9.4.2	Thermostatische Expansionsventile . . . . .	653
9.4.3	Elektronisch gesteuerte Expansionsventile . . . . .	657
9.4.4	Vergleich thermostatischer und elektronisch gesteuerter Expansionsventile . . . . .	660
9.5	Die Verdichterleistungsregelung . . . . .	663
9.5.1	Ziele und Verfahren . . . . .	663
9.5.2	Stufenlose Drehzahlregelung . . . . .	663
9.5.3	Regelung von im Verbund betriebenen Verdichtern . . . . .	664
9.5.4	Bedarfsabhängige Verdichterleistungsregelung . . . . .	664
9.5.5	Regelung von Wasser-/Solekühlsätzen . . . . .	666
9.6	Niveauregelungen . . . . .	667
9.7	Druckregler . . . . .	670
9.7.1	Druckschalter . . . . .	670
9.7.2	Stetige Druckregelungen . . . . .	672
9.8	Abtausteuern . . . . .	691
9.8.1	Luftabtauung . . . . .	691
9.8.2	Elektrische Abtauung . . . . .	692
9.8.3	Heißgasabtauung (Kaltgasabtauung) . . . . .	692
9.8.4	Möglichkeiten der Einleitung des Abtauvorganges . . . . .	694
9.8.5	Die Beendigung des Abtauvorganges . . . . .	697
9.9	Digitale elektronische Regelungen . . . . .	697
9.9.1	Kühlstellenregler . . . . .	699
9.9.2	Maschinensatzregler . . . . .	699
9.9.3	Leittechnik bei Kälteanlagen . . . . .	704
9.10	Wirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Regelung von Kälteanlagen . . . . .	706
9.11	Literaturverzeichnis . . . . .	708
<b>10</b>	<b>Wärmedämmung</b> . . . . .	<b>709</b>
10.1	Grundlagen . . . . .	709
10.1.1	Definition . . . . .	709
10.1.2	Wärmeübertragung . . . . .	709
10.2	Kork und Mineralfasern . . . . .	710
10.2.1	Kork . . . . .	710
10.2.2	Mineralfasern . . . . .	711
10.3	Kunststoffschäume . . . . .	714
10.3.1	Stoffwerte von Kunststoffschäumen . . . . .	714
10.3.2	Polyurethanschaumstoffe (PUR) . . . . .	719
10.3.3	Polystyrolschaumstoffe . . . . .	727
10.3.4	Sonstige Kunststoffschäume . . . . .	730
10.4	Schaumglas . . . . .	731
10.4.1	Schaumglas als Platten, Formteile, usw. . . . .	731
10.4.2	Schaumkies oder -Granulat . . . . .	734
10.5	Vakuumisolierungen . . . . .	734
10.5.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	734
10.5.2	Festlegung des Begriffs „Vakuumisolierung“ . . . . .	735
10.5.3	Vakuumisolierungen auf Basis von Kieselsäureprodukten . . . . .	735
10.6	Literatur . . . . .	739

<b>11</b>	<b>Schall- und Schwingungsschutz</b>	741
11.1	Grundlagen	741
11.1.1	Schalldruck, Schallschnelle	741
11.1.2	Frequenz, Wellenlänge, Fortpflanzungsgeschwindigkeit	742
11.1.3	Schalldruckpegel, Schalleistungspegel	743
11.1.4	Addition von Schallquellen und Regelwerten	744
11.1.5	Lautstärke (A-bewerteter Schalldruckpegel)	745
11.1.6	Grenzkurven	746
11.2	Bewertung der Geräuschemission	747
11.2.1	Schallpegelmeßwerte	747
11.2.2	Beurteilungspegel	749
11.2.3	Immissionsrichtwerte in Fremdnachbarschaft	750
11.3	Berechnung der Schalleistung	750
11.3.1	Reflexionsarmer Raum (freies Feld)	751
11.3.2	Hallraum (diffuses Feld)	751
11.3.3	Kanal (ebenes Feld)	752
11.4	Schallabsorption	753
11.4.1	Schallabsorptionsgrad	754
11.4.2	Nachhallzeit	754
11.5	Schalldämmung	757
11.5.1	Luftschalldämmung	757
11.5.2	Trittschalldämmung	759
11.6	Schallschutzeinrichtungen	760
11.6.1	Schalldämmende Wände	760
11.6.2	Schwimmender Estrich	764
11.6.3	Schallschirme	765
11.6.4	Schallabsorbierende Raumauskleidungen	766
11.6.5	Schalldämpfer	767
11.6.6	Schwingungsschutz	770
11.6.7	Kompensatoren	772
11.6.8	Antidröhnschichten	773
11.6.9	Schallschutzmaßnahmen an Kälteanlagen	773
11.7	Literatur	782
11.7.1	DIN-Normen- und VDI-Richtlinien	782
11.7.2	Buchempfehlungen	782

<b>Inserenten- und Bezugsquellenverzeichnis</b>	<b>1</b>
---	----------