

Inhaltsverzeichnis

Vorwort V

TEIL 1: ERDE

1	Lebensraum Erde.....	1
1.1	Grundlagen der Baubiologie.....	1
1.1.1	Allgemeine Vorbemerkung zur Baubiologie.....	1
1.1.2	Natürliche Bauweise als Ursprung der Baubiologie	2
1.1.3	Biologische Bauordnungslehre	6
1.1.4	Die 25 Grundregeln der Baubiologie	9
1.1.5	Ausblick in eine biologische Bauordnungslehre.....	11
2	Der Mensch und die Technik im Haus.....	12
2.1	Bedeutung der Haustechnik	12
2.2	Entwicklung einer Baubiologischen Haustechnik.....	13
3	Der Lebensraum – die Biosphäre	15
3.1	Das Klima (Makro- und Mikroklima).....	15
3.1.1	Die mitteleuropäische Klimazone – Schutz vor Wind und Wetter	15
3.2	Der Baugrund, die Lage, der Standort.....	16
3.3	Wasser in der Umgebung (Hygrosphäre).....	17
3.3.1	Grundwasser – als Informations- und Energieträger, Grundwasserschutz.....	17
3.3.2	Wasser im Untergrund als Wärmequelle	17
3.3.3	Grundwasser-Brunnenanlage als Wärmequelle.....	18
3.3.4	Wasser und Feuchte, natürliche Feuchtequellen („drückendes Wasser“)	19
3.3.5	Niederschlag und Niederschlagsgebiete.....	19
3.3.6	Versiegelungsflächen am Gebäude.....	19
3.3.7	Baubiologische Regenwasserbewirtschaftung.....	20
3.4	Die Lithosphäre des Baugrunds.....	20
3.4.1	Das Wärmeregime des Untergrunds.....	22
3.4.2	Thermische Nutzung des oberflächennahen Untergrunds.....	22
3.4.3	Erdwärme und Wärmequellenanlagen	24

3.4.4	Luftgeführte Erdwärmequellenanlage.....	24
3.4.5	Solegeführte Wärmequellenanlage.....	25
3.4.6	Solarthermischer Frostschutz im Untergrund	27
3.4.7	Flächen-Erdwärmeabsorber.....	28
3.4.8	Erweiterungsoptionen und Kombination mit Versickerungswasser.....	29
3.4.9	Tiefe Erdwärmesonden.....	30
3.4.10	Sole-Sammelleitungen und Hausanschluss.....	31
3.4.11	Passive Wärmequellenanlagen – passive Kühlung.....	32
3.5	Solare Bauteiltemperierung.....	33
4	Der umbaute Raum – die thermische Hülle	36
4.1	Der umbaute Raum heute.....	37
4.2	Homogene Bauteil-Aufbauten.....	38
4.3	Baukonstruktion und Wärmespeicherung.....	39
4.4	Luftdichtigkeit und hoher Wärmeschutz.....	42
4.5	Sommerlicher Hitzeschutz und Kühllast.....	42
4.6	Winterlicher Wärmeschutz und Heizlast	43
4.6.1	Heizlastprofil und Differenzierung der Heizperiode	44
4.7	Ausrichtung des Gebäudes und natürliche Verschattung	44
4.8	Passive Solarnutzung durch transparente Flächen.....	45
4.9	Thermische Eigenschaften von Baustoffen	46
4.9.1	Trenn- und Oberflächentemperaturen.....	47
4.10	Materialauswahl für den Wohnhausbau.....	49
4.11	Nachwachsende Rohstoffe für die Wärmedämmung	50
4.11.1	Synergiepotenziale über den Wärmeschutz hinaus.....	51
4.11.2	Dämmstoffe für die Haustechnik	51
5	Der gebaute Raum im Erdreich.....	53
5.1	Arten und Bauweisen von Kellern in Neubau und Bestand	53
5.2	Ausbildung der Bodenplatte (innerhalb der thermischen Hülle).....	54
5.3	Nutzung von Kellergeschossen und deren Anforderung.....	56
5.3.1	Definition von Kellern und Kellerräumen	56
5.3.2	Kellerräume und ihre bauphysikalischen Auswirkungen.....	57

5.3.3	Die Wasseraktivität am Bauteil (aw-Wert)	57
5.3.4	Pilzwachstum – Die wichtige 80-%-Linie	58
5.3.5	Nutzungsvariabilität von Kellern	58
5.4	Kühlräume zur Lebensmittellagerung	58
6	Das Beispielhaus	60
6.1	Einführung in das Beispielhaus.....	60
6.1.1	Der Baugrund (der Grund des Bauens).....	61
6.1.2	Die Infrastruktur	62
6.1.3	Die Entwurfsplanung	63
6.2	Die Räume des Wohnens und Wirtschaftens.....	66
6.2.1	Zonierung der umbauten Räume.....	69
6.2.2	Wohnräume	69
6.2.3	Wirtschaftsräume	70
6.2.4	Reflexionen zur Raumnutzung und Zonierung	72
6.2.5	Die Raumliste des Beispielhauses.....	72
6.3	Baubeschreibung – Erde	74
6.3.1	Baukonstruktion und Bauweise	74

TEIL 2: LUFT

1	Biologische Anforderungen an die Luft, die wir atmen	77
1.1	Die Atmung als lebenswichtige Stoffwechselfunktion	78
1.1.1	Die Atemluft im Raum	78
1.1.2	Vom Luftwächter unseres Atmungsapparates	79
1.2	Das Umgebungsmedium Luft.....	81
1.2.1	Wirkungen der Umgebung auf die Atemluft des Menschen	81
1.2.2	Praktische Belastungen der Raumluft durch den Menschen	82
1.2.3	Belastungen durch Standort, Baustoffe und Materialien (Einrichtungen).....	82
1.3	Der Mensch im umbauten Raum	83
1.3.1	Thermische Behaglichkeit und Wärmeschutz	83
1.3.2	Luftgeschwindigkeit und Temperaturdifferenzen	84
1.3.3	Luftdichtigkeit von Gebäuden und n_{50} -Wert.....	84
1.3.4	Feuerstätten im umbauten Raum	85
1.3.5	Luftheizung und Lüftungswärmeverluste	86

2	Lufterneuerung und Luftwechsel im umbauten Raum	87
2.1	Luftwechsel und Luftwechselraten (in Wohn- und Arbeitsräumen)....	87
2.1.1	Luftbereiche in Wohn- und Arbeitsräumen.....	91
2.1.2	Abluftbereiche und deren Lasten.....	92
2.1.3	Zuluftbereiche und deren Anforderungen.....	92
2.1.4	Übergangsbereiche und ihre Bedeutung.....	92
2.1.5	Übersicht von Lüftungssystemen.....	93
2.2	Freie Lüftung und ventilatorgestützte Lüftung.....	93
2.2.1	Fensterlüftung und Schachtlüftung (Auftriebslüftung).....	94
2.2.2	Raumluftabhängige Feuerstätten und freie Lüftung (Windlüftung).....	96
2.2.3	Der Außenwand-Luftdurchlass (ALD).....	98
2.2.4	Anforderungen nach DIN 1946-6.....	99
2.2.5	Lüftung von fensterlosen Nassräumen.....	100
2.2.6	Ventilatorgesteuertes Abluftkanalsystem mit dezentraler Außenluftnachführung.....	100
2.2.7	Ventilatorgeführtes Zuluftkanalsystem mit dezentraler Fortluftabführung.....	102
2.2.8	Kombination von Zuluft- und Abluftkanalsystemen.....	103
2.2.9	Kompakte Zu- und Abluftsysteme.....	103
2.2.10	Feuchteregulierung der Zuluft.....	103
3	Integration erneuerbarer Energien und Wärmerückgewinnung	105
3.1	Solarthermische Außenlufterwärmung.....	105
3.1.1	Funktion eines Solar-Luftkollektors.....	105
3.1.2	Energieautarke Solar-Luftkollektoren.....	107
3.1.3	Solare Wohnungslüftung und Trinkwassererwärmung.....	107
3.1.4	Auslegungsparameter von Solar-Luftkollektoren.....	108
3.1.5	Wartungs- und Inspektionsaufwendungen.....	109
3.1.6	Praxisbeispiel einer aktiven Solar-Luftkollektoranlage.....	109
3.1.7	Praxisbeispiel einer passiven Solar-Luftkollektoranlage.....	109
3.2	Geothermische Außenlufttemperierung.....	110
3.2.1	Nutzung von Umweltwärme im oberflächennahen Untergrund....	111
3.2.2	Der luftgeführte Erdwärmeübertrager.....	111
3.2.3	Der solegeführte Erdwärmeübertrager.....	114
3.3	Wärmerückgewinnung aus der Abluft (Wärmepumpe).....	115
3.3.1	Der Wärmenutzungsprozess einer Wärmepumpe.....	115

3.3.2	Integration einer Speicher-Warmwasser-Wärmepumpe.....	116
3.3.3	Integration einer Split-Warmwasser-Wärmepumpe.....	117
3.3.4	Kühlung der Raumluft und Warmwasserbereitung.....	118
3.3.5	Entfeuchtung der Kellerluft und Warmwasserbereitung.....	119
3.3.6	Abluft-Kompakt-Wärmepumpe.....	119
4	Vom Lüftungskonzept zum Baubiologischen Raumklimakonzept.....	121
4.1	Normative Grundlagen.....	121
4.1.1	Lüftung zum baulichen Feuchteschutz.....	122
4.1.2	Luftvolumenstrom durch Infiltration.....	122
4.1.3	Mindest-Außenluftvolumenstrom.....	122
4.1.4	Empfehlungen lüftungstechnischer Maßnahmen (LtM).....	123
4.2	Planung der Lüfterneuerung im umbauten Raum.....	123
4.2.1	Erstellen einer Raumliste.....	123
4.2.2	Erstellen eines Anforderungsprofils (Last- und Nutzungsprofile).....	124
4.2.3	Baulicher Feuchteschutz und freie Lüftung.....	125
4.2.4	Normative Lüftungsstufen.....	126
4.3	Konzeptentwurf für das Beispielhaus.....	126
4.3.1	Lüfterneuerung im Erdgeschoss.....	127
4.3.2	Lüfterneuerung im Obergeschoss.....	128
4.4	Lüftung von Kellern und untergeordneten Räumen.....	129
4.4.1	Untergeordnete Räume.....	129
4.4.2	Belüftung von Kellerräumen.....	129
4.4.3	Radonbelastungen von Kellerräumen.....	130
4.4.4	Hinweise zur Belüftung und zum Feuchteschutz von Kellerräumen.....	130
5	Installation und Wartung von Lüftungssystemen.....	131
5.1	Hygieneanforderung und Lüftungsqualität.....	132
5.1.1	Die VDI-Richtlinie 6022.....	133
5.2	Filterklassen, Filtergüte und Luftfilteranlagen.....	134
5.2.1	Grobstaubfilter (Schmutzfilter).....	135
5.2.2	Feinstaubfilter (Pollenfilter).....	136
5.2.3	Schwebstoff-Filterklassen.....	136
5.2.4	Systemintegration und Materialien von Luftfiltern.....	137
5.2.5	Lüftungsanlagen für Allergiker.....	138

5.2.6	Wartung und Reinigung von Filteranlagen.....	138
5.2.7	Reinigung von Luftkanälen und deren Komponenten.....	139
5.3	Komponenten von Lüftungssystemen und raumlufttechnischen Anlagen.....	139
5.3.1	Rohrmaterialien, Formstücke, Verbindungen und Befestigung	140
5.3.2	Schalldämpfer (Telefonie-, Geräte- und Körperschall)	141
5.3.3	Wärmeschutz von Luftkanälen	141
5.3.4	Sicheres Abführen von Kondensat	142
5.4	Zentrale Staubsaugeanlagen	143
5.4.1	Komponenten einer zentralen Staubsaugeanlage.....	144
5.4.2	Planung einer zentralen Staubsaugeanlage	144
5.5	Abnahme und Inbetriebnahme von Lüftungssystemen.....	145

TEIL 3: WASSER

1	Das Wasser als Informations- und Energieträger.....	147
1.1	Wasser und Mensch	147
1.2	Das Wasser unserer Umgebung.....	147
1.3	Wasser im Mikroklima und nachhaltige Aquakultur.....	148
1.4	Wasser zur Nutzung von Umweltwärme.....	148
1.5	Wasserhaushalt und natürliche Ordnung des Wassers.....	149
2	Wasser in der Gebäudetechnik.....	150
2.1	Gebäudetechnische Differenzierung des Wassers.....	150
2.1.1	Wasser verändert sich	151
2.1.2	Wasser als Lebensmittel (Trinkwasserverordnung).....	152
2.1.3	Weitere Verordnungen und Gesetze rund um das Wasser	153
2.2	Nutzungsarten von Wasser in der Gebäudetechnik.....	154
2.2.1	Betriebswasser im Gebäude	155
2.2.2	Wasser für Toiletten und Urinale	156
2.2.3	Wasser zum Reinigen und Waschen	157
2.2.4	Heizungswasser als Betriebswasser	158
2.2.5	Sole als Betriebswasser (Wasser und Salz).....	159
2.2.6	Gartenbewässerung	160

2.3	Schmutzwasser und Entwässerung (Abwasser).....	160
2.3.1	Schwarzwasser und Grauwasser	161
2.3.2	Abwasserleitungen und Materialien	162
2.3.3	Rückstauverschlüsse und Hebeanlagen	163
2.3.4	Schallschutz	164
2.3.5	Gebäudenahe Abwasserwirtschaft	165
2.3.6	Aufbereitungsstufen von Abwässern	165
2.4	Dachentwässerung	166
2.4.1	Niederschlag und Regenwasser	166
2.4.2	Regenrinne, Trauf- und andere Bleche.....	167
2.4.3	Wohin mit dem Niederschlags- und Regenwasser?	169
3	Trinkwasser im Haus.....	170
3.1	Wassergewinnung.....	170
3.1.1	Dezentraler Grundwasserbrunnen.....	171
3.1.2	Kraft für die Brunnenpumpe als Hilfsenergie	172
3.2	Der Hauswasseranschluss.....	173
3.2.1	Wasserfilter und sicherheitstechnische Einrichtungen.....	175
3.2.2	Wartung des Hauswasseranschlusses.....	178
3.2.3	Wasseraufbereitung und Wasserbehandlung.....	178
3.2.3.1	Korrosivität von Wasser.....	179
3.2.3.2	Der Kalkanteil in Härtegraden.....	181
3.2.3.3	Physikalische Wasserbehandlung gegen Kalk.....	181
3.2.3.4	Chemische Wasserbehandlung gegen Kalk	182
3.3	Trinkwasserverteilung.....	183
3.3.1	Kaltes Trinkwasser	183
3.3.2	Warmes Trinkwasser	184
3.3.3	Wärmebedarf für Trinkwasser.....	184
3.3.4	Nutzungsprofil und Lastprofil	185
3.3.4.1	Warmwasserbedarf für das Beispielhaus.....	186
3.3.4.2	Auslegung der solarthermischen Wärmequellenanlage	189
3.3.4.3	Auslegung und Energiebedarf für eine Warmwasser- Wärmepumpe	189
3.3.5	Trink-Warmwasser vs. Raumwärme.....	189
3.3.6	Leitungsführung von warmem Wasser	189
3.3.6.1	Zirkulationsleitung und Zirkulationspumpe	190

3.3.6.2	Die Regelung von Zirkulationspumpen	192
3.3.7	Thermische Desinfektion	192
3.3.8	Spülung von Trinkwasser-Installationssystemen	192
3.4	Bereitstellung von warmem Wasser.....	194
3.4.1	Der Heizungs-Pufferspeicher (Schnittstelle zur Heizungstechnik)	194
3.4.2	Warmwasserhygiene und Frischwassertechnik	195
3.4.3	Wartung und Pflege der Frischwassererwärmung	198
3.4.4	Solarthermische Anlagentechnik zur Trinkwassererwärmung.....	199
3.4.5	Warmwasser-Wärmepumpen.....	200
4	Grauwassernutzung	201
4.1	Die Potenziale der Grauwassernutzung	201
4.2	Leitungsführung des Grauwassers.....	202
4.2.1	Badewannen, Duschen und Waschtische	202
4.2.2	Küchenspülen und Ausgussbecken.....	202
4.3	Aufbereitung von Grauwasser.....	203
4.3.1	Der Membranbioreaktor (MBR).....	204
4.3.2	Stillstandszeiten der Anlage	205
4.3.3	Wartung von Grauwasser-Aufbereitungsanlagen	205
4.4	Grauwassernutzung im Bestand	206
4.5	Grundlagen zur Konzeption einer baubiologischen Grauwasser- Aufbereitungsanlage	207
4.6	Wärmerückgewinnung aus Grauwasser	208
4.7	Insel-Wasserwirtschaftssysteme	209
4.8	Szenario zur Abwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten.....	210
4.9	Pflanzenkläranlagen	211
5	Bewirtschaftung von Niederschlagswasser	213
5.1	Dachbegrünung	213
5.1.1	Wasserqualität und Regenertrag bei Gründächern.....	214
5.1.2	Rückhaltevermögen von Dachbegrünungen	215
5.1.3	Ganzjähriger Wärmeschutz durch Dachbegrünungen.....	215
5.2	Regenwasserbewirtschaftung.....	215
5.2.1	Regenwasser und seine Inhaltsstoffe	215

5.2.2	Wassermengen durch Niederschläge auf Dachflächen.....	216
5.2.2.1	Messung von Niederschlagswerten und Regenwasserertrag	217
5.2.2.2	Ermittlung der Niederschlagsmengen auf den Dachflächen des Beispielhauses	218
5.2.3	Regenwasser-Sammelbecken und Zisternen.....	219
5.2.4	Filterung und Reinigung von Regenwasser.....	220
5.2.5	Versickerung des Regenwassers.....	221
5.2.6	Versickerungsleistung	227
5.3	Nachhaltige Aquakultur und Wasserhaushalt des Gartens.....	228
5.3.1	Gartenbewässerung mit Niederschlagswasser	228
5.3.2	Bewirtschaftung des Niederschlagswassers am Beispielhaus	229
6	Sanitarräume und Hygiene	231
6.1	Besondere Anforderungen in inneren Feuchträumen.....	231
6.1.1	Feuchtelasten in sanitären Bereichen.....	231
6.1.2	Legionellen	232
6.1.3	Oberflächengestaltung	233
6.1.4	Sanitärgegenstände und Armaturen.....	233

TEIL 4: WÄRME

1	Die Thermische Ordnung im umbauten Raum.....	235
1.1	Das wärmende Haus.....	235
1.2	Wärmequellen und Wärmesenken.....	236
1.3	Der Wärmekörper Mensch.....	236
1.4	Die mittlere Raumtemperatur	238
1.4.1	Geometrische Wärmebrücken	239
1.4.2	Interne Wärmequellen	241
1.5	Raumordnung und Wärmebereiche	241
1.5.1	Temperaturspektrum im umbauten Raum.....	242
1.6	Ausrichtung und Bauweise	242
1.6.1	Wärmezonen Beispielhaus – Erdgeschoss	244
1.6.2	Wärmezonen Beispielhaus – Obergeschoss.....	245
1.7	Dynamische Wärmeübertragung an den Raum.....	245
1.7.1	Differenzierung der Heizperiode.....	246

2	Wohnwärmegestaltung	249
2.1	Der Wärmekreislauf im Raum.....	249
2.1.1	Heizlasten im Beispielhaus.....	250
2.1.2	Oberflächentemperaturen im Kontext der thermischen Behaglichkeit	251
2.1.3	Temperaturen zur Wärmeübertragung an den Raum	253
2.2	Gemischter Heizkreis und Heizkreisstation	254
2.2.1	Kennlinie und Regelungseinheit.....	255
2.3	Aktive Oberflächentemperierung	255
2.3.1	Leistungsbezüge bei Wärmeübertragungssystemen	257
2.3.2	Regelung und Regelgüte von aktiven Oberflächentemperierungen	258
2.3.3	Die Fußbodentemperierung.....	259
2.3.3.1	Wohltemperierte Duschbereiche	260
2.3.3.2	Wohltemperierte Badezimmer	261
2.3.4	Die Deckenflächentemperierung	262
2.3.5	Die Wandflächentemperierung.....	264
2.3.5.1	Wandflächentemperierung in der Modernisierung.....	265
2.3.6	Thermisch anspruchsvolle Räume und Bereiche.....	267
2.3.7	Systemauswahl und Bauarten von Wärmeübertragungssystemen	268
2.3.7.1	Trockenbau und Nasseinbau.....	269
2.3.8	Allgemeine Anforderungen bei Flächentemperierungssystemen...	270
2.3.9	Trocknung und Inbetriebnahme von Flächentemperierungssystemen.....	272
2.3.10	Lehm- und Kalkputze mit Wandflächentemperierung	272
2.4	Thermische Bauteilaktivierung.....	274
2.4.1	Funktionsweisen aktivierter Bauteile	274
2.5	Kühlen mit massiven Bauteilen und thermisch aktivierten Oberflächen	276
2.6	Solarthermische Bauteilaktivierung.....	276
2.7	Wohnwärmegestaltung Beispielhaus.....	279
2.7.1	Erdgeschoss – Hauptbau.....	280
2.7.2	Erdgeschoss – Anbau.....	280
2.7.3	Obergeschoss.....	282
2.7.4	Auslegung der Flächentemperierungen.....	283
2.7.5	Auslegung der Konvektoren.....	283

3	Wärmebereitstellung	284
3.1	Solarthermische Anlagentechnik als natürliche Wärmequelle.....	287
3.1.1	Solarthermische Wärmequellenanlagen.....	288
3.1.2	Multiple Speicherung von solarer Wärme.....	290
3.1.3	Vakuum-Röhrenkollektoren	291
3.1.4	Solarspeicher	292
3.2	Der Heizungspufferspeicher.....	293
3.2.1	Thermische Beladung eines Pufferspeichers.....	295
3.2.2	Multivalente Wärmebereitstellung	297
3.2.3	Kombi-Pufferspeicher mit integriertem WW-Speicher	298
3.2.4	Pufferspeicher mit externer Frischwassererwärmung (Plattenwärmetauscher)	298
3.2.5	Pufferspeicher mit interner Frischwassererwärmung (Wärmetauscherrohr).....	299
3.2.6	Wärmedämmung von Pufferspeichern	299
3.2.7	Raumgestaltung mit Pufferspeichern.....	301
3.2.8	Wärmeerzeuger zur Nacherwärmung	301
3.2.9	Der Pufferspeicher-Ladekreis (Anlagenhydraulik)	302
3.2.10	Ausblick: Energie-Pufferspeicher	304
3.3	Feuerstätten im Zentrum des Raumes.....	305
3.3.1	Feuerstätten und Lüftungssysteme.....	305
3.3.2	Wassergeführte Feuerstätten.....	306
3.3.3	Anschlusshydraulik eines Biomasse-Heizkessels	306
3.3.4	Beladestrategien von Pufferspeichern.....	307
3.3.5	Last-Ausgleichsschaltung zur Wärmeübertragung an den Raum.....	307
3.3.6	Parallelschaltung und Luftfreiheit im geschlossenen System	308
3.3.7	Sicherheitstechnische Einrichtungen	308
3.4	Die Heizungswärmepumpe.....	309
3.4.1	Wärmequellenanlagen	311
3.5	Wärmeverteilung.....	312
3.5.1	Materialien von Heizungsleitungen.....	312
3.5.2	Wärmedämmung von Heizungsrohren.....	313
3.5.3	Die Wärmezone des Heizkreises.....	314
3.5.4	Pumpen im Heizungssystem.....	315
3.5.5	Leistungsbestimmung von Heizungspumpen im Bestand	318

3.5.6	Inbetriebnahme von Heizungspumpen	319
3.5.7	Möglichkeiten zum Füllen, Spülen, Entleeren und Entlüften.....	319
3.6	Wärmebereitstellung im Beispielhaus	320
3.6.1	Solarthermische Wärmequellenanlagen.....	320
3.6.2	Solarthermische Wärmesenken.....	320
3.6.3	Wassergeführte Feuerstätte	320

TEIL 5: KRAFT

1	Die elektrische Kraft.....	321
1.1	Kraft – Raum – Haus	321
1.1.1	Der Kraftraum – Schlaf- und Ruheräume	322
1.1.2	Kraft für Automation und Komfort, Wärme und Mobilität.....	322
1.2	Die Elektroinstallation im Haus.....	322
1.2.1	Elektrische und magnetische Wechselfelder	323
1.2.2	Hochfrequente Strahlung.....	324
1.2.3	Baubiologische Haus-Elektroinstallation	324
1.2.4	Hausanschluss	326
1.2.5	Potentialausgleich	326
1.2.6	Erdung des Hauses.....	326
1.2.7	Hausnetz	327
1.2.8	Stromkreise und Verzweigungen	328
1.2.9	Kabel, Leitungsführung und Verteilung	330
1.2.10	Erdung von Abschirmungen.....	332
1.2.11	Hausinterne Anlagen.....	333
1.2.11.1	Elektrische Heizsysteme.....	333
1.2.11.2	Gebäudesystemtechnik	334
1.2.11.3	Smart Home und Smart Building	334
1.2.11.4	Telefon und WLAN-Funknetzwerk.....	336
1.2.11.5	Weitere Elektromog-Verursacher	337
1.3	Die Kraftverteilung im Beispielhaus	338
2	Haustechnische Verbraucher	341
2.1	Elektrischer Strom im Wohnhaus	341
2.1.1	Haustechnischer Bedarf an Hilfsenergie	341

2.1.2	Elektrische Lastgrößen der Haustechnik	341
2.1.3	Von der Lastgröße zum Nutzungsprofil.....	343
2.2	Elektrischer Strom im Nicht-Wohngebäude	343
2.2.1	Büro- und Verwaltungsgebäude	344
2.2.2	Trend zur Kühllast (nicht nur) bei Nicht-Wohngebäuden	344
2.3	Warmwasserbereitung mit elektrischer Energie.....	345
2.3.1	Unterscheidungen der elektrischen Trinkwarmwasserbereitung ...	345
2.3.2	Trinkwasserhygiene durch Frischwassertechnik	346
2.3.3	Elektrische Durchlauferhitzer	346
2.3.4	Elektrische Boiler.....	347
2.3.5	Warmwasser-Wärmepumpen.....	348
2.3.6	Heizungspufferspeicher als Stromspeicher	348
2.4	Elektrischer Strom für die Lüftungstechnik.....	349
2.4.1	Elektrische Leistungen in der Raumlüftungstechnik	349
2.5	Heizen mit elektrischer Energie?	350
2.5.1	Heizlast von Gebäuden	351
2.5.2	Elektrische Wärmeerzeuger.....	351
2.6	Kühlen mit elektrischer Energie.....	352
2.6.1	Die Kühllast von Gebäuden.....	352
2.6.2	Passive Kühlung	352
2.6.3	Passive Kühlung mit einer Wärmepumpenheizung.....	352
2.6.4	Aktive Kühlung	353
2.6.5	Spannungsversorgung für Kühlgeräte und -aggregate.....	353
2.7	Elektrische Verbraucher im Beispielhaus	353
3	Natürliches und künstliches Licht im Innenraum.....	355
3.1	Die Bedeutung des Lichts für den Menschen	355
3.1.1	Licht und Lebensqualität.....	356
3.1.2	Hormone als Botenstoffe	357
3.1.3	Dynamische Lichtkonzepte	358
3.2	Solare Beleuchtungskonzepte für den Innenraum	359
3.2.1	Am Anfang steht das Lichtkonzept für das Gebäude.....	359
3.2.2	Tageslicht und künstliche Beleuchtung im Tandem	360
3.2.3	Das Beleuchtungsprofil.....	360
3.3	Beleuchtung im Beispielhaus.....	360

4	Dezentrale Stromversorgung aus erneuerbaren Energien	362
4.1	Insellösungen und Insel-Gruppen.....	362
4.2	Nutzung von Photovoltaik.....	362
4.2.1	Erstellen eines Lastprofils.....	363
4.2.2	Photovoltaik-Inselanlage	364
4.2.3	Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen.....	365
4.2.3.1	Photovoltaik-Systeme.....	365
4.2.3.2	Wechselrichter	366
4.2.3.3	Anschluss an das Netz / Sicherheitseinrichtung	367
4.2.3.4	Ausblick.....	367
4.2.4	Solare Kraft-Wärme-Kopplung	367
4.2.5	Thermische Speicherung von Solarstrom	370
4.3	Brennstoffbezogene Kraft-Wärme-Kopplung	370
4.4	Windkraft	371
4.5	Wasserkraft	373
4.6	Biomasse.....	373
4.7	Energie- und Versorgungskonzept für das Beispielhaus.....	373
4.7.1	Wasserkonzept	373
4.7.2	Wärmeenergie	374
4.7.3	Elektrische Energie	374
	Literaturverzeichnis	375
	Stichwortverzeichnis.....	379