

---

## **1 Start**

Das Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200 in der Übersicht.

Die Engineeringsoftware SIMATIC STEP 7 in der Übersicht.

Adressierung, Datentypen und Programmbearbeitung in der Übersicht.

---

## **2 Einführung in STEP 7**

STEP 7 installieren und starten. Die Benutzeroberfläche von STEP 7.

Die Grundlage der Automatisierungslösung: Ein Projekt erstellen und bearbeiten

---

## **3 Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200**

Die Baugruppen von SIMATIC S7-1200 in der Übersicht: Aufbau eines Automatisierungssystems, CPU-Baugruppen, Signal- und Kommunikationsbaugruppen.

---

## **4 Gerätekonfiguration**

Eine Station konfigurieren, Baugruppen parametrieren und Stationen vernetzen. Hardware-Objekte adressieren.

---

## **5 Programmbearbeitung**

Wie sich die CPU-Baugruppe in den Betriebszuständen ANLAUF, RUN und STOP verhält.

Wie das Anwenderprogramm durch Bausteine strukturiert wird, welche Eigenschaften die Bausteine haben und wie sie aufgerufen werden, mit Programmierempfehlungen.

Wie das Anwenderprogramm bearbeitet wird: Anlaufverhalten, Hauptprogramm, Alarmbearbeitung, Fehlerbehandlung und Diagnose.

---

## **6 Der Programmeditor**

Operanden, Adressierung und Datentypen, mit der PLC-Variablen-tabelle arbeiten.

PLC-Datentypen, Codebausteine und Datenbausteine erstellen und bearbeiten, Bausteine übersetzen und Programminformationen auswerten.

---

## **7 Die Programmiersprache Kontaktplan KOP**

Das Charakteristische der KOP-Programmierung; Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten; der Einsatz von Spulen, Standard-Boxen, Q-Boxen und EN/ENO-Boxen.

---

## **8 Die Programmiersprache Funktionsplan FUP**

Das Charakteristische der FUP-Programmierung; Boxen für binäre Verknüpfungen; der Einsatz von Standard-Boxen, Q-Boxen und EN/ENO-Boxen.

---

## **9 Die Programmiersprache Structured Control Language SCL**

Das Charakteristische der SCL-Programmierung; Operatoren und Ausdrücke, Arbeiten mit Binär- und Digitalfunktionen, Programmbearbeitung steuern mit Kontrollanweisungen.

---

---

## **Die Beschreibung der Steuerungsfunktionen**

**10 Basisfunktionen:** Funktionen für Binärsignale: binäre Verknüpfungen, Speicherfunktionen, Flankenauswertungen, Zeit- und Zählfunktionen.

**11 Digitalfunktionen:** Funktionen für Digitalvariablen: Übertragungs-, Vergleichs-, Arithmetik-, Mathematik-, Konvertierungs-, Schiebe-, Logik- und Zeichenkettenfunktionen.

**12 Programmsteuerung:** Sprungfunktionen, Bausteine aufrufen und beenden, Bausteinparameter adressieren, beschalten und übergeben; Datenbausteinfunktionen

---

## **13 Online-Betrieb, Diagnose und Programmtest**

Ein Programmiergerät an die PLC-Station anschließen, den Online-Betrieb einschalten. Die Anwenderbausteine laden, ändern, löschen und vergleichen. Mit der Hardware-Diagnose arbeiten. Das Anwenderprogramm testen. Messwertaufzeichnung mit der Trace-Funktion.

---

## **14 Dezentrale Peripherie**

Wie ein PROFINET IO System, ein PROFIBUS DP Mastersystem und ein Aktor/Sensor-Interface System projektiert werden und welche Eigenschaften sie haben. DPV1-Alarme.

---

## **15 Kommunikation**

Welche Eigenschaften und welche Kommunikationsfunktionen die Open User Communication, die S7-Kommunikation und die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation haben und wie sie projektiert werden. Kommunikationsfunktionen für USS-Antriebe, Modbus RTU und TCP.

---

## **16 Visualisierung**

Einführung: Die Basic Panels in der Übersicht.

Start: Ein HMI-Projekt einrichten, der Bediengeräte-Assistent.

Verbindung zur PLC: HMI-Variablen und Bereichszeiger anlegen.

Bilder erstellen: Die Projektierung der Prozessbilder – Vorlagen, Ebenen und Bildwechsel.

Arbeiten mit Bildelementen: Bedien- und Anzeigeelemente anordnen und editieren.

Ein Meldesystem projektieren, Rezepturen anlegen und Datensätze übertragen, die Benutzerverwaltung verwenden, Variablen- und Meldearchive einrichten, Aufgaben planen.

Das HMI-Programm fertig stellen: Das HMI-Programm mit PLC-Station oder mit Variablen-tabelle simulieren. Das HMI-Programm zur HMI-Station übertragen.

---

## **17 Anhang**

Integrierte und technologische Funktionen: High Speed Counter, Impulsgenerator, Motion Control, PID Control. Mit TeleService und TeleControl Daten übertragen.

Wie der Webserver der CPU-Baugruppe projektiert wird und welche Möglichkeiten er bietet.

Mit der Datenprotokollierung und mit Rezepturen in der PLC-Station Prozesswerte übertragen und speichern.

Mit der Simulationssoftware S7-PLCSIM ein Anwenderprogramm offline testen.

---

<b>1 Einführung, Übersichten</b> .....	21
1.1 Übersicht Automatisierungssystem S7-1200 .....	21
1.2 Übersicht STEP 7 .....	24
1.3 Datenhaltung im SIMATIC-Automatisierungssystem .....	27
1.4 Übersicht Adressierung .....	31
1.5 Übersicht Datentypen .....	32
1.6 Bearbeitung des Anwenderprogramms .....	35
1.7 Bedienen und Beobachten mit Prozessbildern .....	38
<b>2 Einführung in STEP 7</b> .....	40
2.1 STEP 7 installieren und starten .....	40
2.1.1 STEP 7 installieren .....	40
2.1.2 Automation License Manager .....	40
2.1.3 STEP 7 Basic starten .....	41
2.2 Die Benutzeroberfläche von STEP 7 .....	41
2.2.1 Portalansicht .....	41
2.2.2 Die Fenster der Projektansicht .....	42
2.2.3 Informationssystem .....	45
2.2.4 Bedienoberfläche anpassen .....	46
2.2.5 Mehrsprachige Projekte .....	46
2.3 Ein SIMATIC-Projekt bearbeiten .....	47
2.3.1 Strukturierte Darstellung der Projektdaten .....	48
2.3.2 Projektdaten und Editoren für eine PLC-Station .....	49
2.3.3 Mit Projekten arbeiten .....	52
2.3.4 Mit Referenzprojekten arbeiten .....	57
2.3.5 Mit Bibliotheken arbeiten .....	57
<b>3 Automatisierungssystem SIMATIC S7-1200</b> .....	62
3.1 Komponenten einer S7-1200-Station .....	62
3.2 CPU-Baugruppen S7-1200 .....	63
3.2.1 CPU-Varianten .....	63
3.2.2 Onboard-Peripherie .....	65
3.2.3 PROFINET-Anschluss .....	66
3.2.4 Status-Leuchtdioden .....	66
3.2.5 SIMATIC Memory Card .....	67
3.2.6 Erweiterungen der CPU-Baugruppe .....	67

3.3	Signalbaugruppen	69
3.3.1	Digitalein-/ausgabebaugruppen	69
3.3.2	Analogein-/ausgabebaugruppen	70
3.3.3	Eigenschaften der Peripherieanschlüsse	70
3.4	Technologiebaugruppen	72
3.4.1	IO-Link-Master	72
3.4.2	Wägemodule SIWAREX	73
3.4.3	Power Signal Booster	73
3.5	Kommunikationsbaugruppen	73
3.5.1	Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	74
3.5.2	PROFIBUS DP	74
3.5.3	Aktor/Sensor-Interface	74
3.5.4	Industrial Remote Communication	75
3.5.5	Kommunikationsbaugruppe RF120C	76
3.6	Weitere Baugruppen	77
3.6.1	Anschlussvervielfacher	77
3.6.2	Externe Spannungsversorgung	77
3.6.3	TS-Adapter IE Basic	77
3.6.4	Simulatormodule SIM 1274	78
3.7	SIPLUS S7-1200	79
<b>4</b>	<b>Gerätekonfiguration</b>	<b>80</b>
4.1	Einführung	80
4.2	Eine Station konfigurieren	82
4.2.1	Eine PLC-Station hinzufügen	82
4.2.2	Eine Baugruppe hinzufügen	82
4.2.3	Eine HMI-Station hinzufügen	83
4.3	Baugruppen parametrieren	84
4.3.1	Die CPU-Eigenschaften parametrieren	84
4.3.2	Baugruppen adressieren	87
4.3.3	Digitaleingaben parametrieren	89
4.3.4	Digitalausgaben parametrieren	90
4.3.5	Analogeingaben parametrieren	91
4.3.6	Analogausgaben parametrieren	91
4.3.7	Kommunikationsbaugruppen parametrieren	92
4.4	Hardware-Objekte adressieren	92
4.5	Konfigurationssteuerung projektieren	94
4.6	Eine Vernetzung projektieren	96
4.6.1	Einführung	96
4.6.2	Eine Station vernetzen	97
4.6.3	Teilnehmeradressen in einem Subnetz	99
4.6.4	Verbindungen	100
4.6.5	Ein PROFINET-Subnetz projektieren	103
4.6.6	Ein PROFIBUS-Subnetz projektieren	106
4.6.7	Ein AS-i-Subnetz projektieren	107

<b>5 Anwenderprogramm bearbeiten</b> .....	109
5.1 Betriebszustände .....	109
5.1.1 Betriebszustand STOP .....	110
5.1.2 Betriebszustand ANLAUF .....	111
5.1.3 Betriebszustand RUN .....	113
5.1.4 Remanenzverhalten von Operanden .....	113
5.2 Anwenderprogramm erstellen .....	114
5.2.1 Programmbearbeitung .....	114
5.2.2 Strukturierung des Anwenderprogramms .....	116
5.2.3 Bausteinarten .....	119
5.2.4 Bausteineigenschaften .....	121
5.2.5 Bausteinschnittstelle .....	121
5.2.6 Einen Codebaustein aufrufen .....	126
5.2.7 Programmierempfehlungen .....	128
5.3 Anlaufprogramm .....	136
5.3.1 Organisationsbausteine für das Anlaufprogramm .....	136
5.3.2 Baugruppenadresse ermitteln .....	137
5.4 Hauptprogramm .....	141
5.4.1 Organisationsbausteine für das Hauptprogramm .....	141
5.4.2 Prozessabbild-Aktualisierung .....	142
5.4.3 Zykluszeit .....	143
5.4.4 Reaktionszeit .....	146
5.4.5 Programmbearbeitung stoppen .....	147
5.4.6 Uhrzeit .....	148
5.4.7 Betriebsstundenzähler .....	152
5.5 Alarmbearbeitung .....	154
5.5.1 Einführung zur Alarmbearbeitung .....	154
5.5.2 Uhrzeitalarme .....	159
5.5.3 Verzögerungsalarme .....	163
5.5.4 Weckalarme .....	167
5.5.5 Prozessalarme .....	170
5.5.6 Alarmer zur Laufzeit zuordnen .....	173
5.5.7 Alarmer und Asynchronfehler verzögern und freigeben .....	174
5.5.8 Startinformation lesen .....	175
5.6 Fehlerbehandlung, Diagnose .....	176
5.6.1 Fehlerursachen und Fehlerreaktionen .....	176
5.6.2 Lokale Fehlerbehandlung .....	178
5.6.3 Zeitfehler OB 80 .....	182
5.6.4 Diagnosealarm OB 82 .....	183
5.6.5 Ziehen/Stecken-Alarm OB 83 .....	184
5.6.6 Baugruppenträgerfehler OB 86 .....	185
5.6.7 Diagnosefunktionen im Anwenderprogramm .....	186
5.6.8 Anwender-Diagnosemeldung erzeugen .....	194

<b>6 Programmeditor</b> .....	198
6.1 Einführung .....	198
6.2 Globale Operanden, Konstanten und Adressierung .....	199
6.2.1 Eingänge, Peripherie-Eingänge .....	199
6.2.2 Ausgänge, Peripherie-Ausgänge .....	199
6.2.3 Operandenbereich Merker .....	200
6.2.4 Absolute Adressierung .....	202
6.2.5 Symbolische Adressierung .....	203
6.2.6 Adressierung von Konstanten .....	205
6.2.7 Indirekte Adressierung (Übersicht) .....	206
6.3 Datentypen .....	207
6.3.1 Datentypen für Bitfolgen .....	207
6.3.2 Datentypen für BCD-Werte .....	207
6.3.3 Datentypen für Ganzzahlen .....	208
6.3.4 Datentypen für Gleitpunktzahlen .....	209
6.3.5 Datentypen für Zeitwerte .....	210
6.3.6 Datentypen für Zeichen .....	211
6.3.7 Datentyp ARRAY .....	214
6.3.8 Datentyp STRUCT .....	217
6.4 PLC-Variablentabelle .....	219
6.4.1 PLC-Variablentabelle anlegen und bearbeiten .....	219
6.4.2 PLC-Variablen definieren .....	219
6.4.3 PLC-Variablentabellen vergleichen .....	222
6.4.4 PLC-Variablentabelle exportieren und importieren .....	222
6.4.5 Konstantentabellen .....	223
6.5 PLC-Datentypen .....	224
6.5.1 Einen PLC-Datentyp programmieren .....	224
6.5.2 Einen PLC-Datentyp anwenden .....	225
6.5.3 PLC-Datentypen vergleichen .....	226
6.5.4 Einen PLC-Datentyp umnummerieren .....	227
6.6 Einen Codebaustein programmieren .....	228
6.6.1 Einen neuen Codebaustein anlegen .....	228
6.6.2 Arbeitsbereich des Programmierers für Codebausteine .....	229
6.6.3 Bausteineigenschaften für Codebausteine festlegen .....	230
6.6.4 Einen Codebaustein schützen .....	234
6.6.5 Bausteinschnittstelle programmieren .....	237
6.6.6 Operandenbereich temporäre Lokaldaten .....	240
6.6.7 Allgemeines Vorgehen beim Programmieren der Steuerungsfunktion .....	241
6.6.8 Instanzdaten anlegen .....	244
6.7 Einen Datenbaustein programmieren .....	248
6.7.1 Einen neuen Datenbaustein anlegen .....	248
6.7.2 Arbeitsbereich des Programmierers für Datenbausteine .....	249
6.7.3 Bausteineigenschaften für Datenbausteine festlegen .....	250
6.7.4 Datenvariablen deklarieren .....	252
6.7.5 Datenvariablen in Global-Datenbausteinen eingeben .....	253

6.8 Bausteine übersetzen .....	255
6.8.1 Übersetzung starten .....	255
6.8.2 SCL-Bausteine übersetzen .....	256
6.8.3 Fehler nach der Übersetzung beheben .....	256
6.9 Programminformationen .....	258
6.9.1 Querverweisliste .....	258
6.9.2 Belegungsplan .....	261
6.9.3 Aufrufstruktur .....	262
6.9.4 Abhängigkeitsstruktur .....	263
6.9.5 Konsistenzprüfung .....	264
6.9.6 Speicherauslastung der CPU .....	265
<b>7 Kontaktplan KOP .....</b>	<b>266</b>
7.1 Einführung .....	266
7.1.1 Mit Kontaktplan programmieren .....	266
7.1.2 Programmelemente des Kontaktplans .....	272
7.2 Binäre Verknüpfungen mit KOP programmieren .....	272
7.2.1 Schließerkontakt und Öffnerkontakt .....	272
7.2.2 Reihen- und Parallelschaltung von Kontakten .....	274
7.2.3 T-Abzweig, offener Parallelzweig .....	277
7.2.4 Verknüpfungsergebnis negieren im Kontaktplan .....	278
7.2.5 Flankenbewertung einer Binärvariablen im Kontaktplan .....	278
7.2.6 Gültigkeitsprüfung einer Gleitpunktvariablen im Kontaktplan .....	279
7.2.7 Vergleich von Variablen im Kontaktplan .....	280
7.2.8 VARIANT-Zeiger testen und vergleichen im Kontaktplan .....	281
7.3 Speicherfunktionen mit KOP programmieren .....	282
7.3.1 Einfache und negierende Spule .....	282
7.3.2 Setzen- und Rücksetzen-Spule .....	283
7.3.3 Speicherndes Verhalten durch Selbsthaltung .....	284
7.3.4 Flankenbewertung mit Impulsabgabe im Kontaktplan .....	285
7.3.5 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Kontaktplan ..	286
7.3.6 Spulen mit Zeitverhalten .....	286
7.4 Q-Boxen mit KOP programmieren .....	287
7.4.1 Speicher-Boxen im Kontaktplan .....	288
7.4.2 Flankenbewertung des Stromflusses .....	288
7.4.3 Beispiel Binäruntersetzer im Kontaktplan .....	289
7.4.4 Zeitfunktionen im Kontaktplan .....	291
7.4.5 Zählfunktionen im Kontaktplan .....	292
7.5 EN/ENO-Boxen mit KOP programmieren .....	293
7.5.1 Flankenbewertung mit einer EN/ENO-Box .....	293
7.5.2 Übertragungsfunktionen im Kontaktplan .....	295
7.5.3 Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Kontaktplan .....	296
7.5.4 Arithmetische Funktionen für Zeitwerte im Kontaktplan .....	298
7.5.5 Mathematische Funktionen im Kontaktplan .....	298

7.5.6	Konvertierungsfunktionen im Kontaktplan	299
7.5.7	Schiebefunktionen im Kontaktplan	300
7.5.8	Logikfunktionen im Kontaktplan	300
7.5.9	Funktionen für Zeichenketten im Kontaktplan	301
7.5.10	Die CALCULATE-Box im Kontaktplan	302
7.6	Programmsteuerung mit KOP	302
7.6.1	Sprungfunktionen im Kontaktplan	303
7.6.2	Sprungliste im Kontaktplan	304
7.6.3	Sprungverteiler im Kontaktplan	304
7.6.4	Bausteinende-Funktion im Kontaktplan	305
7.6.5	Bausteinaufruf-Funktionen im Kontaktplan	306
<b>8</b>	<b>Funktionsplan FUP</b>	<b>308</b>
8.1	Einführung	308
8.1.1	Mit Funktionsplan programmieren	308
8.1.2	Programmelemente des Funktionsplans	314
8.2	Binäre Verknüpfungen mit FUP programmieren	314
8.2.1	Abfrage auf Signalzustand „1“ und auf Signalzustand „0“	314
8.2.2	Eine binäre Verknüpfung im Funktionsplan programmieren	316
8.2.3	T-Abzweig im Funktionsplan	319
8.2.4	Verknüpfungsergebnis negieren im Funktionsplan	319
8.2.5	Flankenauswertung einer Binärvariablen im Funktionsplan	321
8.2.6	Gültigkeitsprüfung einer Gleitpunktvariablen im Funktionsplan	321
8.2.7	Vergleich von Variablen im Funktionsplan	322
8.2.8	VARIANT-Zeiger testen und vergleichen im Funktionsplan	323
8.3	Standard-Boxen mit FUP programmieren	324
8.3.1	Zuweisung und negierende Zuweisung	324
8.3.2	Setzen- und Rücksetzen-Box	326
8.3.3	Flankenauswertung mit Impulsausgabe im Funktionsplan	326
8.3.4	Mehrfaches Setzen und Rücksetzen (Bitfeld füllen) im Funktionsplan	327
8.3.5	Standardboxen mit Zeitverhalten	328
8.4	Q-Boxen mit FUP programmieren	329
8.4.1	Speicher-Boxen im Funktionsplan	329
8.4.2	Flankenauswertung des Verknüpfungsergebnisses	330
8.4.3	Beispiel Binäruntersetzer im Funktionsplan	330
8.4.4	Zeitfunktionen im Funktionsplan	331
8.4.5	Zählfunktionen im Funktionsplan	333
8.5	EN/ENO-Boxen mit FUP programmieren	334
8.5.1	Flankenauswertung mit einer EN/ENO-Box	334
8.5.2	Übertragungsfunktionen im Funktionsplan	336
8.5.3	Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte im Funktionsplan	338
8.5.4	Arithmetische Funktionen für Zeitwerte im Funktionsplan	339
8.5.5	Mathematische Funktionen im Funktionsplan	340
8.5.6	Konvertierungsfunktionen im Funktionsplan	340
8.5.7	Schiebefunktionen im Funktionsplan	341



8.5.8	Logikfunktionen im Funktionsplan	342
8.5.9	Funktionen für Zeichenketten im Funktionsplan	343
8.5.10	Die CALCULATE-Box im Funktionsplan	344
8.6	Programmsteuerung mit FUP	344
8.6.1	Sprungfunktionen im Funktionsplan	344
8.6.2	Sprungliste im Funktionsplan	346
8.6.3	Sprungverteiler im Funktionsplan	347
8.6.4	Bausteinende-Funktion im Funktionsplan	347
8.6.5	Bausteinaufruf-Funktionen im Funktionsplan	347
<b>9</b>	<b>Structured Control Language SCL</b>	<b>350</b>
9.1	Einführung	350
9.1.1	Mit SCL programmieren	350
9.1.2	SCL-Anweisungen und Operatoren	355
9.1.3	Datentyp-Konvertierung bei SCL	357
9.2	Übertragungsfunktionen	359
9.2.1	Wertzuweisung einer Binärvariablen	359
9.2.2	Flankenbewertung bei SCL	360
9.2.3	Wertzuweisung einer Digitalvariablen	361
9.2.4	Übertragen von VARIANT-Variablen bei SCL	362
9.2.5	Datenbereiche übertragen und füllen	363
9.2.6	Bytes tauschen	363
9.2.7	Datenübertragung mit PEEK und POKE	364
9.3	Logische Ausdrücke und Logikfunktionen	366
9.3.1	Binäre Verknüpfungen mit SCL programmieren	366
9.3.2	Wortverknüpfungen bei SCL	369
9.3.3	Codier-, Auswahl- und Begrenzerfunktionen bei SCL	370
9.4	Arithmetische Ausdrücke	371
9.4.1	Arithmetische Funktionen bei SCL	371
9.4.2	Mathematische Funktionen bei SCL	372
9.5	Vergleichsausdrücke	373
9.5.1	Vergleichsfunktionen bei SCL	373
9.5.2	VARIANT-Zeiger testen	373
9.6	Weitere Funktionen für SCL	375
9.6.1	Zeitfunktionen bei SCL	375
9.6.2	Zählfunktionen bei SCL	375
9.6.3	Schiebefunktionen bei SCL	377
9.6.4	Zeichenkettenfunktionen bei SCL	378
9.7	Programmsteuerung mit SCL	378
9.7.1	Kontrollanweisungen	378
9.7.2	Bausteinende-Funktion bei SCL	389
9.7.3	Aufruf einer Funktion (FC) bei SCL	389
9.7.4	Aufruf eines Funktionsbausteins (FB) bei SCL	390
9.7.5	Versorgung von Parametern	391
9.8	Arbeiten mit Quelldateien	392

<b>10 Basisfunktionen</b> .....	396
10.1 Binäre Verknüpfungen .....	396
10.1.1 Einführung .....	396
10.1.2 Arbeiten mit Binärsignalen .....	397
10.1.3 UND-Funktion, Reihenschaltung .....	399
10.1.4 ODER-Funktion, Parallelschaltung .....	399
10.1.5 Exklusiv-ODER-Funktion, Antivalenzfunktion .....	402
10.1.6 Verknüpfungsergebnis negieren, NOT-Kontakt .....	402
10.2 Speicherfunktionen .....	403
10.2.1 Einführung .....	403
10.2.2 Einfache und negierende Spule, Zuweisung .....	404
10.2.3 Einzelnes Setzen und Rücksetzen .....	404
10.2.4 Mehrfaches Setzen und Rücksetzen .....	406
10.2.5 Vorrangiges Setzen und Rücksetzen, Speicher-Boxen .....	407
10.3 Flankenbewertungen .....	407
10.4 Zeitfunktionen .....	413
10.4.1 Wissenswertes zu Zeitfunktionen .....	413
10.4.2 Impulsbildung TP .....	414
10.4.3 Einschaltverzögerung TON .....	415
10.4.4 Ausschaltverzögerung TOF .....	416
10.4.5 Akkumulierende Einschaltverzögerung TONR .....	418
10.4.6 Eine Zeitfunktion mit einer Zeitdauer laden .....	419
10.4.7 Eine Zeitfunktion zurücksetzen .....	419
10.5 Zählfunktionen .....	420
10.5.1 Wissenswertes zu Zählfunktionen .....	420
10.5.2 Vorwärtszähler CTU .....	422
10.5.3 Rückwärtszähler CTD .....	423
10.5.4 Vorwärts-Rückwärtszähler CTUD .....	424
<b>11 Digitalfunktionen</b> .....	426
11.1 Übertragungsfunktionen .....	426
11.1.1 Variable kopieren, MOVE- und S_MOVE-Box bei KOP und FUP .....	427
11.1.2 Wertzuweisungen bei SCL .....	429
11.1.3 VARIANT-Variable lesen und schreiben .....	431
11.1.4 Datenbereich kopieren mit MOVE_BLK_VARIANT .....	432
11.1.5 Datenbereich kopieren mit MOVE_BLK und UMOVE_BLK .....	433
11.1.6 Datenbereich füllen mit FILL_BLK und UFILL_BLK .....	435
11.1.7 Variable von und zu einem BYTE-Feld übertragen .....	437
11.1.8 Variable von und zu einem Bitfeld übertragen .....	440
11.1.9 Byte-Reihenfolge ändern .....	442
11.1.10 Bereichsgrenzen ermitteln .....	442
11.2 Vergleichsfunktionen .....	442
11.2.1 Vergleich von Variablenwerten .....	443
11.2.2 Bereichsvergleich (KOP, FUP) .....	445

11.2.3	Gleitpunkt-Variable testen (KOP, FUP)	445
11.2.4	VARIANT-Zeiger testen (KOP, FUP)	446
11.2.5	VARIANT-Zeiger testen (SCL)	448
11.3	Arithmetische Funktionen für Zahlenwerte	451
11.3.1	Grundrechnungsarten	451
11.3.2	Division mit Rest als Ergebnis MOD	453
11.3.3	Dekrementieren DEC, Inkrementieren INC	453
11.4	Arithmetische Funktionen für Zeitwerte	454
11.4.1	Addition T_ADD	454
11.4.2	Subtraktion T_SUB	455
11.4.3	Differenz T_DIFF	456
11.4.4	Zusammenfassen T_COMBINE	456
11.5	Mathematische Funktionen	456
11.5.1	Winkelfunktionen SIN, COS, TAN	457
11.5.2	Arcusfunktionen ASIN, ACOS, ATAN	458
11.5.3	Quadrat bilden SQR	458
11.5.4	Quadratwurzel ziehen SQRT	458
11.5.5	Potenzieren zur Basis e EXP	459
11.5.6	Natürlichen Logarithmus berechnen LN	459
11.5.7	Nachkommastellen extrahieren FRAC	460
11.5.8	Potenzieren zu einer beliebigen Basis EXPT	460
11.5.9	Absolutwertbildung ABS	460
11.5.10	Negation NEG	460
11.6	Konvertierungsfunktionen (Datentypwandlung)	461
11.6.1	Implizite Datentypkonvertierung	462
11.6.2	Variablen überlagern (Datentypsichten)	464
11.6.3	Konvertierungsfunktionen CONVERT, S_CONV und T_CONV	466
11.6.4	Konvertierungsfunktionen für Gleitpunktzahlen	472
11.6.5	Konvertierungsfunktionen STRG_TO_CHARS und CHARS_TO_STRG	473
11.6.6	Konvertierungsfunktionen STRG_VAL und VAL_STRG	475
11.6.7	Konvertierungsfunktionen ATH und HTA	478
11.6.8	Konvertierungsfunktionen SCALE_X und NORM_X	480
11.7	Schiebefunktionen	480
11.8	Logikfunktionen	483
11.8.1	Wortverknüpfungen	483
11.8.2	Invertieren INVERT	485
11.8.3	Codierfunktionen DECO und ENCO	485
11.8.4	Auswahlfunktionen SEL, MUX und DEMUX	487
11.8.5	Auswahlfunktionen MIN und MAX	488
11.8.6	Begrenzer LIMIT	490
11.9	Zeichenketten bearbeiten	490
11.10	Rechnen mit der CALCULATE-Box (KOP, FUP)	496
11.11	Symbolnamen lesen	498

<b>12 Programmsteuerung</b> .....	503
12.1 Sprungfunktionen .....	503
12.1.1 Sprung abhängig vom Verknüpfungsergebnis (KOP, FUP) .....	504
12.1.2 Sprungliste JMP_LIST (KOP, FUP) .....	505
12.1.3 Sprungverteiler SWITCH (KOP, FUP) .....	506
12.1.4 Absoluter Sprung GOTO (SCL) .....	507
12.2 Bausteinende-Funktion .....	508
12.3 Aufruf von Codebausteinen .....	509
12.3.1 Wissenswertes zum Bausteinaufruf .....	509
12.3.2 Aufruf einer Funktion (FC) .....	510
12.3.3 Aufruf eines Funktionsbausteins (FB) .....	510
12.3.4 Asynchron arbeitende Systembausteine .....	511
12.3.5 EN/ENO-Mechanismus .....	513
12.4 Arbeiten mit Bausteinen .....	515
12.4.1 Bausteine mit optimiertem und Standardzugriff .....	515
12.4.2 Datentypen der lokalen Variablen .....	517
12.4.3 Bausteinparameter adressieren .....	519
12.4.4 Bausteinparameter versorgen .....	521
12.4.5 Parametertyp VARIANT .....	523
12.4.6 Übergabe von Bausteinparametern .....	525
12.5 Datenbausteinfunktionen .....	528
12.5.1 Hardware-Datentyp DB_ANY .....	529
12.5.2 Konvertierung von DB_ANY .....	530
12.5.3 Operandenbereich Daten .....	531
12.5.4 Adressierung von Datenbausteinen .....	533
12.5.5 Datenbausteinattribute lesen .....	534
12.5.6 CPU-Datenbausteine .....	535
12.5.7 Ladespeicher lesen und schreiben .....	538
<b>13 Online-Betrieb, Diagnose und Test</b> .....	542
13.1 Programmiergerät an die PLC-Station anschließen .....	543
13.2 Projektdaten übertragen .....	545
13.2.1 Die Projektdaten erstmalig laden .....	546
13.2.2 Die Projektdaten nachladen .....	548
13.2.3 Das Anwenderprogramm schützen .....	549
13.2.4 Mit Online-Projektdaten arbeiten .....	552
13.2.5 Mit der Memory Card arbeiten .....	554
13.3 Mit Bausteinen im Online-Betrieb arbeiten .....	557
13.3.1 Einführung .....	557
13.3.2 Einen Online-Baustein bearbeiten .....	558
13.3.3 Einen Baustein laden und zurückerladen .....	559
13.3.4 Ohne Reinitialisierung laden .....	560
13.3.5 Mit Momentaufnahmen arbeiten .....	562

13.3.6	Mit Einstellwerten arbeiten	563
13.3.7	Bausteine vergleichen	565
13.4	Hardware-Diagnose	568
13.4.1	Status-Anzeigen an den Baugruppen	569
13.4.2	Diagnosefenster	570
13.4.3	Diagnosepuffer	571
13.4.4	Online-Tools	572
13.4.5	Weitere Diagnose-Informationen über das Programmiergerät	573
13.5	Anwenderprogramm testen	574
13.5.1	Aufrufumgebung definieren	575
13.5.2	Testen mit Programmstatus	575
13.5.3	PLC-Variablen beobachten	580
13.5.4	Datenvariablen beobachten und steuern	580
13.5.5	Testen mit Beobachtungstabellen	581
13.5.6	Testen mit der Force-Tabelle	588
13.6	Messwertaufzeichnung mit der Trace-Funktion	591
13.6.1	Einführung	591
13.6.2	Erstellen der Trace-Konfiguration	591
13.6.3	Messwerte aufzeichnen	592
13.6.4	Messungen auswerten	593
13.6.5	Messungen speichern	595
<b>14</b>	<b>Dezentrale Peripherie</b>	<b>596</b>
14.1	Einführung, Übersicht	596
14.2	PROFINET IO	597
14.2.1	Komponenten von PROFINET IO	597
14.2.2	Adressen bei PROFINET IO	599
14.2.3	PROFINET IO projektieren	601
14.2.4	Echtzeit-Kommunikation bei PROFINET IO	606
14.3	PROFIBUS DP	607
14.3.1	Komponenten von PROFIBUS DP	607
14.3.2	Adressen bei PROFIBUS DP	610
14.3.3	PROFIBUS DP projektieren	612
14.4	Systembausteine für PROFINET IO und PROFIBUS DP	615
14.4.1	Peripheriedaten lesen und schreiben	615
14.4.2	Datensätze übertragen	618
14.4.3	Dezentrale Station aktivieren/deaktivieren	621
14.5	DPV1-Alarme	622
14.6	Aktor/Sensor-Interface	624
14.6.1	Komponenten von Aktor/Sensor-Interface	624
14.6.2	AS-i-Master CM 1243-2 projektieren	624
14.6.3	Aktor/Sensor-Interface projektieren	624
14.6.4	Schnittstelle zum Anwenderprogramm	626

<b>15 Kommunikation</b>	628
15.1 Übersicht	628
15.2 Open User Communication	631
15.2.1 Grundlagen	631
15.2.2 Datenstruktur der Open User Communication	631
15.2.3 Verbindung aufbauen und Daten senden mit TSEND_C	632
15.2.4 Verbindung aufbauen und Daten empfangen mit TRCV_C	634
15.2.5 Open User Communication projektieren	636
15.2.6 Weitere Funktionen für die Open User Communication	637
15.3 S7-Kommunikation	639
15.3.1 Grundlagen	639
15.3.2 Datenaustausch mit GET und PUT	640
15.3.3 S7-Kommunikation projektieren	642
15.4 Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	643
15.4.1 Einführung in die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	643
15.4.2 Konfigurieren der Kommunikationsbaugruppe CM 1241	643
15.4.3 Funktionen für die Punkt-zu-Punkt-Kommunikation	646
15.5 Weitere Kommunikationsfunktionen	649
15.5.1 USS-Protokoll für Antriebe	649
15.5.2 Modbus RTU	651
15.5.3 Modbus TCP	653
<b>16 Visualisierung</b>	656
16.1 Einführung in die Visualisierung	656
16.1.1 Übersicht HMI Panels in STEP 7 (TIA Portal)	657
16.1.2 Ein Projekt mit einer HMI-Station anlegen	659
16.1.3 Querverweise für HMI-Objekte	661
16.2 HMI-Variablen und Bereichszeiger anlegen	663
16.2.1 Einführung HMI-Variablen	663
16.2.2 Eine HMI-Variable anlegen	664
16.2.3 Einen Bereichszeiger anlegen	665
16.3 Prozessbilder projektieren	667
16.3.1 Einführung in die Projektierung von Prozessbildern	667
16.3.2 Arbeitsfenster für Prozessbilder	668
16.3.3 Arbeiten mit Bildebenen	668
16.3.4 Arbeiten mit Vorlagen	669
16.3.5 Arbeiten mit Funktionstasten	670
16.3.6 Ein neues Bild anlegen	672
16.3.7 Einen Bildwechsel projektieren	672
16.3.8 Arbeiten mit Objekten in Prozessbildern	673
16.3.9 Bildobjekte zur Laufzeit verändern	674
16.3.10 Basisobjekte für die Bildprojektierung	674

16.4 Bedien- und Beobachtungsfunktionen .....	675
16.4.1 Eingabe und Anzeige von Prozesswerten .....	675
16.4.2 Arbeiten mit Meldungen .....	678
16.4.3 Arbeiten mit Rezepturen .....	687
16.4.4 Arbeiten mit der Benutzerverwaltung .....	692
16.4.5 Arbeiten mit Archiven .....	695
16.4.6 Aufgaben planen .....	697
16.5 HMI-Projektierung fertig stellen .....	697
16.5.1 HMI-Projektierung übersetzen (Konsistenzprüfung) .....	697
16.5.2 Simulation der HMI-Projektierung .....	698
16.5.3 Projektierung in die HMI-Station laden .....	699
16.5.4 Wartung der HMI-Station .....	701
<b>17 Anhang .....</b>	<b>704</b>
17.1 Integrierte und technologische Funktionen .....	704
17.1.1 High Speed Counter (HSC) .....	704
17.1.2 Impulsgenerator .....	710
17.1.3 Technologieobjekte für Motion Control .....	713
17.1.4 Technologieobjekte für PID Control .....	718
17.2 Fernverbindung mit TeleService .....	722
17.3 TeleControl mit CP 1242-7 .....	724
17.4 Webserver .....	726
17.4.1 Webserver aktivieren .....	726
17.4.2 Zugriff auf den Webserver .....	726
17.4.3 Standard-Webseiten .....	727
17.5 Daten protokollieren und mit Rezepturen arbeiten .....	729
17.5.1 Einführung in die Datenprotokollierung .....	729
17.5.2 Funktionen für die Datenprotokollierung .....	730
17.5.3 Einführung zur Rezepturenübertragung .....	732
17.5.4 Funktionen für die Rezepturenübertragung .....	734
17.6 Simulation mit S7-PLCSIM .....	735
17.6.1 S7-PLCSIM allgemein .....	735
17.6.2 Die Bedienoberfläche von S7-PLCSIM .....	736
17.6.3 In S7-PLCSIM mit STEP-7-Testfunktionen testen .....	737
17.6.4 Mit einem Simulationsprojekt arbeiten .....	739
17.6.5 Mit dem Adressbereich testen .....	740
17.6.6 Mit der SIM-Tabelle testen .....	741
17.6.7 Mit der Sequenztafel testen .....	742
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>746</b>