

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung</b>	16
1.1 Übersicht Automatisierungssystem S7-1200	16
1.1.1 SIMATIC S7-1200	17
1.1.2 Übersicht STEP 7 Basic	19
1.1.3 Zwei Programmiersprachen	21
1.1.4 Bearbeitung des Steuerungsprogramms	22
1.1.5 Datenhaltung im SIMATIC-Automatisierungssystem	24
1.1.6 Bedienen und Beobachten mit Prozessbildern	25
1.2 Einführung in STEP 7 Basic für S7-1200	26
1.2.1 STEP 7 installieren	26
1.2.2 Automation License Manager	26
1.2.3 STEP 7 Basic starten	27
1.2.4 Portalansicht	27
1.2.5 Hilfe-Informationssystem	28
1.2.6 Die Fenster der Projektansicht	29
1.2.7 Bedienoberfläche anpassen	31
1.3 Ein SIMATIC-Projekt bearbeiten	32
1.3.1 Strukturierte Darstellung der Projektdaten	33
1.3.2 Projektdaten und Editoren für eine PLC-Station	34
1.3.3 Ein Projekt erstellen und bearbeiten	36
1.3.4 Bibliotheken anlegen und bearbeiten	37
 <b>2 Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200</b>	 38
2.1 Komponenten einer S7-1200-Station	38
2.2 CPU-Baugruppen S7-1200	39
2.2.1 Onboard-Peripherie	39
2.2.2 PROFINET-Anschluss	41
2.2.3 Status-Leuchtdioden	41
2.2.4 SIMATIC Memory Card	42
2.2.5 Signal Board (SB)	42
2.3 Signal Modules (SM)	42
2.3.1 Digitalein-/ausgabebaugruppen	43
2.3.2 Analogein- und -ausgabebaugruppen	43
2.3.3 Eigenschaften der Peripherieanschlüsse	44
2.4 Communication Modules (CM)	45
2.5 Weitere Baugruppen	46
2.5.1 Compact Switch Module (CSM)	46
2.5.2 Power Module (PM)	46

2.5.3 Simulator SIM 1274 .....	47
2.6 SIPLUS S7-1200 .....	47
<b>3 Gerätekonfiguration .....</b>	<b>48</b>
3.1 Einführung .....	48
3.2 Eine Station konfigurieren .....	50
3.2.1 Eine PLC-Station hinzufügen .....	50
3.2.2 Baugruppen anordnen .....	50
3.2.3 Eine HMI-Station hinzufügen .....	50
3.3 Baugruppen parametrieren .....	51
3.3.1 Ein- und Ausgaben adressieren .....	51
3.3.2 Die CPU-Eigenschaften parametrieren .....	52
3.3.3 Digitaleingaben parametrieren .....	53
3.3.4 Digitalausgaben parametrieren .....	54
3.3.5 Analogeingaben parametrieren .....	54
3.3.6 Analogausgaben parametrieren .....	55
3.4 Netz projektieren .....	56
3.4.1 MAC-Adresse, IP-Adresse und Subnetzmaske .....	57
3.4.2 Einstellung der Schnittstellenparameter .....	59
3.4.3 Stationen vernetzen .....	59
3.4.4 HMI-Verbindungen projektieren .....	60
<b>4 Steuerungsprogramm bearbeiten .....</b>	<b>62</b>
4.1 Betriebszustände .....	62
4.1.1 Betriebszustand STOP .....	63
4.1.2 Remanenzverhalten .....	63
4.1.3 Betriebszustand STARTUP .....	64
4.1.4 Anlaufprogramm .....	65
4.1.5 Betriebszustand RUN .....	66
4.2 Steuerungsprogramm erstellen .....	67
4.2.1 Programmentwurf .....	67
4.2.2 Programmbearbeitung .....	68
4.2.3 Schachtelungstiefe .....	70
4.3 Bausteine .....	71
4.3.1 Bausteinarten .....	71
4.3.2 Bausteineigenschaften .....	73
4.3.3 Know-how-Schutz .....	76
4.3.4 Bausteinschnittstelle .....	78
4.3.5 Bausteinparameter anwenden .....	80
4.3.6 Temporäre Lokaldaten anwenden .....	81
4.3.7 Statische Lokaldaten anwenden .....	83
4.3.8 Lokalinstanzen .....	83
4.4 Bausteine aufrufen .....	84
4.4.1 Aufruf-Funktionen .....	85
4.4.2 Bausteinparameter versorgen .....	85

4.4.3 „Weiterreichen“ von Bausteinparametern .....	88
4.5 Hauptprogramm .....	89
4.5.1 Prozessabbild-Aktualisierung .....	89
4.5.2 Zykluszeit .....	90
4.5.3 Reaktionszeit .....	92
4.5.4 Uhrzeit .....	93
4.5.5 Programmbearbeitung stoppen .....	95
4.6 Alarmbearbeitung .....	96
4.6.1 Einführung zur Alarmbearbeitung .....	96
4.6.2 Verzögerungsalarme .....	99
4.6.3 Weckalarme .....	102
4.6.4 Prozessalarme .....	104
4.6.5 Alarme verzögern und freigeben .....	107
4.7 Fehlerbehandlung .....	108
4.7.1 Fehlerursachen und Fehlerreaktionen .....	108
4.7.2 Lokale Fehlerbehandlung .....	108
4.7.3 Fehleranzeige mit dem ENO-Ausgang .....	110
4.7.4 Diagnosealarm OB 82 .....	112
4.7.5 Zeitfehler OB 80 .....	112
<b>5 KOP/FUP-Programmeditor .....</b>	<b>114</b>
5.1 Einführung .....	114
5.2 PLC-Variablentabelle .....	115
5.2.1 PLC-Variablen definieren .....	115
5.2.2 Konstantentabelle .....	117
5.3 Codebaustein programmieren .....	118
5.3.1 Einen neuen Codebaustein anlegen .....	118
5.3.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Codebausteine .....	119
5.3.3 Bausteineigenschaften für Codebausteine festlegen .....	121
5.3.4 Bausteinschnittstelle programmieren .....	121
5.3.5 Codebaustein editieren, Netzwerkbehandlung .....	123
5.3.6 Codebaustein editieren, Programm eingeben .....	123
5.4 Datenbaustein programmieren .....	128
5.4.1 Einen neuen Datenbaustein anlegen .....	128
5.4.2 Arbeitsbereich des Programmeditors für Datenbausteine .....	129
5.4.3 Bausteineigenschaften für Datenbausteine festlegen .....	129
5.4.4 Datenvariablen deklarieren .....	130
5.4.5 Datenvariablen in Globaldatenbausteinen eingeben .....	130
5.5 Bausteine übersetzen .....	132
5.5.1 Übersetzung starten .....	132
5.5.2 Fehler nach der Übersetzung beheben .....	133
5.6 Programminformationen .....	134
5.6.1 Querverweisliste .....	134
5.6.2 Belegungsplan .....	136
5.6.3 Aufrufstruktur .....	137
5.6.4 Abhängigkeitsstruktur .....	138

5.6.5 Konsistenzprüfung .....	139
5.6.6 Speicherauslastung der CPU .....	140
5.7 Sprachen-Einstellung .....	141
<b>6 Kontaktplan KOP .....</b>	<b>142</b>
6.1 Einführung .....	142
6.1.1 Programmieren mit KOP allgemein .....	142
6.1.2 Programmelemente des Kontaktplans .....	144
6.2 Programmierung mit Kontakten .....	145
6.2.1 Schließerkontakt und Öffnerkontakt .....	145
6.2.2 Berücksichtigung der Geberart im Kontaktplan .....	147
6.2.3 Reihenschaltung von Kontakten .....	147
6.2.4 Parallelschaltung von Kontakten .....	147
6.2.5 Gemischte Reihen- und Parallelschaltung .....	149
6.2.6 T-Abzweig, offener Parallelzweig im Kontaktplan .....	150
6.2.7 Verknüpfungsergebnis negieren im Kontaktplan .....	151
6.2.8 Flankenauswertung einer Binärvariablen im Kontaktplan .....	152
6.2.9 OK-Kontakt .....	153
6.2.10 Vergleich-Kontakte .....	154
6.3 Programmierung mit Spulen .....	155
6.3.1 Einfache und negierte Spule .....	155
6.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Spule .....	156
6.3.3 Speicherndes Verhalten durch Selbsthaltung .....	157
6.3.4 Flankenauswertung mit Impulsausgabe im Kontaktplan .....	158
6.3.5 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Kontaktplan ..	159
6.4 Programmierung mit Q-Boxen im Kontaktplan .....	159
6.4.1 Anordnung von Q-Boxen im Kontaktplan .....	159
6.4.2 Speicher-Boxen im Kontaktplan .....	160
6.4.3 Flankenauswertung des Stromflusses .....	162
6.4.4 Beispiel Binäruntersetzer im Kontaktplan .....	163
6.4.5 IEC-Zeitfunktionen im Kontaktplan .....	164
6.4.6 IEC-Zählfunktionen im Kontaktplan .....	165
6.5 Programmierung mit EN/ENO-Boxen im Kontaktplan .....	167
6.5.1 Anordnung von EN/ENO-Boxen im Kontaktplan .....	168
6.5.2 Übertragungsfunktionen im Kontaktplan .....	169
6.5.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Kontaktplan .....	170
6.5.4 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte im Kontaktplan .....	171
6.5.5 Mathematische Funktionen im Kontaktplan .....	171
6.5.6 Konvertierungsfunktionen im Kontaktplan .....	172
6.5.7 Schiebefunktionen im Kontaktplan .....	173
6.5.8 Logikfunktionen im Kontaktplan .....	174
6.5.9 Funktionen für Zeichenketten im Kontaktplan .....	175
6.6 Funktionen zur Programmfluss-Steuerung (KOP) .....	175
6.6.1 Sprungfunktionen im Kontaktplan .....	176
6.6.2 Bausteinende-Funktion im Kontaktplan .....	176
6.6.3 Bausteinaufruf-Funktionen im Kontaktplan .....	176

<b>7 Funktionsplan FUP</b>	178
7.1 Einführung	178
7.1.1 Programmieren mit Funktionsplan allgemein	178
7.1.2 Programmelemente des Funktionsplans	180
7.2 Programmierung von binären Verknüpfungen (FUP)	181
7.2.1 Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	182
7.2.2 Berücksichtigung der Geberart im Funktionsplan	183
7.2.3 UND-Funktion	185
7.2.4 ODER-Funktion	185
7.2.5 Exklusiv-ODER-Funktion	186
7.2.6 Gemischte binäre Verknüpfungen	187
7.2.7 T-Abzweig im Funktionsplan	187
7.2.8 Verknüpfungsergebnis negieren im Funktionsplan	188
7.2.9 Flankenbewertung von Binärvariablen im Funktionsplan	189
7.2.10 Gültigkeitsprüfung von Gleitpunktzahlen im Funktionsplan	189
7.2.11 Vergleichsfunktionen im Funktionsplan	190
7.3 Programmierung mit Standard-Boxen (FUP)	191
7.3.1 Zuweisung und negierte Zuweisung	192
7.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Box	193
7.3.3 Flankenbewertung mit Impulsausgabe im Funktionsplan	193
7.3.4 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Funktionsplan	194
7.4 Programmierung mit Q-Boxen (FUP)	195
7.4.1 Anordnung von Q-Boxen im Funktionsplan	195
7.4.2 Speicher-Boxen im Funktionsplan	197
7.4.3 Flankenbewertung des Verknüpfungsergebnisses im Funktionsplan	197
7.4.4 Beispiel Binäruntersetzer im Funktionsplan	198
7.4.5 IEC-Zeitfunktionen im Funktionsplan	199
7.4.6 IEC-Zählfunktionen im Funktionsplan	199
7.5 Programmierung mit EN/ENO-Boxen (FUP)	202
7.5.1 Anordnung von EN/ENO-Boxen im Funktionsplan	203
7.5.2 Übertragungsfunktionen im Funktionsplan	204
7.5.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Funktionsplan	205
7.5.4 Arithmetische Funktionen mit Zeitwerten im Funktionsplan	205
7.5.5 Mathematische Funktionen im Funktionsplan	206
7.5.6 Konvertierungsfunktionen im Funktionsplan	207
7.5.7 Schiebefunktionen im Funktionsplan	208
7.5.8 Logikfunktionen im Funktionsplan	209
7.5.9 Funktionen für Zeichenketten im Funktionsplan	209
7.6 Funktionen zur Programmfluss-Steuerung (FUP)	211
7.6.1 Sprungfunktionen im Funktionsplan	212
7.6.2 Bausteinende-Funktion im Funktionsplan	212
7.6.3 Bausteinaufruf-Funktionen im Funktionsplan	212
<b>8 Variablen und Datentypen</b>	214
8.1 Operanden, Variablen und Konstanten	214
8.1.1 Einführung, Übersicht	214

8.1.2 Operandenbereiche .....	215
8.1.3 Adressierung .....	219
8.2 Elementare Datentypen .....	221
8.2.1 Bitfolge-Datentypen BOOL, BYTE, WORD und DWORD .....	222
8.2.2 BCD-codierte Zahlen BCD16 und BCD32 .....	222
8.2.3 Vorzeichenlose Festpunkt-Datentypen USINT, UINT und UDINT .....	223
8.2.4 Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen SINT, INT und DINT .....	223
8.2.5 Gleitpunkt-Datentypen REAL und LREAL .....	224
8.2.6 Datentyp CHAR .....	226
8.2.7 Datentyp TIME .....	226
8.3 Zusammengesetzte Datentypen .....	227
8.3.1 Datentyp DTL .....	227
8.3.2 Zeichenkette STRING .....	228
8.3.3 Datentyp ARRAY .....	229
8.3.4 Datentyp STRUCT .....	231
8.3.5 Datentyp ErrorStruct .....	232
8.4 Parametertypen .....	232
8.4.1 Parametertyp VARIANT .....	232
8.4.2 Parametertyp VOID .....	234
8.5 Systemdatentypen .....	234
8.6 Hardware-Datentypen .....	235
<b>9 Sprachneutrale Funktionsbeschreibung .....</b>	<b>236</b>
9.1 Basisfunktionen .....	236
9.1.1 Binäre Verknüpfungen .....	236
9.1.2 Speicherfunktionen .....	240
9.1.3 Flankenauswertung .....	244
9.1.4 Zeitfunktionen .....	249
9.1.5 Zählfunktionen .....	254
9.2 Digitalfunktionen .....	258
9.2.1 Übertragungsfunktionen .....	258
9.2.2 Vergleichsfunktionen .....	264
9.2.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte .....	266
9.2.4 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte .....	269
9.2.5 Mathematische Funktionen .....	270
9.2.6 Konvertierungsfunktionen (Datentypwandlung) .....	274
9.2.7 Schiebefunktionen .....	284
9.2.8 Logikfunktionen .....	286
9.2.9 Bearbeitung von Zeichenketten (Datentyp STRING) .....	291
9.3 Programmfluss-Steuerung .....	296
9.3.1 Übersicht .....	296
9.3.2 Sprungfunktionen .....	296
9.3.3 Bausteinende-Funktion .....	296
9.3.4 Aufrufe von Codebausteinen .....	298
9.3.5 EN/ENO-Mechanismus .....	300

<b>10 Online-Betrieb, Diagnose und Test</b>	302
10.1 Programmiergerät an die PLC-Station anschließen	303
10.1.1 IP-Adressen des Programmiergeräts	303
10.1.2 Das Programmiergerät mit der PLC-Station verbinden	305
10.1.3 Eine IP-Adresse der CPU-Baugruppe zuweisen	306
10.1.4 Den Online-Betrieb einschalten	306
10.2 Projektdaten übertragen	307
10.2.1 Die Projektdaten erstmalig laden	307
10.2.2 Die Projektdaten nachladen	309
10.2.3 Fehlermeldung nach dem Laden	310
10.2.4 Mit der Memory Card arbeiten	310
10.2.5 Bausteine offline/online bearbeiten	313
10.2.6 Bausteine offline/online vergleichen	314
10.2.7 Online-Projekt ohne Offline-Projekt bearbeiten	316
10.2.8 Die Projektdaten aus der CPU zurückladen	317
10.3 Hardware-Diagnose	319
10.3.1 Status-Anzeigen an den Baugruppen	319
10.3.2 Diagnose-Informationen	320
10.3.3 Diagnosepuffer	320
10.3.4 Diagnose-Funktionen	322
10.3.5 Online-Tools	322
10.3.6 Weitere Diagnose-Informationen über das Programmiergerät	323
10.4 Steuerungsprogramm testen	324
10.4.1 Beobachten mit der PLC-Variablentabelle	324
10.4.2 Einführung zum Testen mit Programmstatus	324
10.4.3 Programmstatus für Codebausteine	325
10.4.4 Datenoperanden mit Programmstatus testen	327
10.4.5 Testen mit Beobachtungstabellen	328
10.4.6 Variablen beobachten mit Beobachtungstabelle	330
10.4.7 Variablen steuern mit Beobachtungstabellen	331
10.4.8 Variablen forcen mit Beobachtungstabellen	332
10.4.9 Peripherieausgänge freischalten und „Steuern sofort“	335
<b>11 Kommunikation</b>	336
11.1 Übersicht	336
11.1.1 Einführung in die Kommunikation mit Ethernet	336
11.1.2 Projektierung der Kommunikation mit STEP 7 Basic	337
11.2 Open User Communication	338
11.2.1 Einführung in die Open User Communication	338
11.2.2 Open User Communication projektieren	340
11.2.3 Kommunikationsfunktionen für die Open User Communication	342
11.3 Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	345
11.3.1 Einführung in die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	345
11.3.2 Konfigurieren der Kommunikationsbaugruppe CM 1241	345
11.3.3 Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsfunktionen	347

<b>12 Visualisierung</b>	350
12.1 Einführung in die Visualisierung	350
12.1.1 Übersicht Basic Panels	351
12.1.2 Ein Projekt mit einer HMI-Station anlegen	352
12.1.3 Querverweise für HMI-Objekte	355
12.2 HMI-Variablen und Bereichszeiger anlegen	356
12.2.1 Einführung HMI-Variablen	356
12.2.2 Eine HMI-Variable anlegen	357
12.2.3 Einen Bereichszeiger anlegen	358
12.3 Prozessbilder projektieren	360
12.3.1 Einführung in die Projektierung von Prozessbildern	360
12.3.2 Arbeitsfenster für Prozessbilder	360
12.3.3 Arbeiten mit Bildebenen	361
12.3.4 Arbeiten mit Vorlagen	362
12.3.5 Arbeiten mit Funktionstasten	362
12.3.6 Ein neues Bild anlegen	364
12.3.7 Einen Bildwechsel projektieren	364
12.3.8 Arbeiten mit Objekten in Prozessbildern	365
12.3.9 Bildobjekte zur Laufzeit verändern	366
12.3.10 Basisobjekte für die Bildprojektierung	367
12.4 Bedien- und Beobachtungsfunktionen	367
12.4.1 Eingabe und Anzeige von Prozesswerten	367
12.4.2 Arbeiten mit Meldungen	371
12.4.3 Arbeiten mit Rezepturen	379
12.4.4 Arbeiten mit der Benutzerverwaltung	383
12.5 HMI-Projektierung fertigstellen	386
12.5.1 HMI-Projektierung übersetzen (Konsistenzprüfung)	386
12.5.2 Simulation der HMI-Projektierung	386
12.5.3 Projektierung in die HMI-Station laden	387
12.5.4 Wartung der HMI-Station	390
<b>13 Anhang</b>	392
13.1 Integrierte und technologische Funktionen	392
13.1.1 High Speed Counter (HSC)	392
13.1.2 Impulsgenerator	398
13.1.3 Technologieobjekt Achse	401
13.1.4 Technologieobjekt PID-Regler	404
13.2 Globale Bibliotheken	406
13.2.1 USS-Antriebsprotokoll	406
13.2.2 Globale Bibliothek MODBUS	408
<b>Stichwortverzeichnis</b>	410