

1 Einleitung	1
1.1 Wie sollten Sie dieses Buch lesen?	1
1.2 Was ist eine Speicherprogrammierbare Steuerung?	2
1.3 Aufbau einer SPS	2
1.4 SIMATIC® S5 Übersicht	3
1.4.1 AG-S5 90U	3
1.4.2 AG-S5 95U	4
1.4.3 AG-S5 100U	5
1.4.4 S5-115U	6
1.4.5 S5-135U	7
1.4.6 S5-155U	8
1.5 Wichtige Begriffserklärungen für den Fachteil	9
1.6 Zusammenspiel PG und AG	10
1.7 Die AG-Funktionen	11
1.8 STEP®5 Schnellübersicht	12
2 Darstellungsarten	14
2.1 Funktionsplan (FUP)	15
2.2 Kontaktplan (KOP)	16
2.3 Anweisungsliste (AWL)	17
2.4 Aufbau einer AWL-Zeile	18
3 Lineare und strukturierte Programmierung	19
3.1 Lineare Programmierung	19
3.2 Strukturierte Programmierung	21
3.2.1 Organisationsbaustein OB	21
3.2.2 Der Programmbaustein PB	22
3.2.3 Der Schrittbaustein SB	22
3.2.4 Der Funktionsbaustein FB	22
3.2.5 Datenbausteine DB	23
3.2.6 Der absolute Bausteinaufruf "SPA"	24
3.2.7 Der bedingte Bausteinaufruf "SPB"	24
3.2.8 Der Befehl "BE" (Baustein-Ende)	25

3.2.9 Der absolute Rücksprung "BEA"	26
3.2.10 Der bedingte Rücksprung "BEB"	27
3.2.11 Beispiel zur strukturierten Programmierung	28
3.2.12 Weiteres Beispiel zur strukturierten Programmierung	30
4 Bearbeitung eines STEP®5-Programms im Automatisierungsgerät	31
4.1 Anlaufverhalten eines Automatisierungsgeräts	33
4.2 Alarmgesteuerte Programmbearbeitung	34
4.3 Zeitgesteuerte Programmbearbeitung	35
4.4 Fehlerbehandlungsroutinen (Fehler-OBs)	36
5 Erste praktische Schritte mit STEP®5	38
5.1 Starten von WinSPS und öffnen eines neuen Projekts	38
5.2 Projekt erzeugen	40
5.3 Erzeugen des Organisationsbausteins 1 (OB 1)	41
5.4 Übertragen des OB1 in den Simulator (in das AG)	43
5.5 Simulator auf RUN schalten	44
5.6 Testen des SPS-Programms im Online-Bausteinstatus	45
5.7 Aufgabe zur strukturierten Programmierung	49
5.7.1 Praktische Veranschaulichung der Programmbearbeitung im AG	56
5.8 Praktische Erklärung einiger AG-Funktionen	58
5.8.1 Ermitteln der vorhandenen Bausteine im AG	58
5.8.2 Löschen von Bausteinen in einem AG	59
5.8.3 Komprimieren des AG-Speichers	59
5.8.4 Informationen über das angeschlossene AG holen	60
5.8.5 Aktionen mit den Projektbausteinen	60
6 Erklärung der Operanden	61
7 Adressierung der Operanden	63
7.1 Schreibweise von Bit-Operanden	63
7.2 Schreibweise von Byte-, Wort- oder Doppelwortoperanden	64
7.3 Operandenbereiche	65

7.4 Wichtige Hinweise zur Adressierung	66
7.4.1 Überschneidung von Operanden	66
7.4.2 Anordnung von High- und Low-Byte	66
8 Verknüpfungsoperationen	67
8.1 UND-Verknüpfung	67
8.1.1 Übung A1: UND-Verknüpfung	68
8.2 ODER-Verknüpfung	69
8.2.1 Übung A2: ODER-Verknüpfung	70
8.3 NICHT-Verknüpfung	71
8.3.1 Übung A3: Nicht-Verknüpfung	72
8.4 UND-NICHT-Verknüpfung	73
8.5 ODER-NICHT-Verknüpfung	74
8.6 VKE	75
8.7 Gemischte UND/ODER-Funktionen ohne Klammerbefehle	77
8.7.1 Übung A4: UND/ODER gemischt	79
8.8 Klammerbefehle	80
8.8.1 Übung A5: Klammerbefehle	82
8.9 Alternative zu den Klammerbefehlen	83
8.10 ODER-Verknüpfung von UND-Verknüpfungen	84
8.11 Setz-Rücksetzbefehle	85
8.11.1 Übung A6: Speicher	88
8.12 Umsetzung einer Schützschaltung in AWL	89
8.12.1 Regeln für Schützkontakte	89
8.12.2 Regeln für Geber (Schalter, Taster, Endschalter)	89
8.13 Übungsaufgaben zur Vertiefung des Kapitels	90
8.13.1 Übung B1: Umsetzung einer Schützschaltung	90
8.13.2 Übung B2: Exklusiv-ODER	91
8.13.3 Übung B3: Automatische Garagentür	92
8.13.4 Übung B4: Lüftungsanlage einer Tiefgarage	93
9 Schrittkettenprogrammierung (Ablaufsteuerung)	94
9.1 Aufgabenstellung	94
9.2 Zerlegung des Gesamtablaufs in Einzelschritte	95

9.3 Ein- und Ausgangsbelegung	97
9.4 Programmerstellung	98
9.5 Einstellen des AG-Typs im Simulator	103
9.6 Die AG-Maske-Simulation für die Aufgabe konfigurieren	104
9.7 Testen der Aufgabe	107
9.8 Übung S1: Schrittkette	108
10 Lade- und Transferbefehle	110
10.1 Laden von Bytes	111
10.2 Laden von Wörtern	113
10.3 Übung L1: Lade- und Transferbefehle	115
11 Zähler	116
11.1 Zähler setzen und rücksetzen	116
11.2 Abfragen eines Zählers	117
11.3 Zähler mit einem Zählwert laden	118
11.3.1 Laden eines konstanten Zählwerts	118
11.3.2 Weitere Möglichkeit einen Zähler vorzubelegen	119
11.4 Zähler in FUP-Darstellung	119
11.5 Vorwärtszähler	120
11.6 Rückwärtszähler	121
11.7 Beispiel zum Zähler	122
11.8 Übung Z1: Zähler	123
12 Zeiten	124
12.1 Zeitfunktion mit einem Zeitwert laden	124
12.1.1 Laden einer Zeit über einen konstanten Zeitwert	125
12.1.2 Weitere Möglichkeit eine Zeitkonstante zu laden	126
12.2 Starten und rücksetzen einer Zeit	127
12.3 Abfragen einer Zeit	127
12.4 Die Zeitart SI (Impuls)	128
12.5 Die Zeitart SV (verlängerter Impuls)	129
12.6 Die Zeitart SE (Einschaltverzögerung)	130

12.7 Die Zeitart SS (speichernde Einschaltverzögerung)	131
12.8 Die Zeitart SA (Ausschaltverzögerung)	132
12.9 Beispiel zum Abschnitt Zeiten	133
12.10 Übung T1: Zeiten	135
12.11 Übung T2: Zeiten	135
12.12 Übung T3: Zeiten	136
13 Vergleicher	137
13.1 Vergleich auf Gleichheit (\neq)	139
13.2 Vergleich auf Ungleichheit ($>$)	139
13.3 Vergleich auf größer ($>$)	139
13.4 Vergleich auf größer oder gleich (\geq)	140
13.5 Vergleich auf kleiner ($<$)	140
13.6 Vergleich auf kleiner oder gleich (\leq)	141
13.7 Beeinflussung der Anzeigen durch Vergleichsoperationen	142
13.8 Binäre Auswertung einer Vergleichsoperation	143
13.9 Übung VGL1: Vergleicher	144
14 Funktionsbausteine	145
14.1 Was ist ein Funktionsbaustein?	145
14.2 Erstellung eines Funktionsbausteins	146
14.3 Erstellung eines Bezeichners	147
14.4 Die Formaloperandenbefehle	149
14.5 Aufruf eines Funktionsbausteins	151
14.6 Ändern des FB-Kopfs	152
14.7 Weiteres Beispiel zur FB-Programmierung	152
14.8 Übung F1: Funktionsbausteine	154
14.9 Sprungbefehle	156
14.9.1 Die Sprungbefehle im Überblick	157
14.9.2 Die Anzeigebits Anz0, Anz1, Ov und Os	158
14.9.3 Wichtige Hinweise zu den Sprungbefehlen	159
14.9.4 Beeinflussung der Anzeigebits	160
14.10 Übung F2: Funktionsbausteine	161

14.11 Standard-Funktionsbausteine	162
14.11.1 FB240 (BCD->Dezimal)	163
14.11.2 FB241 (Dezimal->BCD)	164
14.11.3 FB242: Multiplizierer	165
14.11.4 FB243: Dividierer	166
14.11.5 FB250: Analogwert einlesen	167
14.11.6 FB251: Analogwert ausgeben	168
15 Datenbausteine	169
15.1 Sinn und Zweck von Datenbausteinen	169
15.2 Erstellung von Datenbausteinen	170
15.2.1 Erstellung von DBs mit dem Datenbausteineditor	170
15.2.2 Erstellung von DBs mit STEP [®] 5-Befehlen	172
15.3 Zugriff auf Datenbausteine	173
15.4 Gültigkeitsbereich	175
15.5 Datenwörter beobachten	176
15.6 TRAF	177
15.7 Übung D1: Datenbausteine	179
16 Die Diagnosefunktionen USTACK und BSTACK	181
16.1 Unterbrechungsstack USTACK	181
16.1.1 USTACK bei den AGs bis 115U	182
16.2 USTACK bei den AGs ab 135U	184
16.3 Bearbeitungsstack (BSTACK)	188
16.4 Auffinden eines Fehlers über USTACK und BSTACK	189
17 Symbolische Programmierung innerhalb der AWL	195
17.1 Was ist symbolische Programmierung?	195
17.2 Vorgehensweise	196
18 Analogwertverarbeitung	199
18.1 Der FB 250	200
18.2 Der FB 251	202
18.3 Analoge Baugruppen bei den AGs der Reihen 90U, 95U und 100U	204

18.4 Die analoge Onboard-Peripherie des AG 95U	206
18.5 Die analogen Baugruppen bei dem AG der Reihe 115U	207
18.6 Digitale Darstellung eines Analogwerts	209
18.7 Beispiel zur Analogwertverarbeitung	211
19 Zahlendarstellung außerhalb der SPS	218
19.1 Ausgabe eines Zählwerts	218
19.2 Ausgabe eines Zeitwerts	219
19.3 Vorgabe eines Zähl- oder Zeitwerts über Eingänge	220
19.4 Aufgabe zu Zahlendarstellung außerhalb der SPS	221
19.5 Weitere Aufgabe zur Zahlendarstellung außerhalb der SPS	227
20 Flankenauswertung	233
20.1 Auswertung einer steigenden Flanke	233
20.2 Auswertung einer fallenden Flanke	234
20.3 Binäruntersetzer (T-Kippglied)	235
21 Zahlensysteme	236
21.1 Das Dezimalsystem	236
21.2 Das duale Zahlensystem	236
21.3 Hexadezimalsystem	237
21.4 Das BCD-Zahlensystem	240
22 Zweierkomplement	241
23 Speichermedien	242
24 Übungsaufgaben	243
24.1 Stern-Dreieck-Anlauf	243
24.2 Eltako	245
24.3 Flüssigkeitsbehälter	246
24.4 Schiebetür in einem Kaufhaus	248
24.5 Dosieranlage	249

24.6 Kunststoffpresse	250
24.7 Greifarm	258

ANHANG:

A Kurzanleitung WinSPS 261

A.1 Systemvoraussetzung	261
A.2 Installation von WinSPS	261
A.3 Starten von WinSPS	262
A.4 Erzeugen eines neuen Projekts	263
A.5 Schreiben der AWL	264
A.6 Übertragen der AWL zum Simulator	268
A.7 Testen des STEP®5-Programms im Bausteinstatusfenster	270
A.8 Testen des STEP®5-Programms im AG-Maske-Fenster	276
A.9 Dialog Bausteinhandling	278
A.10 Der Debugmodus	279
A.10.1 S5-Register für den Debugmodus anzeigen	280
A.10.2 Tastenbelegung während des Debugmodus	281
A.10.3 Anlauf debuggen	282
A.10.4 Debugmodus während des RUN-Betriebs einschalten	282
A.10.5 Setzen von Breakpunkten	283

B Programmierregeln 284

C Lösungen 285

C.1 Lösung zur Übung A1	285
C.2 Lösung zur Übung A2	285
C.3 Lösung zur Übung A3	285
C.4 Lösung zur Übung A4	286
C.5 Lösung zur Übung A5	287
C.6 Lösung zur Übung A6	287
C.7 Lösung zur Übung B1	288

C.8 Lösung zur Übung B2	288
C.9 Lösung zur Übung B3	289
C.10 Lösung zur Übung B4	290
C.11 Lösung zur Übung S1	291
C.12 Lösung zur Übung Z1	292
C.13 Lösung zur Übung T1	292
C.14 Lösung zur Übung T2	292
C.15 Lösung zur Übung T3	293
C.16 Lösung zur Übung VGL1	293
C.17 Lösung zur Übung F1	294
C.18 Lösung zur Übung F2	295
C.19 Lösung zur Übung D1	297
C.20 Lösung zur Übungsaufgabe "Stern-Dreieck-Anlauf"	298
C.21 Lösung zur Übungsaufgabe "Eltako"	299
C.22 Lösung zur Übungsaufgabe "Flüssigkeitsbehälter"	300
C.23 Lösung zur Übungsaufgabe "Schiebetür in einem Kaufhaus"	301
C.24 Lösung zur Übungsaufgabe "Dosieranlage"	302
C.25 Lösung zur Übungsaufgabe "Kunststoffpresse"	303
C.26 Lösung zur Übungsaufgabe "Greifarm"	306
D Glossar	308
E STEP®5-Befehlsliste	312
F Stichwortverzeichnis	320
Angebote von MHJ-Software & Ing.-Büro Weiß	330
STEP®7-Fernkurs	331