

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur 3. Auflage</b> .....	4
<b>I. Grundlagen</b> .....	23
<b>1 Thermodynamische Grundlagen</b> .....	24
1.1 Hauptsätze der Thermodynamik .....	24
1.1.1 Nullter Hauptsatz der Thermodynamik .....	24
1.1.2 Erster Hauptsatz der Thermodynamik .....	24
1.1.3 Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik .....	24
1.1.4 Dritter Hauptsatz der Thermodynamik .....	25
1.2 Aggregatzustandsänderungen .....	25
1.2.1 Schmelzen und Erstarren .....	25
1.2.2 Verflüssigen (Kondensieren) .....	25
1.2.3 Verdampfen .....	26
<b>2 Der Aufbau des log-p-h-Diagramms</b> .....	27
2.1 Enthalpie und Isenthalpe .....	28
2.2 Druck und Isobare .....	29
2.3 Spezifisches Volumen und Isochore .....	30
2.4 Entropie und Isentrope .....	31
2.5 Temperatur und Isotherme .....	32
2.6 Grenzkurve und Kritischer Punkt .....	33
<b>3 Die Anwendung im log-p-h-Diagramm</b> .....	34
3.1 Verdampfung und Überhitzung .....	35
3.2 Verdichtung .....	37
3.3 Enthitzung .....	38
3.4 Verflüssigung .....	39
3.5 Unterkühlung .....	40
3.6 Expansion .....	42

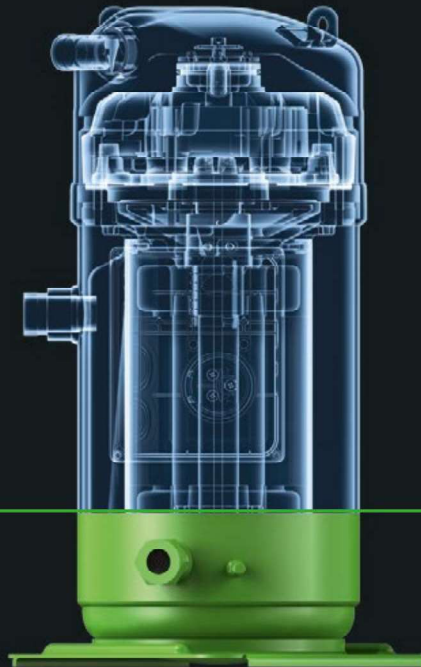
<b>4</b>	<b>Der Aufbau des h-x-Diagramms</b>	44
4.1	Parameter im h-x-Diagramm	44
4.2	Behaglichkeitsfeld im h-x-Diagramm	47
<b>5</b>	<b>Die Anwendung im h-x-Diagramm</b>	48
5.1	Mischen von Luft	48
5.2	Erwärmen von Luft	51
5.3	Kühlen von Luft (mit und ohne Entfeuchten)	51
5.4	Befeuchtung von Luft	55
<b>6</b>	<b>Kältemittel, Kältemaschinenöl und Wärmeträger</b>	59
6.2	Eigenschaften von Kältemitteln	63
6.3	Definition und Begriffserklärung	68
6.3.1	FCKW	68
6.3.2	H-FCKW	68
6.3.3	H-FKW und HFO	69
6.3.4	Kältemittel-Gemische	69
6.3.5	Natürliche Kältemittel	70
6.3.5.1	Ammoniak (R717) als Kältemittel	70
6.3.5.2	CO <sub>2</sub> (R744) als Kältemittel	71
6.3.6	Ozon Depletion Potenzial (ODP)	73
6.3.7	Treibhauseffekt	73
6.3.8	Global Warming Potential (GWP)	73
6.3.9	Total Equivalent of Warming Impact (TEWI)	73
6.3.10	Kältemittelumrüstung	76
6.4	Kältemaschinenöl	78
6.5	Wärmeträger (Sole)	79
6.6	Wasserrechtliche Anforderungen für die Kälte- und Klimabranche	90
<b>7</b>	<b>Wassertechnische Grundlagen</b>	92
7.1	Grundlagen der Wasserchemie	92
7.1.1	Allgemeines	92
7.1.2	Eigenschaften des Wassers	92
7.1.3	Wichtige Begriffe für die Beurteilung einer Wasserprobe	94
7.1.3.1	pH-Wert	94

7.1.3.2	Elektrische Leitfähigkeit $\sigma$ . . . . .	96
7.1.3.3	Härte des Wassers . . . . .	97
7.1.3.4	Mikrobiologie . . . . .	98
7.2	Empfohlene Richtwerte für die Beschaffenheit von Umlaufwasser gemäß VDI-Richtlinien . . . . .	100
7.2.1	Wasser in edelstahlberohrten Kreisläufen und Edelstahl-Wärme- übertragern . . . . .	100
7.3	Verfahren der Wasseraufbereitung . . . . .	102
7.3.1	Filtration . . . . .	102
7.3.1.1	Vollstromfiltration . . . . .	102
7.3.1.2	Teilstromfilter . . . . .	103
7.3.2	Enthärtung durch Ionentausch . . . . .	104
7.3.3	Umkehrosmose . . . . .	108
7.3.4	Elektrodeionisation (EDI) . . . . .	110
7.3.5	Vollentsalzung im Ionentausch . . . . .	112
7.4	Verfahren der Wasserbehandlung . . . . .	114
7.4.1	Dosierung . . . . .	116
7.4.2	UV-Bestrahlung . . . . .	119
7.5	Chemisch-wasserseitige Reinigung / Inbetriebnahme . . . . .	121
<b>8</b>	<b>Von der VDI 2047 zur 42. BImSchV für Verdunstungs- kühlanlagen</b> . . . . .	124
8.1	Einführung/Hintergrund . . . . .	124
8.2	Anforderungen an Errichtung, Beschaffenheit und Betrieb der Anlagen . . . . .	128
8.3	Mikrobiologische Untersuchungen zur Bewertung des hygienischen Zustands . . . . .	129
8.4	Dokumentationspflichten . . . . .	132
8.4.1	Betriebstagebuch . . . . .	132
8.4.2	Kataster zur Erfassung von Verdunstungskühlanlagen 42. BImSchV (KaVKA-42.BV) . . . . .	133
8.5	Überprüfung der Anlagen . . . . .	139
8.6	Störungen des Betriebs . . . . .	140
8.7	Verstöße gegen die Verordnung . . . . .	141

<b>9</b>	<b>UV-C-Entkeimung von Luft</b> .....	142
9.1	Grundlagen zu UV-Strahlung und Desinfektion von Luftströmen mit UV-C-Strahlung .....	142
9.2	Wirkung und Effizienz .....	145
9.3	Leuchten und Lampen .....	146
9.4	Einsatz in der Praxis .....	150
9.4.1	Luftentkeimung allgemein .....	150
9.4.2	Luftentkeimung in Kühlräumen und gekühlten Arbeitsräumen ....	150
9.5	Sicherheit .....	151
 <b>II. Bauteile von Wasserkühlsätzen</b> .....		153
<b>1</b>	<b>Verdichter</b> .....	155
1.1	Scrollverdichter .....	155
1.2	Hubkolbenverdichter .....	159
1.2.1	Halbhermetische Hubkolbenverdichter .....	159
1.2.2	Offene Hubkolbenverdichter .....	162
1.3	Schraubenverdichter .....	164
1.3.1	Zweirotorschraubenverdichter .....	169
1.3.2	Einrotorschraubenverdichter .....	171
1.3.3	Semihermetische Schraubenverdichter für Ammoniak .....	172
1.4	Turboverdichter .....	174
1.4.1	Ölfreie magnetgelagerte Turboverdichter .....	178
1.4.2	Turboverdichter mit Getriebe .....	180
<b>2</b>	<b>Verflüssiger</b> .....	182
2.1	Flüssigkeitsgekühlter Platten- und Rohrbündelverflüssiger .....	185
2.1.1	Flüssigkeitsgekühlter Plattenverflüssiger .....	186
2.1.2	Flüssigkeitsgekühlter Rohrbündelverflüssiger .....	190
2.2	Luftgekühlter Verflüssiger .....	191
<b>3</b>	<b>Expansionseinrichtungen</b> .....	197
3.1	Thermostatisches Expansionsventil (TEV) .....	197



DAS HERZ DER FRISCHE



ORBIT 6



ORBIT 8

## BESTLEISTUNG VON HEISS BIS KALT. GANZJÄHRIG EFFIZIENTER BETRIEB.

Von Wärmepumpen bis zur Klimatisierung: Die Scrollverdichterserie ORBIT bietet ein umfassendes Produktportfolio von 10 bis 40 Tonnen mit dem höchsten Wirkungsgrad in dieser Klasse. ORBIT 6 und ORBIT 8 sind sowohl für A1-Kältemittel wie R410A als auch für A2L-Kältemittel wie R454B, R452B und R32 geeignet. Ein weiterer Vorzug ist ihre Eignung für den Tandem- oder Triobetrieb mit der BITZER Advanced Header Technology (BAHT). Sie können zudem mit einem externen Frequenzumrichter in einem breiten Drehzahlbereich betrieben werden. Mehr unter [bitzer.de/scrollverdichter](http://bitzer.de/scrollverdichter)



AIR  
CONDITIONING



PROCESS  
COOLING



HEAT  
PUMPS



HFO BLEND  
READY

3.2	Elektronisches Expansionsventil (EEV) . . . . .	200
3.3	Schwimmerregler . . . . .	201
<b>4</b>	<b>Verdampfer</b> . . . . .	<b>203</b>
4.1	Rohrbündelverdampfer (trocken und überflutet) . . . . .	204
4.2	Plattenverdampfer (trockene und überflutete Verdampfung) . . . . .	208
<b>5</b>	<b>Mechanische Einbauten in Kältemittel führenden Leitungen</b> .	<b>211</b>
5.1	Kältemittelleitungen . . . . .	211
5.2	Kältemittelschauglas . . . . .	212
5.3	Magnetventil . . . . .	212
5.4	Filtertrockner . . . . .	214
5.5	Absperrventil/Rückschlagventil/Saugfilter . . . . .	215
5.6	Kältemittelsammler . . . . .	216
5.7	Unterkühlungswärmeübertrager . . . . .	217
5.8	Economizer . . . . .	218
5.9	Wärmeübertrager für Druckgasenthitzung (Teil-WRG) . . . . .	218
5.10	Wärmeübertrager für 100 % Wärmerückgewinnung . . . . .	219
5.11	Kompensatoren (Schwingungsdämpfer) . . . . .	219
5.12	Verflüssigungsdruckregler bei luftgekühltem Verflüssiger . . . . .	220
5.13	Saugdruckregler . . . . .	220
5.14	4-Wege-Umschaltventil für Wärmepumpennutzung . . . . .	221
5.15	Komponenten für Ölmanagement bei Ammoniakkälte . . . . .	221
<b>6</b>	<b>Sicherheitskette</b> . . . . .	<b>223</b>
6.1	Öldruck- und Öltemperaturüberwachung . . . . .	223
6.2	Unter- und Überdrucksicherung . . . . .	223
6.3	Druckgasüberhitzungsschutz bei Kälteanlagen . . . . .	225
6.4	Pump-down . . . . .	226
6.5	Motorschutzeinrichtungen . . . . .	226
<b>7</b>	<b>Mechanisches und hydraulisches Zubehör</b> . . . . .	<b>230</b>
7.1	Strömungswächter . . . . .	230
7.2	Manometer und Thermometer . . . . .	232
7.3	Schwingungsdämpfer . . . . .	233

7.4	Rohrleitungskompensatoren .....	239
7.5	Marine-Wasser-Box .....	240
7.6	Pumpen .....	241
7.7	Pufferspeicher und hydraulische Weiche .....	258
7.8	Schalldämmung .....	263
7.9	Kühlwasserregler .....	267
<b>8</b>	<b>Elektrotechnisches Zubehör .....</b>	<b>269</b>
8.1	Direktstart .....	271
8.2	Teilwicklungsanlauf (part winding) .....	271
8.3	Stern-Dreieck-Schaltung (Y/Δ) .....	273
8.4	Sanftanlaufgerät (Softstart) .....	274
8.5	Phasenanschnitt .....	277
8.6	Frequenzumrichter (FU) .....	278
8.7	EC-Regelung .....	283
8.8	Blindstromkompensation .....	284
8.9	Begrenzung der Stromaufnahme .....	288
<b>III.</b>	<b>Aufstellungssituation und Bauformen .....</b>	<b>291</b>
<b>1</b>	<b>Klassifizierungen und Aufstellungssituationen .....</b>	<b>293</b>
1.1	Klassifizierung nach Leistungsbereich und Mindesteffizienzanforderung gemäß Verordnung EU 2016/2281 .....	293
1.2	Zugangsbereiche, Klassifizierung von Aufstellorten, Maschinenraum und Personen-Aufenthaltsbereich nach DIN EN 378-1 .....	295
<b>2</b>	<b>Wassergekühlte Wasserkühlsätze .....</b>	<b>300</b>
<b>3</b>	<b>Luftgekühlte Wasserkühlsätze .....</b>	<b>306</b>
3.1	Kompakte Bauweise für die Außenaufstellung .....	306
3.2	Kompakte Bauweise für die Innenaufstellung .....	309
3.3	Splitbauweise für die Innenaufstellung .....	310

<b>4</b>	<b>Freie Kühlung</b> .....	312
4.1	Register in Serie vor dem Verdampfer / integriertes FC-Register vor dem Verflüssiger .....	313
4.2	Register in Serie vor dem Verdampfer / unabhängiges FC-Register	315
4.3	Systemtrennung durch Wärmeübertrager für solefreien Betrieb am Verbraucher .....	316
4.4	Direktverdampfung des Kältemittels mit Kältemittelpumpe .....	317
4.5	Direktverdampfung des Kältemittels ohne Kältemittelpumpe (Thermosiphon) .....	318
<b>IV.</b>	<b>Rückkühlwerke</b> .....	321
<b>1</b>	<b>Trockenrückkühler</b> .....	323
1.1	Trockenrückkühler mit adiabater Luftvorkühlung über Kontaktkörper/Mattensystem .....	326
1.2	Besprühte Trockenrückkühler (Teiladiabat) .....	330
<b>2</b>	<b>Hybridrückkühler</b> .....	334
<b>3</b>	<b>Kühltürme</b> .....	341
<b>V.</b>	<b>Hydraulische Einbindung</b> .....	357
<b>1</b>	<b>Regelungsmöglichkeiten auf der Verbraucherseite</b> .....	359
1.1	Drosselregelung .....	359
1.2	Verteilregelung .....	360
1.3	Beimischregelung .....	360
1.4	Einspritzregelung .....	361
<b>2</b>	<b>Hydraulikschemen von Erzeugern und Verbrauchern</b> .....	363
2.1	Hydraulische Einbindung eines luftgekühlten Kompaktkaltwas- sersatzes für die Außenaufstellung mit 3-Wege-Verteilventil am Verbraucher .....	363



2.2	Hydraulische Einbindung eines luftgekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Außenaufstellung mit 2-Wege-Drosselventil am Verbraucher . . . . .	364
2.3	Hydraulische Einbindung mehrerer luftgekühlter Kompaktkaltwassersätze für die Außenaufstellung mit 3-Wege-Verteilventil am Verbraucher . . . . .	364
2.4	Hydraulische Einbindung mehrerer luftgekühlter Kompaktkaltwassersätze für die Außenaufstellung mit hydraulischer Weiche und drehzahl geregelter Sekundärpumpe . . . . .	365
2.5	Hydraulische Einbindung eines luftgekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Außenaufstellung mit Systemtrennung über Wärmeübertrager am Verbraucher . . . . .	366
2.6	Hydraulische Einbindung eines luftgekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Außenaufstellung mit externem freien Kühler und Systemtrennung durch Wärmeübertrager am Verbraucher . . . . .	367
2.7	Hydraulische Einbindung eines luftgekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Außenaufstellung mit Systemtrennung durch hydraulische Weiche und Wärmerückgewinnung durch Druckgasenthitzer . . . . .	368
2.8	Hydraulische Einbindung eines wassergekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Innenaufstellung mit Rückkühler für die Außenaufstellung . . . . .	369
2.9	Hydraulische Einbindung eines wassergekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Innenaufstellung mit Rückkühler für die Außenaufstellung und Wärmerückgewinnung über externen Wärmeübertrager . . . . .	370
2.10	Hydraulische Einbindung eines wassergekühlten Kompaktkaltwassersatzes für die Innenaufstellung mit Rückkühler für die Außenaufstellung und integrierter Wärmerückgewinnung in der Kältemaschine . . . . .	371
2.11	Hydraulische Einbindung eines wasser- und luftgekühlten Kompaktkaltwassersatzes mit Nutzung des Rückkühlers als freien Kühler . . . . .	372
2.12	Hydraulische Einbindung eines Hybridkühlers mit nachgeschaltetem Kompressionskaltwassersatz zur Spitzenlastdeckung und Wärmeübertrager zur Systemtrennung . . . . .	372

<b>VI.</b>	<b>Absorptionskältemaschinen</b>	375
<b>1</b>	<b>Grundlagen</b>	376
<b>2</b>	<b>Funktionsweise</b>	379
<b>3</b>	<b>Energiebilanz und Leistungszahlen bei Absorptionsanlagen</b>	383
<b>4</b>	<b>Klassifizierung von Absorptionsanlagen</b>	385
4.1	Wahl des Arbeitsstoffpaares	385
4.1.1	Lithiumbromid/Wasser (LiBr/H <sub>2</sub> O)	385
4.1.2	Ammoniak/Wasser (NH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O)	385
4.2	Wahl der Energiequelle	386
4.2.1	Heißwasserbetriebene Absorptionsanlagen	386
4.2.2	Dampfbetriebene Absorptionsanlagen	386
4.2.3	Abgasbetriebene Absorptionsanlagen	387
4.2.4	Direktbefeuerte Absorptionsanlagen	387
4.2.5	Multifuel Absorptionsanlagen	387
4.3	Anzahl der Effekte	387
4.3.1	Half Effect	388
4.3.2	Single Effect	388
4.3.3	Double Effect	390
4.3.4	Single-Double Effect	394
4.3.5	Triple Effect	394
4.3.6	Single-Effect-Double-Lift	394
4.4	Anzahl der Stufen	394
<b>5</b>	<b>Beim Absorptionsprozess eingesetzte Chemikalien</b>	396
5.1	Lithiumbromid (LiBr)	396
5.2	Lithiummolybdat (Li <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> )	396
5.3	Wasser (H <sub>2</sub> O)	396
5.4	Octylalkohol (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O)	397

<b>6</b>	<b>Hydraulische Einbindung von Absorptionskältemaschinen</b> . . .	398
6.1	Kaltwasserkreislauf . . . . .	398
6.2	Kühlwasserkreislauf . . . . .	400
6.3	Heißwasserkreislauf . . . . .	402
6.4	Dampf- und Kondensatkreislauf . . . . .	403
<b>7</b>	<b>Absorptionskälteanlagen in Kombination mit BHKWs</b> . . . . .	406
<b>8</b>	<b>Elektroseitige und regelungstechnische Einbindung der Absorptionskältemaschine</b> . . . . .	407
<b>9</b>	<b>Absorptionsmaschinen als Wärmepumpen</b> . . . . .	409
<b>10</b>	<b>Planungs- und Auslegungshinweise</b> . . . . .	414
<b>VII.</b>	<b>Rechenzentrumsklimatisierung</b> . . . . .	419
<b>1</b>	<b>Grundlagen</b> . . . . .	420
1.1	PUE-Werte . . . . .	421
1.2	Verfügbarkeitsklassen im Rechenzentrum . . . . .	421
<b>2</b>	<b>Klimatische Anforderungen im Rechenzentrum</b> . . . . .	424
2.1	Notwendiger Luftvolumenstrom und Kühlleistung . . . . .	424
2.2	Anteil sensible und latente Kühlleistung . . . . .	425
2.3	Empfohlene Zuluft-Bedingungen . . . . .	426
<b>3</b>	<b>Energieeinsparung durch freie Kühlung</b> . . . . .	429
3.1	Grundlagen der freien Kühlung (freie Kühlung – direkt und indirekt) . . . . .	429
3.2	Direkte freie Kühlung . . . . .	430
3.3	Indirekte freie Kühlung . . . . .	431
3.3.1	Einstufige indirekte Freikühlsysteme . . . . .	431
3.3.2	Zweistufige indirekte Freikühlsysteme . . . . .	432

<b>4</b>	<b>Raumkühlung mit Klimaschrank über Doppelboden</b> . . . . .	435
4.1	Funktionsprinzip Doppelbodenkühlung . . . . .	435
4.2	Systemansätze bei Doppelbodenkühlung . . . . .	437
4.2.1	Kompressorkühlung nach dem Direktverdampfer-Prinzip . . . . .	437
4.2.2	Kaltwassersystem (CW-Chilled Water) . . . . .	438
4.2.3	Hybrides System mit indirekter freier Kühlung . . . . .	438
4.3	Ausführungen Klimaschrank . . . . .	440
<b>5</b>	<b>Raumkühlung ohne Doppelboden</b> . . . . .	444
5.1	Air-Handling-Units (AHU) zur Innenaufstellung . . . . .	445
5.2	Air-Handling-Units (AHU) zur Außenaufstellung . . . . .	445
<b>6</b>	<b>Kühlung von Einhausungen (Warmgang/Kaltgang) mit Reihenklimagern</b> . . . . .	447
6.1	Kaltgangeinhausung . . . . .	448
6.2	Warmgangeinhausung . . . . .	448
<b>7</b>	<b>Micro-Rechenzentren mit direkter Schrankkühlung und Containerkühlung</b> . . . . .	450
7.1	Core . . . . .	450
7.2	Edge . . . . .	450
7.3	RAN . . . . .	451
<b>VIII.</b>	<b>Rooftop-Einheiten als Sonderform eines RLT-Gerätes</b> . . . . .	453
<b>1</b>	<b>Funktionsprinzip und Leistungsbereiche</b> . . . . .	454
<b>2</b>	<b>Einstufung nach Ecodesign-Richtlinie und Eurovent</b> . . . . .	459
2.1	Ecodesign-Richtlinie 2009/125/EG [53] und EU-Verordnung 2016/2281 [67] . . . . .	459
2.2	Eurovent-Programm „Rooftop“ (RT) . . . . .	465



Ahead of the Expected  
With LG HVAC Solutions

## BE AHEAD AND STAY HEALTHY

LG ERV is the ideal saving solution for improving  
air quality in buildings with fresh air



**ERV**



[www.lg.com/de/  
business/erv](http://www.lg.com/de/business/erv)

<b>3</b>	<b>Weitere Richtlinien, Normen und VDI-Richtlinien</b> . . . . .	468
<b>4</b>	<b>Vor- und Nachteile eines Rooftop-Gerätes im Vergleich zum Lüftungsgerät</b> . . . . .	469
4.1	Flexibilität . . . . .	469
4.2	Effizienz . . . . .	470
4.3	Montage und Inbetriebnahme . . . . .	470
4.4	Investitionskosten . . . . .	472
<b>IX.</b>	<b>Mess-, Steuer- und Regeltechnik</b> . . . . .	473
<b>1</b>	<b>Grundlagen</b> . . . . .	475
<b>2</b>	<b>Regelcharakteristik von Wasserkühlsätzen</b> . . . . .	482
2.1	Rücklauftemperaturregelung . . . . .	482
2.2	Vorlauftemperaturregelung . . . . .	483
<b>X.</b>	<b>Inbetriebnahme und Instandhaltung</b> . . . . .	485
<b>1</b>	<b>Inbetriebnahme</b> . . . . .	487
<b>2</b>	<b>Instandhaltung</b> . . . . .	491
2.1	Inspektion . . . . .	493
2.2	Wartung . . . . .	494
2.3	Instandsetzung . . . . .	494
2.4	Dichtheitsprüfung . . . . .	494
<b>3</b>	<b>Monitoring von Kaltwassersätzen durch Vorortmessung und Fernüberwachung</b> . . . . .	496
3.1	Grundlagen . . . . .	496
3.2	Hard- und Software für das Monitoring . . . . .	498
3.3	Durchführung der Messungen . . . . .	502
3.4	Häufige Optimierungsmöglichkeiten . . . . .	507

<b>XI.</b>	<b>Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit</b>	515
<b>1</b>	<b>Investitions-, Betriebs- und Life-Cycle-Costs</b>	517
<b>2</b>	<b>Kennzahlen und Zertifizierungen</b>	521
2.1	EU-Ecodesign-Richtlinie 2009/125/EG	521
2.1.1	Komfort-Flüssigkeitskühlsätze	523
2.1.2	Prozess-Flüssigkeitskühlsätze	527
2.2	Eurovent	531
2.3	IPLV.SI/NPLV.SI nach AHRI	539
<b>3</b>	<b>Maschinenkonfiguration</b>	541
<b>4</b>	<b>Förderung im Bereich technische Gebäudeausrüstung</b>	544
4.1	Kälte- und Klimaanlage (BAFA)	544
4.2	Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss (BAFA)	546
4.2.1	Modul 1: Querschnittstechnologien	547
4.2.2	Modul 2: Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien	548
4.2.3	Modul 3: MSR, Sensorik und Energiemanagementsoftware	549
4.2.4	Modul 4: Energie- und ressourcenbezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen	550
4.2.5	Modul 5: Transformationskonzepte	551
4.3	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)	552
<b>XII.</b>	<b>Anhang</b>	555
	<b>Umrechnungstabellen</b>	556
	<b>Quellennachweise</b>	559
	<b>Alphabetisches Firmenverzeichnis</b>	573
	<b>Inserentenverzeichnis</b>	578



**Dieses Icon im Buch weist auf weiterführende Links zum entsprechenden Thema hin.**

[www.tga-lars-keller.de](http://www.tga-lars-keller.de)