

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	23
1.1 Übersicht Automatisierungssystem S7-1200	23
1.1.1 Automatisierungsgerät SIMATIC S7-1200	24
1.1.2 Übersicht STEP 7 Basic	26
1.1.3 Drei Programmiersprachen	28
1.1.4 Bearbeitung des Anwenderprogramms	29
1.1.5 Datenhaltung im SIMATIC-Automatisierungssystem	32
1.1.6 Bedienen und Beobachten mit Prozessbildern	33
1.2 Einführung in STEP 7 Basic V13	34
1.2.1 STEP 7 installieren	34
1.2.2 Automation License Manager	34
1.2.3 STEP 7 Basic starten	35
1.2.4 Portalansicht	35
1.2.5 Informationssystem	36
1.2.6 Die Fenster der Projektansicht	37
1.2.7 Bedienoberfläche anpassen	39
1.3 Ein SIMATIC-Projekt bearbeiten	40
1.3.1 Strukturierte Darstellung der Projektdaten	40
1.3.2 Projektdaten und Editoren für eine PLC-Station	41
1.3.3 Mit Projekten arbeiten	44
1.3.4 Mit Referenzprojekten arbeiten	47
1.3.5 Mit Bibliotheken arbeiten	48
2 Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200	50
2.1 Komponenten einer S7-1200-Station	50
2.2 CPU-Baugruppen S7-1200	51
2.2.1 CPU-Varianten	51
2.2.2 Onboard-Peripherie	53
2.2.3 PROFINET-Anschluss	54
2.2.4 Status-Leuchtdioden	54
2.2.5 SIMATIC Memory Card	55
2.2.6 Erweiterungen der CPU-Baugruppe	55
2.3 Signalbaugruppen	57
2.3.1 Digitalein-/ausgabebaugruppen	57
2.3.2 Analogein-/ausgabebaugruppen	58
2.3.3 Eigenschaften der Peripherieanschlüsse	58

2.4 Technologiebaugruppen	60
2.4.1 IO-Link-Master 1278	60
2.4.2 Wägemodule SIWAREX WP231/WP241	60
2.4.3 Power Signal Booster	61
2.5 Kommunikationsbaugruppen	61
2.5.1 Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	62
2.5.2 PROFIBUS DP	62
2.5.3 Aktor/Sensor-Interface	62
2.5.4 Industrial Remote Communication	63
2.5.5 Kommunikationsbaugruppe RF120C	64
2.6 Weitere Baugruppen	64
2.6.1 Anschlussvervielfacher	64
2.6.2 Externe Spannungsversorgung	65
2.6.3 TS-Adapter IE Basic	65
2.6.4 Simulatormodule SIM 1274	66
2.7 SIPLUS S7-1200	66
 3 Gerätekonfiguration	 68
3.1 Einführung	68
3.2 Eine Station konfigurieren	70
3.2.1 Eine PLC-Station hinzufügen	70
3.2.2 Eine Baugruppe hinzufügen	70
3.2.3 Eine HMI-Station hinzufügen	71
3.3 Baugruppen parametrieren	72
3.3.1 Die CPU-Eigenschaften parametrieren	72
3.3.2 Baugruppen adressieren	74
3.3.3 Digitaleingaben parametrieren	77
3.3.4 Digitalausgaben parametrieren	78
3.3.5 Analogeingaben parametrieren	78
3.3.6 Analogausgaben parametrieren	79
3.3.7 Kommunikationsbaugruppen parametrieren	80
3.3.8 Konfigurationssteuerung projektieren	80
3.4 Eine Vernetzung projektieren	82
3.4.1 Einführung	82
3.4.2 Eine Station vernetzen	83
3.4.3 Teilnehmeradressen in einem Subnetz	85
3.4.4 Verbindungen	85
3.4.5 Ein PROFINET-Subnetz projektieren	88
3.4.6 Ein PROFIBUS-Subnetz projektieren	91
3.4.7 Ein AS-i-Subnetz projektieren	93

4 Variablen, Adressierung und Datentypen	95
4.1 Operanden und Variablen	95
4.1.1 Einführung, Übersicht	95
4.1.2 Operandenbereiche Eingänge und Ausgänge	96
4.1.3 Operandenbereich Merker	98
4.1.4 Operandenbereich Daten	100
4.1.5 Operandenbereich temporäre Lokaldaten	101
4.2 Adressierung von Variablen und Konstanten	103
4.2.1 Signalweg	103
4.2.2 Absolute Adressierung eines Operanden	104
4.2.3 Absolute Adressierung eines Operandenbereichs	106
4.2.4 Symbolische Adressierung	106
4.2.5 Adressierung eines Variablenteils	108
4.2.6 Adressierung von Konstanten	108
4.2.7 Indirekte Adressierung	109
4.3 Adressierung von Hardware-Objekten	113
4.3.1 HW-Kennung	113
4.3.2 Baugruppenadresse ermitteln	114
4.4 Allgemeines zu Datentypen	118
4.4.1 Übersicht der Datentypen	118
4.4.2 Implizite Datentypkonvertierung	119
4.4.3 Variablen überlagern (Datentypsichten)	121
4.5 Elementare Datentypen	123
4.5.1 Bitfolge-Datentypen BOOL, BYTE, WORD und DWORD	123
4.5.2 BCD-codierte Zahlen BCD16 und BCD32	124
4.5.3 Festpunkt-Datentypen ohne Vorzeichen USINT, UINT und UDINT	125
4.5.4 Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen SINT, INT und DINT	126
4.5.5 Gleitpunkt-Datentypen REAL und LREAL	126
4.5.6 Datentypen CHAR und WCHAR	129
4.5.7 Datentyp DATE	130
4.5.8 Datentyp TIME	130
4.5.9 Datentyp TIME_OF_DAY (TOD)	130
4.6 Strukturierte Datentypen	131
4.6.1 Datentyp DTL	132
4.6.2 Zeichenketten STRING und WSTRING	132
4.6.3 Datentyp ARRAY	134
4.6.4 Datentyp STRUCT	136
4.7 Parametertypen	138
4.7.1 Parametertypen für IEC-Zeitfunktionen	138
4.7.2 Parametertypen für IEC-Zählfunktionen	139
4.7.3 Parametertyp VARIANT	140
4.7.4 Parametertyp VOID	140
4.8 PLC-Datentypen	140
4.8.1 Einen PLC-Datentyp programmieren	141
4.8.2 Einen PLC-Datentyp anwenden	141

4.8.3 PLC-Datentypen vergleichen	143
4.8.4 Einen PLC-Datentyp umnummerieren	144
4.9 Systemdatentypen	144
4.9.1 Systemdatentyp IEC_TIMER	144
4.9.2 Systemdatentyp IEC_COUNTER	145
4.9.3 Systemdatentyp TimeTransformationRule	145
4.9.4 Systemdatentyp GEOADDR	146
4.9.5 Systemdatentyp TCON_Param	147
4.9.6 Systemdatentyp TADDR_Param	147
4.9.7 Systemdatentyp ErrorStruct	149
4.10 Hardware-Datentypen	150
5 Anwenderprogramm bearbeiten	152
5.1 Betriebszustände	152
5.1.1 Betriebszustand STOP	153
5.1.2 Betriebszustand ANLAUF	154
5.1.3 Betriebszustand RUN	156
5.1.4 Remanenzverhalten von Operanden	156
5.2 Anwenderprogramm erstellen	158
5.2.1 Bearbeitung des Anwenderprogramms	158
5.2.2 Strukturierung des Anwenderprogramms	160
5.2.3 Bausteinararten	161
5.2.4 Bausteineigenschaften	164
5.2.5 Bausteinschnittstelle, Bausteinparameter	166
5.2.6 Einen Codebaustein aufrufen	170
5.2.7 Programmierempfehlungen	172
5.3 Anlaufprogramm	180
5.4 Hauptprogramm	181
5.4.1 Organisationsbausteine für das Hauptprogramm	181
5.4.2 Prozessabbilder	182
5.4.3 Zykluszeit	184
5.4.4 Reaktionszeit	187
5.4.5 Programmbearbeitung stoppen	188
5.4.6 Uhrzeit	188
5.4.7 Betriebsstundenzähler	193
5.5 Alarmbearbeitung	194
5.5.1 Einführung zur Alarmbearbeitung	194
5.5.2 Uhrzeitalarme	199
5.5.3 Verzögerungsalarme	202
5.5.4 Weckalarme	207
5.5.5 Prozessalarme	211
5.5.6 Alarmer zur Laufzeit zuordnen	213
5.5.7 Alarmer verzögern und freigeben	215

5.6 Fehlerbehandlung, Diagnose	216
5.6.1 Fehlerursachen und Fehlerreaktionen	216
5.6.2 Lokale Fehlerbehandlung	217
5.6.3 Zeitfehler OB 80	220
5.6.4 Diagnosealarm OB 82	221
5.6.5 Ziehen/Stecken-Alarm OB 83	223
5.6.6 Baugruppenträgerfehler OB 86	224
5.6.7 Diagnosefunktionen im Anwenderprogramm	225
 6 Programmeditor	 231
6.1 Einführung	231
6.2 PLC-Variablentabelle	232
6.2.1 PLC-Variablentabelle anlegen und bearbeiten	232
6.2.2 PLC-Variablen definieren und bearbeiten	232
6.2.3 PLC-Variablentabellen vergleichen	235
6.2.4 PLC-Variablentabelle exportieren und importieren	236
6.2.5 Konstantentabellen	236
6.3 Einen Codebaustein programmieren	237
6.3.1 Einen neuen Codebaustein anlegen	237
6.3.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Codebausteine	239
6.3.3 Bausteineigenschaften für Codebausteine festlegen	240
6.3.4 Einen Baustein schützen	243
6.3.5 Bausteinschnittstelle programmieren	245
6.3.6 Allgemeines Vorgehen beim Programmieren der Steuerungsfunktion	247
6.3.7 Steuerungsfunktion mit KOP und FUP programmieren	250
6.3.8 Steuerungsfunktion mit SCL programmieren	255
6.4 Einen Datenbaustein programmieren	257
6.4.1 Einen neuen Datenbaustein anlegen	257
6.4.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Datenbausteine	258
6.4.3 Bausteineigenschaften für Datenbausteine festlegen	259
6.4.4 Datenvariablen deklarieren	261
6.4.5 Datenvariablen in Globaldatenbausteinen eingeben	262
6.5 Bausteine übersetzen	263
6.5.1 Übersetzung starten	264
6.5.2 SCL-Bausteine übersetzen	265
6.5.3 Fehler nach der Übersetzung beheben	265
6.6 Programminformationen	267
6.6.1 Querverweisliste	267
6.6.2 Belegungsplan	269
6.6.3 Aufrufstruktur	270
6.6.4 Abhängigkeitsstruktur	271
6.6.5 Konsistenzprüfung	272
6.6.6 Speicherauslastung der CPU	272
6.7 Sprachen-Einstellung	273

7 Kontaktplan KOP	275
7.1 Einführung	275
7.1.1 Programmieren mit KOP allgemein	275
7.1.2 Programmelemente des Kontaktplans	277
7.2 Binäre Verknüpfungen mit KOP programmieren	278
7.2.1 Schließerkontakt und Öffnerkontakt	279
7.2.2 Berücksichtigung der Geberart im Kontaktplan	280
7.2.3 Reihenschaltung von Kontakten	280
7.2.4 Parallelschaltung von Kontakten	282
7.2.5 Gemischte Reihen- und Parallelschaltung	283
7.2.6 T-Abzweig, offener Parallelzweig im Kontaktplan	284
7.2.7 Verknüpfungsergebnis negieren im Kontaktplan	284
7.2.8 Flankenauswertung einer Binärvariablen im Kontaktplan	285
7.2.9 Gültigkeitsprüfung einer Gleitpunktvariablen im Kontaktplan	286
7.2.10 Vergleich-Kontakte	286
7.3 Speicherfunktionen mit KOP programmieren	287
7.3.1 Einfache und negierende Spule	288
7.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Spule	289
7.3.3 Speicherndes Verhalten durch Selbsthaltung	290
7.3.4 Flankenauswertung mit Impulsausgabe im Kontaktplan	291
7.3.5 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Kontaktplan	291
7.3.6 Spulen mit Zeitverhalten	292
7.4 Q-Boxen mit KOP programmieren	293
7.4.1 Anordnung von Q-Boxen im Kontaktplan	293
7.4.2 Speicher-Boxen im Kontaktplan	294
7.4.3 Flankenauswertung des Stromflusses	295
7.4.4 Beispiel Binäruntersetzer im Kontaktplan	296
7.4.5 Zeitfunktionen im Kontaktplan	298
7.4.6 Zählfunktionen im Kontaktplan	299
7.5 EN/ENO-Boxen mit KOP programmieren	300
7.5.1 Anordnung von EN/ENO-Boxen im Kontaktplan	302
7.5.2 Flankenauswertung mit einer EN/ENO-Box	303
7.5.3 Übertragungsfunktionen im Kontaktplan	304
7.5.4 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Kontaktplan	305
7.5.5 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte im Kontaktplan	306
7.5.6 Mathematische Funktionen im Kontaktplan	306
7.5.7 Konvertierungsfunktionen im Kontaktplan	307
7.5.8 Schiebefunktionen im Kontaktplan	308
7.5.9 Logikfunktionen im Kontaktplan	309
7.5.10 Funktionen für Zeichenketten im Kontaktplan	309
7.6 VARIANT-Funktionen mit KOP programmieren	310
7.7 Programmsteuerung mit KOP	312
7.7.1 Sprungfunktionen im Kontaktplan	313
7.7.2 Sprungliste im Kontaktplan	314
7.7.3 Sprungverteiler im Kontaktplan	315

7.7.4 Bausteinende-Funktion im Kontaktplan	315
7.7.5 Bausteinanruf-Funktionen im Kontaktplan	316
7.7.6 EN/ENO-Mechanismus im Kontaktplan	317
8 Funktionsplan FUP	319
8.1 Einführung	319
8.1.1 Programmieren mit Funktionsplan allgemein	319
8.1.2 Programmelemente des Funktionsplans	321
8.2 Binäre Verknüpfungen mit FUP programmieren	322
8.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	322
8.2.2 Berücksichtigung der Geberart im Funktionsplan	324
8.2.3 UND-Funktion	326
8.2.4 ODER-Funktion	327
8.2.5 Exklusiv-ODER-Funktion	327
8.2.6 Gemischte binäre Verknüpfungen	328
8.2.7 T-Abzweig im Funktionsplan	328
8.2.8 Verknüpfungsergebnis negieren im Funktionsplan	329
8.2.9 Flankenbewertung von Binärvariablen im Funktionsplan	330
8.2.10 Gültigkeitsprüfung einer Gleitpunktvariablen im Funktionsplan ...	331
8.2.11 Vergleichsfunktionen im Funktionsplan	331
8.3 Standard-Boxen mit FUP programmieren	332
8.3.1 Zuweisung und negierende Zuweisung	333
8.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Box	334
8.3.3 Flankenbewertung mit Impulsausgabe im Funktionsplan	334
8.3.4 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Funktionsplan	335
8.3.5 Standardboxen mit Zeitverhalten	336
8.4 Q-Boxen mit FUP programmieren	337
8.4.1 Anordnung von Q-Boxen im Funktionsplan	338
8.4.2 Speicher-Boxen im Funktionsplan	338
8.4.3 Flankenbewertung des Verknüpfungsergebnisses	338
8.4.4 Beispiel Binäruntersetzer im Funktionsplan	340
8.4.5 Zeitfunktionen im Funktionsplan	340
8.4.6 Zählfunktionen im Funktionsplan	342
8.5 EN/ENO-Boxen mit FUP programmieren	343
8.5.1 Anordnung von EN/ENO-Boxen im Funktionsplan	345
8.5.2 Flankenbewertung mit einer EN/ENO-Box	346
8.5.3 Übertragungsfunktionen im Funktionsplan	347
8.5.4 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Funktionsplan	348
8.5.5 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte im Funktionsplan	348
8.5.6 Mathematische Funktionen im Funktionsplan	350
8.5.7 Konvertierungsfunktionen im Funktionsplan	351
8.5.8 Schiebefunktionen im Funktionsplan	351
8.5.9 Logikfunktionen im Funktionsplan	352
8.5.10 Funktionen für Zeichenketten im Funktionsplan	353

8.6	VARIANT-Funktionen mit FUP programmieren	354
8.7	Programmsteuerung mit FUP	356
8.7.1	Sprungfunktionen im Funktionsplan	356
8.7.2	Sprungliste im Funktionsplan	358
8.7.3	Sprungverteiler im Funktionsplan	359
8.7.4	Bausteinende-Funktion im Funktionsplan	359
8.7.5	Bausteinaufruf-Funktionen im Funktionsplan	359
8.7.6	EN/ENO-Mechanismus im Funktionsplan	361
9	Structured Control Language SCL	363
9.1	Einführung in die Programmierung mit SCL	363
9.1.1	Programmieren mit SCL allgemein	363
9.1.2	SCL-Anweisungen und Operatoren	365
9.2	Binäre Verknüpfungen mit SCL programmieren	367
9.2.1	Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	367
9.2.2	Berücksichtigung der Geberart bei SCL	368
9.2.3	UND-Funktion	370
9.2.4	ODER-Funktion	370
9.2.5	Exklusiv-ODER-Funktion	371
9.2.6	Kombinierte binäre Verknüpfungen	371
9.2.7	Verknüpfungsergebnis negieren	372
9.3	Speicherfunktionen mit SCL programmieren	373
9.3.1	Wertzuweisung einer Binärvariablen	373
9.3.2	Setzen und Rücksetzen	373
9.3.3	Flankenauswertung	374
9.4	Zeit- und Zählfunktionen mit SCL programmieren	375
9.4.1	Zeitfunktionen	375
9.4.2	Zählfunktionen	376
9.5	Digitalfunktionen mit SCL programmieren	377
9.5.1	Übertragungsfunktion, Wertzuweisung einer Digitalvariablen	377
9.5.2	Konvertierungsfunktionen	377
9.5.3	Vergleichsfunktionen	381
9.5.4	Arithmetische Funktionen	381
9.5.5	Mathematische Funktionen	383
9.5.6	Wortverknüpfungen	384
9.5.7	Schiebefunktionen	384
9.5.8	VARIANT-Funktionen mit SCL programmieren	385
9.6	Programmfluss mit SCL steuern	387
9.6.1	Mit der Variablen ENO arbeiten	387
9.6.2	EN/ENO-Mechanismus bei SCL	389
9.6.3	Kontrollanweisungen	391
9.6.4	Bausteinende-Funktion bei SCL	401
9.6.5	Aufruf einer Funktion (FC) bei SCL	401

9.6.6 Aufruf eines Funktionsbausteins (FB) bei SCL	402
9.6.7 Versorgung von Parametern	403
9.7 Arbeiten mit Quelldateien	404
9.7.1 Allgemeines Vorgehen	404
9.7.2 Einen Codebaustein in der Quelldatei programmieren	406
9.7.3 Einen Datenbaustein in der Quelldatei programmieren	409
9.7.4 Einen PLC-Datentyp in der Quelldatei programmieren	412
10 Basisfunktionen	414
10.1 Binäre Verknüpfungen	414
10.1.1 Einführung	414
10.1.2 Arbeiten mit Binärsignalen	415
10.1.3 UND-Funktion, Reihenschaltung	418
10.1.4 ODER-Funktion, Parallelschaltung	419
10.1.5 Exklusiv-ODER-Funktion, Antivalenzfunktion	420
10.1.6 Verknüpfungsergebnis negieren, NOT-Kontakt	420
10.1.7 Gleitpunkt-Variable testen, OK-Kontakt, OK-Box	421
10.2 Speicherfunktionen	422
10.2.1 Einführung	422
10.2.2 Einfache und negierende Spule, Zuweisung	423
10.2.3 Einzelnes Setzen und Rücksetzen	423
10.2.4 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen	425
10.2.5 Vorrangiges Setzen und Rücksetzen, Speicher-Boxen	426
10.3 Flankenauswertung	427
10.3.1 Funktionsweise einer Flankenauswertung	427
10.3.2 Flankenauswertung einer Binärvariablen (KOP, FUP)	429
10.3.3 Flankenauswertung mit Impulsausgabe (KOP, FUP)	430
10.3.4 Flankenauswertung mit einer Q-Box (KOP, FUP)	431
10.3.5 Flankenauswertung mit einer EN/ENO-Box (KOP, FUP)	432
10.3.6 Flankenauswertung bei SCL	433
10.4 Zeitfunktionen	435
10.4.1 Einführung	435
10.4.2 Impulsbildung TP	436
10.4.3 Einschaltverzögerung TON	437
10.4.4 Ausschaltverzögerung TOF	438
10.4.5 Akkumulierende Einschaltverzögerung TONR	439
10.4.6 Eine Zeitfunktion mit einer Zeitdauer laden	441
10.4.7 Eine Zeitfunktion zurücksetzen	441
10.5 Zählfunktionen	442
10.5.1 Einführung	442
10.5.2 Vorwärtszähler CTU	443
10.5.3 Rückwärtszähler CTD	444
10.5.4 Vorwärts-Rückwärtszähler CTUD	445

11 Digitalfunktionen	447
11.1 Übertragungsfunktionen	448
11.1.1 Einführung	448
11.1.2 Variable kopieren, MOVE-Box bei KOP und FUP	449
11.1.3 Zeichenkette kopieren, S_MOVE-Box bei KOP und FUP	449
11.1.4 Wertzuweisungen bei SCL	451
11.1.5 VARIANT-Variable lesen und schreiben	452
11.1.6 Datenbereich kopieren mit MOVE_BLK_VARIANT	453
11.1.7 Datenbereich kopieren mit MOVE_BLK und UMOVE_BLK	455
11.1.8 Datenbereich füllen mit FILL_BLK und UFILL_BLK	456
11.1.9 Variable von und zu einen BYTE-Feld übertragen	456
11.1.10 Byte-Reihenfolge ändern	459
11.1.11 Ladespeicher lesen und schreiben mit READ_DBL und WRIT_DBL	459
11.2 Vergleichsfunktionen	462
11.2.1 Übersicht	462
11.2.2 Vergleich zweier Variablenwerte	463
11.2.3 Bereichsvergleich	464
11.2.4 VARIANT-Zeiger testen bei KOP und FUP	464
11.2.5 VARIANT-Zeiger testen bei SCL	467
11.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte	469
11.3.1 Einführung	469
11.3.2 Addition ADD	470
11.3.3 Subtraktion SUB	470
11.3.4 Multiplikation MUL	471
11.3.5 Division DIV	471
11.3.6 Division mit Rest als Ergebnis MOD	471
11.3.7 Absolutwertbildung ABS	471
11.3.8 Negation NEG	472
11.3.9 Dekrementieren DEC, Inkrementieren INC	473
11.4 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte	473
11.4.1 Einführung	473
11.4.2 Addition T_ADD	473
11.4.3 Subtraktion T_SUB	473
11.4.4 Differenz T_DIFF	475
11.4.5 Zusammenfassen T_COMBINE	475
11.5 Mathematische Funktionen	475
11.5.1 Einführung	475
11.5.2 Winkelfunktionen SIN, COS, TAN	475
11.5.3 Arcusfunktionen ASIN, ACOS, ATAN	476
11.5.4 Quadrat bilden SQR	477
11.5.5 Quadratwurzel ziehen SQRT	477
11.5.6 Potenzieren zur Basis e EXP	477
11.5.7 Natürlichen Logarithmus berechnen LN	478
11.5.8 Nachkommastellen extrahieren FRAC	478
11.5.9 Potenzieren zu einer beliebigen Basis EXPT	478

11.6 Konvertierungsfunktionen (Datentypwandlung)	479
11.6.1 Einführung	479
11.6.2 Konvertierungsfunktionen CONV, S_CONV und T_CONV	480
11.6.3 Konvertierungsfunktionen für Gleitpunktzahlen	485
11.6.4 Konvertierungsfunktionen SCALE_X und NORM_X	485
11.6.5 Konvertierungsfunktionen STRG_VAL und VAL_STRG	487
11.6.6 Konvertierungsfunktionen STRG_TO_CHARS und CHARS_TO_STRG ..	489
11.6.7 Konvertierungsfunktionen ATH und HTA	492
11.7 Schiebefunktionen	492
11.7.1 Einführung	492
11.7.2 Schieben nach rechts SHR	494
11.7.3 Schieben nach links SHL	495
11.7.4 Rotieren nach rechts ROR	495
11.7.5 Rotieren nach links ROL	495
11.8 Logikfunktionen	495
11.8.1 Einführung	495
11.8.2 Wortverknüpfungen AND, OR und XOR	496
11.8.3 Invertieren INV	497
11.8.4 Codierfunktionen DECO und ENCO	497
11.8.5 Auswahlfunktionen SEL, MUX und DEMUX	499
11.8.6 Minimumauswahl MIN, Maximumauswahl MAX	501
11.8.7 Begrenzer LIMIT	502
11.9 Bearbeitung von Zeichenketten	502
11.9.1 Aktuelle Länge einer Zeichenkette ausgeben LEN	503
11.9.2 Maximale Länge einer Zeichenkette ausgeben MAX_LEN	503
11.9.3 Zeichenketten zusammenfassen CONCAT	504
11.9.4 Linke Teilzeichenkette ausgeben LEFT	504
11.9.5 Rechte Teilzeichenkette ausgeben RIGHT	505
11.9.6 Mittlere Teilzeichenkette ausgeben MID	505
11.9.7 Teilzeichenkette löschen DELETE	506
11.9.8 Zeichenkette einfügen INSERT	507
11.9.9 Teilzeichenkette ersetzen REPLACE	507
11.9.10 Teilzeichenkette finden FIND	508
11.10 Rechnen mit der CALCULATE-Box bei KOP und FUP	509
 12 Programmsteuerung	 511
12.1 Sprungfunktionen	511
12.1.1 Einführung	511
12.1.2 Absoluter Sprung	512
12.1.3 Bedingter Sprung	513
12.1.4 Sprungliste JMP_LIST	514
12.1.5 Sprungverteiler SWITCH	515
12.2 Bausteinende-Funktion	517

12.3 Aufruf von Codebausteinen	518
12.3.1 Einführung	518
12.3.2 EN/ENO-Mechanismus	519
12.3.3 Aufruf einer Funktion (FC)	519
12.3.4 Aufruf eines Funktionsbausteins (FB)	519
12.4 Arbeiten mit Bausteinen	522
12.4.1 Bausteine mit optimiertem und Standardzugriff	522
12.4.2 Datentypen der lokalen Variablen	525
12.4.3 Bausteinparameter adressieren	526
12.4.4 Bausteinparameter versorgen	529
12.4.5 Übergabe von Bausteinparametern	530
13 Online-Betrieb, Diagnose und Test	534
13.1 Programmiergerät an die PLC-Station anschließen	535
13.2 Projektdaten übertragen	537
13.2.1 Die Projektdaten erstmalig laden	537
13.2.2 Die Projektdaten nachladen	540
13.2.3 Das Anwenderprogramm schützen	541
13.2.4 Mit Online-Projektdaten arbeiten	543
13.2.5 Mit der Memory Card arbeiten	545
13.3 Mit Bausteinen im Online-Betrieb arbeiten	548
13.3.1 Einführung	548
13.3.2 Einen Baustein ändern und laden	549
13.3.3 Laden ohne Reinitialisierung	552
13.3.4 Einen Baustein aus der CPU-Baugruppe zurückladen	553
13.3.5 Mit Einstellwerten arbeiten	555
13.3.6 Bausteine vergleichen	557
13.4 Hardware-Diagnose	560
13.4.1 Status-Anzeigen an den Baugruppen	561
13.4.2 Diagnose-Informationen	562
13.4.3 Diagnosepuffer	562
13.4.4 Diagnose-Funktionen	564
13.4.5 Online-Tools	564
13.4.6 Weitere Diagnose-Informationen über das Programmiergerät	565
13.5 Anwenderprogramm testen	566
13.5.1 Aufrufumgebung definieren	567
13.5.2 Testen mit Programmstatus	567
13.5.3 PLC-Variablen beobachten	571
13.5.4 Datenvariablen beobachten	571
13.5.5 Testen mit Beobachtungstabellen	573
13.5.6 Testen mit der Force-Tabelle	578

13.6 Messwertaufzeichnung mit der Trace-Funktion	581
13.6.1 Einführung	581
13.6.2 Erstellen der Trace-Konfiguration	582
13.6.3 Messwerte aufzeichnen	583
 14 Dezentrale Peripherie	 586
14.1 Einführung, Übersicht	586
14.2 PROFINET IO	587
14.2.1 Komponenten von PROFINET IO	587
14.2.2 Adressen bei PROFINET IO	589
14.2.3 PROFINET IO projektieren	591
14.2.4 Echtzeit-Kommunikation bei PROFINET IO	596
14.3 PROFIBUS DP	597
14.3.1 Komponenten von PROFIBUS DP	597
14.3.2 Adressen bei PROFIBUS DP	600
14.3.3 PROFIBUS DP projektieren	602
14.4 Systembausteine für PROFINET IO und PROFIBUS DP	606
14.5 DPV1-Alarme	609
14.6 Aktor/Sensor-Interface	610
14.6.1 Komponenten von Aktor/Sensor-Interface	610
14.6.2 AS-i-Master CM 1243-2 projektieren	611
14.6.3 Aktor/Sensor-Interface projektieren	612
14.6.4 Schnittstelle zum Anwenderprogramm	614
 15 Kommunikation	 615
15.1 Übersicht	615
15.2 Open User Communication	618
15.2.1 Grundlagen	618
15.2.2 Datenstruktur der Open User Communication	619
15.2.3 Verbindung aufbauen und Daten senden mit TSEND_C	619
15.2.4 Verbindung aufbauen und Daten empfangen mit TRCV_C	621
15.2.5 Open User Communication projektieren	623
15.2.6 Weitere Funktionen für die Open User Communication	624
15.3 S7-Kommunikation	627
15.3.1 Grundlagen	627
15.3.2 Datenstruktur der S7-Kommunikation mit GET und PUT	627
15.3.3 Kommunikationsfunktionen für die S7-Kommunikation	628
15.3.4 S7-Kommunikation projektieren	629
15.4 Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	631
15.4.1 Einführung in die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	631
15.4.2 Konfigurieren der Kommunikationsbaugruppe CM 1241	631
15.4.3 Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsfunktionen	633

15.5 Weitere Kommunikationsfunktionen	636
15.5.1 USS-Protokoll für Antriebe	636
15.5.2 Modbus RTU	638
15.5.3 Modbus TCP	641
16 Visualisierung	643
16.1 Einführung in die Visualisierung	643
16.1.1 Übersicht HMI Panels in STEP 7 Basic	644
16.1.2 Ein Projekt mit einer HMI-Station anlegen	646
16.1.3 Querverweise für HMI-Objekte	648
16.2 HMI-Variablen und Bereichszeiger anlegen	650
16.2.1 Einführung HMI-Variablen	650
16.2.2 Eine HMI-Variable anlegen	651
16.2.3 Einen Bereichszeiger anlegen	652
16.3 Prozessbilder projektieren	654
16.3.1 Einführung in die Projektierung von Prozessbildern	654
16.3.2 Arbeitsfenster für Prozessbilder	655
16.3.3 Arbeiten mit Bildebenen	655
16.3.4 Arbeiten mit Vorlagen	656
16.3.5 Arbeiten mit Funktionstasten	657
16.3.6 Ein neues Bild anlegen	659
16.3.7 Einen Bildwechsel projektieren	659
16.3.8 Arbeiten mit Objekten in Prozessbildern	660
16.3.9 Bildobjekte zur Laufzeit verändern	661
16.3.10 Basisobjekte für die Bildprojektierung	661
16.4 Bedien- und Beobachtungsfunktionen	662
16.4.1 Eingabe und Anzeige von Prozesswerten	662
16.4.2 Arbeiten mit Meldungen	665
16.4.3 Arbeiten mit Rezepturen	673
16.4.4 Arbeiten mit der Benutzerverwaltung	679
16.4.5 Arbeiten mit Archiven	682
16.4.6 Aufgaben planen	683
16.5 HMI-Projektierung fertigstellen	684
16.5.1 HMI-Projektierung übersetzen (Konsistenzprüfung)	684
16.5.2 Simulation der HMI-Projektierung	684
16.5.3 Projektierung in die HMI-Station laden	685
16.5.4 Wartung der HMI-Station	688
17 Anhang	690
17.1 Integrierte und technologische Funktionen	690
17.1.1 High Speed Counter (HSC)	690
17.1.2 Impulsgenerator	697
17.1.3 Technologieobjekte für Motion Control	699
17.1.4 Technologieobjekte für PID Control	705

17.2 Fernverbindung mit TeleService	707
17.3 Telecontrol mit CP 1242-7	710
17.4 Webserver	712
17.4.1 Webserver aktivieren	712
17.4.2 Zugriff auf den Webserver	712
17.4.3 Standard-Webseiten	713
17.5 Daten protokollieren und mit Rezepturen arbeiten	715
17.5.1 Einführung in die Datenprotokollierung	715
17.5.2 Datenprotokollierung anwenden	715
17.5.3 Funktionen für die Datenprotokollierung	716
17.5.4 Einführung zur Rezepturenübertragung	718
17.5.5 Funktionen für die Rezepturenübertragung	720
17.6 Simulation mit PLCSIM V13	721
17.6.1 Unterschiede zu einer realen CPU-Baugruppe	721
17.6.2 S7-PLCSIM installieren und starten	722
17.6.3 Mit S7-PLCSIM arbeiten	722
17.6.4 Mit dem Adressbereich testen	724
17.6.5 Mit der SIM-Tabelle testen	724
17.6.6 Mit der Sequenztabelle testen	726
17.6.7 Die Testfunktionen von STEP 7 anwenden	728
Stichwortverzeichnis	730