

Der Inhalt des Buchs auf einen Blick

Start

Das Automatisierungssystem SIMATIC S7-300 in der Übersicht.

Eine Einführung in die Engineeringsoftware SIMATIC STEP 7 Professional V11.

Die Grundlage der Automatisierungslösung: Ein Projekt erstellen und bearbeiten.

Automatisierungssystem SIMATIC S7-300

Die Baugruppen von SIMATIC S7-300 in der Übersicht: Aufbau eines Automatisierungssystems, CPU-Baugruppen, Signal-, Funktions- und Kommunikationsbaugruppen.

Gerätekonfiguration

Eine Station konfigurieren, Baugruppen parametrieren und Stationen vernetzen.

Variablen, Adressierung und Datentypen

Die Eigenschaften der Operandenbereiche Eingänge, Ausgänge, Peripherie, Merker, Daten und temporäre Lokaldaten und wie sie adressiert werden: absolut, symbolisch und indirekt.

Die Beschreibung der elementaren und zusammengesetzten Datentypen, Datentypen für Bausteinparameter, Zeiger und Anwenderdatentypen.

Programmbearbeitung

Wie sich die CPU-Baugruppe in den Betriebszuständen ANLAUF, RUN und STOP verhält.

Wie das Anwenderprogramm durch Bausteine strukturiert wird, welche Eigenschaften die Bausteine haben und wie sie aufgerufen werden.

Wie das Anwenderprogramm bearbeitet wird: Anlaufverhalten, Hauptprogramm, Alarmbearbeitung, Fehlerbehandlung und Diagnose.

Der Programmeditor

Arbeiten mit der PLC-Variablentabelle, Codebausteine und Datenbausteine erstellen und bearbeiten, Bausteine übersetzen und Programminformationen auswerten.

Die Programmiersprache Kontaktplan KOP

Das Charakteristische der KOP-Programmierung; Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten; der Einsatz von Spulen, Standard-Boxen, Q-Boxen und EN/ENO-Boxen.

Die Programmiersprache Funktionsplan FUP

Das Charakteristische der FUP-Programmierung; Boxen für binäre Verknüpfungen; der Einsatz von Standard-Boxen, Q-Boxen und EN/ENO-Boxen.

Die Programmiersprache Anweisungsliste AWL

Das Charakteristische der AWL-Programmierung; Programmierung von binären Verknüpfungen, Anwendung von Digitalfunktionen und Steuern der Programmbearbeitung.

Die Programmiersprache Structured Control Language SCL

Das Charakteristische der SCL-Programmierung; Operatoren und Ausdrücke, Arbeiten mit Binär- und Digitalfunktionen, Programmbearbeitung steuern mit Kontrollanweisungen.

Die Ablaufsteuerung S7-GRAPH

Was eine Ablaufsteuerung ist und was ihre Elemente sind: Ablaufketten, Schritte, Transitionen und Verzweigungen. Wie eine Ablaufsteuerung mit S7-GRAPH projiziert wird.

Die Beschreibung der Steuerungsfunktionen

Basisfunktionen: Funktionen für Binärsignale: binäre Verknüpfungen, Speicherfunktionen, Flankenauswertungen, SIMATIC- und IEC-Zeit- und Zählfunktionen.

Digitalfunktionen: Funktionen für Digitalvariablen: Übertragungs-, Vergleichs-, Arithmetik-, Mathematik-, Konvertierungs-, Schiebe- und Logikfunktionen.

Programmfluss-Steuerung: Mit Statusbits arbeiten, Sprungfunktionen programmieren, Bausteine aufrufen und beenden, das Master Control Relay verwenden.

Online-Betrieb und Programmtest

Ein Programmiergerät an die PLC-Station anschließen, den Online-Betrieb einschalten, die Projektdaten übertragen und das Anwenderprogramm schützen.

Die Anwenderbausteine laden, ändern, löschen und vergleichen.

Mit der Hardware-Diagnose arbeiten und das Anwenderprogramm testen.

Dezentrale Peripherie

In der Übersicht: das dezentrale Peripheriesystem ET 200.

Wie ein PROFINET IO System projiziert wird und welche Eigenschaften es hat.

Wie ein PROFIBUS DP Mastersystem projiziert wird und welche Eigenschaften es hat.

Wie ein Aktor/Sensor-Interface System projiziert wird und welche Eigenschaften es hat.

Kommunikation

Welche Eigenschaften die S7-Basis-Kommunikation und die S7-Kommunikation haben und mit welchen Kommunikationsfunktionen sie programmiert werden.

Mit welchen Kommunikationsfunktionen die Open User Communication realisiert wird.

Anhang

Wie externe Quelldateien für AWL- und SCL-Bausteine erstellt und importiert werden.

Wie ein mit STEP 7 V5.x erstelltes Projekt in das TIA Portal migriert wird.

Wie mit der Simulationssoftware S7-PLCSIM ein Anwenderprogramm offline getestet wird.

Wie der Webserver in der CPU projiziert wird und welche Möglichkeiten er bietet.

Wie Bausteinparameter und Lokalvariablen im Speicher abgelegt werden.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	22
1.1 Übersicht Automatisierungssystem S7-300	22
1.1.1 Automatisierungsgerät SIMATIC S7-300	23
1.1.2 Übersicht STEP 7 Professional V11	24
1.1.3 Fünf Programmiersprachen	26
1.1.4 Bearbeitung des Anwenderprogramms	28
1.1.5 Datenhaltung im SIMATIC-Automatisierungssystem	30
1.2 Einführung in STEP 7 Professional V11	31
1.2.1 STEP 7 installieren	31
1.2.2 Automation License Manager	31
1.2.3 STEP 7 Professional starten	32
1.2.4 Portalansicht	32
1.2.5 Hilfe-Informationssystem	33
1.2.6 Die Fenster der Projektansicht	34
1.2.7 Bedienoberfläche anpassen	36
1.3 Ein SIMATIC-Projekt bearbeiten	37
1.3.1 Strukturierte Darstellung der Projektdaten	38
1.3.2 Projektdaten und Editoren für eine PLC-Station	39
1.3.3 Ein Projekt erstellen und bearbeiten	42
1.3.4 Bibliotheken anlegen und bearbeiten	43
2 Automatisierungssystem SIMATIC S7-300	44
2.1 Komponenten einer S7-300-Station	44
2.2 CPU-Baugruppen S7-300	46
2.2.1 CPU-Varianten	46
2.2.2 Bedien- und Anzeigeelemente	48
2.2.3 SIMATIC Micro Memory Card	49
2.2.4 Speicherbereiche in einer S7-300-Station	49
2.2.5 Busschnittstellen	51
2.3 Signalbaugruppen	53
2.3.1 Digitaleingabebaugruppen	53
2.3.2 Digitalausgabebaugruppen	54
2.3.3 Digitalein-/ausgabebaugruppen	54
2.3.4 Analogeingabebaugruppen	55
2.3.5 Analogausgabebaugruppen	55
2.3.6 Analogein-/ausgabebaugruppen	56
2.4 Funktionsbaugruppen	57
2.5 Kommunikationsbaugruppen	58

2.6 Sonstige Baugruppen	60
2.6.1 Anschaltungsbaugruppen (IM)	60
2.6.2 Stromversorgungsbaugruppen (PS)	60
2.6.3 Simulatorbaugruppe	61
2.6.4 Platzhalterbaugruppe	61
2.7 SIPLUS S7-300	62
3 Gerätekonfiguration	64
3.1 Einführung	64
3.2 Eine Station konfigurieren	67
3.2.1 Eine PLC-Station hinzufügen	67
3.2.2 Eine Baugruppe hinzufügen	67
3.2.3 Einen Erweiterungsbaugruppenträger hinzufügen	68
3.3 Baugruppen parametrieren	69
3.3.1 Die CPU-Eigenschaften parametrieren	69
3.3.2 Baugruppen adressieren	72
3.3.3 Signalbaugruppen parametrieren	75
3.4 Netz projektieren	76
3.4.1 Einführung, Übersicht	76
3.4.2 Stationen vernetzen	77
3.4.3 Teilnehmeradressen in einem Subnetz	78
3.4.4 Verbindungen	79
3.4.5 Ein MPI-Subnetz projektieren	82
3.4.6 Ein PROFIBUS-Subnetz projektieren	83
3.4.7 Ein PROFINET-Subnetz projektieren	85
3.4.8 Ein AS-i-Subnetz projektieren	88
4 Variablen, Adressierung und Datentypen	90
4.1 Operanden und Variablen	90
4.1.1 Einführung, Übersicht	90
4.1.2 Operandenbereiche Eingänge und Ausgänge	91
4.1.3 Operandenbereich Merker	94
4.1.4 Operandenbereich Daten	95
4.1.5 Operandenbereich temporäre Lokaldaten	95
4.2 Adressierung von Operanden und Variablen	96
4.2.1 Signalweg	96
4.2.2 Absolute Adressierung von Variablen	97
4.2.3 Symbolische Adressierung von Variablen	102
4.2.4 Adressierung von Konstanten	103
4.3 Indirekte Adressierung	104
4.3.1 Speicherindirekte Adressierung mit AWL	105
4.3.2 Registerindirekte Adressierung mit AWL	108
4.3.3 Arbeiten mit den Adressregistern bei AWL	109
4.3.4 Direkter Zugriff auf komplexe Lokalvariablen mit AWL	117
4.3.5 Indirekte Adressierung bei SCL	118

4.4	Elementare Datentypen	121
4.4.1	Einführung	121
4.4.2	Bitfolge-Datentypen BOOL, BYTE, WORD und DWORD	124
4.4.3	BCD-Zahlen BCD16 und BCD32	124
4.4.4	Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen INT und DINT	126
4.4.5	Gleitpunkt-Datentyp REAL	126
4.4.6	Datentyp CHAR	127
4.4.7	Datentypen für Zeitdauern und Zeitpunkte	128
4.5	Zusammengesetzte Datentypen	130
4.5.1	Zeichenkette STRING	130
4.5.2	Datentyp ARRAY	132
4.5.3	Datentyp STRUCT	134
4.6	Parametertypen und Zeiger	136
4.6.1	Parametertypen	136
4.6.2	Zeiger	137
4.6.3	„Variabler“ ANY-Zeiger bei AWL	141
4.6.4	„Variabler“ ANY-Zeiger bei SCL	141
4.7	PLC-Datentypen	143
4.8	Startinformation	145
5	Programmbearbeitung	146
5.1	Betriebszustände der CPU-Baugruppe	146
5.1.1	Betriebszustand STOP	147
5.1.2	Betriebszustand ANLAUF	148
5.1.3	Betriebszustand RUN	150
5.1.4	Betriebszustand HALT	150
5.1.5	CPU urlöschen	151
5.1.6	Auslieferungszustand wiederherstellen	151
5.1.7	Remanenzverhalten von Operanden	152
5.2	Anwenderprogramm erstellen	152
5.2.1	Programmmentwurf	152
5.2.2	Programmbearbeitung	156
5.2.3	Bausteinarten	158
5.2.4	Bausteineigenschaften bearbeiten	159
5.2.5	Bausteinschnittstelle	163
5.2.6	Beispiel zur Verwendung von Bausteinparametern	165
5.3	Bausteine aufrufen	167
5.3.1	Allgemeines zu Aufrufen von Codebausteinen	167
5.3.2	Aufruf von Funktionen (FC)	167
5.3.3	Aufruf von Funktionsbausteinen (FB)	169
5.3.4	„Weiterreichen“ von Bausteinparametern	172
5.4	Anlaufprogramm	173
5.4.1	Organisationsbaustein OB 100	173
5.4.2	Baugruppenadresse ermitteln	174
5.4.3	Baugruppen parametrieren	176

5.5 Hauptprogramm	179
5.5.1 Organisationsbaustein OB 1	179
5.5.2 Prozessabbild-Aktualisierung	180
5.5.3 Zykluszeit und Reaktionszeit	181
5.5.4 Programm anhalten, stoppen und schützen	183
5.5.5 Uhrzeit	185
5.5.6 Systemzeit lesen	187
5.5.7 Betriebsstundenzähler	187
5.6 Alarmbearbeitung	188
5.6.1 Einführung zur Alarmbearbeitung	188
5.6.2 Prioritätsklassen	189
5.6.3 Uhrzeitalarm, Organisationsbaustein OB 10	190
5.6.4 Verzögerungsalarml, Organisationsbausteine OB 20 und 21	193
5.6.5 Weckalarml, Organisationsbausteine OB 32 bis 35	196
5.6.6 Prozessalarm, Organisationsbaustein OB 40	198
5.6.7 DPV1-Alarml, Organisationsbausteine OB 55 bis 57	199
5.6.8 Taktsynchronalarm, Organisationsbaustein OB 61	200
5.6.9 Alarmzusatzinformation lesen	202
5.7 Fehlerbehandlung	203
5.7.1 Fehlerursachen und Fehlerreaktion	203
5.7.2 Synchronfehler	204
5.7.3 Synchronfehlerbearbeitung sperren und freigeben	205
5.7.4 Ersatzwert eintragen	208
5.7.5 Asynchronfehler	209
5.7.6 Alarml und Asynchronfehler sperren, verzögern und freigeben	213
5.8 Diagnose	215
5.8.1 Diagnosealarm, Organisationsbaustein OB 82	215
5.8.2 Systemzustandsliste lesen	216
5.8.3 Startinformation lesen	217
5.8.4 Anwender-Diagnoseereignis in den Diagnosepuffer schreiben	218
5.8.5 Systemdiagnose mit Report System Errors	219
6 Programmeditor	222
6.1 Einführung	222
6.2 PLC-Variablentabelle	223
6.2.1 PLC-Variablentabellen bearbeiten	223
6.2.2 PLC-Variablen definieren	223
6.2.3 PLC-Variablentabelle exportieren und importieren	225
6.2.4 Konstantentabellen	226
6.3 Codebaustein programmieren	226
6.3.1 Einen neuen Codebaustein anlegen	226
6.3.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Codebausteine	227
6.3.3 Bausteineigenschaften für Codebausteine festlegen	229
6.3.4 Bausteinschnittstelle programmieren	230
6.3.5 Steuerungsfunktion programmieren	232
6.3.6 Variablen editieren	236
6.3.7 Mit Programmkommentaren arbeiten	239

6.4 Datenbaustein programmieren	240
6.4.1 Einen neuen Datenbaustein anlegen	240
6.4.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Datenbausteine	241
6.4.3 Bausteineigenschaften für Datenbausteine festlegen	242
6.4.4 Datenvariablen deklarieren	242
6.4.5 Datenvariablen in Globaldatenbausteinen eingeben	243
6.5 Bausteine übersetzen	244
6.5.1 Übersetzung starten	244
6.5.2 SCL-Bausteine übersetzen	245
6.5.3 Fehler nach der Übersetzung beheben	246
6.6 Programminformationen	247
6.6.1 Querverweisliste	247
6.6.2 Belegungsplan	248
6.6.3 Aufrufstruktur	250
6.6.4 Abhängigkeitsstruktur	251
6.6.5 Konsistenzprüfung	252
6.6.6 Speicherauslastung der CPU	253
7 Kontaktplan KOP	254
7.1 Einführung	254
7.1.1 Programmieren mit KOP allgemein	254
7.1.2 Programmelemente des Kontaktplans	256
7.2 Binäre Verknüpfungen mit KOP programmieren	256
7.2.1 Schließerkontakt und Öffnerkontakt	256
7.2.2 Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten	258
7.2.3 T-Abzweig, offener Parallelzweig	259
7.2.4 Verknüpfungsergebnis negieren	260
7.2.5 Flankenauswertung einer Binärvariablen	261
7.2.6 Vergleich-Kontakte	261
7.3 Speicherfunktionen mit KOP programmieren	262
7.3.1 Einfache Spule, Zuweisung	262
7.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Spule	264
7.3.3 Speicherndes Verhalten durch Selbsthaltung	264
7.3.4 Spulen mit Zeitverhalten	265
7.3.5 Spulen mit Zählerverhalten	266
7.4 Q-Boxen mit KOP programmieren	267
7.4.1 Speicher-Boxen	268
7.4.2 Flankenauswertung des Stromflusses	268
7.4.3 SIMATIC-Zeitfunktionen	269
7.4.4 SIMATIC-Zählfunktionen	270
7.4.5 IEC-Zeitfunktionen	270
7.4.6 IEC-Zählfunktionen	272
7.5 EN/ENO-Boxen mit KOP programmieren	273
7.5.1 Übertragungsfunktion, MOVE	273
7.5.2 Arithmetische Funktionen	274
7.5.3 Mathematische Funktionen	275

7.5.4 Konvertierungsfunktionen	276
7.5.5 Schiebefunktionen	277
7.5.6 Wortverknüpfungen	278
7.6 Programmfluss bei KOP steuern	280
7.6.1 Mit Statusbits im Kontaktplan arbeiten	280
7.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei KOP	282
7.6.3 Sprungfunktionen	283
7.6.4 Bausteinfunktionen	284
7.6.5 Master Control Relay (MCR)	286
8 Funktionsplan FUP	288
8.1 Einführung	288
8.1.1 Programmieren mit FUP allgemein	288
8.1.2 Programmelemente des Funktionsplans	290
8.2 Binäre Verknüpfungen mit FUP programmieren	291
8.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	291
8.2.2 Eine binäre Verknüpfung im Funktionsplan programmieren	292
8.2.3 UND-Funktion	293
8.2.4 ODER-Funktion	293
8.2.5 Exklusiv-ODER-Funktion	293
8.2.6 Kombinierte binäre Verknüpfungen, Verknüpfungsergebnis negieren	294
8.2.7 T-Abzweig	295
8.2.8 Flankenauswertung von Binärvariablen	295
8.2.9 Vergleichsfunktionen	296
8.3 Standard-Boxen mit FUP programmieren	297
8.3.1 Zuweisung-Box	298
8.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Box	298
8.3.3 Standard-Boxen mit Zeitverhalten	299
8.3.4 Standard-Boxen mit Zählverhalten	300
8.4 Q-Boxen mit FUP programmieren	301
8.4.1 Speicher-Boxen	301
8.4.2 Flankenauswertung des Verknüpfungsergebnisses	303
8.4.3 SIMATIC-Zeitfunktionen	304
8.4.4 SIMATIC-Zählfunktionen	304
8.4.5 IEC-Zeitfunktionen	305
8.4.6 IEC-Zählfunktionen	305
8.5 EN/ENO-Boxen mit FUP programmieren	306
8.5.1 Übertragungsfunktion MOVE	308
8.5.2 Arithmetische Funktionen	308
8.5.3 Mathematische Funktionen	309
8.5.4 Konvertierungsfunktionen	309
8.5.5 Schiebefunktionen	311
8.5.6 Wortverknüpfungen	312
8.6 Programmfluss bei FUP steuern	314
8.6.1 Mit Statusbits im Funktionsplan arbeiten	314
8.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei FUP	316

8.6.3 Sprungfunktionen	317
8.6.4 Bausteinfunktionen	318
8.6.5 Master Control Relay (MCR)	320
9 Anweisungsliste AWL	322
9.1 Einführung	322
9.1.1 Programmieren mit AWL allgemein	322
9.1.2 Aufbau einer AWL-Anweisung	323
9.2 Binäre Verknüpfungen mit AWL programmieren	324
9.2.1 Bearbeitung einer binären Verknüpfung, Verknüpfungsschritt	324
9.2.2 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	326
9.2.3 Eine binäre Verknüpfung in Anweisungsliste programmieren	327
9.2.4 UND-Funktion	328
9.2.5 ODER-Funktion	328
9.2.6 Exklusiv-ODER-Funktion	329
9.2.7 Kombinierte binäre Verknüpfungen	329
9.2.8 Verknüpfungsergebnis steuern	332
9.3 Speicherfunktionen mit AWL programmieren	333
9.3.1 Zuweisung	333
9.3.2 Setzen und Rücksetzen	334
9.3.3 Flankenauswertung	334
9.4 Zeit- und Zählfunktionen mit AWL programmieren	335
9.4.1 SIMATIC-Zeitfunktionen	335
9.4.2 SIMATIC-Zählfunktionen	337
9.4.3 IEC-Zeitfunktionen	338
9.4.4 IEC-Zählfunktionen	339
9.5 Digitalfunktionen mit AWL programmieren	340
9.5.1 Übertragungsfunktionen	340
9.5.2 Vergleichsfunktionen	342
9.5.3 Arithmetische Funktionen	345
9.5.4 Mathematische Funktionen	348
9.5.5 Konvertierungsfunktionen	349
9.5.6 Schiebefunktionen	350
9.5.7 Wortverknüpfungen	352
9.6 Programmfluss bei AWL steuern	354
9.6.1 Mit Statusbits in der Anweisungsliste arbeiten	355
9.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei AWL	357
9.6.3 Sprungfunktionen	359
9.6.4 Sprungverteiler	360
9.6.5 Schleifensprung	360
9.6.6 Bausteinfunktionen	361
9.6.7 Master Control Relay (MCR)	364
9.7 Weitere AWL-Funktionen	365
9.7.1 Akkumulatorfunktionen	365
9.7.2 Addieren von Konstanten zum Akkumulator 1	367
9.7.3 Dekrementieren, Inkrementieren	368
9.7.4 Nullanweisungen	369

10 Structured Control Language SCL	370
10.1 Einführung in die Programmierung mit SCL	370
10.1.1 Programmieren mit SCL allgemein	370
10.1.2 SCL-Anweisungen und Operatoren	372
10.2 Binäre Verknüpfungen mit SCL programmieren	374
10.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	374
10.2.2 UND-Funktion	375
10.2.3 ODER-Funktion	375
10.2.4 Exklusiv-ODER-Funktion	376
10.2.5 Kombinierte binäre Verknüpfungen	376
10.2.6 Verknüpfungsergebnis negieren	377
10.3 Speicherfunktionen mit SCL programmieren	378
10.3.1 Wertzuweisung einer Binärvariablen	378
10.3.2 Setzen und Rücksetzen	378
10.3.3 Flankenauswertung	378
10.4 Zeit- und Zählfunktionen mit SCL programmieren	379
10.4.1 SIMATIC-Zeitfunktionen	379
10.4.2 SIMATIC-Zählfunktionen	380
10.4.3 IEC-Zeitfunktionen	381
10.4.4 IEC-Zählfunktionen	382
10.5 Digitalfunktionen mit SCL programmieren	383
10.5.1 Übertragungsfunktion, Wertzuweisung einer Digitalvariablen	383
10.5.2 Vergleichsfunktionen	383
10.5.3 Arithmetische Funktionen	384
10.5.4 Mathematische Funktionen	385
10.5.5 Konvertierungsfunktionen	386
10.5.6 Schiebefunktionen	387
10.5.7 Wortverknüpfungen, logischer Ausdruck	388
10.6 Programmfluss mit SCL steuern	389
10.6.1 Mit der Variablen ENO arbeiten	389
10.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei SCL	391
10.6.3 Kontrollanweisungen	392
10.6.4 Bausteinfunktionen	400
11 Ablaufsteuerung S7-GRAPH	404
11.1 Einführung	404
11.1.1 Was ist eine Ablaufsteuerung?	404
11.1.2 Eigenschaften einer Ablaufsteuerung	405
11.1.3 Programm für eine Ablaufsteuerung, Mengengerüst	406
11.1.4 Betriebsarten	406
11.1.5 Vorgehen bei der Projektierung	407
11.2 Elemente einer Ablaufsteuerung	408
11.2.1 Schritte und Transitionen	408
11.2.2 Sprünge in einer Ablaufsteuerung	409
11.2.3 Verzweigungen einer Ablaufkette	409
11.2.4 GRAPH-spezifische Variablen	411

11.2.5	Permanente Anweisungen	412
11.2.6	Schritt- und Transitionsfunktionen	412
11.2.7	Bearbeitung von Aktionen	416
11.3	Eine Ablaufsteuerung projektieren	422
11.3.1	Den GRAPH-Funktionsbaustein programmieren	423
11.3.2	Projektieren der Kettenstruktur	424
11.3.3	Schritte und Transitionen programmieren	425
11.3.4	Permanente Anweisungen programmieren	427
11.3.5	Bausteinübergreifende Meldungen projektieren	427
11.3.6	Attribute des GRAPH-Funktionsbausteins	428
11.3.7	GRAPH-Funktionsbaustein anwenden	429
11.4	Ablaufsteuerung testen	430
11.4.1	GRAPH-Funktionsbaustein laden	431
11.4.2	Einstellungen zum Programmtest	431
11.4.3	Betriebsarten verwenden	432
11.4.4	Ablaufkette synchronisieren	433
11.4.5	Mit Programmstatus testen	434
12	Basisfunktionen	436
12.1	Binäre Verknüpfungen	436
12.1.1	Einführung	436
12.1.2	Arbeiten mit Binärsignalen	437
12.1.3	UND-Funktion, Reihenschaltung	440
12.1.4	ODER-Funktion, Parallelschaltung	441
12.1.5	Exklusiv-ODER-Funktion, Antivalenzfunktion	441
12.1.6	Verknüpfungsergebnis negieren, NOT-Kontakt	442
12.2	Speicherfunktionen	444
12.2.1	Einführung	444
12.2.2	Standardspule, Zuweisung	444
12.2.3	Einzelnes Setzen und Rücksetzen	444
12.2.4	Vorrangiges Setzen und Rücksetzen, Speicherfunktion	446
12.2.5	Flankenauswertung	448
12.3	SIMATIC-Zeitfunktionen	453
12.3.1	Übersicht	453
12.3.2	Programmieren einer Zeitfunktion	456
12.3.3	Zeitverhalten als Impuls	458
12.3.4	Zeitverhalten als verlängerter Impuls	460
12.3.5	Zeitverhalten als Einschaltverzögerung	462
12.3.6	Zeitverhalten als speichernde Einschaltverzögerung	464
12.3.7	Zeitverhalten als Ausschaltverzögerung	466
12.4	IEC-Zeitfunktionen	468
12.4.1	Einführung	468
12.4.2	Impulsbildung TP	469
12.4.3	Einschaltverzögerung TON	470
12.4.4	Ausschaltverzögerung TOF	471

12.5 SIMATIC-Zählfunktionen	472
12.5.1 Übersicht	472
12.5.2 Programmieren einer Zählfunktion	474
12.5.3 Funktionsweise einer Zählfunktion	476
12.5.4 Freigeben einer Zählfunktion bei AWL	478
12.6 IEC-Zählfunktionen	479
12.6.1 Einführung	479
12.6.2 Vorwärtzähler CTU	480
12.6.3 Rückwärtzähler CTD	481
12.6.4 Vorwärts-/Rückwärtzähler CTUD	483
13 Digitalfunktionen	484
13.1 Allgemeines	484
13.2 Übertragungsfunktionen	485
13.2.1 Allgemeines zur „einfachen“ Übertragungsfunktion	485
13.2.2 MOVE-Box bei KOP und FUP	485
13.2.3 Laden und Transferieren bei AWL	487
13.2.4 Wertzuweisungen bei SCL	488
13.2.5 Datenbereich im Arbeitsspeicher kopieren und füllen	490
13.2.6 Datenbereich vom und zum Ladespeicher übertragen	493
13.2.7 Speicherbereich steuern bei MCR-Abhängigkeit	494
13.3 Vergleichsfunktionen	497
13.3.1 Ausführung der „einfachen“ Vergleichsfunktion	497
13.3.2 Vergleichsfunktion T_COMP	499
13.3.3 Vergleichsfunktion S_COMP	499
13.4 Arithmetische Funktionen	500
13.4.1 Allgemeine Funktionsbeschreibung	500
13.4.2 Datentypen und Statusbits bei einer arithmetischen Funktion	501
13.4.3 Ausführung der arithmetischen Funktion	503
13.4.4 Arithmetische Funktionen für Datum und Uhrzeit	504
13.5 Mathematische Funktionen	506
13.5.1 Allgemeine Funktionsbeschreibung	506
13.5.2 Allgemeine Ausführung einer mathematischen Funktion	507
13.5.3 Winkelfunktionen SIN, COS, TAN	507
13.5.4 Arcusfunktionen ASIN, ACOS, ATAN	508
13.5.5 Sonstige mathematische Funktionen	508
13.6 Konvertierungsfunktionen	510
13.6.1 Implizite Datentypwandlung	510
13.6.2 Datentypwandlung von Festpunktzahlen	511
13.6.3 Datentypwandlung von Gleitpunktzahlen	514
13.6.4 Datentypwandlung für Datum/Uhrzeit mit T_CONV	517
13.6.5 Datentypwandlung für Datentyp STRING mit S_CONV	518
13.6.6 Datentypwandlung von Hexadezimalzahlen	520
13.6.7 Skalieren und Deskalieren	521
13.6.8 Sonstige Konvertierungsfunktionen	522

13.7 Schiebefunktionen	523
13.7.1 Allgemeine Funktionsbeschreibung	523
13.7.2 Allgemeine Ausführung einer Schiebefunktion	525
13.7.3 Rechts schieben	526
13.7.4 Links schieben	526
13.7.5 Rechts rotieren	527
13.7.6 Links rotieren	528
13.7.7 Rotieren durch das Anzeigenbit A1 (AWL)	528
13.8 Logikfunktionen	528
13.8.1 Wortverknüpfungen	529
13.8.2 Invertieren	531
13.8.3 Bit codieren und Bitnummer setzen	532
13.8.4 Auswahl- und Begrenzerfunktionen	533
13.9 Funktionen für Zeichenketten	536
 14 Programmfluss-Steuerung	 540
14.1 Statusbits	541
14.1.1 Beschreibung der Statusbits	541
14.1.2 Steuern der Statusbits	543
14.1.3 Verknüpfungsergebnis setzen und rücksetzen	544
14.1.4 Binärerergebnis steuern	545
14.1.5 Auswertung der Statusbits	548
14.2 Sprungfunktionen	549
14.2.1 Einführung	549
14.2.2 Absoluter Sprung	549
14.2.3 Bedingte Sprungfunktionen	551
14.2.4 Von den Statusbits abhängige Sprungfunktionen	552
14.3 Bausteinende-Funktionen	555
14.3.1 Bausteinende-Funktion RET (KOP und FUP)	556
14.3.2 Bausteinende-Funktionen BEB, BEA und BE (AWL)	556
14.3.3 RETURN-Anweisung (SCL)	557
14.4 Aufruf von Codebausteinen	557
14.4.1 Allgemeines zu Bausteinaufrufen	557
14.4.2 Aufruf einer Funktion (FC)	558
14.4.3 Aufruf eines Funktionsbausteins (FB)	560
14.4.4 Wechsel zu einem Baustein ohne Bausteinparameter	562
14.5 Datenbausteinfunktionen	564
14.5.1 Datenbaustein aufschlagen	565
14.5.2 Zusätzliche Datenbausteinfunktionen bei AWL	566
14.5.3 Datenbaustein erzeugen, löschen und testen	567
14.6 Master Control Relay	570
14.6.1 Einführung	570
14.6.2 MCR-Abhängigkeit	571
14.6.3 MCR-Bereich und MCR-Zone	571
14.6.4 MCR-Bereich und MCR-Zone bei einem Bausteinwechsel	574
14.6.5 Anweisungen für das Master Control Relay	574

15 Online-Betrieb und Programmtest	576
15.1 Programmiergerät an die PLC-Station anschließen	577
15.1.1 Einstellungen am Programmiergerät	577
15.1.2 Das Programmiergerät mit der PLC-Station verbinden	578
15.1.3 Den Online-Betrieb einschalten	579
15.2 Projektdaten übertragen	580
15.2.1 Die Projektdaten erstmalig laden	580
15.2.2 Die Projektdaten nachladen	583
15.2.3 Schutz des Anwenderprogramms	584
15.2.4 Online-Projekt ohne Offline-Projekt bearbeiten	585
15.2.5 Mit der Micro Memory Card arbeiten	586
15.3 Bausteinhanterung	586
15.3.1 Baustein in die CPU-Baugruppe laden	587
15.3.2 Online-Version des Bausteins bearbeiten	587
15.3.3 Einen Baustein löschen	588
15.3.4 Den Arbeitsspeicher komprimieren	588
15.3.5 Datenbausteine offline/online	588
15.3.6 Bausteine vergleichen	590
15.4 Hardware-Diagnose	592
15.4.1 Status-Anzeigen an den Baugruppen	593
15.4.2 Diagnose-Informationen	593
15.4.3 Diagnosepuffer	594
15.4.4 Diagnose-Funktionen	595
15.4.5 Online-Tools	596
15.4.6 Weitere Diagnose-Informationen über das Programmiergerät	596
15.5 Anwenderprogramm testen	597
15.5.1 Prozess- und Testbetrieb	598
15.5.2 Aufrufumgebung definieren	599
15.5.3 Testen mit Programmstatus	599
15.5.4 Testen im Einzelschrittmodus	604
15.5.5 PLC-Variablen beobachten	606
15.5.6 Datenvariablen beobachten	606
15.5.7 Testen mit Beobachtungstabellen	607
15.5.8 Peripherieausgänge freischalten	613
15.5.9 Testen mit der Force-Tabelle	614
16 Dezentrale Peripherie	618
16.1 Einführung, Übersicht	618
16.2 Dezentrales Peripheriesystem ET 200	619
16.2.1 ET 200L	619
16.2.2 ET 200M	619
16.2.3 ET 200S	620
16.2.4 ET 200iSP	621
16.2.5 ET 200R	621
16.2.6 ET 200eco	621
16.2.7 ET 200pro	622

16.3	PROFINET IO	623
16.3.1	Komponenten von PROFINET IO	623
16.3.2	Adressen bei PROFINET IO	625
16.3.3	Spezielle PROFINET-Konfigurationen	629
16.3.4	PROFINET IO projektieren	630
16.3.5	Kopplungsbaugruppen für PROFINET IO	633
16.3.6	Echtzeit-Kommunikation bei PROFINET IO	634
16.4	PROFIBUS DP	636
16.4.1	Komponenten von PROFIBUS DP	636
16.4.2	Adressen bei PROFIBUS DP	639
16.4.3	PROFIBUS DP projektieren	643
16.4.4	Kopplungsbaugruppen für PROFIBUS DP	647
16.4.5	Sonderfunktionen für PROFIBUS DP	648
16.5	Systembausteine für dezentrale Peripherie	652
16.5.1	Systembausteine für PROFIBUS DP	652
16.5.2	Systembausteine für PROFIBUS DP und PROFINET IO	656
16.5.3	Systembausteine für PROFINET IO	660
16.6	Aktor/Sensor-Interface	662
16.6.1	Komponenten von Aktor/Sensor-Interface	662
16.6.2	Adressen am Aktor/Sensor-Interface	665
16.6.3	Aktor/Sensor-Interface mit CP 343-2P projektieren	665
16.6.4	Systemfunktionen für AS-i	667
17	Kommunikation	668
17.1	Übersicht	668
17.2	S7-Basiskommunikation	669
17.2.1	Grundlagen der stationsinternen S7-Basiskommunikation	669
17.2.2	Stationsinterne S7-Basiskommunikation projektieren	670
17.2.3	Systembausteine für stationsinterne S7-Basiskommunikation	670
17.2.4	Grundlagen der stationsexternen S7-Basiskommunikation	672
17.2.5	Stationsexterne S7-Basiskommunikation projektieren	673
17.2.6	Systembausteine für stationsexterne S7-Basiskommunikation	673
17.3	S7-Kommunikation	676
17.3.1	Grundlagen	676
17.3.2	S7-Kommunikation projektieren	677
17.3.3	Einseitiger Datenaustausch	679
17.3.4	Zweiseitiger Datenaustausch	680
17.3.5	Überwachungsfunktionen	683
17.4	Open User Communication	684
17.4.1	Grundlagen	684
17.4.2	Verbindungen auf- und abbauen	686
17.4.3	Datenübertragung mit TCP native oder ISO-on-TCP	688
17.4.4	Datenübertragung mit UDP	691

18 Anhang	694
18.1 Arbeiten mit Quelldateien	694
18.1.1 Allgemeines Vorgehen	694
18.1.2 Einen Codebaustein in der Quelldatei programmieren	696
18.1.3 Einen Datenbaustein in der Quelldatei programmieren	699
18.1.4 Einen PLC-Datentyp in der Quelldatei programmieren	703
18.2 Projekte migrieren	704
18.3 Simulation mit dem TIA Portal	707
18.3.1 Unterschiede zu einer realen CPU-Baugruppe	707
18.3.2 Simulation starten und speichern	708
18.3.3 Die Simulation bedienen	709
18.3.4 Programm mit der Simulation testen	712
18.3.5 Weitere Funktionen von PLCSIM	713
18.4 Webserver	715
18.4.1 Webserver aktivieren	715
18.4.2 Web-Informationen auslesen	715
18.4.3 Standard-Webseiten	716
18.5 Ablage von lokalen Variablen	720
18.5.1 Ablage in Global-Datenbausteinen	720
18.5.2 Ablage in Instanz-Datenbausteinen	722
18.5.3 Ablage in den temporären Lokaldaten	722
18.5.4 Datenablage der Bausteinparameter einer Funktion (FC)	722
18.5.5 Datenablage der Bausteinparameter eines Funktionsbausteins (FB) ..	725
18.5.6 Datenablage einer Lokalinstanz in einer Multiinstanz	726
Stichwortverzeichnis	730