

# STEP<sup>®</sup>7-Workbook

Einführung in die STEP<sup>®</sup>7-Programmiersprache  
mit TIA-Portal<sup>®</sup>, STEP<sup>®</sup>7 V5.x und WinSPS-S7

Dipl.-Ing. (FH) Torsten Weiß

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Habermann

1. Auflage

#### Rechtliches:

© 2014 MHJ-Software GmbH & Co. KG • Albert-Einstein-Str. 101 • D-75015 Bretten • [www.mhj.de](http://www.mhj.de)

Kein Teil dieses Buches darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung von MHJ-Software reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

#### Warenzeichen:

STEP®, SIMATIC®, TIA-Portal®, S7-300® und S7-400® sind eingetragene Warenzeichen der SIEMENS Aktiengesellschaft.

#### Bildquellen:

Die folgenden Firmen haben die Autoren durch Bildmaterial unterstützt:

- ® Siemens AG 2013. Alle Rechte vorbehalten
- Festo AG
- ifm electronic gmbh

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>13</b>
1.1	Webseite zum Buch: <a href="http://www.STEP7-Workbook.de">www.STEP7-Workbook.de</a> .....	14
1.2	Vorbereitung .....	14
1.3	Fragen, Anregungen .....	15
<b>2</b>	<b>Grundlagen der SPS-Technik</b> .....	<b>16</b>
2.1	Was ist eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)?.....	16
2.2	Was ändert sich bei Verwendung einer SPS? .....	18
2.3	Aufbau einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	19
2.4	Auswahlkriterien für die Hardwarezusammenstellung einer SPS .....	20
2.4.1	Auswahl einer SPS-Familie .....	20
2.4.2	Auswahl der CPU .....	21
2.4.3	Auswahl der Signalmodule .....	23
2.4.4	Auswahl der Sondermodule .....	24
2.5	Wie wird eine SPS programmiert und gesteuert? .....	25
2.5.1	Schritt 1: Hardwareaufbau des SPS-Systems .....	25
2.5.2	Schritt 2: Hardwarekonfiguration .....	27
2.5.3	Schritt 3: Erstellung und Übertragen des SPS-Programms.....	28
2.5.4	Schritt 4: Test des SPS-Programms .....	29
2.6	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	30
<b>3</b>	<b>Beispiel einer Anlage mit SPS-Steuerung</b> .....	<b>31</b>
3.1	Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	33
<b>4</b>	<b>Operandenbereiche sowie Adressierung von Operanden</b> .....	<b>34</b>
4.1	Eingangs- und Ausgangsoperanden.....	34
4.2	Merkeroperanden .....	34
4.3	Lokaloperanden.....	34
4.4	Daten eines Datenbausteins.....	34
4.5	Timer.....	34
4.6	Zähler.....	35
4.7	Peripherieeingänge.....	35
4.8	Peripherieausgänge.....	35
4.9	Operandenübersicht.....	35
4.10	Bit, Byte, Wort und Doppelwort.....	36
4.10.1	Bit .....	36
4.10.2	Byte .....	36
4.10.3	Wort .....	36
4.10.4	Doppelwort .....	37
4.11	Adressierung der Operanden .....	37
4.11.1	Schreibweise von Bitoperanden.....	37
4.11.2	Schreibweise von Byteoperanden.....	38
4.11.3	Schreibweisen von Wortoperanden.....	38
4.11.4	Schreibweisen von Doppelwortoperanden.....	39
4.11.5	Hinweis zur Adressierung: Überschneidung von Operanden.....	40
4.11.6	Hinweis zur Adressierung: Anordnung von Hi-Byte und Lo-Byte .....	40
4.12	Wie erhalten Merker ihre Adressen? .....	41
4.13	Wie bekommen Eingänge und Ausgänge ihre Adressen? .....	42
4.13.1	Steckplatzorientierte Adressvergabe .....	46
4.14	Adressierung von Zeiten und Zählern.....	47

# Inhaltsverzeichnis

4.15	Remanenz .....	48
4.15.1	Einstellung der Remanenz für Merker, Zeiten und Zähler .....	48
4.15.2	Einstellung der Remanenz von Datenbausteinen .....	49
4.16	Begrenzung der Operanden je nach CPU-Typ .....	49
4.17	Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	51
<b>5</b>	<b>Symbolische Programmierung .....</b>	<b>51</b>
5.1	Die Symbolik- bzw. Variablen-tabelle .....	52
5.2	Welche Schritte sind notwendig, um symbolisch programmieren zu können? .....	52
5.3	Definition Symbol und Variable.....	52
5.4	Beispiel einer Symbolik- bzw. Variablen-tabelle.....	54
5.5	Regeln bei der Definition in der Symbol- bzw. Variablen-tabelle.....	56
5.6	Welche Operanden können in der Symbol- bzw. Variablen-tabelle angegeben werden?...57	
5.7	Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	58
<b>6</b>	<b>Binäre Grundverknüpfungen .....</b>	<b>59</b>
6.1	Darstellungsarten in STEP® 7.....	59
6.1.1	Beispiel zu AWL, FUP und KOP .....	60
6.1.2	Weitere Darstellungsarten in S7 .....	62
6.2	Vorstellung der Grundverknüpfungen .....	63
6.3	Verknüpfungsergebnis VKE .....	66
6.3.1	VKE-Begrenzung .....	66
6.3.2	VKE-begrenzende Operationen.....	67
6.4	Gemischte UND/ODER-Funktionen ohne Klammerbefehle .....	67
6.5	Klammerbefehle .....	69
6.5.1	Wichtige Hinweise zu den Klammerbefehlen .....	69
6.5.2	Vorhandene Klammerbefehle .....	69
6.5.3	Beispiel 1 zu Klammerbefehlen.....	70
6.5.4	Beispiel 2 zu Klammerbefehlen.....	71
6.5.5	Anmerkung zu Klammerbefehlen .....	71
6.6	Übungen <b>Übung ✓</b> .....	72
6.6.1	Übungsaufgabe „Alarmanlage“ .....	72
6.6.2	Übungsaufgabe „Steuerung einer automatischen Markise“ .....	73
6.6.3	Übungsaufgabe „Steuerung einer Kamera“ .....	74
6.6.4	Übungsaufgabe „Motor mit Überlastschutz“ .....	75
<b>7</b>	<b>CPU-Funktionen der S7-Steuerung.....</b>	<b>76</b>
7.1	Bausteinstatus .....	76
7.1.1	Bausteinstatus in den Grund-Darstellungsarten .....	77
7.1.2	Symbol für den Beobachten-Modus in den S7-Programmiersystemen.....	77
7.1.3	Irrtümer beim Bausteinstatus .....	77
7.2	Variablen-tabelle bzw. Beobachtungstabelle .....	78
7.2.1	Status in der Symbolik- bzw. PLC-Variablen-tabelle.....	78
7.3	Diagnose- und Infofunktionen einer CPU .....	79
7.4	Weitere CPU-Funktionen.....	80
7.5	Übungen <b>Übung ✓</b> .....	80
<b>8</b>	<b>Speicherfunktionen (SR- und RS-Glieder).....</b>	<b>81</b>
8.1	Erstes Beispiel zu den Speicheroperationen .....	82
8.2	Setz- und Rücksetzdominanz .....	83
8.3	Speicher in den Grund-Darstellungsarten .....	85

8.4	Beispiel 2 zu Speicheroperationen .....	86
8.4.1	Erzeugen der Symboliktafel bzw. der PLC-Variablen.....	86
8.4.2	Schreiben des SPS-Programms im OB1 .....	87
8.4.3	Test des SPS-Programms an der virtuellen Anlage.....	88
8.5	Der Ausgang „Q“ des Speichers.....	88
8.6	Wie funktioniert eine Speicheroperation? .....	89
8.7	Beispiel 3 zu Speicheroperationen .....	90
8.7.1	Erzeugen der Symboliktafel bzw. der PLC-Variablen.....	90
8.7.2	Schreiben des SPS-Programms im OB1 .....	91
8.7.3	Test des SPS-Programms an der virtuellen Anlage.....	92
8.8	Fazit zu Speichern .....	93
8.9	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	93
8.9.1	Übung „Gartentor“ .....	94
8.9.2	Übung „Montageplatz“ .....	95
<b>9</b>	<b>Programmstrukturen und Programmbearbeitung .....</b>	<b>96</b>
9.1	Lineare Programmierung.....	96
9.1.1	Erstellen des linearen SPS-Programms .....	97
9.1.2	Analyse des linearen SPS-Programmes .....	99
9.2	Strukturierte Programmierung.....	100
9.2.1	Organisationsbausteine (OBs).....	100
9.2.2	Die Funktion (FC).....	101
9.2.3	Der Funktionsbaustein (FB).....	102
9.2.4	Der Datenbaustein (DB) .....	102
9.2.5	Systemfunktionen (SFC) und Systemfunktionsbausteine (SFB) .....	102
9.2.6	Systemdatenbausteine (SDB).....	103
9.2.7	Maximale Anzahl der Anwenderbausteine .....	103
9.2.8	Aufruf einer FC .....	103
9.2.9	Beispiel zur UC-Operation .....	104
9.2.10	Beispiel zur CC-Operation .....	105
9.2.11	Die CALL-Operation .....	106
9.2.12	Aufruf eines FBs .....	107
9.2.13	Operationen, um einen Baustein zu beenden .....	107
9.2.14	Erstellen des strukturierten SPS-Programms .....	109
9.2.15	Analyse des strukturierten SPS-Programmes.....	110
9.3	Fazit zur linearen und strukturierten Programmierung .....	111
9.4	Bearbeitung eines SPS-Programms in der CPU.....	112
9.4.1	Prozessabbilder .....	112
9.4.2	Betriebszustände einer S7-CPU.....	113
9.5	Beispiel zur Programmbearbeitung in der CPU .....	116
9.6	Reaktionszeit .....	117
9.6.1	Reaktionszeit im günstigsten Fall.....	117
9.6.2	Die Reaktionszeit im ungünstigsten Fall.....	118
9.7	Vorteile bei der Arbeit mit dem Prozessabbild .....	119
9.8	Alarmgesteuerte Programmbearbeitung .....	120
9.8.1	Beispiel für die alarmgesteuerte Programmbearbeitung .....	120
9.9	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	123
9.9.1	Übungsaufgabe „Pumpen“ .....	124
9.9.2	Übungsaufgabe „Wagen verschieben“ .....	125
<b>10</b>	<b>Flankenauswertung .....</b>	<b>126</b>

# Inhaltsverzeichnis

10.1	Erstes Beispiel zur Flankenbewertung .....	127
10.1.1	Erzeugen der Symboliktafel bzw. der PLC-Variablen.....	127
10.1.2	Schreiben des SPS-Programms im OB1 .....	128
10.2	Wie funktioniert die Flankenerkennung?.....	130
10.3	Darstellung der Flankenbefehle in den verschiedenen Darstellungsarten .....	131
10.4	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	132
10.4.1	Übungsaufgabe Flankenbewertung.....	133
<b>11</b>	<b>Bausteinparameter .....</b>	<b>134</b>
11.1	Beispiel zu Bausteinparametern.....	134
11.1.1	Erstellen der Symbole bzw. Variablennamen .....	135
11.1.2	Erzeugen der FC1 .....	136
11.1.3	Bedeutung der Deklarationsbereiche .....	136
11.1.4	Zuordnung der Parameter zu den Deklarationsbereichen.....	138
11.1.5	Erstellung des SPS-Programms in der FC1 .....	139
11.1.6	Aufruf der FC1 im OB1 .....	142
11.1.7	Test des SPS-Programms.....	143
11.1.8	Erläuterung des Ablaufs .....	144
11.2	Erweiterung des Beispiels zu Bausteinparametern .....	145
11.2.1	Erweiterung der Symbol- bzw. Variablenliste.....	146
11.2.2	Implementierung des neuen Anlagenteils in das SPS-Programm .....	146
11.2.3	Test des SPS-Programms.....	147
11.2.4	Erläuterung des Ablaufs .....	148
11.3	Fazit des Beispiels.....	149
11.4	Bibliotheksfähige Bausteine .....	149
11.5	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	149
<b>12</b>	<b>Zeitarten in S7 .....</b>	<b>150</b>
12.1	Zeitfunktion mit einem Zeitwert laden .....	150
12.1.1	Laden einer Zeit über einen konstanten Zeitwert.....	151
12.1.2	Weitere Möglichkeiten, eine Zeitkonstante zu laden .....	152
12.2	Starten und Zurücksetzen einer Zeit.....	153
12.3	Binäre Abfrage einer Zeit.....	153
12.4	Die Zeitart SI (Impuls) .....	154
12.4.1	Beispiel zur Zeitart SI.....	154
12.5	Die Zeitart SV (verlängerter Impuls) .....	155
12.5.1	Beispiel zur Zeitart SV.....	155
12.6	Die Zeitart SE (Einschaltverzögerung) .....	156
12.6.1	Beispiel zur Zeitart SE .....	156
12.7	Die Zeitart SS (Speichernde Einschaltverzögerung).....	157
12.7.1	Beispiel zur Zeitart SS.....	157
12.8	Die Zeitart SA (Ausschaltverzögerung) .....	158
12.8.1	Beispiel zur Zeitart SA .....	158
12.9	Beispiel 1 zu Zeiten: Bandsteuerung .....	159
12.9.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablenliste.....	160
12.9.2	Programmierung der FC1 .....	160
12.9.3	Programmierung des OB1 .....	162
12.9.4	Test des SPS-Programms.....	163
12.10	Beispiel 2 zu Zeiten: Lötstation.....	163
12.10.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablenliste.....	164

12.10.2	Programmierung der FC1 .....	165
12.10.3	Programmierung des OB1 .....	168
12.10.4	Test des SPS-Programms .....	168
12.11	Blinktakt .....	169
12.11.1	Beispiel 1: Blinktakt mit Timern .....	169
12.11.2	Das Taktmerkerbyte .....	170
12.11.3	Beispiel 2: Blinktakt mit Taktmerker .....	171
12.12	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	171
12.12.1	Programmierübung „Schwimmerschalter“ .....	172
12.12.2	Programmierübung „Automatische WC-Spülung“ .....	173
12.12.3	Programmierübung „Dichtigkeitstest in einem Behälter“ .....	174
<b>13</b>	<b>Zähler in S7 .....</b>	<b>176</b>
13.1	Zähler setzen und rücksetzen .....	176
13.2	Abfragen eines Zählers .....	177
13.2.1	Binäre Abfrage eines Zählers .....	177
13.2.2	Aktuellen Zählerstand eines Zählers auslesen .....	177
13.3	Zähler mit einem Zählwert vorbelegen .....	178
13.3.1	Laden eines konstanten Zählwertes .....	178
13.3.2	Laden eines variablen Zählwertes .....	178
13.4	Der Vorwärtszähler .....	179
13.5	Der Rückwärtszähler .....	179
13.5.1	Beispiel zu einem Rückwärtszähler .....	179
13.6	Die verschiedenen Darstellungsarten des SIMATIC®-Zählers .....	183
13.7	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	185
13.7.1	Programmieraufgabe „Verkehr“ .....	185
13.7.2	Programmieraufgabe „Parkhaus“ .....	186
13.7.3	Programmieraufgabe „Labyrinth“ .....	187
13.7.4	Programmieraufgabe „Flaschenspiel“ .....	188
13.7.5	Programmieraufgabe „Prüfvorrichtung“ .....	189
13.7.6	Programmieraufgabe „Bad1“ .....	190
<b>14</b>	<b>Die Bausteinart „DB“ .....</b>	<b>191</b>
14.1	Aussehen der DB-Editoren .....	191
14.2	Was ist eine Struktur? .....	191
14.3	Beispiel zur Erläuterung von Globaldatenbausteinen .....	193
14.3.1	Beispiel zum Erstellen eines Globaldatenbausteins in den einzelnen S7- Programmiersystemen .....	194
14.3.2	Zugriff auf Daten im DB .....	194
14.4	Zugriff auf DB-Daten über absolute Adressierung .....	196
14.5	Nachteile des absoluten Zugriffs auf DB-Variablen .....	197
14.6	Erklärung der Begriffe Anfangswert, Aktualwert, Startwert .....	199
14.6.1	Beobachten eines DBs .....	199
14.7	Die CPU-Funktion „RAM nach ROM kopieren“ .....	200
14.8	Handhabung von DBs in den einzelnen Programmiersystemen .....	200
14.9	Übungsaufgaben <b>Übung ✓</b> .....	200
<b>15</b>	<b>Lade- und Transferoperationen .....</b>	<b>201</b>
15.1	Laden von Bytes .....	201
15.2	Laden von Wörtern .....	202
15.3	Laden von Doppelwörtern .....	203

# Inhaltsverzeichnis

15.4	Elementare Datentypen .....	204
15.5	Zusammengesetzte Datentypen.....	205
15.6	Laden von Konstanten.....	205
15.7	Bedingtes Laden und Transferieren .....	209
15.8	Wiederholungsfragen <b>Übung</b> ✓ .....	210
<b>16</b>	<b>Register der CPU .....</b>	<b>211</b>
16.1	Akkumulatoren .....	211
16.2	Adressregister.....	211
16.3	DB-Register .....	211
16.4	Das Statuswort .....	212
16.5	Fazit .....	213
<b>17</b>	<b>Die Bausteinart FB .....</b>	<b>214</b>
17.1	Eigenschaften eines Funktionsbausteins.....	214
17.2	Beispiel zu Funktionsbausteinen .....	214
17.2.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablentabelle.....	215
17.2.2	Programmierung des Funktionsbausteins.....	215
17.2.3	Programmierung der Funktion.....	217
17.2.4	Erster Aufruf des FBs mit dem Instanz-DB 1 .....	218
17.2.5	Zweiter Aufruf des FBs mit dem Instanz-DB 2.....	218
17.2.6	Dritter Aufruf des FBs mit dem Instanz-DB 3 .....	219
17.2.7	Angabe der Grenzwerte in den Instanz-DBs .....	220
17.2.8	Programmierung des OB1 .....	221
17.2.9	Test des SPS-Programms.....	221
17.2.10	Fazit des Beispiels.....	222
17.3	Aufruf eines Funktionsbausteines ohne Angabe von Aktualparametern .....	223
17.4	Unterschied Instanzdatenbaustein und Globaldatenbaustein.....	223
17.5	Der Parameterbereich statische Lokaldaten .....	224
17.6	Übung und Wiederholungsfragen <b>Übung</b> ✓ .....	224
17.6.1	Übungsaufgabe „Treppenhausschaltung einer großen Wohnanlage“ .....	225
<b>18</b>	<b>Schrittkettenprogrammierung .....</b>	<b>226</b>
18.1	Beispiel zur Schrittkettenprogrammierung .....	226
18.1.1	Zerlegung des Gesamtablaufs in Einzelschritte.....	227
18.1.2	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablentabelle.....	228
18.1.3	Planung des SPS-Programms.....	228
18.1.4	Warum die Schrittkeite in einem FB programmieren? .....	228
18.1.5	FB erzeugen und die Parameter festlegen .....	229
18.1.6	Schritt 1 .....	230
18.1.7	Schritt 2 .....	231
18.1.8	Schritt 3 .....	231
18.1.9	Schritt 4 .....	232
18.1.10	Schritt 5 .....	232
18.1.11	Schritt 6 .....	233
18.1.12	Schritt 7 .....	234
18.1.13	Schritt 8 .....	234
18.1.14	Schritt 9 .....	235
18.1.15	Schritt 10 .....	236
18.1.16	Schritt 11 .....	236
18.1.17	Verhindern eines erneuten Starts der Schrittkeite.....	237



18.1.18	Programmierung der FC mit den Zuweisungen an die Ausgänge .....	239
18.1.19	Programmierung des OB1 .....	243
18.1.20	Rücksetzen der Schrittkette beim Anlauf der CPU .....	246
18.1.21	Test des SPS-Programms .....	246
18.2	Regeln bei der Schrittkettenprogrammierung .....	247
18.3	GRAFCET .....	248
18.3.1	Erklärung einiger GRAFCET-Elemente .....	249
18.3.2	Erstellen des GRAFCET-Plans für die Lackieranlage .....	254
18.3.3	Test des GRAFCET-Plans .....	256
18.3.4	Fazit der Beschreibung des Ablaufs mit GRAFCET .....	258
18.4	Übung „Torfbefüllungsanlage“ <b>Übung ✓</b> .....	259
<b>19</b>	<b>Zahlensysteme .....</b>	<b>261</b>
19.1	Das Dezimalsystem .....	261
19.2	Das duale Zahlensystem .....	261
19.3	Hexadezimalsystem .....	262
19.4	Umwandlung einer Dualzahl in eine Hexzahl .....	265
19.5	Das BCD-Zahlensystem (binary coded decimal) .....	266
19.6	Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	266
<b>20</b>	<b>Vergleicher .....</b>	<b>267</b>
20.1	Auswertung der Vergleichsfunktionen .....	271
20.2	Beispiel zu Vergleichen .....	271
20.2.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablentabelle .....	271
20.2.2	Programmierung des OB1 .....	272
20.2.3	Test des SPS-Programms .....	275
20.3	Fazit .....	275
20.4	Wiederholungsfragen und Übungen <b>Übung ✓</b> .....	276
20.4.1	Wiederholungsfragen „Vergleicher“ .....	276
20.4.2	Übung „Absaugvorrichtung“ .....	276
<b>21</b>	<b>Arithmetische Operationen .....</b>	<b>277</b>
21.1	Wiederholungsfragen „Arithmetik“ <b>Übung ✓</b> .....	280
<b>22</b>	<b>Sprungoperationen .....</b>	<b>281</b>
22.1	Beispiel zu Sprungoperationen .....	282
22.1.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablentabelle .....	282
22.1.2	Programmierung der FC1 .....	282
22.1.3	Programmierung des OB1 .....	285
22.1.4	Test und Analyse des SPS-Programms .....	285
22.2	Syntax der Sprungoperationen .....	288
22.3	Verwendung von Sprüngen in FUP/KOP .....	288
22.4	Probleme beim Überspringen von Operationen .....	290
22.4.1	Vorsicht beim Überspringen von Timern .....	290
22.4.2	Vorsicht bei Flankenoperationen .....	290
22.5	Fazit .....	291
22.6	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	291
22.6.1	Wiederholungsfragen .....	291
22.6.2	Übung „Sprungbefehle 1“ .....	292
22.6.3	Übung „Sprungbefehle 2“ .....	293
<b>23</b>	<b>Praktische Programmiertipps .....</b>	<b>294</b>

# Inhaltsverzeichnis

23.1	Verwaltungsfunktionen für das SPS-Programm .....	294
23.1.1	Der Belegungsplan .....	294
23.1.2	Die Querverweisliste .....	295
23.1.3	Programm- oder Aufrufstruktur.....	296
23.1.4	Inkonsistentes SPS-Programm .....	297
23.1.5	Ursachen für Konsistenzfehler .....	299
23.2	Fehlersuche im SPS-Programm .....	300
23.2.1	Der Diagnosepuffer .....	300
23.2.2	Der Baustein-Stack (B-Stack).....	300
23.2.3	Der Unterbrechungs-Stack (U-Stack) .....	301
23.3	Aufrufumgebung .....	302
23.3.1	Beispiel zur Aufrufumgebung.....	302
23.4	Auffinden von sporadischen Fehlern im SPS-Programm.....	306
23.5	Fazit .....	307
23.6	Übungen und Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	307
<b>24</b>	<b>Analogwertverarbeitung.....</b>	<b>308</b>
24.1	Erstes Beispiel zur Analogwertverarbeitung .....	308
24.1.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablen-tabelle.....	308
24.1.2	Programmierung des OB1 .....	309
24.1.3	Test des SPS-Programms.....	312
24.1.4	Fazit des Beispiels.....	314
24.2	Zweites Beispiel zur Analogwertverarbeitung.....	315
24.2.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablen-tabelle.....	315
24.2.2	Programmierung der FC1 .....	315
24.2.3	Programmierung des OB1 .....	317
24.2.4	Test des SPS-Programms.....	320
24.3	Fazit .....	321
24.4	Wiederholungsfragen <b>Übung ✓</b> .....	322
<b>25</b>	<b>Zweipunktregler .....</b>	<b>323</b>
25.1	Beispiel zu Zweipunktregler .....	323
25.1.1	Erstellen der Symbolik- bzw. Variablen-tabelle.....	323
25.1.2	Erstellen der FC1 .....	324
25.1.3	Test des SPS-Programms.....	327
25.2	Fazit .....	328
<b>26</b>	<b>Bussysteme.....</b>	<b>329</b>
26.1	Kommunikationsebenen .....	329
26.2	Bus-Topologien.....	330
26.2.1	Baum .....	330
26.2.2	Linie.....	330
26.2.3	Stern.....	330
26.2.4	Ring .....	331
26.3	PROFIBUS-DP.....	331
26.3.1	Gerätedefinitionen.....	331
26.3.2	Gerätstammdatei (GSD) .....	331
26.3.3	Netz-Aufbau .....	332
26.3.4	Adressierung der Busteilnehmer .....	332
26.3.5	Beispiel einer PROFIBUS-DP-Konfiguration.....	333
26.4	PROFINET.....	335

26.4.1	Gerätedefinitionen .....	335
26.4.2	Gerätstammdatei (GSD) .....	335
26.4.3	Netz-Aufbau .....	336
26.4.4	Adressierung .....	336
26.4.5	Beispiel einer PROFINET-Konfiguration.....	337
26.5	AS-Interface .....	339
26.5.1	Gerätedefinitionen .....	339
26.5.2	Netz-Aufbau .....	340
26.5.3	Adressierung der Busteilnehmer.....	340
26.5.4	Verwendung von AS-Interface-Geräten im S7-Umfeld .....	341
26.6	Fazit .....	341
26.7	Wiederholungsfragen <b>Übung</b> ✓ .....	341
<b>A.</b>	<b>Einführungsbeispiel TIA-Portal® .....</b>	<b>342</b>
A.1	Begriffserklärung .....	342
A.2	Aufgabenstellung.....	343
A.3	Start des TIA-Portals von Siemens .....	343
A.4	Gerät konfigurieren .....	344
A.4.1	Hinzufügen der CPU .....	345
A.5	IP-Adresse in der CPU einstellen .....	345
A.5.1	Auf welche IP-Adresse ist die CPU einzustellen...?.....	345
A.5.2	IP-Adresse der CPU in der Hardwarekonfiguration einstellen .....	346
A.6	Übersetzen der CPU-Konfiguration .....	348
A.7	Erstellen der Variablen-tabelle (Symbolik) .....	348
A.8	Erzeugen eines Bausteins und Einstellen der Darstellungsart.....	349
A.9	Erstellen des SPS-Programms .....	350
A.10	Bausteine übersetzen .....	353
A.11	Prozess-Simulation SPS-VISU starten und Anlagenprojekt laden bzw. erzeugen.....	354
A.12	SPS-Programm in SPS übertragen.....	355
A.13	Bausteine beobachten über den Bausteinstatus.....	357
A.14	Test des SPS-Programms mit SPS-VISU .....	359
<b>B.</b>	<b>Einführungsbeispiel SIMATIC®-Manager .....</b>	<b>360</b>
B.1	Aufgabenstellung.....	360
B.2	Start des SIMATIC®-Managers von Siemens und Erzeugen eines Projektes .....	360
B.3	Neue Station 300 einfügen .....	361
B.4	Hardwarekonfiguration der S7-CPU .....	363
B.4.1	Profilschiene einfügen.....	363
B.4.2	Auf welche IP-Adresse ist die CPU einzustellen? .....	364
B.4.3	Einfügen der CPU und Einstellen der IP-Adresse .....	364
B.5	Erzeugen eines Bausteins und Einstellen der Darstellungsart.....	366
B.6	Erstellen der Symbolik-tabelle .....	369
B.7	Erstellen des SPS-Programms .....	370
B.8	Einstellen der PG/PC-Schnittstelle des SIMATIC®-Managers .....	372
B.9	Prozess-Simulation SPS-VISU starten und Anlagen-Projekt laden bzw. erzeugen .....	374
B.10	Übertragen der Bausteine in die CPU.....	375
B.11	Baustein beobachten über den Bausteinstatus.....	376
B.11.1	Betriebszustand der CPU in RUN schalten .....	377
B.12	Test des SPS-Programms mit SPS-VISU .....	378
<b>C.</b>	<b>Einführungsbeispiel WinSPS-S7 V5 .....</b>	<b>379</b>
C.1	Aufgabenstellung.....	379

# Inhaltsverzeichnis

C.2	Start von WinSPS-S7 und Öffnen der Standard-Projektmappe .....	379
C.3	Erstellen der Symboliktabelle .....	382
C.4	Öffnen des Bausteins OB1 .....	382
C.5	Erstellen des SPS-Programms .....	384
C.6	Einstellen des Ziels in WinSPS-S7 V5 .....	386
C.7	Prozess-Simulation SPS-VISU starten und Anlagen-Projekt laden bzw. erzeugen .....	386
C.8	Übertragen der Bausteine in die CPU .....	387
C.9	Baustein beobachten über den Bausteinstatus.....	387
C.9.1	Betriebszustand der CPU in RUN schalten .....	388
C.10	Test des SPS-Programms mit SPS-VISU .....	389
C.11	Ansprechen einer externen CPU mit WinSPS-S7 V5.....	391
<b>D.</b>	<b>Die Beobachtungstabelle (Status-Variable) im TIA-Portal<sup>®</sup> .....</b>	<b>393</b>
<b>E.</b>	<b>Die Variablen-tabelle (Status-Variable) in WinSPS-S7 V5 .....</b>	<b>395</b>
<b>F.</b>	<b>Die Variablen-tabelle (Status-Variable) des SIMATIC<sup>®</sup>-Managers .....</b>	<b>397</b>
<b>G.</b>	<b>Erstellen eines Globaldatenbausteins mit dem TIA-Portal<sup>®</sup> .....</b>	<b>400</b>
G.1	Erzeugen eines neuen Globaldatenbausteins .....	400
G.2	Der DB-Editor.....	402
G.2.1	Erläuterung der Spalten innerhalb des DB-Editors .....	402
G.2.2	Eingabe der DB-Variablen .....	403
G.3	Zugriff auf den DB.....	405
<b>H.</b>	<b>Erstellen eines Globaldatenbausteins mit dem SIMATIC<sup>®</sup>-Manager .....</b>	<b>406</b>
H.1	Erzeugen eines neuen Globaldatenbausteins .....	406
H.2	Der DB-Editor.....	408
H.2.1	Eingabe der DB-Variablen .....	409
H.3	Zugriff auf den DB.....	411
<b>I.</b>	<b>Erstellen eines Globaldatenbausteins mit WinSPS-S7 V5 .....</b>	<b>412</b>
I.1	Erzeugen eines neuen Globaldatenbausteins .....	412
I.2	Der DB-Editor.....	413
I.2.1	Erläuterung der Spalten innerhalb der Tabellen des DB-Editors .....	414
I.2.2	Eingabe der DB-Variablen .....	414
I.3	Zugriff auf den DB.....	418
<b>J.</b>	<b>Index .....</b>	<b>419</b>

# 1 Vorwort

Das vorliegende Buch beschäftigt sich mit der Programmiersprache STEP<sup>®</sup>7. Sie ist die am häufigsten verwendete Programmiersprache für SPS-Steuerungen in Europa. Mit STEP<sup>®</sup>7 werden die CPU-Familien S7-300<sup>®</sup>/400 von SIEMENS programmiert.

Wie bei jeder Programmiersprache erlernt man auch „STEP<sup>®</sup>7“ am schnellsten, wenn man selbst praktische Übungen durchführt. Wir hätten Sie jetzt am liebsten in eine Industriehalle eingeladen, in der viele verschiedene Test-Anlagen aufgebaut sind, mit denen Sie Ihre Lösungen ausprobieren können. Das scheitert aber an der finanziellen Hürde. Wir haben aber dazu eine sehr gute Alternative: Wir liefern Ihnen die Anlagensimulation „SPS-VISU“ samt vielen virtuellen Anlagen frei Haus! Dessen Software-SPS ist genauso zu programmieren wie eine reale S7-300<sup>®</sup>-CPU.

Auch die S7-Programmiersoftware „WinSPS-S7“ ist Bestandteil dieses Buches. Mit diesen mitgelieferten, nicht zeitlich begrenzten Vollversionen (Starter-Editionen) können Sie die Theorie sofort in die Praxis umsetzen.

Sie können aber auch Ihre vorhandene STEP<sup>®</sup>7 V5.x- bzw. das TIA-Portal<sup>®</sup> (beide von SIEMENS) verwenden.

Das vorliegende Buch geht auf die folgenden drei S7-Programmiersysteme ein:

- TIA-Portal<sup>®</sup> von Siemens
- SIMATIC<sup>®</sup>-Manager von Siemens
- WinSPS-S7 von MHJ-Software

Sie können die Übungen in diesem Buch mit einem der drei Tools bearbeiten. Um die Übungen interessanter zu machen, werden virtuelle Anlagen für SPS-VISU mitgeliefert. SPS-VISU ist kompatibel mit allen hier genannten Programmierertools. Weiteres dazu finden Sie im nächsten Abschnitt „Vorbereitung“.

Die Oberflächen und Darstellungen der einzelnen Programmierertools unterscheiden sich teilweise erheblich. Es macht auch einen Unterschied, ob das SPS-Programm mit dem SIMATIC<sup>®</sup>-Manager oder dem TIA-Portal<sup>®</sup> erstellt wird, obwohl beide Programme von Siemens stammen.

**Da in immer kürzeren Abständen neue Versionen der Programmierumgebungen erscheinen, ist es wichtig, dass man sich als SPS-Programmierer weniger auf die Programmoberflächen bezieht.**

**Ziel ist es, die SPS-Programmierung mit der Sprache STEP<sup>®</sup>7 von Siemens zu erlernen, um Automatisierungsaufgaben lösen zu können. Das Werkzeug hierfür wird sich stetig ändern, die Theorie dahinter ist immer die Gleiche.**

Viele der im Buch gemachten Aussagen gelten für die gesamte SPS-Technik und nicht nur für SIMATIC<sup>®</sup>-S7. Andere SPS-Systeme arbeiten „unter der Haube“ ähnlich, auch wenn sich die Syntax der Programmiersprache etwas unterscheidet. Hat man die Funktionsweise einer SPS verinnerlicht, dann fällt die Einarbeitung in die verschiedenen SPS-Systeme nicht mehr schwer, da man auf viel Bekanntes trifft.

In diesem Buch werden die S7-Themen allgemein erläutert und nur, wenn die Notwendigkeit besteht, explizit auf ein Programmiersystem eingegangen. Die Handhabung bzw. die Besonderheiten der drei Programmiersysteme werden in entsprechenden Kapiteln im Anhang erläutert. Des Weiteren stehen Videos zur Verfügung, die ebenfalls auf bestimmte Sachverhalte der einzelnen Programmiersysteme eingehen.