

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung.....9**
 - 1.1 Gegenstand des Buchs10
 - 1.2 Die Norm IEC 6113112
 - 1.2.1 Ziele und Nutzen der Norm.....13
 - Hersteller (SPS- Hardware und -Software).13
 - Anwender.....13
 - 1.2.2 Geschichte und Bestandteile14
 - 1.3 OrganisationPLCopen.....17
 - 1.3.1 Ziele von PLCopen17
 - 1.3.2 Gremien und Arbeitsgebiete18
 - 1.3.3 Ergebnisse.....18
- 2 Bausteine der IEC 61131-3.....21**
 - 2.1 Einstieg in die neue Norm.....21
 - 2.1.1 Aufbau von Bausteinen22
 - Deklarationen von Variablen.22
 - Anweisungsteil einer POE.23
 - 2.1.2 Einführungsbeispiel in AWL25
 - 2.1.3 SPS-Zuordnung.....28
 - 2.2 Die Programmorganisationseinheit (POE).....30
 - 2.3 Elemente einer POE.....32
 - 2.3.1 Beispiel33
 - 2.3.2 Deklarationsteil.....34
 - Variablenarten in POE-Typen.....35
 - Merkmale der POE-Schnittstelle.....36
 - Externer und interner Zugriff auf POE-Variablen.....38
 - 2.3.3 Anweisungsteil.....40
 - 2.4 Der Funktionsbaustein42
 - 2.4.1 Instanziierung von Funktionsbausteinen42
 - Was ist eine Instanz?.....42
 - Instanz bedeutet „Struktur“.....44
 - Instanz bedeutet „Gedächtnis“.....46
 - Zusammenhang zwischen FB-Instanz und Datenbaustein.47
 - 2.4.2 Wiederverwendbarkeit und Objektorientierung von FB48
 - 2.4.3 Variablenarten in FBs49

2.5 Die Funktion	50
2.5.1 Variablenarten in Funktionen und ihr Funktionswert.....	50
2.6 Das Programm PROGRAM.....	53
2.7 Ausführungssteuerung mit EN und ENO	54
2.8 Aufrufe von Funktionen und Funktionsbausteinen.....	57
2.8.1 Gegenseitiger Aufruf zwischen POEs	57
2.8.2 Rekursive Aufrufe sind unzulässig.....	58
2.8.3 Erweiterbarkeit und Überladen	60
2.8.4 Aufruf mit Formalparametern	60
2.8.5 Aufrufe mit fehlenden oder vertauschten Eingangsparametern.....	63
2.8.6 FB-Instanzen als FB-Aktualparameter	64
Beispiel für indirekten FB-Aufruf.....	65
FB-Instanznamen als Aktualparameter von Funktionen.	67
Funktionswerte als Aktualparameter.....	67
Initialisierung von FB-Instanzen.....	67
2.9 POE-Merkmalsübersicht.....	68
3 Variablen, Datentypen und gemeinsame Elemente.....	69
3.1 Einfache Sprachelemente.....	69
3.1.1 Reservierte Schlüsselworte	71
3.2 Literale und Bezeichner	72
3.2.1 Literale.....	72
3.2.2 Bezeichner	74
3.2.3 Kommentare.....	76
3.2.4 Pragmas.....	76
3.3 Bedeutung von Datentypen und Variablen.....	77
3.3.1 Von direkten SPS-Adressen über Symbole zu Variablen.....	77
3.3.2 Der Datentyp bestimmt Eigenschaften der Variablen	79
3.3.3 Typgerechte Verwendung von Variablen.....	79
3.3.4 Automatische Abbildung von Variablen auf die SPS.....	80
3.4 Datentypen	81
3.4.1 Elementare Datentypen.....	81
3.4.2 Abgeleitete Datentypen (Typdefinition)	82
Zusätzliche Eigenschaften für Elementare Datentypen.	83
Felder.	86
Datenstrukturen.	87
Anfangswerte bei Typdefinition.....	89
3.4.3 Allgemeine Datentypen.....	90
3.5 Variable.....	92
3.5.1 Eingänge, Ausgänge und Merker als besondere Variablen.....	93
3.5.2 Multielement-Variable: Felder und Strukturen	95
3.5.3 Zuweisung von Anfangswerten bei Programmstart.....	96
3.5.4 Attribute der Variablenarten	98
3.5.5 Grafische Darstellung von Variablen-Deklarationen	100

4 Die Programmiersprachen der IEC 61131-3	103
4.1 Anweisungsliste AWL	104
4.1.1 Anweisung in AWL	104
4.1.2 Der universelle Akkumulator	105
4.1.3 Anweisungsteil: Operatoren.....	108
Negierung des Operanden.....	108
Schachtelungsebenen durch Klammerung.....	108
Bedingte Ausführung von Operatoren.....	110
4.1.4 Verwendung von Funktionen und Funktionsbausteinen.....	112
Aufruf von Funktionen.....	112
Aufruf von Funktionsbausteinen.....	114
4.2.5 Beispiel AWL: Bergbahn.....	116
4.2 Strukturierter Text ST	119
4.2.1 Anweisung in ST.....	119
4.2.2 Ausdruck als Teilanweisung in ST.....	121
Operanden.....	121
Operatoren.....	122
Funktionen als Operatoren.....	124
4.2.3 Anweisung: Zuweisung.....	124
4.2.4 Anweisung: Aufruf von Funktionsbausteinen	126
4.2.5 Anweisung: Rücksprung (RETURN).....	126
4.2.6 Anweisung: Verzweigung, Multiauswahl.....	127
Alternativ-Verzweigung.....	127
Multiauswahl.....	128
4.2.7 Anweisung: Wiederholung.....	130
WHILE- und REPEAT-Anweisungen.....	130
FOR-Anweisung.....	131
EXIT-Anweisung.....	133
4.2.8 Beispiel Stereo-Rekorder	134
4.3 Funktionsbausteinsprache FBS	137
4.3.1 Netzwerke, grafische Elemente mit Verbindungen (KOP, FBS)	137
Netzwerkmarke.....	137
Netzwerkcommentar.....	138
Netzwerkgrafik.....	138
4.3.2 Netzwerkaufbau in FBS	140
4.3.3 Grafische Objekte in FBS	142
Verbindungen.....	143
Ausführungssteuerung (Sprünge).....	143
Aufruf von Funktionen und Funktionsbausteinen.....	144
4.3.4 Programmiertechnik in FBS	146
Werteberechnung.....	146
Rückkopplungsvariable.....	148
4.3.5 Beispiel Stereo-Rekorder in FBS	148
Kommentierung der Netzwerke der Bsp. 4.25 und Bsp. 4.33	151
4.4 Kontaktplan KOP.....	152
4.4.1 Netzwerke, grafische Elemente mit Verbindungen (KOP)	152
4.4.2 Netzwerkaufbau in KOP	153

4.4.3	Grafikobjekte in KOP	153
	Verbindungen.	154
	Kontakte und Spulen.....	154
	Ausführungssteuerung.	158
	Aufruf von Funktionen und Funktionsbausteinen.....	159
4.4.4	Programmiertechnik in KOP	161
	Werteberechnung.	161
	Rückkopplungsvariable.	162
4.4.5	Beispiel KOP: Bergbahn.....	163
	Kommentierung der Bergbahn-Netzwerke.....	167
4.5	Ladder: eine Variante der KOP Programmierung	169
4.5.1	Netzwerkaufbau Ladder	170
4.5.2	Moduladressen und Speicherbereiche	171
4.6	Ablaufsprache AS	174
4.6.1	Aufbau durch Schritte und Transitionen	175
4.6.2	Ablaufketten.....	176
4.6.3	Detail-Beschreibung der Schritte und Transitionen	182
	Schritt.	182
	Transition.....	184
4.6.4	Schrittbearbeitung durch Aktionsblöcke und Aktionen	189
4.6.5	Detailbeschreibung Aktionen und Aktionsblöcke	191
	Aktionen.	191
	Aktionsblock.....	191
4.6.6	Zusammenhang von Schritt, Transition, Aktion und Aktionsblock	194
4.6.7	Bestimmungszeichen und Ablaufsteuerung.....	198
	Bestimmungszeichen.	198
	Ablaufsteuerung.....	206
4.6.8	Beispiel Dino-Park.....	208
	Kommentierung des Vergnügungspark-Netzwerks.....	211
5	Standardisierte SPS-Funktionalität	213
5.1	Standard-Funktionen.....	214
5.1.1	Überladen und Erweitern	218
	Überladen von Funktionen.....	218
	Erweiterbarkeit von Funktionen.....	220
5.1.2	Beispiele	221
	Funktionen zur Typumwandlung.	222
	Numerische Funktionen.	223
	Arithmetische Funktionen.....	223
	Schiebe-Funktionen.....	224
	Bitfolge-Funktionen.....	224
	Funktionen für Auswahl.	225
	Funktionen für Vergleich.....	226
	Funktionen für Zeichenfolgen.....	227
	Funktionen für Datentyp Zeit.....	228
	Funktionen für Aufzählungstypen.....	229

5.2 Standard-Funktionsbausteine	230
5.2.1 Beispiele	232
Bistabile Elemente (Flip-Flops)	234
Flankenerkennung	234
Vorwärts/Rückwärts-Zähler	237
Zeitgeber (Zeiten)	238
6 Zeitgemäße SPS-Konfiguration	241
6.1 Projekt-Strukturierung durch Konfigurationselemente	242
6.2 Elemente einer realen SPS-Konfiguration	243
6.3 Die Konfigurationselemente	245
6.3.1 Aufgaben	245
6.3.2 Die CONFIGURATION	246
6.3.3 Die RESOURCE	247
6.3.4 Die TASK mit Laufzeitprogramm	248
6.3.5 Die ACCESS-Deklaration	251
6.4 Konfigurations-Beispiel	253
6.5 Kommunikation bei Konfigurationen und POEs	255
7 Innovative SPS-Programmiersysteme	259
7.1 Anforderungen an innovative Programmierwerkzeuge	259
7.2 Rückübersetzung (Rückdokumentation)	260
7.2.1 Keine Rückübersetzung	261
7.2.2 Rückübersetzung mit Symbolik und Kommentaren	261
7.2.3 Rückübersetzung inkl. Grafik-Information	262
7.2.4 Quellcode in der SPS	262
7.3 Sprachverträglichkeit	262
7.3.1 Querübersetzbarkeit	263
Motivation für Querübersetzbarkeit	263
Unterschiedlicher Ansatz der grafischen und textuellen Sprachen	264
Unterschiede in den Sprachen beeinflussen die Querübersetzbarkeit	265
Einschränkungen bei KOP / FBS	266
Einschränkungen bei AWL / ST	266
Querübersetzbarkeit AWL / ST	267
Volle Querübersetzbarkeit nur durch Zusatzinformation erreichbar	267
Gütekriterien für die Querübersetzbarkeit	268
7.3.2 Sprachunabhängigkeit aufgerufener POEs	269
7.4 Dokumentation	270
7.4.1 Querverweisliste	271
7.4.2 Zuordnungsliste (Verdrahtungsliste)	271
7.4.3 Kommentierbarkeit	272
7.5 Projektverwaltung	272
7.6 Test&Inbetriebnahme-Funktionen	276
7.6.1 Programmtransfer	277
7.6.2 Online-Änderung des Programms	277
7.6.3 Fernbedienung: Start und Stopp der SPS	278
7.6.4 Variablen- und Programm-Status	279
7.6.5 Forcing	283

7.6.6	Programmtest	284
7.6.7	Programmtest in Ablaufsprache	284
7.7	Datenbausteine und Rezepturen	284
7.8	FB-Verschaltung	288
7.8.1	Datenaustausch und Koordination von Bausteinen in verteilten Systemen	288
7.8.2	Makrotechnik bei FB-Verschaltung	291
7.9	Diagnose, Fehlererkennung und -Reaktion	292
	Allgemeines Fehlerkonzept der IEC 61131-3.	293
	Erweitertes Fehlermodell (nicht IEC)	294
7.10	Hardware-Abhängigkeiten	295
8	Stärken der IEC 61131-3	297
8.1	Komfort und Sicherheit durch Variablen und Datentypen	297
8.2	Bausteine mit erweiterten Möglichkeiten	298
8.3	SPS-Konfiguration mit Laufzeitverhalten	299
8.4	Einheitliche Sprachen	300
8.5	Strukturierte SPS-Programme	300
8.6	Trend zu offeneren SPS-Programmiersystemen	301
8.7	Fazit	302
9	Programmierung durch Konfigurierung nach IEC 61499	303
9.1	Programmierung durch FB-Verschaltung mit IEC 61131-3	304
9.2	IEC 61499 - die Norm für verteilte Systeme	304
9.2.1	System-Modell	305
9.2.2	Geräte-Modell	306
9.2.3	Ressource-Modell	307
9.2.4	Anwendungs-Modell	308
9.2.5	Funktionsbaustein-Modell	309
	Zusammengesetzte Funktionsbausteine.	312
9.2.6	Erstellung einer Anwendung	313
9.3	Überblick über die Teile der IEC 61499	314
10	Inhalt der beiliegenden CD und DVD	315
10.1	IEC-Programmiersysteme STEP 7 und OpenPCS	315
	Demo-Versionen STEP 7 (Siemens) und Open PCS (infoteam).	316
	AWL - Beispiele	316
10.2	Einkaufsberater für SPS-Programmiersysteme nach IEC 61131-3	317

A Standard-Funktionen	319
A.1 Funktionen zur Typwandlung	320
A.2 Numerische Funktionen	321
A.3 Arithmetische Funktionen	322
A.4 Bitschiebe-Funktionen	323
A.5 Bitweise Boolesche Funktionen	324
A.6 Auswahl-Funktionen für Max., Min. und Grenzwert	325
A.7 Auswahl-Funktionen für Binäre Auswahl und Multiplexer	327
A.8 Vergleichs-Funktionen	328
A.9 Funktionen für Zeichenfolgen	330
A.10 Funktionen für Datentypen der Zeit	333
A.11 Funktionen für Datentypen der Aufzählung	334
B Standard-Funktionsbausteine	335
B.1 Bistabile Elemente (Flip-Flops)	336
B.2 Flankenerkennung	337
B.3 Zähler	338
B.4 Zeitgeber (Zeiten)	340
C AWL-Beispiele	343
C.1 Beispiel für FUNCTION	343
C.2 Beispiel für FUNCTION_BLOCK	345
C.3 Beispiel für PROGRAM	347
D Standard-Datentypen	351
E Fehlerursachen	353
F Implementierungsabhängige Parameter	355
G Beispiel einer AWL-Syntax	359
G.1 Syntaxgraphen für AWL	360
G.2 AWL-Beispiel zu Syntaxgraphen	370
H Reservierte Schlüsselworte und Begrenzungszeichen	373
H.1 Reservierte Schlüsselworte	373
H.2 Begrenzungszeichen	377

I Glossar	381
J Literaturverzeichnis	387
K Index	393
Autorenbiographien.....	401
Karl-Heinz John.....	401
Michael Tiegelkamp	401