

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	5
1.1	HINTERGRUND VON ST	6
1.2	VORAUSSETZUNGEN FÜR DAS ERLERNEN DER ST-PROGRAMMIERUNG	6
1.3	GRUNDLAGE DER LEHRTÄTIGKEIT	7
1.4	VORTEILE DER ST-PROGRAMMIERUNG	7
1.5	NACHTEILE DER ST-PROGRAMMIERUNG	9
2	WIE DIE SPS DEN PROGRAMMCODE AUSFÜHRT	9
3	KOMMENTARE IM PROGRAMMCODE	12
4	DATENTYPEN	14
4.1	ELEMENTARE DATENTYPEN (INT, REAL, BOOL)	14
4.2	BENUTZERDEFINIERTER DATENTYPEN	18
4.3	AUFWÄHLUNGS-DATENTYP, ENUM	18
4.4	STRUKTURIERTER DATENTYP, STRUCT	20
4.5	SAMMLUNG VON WERTEN MIT GLEICHEM DATENTYP, ARRAY	22
5	ANWENDUNGSBEREICH VON VARIABLEN	28
5.1	BEISPIEL: VARIABLE, ANWENDUNGSBEREICH UND E/A-MODULE	30
6	NAMENSGEBUNG DER VARIABLEN	31
6.1	VARIABLEN MIT MAßEINHEIT	36
6.2	VARIABLEN MIT FESTEN WERTEN (CONSTANT)	38
7	MATHEMATISCHE UND LOGISCHE OPERATOREN	39
7.1	ARITHMETISCHE OPERATOREN (+, -, *, /)	39
7.2	RELATIONALE OPERATOREN (=, <, <=, >, >=, <>)	41
7.3	NUMERISCHE OPERATOREN (MATH FUNKTIONEN)	42
7.4	LOGISCHE OPERATOREN (AND, OR, XOR, NOT)	44
7.5	MATHEMATISCHE FORMELN UND DIE VERWENDUNG VON KLAMMERN ()	45

8	VARIABLENZUWEISUNG	46
8.1	WICHTIG FÜR MATHEMATISCHE BERECHNUNGEN	47
8.2	DIVISION DURCH NULL	48
8.3	BERECHNUNGEN MIT REAL- UND INT-VARIABLEN	49
8.4	DEZIMALFEHLER BEI DER BENUTZUNG VON REAL	50
8.5	DATENKOMMUNIKATION (ÜBERTRAGUNG VON VARIABLEN)	51
8.6	DATENTYP KONVERTIERUNGSFUNKTIONEN	51
8.7	FINDEN VON BINÄRWERTEN EINER INTEGER-ZAHL (MASKIEREN VON BITS)	53
8.8	VENTILMATRIX	54
8.9	RUNDEN EINES REALWERTES AUF ZWEI DEZIMALSTELLEN	55
9	GRUNDLEGENDE ST PROGRAMMIERUNG	56
9.1	IF-THEN-ELSE-ANWEISUNG	56
9.1.1	<i>BEISPIEL: Motorsteuerung mit selbsthaltendem Relais</i>	60
9.1.2	<i>BEISPIEL: Manuell betätigte Tanksteuerung</i>	62
9.1.3	<i>BEISPIEL: IF THEN ELSE Ventil öffnen und schließen</i>	63
9.1.4	<i>BEISPIEL: Robotersteuerung für Packstücke</i>	64
9.2	CASE-ANWEISUNG	66
9.2.1	<i>BEISPIEL: CASE – Einstellung der Motordrehzahl</i>	67
9.2.2	<i>BEISPIEL: CASE – Für die Ausführung von Programmen</i>	68
9.2.3	<i>BEISPIEL: CASE – Erkennen von Zahlen</i>	69
9.3	WIEDERHOLUNGEN, SCHLEIFEN	70
9.4	FOR-DO-ANWEISUNG	70
9.4.1	<i>BEISPIEL: FOR – Eine Schleife, die 4-mal läuft</i>	72
9.4.2	<i>BEISPIEL: FOR-LOOP und 3D-ARRAY</i>	73
9.4.3	<i>BEISPIEL: Berechnung des Durchschnittswertes</i>	74
9.4.4	<i>BEISPIEL: Den niedrigsten Wert in einer Reihe von Zahlen finden</i>	76
9.4.5	<i>BEISPIEL: Sortieren von Zahlen innerhalb eines ARRAY</i>	77

10	AUFTeilung des SPS-PROGRAMMS.....	78
10.1	PROGRAMMMODULE	78
10.2	FUNKTIONEN	80
10.3	FUNKTIONEN (FC) UND FUNKTIONSBLÖCKE (FB)	82
10.4	LEITFÄDEN FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG EINER FUNKTION	84
10.4.1	<i>BEISPIEL: FC für die Temperaturumrechnung.....</i>	87
10.4.2	<i>BEISPIEL: FC für die Berechnung des Durchschnittswertes.....</i>	88
10.4.3	<i>BEISPIEL: FC für die Füllstandsmessung eines Behälters</i>	90
10.4.4	<i>BEISPIEL: FC für die lineare Skalierung eines Sensor-Signals.....</i>	92
11	ARBEITEN MIT TEXT UND ZEICHEN, STRING	94
11.1	BEISPIEL: FC MIT EINEM STRING.....	97
11.2	PROGRAMMSTRUKTUR FÜR EINEN WECHSEL DER SPRACHE	98
11.3	STANDARDFUNKTIONEN, STRING	100
11.4	BEISPIEL: FC ZAHLEN IN EINEM STRING FINDEN	103
11.5	FB: OPTIMIERUNG DER EINFÜGUNG VON WERTEN IN STRUCT	106
12	EINGEBAUTE STANDARDFUNKTIONEN.....	108
12.1	ERSTE PROGRAMMAUSFÜHRUNG: FIRSTSCANBIT	108
12.2	FLANKENERKENNUNG (ONE SHOT): R_TRIG, F_TRIG	109
12.2.1	<i>BEISPIEL: FB One Shot ansteigende Flanke erkennen.....</i>	111
12.3	ZÄHLER-FUNKTIONEN: CTU, CTD, CTUD	112
12.3.1	<i>BEISPIEL: Zählen von Objekten auf einem Förderband</i>	114
12.3.2	<i>BEISPIEL: FC Impulszähler.....</i>	115
12.4	WIEDERHOLTE PROGRAMMAUFRUFE UND TIMER DELAY: TON, TOF	116
12.4.1	<i>BEISPIEL: Verwendung des Programms Zyklus als Zeitgeber</i>	118
12.4.2	<i>BEISPIEL: Funktionsblock für eine Blinkschaltung</i>	119
12.4.3	<i>BEISPIEL: FC Zeitverzögerung bei digitalen Alarmen.....</i>	120
12.4.4	<i>BEISPIEL: FC Überwachen von Analogwerten und Alarmen.....</i>	122
12.4.5	<i>BEISPIEL: FB Puls-Pause-Funktion (PWM)</i>	124
12.4.6	<i>BEISPIEL: FB Timer mit einer Pause-Funktion.....</i>	125

13 SPEZIELLE FUNKTIONEN UND PROGRAMMSTRUKTUREN	126
13.1 EINFACHE WARTESCHLANGEN-STRUKTUR.....	126
13.2 FIFO – FIRST IN FIRST OUT.....	129
13.3 ERZEUGEN VON ZUFÄLLSZAHLEN (RND, RANDOMIZE)	132
13.4 DIGITALER TIEFPASSFILTER (LP-FILTER)	134
13.5 SIMULATIONSSIGNALE ZUM TESTEN DES PROGRAMMCODES	136
13.6 FÖRDERBAND MIT ABLAUFSTEUERUNG	138
13.7 PUMPENSTEUERUNG MIT ZWEI PUMPEN	142
13.8 PUMPENSTEUERUNG MIT ABLAUFSTEUERUNG	144
13.9 AUTOMATISCHE UND MANUELL BETRIEBENE PUMPENSTEUERUNG	146
13.10 BERECHNUNG DES TANKVOLUMENS MIT HALBKUGEL	147
13.11 STEUERUNG FÜR EINEN PUMPBRUNNEN MIT SECHS PUMPEN.....	150
13.12 ERWÄRMUNG VON FLÜSSIGKEITEN IN EINEM TANK	158
13.13 BEISPIEL: FC UMSCHALTER (TOGGLE)	163
13.14 BEISPIEL: VON EINEM ROBOTER GESTEUERTES 3D-PARKHAUS	164
13.15 BEISPIEL: KONFIGURIERBARE WASCHANLAGEN-STEUERUNG	166
13.16 ANPASSUNG DER PUMPENDREHZahl ZUR ENERGIEEINSPARUNG.....	170
13.17 STEUERUNG EINES ROBOTERS UND EINER CNC-MASCHINE	175
14 VOM KONTAKTPLAN ZUR ST-PROGRAMMIERUNG.....	178
15 BEWÄHRTE ST-PROGRAMMIERUNG	184
15.1 TABELLARISCHE DARSTELLUNG VON TEXT	184
15.2 LEERZEILEN ZWISCHEN DEM PROGRAMMCODE.....	184
15.3 VERMEIDEN SIE SPAGHETTI-CODE	185
15.4 ÜBERSICHTLICHE PROGRAMMSTRUKTUR.....	185
15.5 DIE BENUTZUNG VON VARIABLEN	186
15.6 VERSCHIEDENES.....	186
15.7 AUSTAUSCH VON PROGRAMMEN IM INTERNET	187
15.8 OOP – OBJEKTOORIENTIERTE PROGRAMMIERUNG.....	187
16 ANLEITUNG UND HILFE BEI DER PROGRAMMIERUNG	188
16.1 LEITFÄDEN FÜR DIE ÜBUNGEN	188
16.2 TIPPS ZUR PROGRAMMIERUNG UND FEHLERBEHEBUNG	191
16.3 MODULTEST UND SIMULATION DER ANGESCHLOSSENEN GERÄTE.....	194
17 INDEX	198