

SPS FACHKRAFT

Grundlagen

Stefan Hillebrand
Hillebrand Elektrotechnik Aus- und Weiterbildung

Mülheimer Str. 34
53909 Zülpich
Tel.: +49 (0) 2251 / 12 83 01
Fax: +49 (0) 2251 / 12 83 02

info@hillebrand-elektrotechnik.de

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	0
2	Grundlagen.....	3
2.1	Signalpegel	3
2.2	Digitale Dateneinheiten	5
2.3	Zahlensysteme	6
2.3.1	Dezimalsystem.....	6
2.3.2	Dualsystem	7
	Darstellung von Kommazahlen im Dualsystem.....	8
	Umwandlung einer Dezimalzahl in eine Dualzahl	8
	Umwandlung von Zahlen, die kleiner als 1 sind	8
	Rechnen im dualen Zahlensystem.....	9
2.3.3	Hexadezimalsystem (Sedezimalsystem).....	10
2.3.4	BCD Code	11
2.4	Binäre Funktionen	12
	Die Wahrheitstabelle	12
	Die Schaltalgebra	12
	Die grafischen Symbole.....	12
	Logische Grundfunktionen.....	13
	Möglichkeiten zum gegenseitigen Ersetzen	14
	Ableitung von Schaltnetzwerken aus der Wahrheitstabelle	16
2.5	Fragen zur Wiederholung	17
3	Grundlagen des Aufbaus der S7-Station	18
3.1	Aufbauvarianten	18
3.2	Struktur und Komponenten der S7-1500	19
3.2.1	System- und Laststromversorgung	20
3.2.2	Schutzleiterverbindung.....	20
3.3	Anschluss der Module	21
3.3.1	S7-1500 im Gesamtaufbau	22
3.4	Einführung	23
3.4.1	Arbeitsprinzip einer SPS	24
3.4.2	Speicherarten einer SPS.....	24
4	Software TIA PORTAL	26
4.1	Portalansicht	26
4.2	Projektansicht.....	27
4.3	Erstellen eines neuen Projektes.....	28
4.3.1	Einfügen einer neuen Station	28

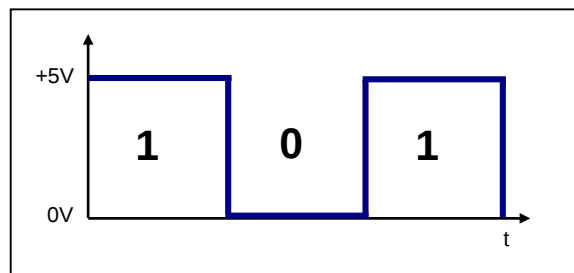
4.3.2	Erstellen der Hardwarekonfiguration	29
4.4	Bausteine editieren.....	31
4.5	Speicherglieder (FlipFlop)	32
4.6	Flankenauswertung	33
4.7	Fragen zur Wiederholung	34
5	Zeiten (Timer).....	37
5.1	Impuls S5 Timer	37
5.2	Verlängerter Impuls S5 Timer	38
5.3	Einschaltverzögerung S5 Timer	39
5.4	Speichernde Einschaltverzögerung S5 Timer	40
5.5	Ausschaltverzögerung S5 Timer	41
5.6	TP.....	42
5.7	TON.....	43
5.8	TOF	44
5.9	TONR	45
5.10	Taktgeber	46
6	Zähler	47
6.1	Fragen zur Wiederholung	48
7	Grundlagen der Ablaufsteuerung	49
7.1	Programmierung nach dem Funktionsplan.....	49
7.2	Darstellung von Schritten in Ablaufsteuerungen (nach Grafzet).....	49
7.3	Grundform der Ablaufkette	51
	Linearer Ablauf	51
7.4	Fragen zur Wiederholung	52
8	Vorschriften und Bestimmungen	53
8.1	Sicherheit	53
8.2	Sicherheitsbestimmungen	53
8.3	Sicherheitsmaßnahmen	54
8.4	NOT-AUS-Einrichtung	55
	8.4.1 Stillsetzen im Notfall bei SPS-Geräten:.....	55
8.5	Weitere Sicherheitsmaßnahmen	56
	8.5.1 Pressensicherheitssteuerung	56
	8.5.2 Risikoverminderung	56
8.6	Fragen zur Wiederholung	57
9	Stichwortverzeichnis.....	58

2 Grundlagen

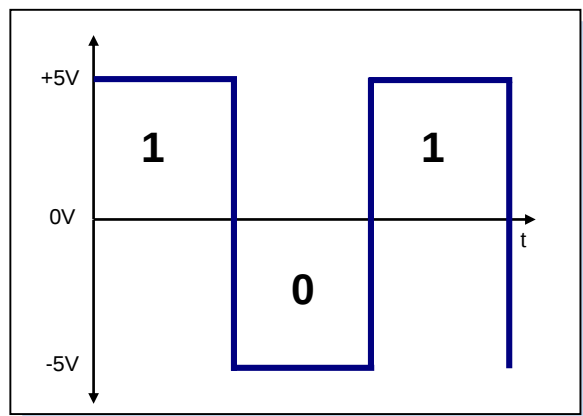
In der digitalen Datenverarbeitung können grundsätzlich nur elektrische Signale ausgewertet werden. Um diese Signale unterscheiden zu können, werden Gleichspannungen mit unterschiedlichen Pegeln verwendet.

2.1 Signalpegel

In der Digitaltechnik hat sich eine Spannung von 5V durchgesetzt. Dabei wird eine Spannung von 5V als „Signal“ und eine Spannung von 0V als „kein Signal“ ausgewertet.



Bei dieser Variante kann aber ein „0-Signal“ nicht immer eindeutig ausgewertet werden (z.B. im Falle eines Drahtbruchs). Für eine größere Störsicherheit wird deshalb der Signalpegel auch auf den negativen Bereich ausgeweitet.

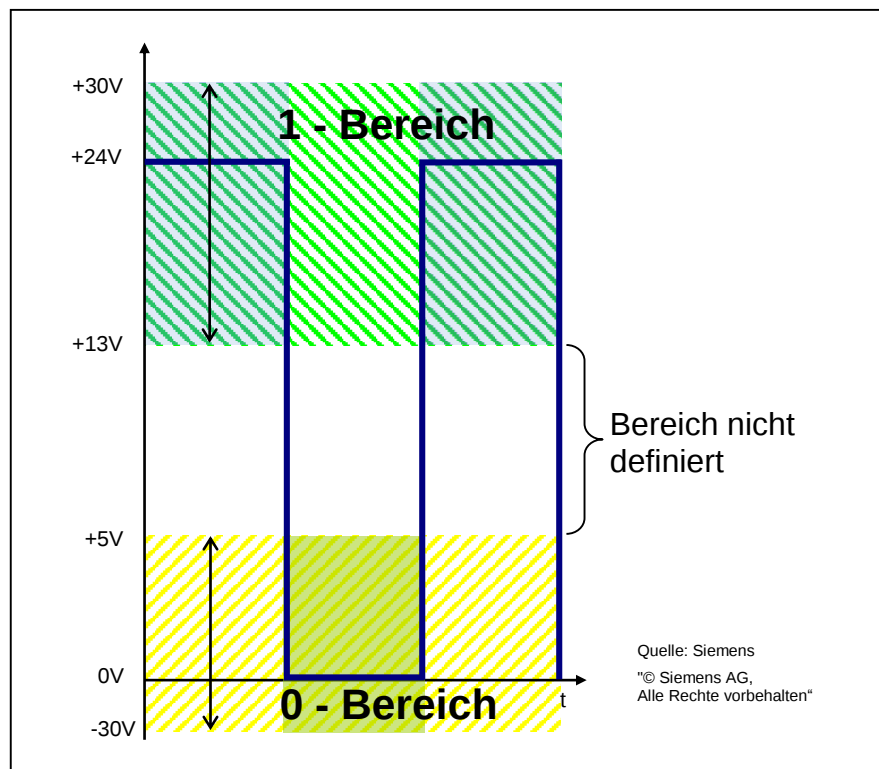


Diese Signalform ist aufwendiger, aber sicherer da auch für ein auszuwertendes „0-Signal“ immer eine Spannung mit einem bestimmten Pegel zu Verfügung stehen muss.

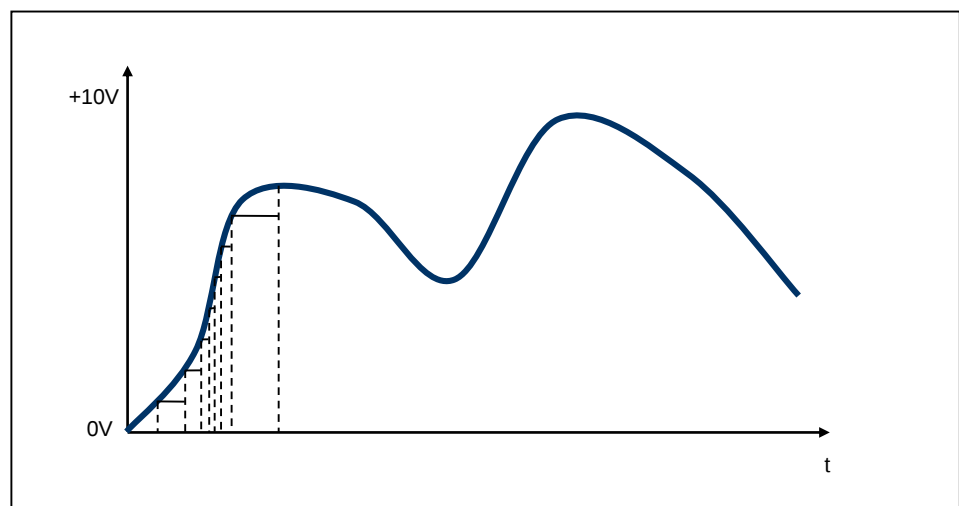
In der Automatisierungstechnik wird in Verbindung mit SPS-Geräten meist mit einer Spannung von 24V gearbeitet.

In der theoretischen Betrachtung wird bei der Darstellung von Signalpegeln außer mit „1“ für Signal auch mit „H“ für „HIGH“ gearbeitet. Kein Signal wird dann statt mit „0“ als „L“ für „LOW“ dargestellt.

Da binäre Signale auch eine gewisse Toleranz besitzen, soll diese in grafischer Form erläutert werden.



Weitere Signalformen sind analoge Signale. Im Gegensatz zu den binären Signalen können analoge Signale beliebig viele Zustände besitzen. Zur Weiterverarbeitung werden diese in Wertestufen umgewandelt.



2.2 Digitale Dateneinheiten

BIT:

Die kleinste Verarbeitungseinheit in der digitalen Datenverarbeitung ist das Bit. Mit einem Bit können maximal 2 Zustände angezeigt werden „EIN“ und „AUS“.

TETRADE:

Eine Tetrade ist eine Kombination aus 4 Bit. Mit 4 Bit sind praktisch 16 verschiedene Kombinationen möglich. Im dezimalen Zahlensystem ausgedrückt wären dies die Zahlen von 0 bis 15.

Eine Tetrade ist die Basis im Hexadezimalen Zahlensystem und auch im BCD-Code.

BYTE:

Ein Byte ist eine Kombination aus 8 Bit. Praktisch sind mit einem Byte 256 verschiedene Kombinationen möglich.

Ein Byte ist in der Digitaltechnik derzeit noch häufig zu finden, wenn kleine Informationsmengen verarbeitet werden.

WORD:

Ein Word ist eine Kombination aus 16 Bit (2 Byte). Praktisch sind mit einem Word ca. 65 000 verschiedene Kombinationen möglich.

Ein Word wird in der Digitaltechnik oft zur Zahlendarstellung verwendet. Um auch negative Zahlen darstellen zu können, wird dann das äußerste linke Bit als Vorzeichenbit verwendet. Die restlichen 15 Bit stehen dann zur Zahlendarstellung zur Verfügung (-32 768 bis +32 767).

DWORD: (Doubbleword)

Ein DWord ist eine Kombination aus 32 Bit (4 Byte, 2 Worte). Ein DWord wird in der Digitaltechnik oft zur Zahlendarstellung verwendet. Werden Ganzzahlen dargestellt, sind auch Zahlen größer als 32 767 möglich. Zusätzlich wird ein DWord auch für die Darstellung von gebrochenen Zahlen verwendet.

LWORD (Longword)

Ein Operand vom Datentyp LWORD ist eine Bitfolge aus 64 Bit. Ein LWord wird in der Digitaltechnik zur Darstellung sehr großer Zahlen und Zusammensetzen von Daten z.B. Datum und Uhrzeit benötigt.

2.3 Zahlensysteme

2.3.1 Dezimalsystem

Das Dezimalzahlensystem (lat.: decum = 10) ist ein Zahlensystem mit 10 Zahlen die mit arabischen Ziffern (0 – 9) dargestellt werden. Die einzelnen Stellen sind Potenzen zur Basis 10. Wenn die 11. Zahl dargestellt werden soll, wird die Zahl um eine weitere Stelle erweitert.

Beispiel:

$$\begin{aligned}
 0_{\text{[Dez]}} &= 0 \times 10^0 \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 9_{\text{[Dez]}} &= 9 \times 10^0 \\
 10_{\text{[Dez]}} &= 1 \times 10^1 + 0 \times 10^0 \\
 11_{\text{[Dez]}} &= 1 \times 10^1 + 1 \times 10^0 \\
 &\cdot \\
 &\cdot \\
 19_{\text{[Dez]}} &= 1 \times 10^1 + 9 \times 10^0 \\
 20_{\text{[Dez]}} &= 2 \times 10^1 + 0 \times 10^0
 \end{aligned}$$

Darüber wird aber auch jede Stelle einer Dezimalzahl mit einer Potenz von 10 bewertet. Die Zehnerpotenzen steigen dabei von Stelle zu Stelle von rechts nach links an. Die Ziffern an diesen einzelnen Stellen sind Faktoren der Stellenwerte und geben an, wie oft der Stellenwert zu multiplizieren ist.

Im Dezimalsystem ist also z.B. die Zahl 47.021 folgendermaßen aufgebaut:

4 7 0 2 1

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Stelle} &= 1 \cdot 10^0 = 1 \cdot 1 = + 1 \\
 2. \text{ Stelle} &= 2 \cdot 10^1 = 2 \cdot 10 = + 20 \\
 3. \text{ Stelle} &= 0 \cdot 10^2 = 0 \cdot 100 = + 000 \\
 4. \text{ Stelle} &= 7 \cdot 10^3 = 7 \cdot 1.000 = + 7.000 \\
 5. \text{ Stelle} &= 4 \cdot 10^4 = 4 \cdot 10.000 = + \underline{40.000} \\
 &\quad \quad \quad \underline{47.021}
 \end{aligned}$$

Diese ausführliche Behandlung des Dezimalsystems soll dazu dienen, weitere Zahlensysteme besser zu verstehen.

2.3.2 Dualsystem

Das Dualsystem ist die Grundlage der Datenverarbeitung in der Computer- / Digitaltechnik allgemein. Die Bezeichnung „Dual“ ist vom lateinischen Zahlwort „duo“ = 2 abgeleitet. Bei der Auswertung der elektrischen Signale werden nur die Signalzustände „Ein“ und „Aus“ („0“ und „1“; „High“ und „Low“) betrachtet. Das Dualsystem unterliegt den gleichen Gesetzmäßigkeiten wie das Dezimalsystem. Die Basis ist „2“.

Beispiel und Übung:

	2 ¹⁰	2 ⁹	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰		Dezimal
Dualzahl:								1	0	0	1		
								1x2 ³	0x2 ²	0x2 ¹	1x2 ⁰	=8+1	9
Dualzahl:					1	0	0	0	1	1	0		
					1x2 ⁶	0x2 ⁵	0x2 ⁴	0x2 ³	1x2 ²	1x2 ¹	0x2 ⁰	=64+4+2	70
Dualzahl:	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1		
Dualzahl:		1	1	0	1	1	0	0	1	0	0		

Während beim Dezimalsystem jede Stelle einer Zahl mit einer Potenz von 10 bewertet wird, erfolgt im Dualsystem die Stellenbewertung jeweils mit einer Potenz von 2. Auch hier steigen die Zweierpotenzen von rechts nach links von Stelle zu Stelle. Die Ziffern 0 und 1 an diesen Stellen sind dann Faktoren der Stellenwerte und geben an, ob der Stellenwert mit 0 oder 1 zu multiplizieren ist.

Darstellung von Kommazahlen im Dualsystem

1 1 0 1 1 , 0 1 0 1 1

5. Stelle nach dem Komma	1 x 2 ⁻⁵	= 1 x 0,03125	=+ 0,03125
4. Stelle nach dem Komma	1 x 2 ⁻⁴	= 1 x 0,0625	=+ 0,0625
3. Stelle nach dem Komma	0 x 2 ⁻³	= 0 x 0,125	=+ 0,0
2. Stelle nach dem Komma	1 x 2 ⁻²	= 1 x 0,25	=+ 0,25
1. Stelle nach dem Komma	0 x 2 ⁻¹	= 0 x 0,5	=+ 0,0
1. Stelle vor dem Komma	1 x 2 ⁰	= 1 x 1	=+ 1
2. Stelle vor dem Komma	1 x 2 ¹	= 1 x 2	=+ 2
3. Stelle vor dem Komma	0 x 2 ²	= 0 x 4	=+ 0
4. Stelle vor dem Komma	1 x 2 ³	= 1 x 8	=+ 8
5. Stelle vor dem Komma	1 x 2 ⁴	= 1 x 16	=+ 16
			<u>+ 27,34375</u>

Dualzahlen größer 1

$2^0 = 1$	$2^6 = 64$
$2^1 = 2$	$2^7 = 128$
$2^2 = 4$	$2^8 = 256$
$2^3 = 8$	$2^9 = 512$
$2^4 = 16$	$2^{10} = 1.024$
$2^5 = 32$	$2^{11} = 2.048$

Dualzahlen kleiner 1

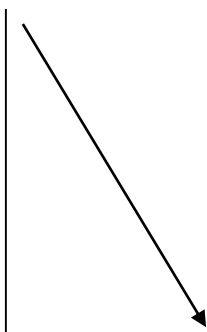
$2^{-1} = 0,5$
$2^{-2} = 0,25$
$2^{-3} = 0,125$
$2^{-4} = 0,0625$
$2^{-5} = 0,03125$
$2^{-6} = 0,015625$

Umwandlung einer Dezimalzahl in eine Dualzahl

Eine Möglichkeit, eine Dezimalzahl in eine Dualzahl umzuwandeln, ist die Restmethode. Bei dieser Umwandlung wird die Zahl, die größer als 1 ist, durch 2 dividiert und der Rest als „1“ oder „0“ von rechts nach links geschrieben.

Example: 93

93 : 2	=	46	R 1
46 : 2	=	23	R 0
23 : 2	=	11	R 1
11 : 2	=	5	R 1
5 : 2	=	2	R 1
2 : 2	=	1	R 0
1 : 2	=	0	R 1

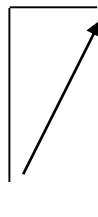


$$Z_{[10]} = 93 \rightarrow Z_{[2]} = 1011101$$

Bei der Umwandlung von Zahlen, die kleiner als 1 sind, wird mit 2 multipliziert und der Wert „1“ oder „0“ vor dem Komma von links nach rechts geschrieben.

$$\text{z.B.: } Z_{10} = 0,34375 \rightarrow Z_2 = 0,01011$$

0,34375 • 2	=	0,6875	R 0
0,6875 • 2	=	1,375	R 1
0,375 • 2	=	0,75	R 0
0,75 • 2	=	1,5	R 1
0,5 • 2	=	1,0	R 1



Rechnen im dualen Zahlensystem

Rechenregeln für die Addition:

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0 \\ 0 + 1 &= 1 \\ 1 + 0 &= 1 \\ 1 + 1 &= 0 \text{ Übertrag } 1 \end{aligned}$$

Beispiel:

$$\begin{array}{r} 10111010 = 186 \\ + 1011100 = 92 \\ \hline \text{Übertrag: } 11111 \\ \underline{100010110} = 278 \end{array}$$

Rechenregeln für die Subtraktion:

$$\begin{aligned} 0 - 0 &= 0 \\ 1 - 0 &= 1 \\ 1 - 1 &= 0 \\ [1] 0 - 1 &= 1 \text{ Übertrag } 1 \end{aligned}$$

Beispiel:

$$\begin{array}{r} 10111010 = 186 \\ - 1011100 = 92 \\ \hline \text{Übertrag: } 1111 \\ \underline{01011110} = 94 \end{array}$$

Rechenregeln für die Multiplikation:

$$\begin{aligned} 0 \cdot 0 &= 0 \\ 0 \cdot 1 &= 0 \\ 1 \cdot 0 &= 0 \\ 1 \cdot 1 &= 1 \end{aligned}$$

Beispiel: $10 \times 5 = 50$

$$\begin{array}{r} 1010 \times 101 \\ \hline 1010 \\ 0000 \\ 1010 \\ \hline \text{Übertrag: } 1 \\ \underline{110010} \end{array}$$

Rechenregeln für die Division:

$$\begin{aligned} 0 : 0 &= 0 \\ 0 : 1 &= 0 \\ 1 : 0 &= 0 \\ 1 : 1 &= 1 \end{aligned}$$

Example: $108 : 9 = 12$

$$\begin{array}{r} 1101100 : 1001 = \underline{1100} \\ \underline{1001} \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 01001 \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ \underline{1001} \downarrow \downarrow \\ 000000 \end{array}$$

2.3.3 Hexadezimalsystem (Sedezimalsystem)

Das Hexadezimalsystem wird oft auch Sedezimalsystem genannt. Das Hexadezimalsystem ist ein Zahlensystem auf der Basis 16 und wird in der Zähler- und Speichertechnik verwendet. Das Hexadezimalsystem erfordert seinem Bildungsgesetz entsprechend 16 verschiedene Ziffern. Da aus dem „Dezimalalphabet“ jedoch nur 10 Ziffern (0...9) entnommen werden können, finden für die weiteren 6 erforderlichen Ziffern die ersten Buchstaben des Alphabets Verwendung. So entspricht:

A → 10; B → 11; C → 12; D → 13; E → 14; F → 15.

Damit ergeben sich im Hexadezimalsystem dann Zahlen, in denen sowohl Ziffern als auch Buchstaben auftreten.

$$\begin{array}{lcl}
 Z_{(16)} = 3 \text{ B E } 2 & & \\
 \begin{array}{l} \text{1. Stelle} \\ \text{2. Stelle} \\ \text{3. Stelle} \\ \text{4. Stelle} \end{array} & = & \begin{array}{l} 2 \cdot 16^0 = 2 \cdot 1 = 2 \\ 14 \cdot 16^1 = 14 \cdot 16 = + 224 \\ 11 \cdot 16^2 = 11 \cdot 256 = + 2816 \\ 3 \cdot 16^3 = 3 \cdot 4096 = + 12288 \end{array} \\
 & & 3\text{BE2}_{(16)} = \underline{\underline{15330}}_{(10)}
 \end{array}$$

Übung:

Dez.	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	Hex.
1543																	
																	2ACF
534																	
																	F1DB
1234																	
2398																	
																	CAFE
																	1A8D

2.3.4 BCD Code

Der BCD-Code ist eine in der Automatisierungstechnik verbreitete Möglichkeit zur einfachen Darstellung von Zahlen. Er unterliegt nicht den Gesetzmäßigkeiten der Zahlensysteme und wird deshalb auch nicht als Zahlensystem betrachtet. Er setzt sich aus Tetraden für Einer, Zehner usw. zusammen. Die Wertigkeit einer Tetrade setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$\begin{array}{cccc}
 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 \\
 8 & 4 & 2 & 1
 \end{array}$$

Beispiel:

Die Zahl 254 soll im BCD Code dargestellt werden!

Hunderter 2				Zehner 5				Einer 4			
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0

Übung:

Dez.	Tausender				Hunderter				Zehner				Einer			
	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
1543																
	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
534																
	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1

2.4 Binäre Funktionen

Binäre Funktionen verarbeiten nur zwei Signalzustände (0/1, High/Low, Ein/Aus). Zwischen den Eingängen und den Ausgängen einer binären Funktion besteht ein bestimmter Zusammenhang. Für die Beschreibung dieser Zusammenhänge gibt es verschiedene Möglichkeiten.

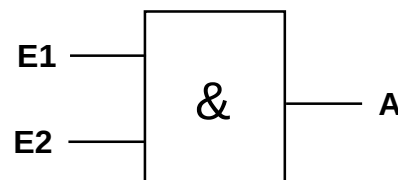
Die Wahrheitstabelle:

E1	E2	A
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

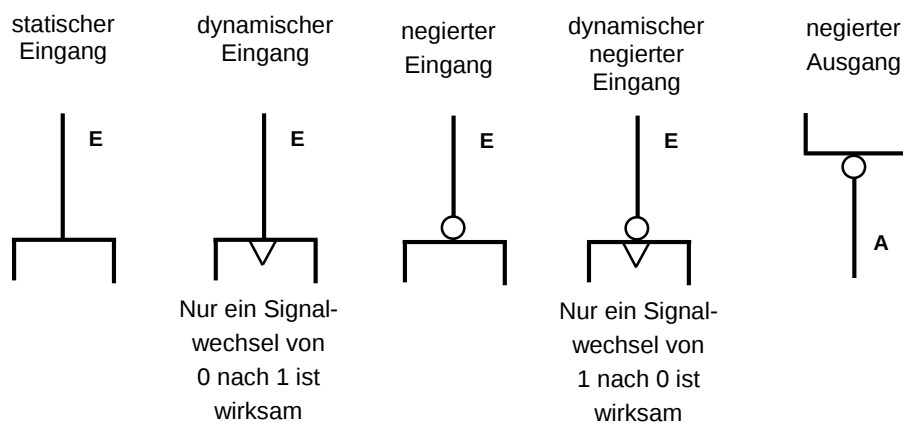
Die Schaltalgebra:

$$E1 \wedge E2 = A$$

Die Grafischen Symbole:

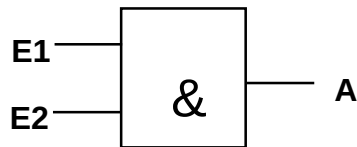


Grafische Symbole werden von oben nach unten oder von links nach rechts gezeichnet. Sie können mehrere Eingänge haben, die, wie unten gezeigt, verschiedene Formen haben können.



Logische Grundfunktionen:

Die Und-Funktion:

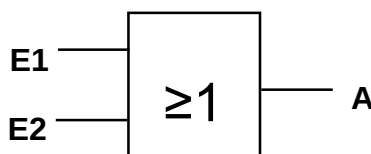


$$E1 \wedge E2 = A$$

E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Der Ausgang A nimmt nur dann den Wert 1 an, wenn alle Eingänge den Wert 1 haben.

Die ODER-Funktion:

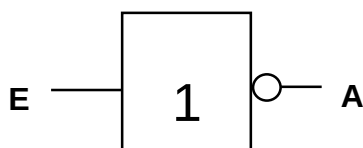


$$E1 \vee E2 = A$$

E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Der Ausgang A nimmt nur dann den Wert 1 an, wenn mindestens ein Eingang den Wert 1 hat.

Die NICHT-Funktion:

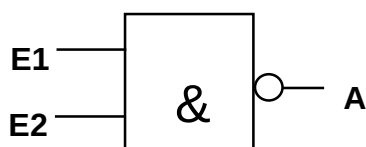


$$A = \bar{E}$$

E	A
0	
1	

Der Ausgang A nimmt nur dann den Wert 0 an, wenn der Eingang den Wert 1 hat.

Die NAND-Funktion:

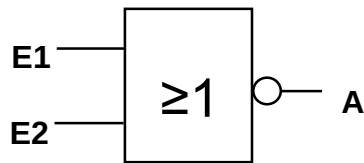


$$\overline{E1 \wedge E2} = A$$

E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Der Ausgang A nimmt nur dann den Wert 0 an, wenn alle Eingänge den Wert 1 haben.

Die NOR-Funktion:

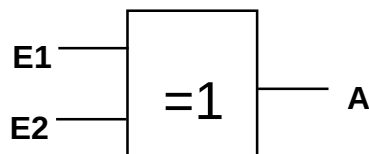


$$\overline{E1 \vee E2} = A$$

E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Der Ausgang A nimmt nur dann den Wert 0 an, wenn mindestens ein Eingang den Wert 1 hat.

Die EXOR-Funktion:



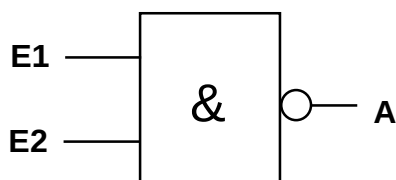
$$E1 \wedge \overline{E2} \vee \overline{E1} \wedge E2 = A$$

E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

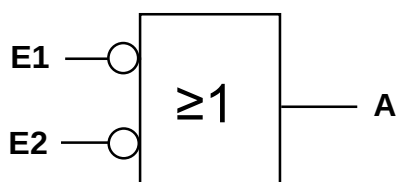
Der Ausgang A nimmt nur dann den Wert 1 an, wenn ausschließlich ein Eingang den Wert 1 hat.

Möglichkeiten zum gegenseitigen Ersetzen

Füllen Sie bitte folgende Wertetabellen aus und vergleichen Sie die Funktion:

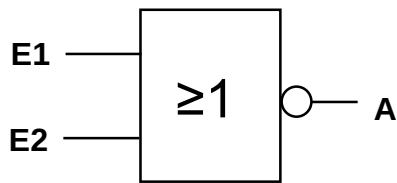


E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

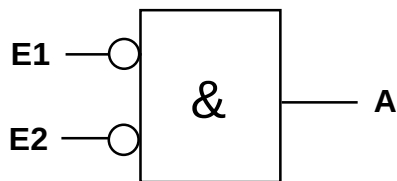


E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Füllen Sie bitte folgende Wertetabellen aus und vergleichen Sie die Funktion:



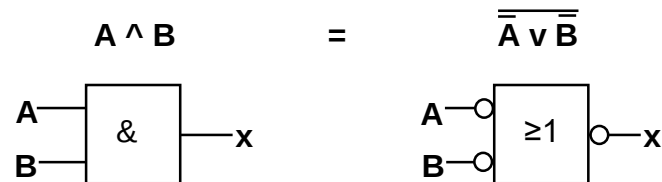
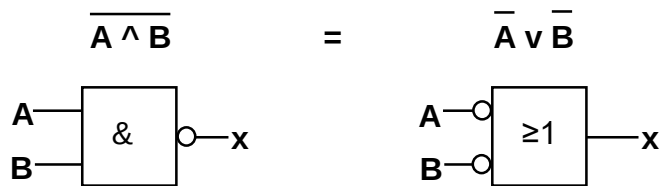
E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



E1	E2	A
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Das Ergebnis aus den oberen beiden Übungen wird als „De Morgansches Gesetz“ der Schaltalgebra bezeichnet.

Regeln für die Negation ganzer Ausdrücke:



Ableitung von Schaltnetzwerken aus der Wahrheitstabelle

Anhand der XOR-Funktion soll im Folgenden die Möglichkeit der Darstellung komplexer Funktionen mit Hilfe der Grundfunktionen vorgestellt werden.

Wahrheitstabelle der XOR-Funktion:

E1	E2	A
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

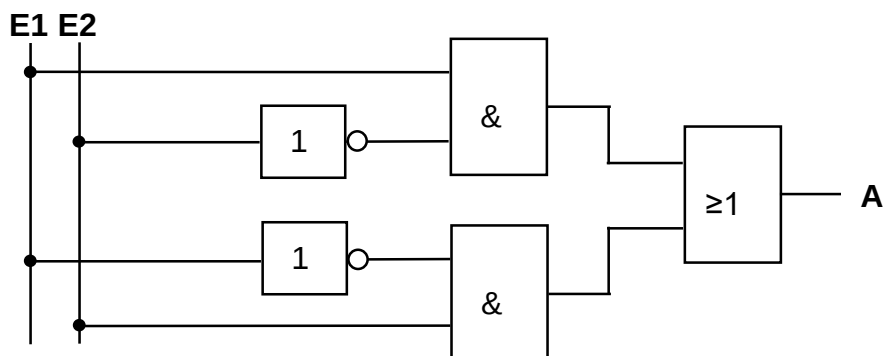
senkrechte Bedingungen werden mit ODER verknüpft

waagerechte Bedingungen werden mit UND verknüpft

daraus ergibt sich folgende Schaltalgebra:

$$(E1 \wedge \overline{E2}) \vee (\overline{E1} \wedge E2) = A$$

daraus ergibt sich dann folgende Schaltung:



2.5 Fragen zur Wiederholung

1. Welchen dezimalen Wert hat die hexadezimale Zahl 1BA

- ☐ a) 443
- ☐ b) 444
- ☐ c) 447
- ☐ d) 442
- ☐ e) 441

2. Wie heißt die Dezimalzahl für Dual 101011 ?

- ☐ a) 4
- ☐ b) 33
- ☐ c) 43
- ☐ d) 86
- ☐ e) 1111

3. Wandeln Sie die Zahl $127,625_{(10)}$ in eine Dualzahl um!

4. Im Speicher der SPS sehen Sie folgendes Bitmuster.

0001 1001 0111 0110

Welcher Dezimalzahl entspricht dies, wenn die Zahl

dual-codiert:

BCD-codiert:

ist?

5. Die Zahlen 60 und 12 sind dual zu addieren.

3 Grundlagen des Aufbaus der S7-Station

3.1 Aufbauvarianten

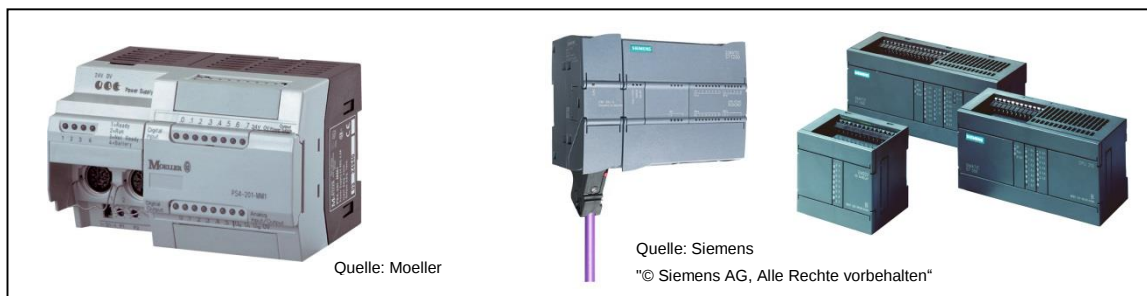
SPS-Geräte lassen sich in 3 Kategorien unterteilen.

- Kleinststeuerungen
- kleine Kompaktsteuerungen
- modulare SPS-Geräte

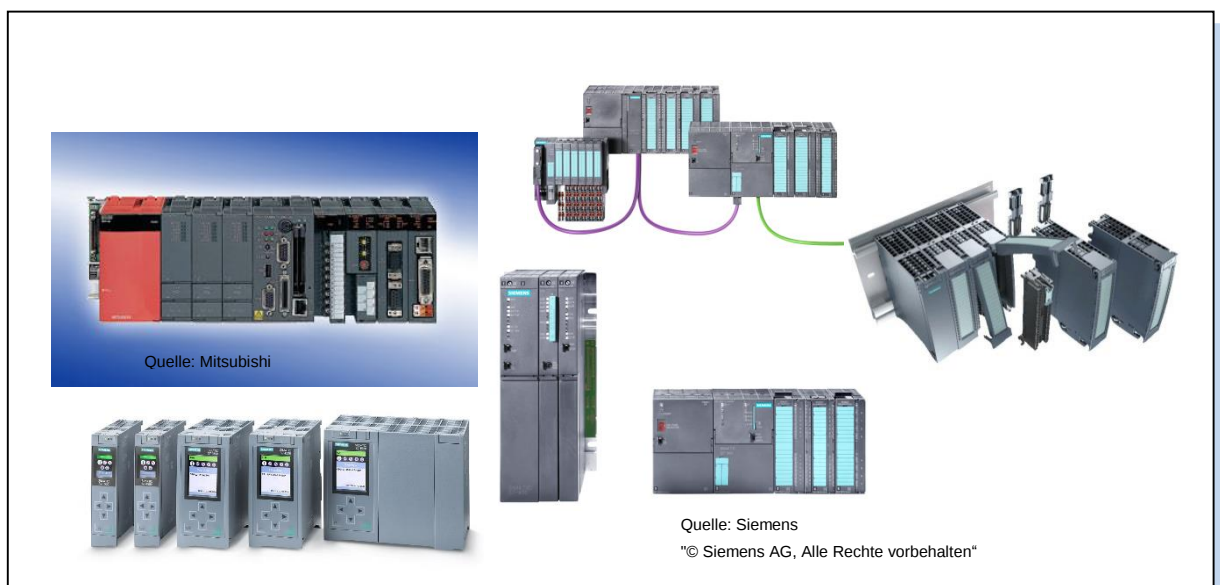
Kleinststeuerungen lassen sich meist ohne externe Software direkt am Gerät programmieren.



Kleine Kompaktsteuerungen bieten ein sehr günstiges Preis-/ Leistungsverhältnis.

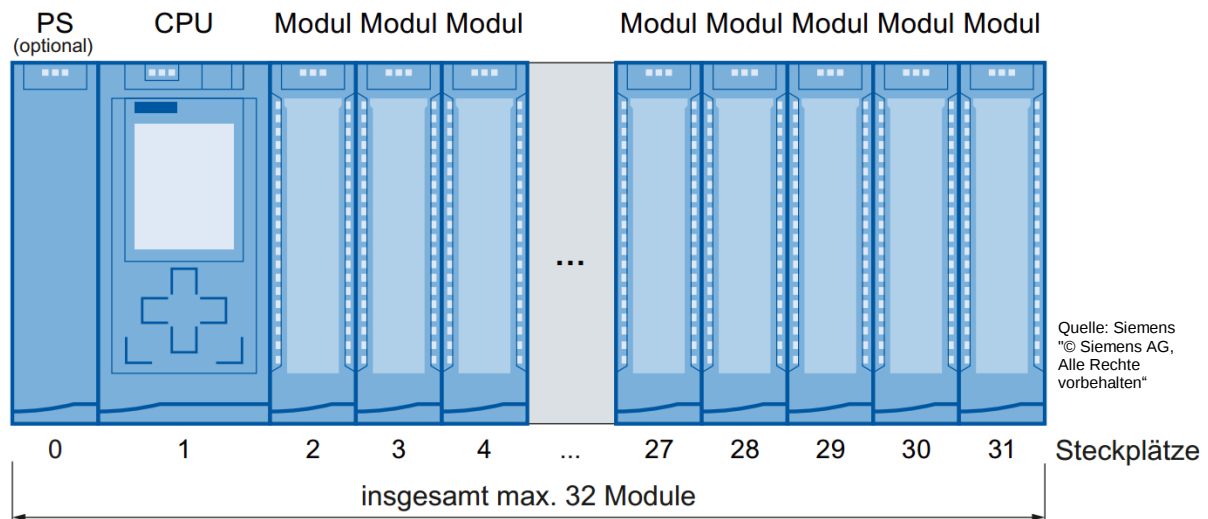


Modulare SPS-Geräte bieten den Vorteil, speziell nach den Bedürfnissen konfiguriert werden zu können.



3.2 Struktur und Komponenten der S7-1500

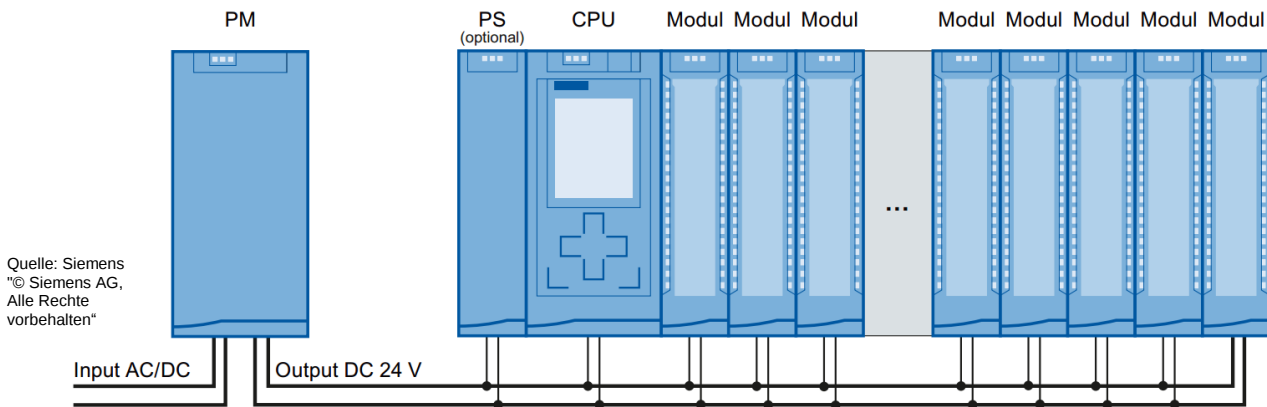
Ein Automatisierungssystem S7-1500 besteht aus maximal 32 Modulen, welche die Steckplätze 0 bis 31 belegen. Das Automatisierungssystem S7-1500 unterstützt einen einzeiligen Aufbau, bei dem sämtliche Module auf eine Profilschiene montiert werden.



Die folgende Tabelle zeigt, welche Module auf den verschiedenen Steckplätzen einsetzbar sind:

Modultyp	Zulässige Steckplätze	Anzahl der Module
Systemstromversorgung (PS)	0; 2 - 31	Max. 3
CPU	1	1
Peripheriemodule	2 - 31	Max. 30
Punkt-zu-Punkt-Module	2 - 31	Max. 30
Technologie-Module	2 - 31	Max. 30
PROFIBUS/PROFINET-Module:		
• Bei Einsatz einer CPU 1511-1 PN	2 - 31	Max. 4
• Bei Einsatz einer CPU 1513-1 PN	2 - 31	Max. 6
• Bei Einsatz einer CPU 1516-3 PN/DP	2 - 31	Max. 8

3.2.1 System- und Laststromversorgung



Es wird zwischen 2 Stromversorgungen unterschieden:

Die Systemstromversorgung besitzt einen Anschluss zum Rückwandbus (U-Verbinder) und liefert ausschließlich die intern benötigte Systemspannung für den Rückwandbus.

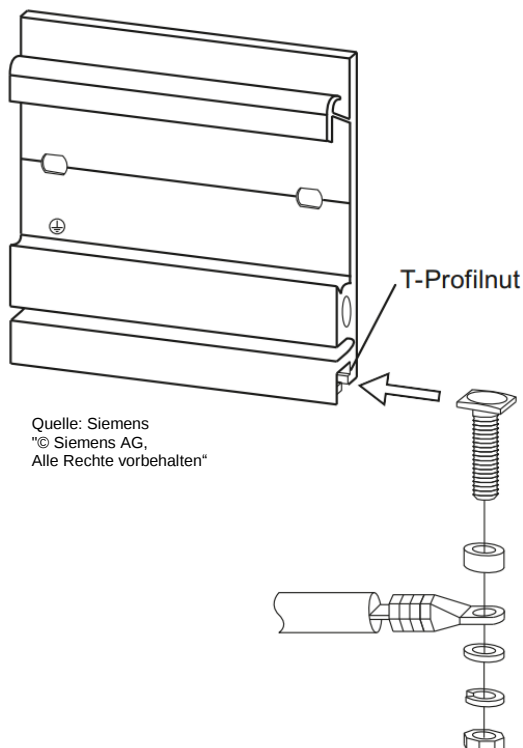
Diese Systemspannung versorgt Teile der Modulelektronik und die LEDs.

Eine Systemstromversorgung kann auch CPU oder Interfacemodule versorgen, wenn diese nicht an eine DC 24 V-Laststromversorgung angeschlossen sind

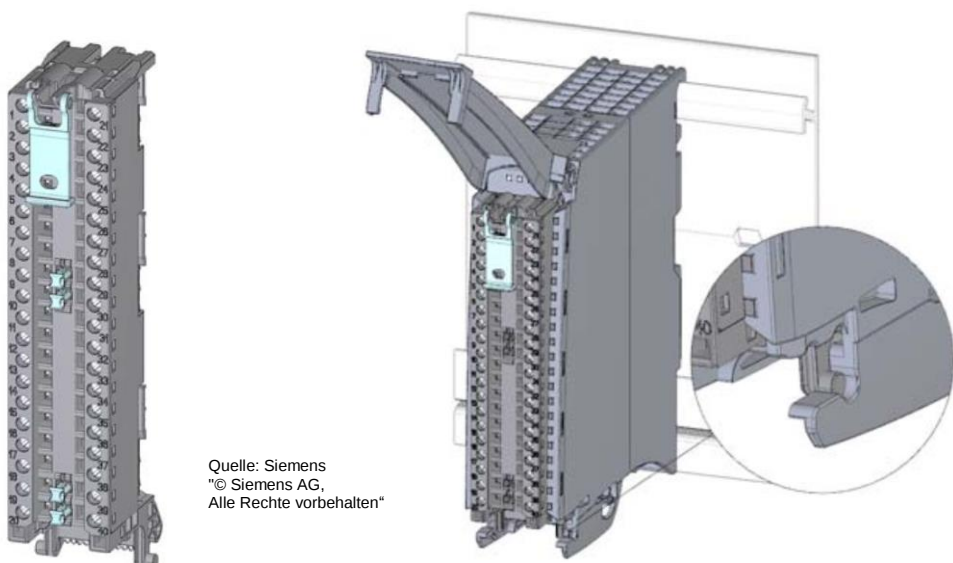
Die Laststromversorgung speist die Ein- und Ausgabestromkreise der Module und die Sensorik und Aktorik. Außerdem benötigen Sie eine Laststromversorgung, wenn Sie die CPU und die Systemstromversorgung mit DC 24 V versorgen wollen.

3.2.2 Schutzleiterverbindung

Das Automatisierungssystem S7-1500 muss aus Gründen der elektrischen Sicherheit an das Schutzleitersystem der elektrischen Anlage angeschlossen sein.



3.3 Anschluss der Module

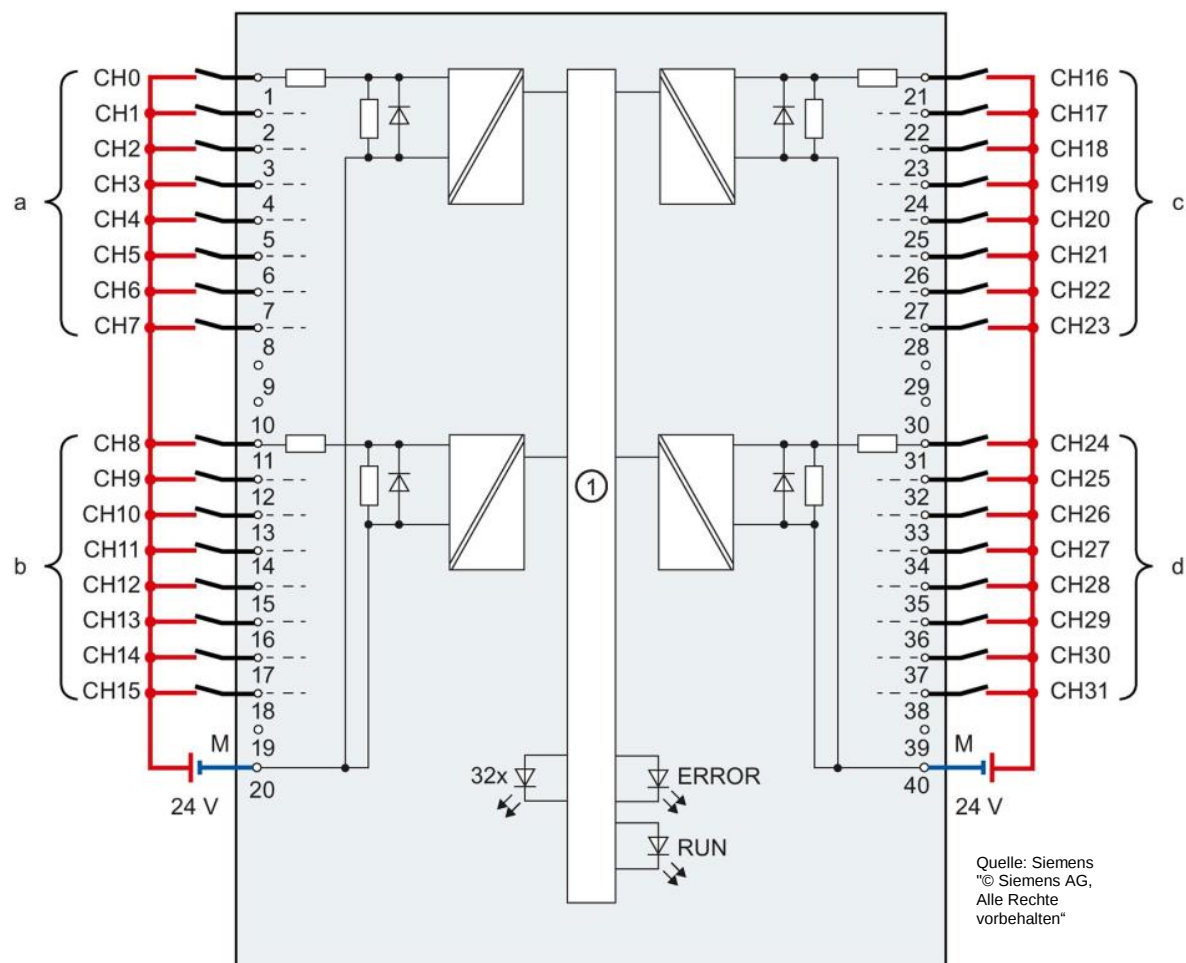


Quelle: Siemens
 "© Siemens AG,
 Alle Rechte vorbehalten"

Frontstecker

Frontstecker in Verdrahtungsposition

Anschlussbeispiel für eine Eingabebaugruppe DI 32x24V DC



Quelle: Siemens
 "© Siemens AG,
 Alle Rechte vorbehalten"

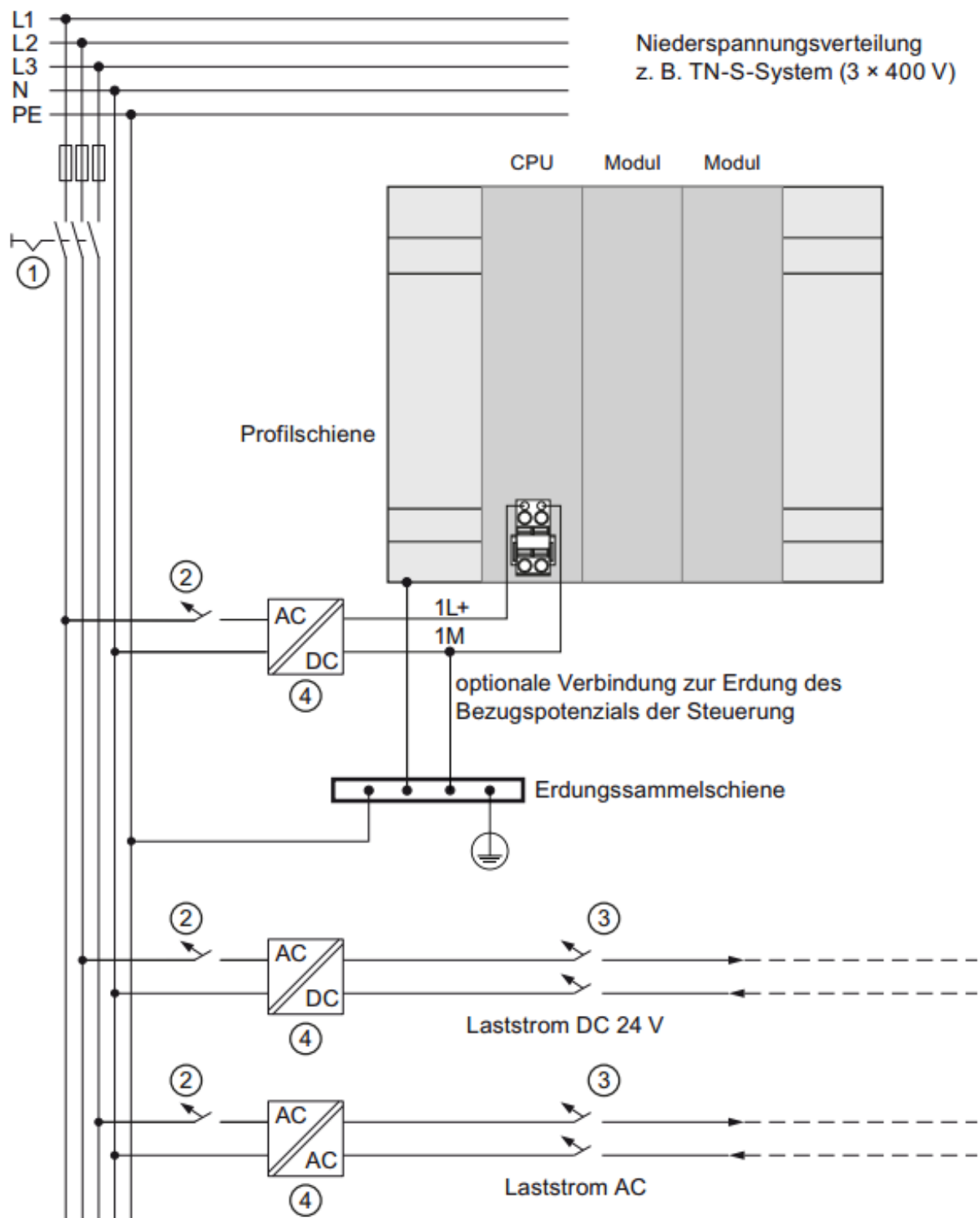
① Rückwandbusanschaltung
 M Masse

CHx
 RUN
 ERROR

Kanal bzw. LED Kanalstatus (grün)
 LED Statusanzeige (grün)
 LED Fehleranzeige (rot)

3.3.1 S7-1500 im Gesamtaufbau

Dargestellt ist die S7-1500 in einem TN-S-System mit Spannungsversorgung und Erdungskonzept.



- ① Hauptschalter
- ② Kurzschluss- und Überlastschutz primärseitig
- ③ Kurzschluss- und Überlastschutz sekundärseitig
- ④ Laststromversorgung (galvanische Trennung)

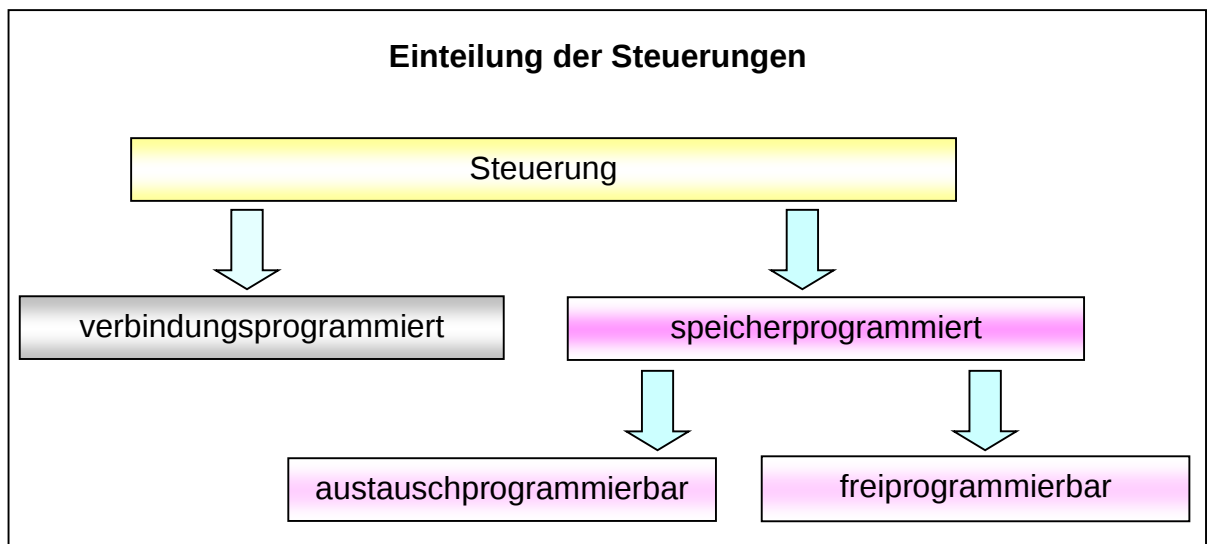
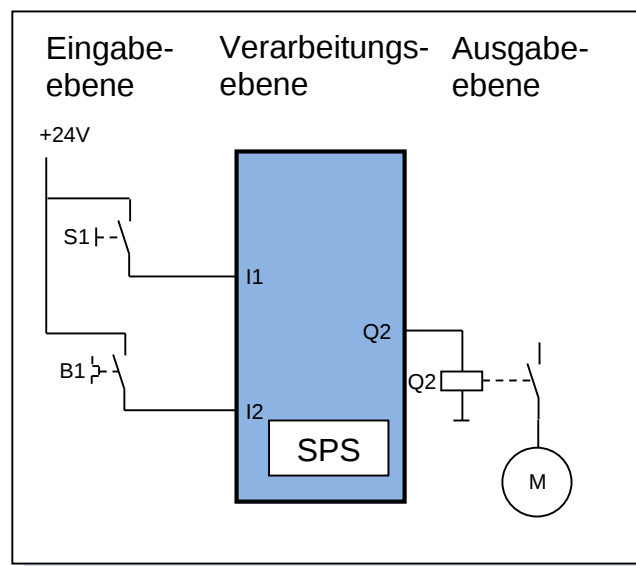
Quelle: Siemens
"© Siemens AG,
Alle Rechte
vorbehalten"

3.4 Einführung

Für die Steuerung eines Prozesses - sei es eine Anlage der Chemischen Verfahrenstechnik oder eine Werkzeugmaschine - ist es zunächst einmal ohne Belang, ob die Aufgabe in Relaisstechnik, mit fest verdrahteter Elektronik (VPS), oder einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) gelöst wird.

In jedem Fall bestimmen logische Verknüpfungen den Prozessablauf, die von der Steuerung erfüllt und in vorgegebener Weise gleich bleibend wiederholt werden.

Diese Verknüpfungen werden bei fest verdrahteten Steuerungssystemen durch Verdrahtung nach einem Stromlaufplan bzw. Funktionsplan hergestellt.

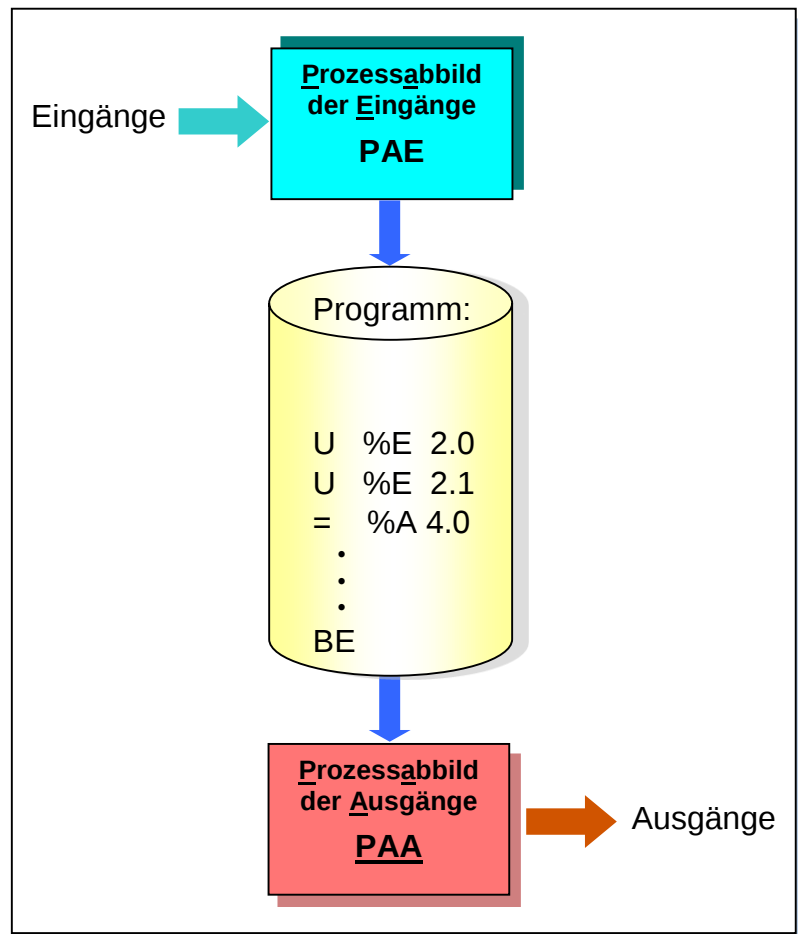


Unabhängig von der Verdrahtung des Leistungsteils folgt der Prozessablauf bei einer „SPS“ einem Programm, welches in zyklischer Folge die logischen Verknüpfungen herstellt.

3.4.1 Arbeitsprinzip einer SPS

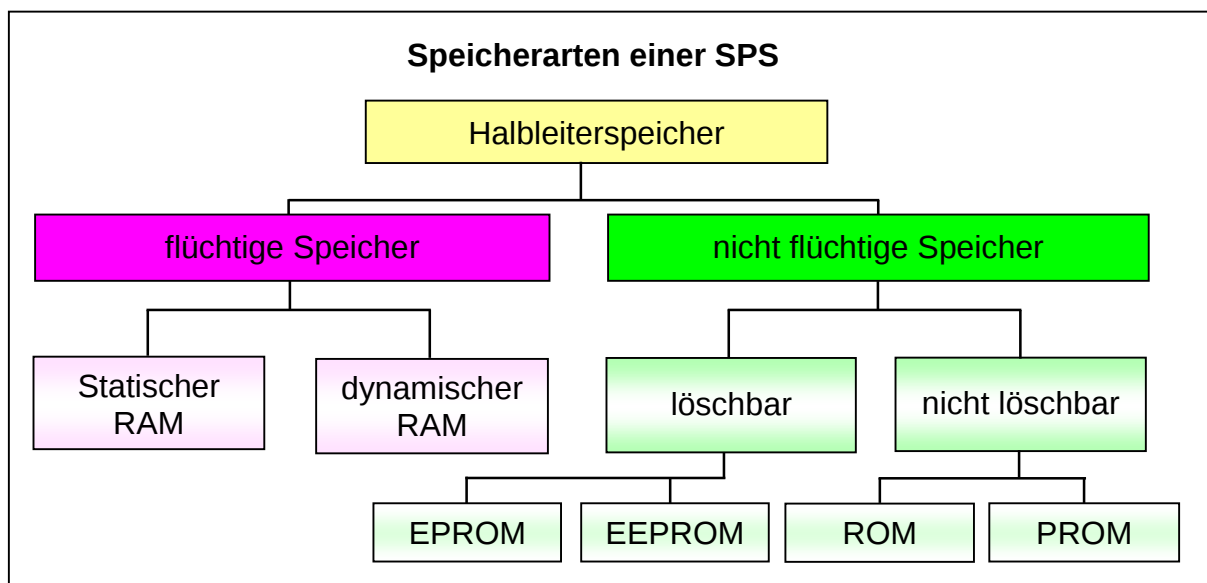
Die SPS arbeitet nach folgendem Prinzip.

Ein Programmdurchlauf umfasst immer das Einlesen der Eingänge in den Speicher (PAE), das Abarbeiten des Programms und das Ausgeben des Ausgangsspeichers (PAA) an die Ausgänge.



3.4.2 Speicherarten einer SPS

In der SPS-Technik finden wir die gleichen Arten von Speichern wieder, wie sie auch in der Computertechnik vorkommen.



ROM	(Read Only Memory) Wird einmal programmiert und in der Regel danach nicht mehr verändert. In ihm ist meist ein Grundbetriebssystem gespeichert. Der ROM kann nur gelesen werden und sein Inhalt bleibt auch nach Abschaltung der Versorgungsspannung erhalten.
PROM	(Programmable ROM) Sind wie ROM Festwertspeicher und werden als Systemspeicher verwendet. Sie können nach der Herstellung einmalig programmiert werden und sind danach nicht mehr veränderbar.
RAM	(Random Access Memory) Ein Schreib-Lese-Speicher dessen Inhalt ständig verändert werden kann. Sein Inhalt geht aber bei Ausfall der Versorgungsspannung verloren. Daher müssen Netzausfallzeiten durch Batterien überbrückt werden, wenn der RAM als Programm- und Signalspeicher verwendet wird und ein Datenverlust kritisch ist.
EPROM	(Eraseble PROM) Ist ein Festwertspeicher, der vom Anwender selbst programmiert und gelöscht werden kann. Das Löschen ist nur in einem speziellen Gerät mit UV-Licht möglich. Der EPROM behält seinen Inhalt auch nach Ausfall der Versorgungsspannung und eignet sich deshalb als Programmspeicher.
EEPROM	(Electrically EPROM) Ist ein Festwertspeicher mit allen Vorteilen eines EPROMs. Das Löschen kann aber mit Spannung geschehen, wodurch ein Beschreiben und Löschen mit einem SPS-Programmiergerät möglich ist.
EAROM	(Electrically Alterable ROM) Ist ein EEPROM dessen Inhalt aber nicht vollständig gelöscht werden muss, sondern auch wortweise geändert werden kann.

4 Software TIA PORTAL

4.1 Portalansicht

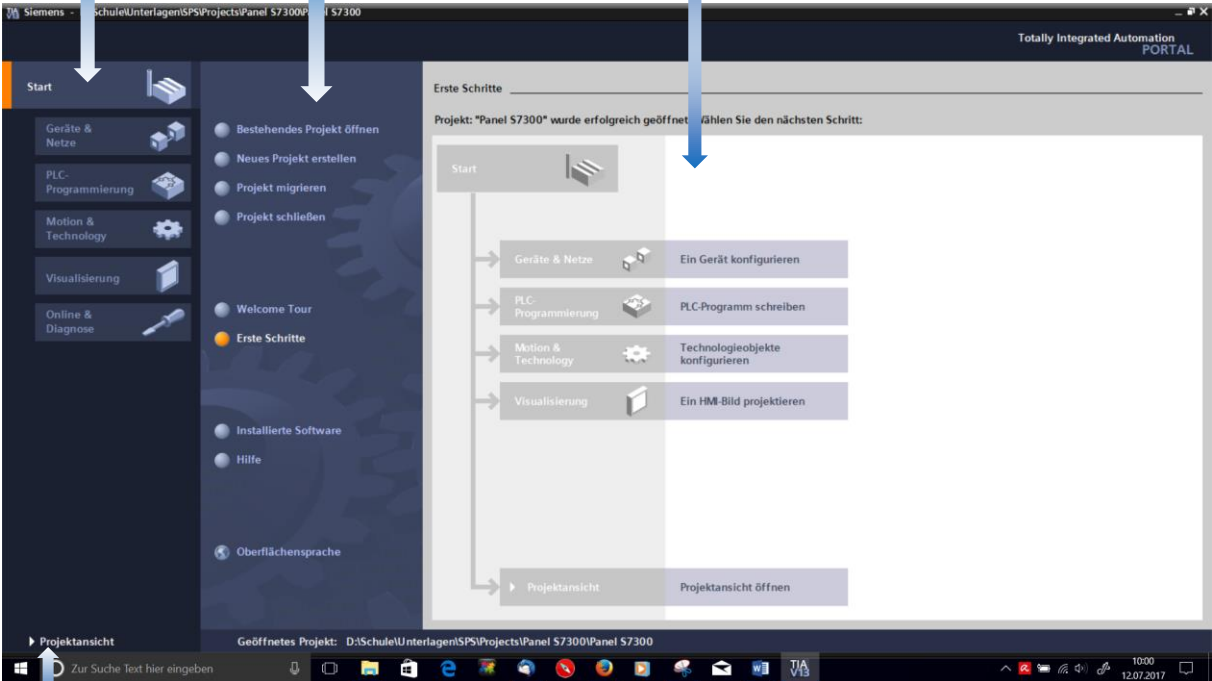


Nach dem Öffnen der Software mit dem Button  erscheint TIA PORTAL in der Portalansicht. Diese Ansicht bietet eine aufgabenorientierte Programmierung. Bei Bedarf wechselt die Ansicht automatisch zur Projektansicht.

Portale für
verschiedene
Programme

Aktionen zum
ausgewählten
Portal

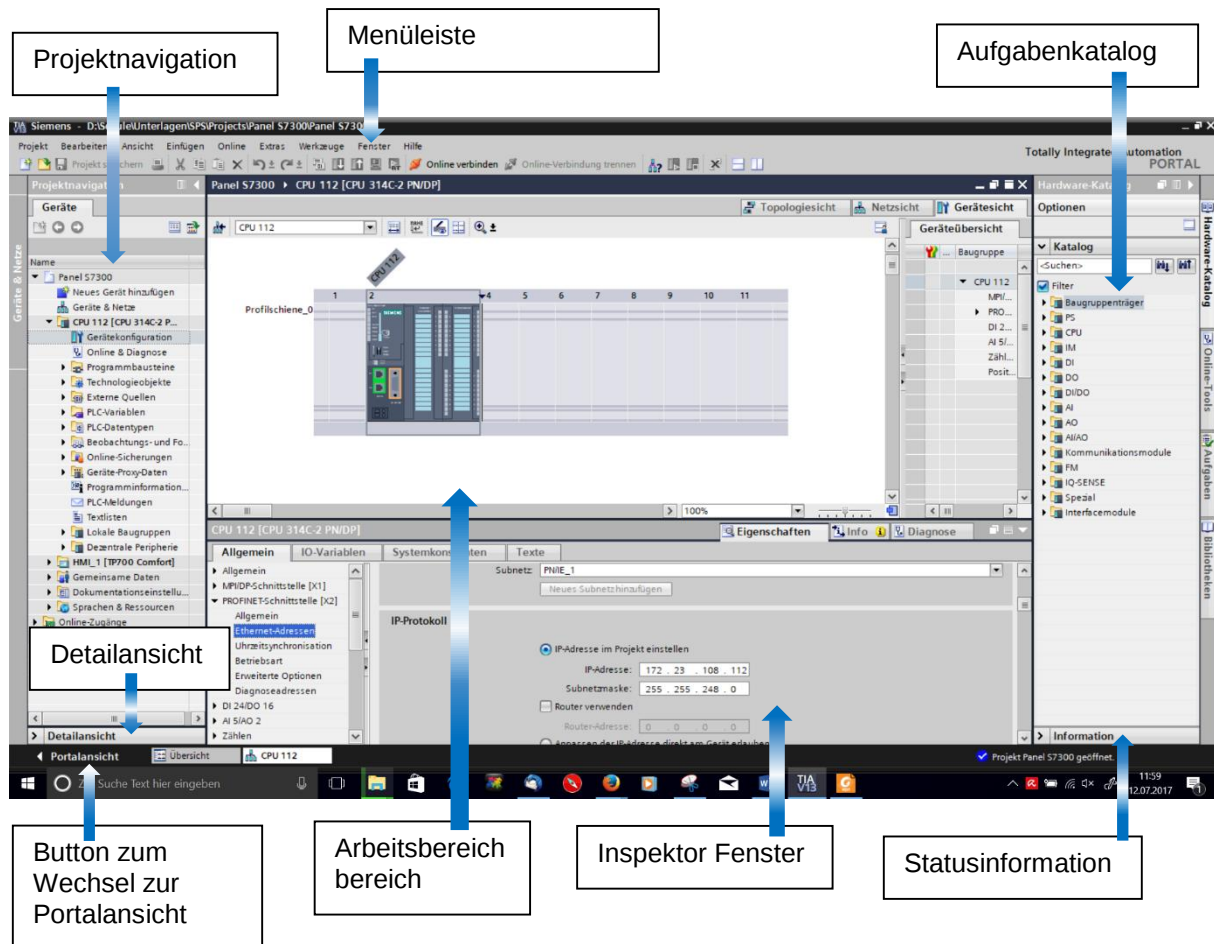
Auswahlfenster zur
selektierten Aktion



Button zum
Wechsel zur
Projektsicht

4.2 Projektansicht

Durch Betätigen der Projektansicht-Schaltfläche wechselt die Portalansicht zur Projektansicht. Die Projektansicht ermöglicht eine detailliertere Programmierung. Die Aktionen werden über eine Baumstruktur ausgewählt.

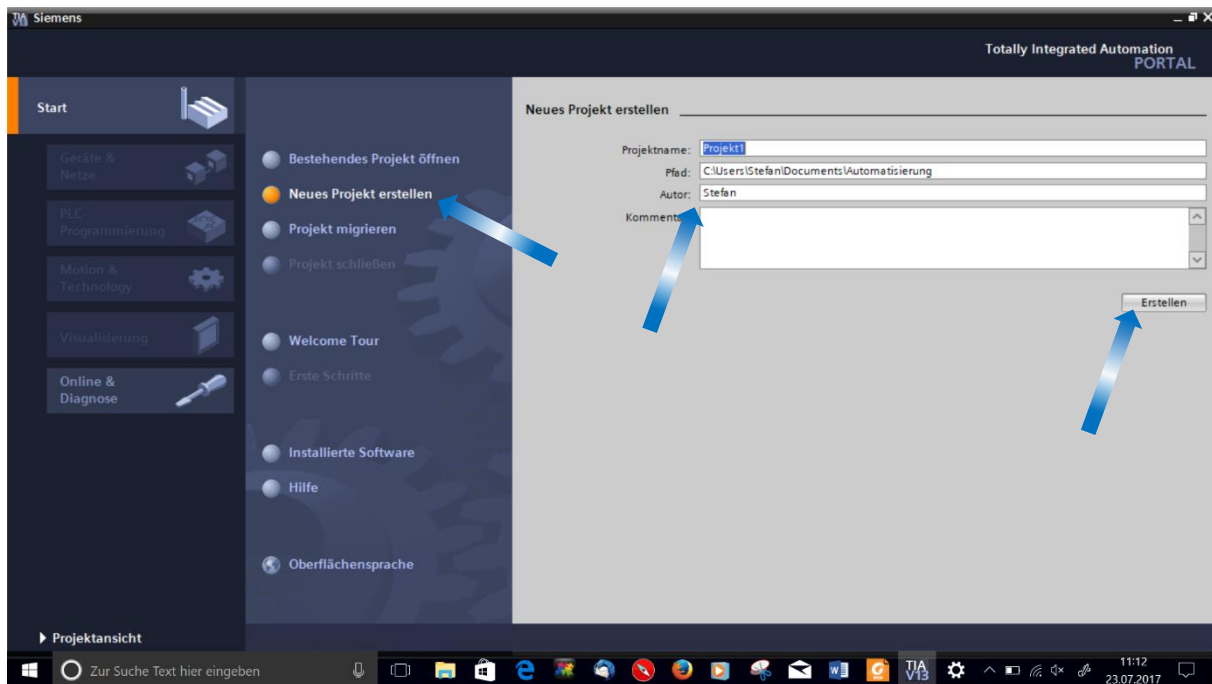


Zusätzliche Information

- Projekt Navigation: Zugriff auf alle Komponenten und Projektdaten.
- Arbeitsbereich: Alle Objekte die zur Bearbeitung geöffnet werden, werden hier angezeigt.
- Aufgabenkatalog: Aktionen und Bibliotheken zu den geöffneten Objekten
- Detaillansicht: Anzeige bestimmter Objekte im Übersichtsfenster.
- Inspektorfenster: zusätzliche Informationen zu selektierten Objekten
- Statusinformation: Fortschrittanzeige für aktuell laufende Hintergrundprozesse
- Arbeitsbereich: ausgewählte Objekte können hier bearbeitet werden

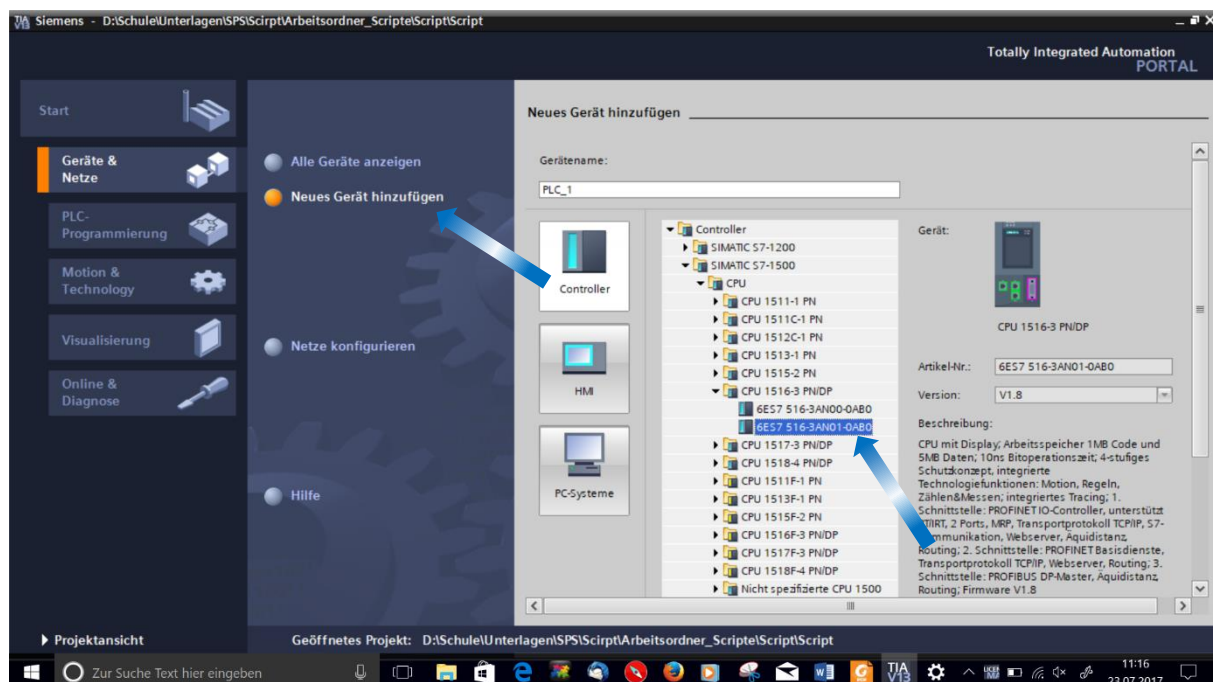
4.3 Erstellen eines neuen Projektes

Klicken Sie → Neues Projekt erstellen und tragen Sie einen Projektnamen ein. Wählen Sie den Speicherpfad und klicken Sie „Erstellen“



4.3.1 Einfügen einer neuen Station

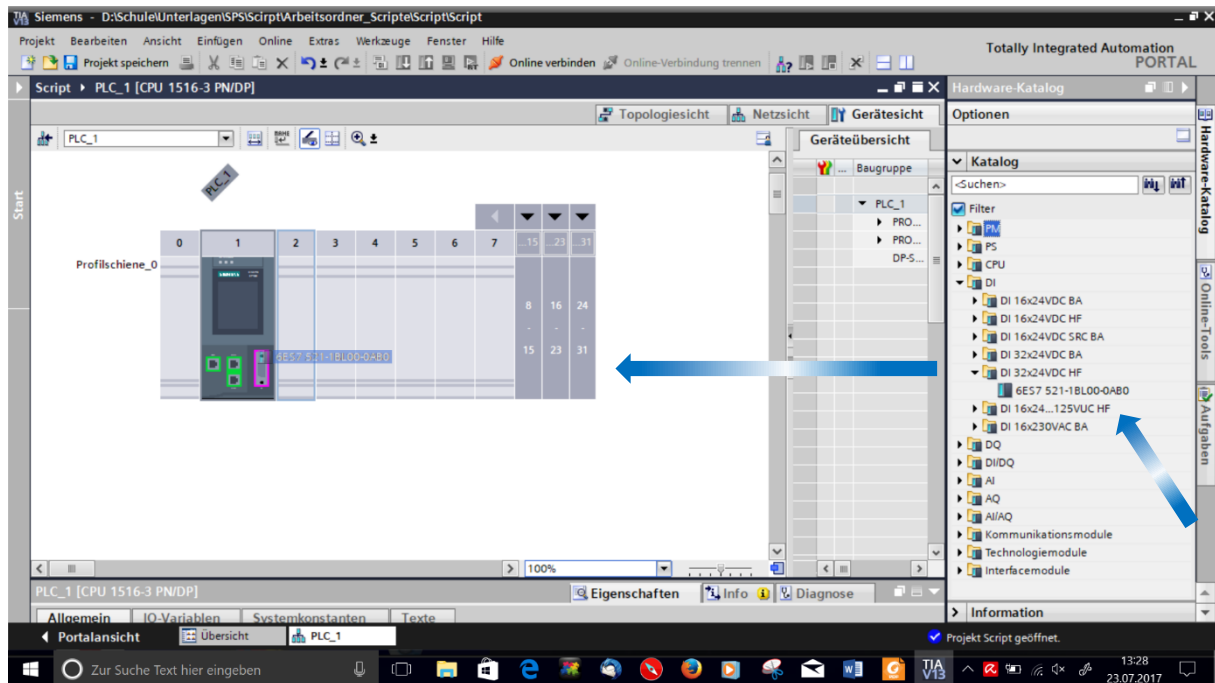
Fügen Sie eine neue SIMATIC 1500 CPU ein



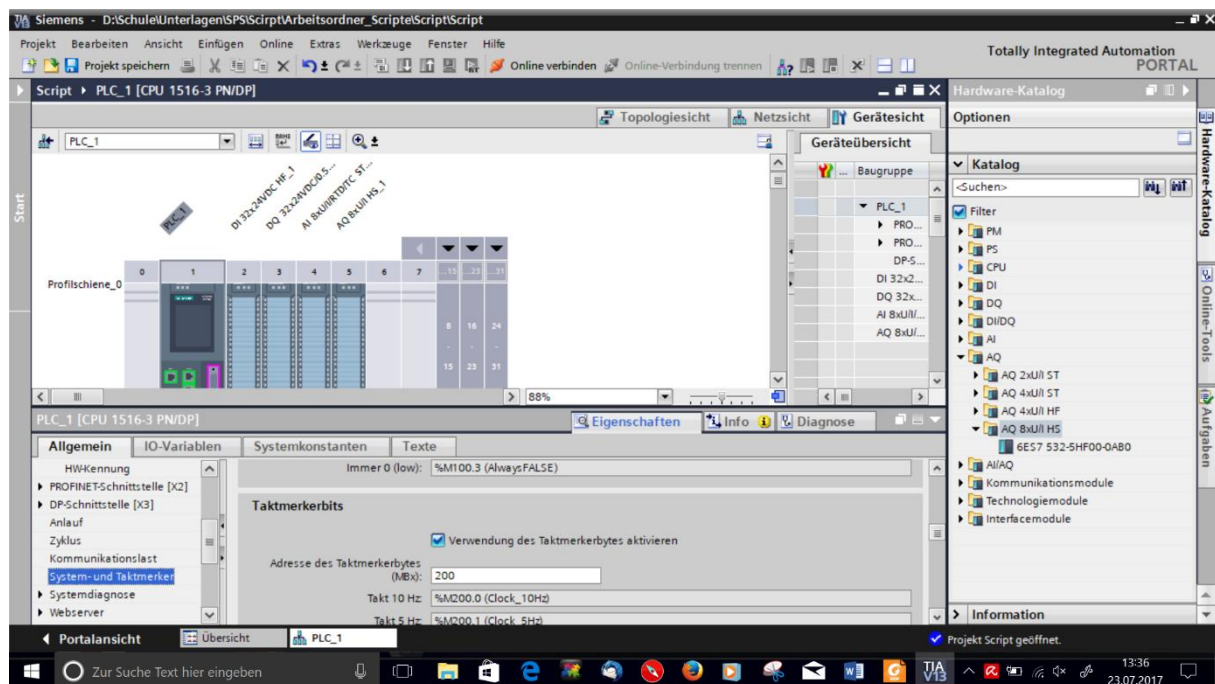
Wählen Sie die richtige CPU

4.3.2 Erstellen der Hardwarekonfiguration

Nach dem Einfügen der CPU: Der Arbeitsbereich zeigt die Montageschiene, die ausgewählte CPU und die leeren Steckplätze von 2 bis 31. Auf der rechten Seite der Taskcard finden Sie den Hardwarekatalog. Bitte füllen Sie die Steckplätze mit den installierten E / A Geräten aus.

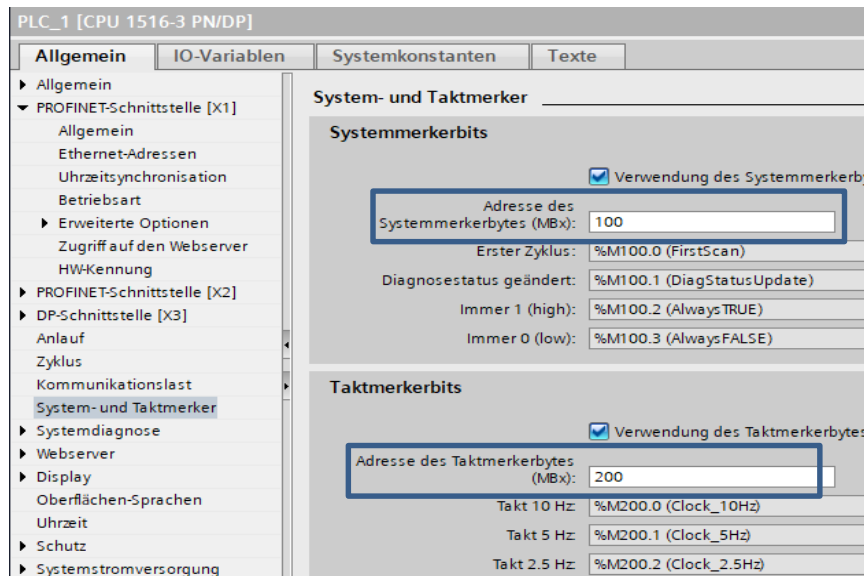


Die komplette Hardwarekonfiguration (S7-1500)



Konfiguration des Taktmerkerbytes:

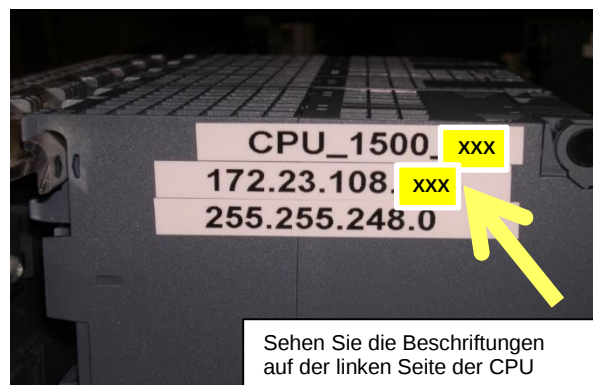
Markieren Sie die CPU im Arbeitsbereich und wählen Sie „System- und Taktmerker“ im Inspektorfenster. Stellen Sie frei wählbare Byteadressen (im Schulungsraum 100 und 200) ein. Im Überblick können Sie 8 verschiedene Blinkfrequenzen sehen, welche Sie im Programm verwenden können.



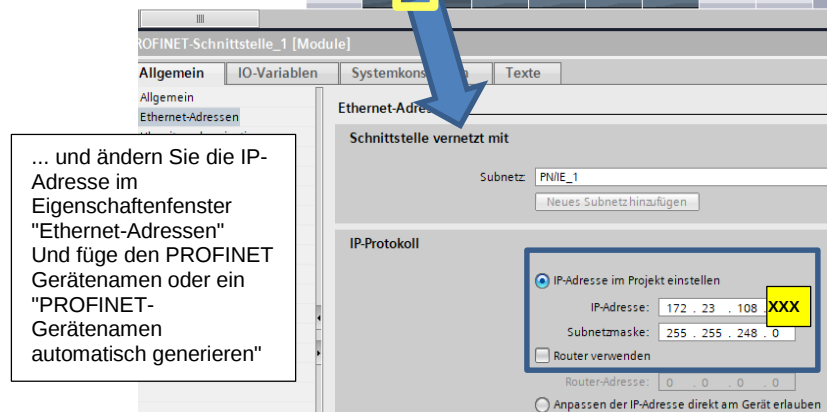
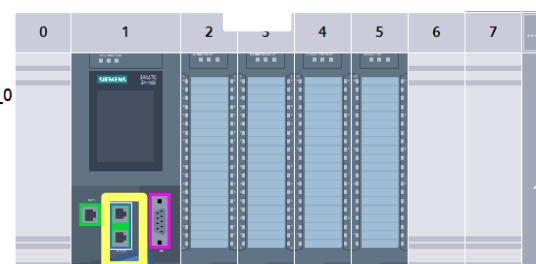
Schnittstelleneinstellungen

Die Schnittstelleneinstellungen beziehen sich direkt auf das installierte Netz im Klassenzimmer. Jede CPU hat einen CPU-Namen, eine IP-Adresse und gehört zu einem Subnetz.

Sie finden die Informationen auf der linken Seite der CPU.

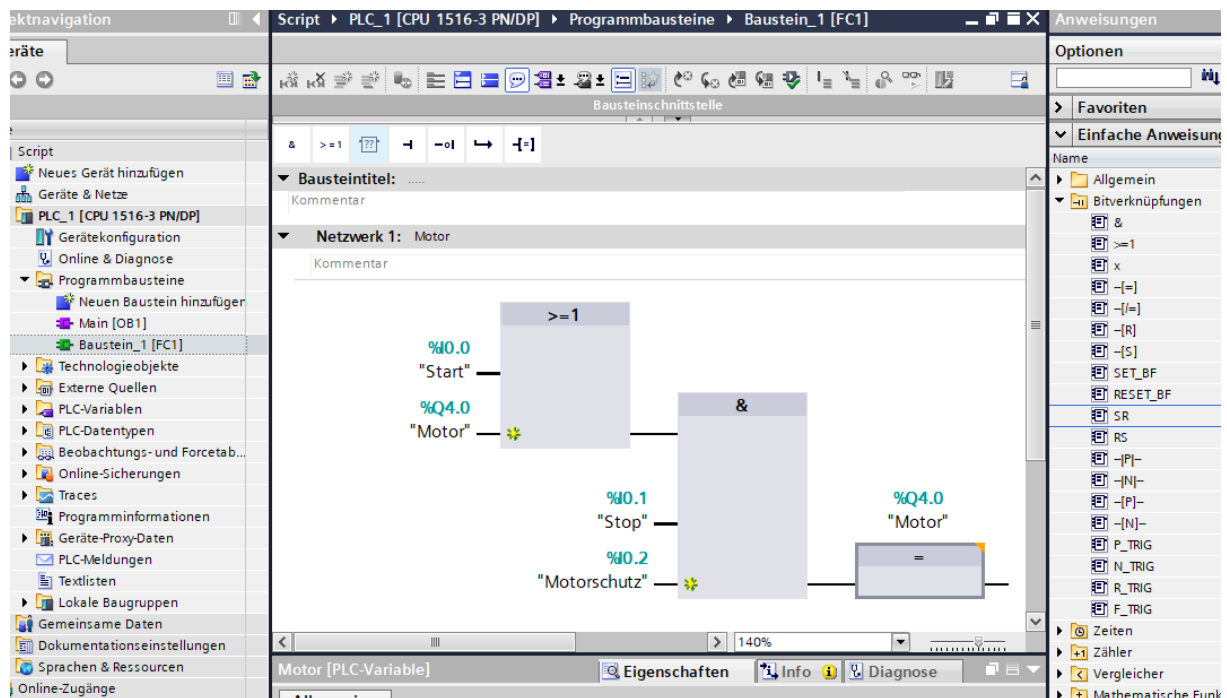


Profilschiene_0



4.4 Bausteine editieren

Beispiel für ein kleines Programm im Funktionsplan



Variablen-tabelle

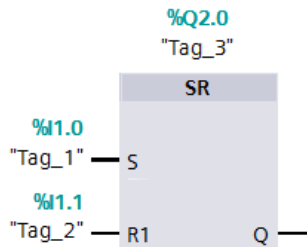
		1	2	3
		CPU 1516-3 PN/DP	DI 32x24 VDC HF	DO 32x16VDC/0.5A HF
		SIEMENS SIMATIC S7-1500	Start %I2.0	Motor %Q6.0
			Stop %I2.1	%Q4.1 %Q6.1
			Mot... %I2.2	%Q4.2 %Q6.2
			%I0.3 %I2.3	%Q4.3 %Q6.3

		PLC-Variablen						
		Name	Variablen-tabelle	Datentyp	Adresse	Rema...	Sichtb...	Erreic...
1		System_Byte	Standard-Variablen...	Byte	%MB100		☒	☒
2		FirstScan	Standard-Variablen...	Bool	%M100.0		☒	☒
3		DiagStatusUpdate	Standard-Variablen...	Bool	%M100.1		☒	☒
4		Always TRUE	Standard-Variablen...	Bool	%M100.2		☒	☒
5		Always FALSE	Standard-Variablen...	Bool	%M100.3		☒	☒
6		Clock_Byte	Standard-Variablen...	Byte	%MB200		☒	☒
7		Clock_10Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.0		☒	☒
8		Clock_5Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.1		☒	☒
9		Clock_2.5Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.2		☒	☒
10		Clock_2Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.3		☒	☒
11		Clock_1.25Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.4		☒	☒
12		Clock_1Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.5		☒	☒
13		Clock_0.625Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.6		☒	☒
14		Clock_0.5Hz	Standard-Variablen...	Bool	%M200.7		☒	☒
15		Motor	Standard-Variablen...	Bool	%Q4.0		☒	☒
16		Start	Standard-Variablen...	Bool	%I0.0		☒	☒
17		Stop	Standard-Variablen...	Bool	%I0.1		☒	☒
18		Motorschutz	Standard-Variablen...	Bool	%I0.2		☒	☒
19		<Hinzufügen>					☒	☒

4.5 Speicherglieder (FlipFlop)

Network 1: Test 1

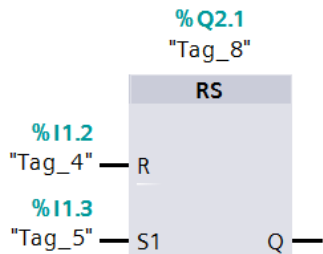
Comment



Welche Funktion hat Priorität, wenn %I 1.0 und %I 1.1 gleichzeitig betätigt werden?

Network 2: Test 2

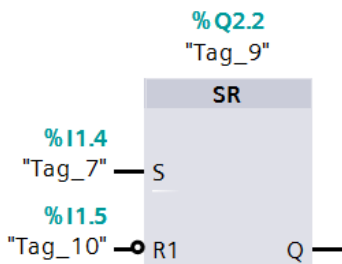
Comment



Welche Funktion hat Priorität, wenn %I 1.2 und %I 1.3 gleichzeitig betätigt werden?

Network 3: Test 3

Comment

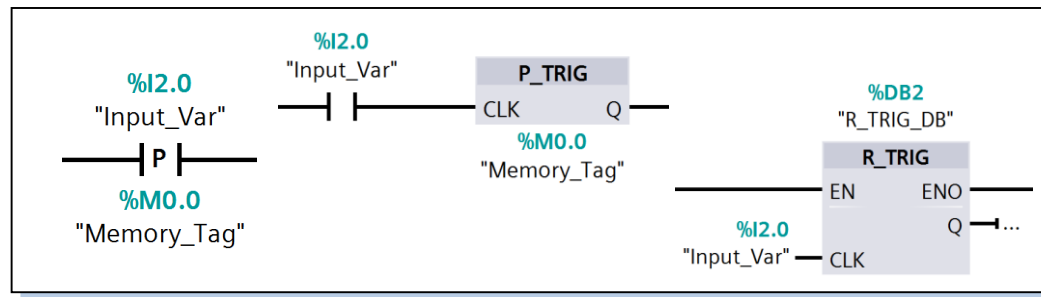


Welche Funktion hat Priorität, wenn %I 1.4 und %I 1.5 gleichzeitig betätigt werden?

Was ist die Folge, wenn ein Draht in der reset-Leitung bricht?

Anweisungsliste

4.6 Flankenauswertung



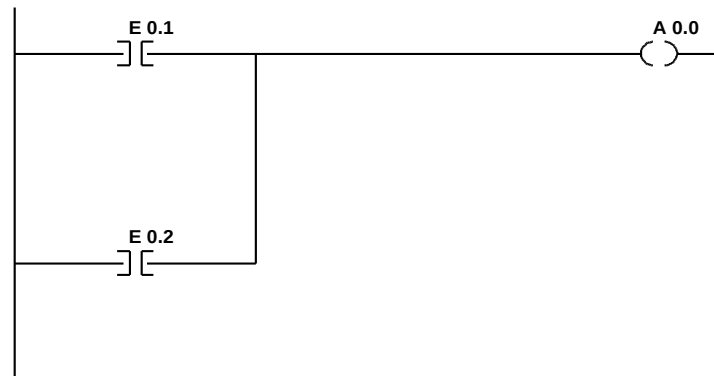
Bei der Flankenauswertung wird nur der Signalwechsel ausgewertet. Nur bei einem Signalwechsel des auszuwertenden Signals führt das Ergebnis der Auswertung für einen Zyklus „1“-Signal. Dies wird z.B. zum Unterbinden von Störungen durch klemmende Taster usw. eingesetzt.

Für die Signalauswertung benötigt die Funktion einen Hilfsmerker zum Speichern des vorigen Signalzustandes.

4.7 Fragen zur Wiederholung

1. Welchen Signalzustand liefert ein betätigter Öffner am Eingang eines AG? Skizzieren Sie den Eingang in KOP, FUP und AWL so, dass ein Ausgang „1“-Signal führt.
2. Beschreiben Sie „Prozessabbild der Ausgänge“.
3. Wie heißt der elektrisch programmierbare und durch UV-Licht löschbare Speicherbaustein?
 - ☐ a) ROM
 - ☐ b) PROM
 - ☐ c) RAM
 - ☐ d) EPROM
 - ☐ e) EEPROM (E²PROM)
4. Was verstehen Sie unter Reaktionszeit in der SPS?
5. Als Grundverknüpfung bezeichnet man:
 - ☐ a) UND, ODER, Speicher
 - ☐ b) UND, ODER, NICHT
 - ☐ c) UND, ODER, Speicher, Zeit
 - ☐ d) Einbit-Speicher
 - ☐ e) NUR-Lese-Speicher

6. Wie wird die folgende Darstellungsart in der SPS-Technik genannt?



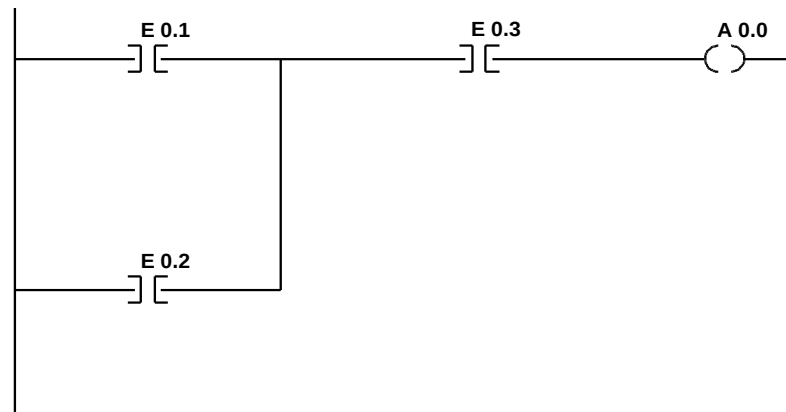
- ☐ a) Anweisungsliste
- ☐ b) Kontaktplan
- ☐ b) Logikplan
- ☐ c) Funktionsplan
- ☐ d) Flussdiagramm

7. Wie ist eine Steueranweisung in S7 aufgebaut?

8. Wodurch erreicht man bei der Programmierung eines RS-Speichers die Vorrangigkeit des Setzsignals?

- ☐ a) Durch die Reihenfolge der Anweisungen. Die erstgenannte Anweisung ist maßgebend.
- ☐ b) Durch die Reihenfolge der Anweisungen. Die letztgenannte Anweisung ist maßgebend.
- ☐ c) Vorrangigkeit ist nicht zu erreichen.
- ☐ d) RS-Speicher haben immer Vorrangigkeit des Setzsignals.
- ☐ e) RS-Speicher haben immer Vorrangigkeit des Rücksetzsignals.

9. Nach welcher Programmierregel müssten Sie die nachstehende Schaltung lösen?

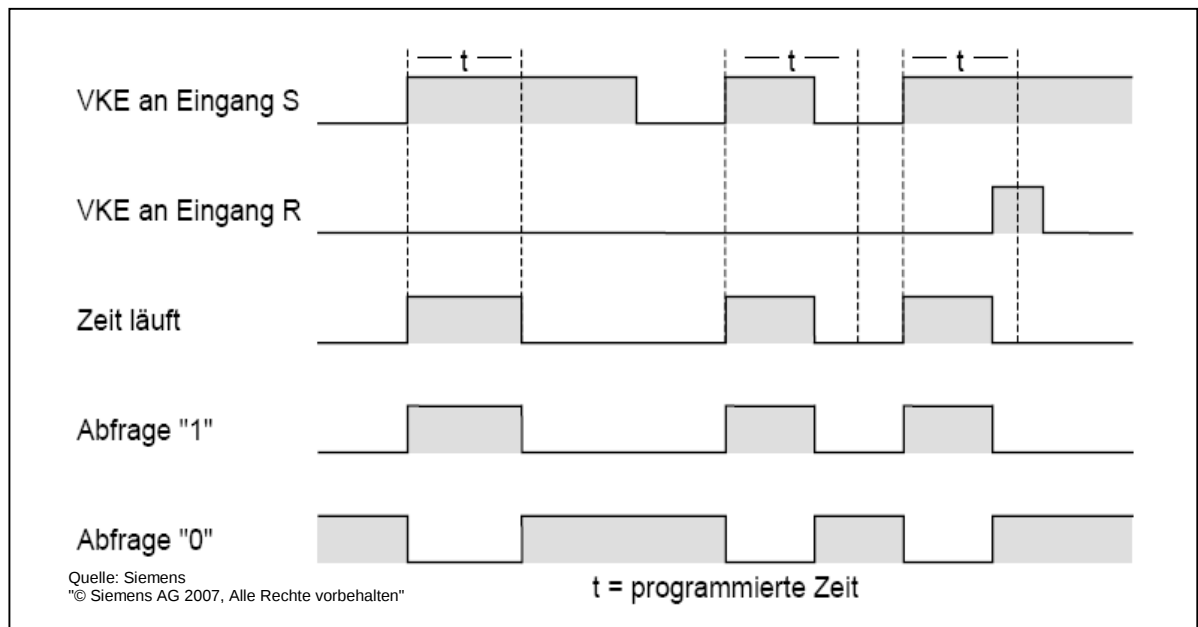
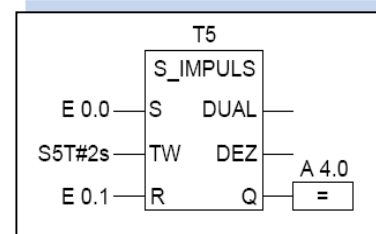


- ☐ a) UND vor ODER - Programmierregel
 - ☐ b) ODER vor UND - Programmierregel
 - ☐ c) UND - Programmierregel
 - ☐ d) ODER - Programmierregel
 - ☐ e) ohne Programmierregel
10. Welche Aufgabe hat bei einer SPS mit RAM-Speicher eine Pufferbatterie?
- ☐ a) Das Programm auch beim Ausfall der Netzspannung im RAM-Speicher zu erhalten.
 - ☐ b) Die Signale in Eingangsregister beim Ausfall der Netzspannung zu erhalten
 - ☐ c) Die Signale im Ausgangsregister beim Ausfall der Netzspannung zu erhalten
 - ☐ d) Die Abarbeitung des Programms beim Ausfall der Netzspannung zu ermöglichen.
 - ☐ e) Die Statusanzeige der Ein- und Ausgänge mit Spannung zu versorgen.
11. Mit welchen Schaltgeräten der Relaistechnik lassen sich Hilfsmerker vergleichen?

5 Zeiten (Timer)

5.1 Impuls S5 Timer

Wechselt der Signalzustand an Eingang E 0.0 von „0“ auf „1“ (steigende Flanke im VKE), wird die Zeit T5 gestartet. Sie läuft mit dem angegebenen Wert von zwei Sekunden (2 s) ab, solange E 0.0 = „1“ ist. Wechselt der Signalzustand an E 0.0 vor Ablauf der zwei Sekunden von „1“ auf „0“, wird die Zeit angehalten. Wenn der Signalzustand an E 0.1 von „0“ auf „1“ wechselt, während die Zeit läuft, wird sie zurückgesetzt. Ausgang A 4.0 ist „1“, solange die Zeit läuft.



Wechselt das Signal von "1" nach "0" am S-Eingang bevor die eingestellte Zeit abgelaufen ist, stoppt der Timer. In diesem Fall ist das Signal am Ausgang A4.0 "0".

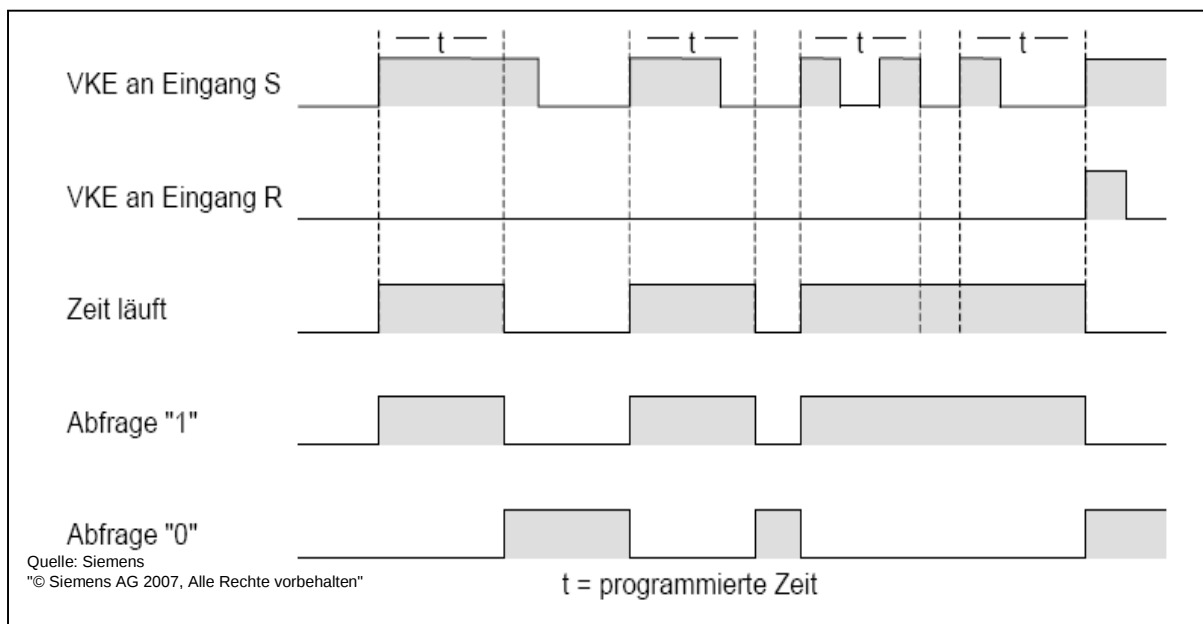
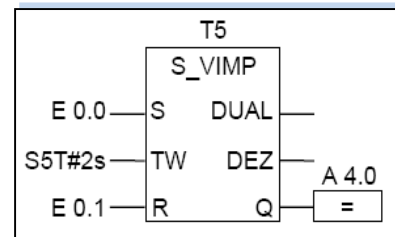
Der Timer wird zurückgesetzt, wenn der Timer Reset (R) Eingang von "0" auf "1" wechselt, während der Timer läuft. Die aktuelle Zeit und die Zeitbasis werden ebenfalls auf Null gesetzt. Die Logik "1" am R-Eingang des Timers hat keine Auswirkung, wenn der Timer nicht läuft.

Der aktuelle Zeitwert kann an den Ausgängen DUAL und DEZ abgetastet werden. Der Zeitwert bei DUAL ist binär codiert, bei DEZ ist er BCD-codiert. Der aktuelle Zeitwert ist der anfängliche TV-Wert abzüglich der Zeit, die seit dem Start des Timers verstrichen ist.

5.2 Verlängerter Impuls S5 Timer

Wechselt der Signalzustand an Eingang E 0.0 von „0“ auf „1“ (steigende Flanke im VKE), wird die Zeit T5 gestartet. Die Zeit läuft unabhängig von einer fallenden Flanke an Eingang S mit dem angegebenen Wert von zwei Sekunden (2 s) weiter.

Wechselt der Signalzustand an E 0.0 vor Ablauf dieser zwei Sekunden von „0“ auf „1“, wird die Zeit neu gestartet („nachgetriggert“). Ausgang A 4.0 ist „1“, solange die Zeit läuft.

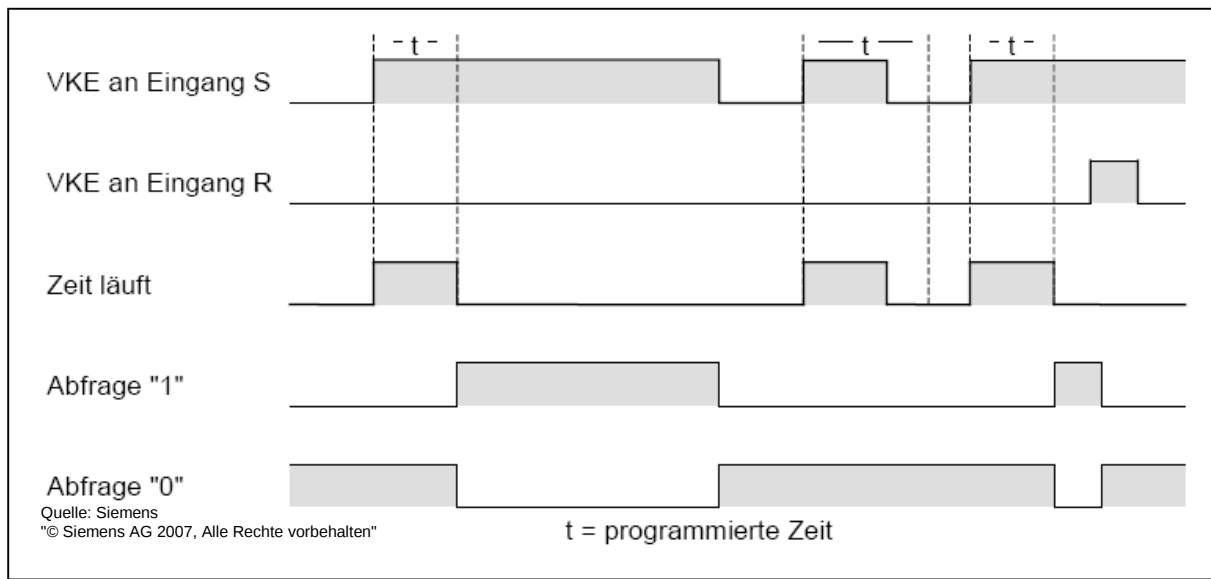
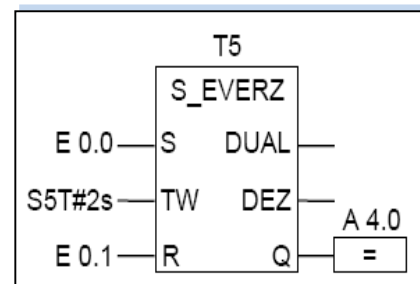


Der Timer wird rückgesetzt, wenn der Reset (R) Eingang E 0.1 von "0" nach "1" wechselt während die Zeit läuft. Die aktuelle Zeit wird zurückgesetzt.

Der aktuelle Zeitwert kann an den Ausgängen DUAL und DEZ abgetastet werden. Der Zeitwert bei DUAL ist binär codiert, bei DEZ ist er BCD-codiert. Der aktuelle Zeitwert ist der anfängliche TV-Wert abzüglich der Zeit, die seit dem Start des Timers verstrichen ist.

5.3 Einschaltverzögerung S5 Timer

Wechselt der Signalzustand an Eingang E 0.0 von "0" auf "1" (steigende Flanke im VKE), so wird die Zeit T5 gestartet. Ist die angegebene Zeit von zwei Sekunden (2 s) abgelaufen und beträgt der Signalzustand an E 0.0 noch immer "1", dann ist der Signalzustand von Ausgang A 4.0 = 1. Wechselt der Signalzustand an E 0.0 von "1" auf "0", wird die Zeit angehalten und A 4.0 ist "0". Wechselt der Signalzustand an E 0.0 von "0" auf "1", während die Zeit abläuft, wird die Zeit neu gestartet.



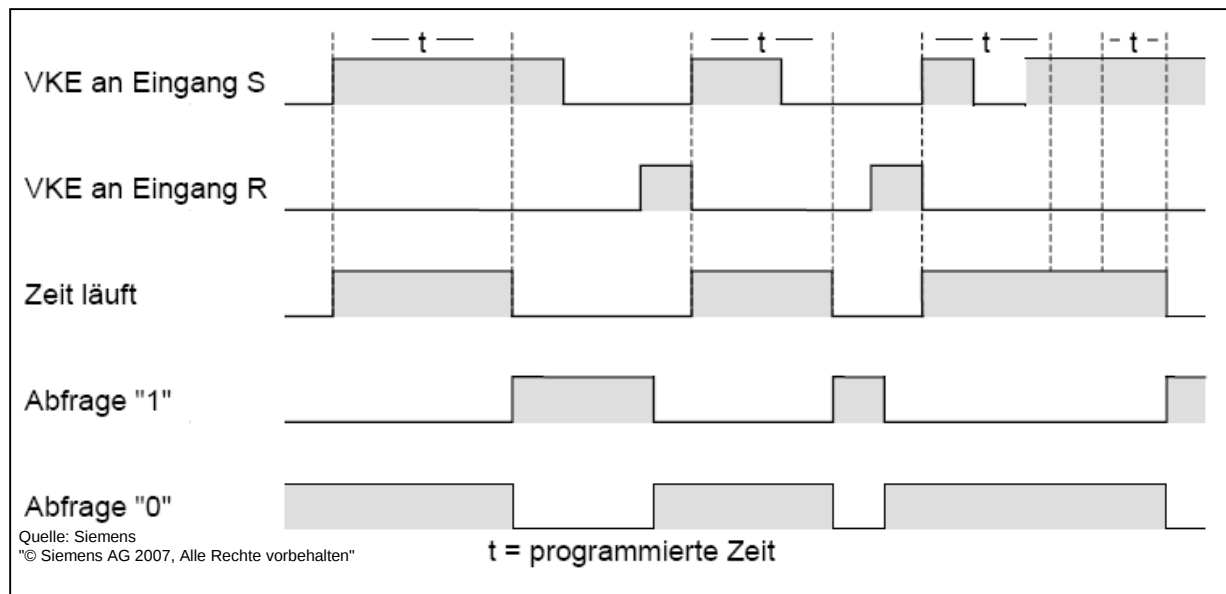
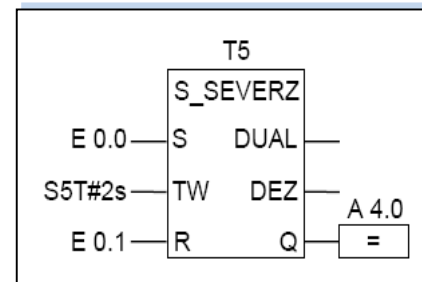
Der Timer wird rückgesetzt, wenn der Reset (R) Eingang E 0.1 von "0" nach "1" wechselt während die Zeit läuft. Die aktuelle Zeit wird zurückgesetzt.

Der aktuelle Zeitwert kann an den Ausgängen DUAL und DEZ abgetastet werden. Der Zeitwert bei DUAL ist binär codiert, bei DEZ ist er BCD-codiert. Der aktuelle Zeitwert ist der anfängliche TV-Wert abzüglich der Zeit, die seit dem Start des Timers verstrichen ist.

5.4 Speichernde Einschaltverzögerung S5 Timer

Wechselt der Signalzustand an Eingang E 0.0 von „0“ auf „1“ (steigende Flanke im VKE), wird die Zeit T5 gestartet. Die Zeit läuft weiter, unabhängig von einem Signalwechsel an E 0.0 von „1“ auf „0“. Wechselt der Signalzustand an E 0.0 vor Ablauf des angegebenen Werts von „0“ auf „1“, wird die Zeit neu gestartet.

Wechselt der Signalzustand an E 0.0 von „0“ auf „1“, während die Zeit abläuft, wird die Zeit neu gestartet. Ausgang A 4.0 ist „1“, nachdem die Zeit abgelaufen ist und E 0.1 auf „0“ bleibt.

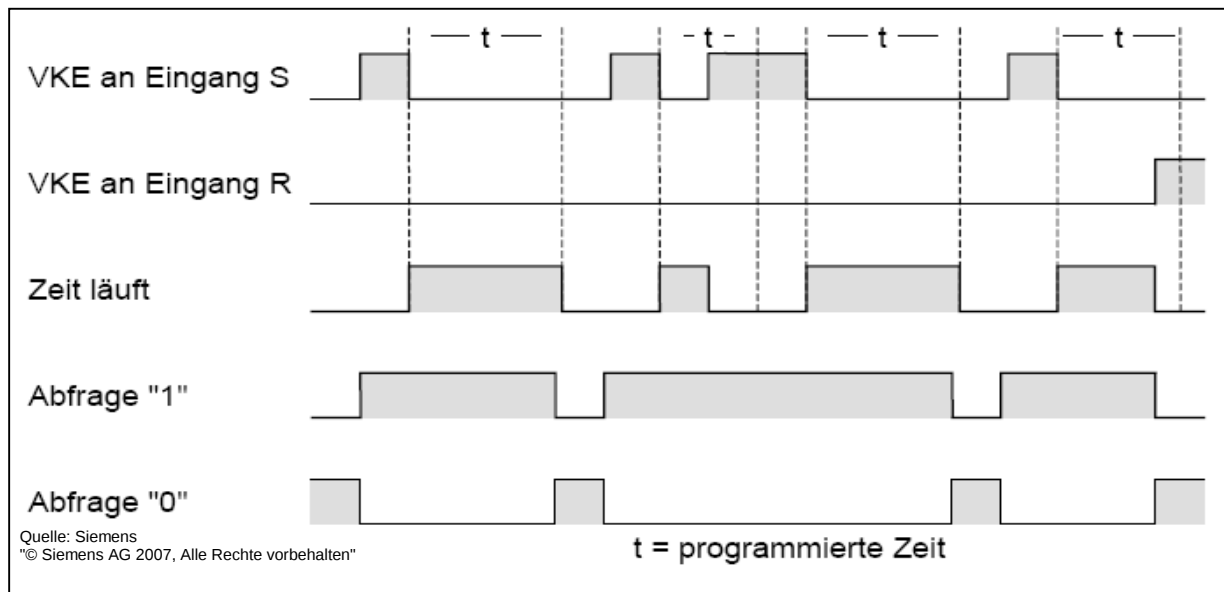
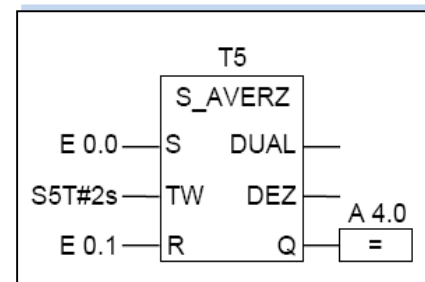


Der Timer wird rückgesetzt, wenn der Reset (R) Eingang E 0.1 von "0" nach "1" wechselt während die Zeit läuft. Die aktuelle Zeit wird zurückgesetzt.

Der aktuelle Zeitwert kann an den Ausgängen DUAL und DEZ abgetastet werden. Der Zeitwert bei DUAL ist binär codiert, bei DEZ ist er BCD-codiert. Der aktuelle Zeitwert ist der anfängliche TV-Wert abzüglich der Zeit, die seit dem Start des Timers verstrichen ist.

5.5 Ausschaltverzögerung S5 Timer

Wechselt der Signalzustand an Eingang E 0.0 von "1" auf "0", wird die Zeit gestartet. Ausgang A 4.0 ist "1", wenn E 0.0 = 1 ist oder die Zeit läuft. Wechselt der Signalzustand an E 0.1 von "0" auf "1", während die Zeit abläuft, wird die Zeit zurückgesetzt.

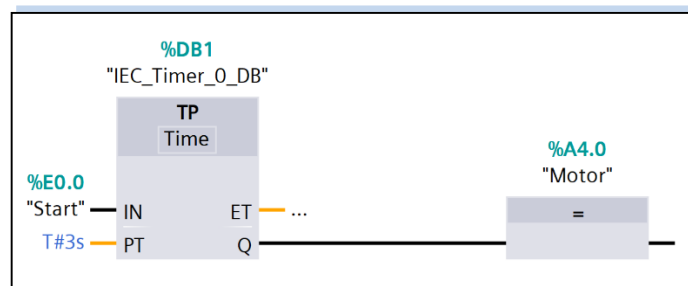


Der Timer wird rückgesetzt, wenn der Reset (R) Eingang E 0.1 von "0" nach "1" wechselt während die Zeit läuft. Die aktuelle Zeit wird zurückgesetzt.

Der aktuelle Zeitwert kann an den Ausgängen DUAL und DEZ abgetastet werden. Der Zeitwert bei DUAL ist binär codiert, bei DEZ ist er BCD-codiert. Der aktuelle Zeitwert ist der anfängliche TV-Wert abzüglich der Zeit, die seit dem Start des Timers verstrichen ist.

5.6 TP

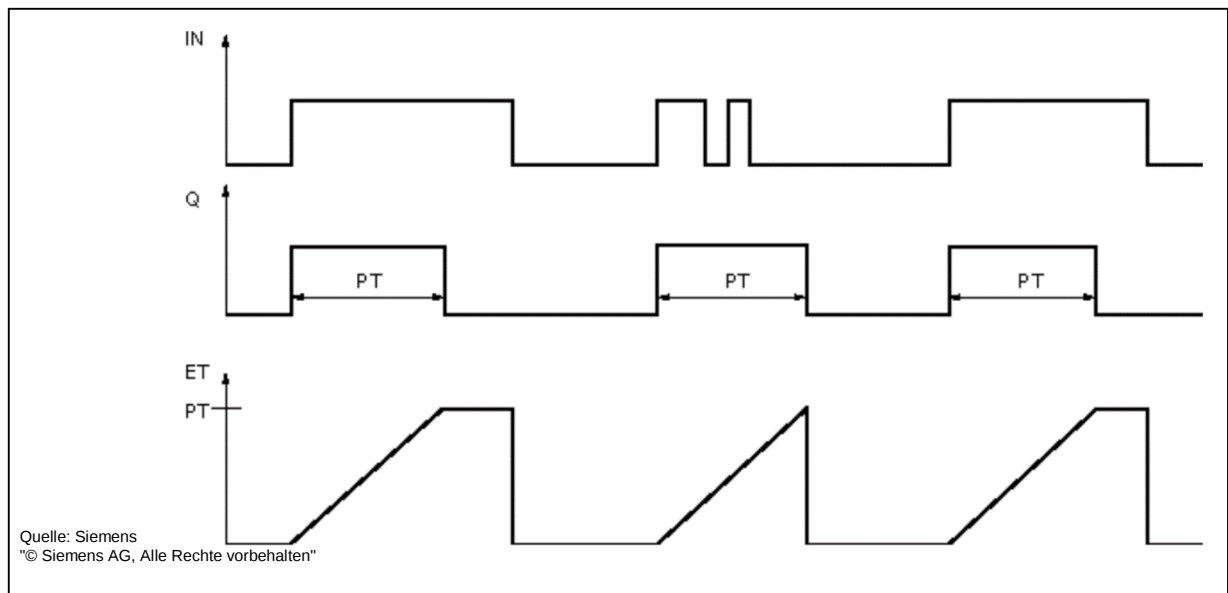
Mit der Anweisung "Impuls erzeugen" setzen Sie den Ausgang Q für die parametrisierte Zeitdauer PT. Die Anweisung wird gestartet, wenn das Verknüpfungsergebnis (VKE) am Eingang IN von "0" auf "1" wechselt (positive Signalfanke). Mit dem Start der Anweisung läuft die parametrisierte Zeitdauer PT ab. Der Ausgang Q wird für die Zeitdauer PT gesetzt, unabhängig vom weiteren Verlauf (positive Signalfanke) des Eingangssignals. Auch die Erfassung einer neuen positiven Signalfanke beeinflusst den Signalzustand am Ausgang Q nicht, solange die Zeitdauer PT läuft.



Am Ausgang ET kann der aktuelle Zeitwert abgefragt werden. Der Zeitwert beginnt bei T#0s und endet, wenn der Wert der Zeitdauer PT erreicht ist. Wenn die parametrisierte Zeitdauer PT erreicht ist und der Signalzustand am Eingang IN "0" ist, wird der Ausgang ET zurückgesetzt.

Am Ausgang ET kann der aktuelle Zeitwert abgefragt werden. Der Zeitwert beginnt bei T#0s und endet, wenn der Wert der Zeitdauer PT erreicht ist. Wenn die parametrisierte Zeitdauer PT erreicht ist und der Signalzustand am Eingang IN "0" ist, wird der Ausgang ET zurückgesetzt.

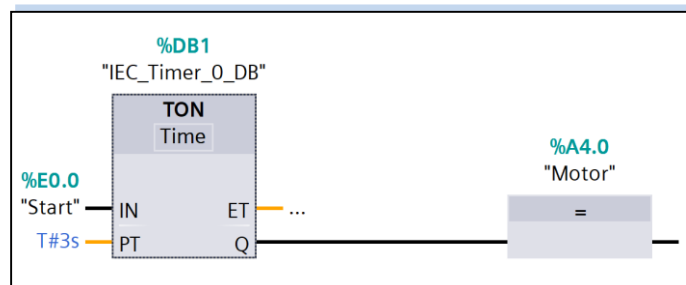
Jedem Aufruf der Anweisung "Impuls erzeugen" muss eine IEC-Zeit zugeordnet



werden, in der die Anweisungsdaten gespeichert werden.

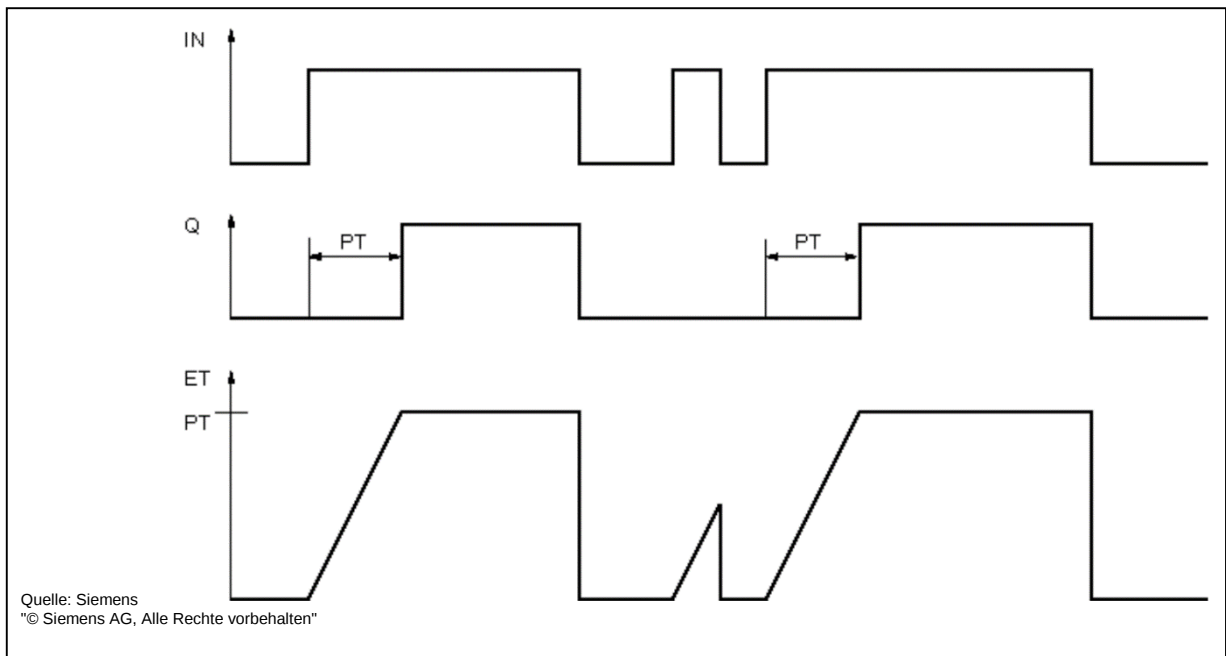
5.7 TON

Mit der Anweisung "Einschaltverzögerung erzeugen" verzögern Sie das Setzen des Ausgangs Q um die parametrisierte Zeitdauer PT. Die Anweisung wird gestartet, wenn das Verknüpfungsergebnis (VKE) am Eingang IN von "0" auf "1" wechselt (positive Signalfanke). Mit dem Start der Anweisung läuft die programmierte Zeitdauer PT ab. Wenn die Zeitdauer PT abgelaufen ist, liefert der Ausgang Q den Signalzustand "1". Der Ausgang Q bleibt so lange gesetzt, wie der Starteingang noch "1" führt. Wenn der Signalzustand am Starteingang von "1" auf "0" wechselt, wird der Ausgang Q zurückgesetzt. Die Zeitfunktion wird wieder gestartet, wenn eine neue positive Signalfanke am Starteingang erfasst wird.



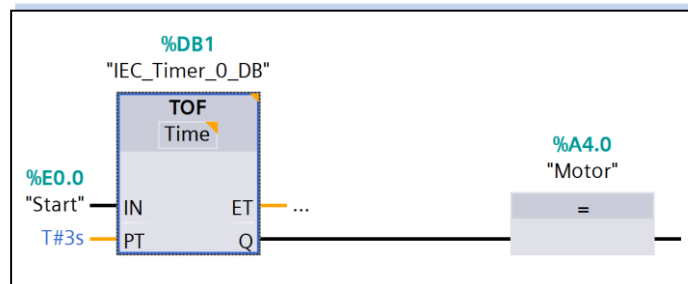
Am Ausgang ET kann der aktuelle Zeitwert abgefragt werden. Der Zeitwert beginnt bei T#0s und endet, wenn der Wert der Zeitdauer PT erreicht ist. Der Ausgang ET wird zurückgesetzt, sobald der Signalzustand am Eingang IN auf "0" wechselt.

Jedem Aufruf der Anweisung "Einschaltverzögerung erzeugen" muss eine IEC-Zeit zugeordnet werden, in der die Anweisungsdaten gespeichert werden.



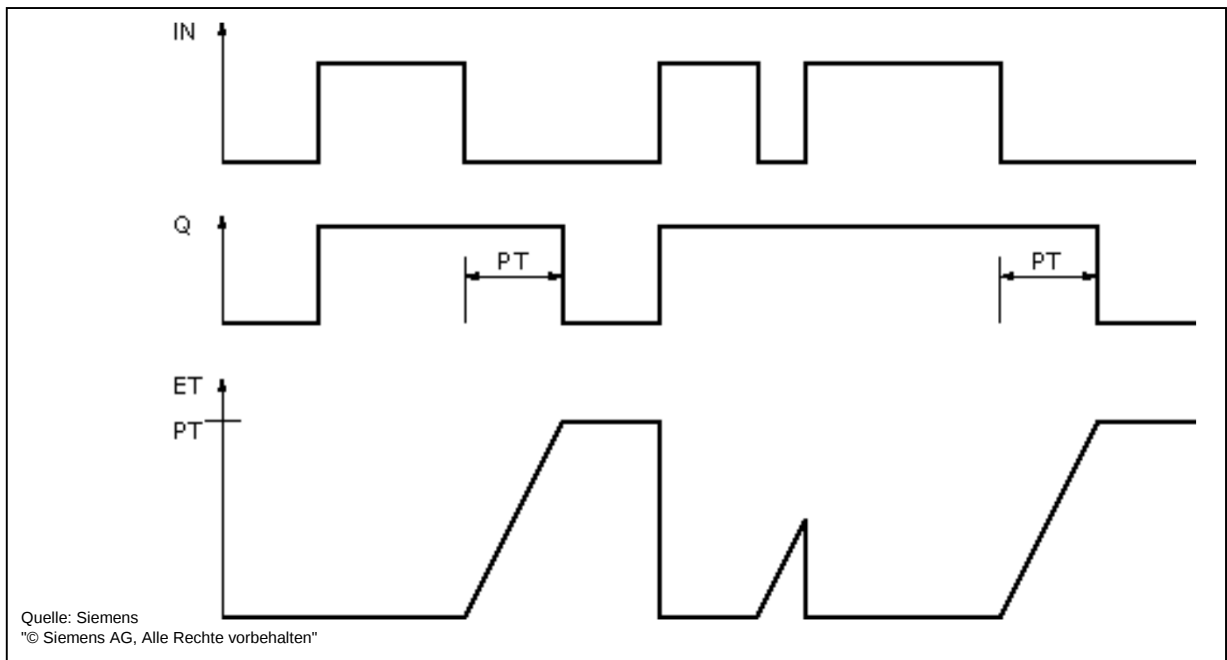
5.8 TOF

Mit der Anweisung "Ausschaltverzögerung erzeugen" verzögern Sie das Zurücksetzen des Ausgangs Q um die parametrisierte Zeitdauer PT. Der Ausgang Q wird gesetzt, wenn das Verknüpfungsergebnis (VKE) am Eingang IN von "0" auf "1" wechselt (positive Signalfanke). Wenn der Signalzustand am Eingang IN wieder auf "0" wechselt (positive Signalfanke), läuft die parametrisierte Zeitdauer PT ab. Der Ausgang Q bleibt gesetzt, solange die Zeitdauer PT läuft. Nach dem Ablauf der Zeitdauer PT wird der Ausgang Q zurückgesetzt. Falls der Signalzustand am Eingang IN auf "1" wechselt, bevor die Zeitdauer PT abgelaufen ist, wird die Zeit zurückgesetzt. Der Signalzustand am Ausgang Q bleibt weiterhin auf "1" gesetzt.



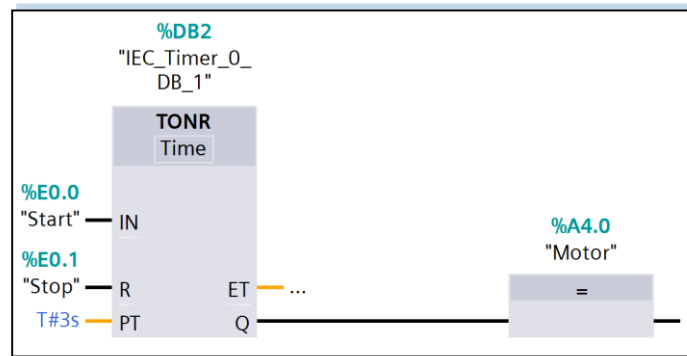
Am Ausgang ET kann der aktuelle Zeitwert abgefragt werden. Der Zeitwert beginnt bei T#0s und endet, wenn der Wert der Zeitdauer PT erreicht ist. Nach dem Ablauf der Zeitdauer PT bleibt der Ausgang ET solange auf dem aktuellen Wert stehen, bis der Eingang IN wieder auf "1" wechselt. Wenn der Eingang IN vor dem Ablauf der Zeitdauer PT auf "1" wechselt, wird der Ausgang ET auf den Wert T#0s zurückgesetzt.

Jedem Aufruf der Anweisung "Ausschaltverzögerung erzeugen" muss eine IEC-Zeit zugeordnet werden, in der die Anweisungsdaten gespeichert werden.



5.9 TONR

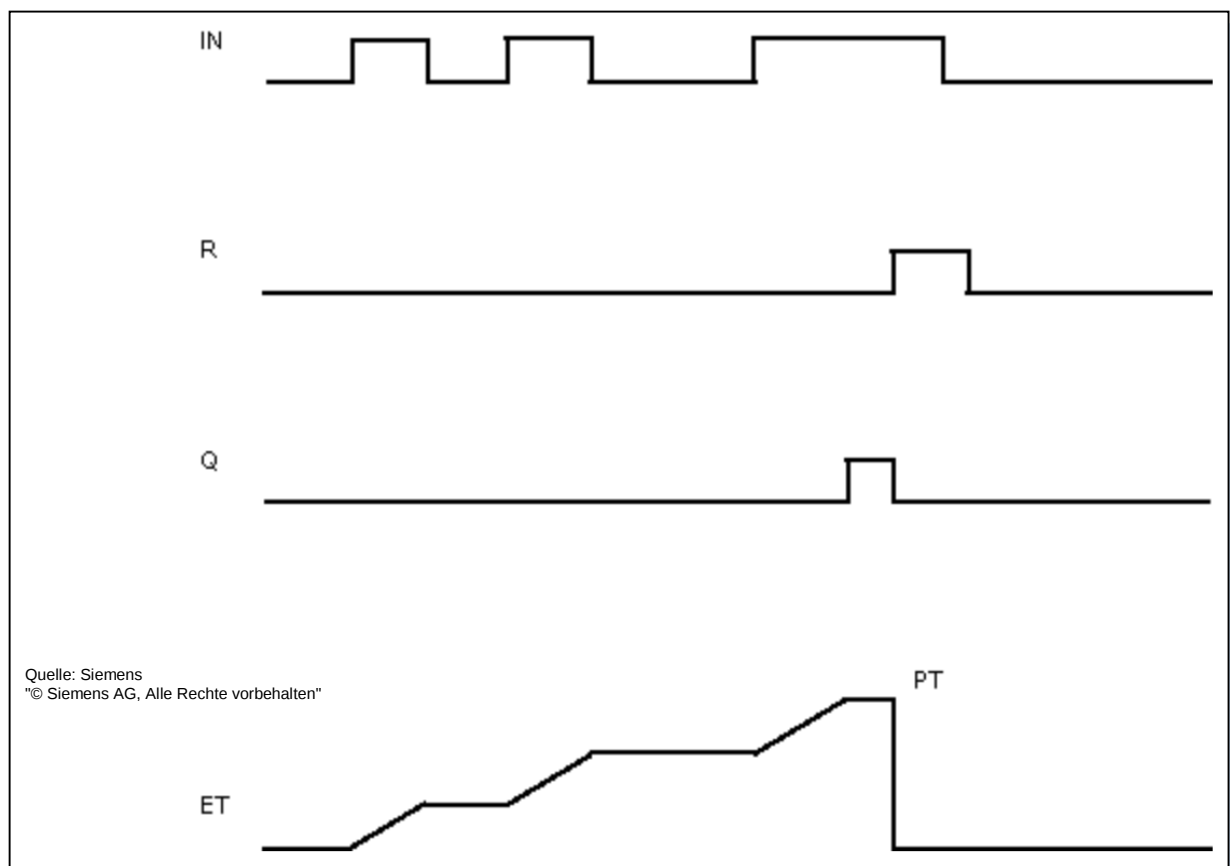
Mit der Anweisung "Zeit akkumulieren" akkumulieren Sie Zeitwerte innerhalb eines durch den Parameter PT gesetzten Zeitraums. Wenn das Verknüpfungsergebnis (VKE) am Eingang IN von "0" auf "1" wechselt (positive Signalfanke), wird die Anweisung ausgeführt und die parametrisierte Zeitdauer PT gestartet. Während



des Ablaufs der Zeitdauer PT werden die Zeitwerte akkumuliert, die bei einem Signalzustand "1" am Eingang IN erfasst werden. Die akkumulierte Zeit wird am Ausgang ET ausgegeben und kann an diesem abgefragt werden. Wenn der aktuelle Zeitwert PT erreicht ist, liefert der Ausgang Q den Signalzustand "1". Der Ausgang Q bleibt auf "1" gesetzt, auch wenn der Signalzustand am Eingang IN auf "0" wechselt.

Der Eingang R setzt die Ausgänge ET und Q unabhängig vom Signalzustand am Starteingang zurück.

Jedem Aufruf der Anweisung "Zeit akkumulieren" muss eine IEC-Zeit zugeordnet werden, in der die Anweisungsdaten gespeichert werden.



5.10 Taktgeber

In der Steuerungstechnik werden häufig Taktgeneratoren benötigt, um auf bestimmte Signale besonders aufmerksam zu machen.

Da nicht jede SPS „fertige“ Blinkgeber bzw. Blinkmerker hat, müssen diese oft vom Programmierer selbst geschrieben werden. Hierzu muss zuerst die Taktfrequenz berechnet werden.

$$f = \frac{1}{t_i + t_p}$$

Die Dauer einer Blinkperiode ist die Impulszeit plus der Pausenzeit, dies ergibt folgende Formel:

$$T = t_i + t_p$$

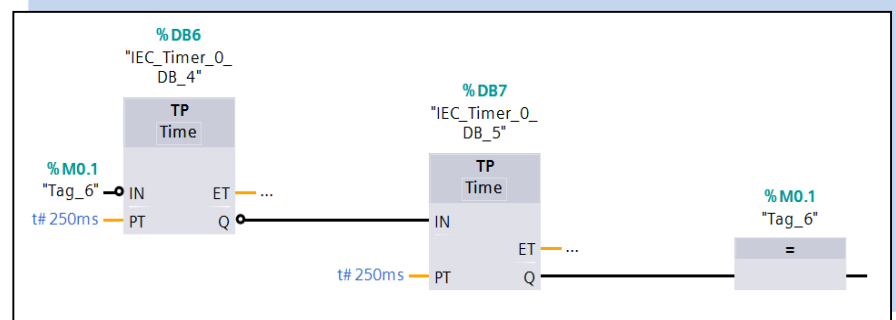
Beispiel:

Berechnen Sie die Zeitwerte der Timer 1 und 2 für eine Blinkfrequenz von 2Hz

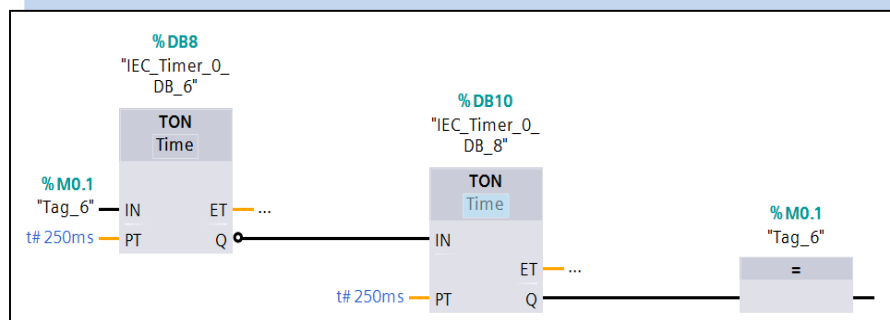
$$T = \frac{1}{f} = \text{---} =$$

$$t_i = t_p = \frac{T}{2} = \text{---} =$$

Beispiel 1:

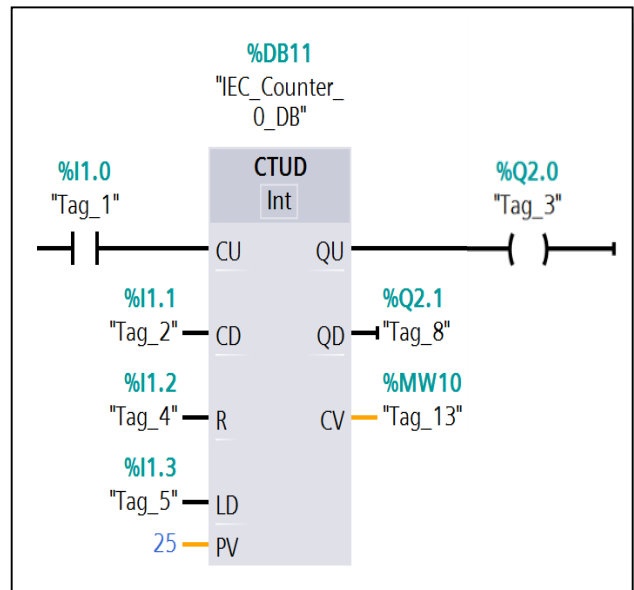


Beispiel 2:



6 Zähler

Mit der Anweisung "Vorwärts und rückwärts zählen" zählen Sie den Zählwert am Ausgang CV hoch und runter. Wenn der Signalzustand am Eingang CU von "0" auf "1" wechselt (positive Signalfanke), wird der aktuelle Zählwert um eins erhöht und am Ausgang CV abgelegt. Wenn der Signalzustand am Eingang CD von "0" auf "1" wechselt (positive Signalfanke), wird der aktuelle Zählwert am Ausgang CV um eins verringert. Wenn in einem Programmzyklus an den Eingängen CU und CD eine positive Signalfanke vorliegt, bleibt der aktuelle Zählwert am Ausgang CV unverändert.



Der Zählwert kann so lange erhöht werden, bis er den oberen Grenzwert des am Ausgang CV angegebenen Datentyps erreicht. Wenn der obere Grenzwert erreicht ist, wird der Zählwert bei einer positiven Signalfanke nicht mehr hoch gezählt. Wenn der untere Grenzwert des angegebenen Datentyps erreicht ist, wird der Zählwert nicht mehr verringert.

Wenn der Signalzustand am Eingang LD auf "1" wechselt, wird der Zählwert am Ausgang CV auf den Wert des Parameters PV gesetzt und in einem Flankenmarker gespeichert. Solange am Eingang LD der Signalzustand "1" ansteht, hat der Signalzustand an den Eingängen CU und CD keine Wirkung auf die Anweisung.

Der Zählwert wird auf "0" gesetzt und in einem Flankenmarker gespeichert, wenn der Signalzustand am Eingang R auf "1" wechselt. Solange am Eingang R der Signalzustand "1" ansteht, hat eine Änderung im Signalzustand an den Eingängen CU, CD und LD keine Wirkung auf die Anweisung "Vorwärts und rückwärts zählen".

Am Ausgang QU können Sie den Status des Vorwärtszählers abfragen. Wenn der aktuelle Zählwert größer oder gleich dem Wert des Parameters PV ist, wird der Ausgang QU auf den Signalzustand "1" gesetzt. In allen anderen Fällen ist der Signalzustand am Ausgang QU "0". Am Parameter PV können Sie auch eine Konstante angeben.

Am Ausgang QD können Sie den Status des Rückwärtszählers abfragen. Wenn der aktuelle Zählwert kleiner oder gleich Null ist, wird der Ausgang QD auf den Signalzustand "1" gesetzt. In allen anderen Fällen ist der Signalzustand am Ausgang QD "0".

6.1 Fragen zur Wiederholung

1. Welche der nachstehenden Signalpegelangaben sind bei einer Einschaltverzögerung richtig?

☐	a) vor Ablauf der Zeit:	Eingang = log. 1 / Ausgang = log. 1
☐	b) vor Ablauf der Zeit:	Eingang = log. 0 / Ausgang = log. 1
☐	c) vor Ablauf der Zeit:	Eingang = log. 1 / Ausgang = log. 0
☐	d) nach Ablauf der Zeit:	Eingang = log. 0 / Ausgang = log. 1
☐	e) nach Ablauf der Zeit:	Eingang = log. 1 / Ausgang = log. 0

2. Welche Bedeutung haben die folgenden Anweisungen: TP, TON, TOF?

3. Welche Aufgabe hat bei einem Zähler der „LD“-Eingang?

4. Was geschieht, wenn am „CU“-Eingang eines Zählers „1“-Signal anliegt, am „PV“-Eingang „25“ steht und am „LD“-Eingang das Signal von „0“ nach „1“ wechselt?

7 Grundlagen der Ablaufsteuerung

Bei komplexen Prozessen wird der Ablauf des Prozesses in aufeinander folgende Schritte aufgeteilt. Durch eine geeignete Programmiermethode ist es möglich, die festgelegte Reihenfolge der Einzelschritte sicherzustellen.

7.1 Programmierung nach dem Funktionsplan

Der Funktionsplan besteht aus einer Schrittkette und aus den einzelnen Schritten abgeleiteten Schaltzuständen der Betätigungsglieder. Bei der Umsetzung eines Funktionsplanes in die Programmiersprache wird zuerst die Schrittkette programmiert.

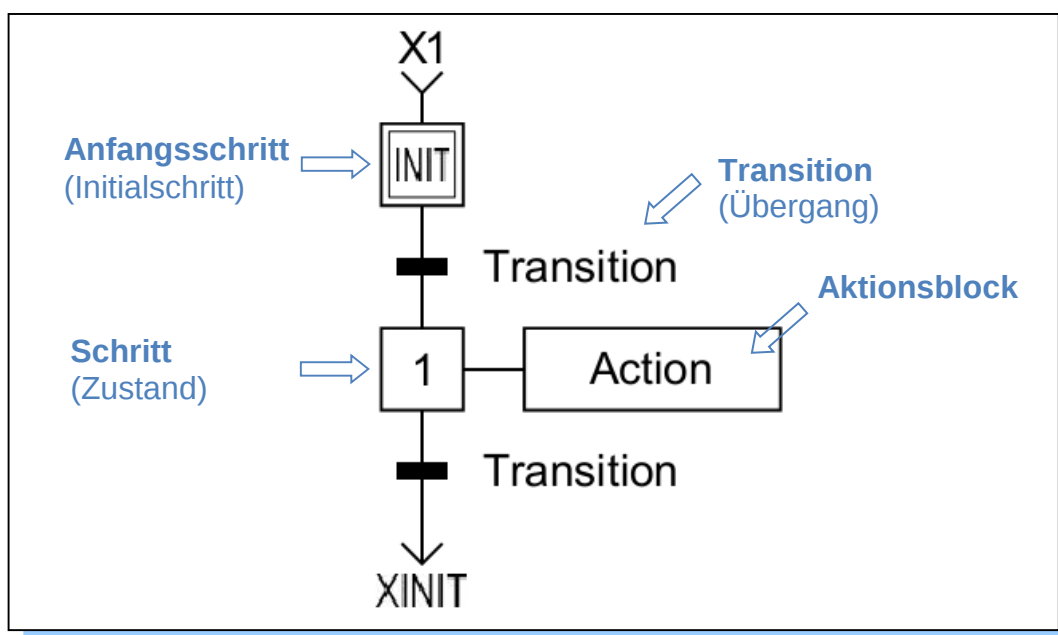
Die Setzbedingung eines Schrittes ist der vorhergehende Schritt, verknüpft mit zusätzlichen Operanden (E, A, M, T). Die Rücksetzbedingung eines Schrittes ist der nachfolgende Schritt.

Zu beachten ist, dass die Setzbedingung vor der Rücksetzbedingung programmiert wird. Sollen die Schaltzustände über mehrere aufeinander folgende Schritte erhalten bleiben, so werden sie mit den Hilfsfunktionen „Setzen“, „Rücksetzen“ programmiert. Die Schaltbedingungen der Operanden werden in der Reihenfolge der Adressen programmiert.

Mit Erfüllung der Eingangsbedingungen werden die Schrittmerker, programmabhängig gesetzt. Es wird immer nur jenes Teilprogramm bearbeiten, das für den Schaltablauf erforderlich ist.

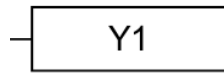
Auf diese Weise wird die Bearbeitungszeit für umfangreiche Programme wesentlich kürzer, aber auch die Fehlersuche vereinfacht, da immer nur ein Schrittmerker zu einer Zeit gesetzt sein kann!

7.2 Darstellung von Schritten in Ablaufsteuerungen (nach Grafzet)

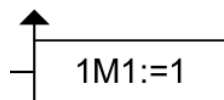


Aktionsblock:

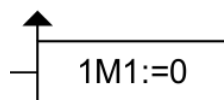
Im Aktionsblock wird der Ausgang, der im Schritt aktiviert wird, eingetragen.
 Es gibt folgende Möglichkeiten, wie die Aktion ausgeführt wird:



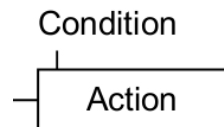
Aktion nicht gespeichert ausgeführt



Aktion gespeichert ausgeführt – gesetzt (:=1)



Aktion gespeichert ausgeführt – rückgesetzt (:=0)



Aktion mit Bedingung ausgeführt

Jeder mögliche Zustand einer Steuerung wird durch einen Schritt im Funktionsablaufplan dargestellt. Ein Schritt wird grafisch durch einen Block dargestellt und enthält den Schrittnamen in Form eines Bezeichners. Ein Schritt kann entweder aktiv (mit Aktion) oder inaktiv (Beharrungszustand) sein.

Zwischen den Schritten befindet sich immer ein Übergang (Transition). Dieser ist dafür verantwortlich, wann der aktive Zustand von einem Schritt auf den darauffolgenden wechselt.

Die Darstellung bei mehreren Übergangsbedingungen erfolgt mit booleschen Variablen. (UND, ODER, NICHT)

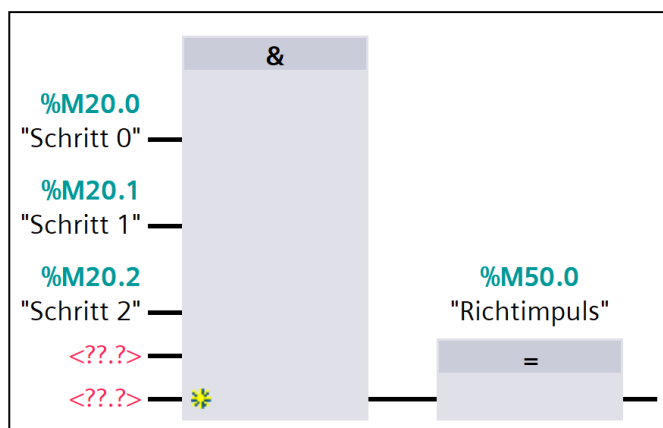
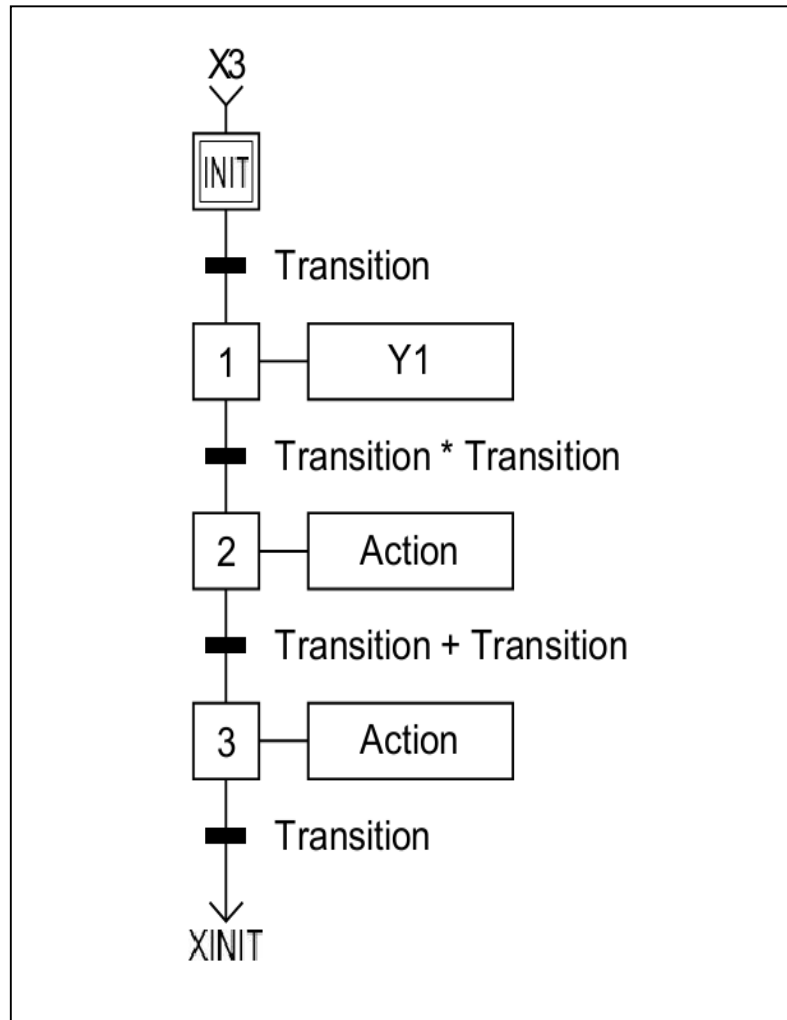
7.3 Grundform der Ablaufkette

Die Grundform der Ablaufkette ist der:

lineare Ablauf:

Eine Ablaufkette besteht aus einer Folge von Schritten und Transitionen. Dieser Wechsel wird als Folge wiederholt. Es wird eine Kettenschleife gebildet, um wieder zum Anfang zurückzukehren.

Durch eine Pfeildarstellung (siehe Beispiel) kann die zurückführende Wirkungslinie vermieden werden.

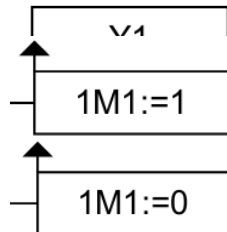


Zum erstmaligen Aktivieren des Initialschrittes kann z.B. ein Richtigimpuls verwendet werden (siehe Beispiel):

Diese Anweisungsfolge erzeugt einen einmaligen Richtigimpuls beim Einschalten der Steuerung und kann zum Setzen des Initialschrittes sowie zum Rücksetzen der anderen Schrittspeicher verwendet werden.

7.4 Fragen zur Wiederholung

1. Welche Bedeutung haben bei Ablaufsteuerungen nach Grafcet die Aktionen...?



2. Erklären Sie die Begriffe „Grundstellung der Ablaufkette“ und „Grundstellung der Anlage“.
3. Was verstehen Sie unter den Begriffen „Aktion“ und „Transition“?
4. Worauf ist nach Netzausfall und Netzwiederkehr zu achten wenn bei Schrittkettenprogrammierung remanente Merker verwendet werden?
5. Wie wird eine Überwachungszeit für mehrere Schritte realisiert?
6. Welcher Unterschied besteht bei Ablaufsteuerungen zwischen einer zeitgeführten Ablaufsteuerung und einer prozessgeführten Ablaufsteuerung?

8 Vorschriften und Bestimmungen

8.1 Sicherheit

Eine Anlage muss so entworfen werden, dass ein Sicherheitssystem gefährliche Fehler beim Entstehen erkennt und ihre Auswirkungen verhindert.

Eine Steuerung gilt als sicher, wenn das Auftreten gefährlicher Fehler bzw. deren Auswirkungen vollkommen verhindert wird. Diese höchste Sicherheit wird nie erreicht. Durch Einhalten der einschlägigen Vorschriften und Richtlinien erreicht man jedoch ein Höchstmaß an Sicherheit.

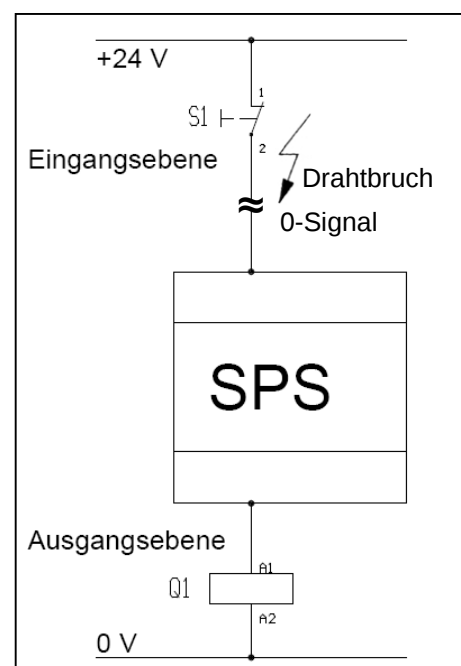
8.2 Sicherheitsbestimmungen

Bei Anlagen mit SPS-Geräten müssen die von der Schützsteuerung her bekannten Regeln berücksichtigt werden. Wichtig sind die VDE-Bestimmungen:

DIN VDE	0160	„Ausrüsten von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln“
DIN VDE	0113	„Elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen“
DIN VDE	0100-725	„Hilfsstromkreise“
DIN VDE	0100-727	„Antriebe und Antriebsgruppen“
DIN VDE	0100-410	„Schutzmaßnahmen“

Aus diesen Bestimmungen lassen sich die folgenden Sicherheitsmaßnahmen entnehmen:

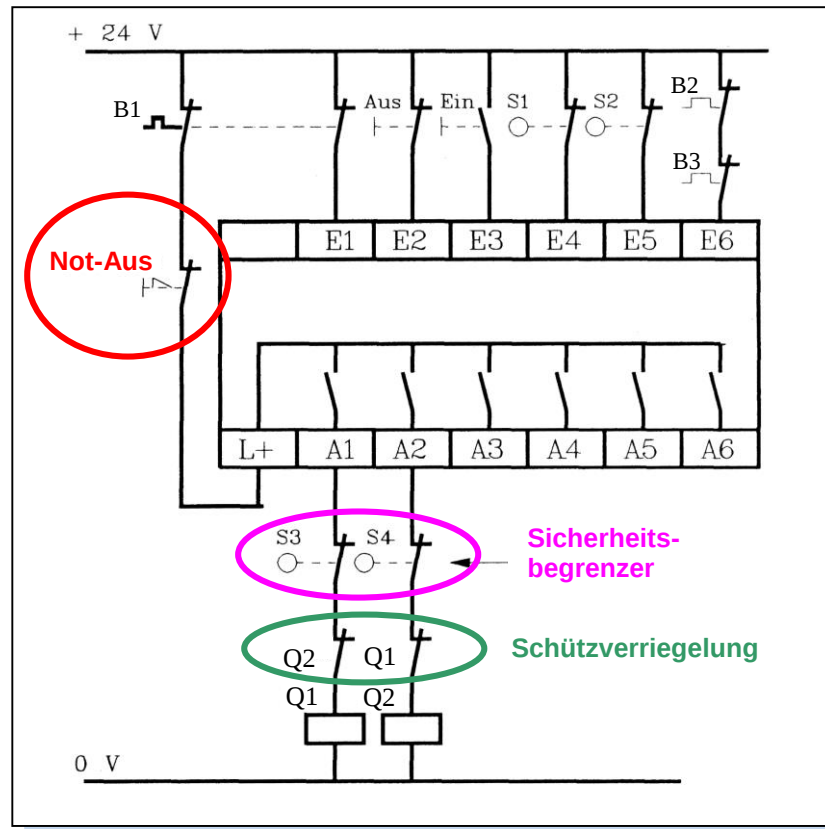
- Es müssen gefährliche Zustände verhindert werden, durch die Person gefährdet oder Maschinen und Material beschädigt werden können.
- Nach Wiederkehr einer vorher ausgefallenen Netzspannung dürfen Maschinen nicht selbständig wieder anlaufen.
- Bei Störungen im Automatisierungsgerät müssen Befehle vom NOT-AUS-Schalter und von Sicherheitsgrenzschalettern auf alle Fälle wirksam bleiben. Diese Schutzeinrichtungen sollen daher direkt an den Stellgeräten im Leistungsteil wirksam sein.
- Durch Fehler in den Geberstromkreisen wie Leiterbruch oder Erdschluss darf das Ausschalten nicht blockiert werden (z.B. Einschalten mit Schließern und Ausschalten mit Öffnern).



8.3 Sicherheitsmaßnahmen

Die Beachtung der Sicherheitsmaßnahmen soll an einem Beispiel gezeigt werden:

Die SPS-Stromversorgung liefert die 24-V-Gleichspannung für die Eingänge und die für die Programmbearbeitung notwendigen Spannungen. Diese Spannungen werden nicht über den NOT-AUS-Schalter abgeschaltet, d. h. im Fehlerfall bleibt das momentane Prozessabbild erhalten.



Der NOT-AUS-Taster wirkt unmittelbar auf die Spannungsversorgung der Ausgänge der SPS. Bei Betätigung des NOT-AUS-Tasters werden die Stellglieder spannungslos (Hardware-Reaktion), und per Programm wird ein Störmerker gesetzt und der Programmablauf unterbrochen (Software-Reaktion).

Im Überlast- oder Kurzschlussfall unterbricht B1 den Motorstromkreis direkt. Der Hilfskontakt von B1 wirkt auf das Programm, die Spannung für die Stellglieder wird abgeschaltet und der Programmablauf unterbrochen.

Neben den beiden Grenztastern S1 und S2 für den automatischen Wendebetrieb, die im Programm abgefragt werden, sind in der Praxis noch Sicherheitsgrenztaster eingesetzt. Spricht ein Grenztaster wegen eines Defektes nicht an, läuft der Motor in der momentanen Drehrichtung weiter, und der Sicherheitsgrenztaster wird erreicht, wobei die Steuerung durch S3 bzw. S4 abgeschaltet wird.

Genauso behandelt man Schütz-Verriegelungskontakte. Eine verdrahtete Verriegelung bietet die Gewähr, dass im Falle des „Klebens“ eines Schützes das andere Schütz nicht anzieht, obwohl ein entsprechendes Signal am Ausgang der SPS anliegt.

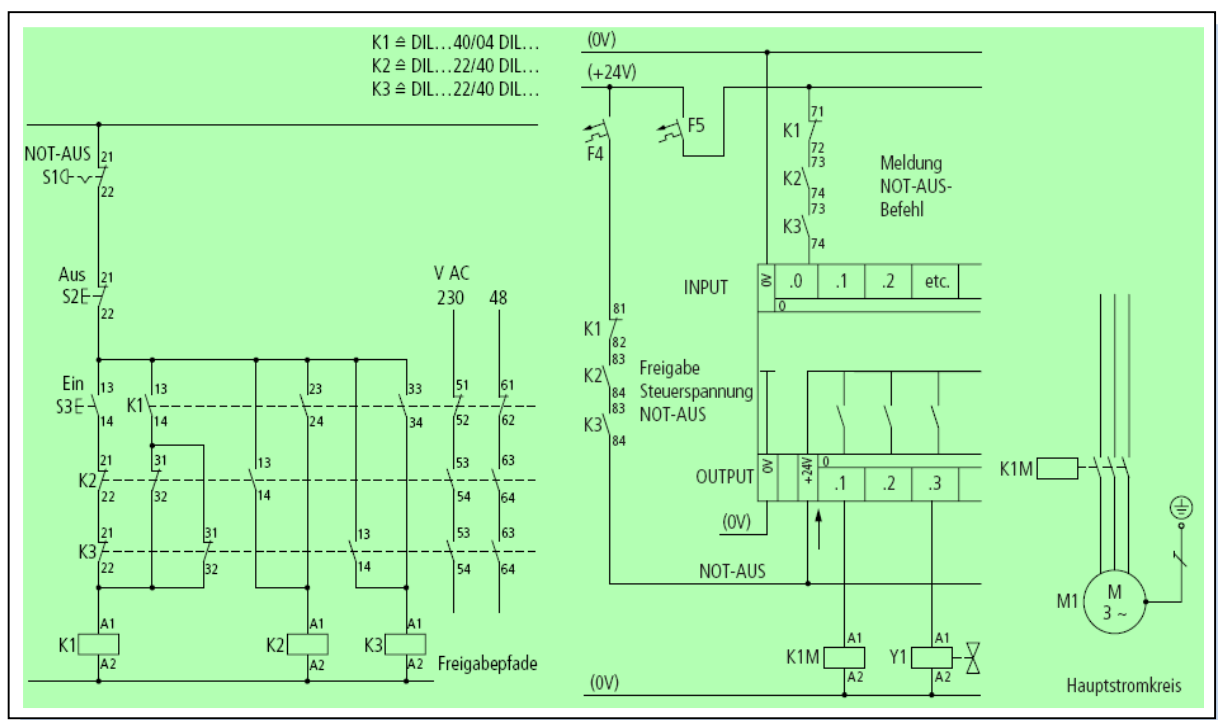
8.4 NOT-AUS-Einrichtung

Das NOT-AUS-Signal wirkt auf den Eingang und unmittelbar im Ausgang in der sog. NOT-AUS- und Sicherheitsschaltenebene. Diese unterlagerte Steuerebene verhindert Schadensauswirkungen bei Störfällen an kritischen Antrieben.

8.4.1 Stillsetzen im Notfall bei SPS-Geräten:

Beim Einsatz von Speicherprogrammierbaren Steuerungen wird in der Regel das SPS-Gerät im Notfall nicht ausgeschaltet. Die Ausschaltfunktion wirkt in diesem Fall jeweils direkt auf die Gefahr bringenden Antriebe und wird separat zur Auswertung auf die SPS geführt.

Im Anwenderprogramm muss dann ein automatisches wieder Anlaufen nach dem freigeben des Sicherheitsrelais verhindert werden. Auf Grund dieser programmabhängigen Sicherheit kann mit dieser Schaltung maximal die Sicherheitskategorie 2 (nach IN EN ISO 13849-1) erreicht werden.



Redundanz: Im Falle eines Fehlers in einem Sicherheitskreis übernimmt ein anderer Kreis diese Funktion.

8.5 Weitere Sicherheitsmaßnahmen

VDI 2820 Blatt 5 nennt weitere Sicherheitsmaßnahmen. Es sind dies:

- ➡ SPS mit Redundanz,
- ➡ SPS mit Sicherheit erhöhenden Maßnahmen.

Bei einer SPS mit Redundanz gelangt ein Signal auf die Eingänge zweier Automatisierungsgeräte. Die Ausgangssignale beider Geräte werden in einem Vergleichsmodul miteinander verglichen. Nur wenn beide SPS gleiche Ausgangssignale aufweisen, wird das Stellglied im Ausgang angesteuert. Eine Einkanalige SPS kann durch zusätzliche Maßnahmen sicherer gemacht werden.

Maßnahmen können sein:

- zusätzliche Software (z.B. Ausgabe mehrmals berechnen),
- Selbstüberwachung (z.B. Zykluszeitüberwachung),
- Rückkopplung der Ausgangssignale auf die Eingänge,
- hardwareseitige Schutzmaßnahmen.

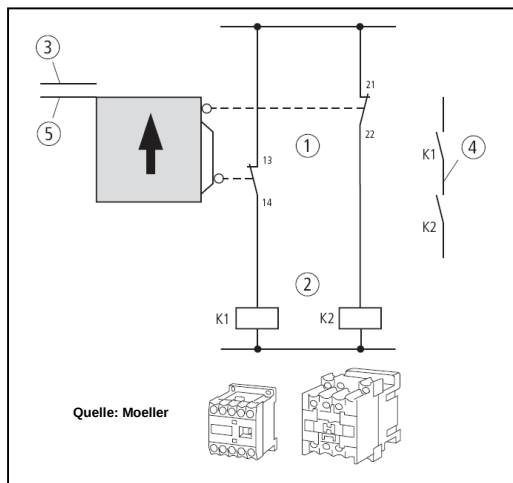
8.5.1 Pressensicherheitssteuerung

Der Automatikteil ohne Sicherheitsfunktionen kann bei Pressen mit Einzelhub eine speicherprogrammierbare oder auch fest verdrahtete Elektroniksteuerung sein.

Für die sicherheitskritischen Funktionen werden elektromechanische Steuerungsmittel eingesetzt. Diese realisieren z.B. das gleichzeitige Betätigen von zwei Tastern innerhalb einer festgelegten kurzen Zeit. Das ist auf vorausschaubare Sicht die wirtschaftlichere Alternative zu sicherheitskontrollierten mehrkanaligen Elektroniksystemen.

8.5.2 Risikoverminderung

Eine weitere Möglichkeit der Risikominimierung im Gefahrenfall ist ein automatisches Abschalten der Anlage oder von Teilen der Anlage. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit kann durch Diversität erfolgen. Diversität bedeutet, dass die Sicherheit nicht nur durch Redundanz erreicht wird, sondern dass die Redundanz durch zwei unterschiedliche Systeme erreicht wird.



Beispiel:

- ① funktionelle Diversität durch Kombination von Öffner und Schließer
- ② Gerätediversität durch Verwendung unterschiedlicher Gerätearten (hier unterschiedliche Hilfsschütztypen)
- ③ Schutzeinrichtung offen
- ④ Rückführkreis
- ⑤ Schutzeinrichtung geschlossen

8.6 Fragen zur Wiederholung

1. Beschreiben Sie den Begriff „Drahtbruchsicherheit“.
2. Erklären Sie den Begriff „Zweihandsteuerung“.
3. Nennen Sie drei sicherheitstechnische Maßnahmen, die hardwaremäßig aufgebaut werden können.
4. Wie ist beim Einsatz von SPS-Automatisierungsgeräten die NOT-AUS-Einrichtung auszuführen?
5. Wann müssen Sicherheitsgrenztaster eingesetzt werden?
6. Warum dürfen zu verriegelnde Ausgänge (z. B. Antriebe) nicht nur softwareseitig verriegelt werden?

9 Stichwortverzeichnis

A		L	
Ablaufsteuerung	49	LWORD	5
Darstellung	49		
linear	51	M	
Action	49	modulare SPS	18
Aktion	50		
Aktionsblock	49, 50	N	
analoge Signale	4	NAND-Funktion	13, 14
Arbeitsprinzip	24	NICHT-Funktion	13
Arbeitsspeicher (RAM)	24, 25	NOR-Funktion	14, 15
		Not-Aus	53, 54, 55
B			
Bausteine		O	
editieren	31	ODER-Funktion	13
BCD-Code	5, 11		
binäre Signale	4	P	
Bit	5	PAA	24
Byte	5	PAE	24
		Pegel	3
C		Portalansicht	26
CPU	20, 28, 30	Potenz	6
CPU-Namen	30	Pressensicherheitssteuerung	56
		Programmspeicher	25
D		Projekt	
De Morgansches Gesetz	15	Navigation	27
Dezimal	6	neu	28
Dezimalsystem	6	Projektansicht	26, 27
Diversität	56	PROM	24, 25
Dualsystem	7	Prozessabbild	24
DWORD	5		
		R	
E		Rechenregeln	9
EAROM	25	Rechenregeln für Dualzahlen	9
EEPROM	24, 25	Redundanz	55, 56
EPROM	24, 25	Richtimpuls	51
EXOR-Funktion	14	ROM	24, 25
F		S	
Flankenauswertung	33	S7-1500	
Funktionsplan	31	Anschluss	21
		Aufbau	19
H		Erdungskonzept	22
Hardwarekonfiguration	29	Stromversorgung	20
Hexadezimalsystem	5	S7-Programm	26
		Schaltalgebra	12, 16
I		Schnittstelleneinstellungen	30
Initialschritt	51	Schritt	49
IP-Adresse	30	Schrittkeite	49
		Schrittmerker	49
K		Schutzleiterverbindung	20
Kleinststeuerung	18	Sicherheit	53
Kompaktsteuerung	18	Sicherheitsrelais	55
		Signal	
		analog	4
		binär	4

Signalpegel.....	3
Speicherarten	24
Speicherglieder.....	32
speicherprogrammiert.....	23
SPS	3, 4, 23
Stellenwert.....	6
System	
Dual	7
hexadecimal.....	10
Systemmerkerbyte.....	30
Systemspeicher	25

T

Taktgeber	46
Taktmerkerbyte.....	30
Tetrade	5
Transition.....	49, 50, 51

U

UND-Funktion.....	13
-------------------	----

V

Variablentabelle.....	31
-----------------------	----

verbindungsprogrammiert.....	23
Verriegelung	54
Vorschriften	53

W

Wahrheitstabelle.....	12
WORD	5

Z

Zahlensystem	
dezimales	6
hexadezimales.....	5
Zahlensystem Dezimal	6
Zähler	47
Zeiten	
Ausschaltverzögerung	41
Einschaltverzögerung	39
Impuls	37
speichernde Einschaltverzögerung.....	40
TOF	44
TON	43
TONR	45
TP	42
verlängerter Impuls	38

*

* Quellen:

Siemenshandbücher
„Automatisieren mit SPS“ Wellenreuther/Zastrow
Lehrgangsunterlagen ZWH
SIMATIC ist eine eingetragene Marke der Siemens AG
STEP 7 ist eine eingetragene Marke der Siemens AG