

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 V12	24
1.1.3 Fünf Programmiersprachen	26
1.1.4 Bearbeitung des Anwenderprogramms	27
1.1.5 Datenhaltung im SIMATIC-Automatisierungssystem	30
1.2 Einführung in STEP 7 Professional V12	31
1.2.1 STEP 7 installieren	31
1.2.2 Automation License Manager	32
1.2.3 STEP 7 Professional starten	32
1.2.4 Portalansicht	32
1.2.5 Die Fenster der Projektansicht	33
1.2.6 Hilfe-Informationssystem	36
1.2.7 Bedienoberfläche anpassen	37
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	38
1.3.3 Ein Projekt erstellen und bearbeiten	42
1.3.4 Mit Referenzprojekten arbeiten	45
1.3.5 Bibliotheken anlegen und bearbeiten	46
2 Automatisierungssystem SIMATIC S7-300	47
2.1 Komponenten einer S7-300-Station	47
2.2 CPU-Baugruppen S7-300	49
2.2.1 CPU-Varianten	49
2.2.2 Bedien- und Anzeigeelemente	51
2.2.3 SIMATIC Micro Memory Card	52
2.2.4 Speicherbereiche in einer S7-300-Station	52
2.2.5 Busschnittstellen	54
2.3 Signalbaugruppen	56
2.3.1 Digitaleingabebaugruppen	56
2.3.2 Digitalausgabebaugruppen	57
2.3.3 Digitalein-/ausgabebaugruppen	57
2.3.4 Analogeingabebaugruppen	58
2.3.5 Analogausgabebaugruppen	58
2.3.6 Analogein-/ausgabebaugruppen	59
2.4 Funktionsbaugruppen	60
2.5 Kommunikationsbaugruppen	61

2.6 Sonstige Baugruppen	63
2.6.1 Anschaltungsbaugruppen (IM)	63
2.6.2 Stromversorgungsbaugruppen (PS)	63
2.6.3 Simulatorbaugruppe	64
2.6.4 Platzhalterbaugruppe	64
2.7 SIPLUS S7-300	65
3 Gerätekonfiguration	66
3.1 Einführung	66
3.2 Eine Station konfigurieren	69
3.2.1 Eine PLC-Station hinzufügen	69
3.2.2 Eine Baugruppe hinzufügen	69
3.2.3 Einen Erweiterungsbaugruppenträger hinzufügen	70
3.3 Baugruppen parametrieren	71
3.3.1 Die CPU-Eigenschaften parametrieren	71
3.3.2 Baugruppen adressieren	74
3.3.3 Signalbaugruppen parametrieren	77
3.4 Netz projektiere	78
3.4.1 Einführung, Übersicht	78
3.4.2 Stationen vernetzen	79
3.4.3 Teilnehmeradressen in einem Subnetz	80
3.4.4 Verbindungen	81
3.4.5 Ein MPI-Subnetz projektiere	84
3.4.6 Ein PROFIBUS-Subnetz projektiere	85
3.4.7 Ein PROFINET-Subnetz projektiere	87
3.4.8 Ein AS-i-Subnetz projektiere	90
4 Variablen, Adressierung und Datentypen	92
4.1 Operanden und Variablen	92
4.1.1 Einführung, Übersicht	92
4.1.2 Operandenbereiche Eingänge und Ausgänge	93
4.1.3 Operandenbereich Merker	96
4.1.4 Operandenbereich Daten	97
4.1.5 Operandenbereich temporäre Lokaldaten	97
4.2 Adressierung von Operanden und Variablen	98
4.2.1 Signalweg	98
4.2.2 Absolute Adressierung von Variablen	99
4.2.3 Symbolische Adressierung von Variablen	104
4.2.4 Adressierung von Konstanten	105
4.3 Indirekte Adressierung	106
4.3.1 Speicherindirekte Adressierung mit AWL	107
4.3.2 Registerindirekte Adressierung mit AWL	110
4.3.3 Arbeiten mit den Adressregistern bei AWL	111
4.3.4 Direkter Zugriff auf komplexe Lokalvariablen mit AWL	119
4.3.5 Indirekte Adressierung bei SCL	121

4.4 Elementare Datentypen	123
4.4.1 Einführung	123
4.4.2 Bitfolge-Datentypen BOOL, BYTE, WORD und DWORD	126
4.4.3 BCD-Zahlen BCD16 und BCD32	126
4.4.4 Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen INT und DINT	128
4.4.5 Gleitpunkt-Datentyp REAL	128
4.4.6 Datentyp CHAR	129
4.4.7 Datentypen für Zeitdauern und Zeitpunkte	130
4.5 Zusammengesetzte Datentypen	132
4.5.1 Zeichenkette STRING	132
4.5.2 Datentyp ARRAY	134
4.5.3 Datentyp STRUCT	136
4.6 Parametertypen und Zeiger	138
4.6.1 Parametertypen	138
4.6.2 Zeiger	139
4.6.3 „Variabler“ ANY-Zeiger bei AWL	143
4.6.4 „Variabler“ ANY-Zeiger bei SCL	143
4.7 PLC-Datentypen	146
4.8 Startinformation	147
 5 Programmbearbeitung	 148
5.1 Betriebszustände der CPU-Baugruppe	148
5.1.1 Betriebszustand STOP	149
5.1.2 Betriebszustand ANLAUF	150
5.1.3 Betriebszustand RUN	152
5.1.4 Betriebszustand HALT	152
5.1.5 CPU urlöschen	153
5.1.6 Auslieferungszustand wiederherstellen	153
5.1.7 Remanenzverhalten von Operanden	154
5.2 Anwendungsprogramm erstellen	154
5.2.1 Programmentwurf	154
5.2.2 Programmbearbeitung	158
5.2.3 Bausteinarten	160
5.2.4 Bausteineigenschaften bearbeiten	161
5.2.5 Bausteinschnittstelle	165
5.2.6 Beispiel zur Verwendung von Bausteinparametern	167
5.3 Bausteine aufrufen	169
5.3.1 Allgemeines zu Aufrufen von Codebausteinen	169
5.3.2 Aufruf von Funktionen (FC)	169
5.3.3 Aufruf von Funktionsbausteinen (FB)	171
5.3.4 „Weiterreichen“ von Bausteinparametern	174
5.4 Anlaufprogramm	175
5.4.1 Organisationsbaustein OB 100	175
5.4.2 Baugruppenadresse ermitteln	176
5.4.3 Baugruppen parametrieren	178

5.5 Hauptprogramm	181
5.5.1 Organisationsbaustein OB 1	181
5.5.2 Prozessabbild-Aktualisierung	182
5.5.3 Zykluszeit und Reaktionszeit	183
5.5.4 Programm anhalten, stoppen und schützen	185
5.5.5 Uhrzeit	187
5.5.6 Systemzeit lesen	189
5.5.7 Betriebsstundenzähler	190
5.6 Alarmbearbeitung	191
5.6.1 Einführung zur Alarmbearbeitung	191
5.6.2 Prioritätsklassen	192
5.6.3 Uhrzeitalarm, Organisationsbaustein OB 10	192
5.6.4 Verzögerungsalarme, Organisationsbausteine OB 20 und OB 21	196
5.6.5 Weckalarme, Organisationsbausteine OB 32 bis OB 35	198
5.6.6 Prozessalarm, Organisationsbaustein OB 40	200
5.6.7 DPV1-Alarme, Organisationsbausteine OB 55 bis OB 57	202
5.6.8 Taktsynchronalarm, Organisationsbaustein OB 61	202
5.6.9 Alarmzusatzinformation lesen	205
5.7 Fehlerbehandlung	206
5.7.1 Fehlerursachen und Fehlerreaktion	206
5.7.2 Synchronfehler	206
5.7.3 Synchronfehlerbearbeitung sperren und freigeben	208
5.7.4 Ersatzwert eintragen	211
5.7.5 Asynchronfehler	212
5.7.6 Alarme und Asynchronfehler sperren, verzögern und freigeben	215
5.8 Diagnose	217
5.8.1 Diagnosealarm, Organisationsbaustein OB 82	217
5.8.2 Systemzustandsliste lesen	219
5.8.3 Startinformation lesen	220
5.8.4 Anwender-Diagnoseereignis in den Diagnosepuffer schreiben	221
5.8.5 Systemdiagnose mit Report System Errors	222
 6 Programmeditor	 225
6.1 Einführung	225
6.2 PLC-Variablenliste	226
6.2.1 Mit PLC-Variablenlisten arbeiten	226
6.2.2 PLC-Variablen definieren und bearbeiten	226
6.2.3 PLC-Variablen vergleichen	228
6.2.4 PLC-Variablenliste exportieren und importieren	229
6.2.5 Konstantentabellen	230
6.3 Einen Codebaustein programmieren	230
6.3.1 Einen neuen Codebaustein anlegen	230
6.3.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Codebausteine	232
6.3.3 Baustein-eigenschaften für Codebausteine festlegen	233
6.3.4 Bausteinschnittstelle programmieren	234
6.3.5 Steuerungsfunktion programmieren	236

6.3.6 Variablen editieren	240
6.3.7 Mit Programmkommentaren arbeiten	242
6.4 Einen Datenbaustein programmieren	244
6.4.1 Einen neuen Datenbaustein anlegen	244
6.4.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Datenbausteine	244
6.4.3 Bausteineneigenschaften für Datenbausteine festlegen	246
6.4.4 Datenvariablen deklarieren	246
6.4.5 Datenvariablen in Globaldatenbausteinen eingeben	247
6.5 Bausteine übersetzen	248
6.5.1 Übersetzung starten	248
6.5.2 SCL-Bausteine übersetzen	249
6.5.3 Fehler nach der Übersetzung beheben	249
6.6 Programminformationen	250
6.6.1 Querverweisliste	251
6.6.2 Belegungsplan	253
6.6.3 Aufrufstruktur	254
6.6.4 Abhängigkeitsstruktur	255
6.6.5 Konsistenzprüfung	255
6.6.6 Speicherauslastung der CPU	256
7 Kontaktplan KOP	258
7.1 Einführung	258
7.1.1 Programmieren mit KOP allgemein	258
7.1.2 Programmelemente des Kontaktplans	260
7.2 Binäre Verknüpfungen mit KOP programmieren	260
7.2.1 Schließerkontakt und Öffnerkontakt	260
7.2.2 Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten	262
7.2.3 T-Abzweig, offener Parallelzweig	263
7.2.4 Verknüpfungsergebnis negieren	264
7.2.5 Flankenauswertung einer Binärvariablen	265
7.2.6 Vergleich-Kontakte	265
7.3 Speicherfunktionen mit KOP programmieren	266
7.3.1 Einfache Spule, Zuweisung	266
7.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Spule	268
7.3.3 Speicherndes Verhalten durch Selbsthaltung	268
7.3.4 Spulen mit Zeitverhalten	269
7.3.5 Spulen mit Zählerverhalten	270
7.4 Q-Boxen mit KOP programmieren	271
7.4.1 Speicher-Boxen	272
7.4.2 Flankenauswertung des Stromflusses	272
7.4.3 SIMATIC-Zeitfunktionen	273
7.4.4 SIMATIC-Zählfunktionen	274
7.4.5 IEC-Zeitfunktionen	274
7.4.6 IEC-Zählfunktionen	276
7.5 EN/ENO-Boxen mit KOP programmieren	277
7.5.1 Übertragungsfunktion, MOVE	277

7.5.2 Arithmetische Funktionen	278
7.5.3 Mathematische Funktionen	279
7.5.4 Konvertierungsfunktionen	280
7.5.5 Schiebefunktionen	281
7.5.6 Wortverknüpfungen	282
7.6 Programmfluss bei KOP steuern	284
7.6.1 Mit Statusbits im Kontaktplan arbeiten	284
7.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei KOP	286
7.6.3 Sprungfunktionen	287
7.6.4 Bausteinfunktionen	288
7.6.5 Master Control Relay (MCR)	290
8 Funktionsplan FUP	292
8.1 Einführung	292
8.1.1 Programmieren mit FUP allgemein	292
8.1.2 Programmelemente des Funktionsplans	294
8.2 Binäre Verknüpfungen mit FUP programmieren	295
8.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	295
8.2.2 Eine binäre Verknüpfung im Funktionsplan programmieren	296
8.2.3 UND-Funktion	297
8.2.4 ODER-Funktion	297
8.2.5 Exklusiv-ODER-Funktion	297
8.2.6 Kombinierte binäre Verknüpfungen, Verknüpfungsergebnis negieren	298
8.2.7 T-Abzweig	299
8.2.8 Flankenauswertung von Binärvariablen	299
8.2.9 Vergleichsfunktionen	300
8.3 Standard-Boxen mit FUP programmieren	301
8.3.1 Zuweisung-Box	302
8.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Box	302
8.3.3 Standard-Boxen mit Zeitverhalten	303
8.3.4 Standard-Boxen mit Zählerverhalten	304
8.4 Q-Boxen mit FUP programmieren	305
8.4.1 Speicher-Boxen	305
8.4.2 Flankenauswertung des Verknüpfungsergebnisses	307
8.4.3 SIMATIC-Zeitfunktionen	308
8.4.4 SIMATIC-Zählfunktionen	308
8.4.5 IEC-Zeitfunktionen	309
8.4.6 IEC-Zählfunktionen	309
8.5 EN/ENO-Boxen mit FUP programmieren	310
8.5.1 Übertragungsfunktion MOVE	312
8.5.2 Arithmetische Funktionen	312
8.5.3 Mathematische Funktionen	313
8.5.4 Konvertierungsfunktionen	313
8.5.5 Schiebefunktionen	315
8.5.6 Wortverknüpfungen	316

8.6 Programmfluss bei FUP steuern	318
8.6.1 Mit Statusbits im Funktionsplan arbeiten	318
8.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei FUP	320
8.6.3 Sprungfunktionen	321
8.6.4 Bausteinfunktionen	322
8.6.5 Master Control Relay (MCR)	324
9 Anweisungsliste AWL	326
9.1 Einführung	326
9.1.1 Programmieren mit AWL allgemein	326
9.1.2 Aufbau einer AWL-Anweisung	327
9.2 Binäre Verknüpfungen mit AWL programmieren	328
9.2.1 Bearbeitung einer binären Verknüpfung, Verknüpfungsschritt	328
9.2.2 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	330
9.2.3 Eine binäre Verknüpfung in Anweisungsliste programmieren	331
9.2.4 UND-Funktion	332
9.2.5 ODER-Funktion	332
9.2.6 Exklusiv-ODER-Funktion	333
9.2.7 Kombinierte binäre Verknüpfungen	333
9.2.8 Verknüpfungsergebnis steuern	336
9.3 Speicherfunktionen mit AWL programmieren	337
9.3.1 Zuweisung	337
9.3.2 Setzen und Rücksetzen	338
9.3.3 Flankenauswertung	338
9.4 Zeit- und Zählfunktionen mit AWL programmieren	339
9.4.1 SIMATIC-Zeitfunktionen	339
9.4.2 SIMATIC-Zählfunktionen	341
9.4.3 IEC-Zeitfunktionen	342
9.4.4 IEC-Zählfunktionen	343
9.5 Digitalfunktionen mit AWL programmieren	344
9.5.1 Übertragungsfunktionen	344
9.5.2 Vergleichsfunktionen	346
9.5.3 Arithmetische Funktionen	349
9.5.4 Mathematische Funktionen	352
9.5.5 Konvertierungsfunktionen	353
9.5.6 Schiebefunktionen	354
9.5.7 Wortverknüpfungen	356
9.6 Programmfluss bei AWL steuern	358
9.6.1 Mit Statusbits in der Anweisungsliste arbeiten	359
9.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei AWL	361
9.6.3 Sprungfunktionen	363
9.6.4 Sprungverteiler	364
9.6.5 Schleifensprung	364
9.6.6 Bausteinfunktionen	365
9.6.7 Master Control Relay (MCR)	368
9.7 Weitere AWL-Funktionen	369

9.7.1 Akkumulatorfunktionen	369
9.7.2 Addieren von Konstanten zum Akkumulator 1	371
9.7.3 Dekrementieren, Inkrementieren	372
9.7.4 Nullanweisungen	373
10 Structured Control Language SCL	374
10.1 Einführung in die Programmierung mit SCL	374
10.1.1 Programmieren mit SCL allgemein	374
10.1.2 SCL-Anweisungen und Operatoren	376
10.2 Binäre Verknüpfungen mit SCL programmieren	378
10.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	378
10.2.2 UND-Funktion	379
10.2.3 ODER-Funktion	379
10.2.4 Exklusiv-ODER-Funktion	380
10.2.5 Kombinierte binäre Verknüpfungen	380
10.2.6 Verknüpfungsergebnis negieren	381
10.3 Speicherfunktionen mit SCL programmieren	382
10.3.1 Wertzuweisung einer Binärvariablen	382
10.3.2 Setzen und Rücksetzen	382
10.3.3 Flankenauswertung	382
10.4 Zeit- und Zählfunktionen mit SCL programmieren	383
10.4.1 SIMATIC-Zeitfunktionen	383
10.4.2 SIMATIC-Zählfunktionen	384
10.4.3 IEC-Zeitfunktionen	385
10.4.4 IEC-Zählfunktionen	386
10.5 Digitalfunktionen mit SCL programmieren	387
10.5.1 Übertragungsfunktion, Wertzuweisung einer Digitalvariablen	387
10.5.2 Vergleichsfunktionen	387
10.5.3 Arithmetische Funktionen	388
10.5.4 Mathematische Funktionen	389
10.5.5 Konvertierungsfunktionen	390
10.5.6 Schiebefunktionen	391
10.5.7 Wortverknüpfungen, logischer Ausdruck	392
10.6 Programmfluss mit SCL steuern	393
10.6.1 Mit der Variablen ENO arbeiten	393
10.6.2 EN/ENO-Mechanismus bei SCL	395
10.6.3 Kontrollanweisungen	396
10.6.4 Bausteinfunktionen	404
11 Ablaufsteuerung S7-GRAPH	408
11.1 Einführung	408
11.1.1 Was ist eine Ablaufsteuerung?	408
11.1.2 Eigenschaften einer Ablaufsteuerung	409
11.1.3 Programm für eine Ablaufsteuerung, Mengengerüst	410
11.1.4 Betriebsarten	410
11.1.5 Vorgehen bei der Projektierung	411

11.2 Elemente einer Ablaufsteuerung	412
11.2.1 Schritte und Transitionen	412
11.2.2 Sprünge in einer Ablaufsteuerung	413
11.2.3 Verzweigungen einer Ablaufkette	413
11.2.4 GRAPH-spezifische Variablen	415
11.2.5 Permanente Anweisungen	416
11.2.6 Schritt- und Transitionsfunktionen	416
11.2.7 Bearbeitung von Aktionen	420
11.3 Eine Ablaufsteuerung projektieren	426
11.3.1 Den GRAPH-Funktionsbaustein programmieren	427
11.3.2 Projektieren der Kettenstruktur	428
11.3.3 Schritte und Transitionen programmieren	429
11.3.4 Permanente Anweisungen programmieren	431
11.3.5 Bausteinübergreifende Meldungen projektieren	431
11.3.6 Attribute des GRAPH-Funktionsbausteins	432
11.3.7 GRAPH-Funktionsbaustein anwenden	433
11.4 Ablaufsteuerung testen	434
11.4.1 GRAPH-Funktionsbaustein laden	435
11.4.2 Einstellungen zum Programmtest	435
11.4.3 Betriebsarten verwenden	436
11.4.4 Ablaufkette synchronisieren	437
11.4.5 Mit Programmstatus testen	438
 12 Basisfunktionen	440
12.1 Binäre Verknüpfungen	440
12.1.1 Einführung	440
12.1.2 Arbeiten mit Binärsignalen	441
12.1.3 UND-Funktion, Reihenschaltung	444
12.1.4 ODER-Funktion, Parallelschaltung	445
12.1.5 Exklusiv-ODER-Funktion, Antivalenzfunktion	445
12.1.6 Verknüpfungsergebnis negieren, NOT-Kontakt	446
12.2 Speicherfunktionen	448
12.2.1 Einführung	448
12.2.2 Standardspule, Zuweisung	448
12.2.3 Einzelnes Setzen und Rücksetzen	448
12.2.4 Vorrangiges Setzen und Rücksetzen, Speicherfunktion	450
12.2.5 Flankenauswertung	452
12.3 SIMATIC-Zeitfunktionen	457
12.3.1 Übersicht	457
12.3.2 Programmieren einer Zeitfunktion	460
12.3.3 Zeitverhalten als Impuls	462
12.3.4 Zeitverhalten als verlängerter Impuls	464
12.3.5 Zeitverhalten als Einschaltverzögerung	466
12.3.6 Zeitverhalten als speichernde Einschaltverzögerung	468
12.3.7 Zeitverhalten als Ausschaltverzögerung	470
12.4 IEC-Zeitfunktionen	472

12.4.1 Einführung	472
12.4.2 Impulsbildung TP	473
12.4.3 Einschaltverzögerung TON	474
12.4.4 Ausschaltverzögerung TOF	475
12.5 SIMATIC-Zählfunktionen	476
12.5.1 Übersicht	476
12.5.2 Programmieren einer Zählfunktion	478
12.5.3 Funktionsweise einer Zählfunktion	480
12.5.4 Freigeben einer Zählfunktion bei AWL	482
12.6 IEC-Zählfunktionen	483
12.6.1 Einführung	483
12.6.2 Vorwärtzähler CTU	484
12.6.3 Rückwärtzähler CTD	485
12.6.4 Vorwärts/Rückwärtzähler CTUD	487
13 Digitalfunktionen	488
13.1 Allgemeines	488
13.2 Übertragungsfunktionen	489
13.2.1 Allgemeines zur „einfachen“ Übertragungsfunktion	489
13.2.2 MOVE-Box bei KOP und FUP	489
13.2.3 Laden und Transferieren bei AWL	491
13.2.4 Wertzuweisungen bei SCL	492
13.2.5 Datenbereich im Arbeitsspeicher kopieren und füllen	494
13.2.6 Datenbereich vom und zum Ladespeicher übertragen	497
13.2.7 Speicherbereich steuern bei MCR-Abhängigkeit	498
13.3 Vergleichsfunktionen	501
13.3.1 Ausführung der „einfachen“ Vergleichsfunktion	501
13.3.2 Vergleichsfunktion T_COMP	503
13.3.3 Vergleichsfunktion S_COMP	503
13.4 Arithmetische Funktionen	504
13.4.1 Allgemeine Funktionsbeschreibung	504
13.4.2 Datentypen und Statusbits bei einer arithmetischen Funktion	505
13.4.3 Ausführung der arithmetischen Funktion	507
13.4.4 Arithmetische Funktionen für Datum und Uhrzeit	508
13.5 Mathematische Funktionen	510
13.5.1 Allgemeine Funktionsbeschreibung	510
13.5.2 Allgemeine Ausführung einer mathematischen Funktion	511
13.5.3 Winkelfunktionen SIN, COS, TAN	511
13.5.4 Arcusfunktionen ASIN, ACOS, ATAN	512
13.5.5 Sonstige mathematische Funktionen	512
13.6 Konvertierungsfunktionen	514
13.6.1 Implizite Datentypwandlung	514
13.6.2 Datentypwandlung von Festpunktzahlen	515
13.6.3 Datentypwandlung von Gleitpunktzahlen	518
13.6.4 Datentypwandlung für Datum/Uhrzeit mit T_CONV	521
13.6.5 Datentypwandlung für Datentyp STRING mit S_CONV	522

13.6.6 Datentypwandlung von Hexadezimalzahlen	524
13.6.7 Skalieren und Deskalieren	525
13.6.8 Sonstige Konvertierungsfunktionen	526
13.7 Schiebefunktionen	527
13.7.1 Allgemeine Funktionsbeschreibung	527
13.7.2 Allgemeine Ausführung einer Schiebefunktion	529
13.7.3 Rechts schieben	530
13.7.4 Links schieben	530
13.7.5 Rechts rotieren	531
13.7.6 Links rotieren	532
13.7.7 Rotieren durch das Anzeigenbit A1 (AWL)	532
13.8 Logikfunktionen	532
13.8.1 Wortverknüpfungen	533
13.8.2 Invertieren	535
13.8.3 Bit codieren und Bitnummer setzen	536
13.8.4 Auswahl- und Begrenzerfunktionen	537
13.9 Funktionen für Zeichenketten	540
14 Programmfluss-Steuerung	544
14.1 Statusbits	545
14.1.1 Beschreibung der Statusbits	545
14.1.2 Steuern der Statusbits	547
14.1.3 Verknüpfungsergebnis setzen und rücksetzen	548
14.1.4 Binärergebnis steuern	549
14.1.5 Auswertung der Statusbits	552
14.2 Sprungfunktionen	553
14.2.1 Einführung	553
14.2.2 Absoluter Sprung	553
14.2.3 Bedingte Sprungfunktionen	555
14.2.4 Von den Statusbits abhängige Sprungfunktionen	556
14.3 Bausteinende-Funktionen	559
14.3.1 Bausteinende-Funktion RET (KOP und FUP)	560
14.3.2 Bausteinende-Funktionen BEB, BEA und BE (AWL)	560
14.3.3 RETURN-Anweisung (SCL)	561
14.4 Aufruf von Codebausteinen	561
14.4.1 Allgemeines zu Bausteinaufrufen	561
14.4.2 Aufruf einer Funktion (FC)	562
14.4.3 Aufruf eines Funktionsbausteins (FB)	564
14.4.4 Wechsel zu einem Baustein ohne Bausteinparameter	566
14.5 Datenbausteinfunktionen	568
14.5.1 Datenbaustein aufschlagen	569
14.5.2 Zusätzliche Datenbausteinfunktionen bei AWL	570
14.5.3 Datenbaustein erzeugen, löschen und testen	571
14.6 Master Control Relay	574
14.6.1 Einführung	574
14.6.2 MCR-Abhängigkeit	575

14.6.3 MCR-Bereich und MCR-Zone	575
14.6.4 MCR-Bereich und MCR-Zone bei einem Bausteinwechsel	578
14.6.5 Anweisungen für das Master Control Relay	578
15 Online-Betrieb und Programmtest	580
15.1 Programmiergerät an die PLC-Station anschließen	581
15.1.1 Einstellungen am Programmiergerät	581
15.1.2 Das Programmiergerät mit der PLC-Station verbinden	582
15.1.3 Den Online-Betrieb einschalten	583
15.2 Projektdaten übertragen	584
15.2.1 Die Projektdaten erstmalig laden	584
15.2.2 Die Projektdaten nachladen	587
15.2.3 Schutz des Anwenderprogramms	588
15.2.4 Online-Projekt ohne Offline-Projekt bearbeiten	589
15.2.5 Mit der Micro Memory Card arbeiten	590
15.3 Mit Bausteinen im Online-Betrieb arbeiten	590
15.3.1 Einführung	590
15.3.2 Die Online-Version eines Bausteins bearbeiten	591
15.3.3 Einen Baustein in die CPU-Baugruppe laden	592
15.3.4 Den Arbeitsspeicher komprimieren	594
15.3.5 Bausteine aus der CPU zurückladen	594
15.3.6 Mit Einstellwerten arbeiten	596
15.3.7 Bausteine vergleichen	598
15.4 Hardware-Diagnose	601
15.4.1 Status-Anzeigen an den Baugruppen	601
15.4.2 Diagnose-Informationen	602
15.4.3 Diagnosepuffer	602
15.4.4 Diagnose-Funktionen	604
15.4.5 Online-Tools	604
15.4.6 Weitere Diagnose-Informationen über das Programmiergerät	605
15.5 Anwenderprogramm testen	606
15.5.1 Aufrufumgebung definieren	606
15.5.2 Testen mit Programmstatus	607
15.5.3 Testen im Einzelschrittmodus	611
15.5.4 PLC-Variablen beobachten	614
15.5.5 Datenvariablen beobachten	614
15.5.6 Testen mit Beobachtungstabellen	615
15.5.7 Beobachten und Steuern im Betriebszustand STOP	620
15.5.8 Testen mit der Force-Tabelle	622
16 Dezentrale Peripherie	626
16.1 Einführung, Übersicht	626
16.2 Dezentrales Peripheriesystem ET 200	627
16.2.1 ET 200M	627
16.2.2 ET 200MP	628
16.2.3 ET 200S	628

16.2.4 ET 200SP	629
16.2.5 ET 200iSP	630
16.2.6 ET 200pro	631
16.2.7 ET 200eco	631
16.3 PROFINET IO	632
16.3.1 Komponenten von PROFINET IO	632
16.3.2 Adressen bei PROFINET IO	635
16.3.3 Spezielle PROFINET-Konfigurationen	638
16.3.4 PROFINET IO projektieren	639
16.3.5 Kopplungsbaugruppen für PROFINET IO	643
16.3.6 Echtzeit-Kommunikation bei PROFINET	644
16.4 PROFIBUS DP	649
16.4.1 Komponenten von PROFIBUS DP	649
16.4.2 Adressen bei PROFIBUS DP	652
16.4.3 PROFIBUS DP projektieren	656
16.4.4 Kopplungsbaugruppen für PROFIBUS DP	659
16.4.5 Sonderfunktionen für PROFIBUS DP	661
16.5 Taktsynchronität	662
16.5.1 Einführung	662
16.5.2 Taktsynchronität bei PROFINET	663
16.5.3 Taktsynchronität bei PROFIBUS	666
16.6 Systembausteine für dezentrale Peripherie	669
16.6.1 Systembausteine für PROFIBUS DP	669
16.6.2 Systembausteine für PROFIBUS DP und PROFINET IO	673
16.6.3 Systembausteine für PROFINET IO	676
16.7 Aktor/Sensor-Interface	679
16.7.1 Komponenten von Aktor/Sensor-Interface	679
16.7.2 Adressen am Aktor/Sensor-Interface	681
16.7.3 Aktor/Sensor-Interface mit CP 343-2P projektieren	681
16.7.4 Systemfunktionen für AS-i	683
17 Kommunikation	684
17.1 Übersicht	684
17.2 S7-Basiskommunikation	685
17.2.1 Grundlagen der stationsinternen S7-Basiskommunikation	685
17.2.2 Stationsinterne S7-Basiskommunikation projektieren	686
17.2.3 Systembausteine für stationsinterne S7-Basiskommunikation	686
17.2.4 Grundlagen der stationsexternen S7-Basiskommunikation	688
17.2.5 Stationsexterne S7-Basiskommunikation projektieren	689
17.2.6 Systembausteine für stationsexterne S7-Basiskommunikation	689
17.3 S7-Kommunikation	692
17.3.1 Grundlagen	692
17.3.2 S7-Kommunikation projektieren	693
17.3.3 Einseitiger Datenaustausch	695
17.3.4 Zweiseitiger Datenaustausch	696
17.3.5 Überwachungsfunktionen	699

17.4 Open User Communication	700
17.4.1 Grundlagen	700
17.4.2 Verbindungen auf- und abbauen	702
17.4.3 Datenübertragung mit TCP native oder ISO-on-TCP	704
17.4.4 Datenübertragung mit UDP	707
18 Anhang	710
18.1 Arbeiten mit Quelldateien	710
18.1.1 Allgemeines Vorgehen	710
18.1.2 Einen Codebaustein in der Quelldatei programmieren	712
18.1.3 Einen Datenbaustein in der Quelldatei programmieren	715
18.1.4 Einen PLC-Datentyp in der Quelldatei programmieren	719
18.2 Projekte migrieren	720
18.3 Simulation mit dem TIA Portal	724
18.3.1 Unterschiede zu einer realen CPU-Baugruppe	724
18.3.2 Simulation starten und speichern	725
18.3.3 Die Simulation bedienen	726
18.3.4 Programm mit der Simulation testen	728
18.3.5 Weitere Funktionen von PLCSIM	730
18.4 Webserver	731
18.4.1 Webserver aktivieren	731
18.4.2 Web-Informationen auslesen	732
18.4.3 Standard-Webseiten	733
18.5 Ablage von lokalen Variablen	736
18.5.1 Ablage in Global-Datenbausteinen	736
18.5.2 Ablage in Instanz-Datenbausteinen	737
18.5.3 Ablage in den temporären Lokaldaten	738
18.5.4 Datenablage der Bausteinparameter einer Funktion (FC)	739
18.5.5 Datenablage der Bausteinparameter eines Funktionsbausteins (FB) ..	742
18.5.6 Datenablage einer Lokalinstanz in einer Multiinstanz	744
Stichwortverzeichnis	746