

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	1
<b>2</b>	<b>Vergleich mit dem Kfz</b> .....	15
2.1	Komfortfunktionen .....	16
2.2	Sicherheitsfunktionen .....	17
2.3	Energiemanagementfunktionen .....	17
2.4	Störmeldefunktionen .....	20
2.5	Limitvorgaben .....	22
2.6	Adaptives Nutzerverhalten .....	23
<b>3</b>	<b>Funktionen der Gebäudeautomation</b> .....	25
3.1	Komfortfunktionen .....	25
3.2	Sicherheitsfunktionen .....	26
3.3	Energiemanagementfunktionen .....	27
3.4	Multimediafunktionen .....	29
3.5	Dokumentmanagementfunktionen .....	30
3.5.1	Funktionen eines CMS .....	31
3.5.2	Anwendung des CMS-Systems Joomla XJ! .....	32
3.5.3	Fazit zu CMS-Systemen .....	39
<b>4</b>	<b>Systemvergleich der Gebäudeautomationssysteme</b> .....	41
4.1	Strukturierung der Gebäudeautomationssysteme .....	41
4.1.1	Zentrale Systeme .....	42
4.1.2	Dezentrale Systeme .....	44
4.1.3	Halbdezentrale Systeme .....	49
4.2	Medien der Gebäudeautomationssysteme .....	50
4.2.1	Drahtgebundene Systeme .....	51
4.2.2	Funkbasierte Systeme .....	52
4.2.3	Powerline-basierte Systeme .....	54
4.2.4	LAN-/WLAN-basierte Systeme .....	56
4.2.5	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) .....	57

<b>5</b>	<b>Automatisierungspyramide der Gebäudeautomation .....</b>	<b>59</b>
5.1	Konventionelle Elektroinstallation .....	60
5.1.1	Hausanschluss .....	61
5.1.2	Zählerplatz .....	62
5.1.3	Stromkreisverteiler und Sicherungseinrichtungen .....	62
5.1.4	Kabel und Leitungen .....	63
5.1.5	Dezentrale Stromkreisverteiler .....	63
5.1.6	Kabelkanäle .....	64
5.1.7	Schalter, Steckdosen, Strom- und Lichtanschlüsse .....	64
5.1.8	Kommunikationseinrichtungen .....	64
5.1.9	Netzwerkeinrichtungen .....	65
5.1.10	Multimediaeinrichtungen .....	65
5.2	Feldbusebene .....	66
5.3	Automatisierungsebene .....	67
5.4	Leitebene .....	68
5.4.1	BuB-Systeme .....	68
5.4.2	Visualisierung .....	69
5.4.3	Steuerung .....	69
5.4.4	Störmeldung .....	69
5.4.5	Einbindung weiterer Funktionen .....	70
<b>6</b>	<b>Gateways und Systemschnittstellen .....</b>	<b>71</b>
6.1	Standards .....	71
6.1.1	KNX/EIB .....	71
6.1.2	LON .....	72
6.1.3	IEC 61131-3 .....	72
6.1.4	RS485 .....	73
6.1.5	Funk 868 MHz .....	73
6.1.6	EnOcean .....	73
6.1.7	Standardschnittstellen zwischen Feldbus- und Automatisierungsebene .....	73
6.2	Gateways .....	74
6.2.1	Echte Gateways .....	75
6.2.1.1	Einsatzgebiet .....	76
6.2.1.2	Beispiele für Gateways .....	76
6.2.2	Medienkoppler .....	79
6.2.3	Zubringersysteme .....	79
6.2.3.1	Beispiele für Zubringersysteme .....	80
6.2.4	Systemschnittstellen .....	81
6.2.4.1	Beispiele für Systemschnittstellen .....	82

<b>7</b>	<b>Gateways auf der Basis von Multifunktionssystemen</b>	83
7.1	Contronics Homeputer	83
7.2	IP-Symcon	84
7.2.1	Installation und Aufruf von IP-Symcon	86
7.2.2	Bestandteile von IP-Symcon	89
7.2.3	Anlage von Geräten mit der Quick-and-Dirty-Methode	92
7.2.4	Strukturierte Methode zum Aufbau einer IP-Symcon-Anwendung	127
7.2.4.1	Integration von KNX/EIB im Gebäudebeispiel	136
7.2.4.2	Integration von EnOcean im Gebäudebeispiel	143
7.2.4.3	Integration von HomeMatic im Gebäudebeispiel	147
7.2.4.4	Integration von LCN im Gebäudebeispiel	149
7.2.4.5	Integration einer WAGO-SPS im Gebäudebeispiel	153
7.2.4.6	Integration einer Siemens-S7-SPS im Gebäudebeispiel	156
7.2.4.7	Integration von EATON-xComfort im Gebäudebeispiel	158
7.2.4.8	Integration von Z-Wave im Gebäudebeispiel	159
7.2.4.9	Integration von 1-Wire im Gebäudebeispiel	161
7.2.4.10	Integration von DMX im Gebäudebeispiel	163
7.2.4.11	Integration von M-Bus im Gebäudebeispiel	165
7.2.4.12	Zusammenfassung zur Integration verschiedener Gebäudeautomationssysteme in IP-Symcon	167
7.2.4.13	Rangfolge der Güte und Möglichkeit zur Integration von Gebäudeautomationssystemen in IP-Symcon	169
7.2.5	Konfiguratoren	175
7.2.5.1	Verwendung des Konfigurators für KNX/EIB	175
7.2.5.2	Verwendung des HomeMatic-Konfigurators	181
7.2.5.3	Verwendung des LCN-Konfigurators	183
7.2.5.4	Verwendung des EATON-xComfort-Konfigurators	185
7.2.5.5	Verwendung des Z-Wave-Konfigurators	188
7.2.5.6	Vor- und Nachteile von Konfiguratoren	188
7.2.6	Smart-Metering-Möglichkeiten von IP-Symcon	189
7.3	Fazit zur Anwendung von IP-Symcon	194
<b>8</b>	<b>Übersicht über Gebäudeautomationssysteme</b>	197
8.1	Konventionelle Elektroinstallation	198
8.1.1	Analyse	203
8.1.2	Neubau	203
8.1.3	Sanierung	204
8.1.4	Erweiterung	204
8.1.5	Nachrüstung	204
8.1.6	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	204
8.1.7	Objektgebäude	205

8.2	X10 .....	205
8.2.1	Typische Geräte .....	206
8.2.1.1	Systemkomponenten .....	206
8.2.1.2	Sensoren .....	207
8.2.1.3	Aktoren .....	209
8.2.2	Programmierung .....	210
8.2.3	Analyse .....	210
8.2.4	Neubau .....	211
8.2.5	Sanierung .....	211
8.2.6	Erweiterung .....	211
8.2.7	Nachrüstung .....	211
8.2.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	211
8.2.9	Objektgebäude .....	211
8.3	KNX/EIB-Powernet .....	212
8.3.1	Typische Geräte .....	214
8.3.1.1	Systemkomponenten .....	215
8.3.1.2	Sensoren .....	216
8.3.1.3	Aktoren .....	218
8.3.2	Programmierung .....	218
8.3.3	Analyse .....	218
8.3.4	Neubau .....	219
8.3.5	Sanierung .....	219
8.3.6	Erweiterung .....	219
8.3.7	Nachrüstung .....	220
8.3.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	220
8.3.9	Objektgebäude .....	220
8.4	Rademacher Homeline/Contronics Homeputer .....	221
8.4.1	Typische Geräte .....	221
8.4.1.1	Systemkomponenten .....	221
8.4.1.2	Sensoren/Aktoren .....	222
8.4.2	Programmierung .....	222
8.4.3	Analyse .....	231
8.4.4	Neubau .....	231
8.4.5	Sanierung .....	232
8.4.6	Erweiterung .....	232
8.4.7	Nachrüstung .....	232
8.4.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	232
8.4.9	Objektgebäude .....	233
8.5	digitalSTROM .....	233
8.5.1	Typische Geräte .....	234
8.5.1.1	Systemkomponenten .....	235
8.5.1.2	Sensoren .....	238
8.5.1.3	Aktoren (mit integriertem Sensor) .....	240

8.5.2	Programmierung/Software .....	245
8.5.2.1	Programmierung des digitalSTROM-Servers .....	245
8.5.2.2	Erweiterung der Automatisierung um Apps .....	262
8.5.2.3	Automatisierung und Visualisierung mit IP-Symcon ....	263
8.5.3	Analyse .....	266
8.5.4	Neubau .....	267
8.5.5	Sanierung .....	267
8.5.6	Erweiterung .....	267
8.5.7	Nachrüstung .....	268
8.5.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	268
8.5.9	Objektgebäude .....	269
8.6	Eltako Powerline .....	269
8.6.1	Typische Geräte .....	270
8.6.1.1	Systemkomponenten .....	270
8.6.1.2	Sensoren .....	272
8.6.1.3	Aktoren .....	273
8.6.2	Programmierung .....	273
8.6.3	Analyse .....	273
8.6.4	Neubau .....	273
8.6.5	Sanierung .....	274
8.6.6	Erweiterung .....	274
8.6.7	Nachrüstung .....	274
8.6.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	274
8.6.9	Objektgebäude .....	274
8.7	KNX/EIB TP .....	275
8.7.1	Typische Geräte .....	280
8.7.1.1	Systemkomponenten .....	281
8.7.1.2	Sensoren .....	283
8.7.1.3	Aktoren .....	286
8.7.1.4	Raumcontroller .....	289
8.7.1.5	Smart-Metering-Lösungen .....	289
8.7.2	Automatisierung durch Hardware KNXNode und Software KNXVision .....	297
8.7.2.1	Funktionen des KNX-Node .....	298
8.7.2.2	Ausstattungsmerkmale des KNX-Node .....	298
8.7.2.3	KNX/EIB-Vision-Software .....	298
8.7.3	Programmierung des KNX/EIB mit der Engineering- Tool-Software ETS .....	299
8.7.3.1	Adressen und Teilnehmer .....	300
8.7.3.2	KNXVision Classic .....	302
8.7.4	Analyse .....	303
8.7.5	Neubau .....	303

8.7.6	Sanierung .....	304
8.7.7	Erweiterung .....	304
8.7.8	Nachrüstung .....	305
8.7.9	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	305
8.7.10	Objektgebäude .....	305
8.8	LCN .....	306
8.8.1	Typische Geräte .....	309
8.8.1.1	Systemkomponenten .....	309
8.8.1.2	Module .....	310
8.8.1.3	Peripherie zu Modulen .....	312
8.8.2	Programmierung .....	315
8.8.2.1	Software LCN-Pro .....	315
8.8.2.2	Globales Visualisierungssystem (LCN-GVS) .....	320
8.8.3	Analyse .....	322
8.8.4	Neubau .....	324
8.8.5	Sanierung .....	324
8.8.6	Erweiterung .....	324
8.8.7	Nachrüstung .....	324
8.8.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	325
8.8.9	Objektgebäude .....	325
8.9	LON .....	325
8.9.1	Typische Geräte .....	327
8.9.1.1	Systemkomponenten .....	328
8.9.1.2	Sensoren .....	328
8.9.1.3	Aktoren .....	329
8.9.1.4	Raumcontroller .....	329
8.9.2	Programmierung .....	330
8.9.3	Analyse .....	331
8.9.4	Neubau .....	332
8.9.5	Sanierung .....	332
8.9.6	Erweiterung .....	333
8.9.7	Nachrüstung .....	333
8.9.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	333
8.9.9	Objektgebäude .....	333
8.10	PEHA PHC .....	334
8.10.1	Typische Geräte .....	335
8.10.1.1	Systemkomponenten .....	336
8.10.1.2	Sensoren .....	337
8.10.1.3	Aktoren .....	338
8.10.2	Programmierung .....	338
8.10.2.1	Programmierung mit der PEHA PHC Systemsoftware	338
8.10.2.2	Programmierung mit der PEHA PHC Comfortsoftware	347

---

8.10.2.3	Andere Möglichkeiten zur Programmierung des PEHA-Systems .....	355
8.10.2.4	Protokollanalyse .....	356
8.10.2.5	Verwendung der Klemme 750-653 am WAGO-Controller 750-849 .....	358
8.10.2.6	Fazit zur Ankopplung PEHA-PHC an WAGO-SPS .....	360
8.10.3	Analyse .....	361
8.10.4	Neubau .....	362
8.10.5	Sanierung .....	362
8.10.6	Erweiterung .....	362
8.10.7	Nachrüstung .....	363
8.10.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	363
8.10.9	Objektgebäude .....	363
8.11	ELV/eQ-3 HomeMatic RS485 .....	363
8.11.1	Typische Geräte .....	364
8.11.1.1	Systemkomponenten .....	364
8.11.1.2	Sensoren .....	365
8.11.1.3	Aktoren .....	366
8.11.2	Programmierung .....	367
8.11.3	Analyse .....	367
8.11.4	Neubau .....	368
8.11.5	Sanierung .....	369
8.11.6	Erweiterung .....	369
8.11.7	Nachrüstung .....	369
8.11.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	369
8.11.9	Objektgebäude .....	370
8.12	ELSO IHC .....	370
8.12.1	Analyse .....	372
8.12.2	Neubau .....	373
8.12.3	Sanierung .....	373
8.12.4	Erweiterung .....	373
8.12.5	Nachrüstung .....	373
8.12.6	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	373
8.12.7	Objektgebäude .....	374
8.13	Doepke Dupline .....	374
8.13.1	Typische Geräte .....	382
8.13.1.1	Systemkomponenten .....	382
8.13.1.2	Sensoren .....	384
8.13.1.3	Aktoren .....	386
8.13.2	Programmierung .....	387
8.13.3	Analyse .....	389
8.13.4	Neubau .....	389

---

8.13.5	Sanierung .....	389
8.13.6	Erweiterung .....	390
8.13.7	Nachrüstung .....	390
8.13.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	390
8.13.9	Objektgebäude .....	392
8.14	Eltako RS485 .....	393
8.14.1	Typische Geräte .....	396
8.14.1.1	Systemkomponenten .....	396
8.14.1.2	Sensoren .....	398
8.14.1.3	Aktoren .....	399
8.14.2	Programmierung .....	400
8.14.3	Analyse .....	401
8.14.4	Neubau .....	401
8.14.5	Sanierung .....	402
8.14.6	Erweiterung .....	402
8.14.7	Nachrüstung .....	402
8.14.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	402
8.14.9	Objektgebäude .....	403
8.15	INSTA-433-MHz-Funkbussystem (Berker, GIRA, Jung) .....	403
8.15.1	Typische Geräte .....	404
8.15.1.1	Systemkomponenten .....	404
8.15.1.2	Sensoren .....	405
8.15.1.3	Aktoren .....	407
8.15.2	Analyse .....	408
8.15.3	Neubau .....	409
8.15.4	Sanierung .....	409
8.15.5	Erweiterung .....	410
8.15.6	Nachrüstung .....	410
8.15.7	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	410
8.15.8	Objektgebäude .....	411
8.16	ELV FS20 .....	411
8.16.1	Typische Geräte .....	412
8.16.1.1	Systemkomponenten .....	412
8.16.1.2	Sensoren .....	412
8.16.1.3	Aktoren .....	415
8.16.2	Programmierung .....	417
8.16.2.1	Direkte Point-to-point-Zuordnung .....	417
8.16.2.2	Erweiterte Programmiermöglichkeit mit Homeputer ...	418
8.16.3	Analyse .....	418
8.16.4	Neubau .....	419
8.16.5	Sanierung .....	419
8.16.6	Erweiterung .....	419



8.16.7	Nachrüstung .....	419
8.16.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement .....	420
8.17	eQ-3 HomeMatic 868-MHz-Funk .....	420
8.17.1	Typische Geräte .....	422
8.17.1.1	Systemkomponenten .....	422
8.17.1.2	Sensoren .....	424
8.17.1.3	Aktoren .....	426
8.17.2	Programmierung .....	427
8.17.2.1	Programmierung durch direkte Verknüpfung .....	427
8.17.2.2	Programmierung auf der Zentrale CCU .....	428
8.17.2.3	Software Homeputer .....	433
8.17.3	Analyse .....	445
8.17.4	Neubau .....	446
8.17.5	Sanierung .....	446
8.17.6	Erweiterung .....	446
8.17.7	Nachrüstung .....	447
8.17.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement .....	447
8.18	EATON xComfort .....	447
8.18.1	Typische EATON-xComfort-Geräte .....	449
8.18.1.1	Systemkomponenten .....	449
8.18.1.2	Sensoren .....	451
8.18.1.3	Aktoren .....	457
8.18.1.4	Raumcontroller .....	459
8.18.2	Programmierung der Funkkomponenten .....	461
8.18.2.1	Programmierung im Basic Mode .....	461
8.18.2.2	Programmierung im Comfort Mode .....	462
8.18.2.3	Programmierung mit Homeputer .....	467
8.18.2.4	Fazit zur Programmierung .....	470
8.18.3	Analyse .....	470
8.18.4	Neubau .....	471
8.18.5	Sanierung .....	472
8.18.6	Erweiterung .....	472
8.18.7	Nachrüstung .....	472
8.18.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement .....	472
8.18.9	Objektgebäude .....	473
8.19	Merten Connect .....	473
8.19.1	Typische Geräte .....	474
8.19.1.1	Systemkomponenten .....	475
8.19.1.2	Sensoren .....	475
8.19.1.3	Aktoren .....	477

8.19.2	Programmierung .....	479
	8.19.2.1 Die EASY CONNECT-Methode: .....	479
	8.19.2.2 Der Funkkonfigurator CONNECT .....	479
8.19.3	Analyse .....	480
8.19.4	Neubau .....	481
8.19.5	Sanierung .....	481
8.19.6	Erweiterung .....	481
8.19.7	Nachrüstung .....	482
8.19.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	482
8.19.9	Objektgebäude .....	482
8.20	Z-Wave .....	482
8.20.1	Typische Geräte .....	483
	8.20.1.1 Systemkomponenten .....	484
	8.20.1.2 Sensoren .....	485
	8.20.1.3 Aktoren .....	487
8.20.2	Programmierung .....	488
	8.20.2.1 Programmierung über die Homepage <a href="http://www.z-wave.me">www.z-wave.me</a> ..	491
	8.20.2.2 Programmierung mit IP-Symcon .....	500
	8.20.2.3 Programmierung über den Controller Vera lite .....	502
8.20.3	Analyse .....	509
8.20.4	Neubau .....	510
8.20.5	Sanierung .....	510
8.20.6	Erweiterung .....	510
8.20.7	Nachrüstung .....	511
8.20.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	511
8.20.9	Objektgebäude .....	511
8.21	ELDAT Easywave .....	512
8.21.1	Typische Geräte .....	513
	8.21.1.1 Systemkomponenten .....	513
	8.21.1.2 Sensoren .....	515
	8.21.1.3 Aktoren .....	517
8.21.2	Programmierung .....	518
	8.21.2.1 Direkte Programmierung über Point-to-point- Verknüpfung .....	518
	8.21.2.2 Programmierung über die Software CCsoft .....	518
8.21.3	Analyse .....	523
8.21.4	Neubau .....	523
8.21.5	Sanierung .....	524
8.21.6	Erweiterung .....	524
8.21.7	Nachrüstung .....	524
8.21.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	524
8.21.9	Objektgebäude .....	525

8.22	PEHA Easywave .....	525
8.22.1	Typische Geräte .....	526
8.22.1.1	Systemkomponenten .....	526
8.22.1.2	Sensoren .....	526
8.22.1.3	Aktoren .....	527
8.22.4	Analyse .....	527
8.22.5	Neubau .....	527
8.22.6	Sanierung .....	528
8.22.7	Erweiterung .....	528
8.22.8	Nachrüstung .....	528
8.22.9	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	528
8.22.10	Objektgebäude .....	528
8.23	EnOcean .....	529
8.23.1	Typische Geräte .....	529
8.23.1.1	Systemkomponenten .....	530
8.23.1.2	Sensoren .....	531
8.23.1.3	Aktoren .....	532
8.23.2	Programmierung .....	532
8.23.3	Analyse .....	532
8.23.4	Neubau .....	532
8.23.5	Sanierung .....	533
8.23.6	Erweiterung .....	533
8.23.7	Nachrüstung .....	533
8.23.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	533
8.23.9	Objektgebäude .....	534
8.24	Eltako Funkbussystem .....	534
8.24.1	Typische Geräte .....	535
8.24.1.1	Systemkomponenten .....	536
8.24.1.2	Sensoren .....	538
8.24.1.3	Aktoren .....	545
8.24.2	Programmierung .....	548
8.24.2.1	Programmierung durch Point-to-point-Verknüpfung ..	548
8.24.2.2	Programmierung über die Zentrale und Software FVS .	549
8.24.3	Analyse .....	558
8.24.4	Neubau .....	558
8.24.5	Sanierung .....	559
8.24.6	Erweiterung .....	559
8.24.7	Nachrüstung .....	559
8.24.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	559
8.24.9	Objektgebäude .....	560

8.25	PEHA Easyclick .....	560
8.25.1	Typische Geräte .....	562
8.25.1.1	Systemkomponenten .....	562
8.25.1.2	Sensoren .....	564
8.25.1.3	Aktoren .....	565
8.25.2	Programmierung .....	567
8.25.3	Analyse .....	568
8.25.4	Neubau .....	568
8.25.5	Sanierung .....	568
8.25.6	Erweiterung .....	569
8.25.7	Nachrüstung .....	569
8.25.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	569
8.25.9	Objektgebäude .....	570
8.26	RWE SmartHome .....	570
8.26.1	Typische Geräte .....	573
8.26.1.1	Systemkomponenten .....	573
8.26.1.2	Sensoren .....	574
8.26.1.3	Aktoren .....	578
8.26.2	Programmierung .....	579
8.26.3	Analyse .....	580
8.26.4	Neubau .....	581
8.26.5	Sanierung .....	581
8.26.6	Erweiterung .....	581
8.26.7	Nachrüstung .....	581
8.26.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	582
8.26.9	Objektgebäude .....	582
8.27	Hager tebis KNX Funk .....	582
8.27.1	Typische Geräte .....	583
8.27.1.1	Systemkomponenten .....	583
8.27.1.2	Sensoren .....	584
8.27.1.3	Aktoren .....	585
8.27.2	Programmierung .....	586
8.27.3	Analyse .....	586
8.27.4	Neubau .....	587
8.27.5	Sanierung .....	587
8.27.6	Erweiterung .....	587
8.27.7	Nachrüstung .....	587
8.27.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	587
8.28	Siemens S7-300 .....	588
8.28.1	Typische Geräte .....	589
8.28.2	Programmierung .....	591
8.28.3	Analyse .....	602

---

8.28.4	Neubau .....	604
8.28.5	Sanierung .....	604
8.28.6	Erweiterung .....	604
8.28.7	Nachrüstung .....	604
8.28.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	605
8.28.9	Objektgebäude .....	605
8.29	Siemens S7-200 .....	605
8.29.1	Typische Geräte .....	606
8.29.2	Programmierung .....	607
8.29.3	Analyse .....	611
8.29.4	Neubau .....	612
8.29.5	Sanierung .....	612
8.29.6	Erweiterung .....	612
8.29.7	Nachrüstung .....	612
8.29.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	613
8.29.9	Objektgebäude .....	613
8.30	Siemens LOGO .....	613
8.30.1	Typische Geräte .....	615
8.30.2	Programmierung .....	617
8.30.3	Analyse .....	625
8.30.4	Neubau .....	626
8.30.5	Sanierung .....	627
8.30.6	Erweiterung .....	627
8.30.7	Nachrüstung .....	627
8.30.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	627
8.30.9	Objektgebäude .....	628
8.31	WAGO 750 .....	628
8.31.1	Typische Geräte .....	629
8.31.1.1	Systemkomponenten .....	629
8.31.1.2	WAGO-Busklemmensystem .....	630
8.31.1.3	Sonderklemmen .....	631
8.31.2	Programmierung .....	632
8.31.2.1	Implementierung der EnOcean-Klemme von WAGO ...	633
8.31.2.2	Implementierung der KNX/EIB-Klemme von WAGO ...	635
8.31.2.3	Datenaustausch zwischen verteilten SPS-Systemen .....	642
8.31.3	Analyse .....	648
8.31.4	Neubau .....	649
8.31.5	Sanierung .....	649
8.31.6	Erweiterung .....	650
8.31.7	Nachrüstung .....	650
8.31.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	650
8.31.9	Objektgebäude .....	651

8.32	Beckhoff .....	651
8.32.1	Typische Geräte .....	653
8.32.1.1	Beckhoff Embedded-PC CX9000 mit K-Bus .....	654
8.32.1.2	Beckhoff-Busklemmensystem .....	655
8.32.1.3	KNX/EIB-Busklemme .....	656
8.32.2	Programmierung .....	656
8.32.2.1	Beckhoff Software TwinCAT .....	656
8.32.2.2	TwinCAT System Manager .....	657
8.32.2.3	TwinCAT PLC .....	658
8.32.2.4	Umsetzung von Gebäudeautomationsfunktionen mit dem Beckhoff CX9001-1001 .....	658
8.32.2.5	Implementierung der EnOcean-Klemme von Beckhoff ..	663
8.32.2.6	Implementierung der KNX/EIB-Klemme von Beckhoff .	666
8.32.3	Analyse .....	670
8.32.4	Neubau .....	671
8.32.5	Sanierung .....	671
8.32.6	Erweiterung .....	672
8.32.7	Nachrüstung .....	672
8.32.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	672
8.32.9	Objektgebäude .....	673
8.33	Phoenix Contact Interbus .....	673
8.33.1	Typische Geräte .....	674
8.33.1.1	Phoenix Contact ILC 150 ETH .....	674
8.33.1.2	Sensoren .....	675
8.33.1.3	Aktoren .....	676
8.33.2	Software .....	676
8.33.2.1	Software Phoenix PC Worx .....	676
8.33.2.2	Anbindung von KNX/EIB .....	685
8.33.2.3	Kopplung zwischen Phoenix Contact Interbus und KNX/EIB .....	688
8.33.3	Analyse .....	689
8.33.4	Neubau .....	690
8.33.5	Sanierung .....	691
8.33.6	Erweiterung .....	691
8.33.7	Nachrüstung .....	691
8.33.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	691
8.33.9	Objektgebäude .....	692
8.34	Phoenix Contact Nanoline .....	692
8.34.1	Typische Geräte .....	694
8.34.1.1	Systemkomponenten .....	694
8.34.1.2	Eingangsmodule .....	697
8.34.1.3	Kombinierte Eingangs-/Ausgangsmodule .....	697

8.34.2	Software .....	697
8.34.2.1	Ablaufsprache .....	699
8.34.2.2	Kontaktplan .....	705
8.34.2.3	Anlage eines Projekts .....	706
8.34.2.4	Konfiguration der Geräte .....	708
8.34.2.5	Beschreibung der Datenelemente .....	710
8.34.2.6	Verbinden von Ablaufdiagrammen .....	710
8.34.3	Analyse .....	710
8.34.4	Neubau .....	711
8.34.5	Sanierung .....	711
8.34.6	Erweiterung .....	711
8.34.7	Nachrüstung .....	712
8.34.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	712
8.34.9	Objektgebäude .....	712
8.35	EATON Easy .....	712
8.35.1	Typische Geräte .....	713
8.35.1.1	Systemkomponenten .....	713
8.35.1.2	Sensoren und Aktoren .....	715
8.35.1.3	Programmierung .....	715
8.35.2	Analyse .....	716
8.35.3	Neubau .....	716
8.35.4	Sanierung .....	716
8.35.5	Erweiterung .....	717
8.35.6	Nachrüstung .....	717
8.35.7	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	717
8.35.8	Objektgebäude .....	717
8.36	Schneider Electric Zelio .....	717
8.36.1	Typische Geräte .....	718
8.36.1.1	Systemkomponenten .....	718
8.36.1.2	Sensoren und Aktoren .....	720
8.36.2	Programmierung .....	720
8.36.3	Analyse .....	727
8.36.4	Neubau .....	727
8.36.5	Sanierung .....	727
8.36.6	Erweiterung .....	727
8.36.7	Nachrüstung .....	728
8.36.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	728
8.36.9	Objektgebäude .....	728
8.37	EM 1000 .....	728
8.37.1	Typische Geräte .....	729
8.37.1.1	Systemkomponenten .....	729
8.37.1.2	Sensoren .....	729

8.37.2	Programmierung .....	732
8.37.3	Analyse .....	733
8.37.4	Neubau .....	733
8.37.5	Sanierung .....	733
8.37.6	Erweiterung .....	733
8.37.7	Nachrüstung .....	733
8.37.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	734
8.37.9	Objektgebäude .....	734
8.38	DALI .....	734
8.38.1	Typische Geräte .....	737
8.38.1.1	Systemkomponenten .....	737
8.38.1.2	Aktoren .....	738
8.38.2	Programmierung .....	739
8.38.2.1	Programmierung im KNX/EIB mit der ETS .....	739
8.38.2.2	Programmierung mit der Codesys im WAGO-SPS-System .....	741
8.38.3	Analyse .....	744
8.38.4	Neubau .....	744
8.38.5	Sanierung .....	745
8.38.6	Erweiterung .....	745
8.38.7	Nachrüstung .....	745
8.38.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	745
8.38.9	Objektgebäude .....	746
8.39	SMI .....	746
8.39.1	Typische Geräte .....	748
8.39.2	Analyse .....	749
8.39.3	Neubau .....	749
8.39.4	Sanierung .....	749
8.39.5	Erweiterung .....	749
8.39.6	Nachrüstung .....	749
8.39.7	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement	749
8.39.8	Objektgebäude .....	750
8.40	IP-Symcon-Hardware .....	750
8.40.1	Typische Geräte .....	750
8.40.1.1	Systemkomponenten .....	750
8.40.1.2	Sensoren .....	751
8.40.1.3	Aktoren .....	752
8.40.2	Programmierung .....	752
8.40.3	Analyse .....	754
8.40.4	Neubau .....	754
8.40.5	Sanierung .....	755
8.40.6	Erweiterung .....	755



8.40.7	Nachrüstung .....	755
8.40.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement .....	755
8.40.9	Objektgebäude .....	755
8.41	1-Wire .....	755
8.41.1	Typische Geräte .....	756
8.41.2	Programmierung .....	757
8.41.3	Analyse .....	759
8.41.4	Neubau .....	759
8.41.5	Sanierung .....	759
8.41.6	Erweiterung .....	760
8.41.7	Nachrüstung .....	760
8.41.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement .....	760
8.41.9	Objektgebäude .....	760
8.42	Rutenbeck-Serie TC IP .....	760
8.42.1	Typische Geräte .....	761
8.42.2	Bedienung/Konfiguration/Programmierung .....	764
8.42.3	Analyse .....	774
8.42.3.1	Temperaturüberwachung und -aufzeichnung in einem Gewächshaus .....	775
8.42.3.2	Stromfresser über das Netzwerk aufspüren (weiße und braune Ware) .....	776
8.42.3.3	Schalten über das Netzwerk – Beleuchtungssteuerung einer Firma mit dem TC IP 4 .....	777
8.42.3.4	Waschmaschine fertig ? – Überwachen der Last .....	777
8.42.3.5	Weitere denkbare Funktionen .....	778
8.42.4	Neubau .....	778
8.42.5	Sanierung .....	779
8.42.6	Erweiterung .....	779
8.42.7	Nachrüstung .....	779
8.42.8	Anwendbarkeit für smart-metering-basiertes Energiemanagement .....	779
8.42.9	Objektgebäude .....	779
<b>9</b>	<b>Systemvergleich .....</b>	<b>781</b>
9.1	Argumente für den Systemvergleich .....	781
9.2	Systemspezifische Beurteilung .....	786
9.3	Beurteilungsmatrix .....	802
<b>10</b>	<b>Grundlagen zur elektromechanischen Messung .....</b>	<b>823</b>
10.1.1	Messgeräte zur Bestimmung elektrischer Größen .....	836
10.1.2	Spannungs- und Strommessgeräte .....	837
10.1.3	Energie-Zähler .....	839
10.1.3.1	Konventionelle Haushaltszähler (Ferraris-Zähler) .....	839

10.1.3.2	Elektronischer Energiezähler .....	844
10.1.3.3	Elektronische Energiezähler .....	846
10.1.3.4	Elektronische Zähler mit S0-Schnittstelle .....	847
10.1.3.5	Energiezähler mit Gebäudeautomations-Interface .....	847
10.1.3.6	Gebäudeautomationsintegrierte elektronische Zähler ...	848
10.2	Zähler anderer Energiearten .....	848
10.2.1	Gasmengenzähler .....	848
10.2.1.1	Mechanische Gaszähler .....	849
10.2.2	Wasserzähler .....	851
10.2.2.1	Flügelradwasserzähler .....	852
10.2.2.2	Ultraschall-Zähler .....	852
10.2.2.3	Andere Bauformen und Messgeräte .....	852
10.2.3	Wärmemengenzähler .....	853
10.2.3.1	Heizkostenverteiler-Verdunster .....	854
10.2.3.2	Elektronische Wärmemengenzähler .....	855
10.2.4	Elektronische Abwassermengenzähler .....	857
10.2.4.1	Füllstandsmessung .....	857
10.2.4.2	Mechanische Füllstandsmessung .....	857
10.2.4.3	Elektronische Füllstandsmessgeräte .....	858
<b>11</b>	<b>Gesetzliche Grundlagen für Smart Metering .....</b>	<b>861</b>
11.1	Endenergieeffizienzrichtlinie .....	861
11.1.1	Richtlinien-Text .....	861
11.1.2	Kommentar zur Endenergieeffizienzrichtlinie der EU .....	890
11.1.3	Zusammenfassung .....	909
11.2	Energiewirtschaftsgesetz (EnWG von 2005, letzte Änderung 2012) .....	910
11.3	Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV von 2007, letzte Änderung 2009) .....	938
11.4	Energie Wärme Gesetz (EEWärmeG von 2008, letzte Änderung 2011) ...	950
11.5	Messzählerverordnung von 2008, zuletzt geändert 2012 .....	959
11.6	Initiierte Prototypen-Projekte für Smart Metering .....	965
11.7	Abschließender Kommentar zur gesetzlichen Regelung der Einführung von Energieeffizienz .....	966
<b>12</b>	<b>Funktionalität des Smart Meterings .....</b>	<b>969</b>
12.1	Anwendung der Smart Meter .....	971
12.2	Nutzen für den EVU-Kunden .....	975
12.3	Nutzen für das EVU .....	976
12.4	Erweiterungsmöglichkeiten .....	977

<b>13 Energiemanagement</b> .....	979
13.1 Persönliches, manuelles Energiemanagement .....	980
13.2 Gebäudeautomationsbasiertes Energiemanagement .....	982
13.3 Smart-Metering-basiertes Energiemanagement .....	983
13.3.1 Psychologisches Energiemanagement .....	983
13.3.2 Aktives Energiemanagement .....	985
13.3.2.1 Messung energetischer Grundlagen .....	985
13.3.2.2 Korrelation von Energiemess- mit Sensordaten .....	986
13.3.2.3 Hinweissystem .....	987
13.3.2.4 Aufforderung zur Verhaltensänderung .....	988
13.3.2.5 Energie- und Kosteneinsparpotenziale .....	988
13.3.2.6 Systematische Umsetzung als Energieberatungssystem .	988
13.3.3 Passives Energiemanagement .....	1013
13.3.3.1 Messung energetischer Grundlagen .....	1013
13.3.3.2 Korrelation von Energiemess- mit Sensordaten .....	1013
13.3.3.3 Hinweissystem .....	1014
13.3.3.4 Einzelraumtemperaturregelung/Heizungssteuerung .....	1014
13.3.3.5 Lichtsteuerung .....	1017
13.3.3.6 Stromkreissteuerung (schaltbare Steckdosen) .....	1021
13.3.3.7 Stromkreissteuerung (schaltbare Geräte) .....	1026
13.3.4 Einbindung von Komfortfunktionen .....	1027
13.3.4.1 Haus-wird-verlassen-Steuerung .....	1028
13.3.4.2 Haus-wird-betreten-Steuerung .....	1028
13.3.4.3 Frühstücksszenario .....	1028
13.3.4.4 Ankommenszenario .....	1028
13.3.5 Einbindung von Sicherheitsfunktionen .....	1029
13.3.5.1 Fensterkontaktüberwachung .....	1029
13.3.5.2 Präsenz-/Bewegungsmeldereinbindung .....	1029
13.3.5.3 Webcams .....	1029
13.3.5.4 Leckageerfassung .....	1030
13.3.5.5 Regendetektion und -mengenerfassung .....	1030
13.3.5.6 Feuchtedetektion .....	1030
13.4 Der Monitor als Multifunktionssystem .....	1031
13.4.1 Grundlagen .....	1031
13.4.2 Audiofunktionen .....	1034
13.4.3 Bildfunktionen .....	1035
13.4.4 Videofunktionen .....	1035
13.4.5 Internet .....	1036
13.4.6 Notizblockfunktion/Stundenpläne/Einkaufszettel .....	1036
13.4.7 Archivierungssystem .....	1037
13.4.8 Videotürsprechstellen .....	1037
13.4.9 Weitere Funktionen .....	1038

<b>14</b>	<b>Umsetzung von smart-metering-basiertem Energiemanagement mit FS20/Homeputer .....</b>	<b>1039</b>
14.1	Prototypenfunktion des Systems .....	1061
14.2	Smart-Metering-Einbindung .....	1062
14.3	Intelligentes Smart Metering .....	1063
14.4	Aktives Energiemanagement .....	1071
14.5	Passives Energiemanagement .....	1094
14.6	Einbindung von Komfortfunktionen .....	1104
14.7	Einbindung von Sicherheitsfunktionen .....	1105
14.8	Multifunktionssystem .....	1114
14.9	Graphische Darstellung von geloggtten Daten .....	1121
14.10	Fazit .....	1121
<b>15</b>	<b>Umsetzung von smart-metering-basiertem Energiemanagement mit KNX/EIB .....</b>	<b>1123</b>
15.1	Funktionalität des KNXnode .....	1132
15.2	Smart-Metering-Einbindung .....	1135
15.3	Aktives Energiemanagement .....	1143
15.3.1	Anzeigen der elektrisch aufgenommenen Leistung jedes Verbrauchers .....	1143
15.3.2	Anzeigen der aufgenommenen Wirkleistung der Steuerung .....	1146
15.3.3	Anzeigen der aufgenommenen Leistung, des Leistungsfaktors und des Zählerstandes der Demonstrations-Leuchtwand .....	1146
15.3.4	Anzeige der Raumtemperatur .....	1147
15.4	Passives Energiemanagement .....	1148
15.4.1	Lastmanagement .....	1149
15.4.1.1	Spitzenlasttarifabhängige Abschaltung einiger Verbraucher .....	1149
15.4.1.2	Tarifabhängiges Einschalten einiger Verbraucher .....	1151
15.4.1.3	Leistungsfaktorabhängige Abschaltung induktiver Verbraucher .....	1153
15.4.2	Heizungssteuerung inklusive Fernparametrieroption .....	1154
15.5	Einbindung von Komfortfunktionen .....	1158
15.5.1	Abschalten kritischer Geräte beim Verlassen des Gebäudes .....	1158
15.5.2	Optische Türklingelunterstützung für verschiedene Räume .....	1159
15.5.3	Optionales „Frühstücksszenario“ mittels Funktaster .....	1161
15.5.4	Mehrfachbelegung eines Sensors für Komfortfunktionen .....	1163
15.6	Einbindung von Sicherheitsfunktionen .....	1165
15.6.1	Alarmanlagen Unterstützung .....	1165
15.6.2	Internetbasierte USB-Überwachungskamera .....	1168
15.7	Multifunktionssystem .....	1169
15.7.1	Rezeptauswahl mit Hilfe des Internetbrowsers .....	1170

15.7.2	Internetbasiertes Einkaufs- und Bestellsystem mit Handy-Ankopplung .....	1170
15.7.3	Informationssystem/Stundenpläne .....	1173
15.8	Funktionen des altengerechten Wohnens (Ambient Assisted Living) .....	1173
15.8.1	Einbindung eines Armbands mit Panik-Taster Funktion .....	1173
15.9	Fazit .....	1174
<b>16</b>	<b>Umsetzung von smart-metering-basiertem Energiemanagement mit LCN ...</b>	<b>1177</b>
16.1	Programmierung des LCN-Systems .....	1180
16.2	Globales Visualisierungssystem (LCN-GVS) .....	1192
16.3	Aufbau des Demonstrationsmodells .....	1195
16.4	Smart-Metering-Einbindung .....	1196
16.5	Aktives Energiemanagement .....	1196
16.5.1	Funktion „Haus ist verlassen“ .....	1196
16.5.2	Funktion „Heizungsteuerung“ .....	1200
16.5.3	Funktion „Heizungsüberwachung“ .....	1201
16.5.4	Funktion „Jalousiesteuerung“ (über EnOcean-Funktaster) .....	1203
16.5.5	Funktion „Jalousieüberwachung“ .....	1205
16.6	Passives Energiemanagement .....	1206
16.6.1	Funktion „Haus ist verlassen“ .....	1207
16.6.2	Funktion Außenlicht .....	1209
16.6.3	Funktion „Konstantlichtregelung“ .....	1210
16.6.4	Funktion Heizungsteuerung .....	1212
16.6.5	Funktion Jalousiesteuerung .....	1213
16.7	Einbindung von Komfortfunktionen .....	1214
16.7.1	Funktion Lichtszenen .....	1214
16.8	Einbindung von Sicherheitsfunktionen .....	1216
16.8.1	Funktion „Alarmanlage“ .....	1216
16.9	Multifunktionssystem .....	1218
16.10	Fazit .....	1218
<b>17</b>	<b>Umsetzung von smart-metering-basiertem Energiemanagement mit WAGO 750 .....</b>	<b>1221</b>
17.1	Hardware .....	1224
17.2	Software CoDeSys .....	1232
17.2.1	Anweisungsliste (AWL) .....	1235
17.2.1.1	Kontaktplan (KOP) .....	1235
17.2.2	Funktionsplan (FUP) .....	1236
17.2.3	Ablaufsprache (AS) .....	1236
17.2.4	Strukturierter Text (ST, structured text) .....	1237
17.2.5	Freigraphischer Funktionsplan-Editor (Continuous Function Chart CFC) .....	1238

17.2.6	Programmierung einer Funktion .....	1239
17.2.7	Programmierung eines Funktionsblocks .....	1241
17.2.8	Bibliotheken .....	1245
17.2.9	CoDeSys-Visualisierung .....	1248
17.2.9.1	Grundlagen .....	1248
17.2.9.2	Erstellung einer Visualisierung .....	1249
17.3	Realisierung eines Gebäudeautomationsprojekts .....	1260
17.3.1	Hardware des Demonstrationsmodells .....	1260
17.3.2	Taskkonfiguration .....	1262
17.3.3	Controllerauswahl .....	1266
17.3.4	Variablendeklaration .....	1266
17.3.5	Visualisierung .....	1268
17.4	Smart-Metering-Einbindung .....	1268
17.5	Aktives Energiemanagement .....	1274
17.6	Passives Energiemanagement .....	1295
17.7	Gebäudeautomation .....	1300
17.8	Einbindung von Komfortfunktionen .....	1307
17.9	Einbindung von Sicherheitsfunktionen .....	1311
17.10	Multifunktionssystem .....	1312
17.11	Fazit .....	1313
<b>18</b>	<b>Umsetzung von smart-metering-basiertem Energiemanagement mit IP-Symcon .....</b>	<b>1315</b>
18.1	Gesamtansicht .....	1315
18.2	Feldbussysteme .....	1316
18.3	Visualisierungsparametrierung .....	1321
18.4	Energetische Rechnung .....	1323
18.5	Gebäudeautomation .....	1336
18.6	Komfortfunktionen .....	1342
18.7	Sicherheitsfunktionen .....	1342
18.8	Multifunktionssystem .....	1343
18.9	Medienübernahme .....	1352
18.10	Archivierung und Eventhandling .....	1353
18.11	Fazit .....	1355
<b>19</b>	<b>Kostenbetrachtung und Systemvergleich .....</b>	<b>1359</b>
<b>20</b>	<b>Fazit und Schlussfolgerung .....</b>	<b>1365</b>
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>1369</b>
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>1373</b>