

# Inhalt

Geleitwort .....	39
Vorwort .....	40

## TEIL I Einführung

### **1 Motivation »Intelligentes Wohnen«** 45

---

<b>1.1 Ein virtueller Rundgang</b> .....	45
<b>1.2 Smart Home, Heimautomation – was ist das?</b> .....	50
1.2.1 Das Smart Home setzt auf intelligente Gebäudetechnik .....	50
1.2.2 Smart-Home-Schlüsseigenschaften .....	50
1.2.3 Alternative Begriffsdefinitionen für das Smart Home .....	51
1.2.4 Das Thema Heimautomation .....	51
<b>1.3 Die Wahl des Bussystems</b> .....	52

### **2 Entscheidung Smart Home: ja oder ja** 55

---

<b>2.1 Rechnet sich eine Businstallation für mich?</b> .....	55
<b>2.2 Das Smart Home und der Energieverbrauch</b> .....	56
2.2.1 Wo wird am meisten Energie verbraucht? .....	56
2.2.2 Wie hilft eine intelligente Gebäudesteuerung beim Energiesparen? .....	57
<b>2.3 Wie bringe ich es meiner Frau bei?</b> .....	59
2.3.1 Vorbereitung für den Ernstfall .....	60
2.3.2 Wo können Sie punkten und wo verlieren? .....	61
<b>2.4 Das Smart-Home-Gruselkabinett</b> .....	62

### **3 Die Smart-Home-Ausbaustufen** 65

---

<b>3.1 Die Smart-Home-Pyramide</b> .....	65
3.1.1 Entscheidend ist das Fundament .....	65

- 3.1.2 Smart Home vorbereiten? ..... 66
  - 3.1.3 Schritt für Schritt erweitern ..... 66
  - 3.1.4 Smart Home nachrüsten? ..... 67
- 3.2 Was können Sie von Ihrem Smart Home erwarten? ..... 68**
  - 3.2.1 Die Grundfunktionen ..... 68
  - 3.2.2 Automatisierung durch erweiterte Sensorik ..... 69
  - 3.2.3 Bedienen, Visualisieren und Benachrichtigen ..... 70
  - 3.2.4 Fernsteuern ..... 71
  - 3.2.5 Szenen und Zentralfunktionen ..... 71
  - 3.2.6 Vernetzung verwandelt unsmartes Geräte in smarte Geräte ..... 73
  - 3.2.7 Gerüstet sein für die Zukunft ..... 74

**4 Abstecher in die Praxis ..... 75**

---

- 4.1 Wegweiser ..... 75**
- 4.2 Ein erstes Praxisbeispiel: Temperatur messen mit dem Raspberry Pi ..... 77**
  - 4.2.1 Bauen Sie sich Ihren 1-Wire-Bus ..... 77
  - 4.2.2 Geben Sie Ihrem RasPi ein Betriebssystem ..... 78
  - 4.2.3 Betreiben Sie Ihren RasPi »headless« ..... 81
  - 4.2.4 Installieren Sie den 1-Wire-Server OWFS ..... 83

**TEIL II Grundlagen**

**5 Die Elektrik im Wohnhaus ..... 91**

---

- 5.1 Überstromschutzeinrichtungen und Fehlerstromschutzeinrichtungen .... 91**
  - 5.1.1 Was ist Selektivität? ..... 91
  - 5.1.2 Der Leitungsschutzschalter (LS-Schalter) ..... 92
  - 5.1.3 Der Fehlerstromschutzschalter ..... 93
  - 5.1.4 Der selektive Leitungsschutzschalter (SLS-Schalter) ..... 95
  - 5.1.5 Die Kombination aus Fehlerstromschutzschalter und Leitungsschutzschalter ..... 96
- 5.2 Leitungsverlegung und Installationszonen ..... 97**
  - 5.2.1 Grundsätze der Leitungsverlegung ..... 97
  - 5.2.2 Die Installationszonen ..... 97
  - 5.2.3 Schutzbereiche für Räume mit Badewanne oder Dusche ..... 99

<b>5.3</b>	<b>Die wichtigsten Installationsleitungen .....</b>	<b>101</b>
<b>5.4</b>	<b>Die IP-Schutzarten .....</b>	<b>104</b>

## **6 Grundwissen Elektronik und Digitaltechnik** 107

---

<b>6.1</b>	<b>Einfache Logikfunktionen .....</b>	<b>107</b>
<b>6.2</b>	<b>Flipflops .....</b>	<b>108</b>
<b>6.3</b>	<b>Schließer und Öffner .....</b>	<b>109</b>
<b>6.4</b>	<b>Wie funktioniert ein Regelkreis? .....</b>	<b>110</b>
6.4.1	Der Standardregelkreis .....	110
6.4.2	Temperaturregelung im KNX-Umfeld .....	111
6.4.3	Regelalgorithmen verstehen .....	111
<b>6.5</b>	<b>Hysterese .....</b>	<b>113</b>
<b>6.6</b>	<b>Die Einheit Lux .....</b>	<b>115</b>

## **7 Gebäudeautomation verstehen** 117

---

<b>7.1</b>	<b>Das Smart Home umfasst alle Gewerke .....</b>	<b>117</b>
7.1.1	Welche Gewerke werden automatisiert? .....	117
7.1.2	Um smart zu werden, müssen die Gewerke vernetzt sein .....	119
<b>7.2</b>	<b>Vergleich mit der herkömmlichen Elektroinstallation .....</b>	<b>121</b>
7.2.1	Jalousiensteuerung konventionell .....	121
7.2.2	Jalousiensteuerung in smart .....	121
7.2.3	Auch Bedienelemente können smart oder unsmart sein .....	122
<b>7.3</b>	<b>Basistechnologien für die Gebäudeautomation .....</b>	<b>123</b>
<b>7.4</b>	<b>Die KNX-Infrastruktur .....</b>	<b>124</b>
7.4.1	Ein KNX-Minimalaufbau .....	124
7.4.2	Vorstellung der KNX-Komponenten .....	125
<b>7.5</b>	<b>Meistern Sie den Einstieg! .....</b>	<b>129</b>
7.5.1	Bauen Sie den ersten Prototyp .....	129
7.5.2	Vom richtigen Umgang mit KNX-Leitungen .....	130
7.5.3	Datenschienen sind nicht mehr aktuell .....	132

<b>8</b>	<b>Intelligent vernetzen mit EIB/KNX</b>	<b>133</b>
<b>8.1</b>	<b>KNX beherrscht verschiedene Übertragungsmedien</b>	<b>135</b>
<b>8.2</b>	<b>Die Topologie von KNX TP</b>	<b>136</b>
8.2.1	Welche KNX-TP-Topologien sind möglich?	136
8.2.2	Liniensegmente und Linien	138
8.2.3	Es wird noch größer: mit Bereichen	140
<b>8.3</b>	<b>Die physikalischen Adressen</b>	<b>141</b>
8.3.1	Die Notation der physikalischen Adresse	141
8.3.2	Spezielle physikalische Adressen für KNX-Koppler	142
<b>8.4</b>	<b>Die Gruppenadressen</b>	<b>142</b>
8.4.1	Gruppenadressen sind die virtuellen Verdrahtungen	143
8.4.2	Die Notation von Gruppenadressen	143
<b>8.5</b>	<b>Die Topologie von KNX PL</b>	<b>145</b>
8.5.1	Die Bereichskopplung bei KNX PL	146
8.5.2	Zusammenschalten von KNX TP und KNX PL	147
8.5.3	Wann ist KNX PL nicht möglich?	147
<b>8.6</b>	<b>Die Topologie von KNX RF</b>	<b>148</b>
<b>8.7</b>	<b>IP als Medium: KNXnet/IP</b>	<b>149</b>
8.7.1	KNXnet/IP-Geräte	149
8.7.2	Anforderungen an das IP-Netzwerk	150
<b>8.8</b>	<b>Wie funktioniert die Übertragung?</b>	<b>151</b>
8.8.1	Übertragung über Twisted Pair: KNX TP1	151
8.8.2	Übertragung über das Stromnetz: KNX PL	154
8.8.3	Die drahtlose Alternative: KNX RF	155
<b>8.9</b>	<b>Die KNX-Protokolle</b>	<b>155</b>
8.9.1	Das KNX-TP1-Protokoll	155
8.9.2	Erweiterter Telegrammaufbau bei KNX PL	163
8.9.3	Der Telegrammaufbau bei KNX RF	164
8.9.4	Ein KNX-TP1-Telegramm im Busmonitor	165
<b>9</b>	<b>Atmosphärisches Licht mit DALI</b>	<b>167</b>
<b>9.1</b>	<b>Was ist DALI?</b>	<b>167</b>
<b>9.2</b>	<b>Warum gibt es DALI?</b>	<b>168</b>
9.2.1	Der Vergleich zur 1–10-V-Technik	168

9.2.2	Ist ein weiterer Bus sinnvoll? .....	169
<b>9.3</b>	<b>Die DALI-Technik .....</b>	<b>170</b>
<b>9.4</b>	<b>Die DALI-Installation .....</b>	<b>171</b>
9.4.1	Eine separate Busleitung ist nicht erforderlich .....	171
9.4.2	Das DALI-Anschlusschema .....	172
9.4.3	Ansteuerung von RGB-LEDs .....	173
9.4.4	Der Baustellenbetrieb .....	174
<b>9.5</b>	<b>DALI im Smart Home .....</b>	<b>174</b>

## **10 1-Wire: nicht nur »eine« Ader** 177

---

<b>10.1</b>	<b>1-Wire-Grundlagen .....</b>	<b>178</b>
10.1.1	Was ist so toll an 1-Wire? .....	178
10.1.2	Master und Slaves .....	179
10.1.3	Der 1-Wire-Bus im Smart Home .....	182
<b>10.2</b>	<b>Die Spannungsversorgung des 1-Wire-Bus .....</b>	<b>183</b>
10.2.1	Wann ist ein externes Netzteil erforderlich? .....	183
10.2.2	Parasitär oder nicht? .....	183
10.2.3	Stromverbrauch der 1-Wire-Geräte .....	185
<b>10.3</b>	<b>Die Architektur: Topologie von 1-Wire .....</b>	<b>186</b>
10.3.1	Welche 1-Wire-Topologien sind möglich? .....	186
10.3.2	Wie »schwer« ist Ihr 1-Wire-Bus? .....	187
<b>10.4</b>	<b>Die 1-Wire-Identifikationsnummer .....</b>	<b>189</b>
<b>10.5</b>	<b>Die richtige Verkabelung .....</b>	<b>189</b>
<b>10.6</b>	<b>Die Überprüfung Ihres 1-Wire-Netzwerks .....</b>	<b>191</b>
<b>10.7</b>	<b>1-Wire: So wird es professionell .....</b>	<b>192</b>
<b>10.8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>194</b>

## **11 Energy Harvesting mit EnOcean** 195

---

<b>11.1</b>	<b>Der EnOcean-Standard .....</b>	<b>196</b>
11.1.1	Was zeichnet EnOcean aus? .....	196
11.1.2	Von der Natur gelernt: Energy Harvesting .....	197
11.1.3	Das EnOcean-Protokoll .....	198
11.1.4	Weitere hilfreiche Dokumentationen .....	200

- 11.2 EnOcean im Einsatz** ..... 200
  - 11.2.1 EnOcean für den Entwickler ..... 200
  - 11.2.2 EnOcean für den Anwender ..... 201
- 11.3 EnOcean im Smart Home** ..... 202
  - 11.3.1 Autonomes Funksystem ..... 203
  - 11.3.2 Mischform auf Basis von herstellerspezifischen Lösungen ..... 203
  - 11.3.3 Anbindung von EnOcean an KNX ..... 204
  - 11.3.4 Erhöhen Sie die Reichweite mit Repeatern ..... 205

**12 Weitere Technologien und Standards** ..... 207

---

- 12.1 Einfache serielle Verbindungen mit RS-232 und RS-485** ..... 207
  - 12.1.1 Die serielle RS-232-Schnittstelle ..... 208
  - 12.1.2 Differenzielle Übertragung mit RS-485 ..... 210
- 12.2 DMX – professionelles Licht aus der Bühnentechnik** ..... 211
  - 12.2.1 DMX-Busaufbau ..... 211
  - 12.2.2 Die DMX-Übertragung ..... 212
  - 12.2.3 DMX im Smart Home ..... 213
  - 12.2.4 Remote Device Management (RDM) ..... 213
- 12.3 ZigBee und Z-Wave** ..... 214
  - 12.3.1 ZigBee – Tanz der Honigbienen ..... 214
  - 12.3.2 Z-Wave ..... 216
  - 12.3.3 ZigBee, Z-Wave und Bluetooth im Vergleich ..... 217
- 12.4 Ethernet – der Standard in der vernetzten Welt** ..... 218
  - 12.4.1 Die Ethernet-Datenübertragung ..... 219
  - 12.4.2 Das Ethernet-Rahmenformat ..... 220
  - 12.4.3 Die Ethernet-Topologie ..... 223
- 12.5 Funknetzwerke mit WLAN** ..... 224
  - 12.5.1 WLAN ist eine Art drahtloses Ethernet ..... 224
  - 12.5.2 Die wichtigsten WLAN-Techniken ..... 225
  - 12.5.3 Das WLAN-Protokoll ..... 225
  - 12.5.4 Ein Wort zur Übertragungsgeschwindigkeit ..... 226
  - 12.5.5 5 GHz oder 2,4 GHz? ..... 226
  - 12.5.6 Das Thema Sicherheit im WLAN ..... 227
  - 12.5.7 WLAN-Hardware ..... 227

<b>12.6</b>	<b>Antriebe steuern mit SMI</b>	229
12.6.1	Technische Daten des Standard Motor Interface	230
12.6.2	Schematischer Anschluss von SMI-Antrieben	230
<b>12.7</b>	<b>Und es gibt noch mehr: HomeMatic, RWE SmartHome usw.</b>	231
12.7.1	HomeMatic	231
12.7.2	RWE SmartHome	232
12.7.3	DECT	232

## 13 Ausgewählte Netzwerkprotokolle 235

---

<b>13.1</b>	<b>Das OSI-Referenzmodell</b>	235
<b>13.2</b>	<b>Netzwerke mit SNMP managen</b>	237
13.2.1	Was ist SNMP?	237
13.2.2	Von Agenten und Männern in Schwarz	238
13.2.3	SNMP-Operationen	240
13.2.4	Community-Strings	241
13.2.5	Das SNMP-Protokoll	241
13.2.6	SNMP in der Praxis	243
<b>13.3</b>	<b>Plug-and-play durch UPnP und DLNA</b>	247
13.3.1	Ablauf der UPnP-Prozedur	248
13.3.2	Welche Möglichkeiten ergeben sich durch UPnP?	248
13.3.3	Digital Living Network Alliance (DLNA)	249
13.3.4	Empfehlenswerte UPnP/DLNA-Software	250
13.3.5	Eine Medienlandschaft mit DLNA	251

## 14 Linux kennenlernen 253

---

<b>14.1</b>	<b>Sichere Verbindungen mit SSH</b>	253
14.1.1	SSH in der Anwendung	253
14.1.2	Einen SSH-Key unter Linux erzeugen	254
<b>14.2</b>	<b>Das Terminal</b>	255
14.2.1	Kleine Dinge, die die Arbeit im Terminal erleichtern	255
<b>14.3</b>	<b>Der Editor nano</b>	256
<b>14.4</b>	<b>Linux-Grundlagen</b>	257
14.4.1	Arbeiten mit Zugriffsrechten	257
14.4.2	Arbeiten mit Netzwerkverzeichnissen	260

14.4.3	Einbinden von lokal angeschlossenen Datenträgern .....	261
14.4.4	Automatisieren mit cron .....	262
<b>14.5</b>	<b>Die APT-Paketverwaltung .....</b>	<b>264</b>
<b>14.6</b>	<b>Der Linux-Startvorgang .....</b>	<b>267</b>
14.6.1	Geister und Dämonen .....	267
14.6.2	Die unterschiedlichen Init-Systeme .....	268
14.6.3	Arbeiten mit SysV-Init .....	268
14.6.4	Runlevels .....	270
14.6.5	Der init-Prozess und die inittab .....	271
14.6.6	Ein eigenes Init-Skript schreiben .....	273
<b>15</b>	<b>Ihren Server administrieren .....</b>	<b>275</b>
<b>15.1</b>	<b>Gewinnen Sie Informationen aus Logdateien .....</b>	<b>275</b>
15.1.1	Wichtige Logdateien in einem Linux-System .....	275
15.1.2	Der richtige Umgang mit Logdateien .....	277
<b>15.2</b>	<b>Übersicht der wichtigsten Konfigurationsdateien .....</b>	<b>277</b>
<b>15.3</b>	<b>Verbindungsaufbau über Ports .....</b>	<b>279</b>
<b>15.4</b>	<b>Einfache Serverüberwachung per Webbrowser .....</b>	<b>281</b>
15.4.1	Linux Dash für kleine Systeme .....	281
15.4.2	Linux Dash ist schnell installiert .....	281
<b>15.5</b>	<b>Optimieren Sie Ihren Server .....</b>	<b>282</b>
15.5.1	Optimieren Sie die Speicheraufteilung .....	283
15.5.2	Moderates Overclocking erhöht zusätzlich die Leistung .....	283
15.5.3	Schreibzugriffe auf die SD-Karte reduzieren .....	284
15.5.4	Dem Server eine feste IP-Adresse zuordnen .....	285
15.5.5	Sparen Sie Strom mit hdparm .....	286
<b>15.6</b>	<b>Wichtige Kommandos für den Administrator .....</b>	<b>288</b>
<b>16</b>	<b>Methodisch vorgehen: die UML .....</b>	<b>295</b>
<b>16.1</b>	<b>Motivation: Warum modellieren, warum UML? .....</b>	<b>295</b>
16.1.1	Beispiel 1: Einfacher Lichtschalter .....	296
16.1.2	Beispiel 2: Anwesenheitslogik .....	297



<b>16.2 UML-Diagrammtypen</b> .....	298
16.2.1 Setzen Sie Zustandsautomaten ein .....	298
16.2.2 Weitere Eigenschaften von Zustandsautomaten .....	300
<b>16.3 UML-Tools</b> .....	300

## TEIL III Vorbereitung und Planung

### **17 Starten Sie die Planung** 305

---

<b>17.1 Der Masterplan</b> .....	305
<b>17.2 Die wichtigsten Stakeholder</b> .....	307
17.2.1 Beziehen Sie den Architekten von Anfang an mit ein .....	308
17.2.2 Wählen Sie einen kompetenten Elektriker .....	309
17.2.3 Die weiteren wichtigen Gewerke .....	311
<b>17.3 Bestimmen Sie Ihre Raumausstattung</b> .....	312
17.3.1 Annahmen und generelle Informationen zur Ausstattungsempfehlung .....	312
17.3.2 Eine konkrete Ausstattungsempfehlung .....	313
17.3.3 Rauminterne Verkabelung .....	319
17.3.4 Erweiterungsmöglichkeiten .....	319
<b>17.4 Wichtige Hersteller</b> .....	320
17.4.1 KNX-Hersteller .....	320
<b>17.5 Das KNX-User-Forum</b> .....	321

### **18 Fürs Grobe: Werkzeuge** 325

---

<b>18.1 Handwerkzeug</b> .....	325
18.1.1 Abmanteln, Abisolieren, Crimpen, Auflegen .....	326
18.1.2 Leitungen einziehen .....	329
18.1.3 Schraubendreher .....	329
18.1.4 Seitenschneider .....	330
18.1.5 Ausrichten mit der Wasserwaage .....	331
18.1.6 Spannung und Strom messen .....	331
18.1.7 Vervollständigen Sie Ihre Werkzeugausstattung .....	333
<b>18.2 Elektrowerkzeug</b> .....	333

<b>19</b>	<b>Fürs Feine: Softwaretools</b>	<b>335</b>
<b>19.1</b>	<b>Schaltpläne zeichnen mit sPlan</b>	<b>335</b>
19.1.1	Papier und Bleistift oder CAD-Programm?	335
19.1.2	Wie kann Sie sPlan unterstützen?	336
19.1.3	Alternative Schaltplansoftware	337
<b>19.2</b>	<b>Ideal für Tests: VirtualBox</b>	<b>337</b>
19.2.1	Download von VirtualBox	338
19.2.2	Das Ubuntu-Image besorgen	338
19.2.3	Die virtuelle Maschine vorbereiten	339
19.2.4	Der erste Start	341
19.2.5	Die Gasterweiterungen installieren	343
19.2.6	VirtualBox-Kommandozeilentools	345
19.2.7	Snapshots erstellen	346
<b>19.3</b>	<b>Kreatives Planen mit Visio</b>	<b>347</b>
19.3.1	Importieren Sie DWG-Dateien in MS-Visio	347
19.3.2	Nützliche Shapes für Ihre Planung	347
19.3.3	Praktische Hilfsmittel beim Zeichnen	348
<b>19.4</b>	<b>Planen mit Excel</b>	<b>350</b>
19.4.1	Der AutoFilter	350
19.4.2	Praktische Zählfunktionen	351
19.4.3	Inhalte aus einer vorgefertigten Liste einfügen	351
19.4.4	Farblich hervorheben mit bedingter Formatierung	352
<b>19.5</b>	<b>Wireshark – der Protokoll-Analyzer</b>	<b>353</b>
19.5.1	So installieren Sie Wireshark	353
19.5.2	Die Wireshark-Protokolldecoder	354
19.5.3	Capture-Modus und Filter	354
19.5.4	»Sniffen« einer ICMP-Kommunikation	355
<b>19.6</b>	<b>Kleine Helferlein für die Netzwerkdiagnose</b>	<b>358</b>
19.6.1	Ping prüft die Erreichbarkeit	358
19.6.2	Tcpdump schneidet mit	359
19.6.3	Iperf und Jperf messen die Geschwindigkeit	362
19.6.4	Nmap scannt Netzwerkports	365
19.6.5	NetHogs ermittelt die genutzte Bandbreite	368

## 20 Das richtige Installationsmaterial 369

---

<b>20.1 Leitungen</b>	369
20.1.1 Bezeichnungen von Starkstromleitungen	370
20.1.2 Farbliche Kennzeichnung von Adern	371
20.1.3 Bezeichnungen von Schwachstromleitungen	372
20.1.4 Koaxialkabel	373
20.1.5 Cat-Kabel	374
<b>20.2 Leerrohre</b>	377
20.2.1 Warum Leerrohre so wichtig sind	377
20.2.2 Die Druckfestigkeitsklassen	378
20.2.3 Leerrohr für die Betoninstallation	378
20.2.4 Leerrohr für Hohlwände, Aufputz, Estrich	380
20.2.5 Verbinden von Leerrohren	381
<b>20.3 Installationsdosen</b>	382
20.3.1 Hohlwandinstallation	383
20.3.2 Unterputzinstallation	384
20.3.3 Betonbauinstallation	385
<b>20.4 Installationsklemmen</b>	386
20.4.1 Compact-Verbindungs-dosenklemmen	387
20.4.2 Universalverbindungsklemme	388
20.4.3 MICRO-Verbindungs-dosenklemmen	388
<b>20.5 Reihen-klemmen</b>	389
20.5.1 Die Reihen-klemmenarten	390
20.5.2 Produktbeispiele	390

## 21 Die Smart-Home-Prinzipien 397

---

<b>21.1 Was macht ein Eigenheim eigentlich smart?</b>	397
<b>21.2 Und was macht es nicht unbedingt noch smarter?</b>	398
<b>21.3 Goldene und silberne Regeln</b>	399
21.3.1 Die goldenen Regeln	399
21.3.2 Die silbernen Regeln	403
21.3.3 Was gern vergessen oder falsch gemacht wird	406
<b>21.4 Wichtige Grundsätze</b>	407
21.4.1 Zentral oder dezentral?	407
21.4.2 Kupfer oder Luft?	409

<b>21.5</b>	<b>Denken Sie in Szenen</b>	410
21.5.1	Eine Szene als Schema dargestellt	410
21.5.2	Mögliche Szenenteilnehmer	411
21.5.3	Arten von KNX-Szenen	412
21.5.4	Wo werden KNX-Szenen angelegt?	413
21.5.5	Verknüpfen Sie eine Szene mit der ETS	413
21.5.6	Können KNX-Szenen ausgeschaltet werden?	415
21.5.7	Vorgehen beim Definieren von Szenen	415
21.5.8	Szenen vs. Zentralfunktionen	416
<b>22</b>	<b>Lernen Sie die Planungsschritte kennen</b>	417
<hr/>		
<b>22.1</b>	<b>Wünschen Sie sich etwas: mit dem Raumbuch</b>	417
22.1.1	Welchen Zweck hat das Raumbuch?	417
22.1.2	Wie gehen Sie bei der Erstellung vor?	418
22.1.3	Das Raumbuch als ständiger Begleiter	422
<b>22.2</b>	<b>Der Leitungsplan</b>	423
22.2.1	Die Schritte zur Erstellung des Leitungsplans	423
22.2.2	Geben Sie Ihren Auslässen eindeutige Bezeichnungen	424
<b>22.3</b>	<b>Die Verteilerplanung</b>	425
22.3.1	Die Grobplanung nach Funktion	425
22.3.2	Die Grobplanung nach RCD-Kreis	426
22.3.3	Die Feinplanung	427
22.3.4	Das schematische Verkabelungsprinzip	428
22.3.5	Unterstützung bei der professionellen Planung der Reihenklemmen	432
<b>22.4</b>	<b>Der Stromlaufplan</b>	433
<b>22.5</b>	<b>Bedienkonzepte bei Schaltern</b>	434
22.5.1	Wie viele Schalter benötige ich?	435
22.5.2	Schalter oder Taster?	436
22.5.3	Einzeltaster oder Wippen?	436
22.5.4	Kurz-Lang-Kurz oder Lang-Kurz?	437
22.5.5	1-Punkt- oder 2-Punkt-Bedienung	438
22.5.6	Bleiben Sie einheitlich	438
22.5.7	Nützliches Feature: Tastenhilfefunktion	439
22.5.8	Die richtige Montagehöhe	439
<b>22.6</b>	<b>Logikanforderungen</b>	440
22.6.1	Ein kurzer Ausflug in die Softwareentwicklung	441

22.6.2	Die Abbildung auf eine eigene Methode .....	442
22.6.3	Der Anforderungskatalog in der Praxis .....	445
22.6.4	Ein Logikkatalog in Excel .....	446

## **23 Bares Geld sparen** 447

---

<b>23.1</b>	<b>Welche Arbeiten können Sie selbst durchführen?</b> .....	447
<b>23.2</b>	<b>Wie werden Leitungen eingezogen?</b> .....	448
<b>23.3</b>	<b>Die Komponenten einkaufen</b> .....	450
23.3.1	Planen Sie Ihre Einkaufsliste .....	450
23.3.2	Wo kaufen Sie ein? .....	451
23.3.3	Zeit ist Geld .....	452
23.3.4	Daran führt kein Weg vorbei: die ETS beschaffen .....	454
<b>23.4</b>	<b>KNX-Komponenten im Rechenbeispiel</b> .....	456
<b>23.5</b>	<b>Ansetzen der Preisschraube</b> .....	460

## **24 Planen der Infrastruktur** 461

---

<b>24.1</b>	<b>Vernetzen der Subsysteme</b> .....	461
24.1.1	Das Smart-Home-Ökosystem .....	461
24.1.2	Die Anbindung der Subsysteme .....	462
24.1.3	Gateways lösen die Verständigungsprobleme .....	463
<b>24.2</b>	<b>Der strukturierte Ethernet-Netzwerkaufbau</b> .....	464
<b>24.3</b>	<b>Die Sicherheit von KNX</b> .....	465
24.3.1	Unterbinden Sie den physikalischen Buszugriff außerhalb Ihres Gebäudes .....	466
24.3.2	Unterbinden Sie den indirekten Buszugriff über ein IP-Netzwerk .....	468
24.3.3	Und wenn es trotzdem passiert? .....	468
24.3.4	Ausblick Sicherheit .....	468
<b>24.4</b>	<b>Schaffen Sie einen sicheren Netzwerkzugang</b> .....	469
24.4.1	Machen Sie Ihren Router erreichbar .....	470
24.4.2	VPN auf dem Router einrichten .....	471
24.4.3	VPN auf den Clients einrichten .....	473
24.4.4	Die Visualisierung von unterwegs aufrufen .....	473

- 24.5 Das Netzwerk abschotten mit Firewalls** ..... 473
  - 24.5.1 Abgrenzung Firewall, IDS, IPS ..... 474
  - 24.5.2 Wie schützt eine Firewall? ..... 474
  - 24.5.3 Sicherheit für Ihr Heimnetzwerk ..... 475
- 24.6 Ein Backup-System einrichten** ..... 476
  - 24.6.1 Die richtige Backup-Strategie ..... 476
  - 24.6.2 Sichern Sie SD-Karten im laufenden Betrieb ..... 478
  - 24.6.3 Richten Sie einen rsync-Daemon ein ..... 479
  - 24.6.4 Beispielanwendungen mit rsync ..... 481
- 24.7 Verschlüsselung der Daten** ..... 483
  - 24.7.1 Verschlüsselung von Festplatten, Partitionen und Dateien ..... 483
  - 24.7.2 Verschlüsselung von Passwortdateien ..... 484
- 24.8 Denken Sie an den Energieverbrauch** ..... 485
  - 24.8.1 Stromverbrauch von Smart-Home-Komponenten ..... 485
  - 24.8.2 Strategien zur Energieeinsparung ..... 488

TEIL IV Hardware

**25 Schaltschrank – der Maschinenraum** ..... 493

---

- 25.1 Hausanschlusskasten, Zählerschrank, Stromkreisverteiler** ..... 493
- 25.2 Der Stromkreisverteiler im Detail** ..... 494
  - 25.2.1 Felder und Teilungseinheiten ..... 494
  - 25.2.2 Die Innenausstattung ..... 495
- 25.3 Hinweise zur Dimensionierung, Installation und Platzierung** ..... 497
  - 25.3.1 Welches ist die richtige Größe für mich? ..... 497
  - 25.3.2 Wie erfolgt die Leitungseinführung? ..... 497
  - 25.3.3 Was gilt es bei Größe und Aufteilung zu beachten? ..... 497
- 25.4 Ein 19-Zoll-Rack für Netzwerk und Multimedia** ..... 498
  - 25.4.1 Die 19-Zoll-Rack-Formate ..... 499
  - 25.4.2 Die Auswahl des richtigen Racks ..... 500
  - 25.4.3 Sinnvolles Rack-Zubehör ..... 500
  - 25.4.4 Was kommt in das 19-Zoll-Rack? ..... 502

## 26 Den Bus versorgen: Spannungsquellen 503

---

26.1	Speziell: KNX-Spannungsversorgung .....	503
26.2	Die Drossel .....	507
26.3	Universell: REG-Spannungsquellen .....	507

## 27 Mit Schnittstellen auf den KNX-Bus zugreifen 511

---

27.1	Einfach: serielle Schnittstelle .....	511
27.2	Robust: USB-Schnittstelle .....	513
27.3	Komfortabel: IP-Schnittstelle .....	514
27.3.1	Anschluss der KNX-IP-Schnittstelle .....	515
27.3.2	Konfiguration der KNX-IP-Schnittstelle .....	516
27.4	Flexibel: IP-Router .....	517
27.4.1	Anschluss des IP-Routers .....	517
27.4.2	Ein IP-Router-Produktbeispiel .....	518
27.5	Extravagant: Der Raspberry Pi als KNX-Schnittstelle .....	520
27.6	KNX-Schnittstelle: eine Entscheidungshilfe .....	522

## 28 Geräte, Linien und Bereiche koppeln 525

---

28.1	Ein Einzelgerät anbinden: Busankoppler .....	525
28.2	Größer werden: Linienkoppler und Bereichskoppler .....	527
28.2.1	Einsatz als Linienverstärker .....	528
28.2.2	Einsatz als Linienkoppler oder Bereichskoppler .....	528
28.2.3	Ein Linienkoppler-Produktbeispiel .....	529
28.2.4	KNX Powerline einbinden mit Medienkopplern .....	531

## 29 Messen mit Sensoren 533

---

29.1	Tür- und Fensterkontakte .....	533
29.1.1	Die Anwendungsvielfalt von Fenster- und Türkontakten .....	533

29.1.2	Verschiedene Arten von Kontaktelementen .....	534
29.1.3	Anschlussbeispiel für Fensterkontakte .....	536
<b>29.2</b>	<b>Bewegungsmelder .....</b>	<b>537</b>
29.2.1	Bauarten von PIR-Bewegungsmeldern .....	538
29.2.2	Anschluss eines KNX-Bewegungsmelders .....	538
29.2.3	Anschluss eines konventionellen Bewegungsmelders .....	539
29.2.4	Beispiel für einen KNX-Bewegungsmelder im Innenbereich .....	540
29.2.5	Beispiel für einen KNX-Bewegungsmelder im Außenbereich .....	541
29.2.6	Die richtige Platzierung von PIR-Bewegungsmeldern .....	543
<b>29.3</b>	<b>Präsenzmelder .....</b>	<b>544</b>
29.3.1	Funktionalitäten von Präsenzmeldern .....	544
29.3.2	Der Unterschied zum Bewegungsmelder .....	545
29.3.3	Die richtige Platzierung von Präsenzmeldern .....	546
29.3.4	Beispiel für einen KNX-Präsenzmelder im Innenbereich .....	546
29.3.5	Die häufigsten Probleme beim Einsatz von PIR-Meldern .....	549
<b>29.4</b>	<b>Wetterstation .....</b>	<b>551</b>
29.4.1	Anschluss der Wetterstation .....	552
29.4.2	Positionierung der Wetterstation .....	553
29.4.3	Anwendungsbeispiele für die Wetterstation .....	554
<b>29.5</b>	<b>Rauchwarnmelder .....</b>	<b>556</b>
29.5.1	Die Arbeitsweise von Rauchwarnmeldern .....	556
29.5.2	Rauchwarnmelder vernetzen – so klappt es! .....	557
<b>29.6</b>	<b>Wassermelder .....</b>	<b>561</b>
<b>29.7</b>	<b>Alarmmelder .....</b>	<b>563</b>
<b>29.8</b>	<b>Luftgütesensoren .....</b>	<b>564</b>
29.8.1	Überblick CO2-Sensoren .....	564
29.8.2	Überblick VOC-Sensoren .....	566
29.8.3	KNX-CO2-Sensor als Produktbeispiel .....	567
29.8.4	Produktbeispiel: KNX-Feuchte- und Temperatursensor .....	569
29.8.5	KNX-Außensensor für Helligkeit, Feuchtigkeit und Temperatur .....	571
<b>30</b>	<b>Schalten mit Aktoren .....</b>	<b>575</b>
<b>30.1</b>	<b>Schaltaktor .....</b>	<b>575</b>
30.1.1	Anschluss eines KNX-Schaltaktors .....	576
30.1.2	Den richtigen Schaltaktor auswählen .....	576



30.1.3	Produktbeispiel für einen KNX-Schaltaktor .....	578
30.1.4	Grundlegende Softwarefunktionen .....	579
<b>30.2</b>	<b>Schaltaktor mit Strommessung .....</b>	<b>580</b>
30.2.1	Produktbeispiel für einen Schaltaktor mit Wirkleistungsmessung ....	581
30.2.2	Der Vorteil der Strommessung .....	582
<b>30.3</b>	<b>Analogaktor .....</b>	<b>583</b>
<b>30.4</b>	<b>Jalousieaktor .....</b>	<b>585</b>
30.4.1	Anschluss eines KNX-Jalousieaktors .....	585
30.4.2	Produktbeispiel für einen KNX-Jalousieaktor .....	586
30.4.3	Spezielle Softwarefunktionen von Jalousieaktoren .....	588
<b>30.5</b>	<b>Rollladenaktor .....</b>	<b>589</b>
<b>30.6</b>	<b>Dimmaktor .....</b>	<b>590</b>
30.6.1	Überblick über verschiedene Lasttypen .....	591
30.6.2	Produktbeispiel für einen KNX-Dimmaktor .....	592
30.6.3	Hinweise zum Einsatz von Dimmaktoren .....	593
30.6.4	Alternativen zum Dimmaktor .....	593
<b>30.7</b>	<b>Heizungsaktor .....</b>	<b>594</b>
<b>30.8</b>	<b>Lüfter und Fan-Coil-Aktor .....</b>	<b>597</b>
<b>30.9</b>	<b>Unterputzaktoren .....</b>	<b>599</b>

## **31 Zustände erfassen durch Eingänge** 601

---

<b>31.1</b>	<b>Binäreingang .....</b>	<b>601</b>
<b>31.2</b>	<b>Universal-E/A-Konzentrator .....</b>	<b>604</b>
<b>31.3</b>	<b>Unterputzbinäreingang .....</b>	<b>605</b>
<b>31.4</b>	<b>Analogeingang .....</b>	<b>607</b>

## **32 Multifunktionsmodule** 609

---

<b>32.1</b>	<b>Raum-Master .....</b>	<b>609</b>
<b>32.2</b>	<b>Raum-Controller .....</b>	<b>610</b>

<b>33</b>	<b>Welten verbinden mit Gateways</b>	<b>613</b>
<b>33.1</b>	<b>DALI-Gateway</b>	<b>613</b>
33.1.1	Die Teilnehmeradressierung	614
33.1.2	Produktbeispiele: KNX-DALI-Gateways	614
33.1.3	Ein Wort zur Übertragungsgeschwindigkeit	616
33.1.4	Das Gira KNX DALI Gateway Plus	617
<b>33.2</b>	<b>DMX-Gateway</b>	<b>619</b>
<b>33.3</b>	<b>EnOcean-Gateway</b>	<b>621</b>
33.3.1	Die KNX-Anbindung von EnOcean	621
33.3.2	Produktbeispiel KNX-EnOcean-Gateway	623
33.3.3	EnOcean-Funk-Repeater	626
33.3.4	Von DMX nach EnOcean	626
<b>34</b>	<b>Grenzenlose Möglichkeiten: Logik-Engines</b>	<b>627</b>
<b>34.1</b>	<b>Intelligenz auf der Hutschiene: Logikbausteine</b>	<b>628</b>
34.1.1	Überblick: Logikmodule für die Hutschiene	628
34.1.2	Beispiele für Logikmodule	631
<b>34.2</b>	<b>Zentrale Automatisierungsrechner</b>	<b>633</b>
34.2.1	Überblick: Das Who's who der Automatisierungsrechner	634
34.2.2	Die Zauberkiste: Gira HomeServer	634
34.2.3	Der Enertex EibPC ... macht süchtig	639
34.2.4	Der eibPort von BAB Technology	643
34.2.5	Das Wiregate-Multifunktionsgateway von Elaborated Networks	644
34.2.6	Weitere Visualisierungssysteme	647
<b>34.3</b>	<b>Automatisierungssoftware-Lösungen</b>	<b>647</b>
<b>35</b>	<b>Energiemanagement</b>	<b>651</b>
<b>35.1</b>	<b>Wege zur Stromverbrauchserfassung</b>	<b>652</b>
<b>35.2</b>	<b>Messen mit KNX-Stromzählern</b>	<b>655</b>
35.2.1	EMU-Wandlerzähler	655
35.2.2	KNX SmartMeter	656
<b>35.3</b>	<b>Infrarotlesekopf</b>	<b>657</b>

<b>35.4</b>	<b>Eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)</b>	658
35.4.1	Welche Geräte eignen sich für USV-Betrieb?	659
35.4.2	Klassifizierung von USVs	660
35.4.3	Ratgeber zur USV-Anschaffung	660
35.4.4	USV-Monitoring	662

---

<b>36</b>	<b>Sicherheit und Überwachung</b>	663
-----------	-----------------------------------	-----

---

<b>36.1</b>	<b>Der Überwachungsbaustein</b>	663
<b>36.2</b>	<b>Der Störmeldebaustein</b>	665
<b>36.3</b>	<b>Der Betriebsdatenerfassungsbaustein</b>	665
<b>36.4</b>	<b>KNX-Sicherheitsbausteine</b>	666

---

<b>37</b>	<b>Bedienen und visualisieren</b>	669
-----------	-----------------------------------	-----

---

<b>37.1</b>	<b>Große Vielfalt: klassische Schalterprogramme</b>	670
37.1.1	Große Auswahl bei den Marktführern	671
37.1.2	Die Kombination von Rahmen und Einsatz	671
37.1.3	Die unterschiedlichen Bauarten der Schalterprogramme	672
<b>37.2</b>	<b>Große Flexibilität: Tastsensoren</b>	674
37.2.1	Die Crème de la Crème der KNX-Tastsensoren	675
37.2.2	Der Anschluss eines KNX-Tastsensors in vier Schritten	679
37.2.3	Wenn es auch weniger sein darf	680
37.2.4	»Kommando: Licht umschalten« – ein Produktbeispiel	681
<b>37.3</b>	<b>Konventionelle und programmierbare Fernbedienungen</b>	684
37.3.1	Konventionelle Fernbedienungen	684
37.3.2	Programmierbare Fernbedienungen	684
37.3.3	Die Smart-Home-Anbindung	686
<b>37.4</b>	<b>Intelligente IR-Steuerung</b>	688
37.4.1	Die IRTrans-Produktpalette	688
37.4.2	IRTrans WiFi	690
37.4.3	IRTrans in der Heimautomatisierung	691
<b>37.5</b>	<b>Die schnelle Anzeige über Signal-LEDs</b>	696
37.5.1	KNX-LED-Anzeigen als Komplettgerät	696
37.5.2	Was sich zur Visualisierung mit LEDs eignet	698
37.5.3	Alternative LED-Anzeige	699

37.5.4

Vorhandene Beleuchtung »missbrauchen«

700

37.6

Umfassend visualisieren mit Touchscreen

701

37.6.1

Handheld-Geräte mit Wandhalterung

701

37.6.2

Der Einbau-Touchpanel-PC

701

37.6.3

Touchpanel-PC im Eigenbau

703

37.7

Von unterwegs: Smartphone

706

37.7.1

Wo liegen die Grenzen?

707

38

Vorschaltgeräte und Treiber

709

38.1

Elektronische Vorschaltgeräte einsetzen

709

38.1.1

EVG-Produktbeispiele

710

38.1.2

Anschluss eines EVG mit 1–10-V-Schnittstelle

710

38.1.3

Automatisierung über Schalt-/Dimmaktor

711

38.2

Spannende Möglichkeiten mit DALI-EVGs

712

38.2.1

DALI-EVGs mit T5-Leuchtstofflampen

712

38.2.2

DALI-EVGs für Halogenlampen

714

38.2.3

DALI-EVGs für LEDs

714

39

Bewegen mit Antrieben

717

39.1

Schließen nie mehr vergessen: Fensterantriebe

717

39.2

Sie werden es nicht mehr missen wollen: Motorschloss

718

39.2.1

Der Unterschied: halbmotorische und vollmotorische Schlösser

719

39.2.2

Ein Motorschloss, mit KNX angesteuert

719

39.3

Thermoelektrische und elektromotorische Stellantriebe

720

39.3.1

Der thermoelektrische Stellantrieb

721

39.3.2

Der elektromotorische Stellantrieb

721

39.3.3

Produktbeispiele für Stellantriebe

721

39.3.4

Berechnungsbeispiel für Stellantriebe

723

40

Audio im Smart Home

725

40.1

Lautsprecher: Wand, Decke, Standgerät

725

40.1.1

Standlautsprecher

726

40.1.2	Deckenlautsprecher .....	726
40.1.3	Wandlautsprecher .....	727
40.1.4	Wichtige Hersteller von Einbaulautsprechern .....	728
<b>40.2</b>	<b>Klassisch verstärken in Stereo und Surround .....</b>	<b>728</b>
40.2.1	Hi-Fi-Vollverstärker .....	729
40.2.2	Hutschienenverstärker .....	730
40.2.3	Mini-Amps .....	730
<b>40.3</b>	<b>Verstärker für Multiroom-Audio .....</b>	<b>731</b>
<b>40.4</b>	<b>Automatisierung eingebaut: KNX-Multiroom-Verstärker .....</b>	<b>734</b>
<b>40.5</b>	<b>Ton mit dem Rechner erzeugen: Soundkarten .....</b>	<b>735</b>
<b>40.6</b>	<b>Sonos und Squeezebox .....</b>	<b>737</b>

## **41 Video im Smart Home** 739

---

<b>41.1</b>	<b>TV-Karten .....</b>	<b>739</b>
<b>41.2</b>	<b>Multiswitch .....</b>	<b>740</b>
41.2.1	Die SAT-Verteilung über Multiswitch .....	740
41.2.2	Produktbeispiel SAT-Multiswitch .....	741
<b>41.3</b>	<b>Das Smart-TV .....</b>	<b>742</b>
41.3.1	Wann ist ein TV smart? .....	742
41.3.2	Wer bietet Smart-TVs? .....	743
41.3.3	Was funktioniert heute schon und was eher nicht? .....	744
<b>41.4</b>	<b>Set-Top-Boxen und SAT-Receiver .....</b>	<b>744</b>
41.4.1	Ein offenes Betriebssystem sorgt für optimale Automatisierbarkeit	744
41.4.2	Möglichkeiten zur Smart-Home-Integration am Beispiel .....	744
<b>41.5</b>	<b>Videomatrix .....</b>	<b>750</b>
41.5.1	Videoswitch oder Videomatrix .....	750
41.5.2	Videoverteilung über IP-Netzwerk .....	751
<b>41.6</b>	<b>Beamer und Heimkino .....</b>	<b>751</b>
41.6.1	Benötigte Leitungsplanung für Ihren Beamer .....	752
41.6.2	Zusatzausstattung für Ihr Heimkinoerlebnis .....	753
41.6.3	Den Beamer füttern .....	754
41.6.4	Die Automatisierbarkeit des Beamers .....	754
<b>41.7</b>	<b>DVD- und Blu-Ray-Player .....</b>	<b>755</b>

- 41.8 Videoüberwachung ..... 756
  - 41.8.1 Kameratypen und Einbindung ..... 756
  - 41.8.2 Netzwerkkameras ..... 756

**42 Netzwerkkomponenten einsetzen** ..... 759

---

- 42.1 Simpel: Der Hub ..... 760
- 42.2 Robust: Der Unmanaged Switch ..... 761
- 42.3 Flexibel: Der Managed Switch ..... 763
- 42.4 Der Switch: Entscheidungshilfe ..... 765
- 42.5 Netzwerke koppeln: Der Router ..... 768
- 42.6 Clever verkabeln mit Power over Ethernet (PoE) ..... 770
  - 42.6.1 Die Technik von PoE ..... 770
  - 42.6.2 Drei Möglichkeiten zur PoE-Einspeisung ..... 770

**43 Das Arbeitstier: Server** ..... 773

---

- 43.1 Der klassische Linux-Server ..... 773
  - 43.1.1 Der Intel-NUC ..... 774
  - 43.1.2 Der HP-ProLiant-Microserver Gen8 ..... 776
  - 43.1.3 Einsatzszenarien für Intel NUC und HP ProLiant ..... 778
  - 43.1.4 Geben Sie Ihrem Server ein Betriebssystem ..... 779
- 43.2 Klein und modern: Raspberry Pi, BeagleBone Black & Co. .... 782
  - 43.2.1 Raspberry Pi ..... 782
  - 43.2.2 BeagleBone Black ..... 786
  - 43.2.3 Cubietruck (auch bekannt als Cubieboard 3) ..... 788
  - 43.2.4 Odroid U3 ..... 791
  - 43.2.5 Und welcher Winzling passt jetzt zu mir? ..... 792

**44 Speicher: Wohin mit den Daten?** ..... 795

---

- 44.1 Die Auswahl der richtigen Festplatten ..... 796
  - 44.1.1 Unterschiede in der Bauform ..... 796

44.1.2	Vergleich der Speichertechniken .....	796
44.1.3	Auswahl des Interface-Typs .....	798
<b>44.2</b>	<b>Direct Attached Storage (DAS)</b> .....	799
44.2.1	Aufgeräumt: interne Festplatten .....	799
44.2.2	Flexibel: externe Festplatten .....	800
<b>44.3</b>	<b>Network Attached Storage (NAS)</b> .....	801
<b>44.4</b>	<b>Der kleine RAID-Ratgeber</b> .....	805
<b>44.5</b>	<b>Speichern im Netzwerk: Ein Praxisbeispiel</b> .....	808

## **45 Telefon, Türkommunikation und Zutrittskontrolle** 811

---

<b>45.1</b>	<b>SIP-Türsprechsysteme</b> .....	811
45.1.1	Aufbau eines SIP-Türsprechsystems .....	812
45.1.2	Produktvorschläge für SIP-Türsprechsysteme .....	813
<b>45.2</b>	<b>Proprietäre Türsprechsysteme</b> .....	813
45.2.1	Modularer Aufbau des Türkommunikationssystems .....	813
45.2.2	Beispielaufbau eines TKS .....	814
45.2.3	Beispielaufbau mit indirekter Ansteuerung des Türöffners .....	815
<b>45.3</b>	<b>Zutrittskontrolle: Alternativen zum Schlüssel</b> .....	816
45.3.1	Zugang per Zahlencode: Codetastatur .....	817
45.3.2	Der Finger als Schlüssel: Fingerprint .....	818
45.3.3	Berührungsloser Zutritt mit Kartenleser und Transponder .....	819
45.3.4	Kombinieren Sie die unterschiedlichen Medien .....	822
<b>45.4</b>	<b>Telefonie</b> .....	822
45.4.1	VoIP- und DECT-Telefonie .....	822
45.4.2	Das Telefon als Smart-Home-Komponente .....	823

## **46 Wasser, Lüftung, Heizung, Haushaltsgeräte** 825

---

<b>46.1</b>	<b>Wasserenthärter</b> .....	825
<b>46.2</b>	<b>Lüfter</b> .....	827
<b>46.3</b>	<b>Kontrollierte Wohnraumlüftung (KWL)</b> .....	828
<b>46.4</b>	<b>Heizungssystem</b> .....	829
46.4.1	Wärmerzeuger .....	830
46.4.2	Fußbodenheizung, Radiatoren und Konvektoren .....	832

46.4.3	Elektroheizung .....	836
<b>46.5</b>	<b>Schwimmbad .....</b>	<b>836</b>
<b>46.6</b>	<b>Intelligente Haushaltsgeräte .....</b>	<b>837</b>
46.6.1	Noch fehlt es leider an Standards .....	837
46.6.2	Konkurrierende Systeme .....	838
46.6.3	Anschlussschema für Miele@home .....	839

## TEIL V Software

### **47 KNX parametrieren mit der ETS-Software** 843

---

<b>47.1</b>	<b>Die ETS installieren .....</b>	<b>844</b>
47.1.1	Das Setup-File herunterladen .....	844
47.1.2	Die ETS-Installation durchführen .....	844
<b>47.2</b>	<b>Richten Sie Ihr eigenes KNX-Projekt ein .....</b>	<b>846</b>
47.2.1	Die erste Orientierung .....	846
47.2.2	Legen Sie Ihre Datenbank an .....	846
47.2.3	Erzeugen Sie ein Projekt in der Datenbank .....	848
47.2.4	Die ETS-Projektierungsansicht .....	849
47.2.5	Legen Sie die Gebäudestruktur fest .....	851
<b>47.3</b>	<b>Geräte und Produktdatenbanken .....</b>	<b>852</b>
47.3.1	Was sind Produktdatenbanken? .....	852
47.3.2	Importieren Sie die benötigten Produktdatenbanken .....	853
47.3.3	Platzieren Sie Geräte in die Gebäudestruktur .....	857
47.3.4	Fügen Sie ein weiteres KNX-Gerät hinzu .....	858
<b>47.4</b>	<b>Die Parametrierung von KNX-Geräten .....</b>	<b>859</b>
47.4.1	Das Ausgangsszenario .....	859
47.4.2	Beschaffen der Gerätedokumentation .....	860
47.4.3	Den Schaltaktor parametrieren .....	861
47.4.4	Die Doppelwippe parametrieren .....	865
<b>47.5</b>	<b>Gruppenadressen und Verknüpfungen anlegen .....</b>	<b>866</b>
47.5.1	Anlegen einer Gruppenadressenstruktur .....	867
47.5.2	Verknüpfen der Gruppenadressen .....	872
<b>47.6</b>	<b>Die Programmierung durchführen .....</b>	<b>876</b>
47.6.1	Vervollständigen des Beispielaufbaus .....	876
47.6.2	Richten Sie ein KNX-Businterface ein .....	879
47.6.3	Programmieren Sie die physikalische Adresse .....	882



47.6.4	Programmieren von Applikation, Gruppenadressen und Parametern .....	885
<b>47.7</b>	<b>Unverzichtbar: Der Gruppenmonitor und der Busmonitor .....</b>	<b>886</b>
47.7.1	Der Gruppenmonitor .....	886
47.7.2	Der Busmonitor .....	892
<b>47.8</b>	<b>Gruppenadressen und Kommunikationsobjekte vertieft .....</b>	<b>892</b>
47.8.1	Arbeiten mit Gruppenadressen und Kommunikationsobjekten .....	893
47.8.2	Attribute der Kommunikationsobjekte .....	894
47.8.3	Die Flags K, L, S, Ü, A, I .....	895
47.8.4	Attribute der Gruppenadressen .....	896
<b>47.9</b>	<b>Einrichten einer ETS-Lizenz .....</b>	<b>897</b>
47.9.1	Besonderheiten beim ETS-Betrieb in einer virtuellen Maschine .....	897
47.9.2	Einfügen der Lizenzdatei in die ETS .....	898
<b>47.10</b>	<b>Fehlersuche mit der ETS .....</b>	<b>900</b>
47.10.1	Wie gehen Sie bei der Diagnose und der Fehlersuche vor? .....	900
47.10.2	Die Geräteinfo .....	901
47.10.3	Die Auswertung von physikalischen Adressen .....	902
47.10.4	Die Projektprüfung .....	903
47.10.5	Der Online-Fehlerdiagnose-Assistent .....	903
47.10.6	Der Online-Installationsdiagnose-Assistent .....	903
<b>47.11</b>	<b>Ein Regelwerk zur KNX-Parametrierung .....</b>	<b>904</b>
<b>48</b>	<b>HomeServer Experte und Client kennenlernen .....</b>	<b>909</b>
<b>48.1</b>	<b>Installation und Grundeinstellungen .....</b>	<b>910</b>
48.1.1	Einbindung des HomeServers in die Infrastruktur .....	910
48.1.2	Die Installation der Gira HomeServer-Software .....	911
48.1.3	Die Grundeinstellungen für ein erstes Projekt .....	912
48.1.4	Anlegen des Administrator-Accounts .....	914
<b>48.2</b>	<b>Arbeiten mit Kommunikationsobjekten .....</b>	<b>915</b>
48.2.1	Externe und interne Kommunikationsobjekte .....	916
48.2.2	Der Editor für Kommunikationsobjekte .....	916
48.2.3	Die Sache mit den Zentraladressen .....	920
48.2.4	Remanente Kommunikationsobjekte .....	920
<b>48.3</b>	<b>Logiken erschaffen .....</b>	<b>921</b>
48.3.1	Erste Schritte im Logikeditor .....	921
48.3.2	Vorbereitungen zur ersten Logikfunktion .....	923

48.3.3	Verbinden der Logikbausteine .....	926
48.3.4	Der Test der Logikfunktion .....	928
48.3.5	Wichtige Logikbausteine .....	928
48.3.6	Befehle für die Ausgangsbox .....	929
48.3.7	Grundsätzliches zu HS-Logikfunktionen .....	931
48.3.8	Noch mehr Möglichkeiten: Externe Logikbausteine und Funktionsvorlagen .....	931
<b>48.4</b>	<b>Webseiten abfragen und auswerten .....</b>	<b>934</b>
48.4.1	Finden und analysieren Sie die Webseite .....	935
48.4.2	Erstellen Sie die Abfrage .....	935
48.4.3	Das Auslösen der Webabfrage .....	936
<b>48.5</b>	<b>Der Programmiervorgang .....</b>	<b>937</b>
48.5.1	Auswahl des Programmiermediums .....	938
48.5.2	Durchführen der Übertragung .....	939
48.5.3	Sehen Sie dem Startvorgang zu .....	940
<b>48.6</b>	<b>Das QuadConfig-Programm .....</b>	<b>941</b>
<b>48.7</b>	<b>Die Plug-ins der Quad-Visu .....</b>	<b>943</b>
48.7.1	Welche Plug-ins werden unterstützt? .....	944
48.7.2	Binden Sie weitere Webseiten mit dem Browser-Plug-in ein .....	945
48.7.3	Messwerte darstellen mit dem Diagramm-Plug-in .....	946
48.7.4	Anwendungsbeispiel Energie-Graph und Energie-Ampel .....	949
48.7.5	Protokollieren Sie mit dem Meldungsarchiv .....	951
<b>48.8</b>	<b>Der QuadClient .....</b>	<b>954</b>
48.8.1	Richten Sie den QuadClient ein .....	954
48.8.2	Der Aufruf des QuadClients .....	956
<b>48.9</b>	<b>Schauen Sie dem HomeServer auf die Finger .....</b>	<b>957</b>
48.9.1	Die Debug-Seiten .....	957
48.9.2	Interne Kommunikationsobjekte beobachten mit qHSMon .....	962
48.9.3	Statusausgaben im QuadClient .....	965
<b>49</b>	<b>Multimedia-Software: mächtig und kostenlos .....</b>	<b>967</b>
<b>49.1</b>	<b>MPD – der Music Player Daemon .....</b>	<b>967</b>
49.1.1	Aufgaben des MPD-Servers .....	968
49.1.2	MPD-Clients .....	969
49.1.3	Die Installation von MPD und MPC .....	971
49.1.4	Den Service konfigurieren .....	971
49.1.5	Versuchslauf: den ersten Sound mit MPC abspielen .....	972

49.1.6	Was tun, wenn MPD Probleme macht?	973
49.1.7	Wichtige ALSA-Kommandos	974
49.1.8	Coverabbildungen einrichten	975
49.1.9	MPD spielt Radio-Streams	976
49.1.10	MPD im Smart Home	977
<b>49.2</b>	<b>Tvheadend – der Video-Streaming-Server</b>	978
49.2.1	Aufsetzen von Tvheadend	979
49.2.2	Einrichten über das Tvheadend-Webfrontend	979
49.2.3	Aufräumen	980
<b>49.3</b>	<b>Kodi, ehemals XBMC – ein luxuriöses Multimedia-Frontend</b>	981
49.3.1	Was leistet Kodi?	982
49.3.2	Kodi kommt in vielen Verpackungsformen	983
49.3.3	Die Installation von OpenELEC auf dem Raspberry Pi	984
49.3.4	Die ersten Konfigurationsschritte	984
49.3.5	Einstellen der Grundoptionen	985
49.3.6	OpenELEC-Optimierungsmaßnahmen	985
49.3.7	Kodi fernsteuern	989

## 50 Erstaunliche Möglichkeiten mit Open-Source-Automation 993

---

<b>50.1</b>	<b>libSML – Zählerstände lesen</b>	993
50.1.1	Die libSML kompilieren	993
50.1.2	Ein erster Testlauf	994
<b>50.2</b>	<b>eibd – der EIB-Daemon</b>	996
50.2.1	Die Installation von eibd	997
50.2.2	Mit eibd auf den KNX zugreifen	999
50.2.3	Mit eibd automatisieren	1000
50.2.4	Weitere eibd-Kommandos	1000
<b>50.3</b>	<b>Linknx – Mehrwert für eibd</b>	1001
50.3.1	Die Einrichtung von Linknx auf dem RasPi	1002
50.3.2	Arbeiten im Konfigurationsfile	1003
50.3.3	Starten von Linknx	1004
50.3.4	Erste Schritte über eine Telnet-Verbindung	1004
50.3.5	Holen Sie sich einen Gehilfen an Bord	1005
50.3.6	Und wie geht es weiter?	1006
<b>50.4</b>	<b>OWFS – ein Filesystem für 1-Wire</b>	1006
50.4.1	Die Installation von OWFS	1007

50.4.2	Die OWFS-Dienste .....	1007
50.4.3	OWFS-Praxisbeispiele .....	1008
<b>50.5</b>	<b>FHEM – die freundliche Hausautomation .....</b>	<b>1011</b>
50.5.1	FHEM ist weltoffen .....	1011
50.5.2	So installieren Sie FHEM .....	1013
50.5.3	Erste Schritte mit FHEM .....	1014
50.5.4	Und was kann FHEM? .....	1017
<b>50.6</b>	<b>openHAB – eine Metaplattform .....</b>	<b>1018</b>
50.6.1	Die openHAB-Bindings .....	1019
50.6.2	Die openHAB-Items .....	1019
50.6.3	Die Rule-Engine .....	1020
50.6.4	openHAB installieren .....	1020
50.6.5	Die openHAB-Visualisierung .....	1022
50.6.6	Items verändern mit dem openHAB Designer .....	1024
<b>50.7</b>	<b>SmartHome.py – ein modulares Framework .....</b>	<b>1025</b>
50.7.1	Die SmartHome.py-Plug-ins .....	1026
50.7.2	SmartHome.py installieren .....	1026
50.7.3	Eine erste SmartHome.py-Konfiguration .....	1028
50.7.4	Der Start von SmartHome.py .....	1030
<b>50.8</b>	<b>smartVISU – geniale kostenlose Visualisierung .....</b>	<b>1031</b>
50.8.1	Die smartVISU-Oberfläche .....	1032
50.8.2	Die Installation von smartVISU .....	1033
50.8.3	Erstellen einer Mini-Visualisierung .....	1035
<b>50.9</b>	<b>knockd – ein Port-Knocking-Server .....</b>	<b>1037</b>
50.9.1	Den knockd-Service installieren .....	1037
50.9.2	Ihre Rechner mit knockd herunterfahren .....	1038
<b>50.10</b>	<b>RRDtool – Datenbank nach Round-Robin-Prinzip .....</b>	<b>1041</b>
50.10.1	Round-Robin-Datenbank und Round-Robin-Archive .....	1041
50.10.2	RRDtool im Smart Home .....	1041
50.10.3	Data Source Types .....	1042
50.10.4	Die Installation von RRDtool .....	1042
50.10.5	Die ersten Schritte mit RRDtool .....	1042
50.10.6	Nützliches rund um RRDtool .....	1047
<b>50.11</b>	<b>lighttpd – schlanker Webserver für Embedded Systeme .....</b>	<b>1047</b>
50.11.1	Installieren von lighttpd unter Ubuntu .....	1048
50.11.2	Eine Webseite anlegen .....	1048
50.11.3	Den Webserver starten und stoppen .....	1050
50.11.4	PHP-Support für lighttpd einrichten .....	1050
50.11.5	Einen Alias einrichten .....	1051

<b>50.12 Freetz – alternative Firmware für die FRITZ!Box</b>	1051
50.12.1 Die alternative Firmware bauen	1052
50.12.2 Jetzt wird es ernst: der Flash-Vorgang	1055
<b>50.13 Cacti – ein Monitoring-Paket</b>	1055
50.13.1 Was leistet Cacti?	1056
50.13.2 Die Installation von Cacti	1057
50.13.3 Cacti im Schnelldurchlauf	1058
50.13.4 Cacti im Smart Home	1059
<b>50.14 v-control – perfekte Heizungsansteuerung</b>	1060
<b>50.15 Kurzvergleich: Wie weltoffen sind die Open-Source-Automatisierungen?</b>	1061

## **51 Weitere kommerzielle und nicht kommerzielle Software** 1065

---

<b>51.1 IP-Symcon – einsteigerfreundliche Automatisierung</b>	1065
51.1.1 Technologieübergreifender Ansatz	1065
51.1.2 Die Verwaltungskonsole	1066
51.1.3 PHP als Skriptsprache	1066
51.1.4 Systemvoraussetzung und Lizenzierung	1067
51.1.5 IPSView Designer und Client	1068
<b>51.2 Professionelle Beleuchtungsplanung mit DIALux</b>	1068
<b>51.3 Das i-bus Tool – Inbetriebnahmehilfe für ABB-Komponenten</b>	1069

## **TEIL VI Realisierungen**

## **52 Licht steuern** 1073

---

<b>52.1 Einfache Lichtsteuerung</b>	1073
52.1.1 Aufbau und Konzept	1074
52.1.2 Parametrieren Sie den Binäreingang	1075
52.1.3 Parametrieren Sie den Schaltaktor	1076
52.1.4 Zusätzlich schalten über eine Visualisierung	1077
52.1.5 Was hat es mit den Statusobjekten auf sich?	1078

<b>52.2 Dimmbares Licht</b>	1079
52.2.1 Aufbau der Dimmeransteuerung	1080
52.2.2 Mit dem Tastsensor dimmen	1080
52.2.3 Parametrierung des Dimmaktors	1081
52.2.4 Die dimmbare Beleuchtung in der Visualisierung	1084
<b>52.3 Präsenzgesteuerte Beleuchtung</b>	1085
52.3.1 Aufbau der Präsenzsteuerung	1086
52.3.2 Parametrierung des Präsenzmelders	1087
<b>52.4 Farbenfroh mit DALI</b>	1091
52.4.1 Aufbau der DALI-Ansteuerung	1091
52.4.2 Parametrierung des DALI-Gateways	1093
52.4.3 RGB-Steuerung mit dem HomeServer Experten	1095
 <b>53 Steckdosen schalten</b>	 1097
<b>53.1 Schalten mit einfachen Aktoren</b>	1097
<b>53.2 Mehr Möglichkeiten durch Stromerkennung</b>	1098
53.2.1 Aufbau der Überwachung mit Schaltaktor	1099
53.2.2 Parametrieren Sie den Strommessaktor	1099
53.2.3 Realisieren Sie die Ausfallüberwachungslogik	1101
53.2.4 Visualisieren Sie den Alarm	1102
 <b>54 Jalousien steuern</b>	 1103
<b>54.1 Behang und Lamellen steuern</b>	1103
54.1.1 Aufbau der Jalousiesteuerung	1104
54.1.2 Parametrierung des Tastsensors	1105
54.1.3 Parametrierung des Jalousieaktors	1107
54.1.4 Jalousiebedienung über die Visualisierung	1110
<b>54.2 Einen Innenrollladen bewegen</b>	1111
54.2.1 Änderungen gegenüber der Jalousiesteuerung	1111
54.2.2 Eine Sperrfunktion hinzufügen	1112
<b>54.3 Automatiksteuerung mit Wetterzentrale</b>	1113
54.3.1 Aufbau der Automatiksteuerung für Jalousien	1114
54.3.2 Die Wetterstation vorbereiten	1115
54.3.3 Den Windalarm parametrieren	1116

54.3.4	Windalarm in Visualisierung anzeigen .....	1117
54.3.5	Automatischer Blickschutz bei Dämmerung .....	1118

## **55 Heizung und Raumtemperatur regeln** 1123

---

<b>55.1</b>	<b>Den Wärmeerzeuger steuern .....</b>	<b>1123</b>
<b>55.2</b>	<b>Wohlfühlraumtemperatur mit Einzelraumregelung .....</b>	<b>1125</b>
55.2.1	Was benötigen Sie für eine Einzelraumtemperaturregelung? .....	1126
55.2.2	Der schematische Aufbau .....	1126
55.2.3	Das Bedienkonzept .....	1127
55.2.4	Legen Sie die benötigten Gruppenadressen an .....	1128
55.2.5	Parametrieren Sie den Heizungsaktor .....	1129
55.2.6	Parametrieren Sie den RTR .....	1132
55.2.7	Bereiten Sie die Kommunikationsobjekte auf .....	1134
55.2.8	Legen Sie die Funktion im Experten an .....	1136
55.2.9	Ein kurzer Funktionstest .....	1137
<b>55.3</b>	<b>Erweiterungen und Alternativen .....</b>	<b>1138</b>
55.3.1	Alternative Lösungen .....	1138
55.3.2	Mögliche Erweiterungen .....	1139

## **56 Vernetztes Hören mit Multiroom Audio** 1141

---

<b>56.1</b>	<b>Was benötigen Sie für Ihr eigenes Multiroom-System? .....</b>	<b>1142</b>
<b>56.2</b>	<b>Das Konzept .....</b>	<b>1143</b>
<b>56.3</b>	<b>Aufbau der Multiroom-Hardware .....</b>	<b>1144</b>
56.3.1	Die Multiroom-Stromversorgung .....	1145
56.3.2	Serverhardware und Audioverstärker .....	1145
56.3.3	Anschluss der Lautsprecher .....	1146
<b>56.4</b>	<b>Die Software für Server und Client .....</b>	<b>1147</b>
56.4.1	Statten Sie den Multiroom-Server aus .....	1147
56.4.2	Richten Sie sich die Clients ein .....	1151
<b>56.5</b>	<b>Die Ansteuerung .....</b>	<b>1152</b>
56.5.1	Ein- und Ausschalten der Soundausgabe .....	1152
56.5.2	Lautstärke und Playlist .....	1154

## 57 So sieht man Fernsehen heute 1157

---

<b>57.1 Zentrale Medienbibliothek .....</b>	<b>1158</b>
57.1.1 Zentrale Kodi-Datenbank mit MySQL .....	1158
57.1.2 Tunen, Taggen, Scrapen .....	1161
<b>57.2 Fernbedienung: CEC oder IR-Empfänger .....</b>	<b>1163</b>
<b>57.3 Luxuriös fernsehen mit Videoclients .....</b>	<b>1164</b>
57.3.1 Kodi als Streaming-Client einsetzen .....	1164
57.3.2 Aktivieren Sie Live-TV .....	1165
57.3.3 Konfigurieren Sie das PVR-Add-on .....	1165
57.3.4 Genießen Sie Ihr neues Fernsehgefühl .....	1167
<b>57.4 Videoserver und Streaming einsetzen .....</b>	<b>1168</b>
<b>57.5 Mobil fernsehen .....</b>	<b>1169</b>
<b>57.6 Integration ins Smart Home .....</b>	<b>1170</b>
57.6.1 Kommunikation mit der MySQL-Datenbank .....	1170
57.6.2 Ferngesteuertes An- und Ausschalten .....	1171
57.6.3 Beliebige Meldungen einblenden .....	1171
57.6.4 Lassen Sie Ihren Fernseher Telefonanrufe anzeigen .....	1171

## 58 Machen Sie Ihr Heim sicher 1173

---

<b>58.1 Realisieren Sie eine kleine Alarmanlage .....</b>	<b>1173</b>
58.1.1 Vorüberlegungen .....	1173
58.1.2 Komplette Gebäudeüberwachung im Logikbaustein .....	1174
<b>58.2 Rauchwarnmelder installieren und abfragen .....</b>	<b>1176</b>
58.2.1 Aufbau und Konzept .....	1177
58.2.2 Parametrieren Sie den Binäreingang .....	1178
58.2.3 Reagieren Sie auf den Alarm .....	1180
<b>58.3 Möglichkeiten zur Alarmierung .....</b>	<b>1180</b>
<b>58.4 Schneller Überblick mit Zustandsanzeigen .....</b>	<b>1182</b>
58.4.1 Die Beispielbelegung der 12-fach-LED-Anzeige .....	1183
58.4.2 Eine Frage der Priorität .....	1184
58.4.3 Der schematische Aufbau der LED-Visualisierung .....	1185
58.4.4 Die benötigten Gruppenadressen .....	1185
58.4.5 Parametrierung der LED-Anzeige .....	1186



<b>58.5 Einsatz von Außenkameras</b>	1189
58.5.1 Die Gira-TKS-Farbkamera	1190
58.5.2 Beispielanwendungen	1190
<b>58.6 Anwendungsszenario Zutrittskontrolle</b>	1191
58.6.1 Vorarbeiten	1192
58.6.2 Umsetzen der Zutrittskontrolle	1193

---

## 59 Aufbau eines professionellen 1-Wire-Systems 1195

---

<b>59.1 Der Hardwareaufbau</b>	1195
<b>59.2 Einsatz des Wiregates</b>	1197

---

## 60 Überblick: Programmierung für den Automatisierer 1201

---

<b>60.1 Überblick über die wichtigsten Sprachen</b>	1201
<b>60.2 Einrichten einer Cross-Entwicklungsumgebung</b>	1204
60.2.1 Linux Toolchain für Linux Mint	1204
60.2.2 Eclipse installieren und einrichten	1207
60.2.3 Automatischer Transfer auf den RasPi	1210
60.2.4 Remote Debugging integrieren	1211
60.2.5 GitHub-Integration	1213

---

## 61 Die Möglichkeiten von Smart Metering 1215

---

<b>61.1 Wichtige Logfiles und Config-Dateien</b>	1216
<b>61.2 Anschluss der Sensorik an den Messclient</b>	1217
<b>61.3 Konfigurieren Sie den Smart-Metering-Server</b>	1218
61.3.1 Richten Sie InfluxDB auf dem Cubietruck ein	1218
61.3.2 Grafana auf dem Cubietruck einrichten	1223
61.3.3 Den Webserver lighttpd installieren	1225
61.3.4 Ein erster Test auf der Grafana-Weboberfläche	1226
61.3.5 Die collectd-Server-Installation	1227
61.3.6 Den InfluxDB-Collectd-Proxy installieren	1232

<b>61.4 Konfigurieren Sie den Messclient .....</b>	<b>1235</b>
61.4.1 Die collectd-Client-Installation .....	1235
61.4.2 Zusätzliche Programmpakete für die Messwerterfassung .....	1236
<b>61.5 Die Erstellung eines collectd-Exec-Skripts .....</b>	<b>1237</b>
61.5.1 Legen Sie einen Benutzer an .....	1237
61.5.2 Entwerfen Sie das Exec-Skript .....	1237
61.5.3 Führen Sie einen Testlauf durch .....	1240
61.5.4 Einbinden im Exec-Plug-in .....	1240
<b>61.6 Alles zusammen .....</b>	<b>1241</b>
<b>62 Unkonventionelle Projekte – oder warum brauche ich einen Bewegungsmelder unter dem Bett? .....</b>	<b>1243</b>
<hr/>	
<b>62.1 Der Bewegungsmelder unter dem Bett .....</b>	<b>1243</b>
<b>62.2 Aktienkursabhängige Beleuchtungssteuerung .....</b>	<b>1244</b>
62.2.1 Legen Sie die Webabfrage an .....	1245
62.2.2 DAX grün, LED grün .....	1246
<b>63 Wenn es mal nicht so will: Troubleshooting .....</b>	<b>1249</b>
<hr/>	
<b>63.1 Generelle Erste-Hilfe-Tipps .....</b>	<b>1249</b>
63.1.1 Netzwerkschwierigkeiten .....	1249
63.1.2 Die häufigsten Probleme im Zusammenhang mit Linux-Systemen .....	1250
63.1.3 Die häufigsten Probleme im Zusammenhang mit dem HomeServer Experten .....	1251
<b>63.2 Verstehen, wo es klemmt – mit strace .....</b>	<b>1251</b>
63.2.1 Ein Einstiegsbeispiel mit strace .....	1252
63.2.2 Wichtige strace-Optionen .....	1253
<b>63.3 Reparieren Sie den GRUB-Bootloader .....</b>	<b>1254</b>
Index .....	1255