

gewählten Wert (Verzögerungszeit) eingestellt werden kann. In festgelegten Einheiten (Zeiteinheiten, z. B. 1/10 s) wird der Zählerinhalt um den Wert „1“ reduziert. Sobald der Zähler den Wert „0“ erreicht hat, ist die Verzögerungszeit abgelaufen. Bei den Zählern wird der vorgeählte Wert nicht von einem festgelegten Zeitwert herunter gezählt, sondern das Reduzieren um den Wert „1“ (Rückwärtszähler) oder Erhöhen um den Wert „1“ (Vorwärtszähler) erfolgt durch einen externen Impuls.

Bei einigen AS ist es auch möglich, mit externen Zeit- und Zählerbaugruppen zu arbeiten. Diese Zeit- und Zählerbaugruppen werden von außen über Potenziometer oder Zifferneinsteller eingestellt. Sie können von den Ausgängen des AS angesteuert und die Signalzustände über Eingabebefehle abgefragt werden. Im Gegensatz zu programmierbaren Zeit- oder Zählgliedern lassen sich die Zeit- und Zählwerte während des Betriebes ohne Eingriff in das Steuerprogramm verändern.

### 1.3 Programmierstellung

Im Gegensatz zu verbindungsprogrammierten Steuerungen (z. B. Schütz- oder Relaissteuerungen), bei denen das Programm in den Verbindungen der Schaltgeräte untereinander und der Ausführung der Schaltgeräte realisiert ist, wird bei speicherprogrammierbaren Steuerungen das Programm mithilfe von Steueranweisungen in einen Programmspeicher abgelegt. Diese Anweisungen legen fest, wie das Automatisierungssystem eine Anlage steuern soll. In der DIN 19239 sind die wichtigsten Begriffe für die Programmiersprachen der SPS-Hersteller festgelegt. In der internationalen Norm IEC/EN 61131-3 ist die grundsätzliche funktionale Struktur einer speicherprogrammierbaren Steuerung beschrieben.

#### Darstellungsarten

Bei der Programmierung stehen häufig die Darstellungsarten zur Verfügung:

- AWL (Anweisungsliste)
- FUP (Funktionsplan) und
- KOP (Kontaktplan)

Damit können die Programme für die Automatisierungssysteme programmiert werden. Der Befehlsvorrat umfasst ca. 150 Befehle.

Die kleinste Einheit eines Anwenderprogramms wird als Steueranweisung (Bild 12) bezeichnet.

#### AWL

Im Bild 13 ist eine ODER- vor UND-Verknüpfung in der Darstellungsart AWL (Anweisungsliste) dargestellt. Die Bezeichnungen der Ein- und Ausgänge der Schaltung ergeben sich beim Festlegen des Hardwareaufbaus.

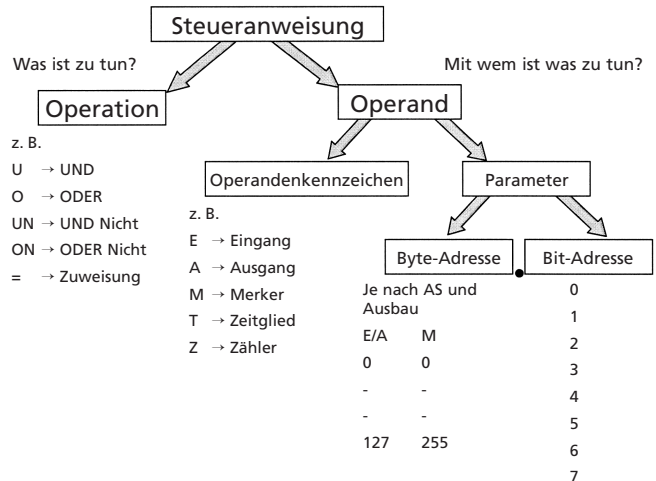


Bild 12: Aufbau einer Steueranweisung

- O „E 1“
- O „E 2“
- U „E 3“
- = „A 1“

Bild 13: Darstellungsart AWL

#### FUP

Im Funktionsplan werden durch genormte Symbole die einzeln miteinander verknüpften Funktionen dargestellt. Das STEP7-Programm folgt in der Darstellung den DIN-Normen DIN 40900 und DIN 40719. Die Funktionen basieren auf der IEC 61131-3. Das Funktionskennzeichen innerhalb des rechteckigen Symbols definiert dabei die Art der Funktion. Neben den reinen Verknüpfungsfunktionen UND (&) bzw. ODER (> = 1) können auch Zeit-, Speicher-, Zähler- und Vergleichsfunktionen im Funktionsplan dargestellt werden. Auch für arithmetische Funktionen stehen Bildzeichen zur Verfügung.

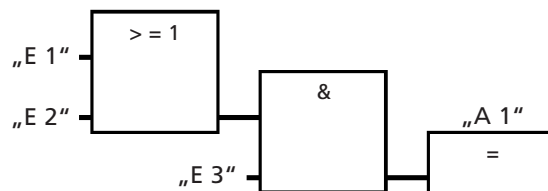


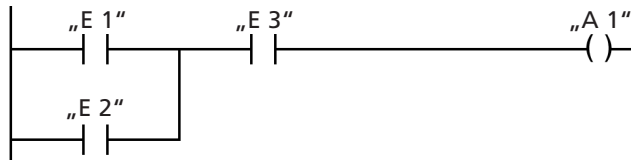
Bild 14: STEP7-Darstellung im Funktionsplan

Die Eingänge der Funktion sind auf der linken Seite des Funktionssymbols angeordnet. Dort kann der Operandenteil einer Steueranweisung eingetragen werden. Man spricht dabei von der Abfrage von Operanden. Dieses können z. B. Eingänge, Merker und Ausgänge sein. Auf der rechten Seite des Funktionssymbols sind die Ausgänge angeordnet. Die Ausgänge entsprechen z. B. der Zuweisung (=) in der Darstellung AWL.

Ein wichtiger Vorteil der FUP-Darstellung ist, dass die Funktionslogiken auch von Nichtelektrikern verstanden werden (z. B. Verfahrenstechniker, Maschinenbaufachleute).

**KOP**

Die Darstellungsart Kontaktplan (KOP) ähnelt einem Stromlaufplan. Allerdings verlaufen die Strompfade dabei nicht senkrecht wie bei einem Stromlaufplan, sondern waagrecht. Ebenso wie der Funktionsplan greift auch der Kontaktplan auf die Symbole einer Schreibmaschinentastatur zurück. Die Funktion, die im Bild 14, → S. 10 dargestellt ist, würde im Kontaktplan nach Bild 15 dargestellt werden.



**Bild 15:** Kontaktplan in STEP7

Bei einem Automatisierungssystem kommt der Signalabfrage eines Parameters eine besondere Bedeutung zu. Einem AS ist es egal, ob am Eingang z. B. ein Öffner oder ein Schließer installiert ist. Für die Signalverarbeitung ist der für den Schaltvorgang wichtige Signalzustand „0“ bzw. „1“ entscheidend. Sowohl Schließer als auch Öffner liefern der SPS beide Signalzustände. Der Anwender muss also den für seinen Schaltkreis richtigen Signalzustand verarbeiten.

Die Signale an den Ein- und Ausgängen einer SPS werden als Spannungspegel dargestellt. Dabei gilt folgende Zuordnung:

- Spannung vorhanden → „1“-Signal
- keine Spannung vorhanden → „0“-Signal

„Spannung vorhanden“ bedeutet jedoch nicht, dass am entsprechenden Eingang auch wirklich die Nennspannung anliegt. Im praktischen Betrieb kommt es häufig zu Spannungsabfällen, die z. B. durch die Leitungswiderstände oder durch elektronische Schalter hervorgerufen werden. Ebenfalls kann es durch Einkopplungen zu Überspannungen kommen.

„Spannung nicht vorhanden“ bedeutet nicht, dass der entsprechende Eingang exakt ein Potenzial von 0 V aufweist. Auch hier kann es z. B. durch Störungseinkopplung bzw. Spannungsverschleppung zu einer Spannung kommen, die nicht 0 V beträgt.

Deshalb werden sog. Spannungspegel definiert. Der Spannungspegel gibt an, in welchem Bereich die Spannung je nach Signalzustand schwanken darf. Es sei darauf hingewiesen, dass die Spannungspegel herstellerspezifisch und typspezifisch unterschiedlich sein können.

Im SPS-Bereich können beispielsweise bezüglich der Ein- und Ausgänge folgende Zuordnungen gelten:

- „0“-Signal → „L“-Pegel → -30 V bis +5 V
- „1“-Signal → „H“-Pegel → +13 V bis +30 V

Bei einem Signalpegel zwischen 5 V und 13 V ist der Zustand undefiniert.

**Adressierung von Ein- und Ausgängen**

Um in einem Programm einer SPS den Schaltzustand eines Signalgebers abzufragen, muss festgestellt werden, ob die zu diesem Signalgeber gehörende Anschlussklemme Spannung führt. Wenn aber der Signalzustand der Anschlussklemme in einer Anweisung erfragt werden soll, dann muss diese Klemme eine eindeutige Bezeichnung haben. Die Bezeichnung eines Eingangs oder Ausganges nennt man seine Adresse. Jede Adresse einer solchen Anschlussklemme besteht aus

- einer Abkürzung für den eingebauten Baugruppentyp,
- einer Nummer,
- einer Kanalnummer (Anschlussnummer auf der Baugruppe).

Steckplatz	1	2	3	4	5	6	7
	Spannungsversorgung	CPU	IM	Byte 0	Byte 4	Byte 8	Byte 12
				Byte 1	Byte 5	Byte 9	Byte 13
				Byte 2	Byte 6	Byte 10	Byte 14
				Byte 3	Byte 7	Byte 11	Byte 15

**Bild 16:** Nummerierung der einzelnen Steckplätze mit Byteadresse

**1.4 Logische Grundverknüpfungen**

In einer Steuerung hängt das Ergebnis (Ausgang) von der Erfüllung bestimmter Bedingungen (Eingang) ab. In der konventionellen Steuerungstechnik verwendet man Kontakte (Öffner oder Schließer) in Reihen- oder Parallelschaltung, sodass der Ausgang die gewünschte Funktion zeigt. Reihen- und Parallelschaltungen bilden ebenfalls die Basis von logischen Verknüpfungen. Mit logischen Verknüpfungen lässt sich das Programm einer SPS eindeutig beschreiben.

**UND-Verknüpfung**

Die UND-Verknüpfung (Bild 17, → S. 12) wird in der konventionellen Steuerungstechnik durch eine Reihenschaltung von Kontakten realisiert. Die Meldeleuchte ist nur dann eingeschaltet, wenn alle Kontakte (E1, E2 und E3) gleichzeitig geschlossen sind.

Die Aussage des Funktionsplanes lautet:

**Der Ausgang führt nur dann 1-Signal, wenn alle Eingänge 1-Signal führen.**

Zusätzlich ist im Bild der Kontaktplan (KOP), der häufig zur grafischen Darstellung von SPS-Programmen benutzt wird, dargestellt.

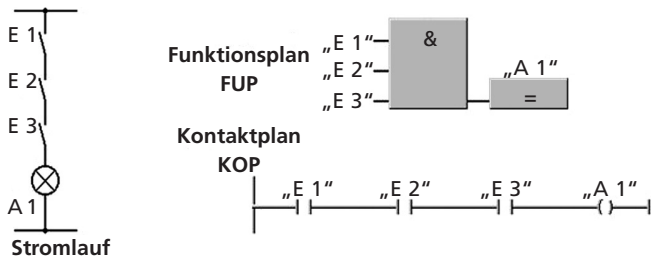


Bild 17: UND-Verknüpfung

**ODER-Verknüpfung**

Die ODER-Verknüpfung (Bild 18) wird in der konventionellen Steuerungstechnik durch eine Parallelschaltung von Kontakten realisiert. Die Meldeleuchte ist immer dann eingeschaltet, wenn mindestens ein Kontakt geschlossen ist.

Die Aussage des Funktionsplanes lautet:

Der Ausgang führt immer dann 1-Signal, wenn mindestens ein Eingang 1-Signal führt.

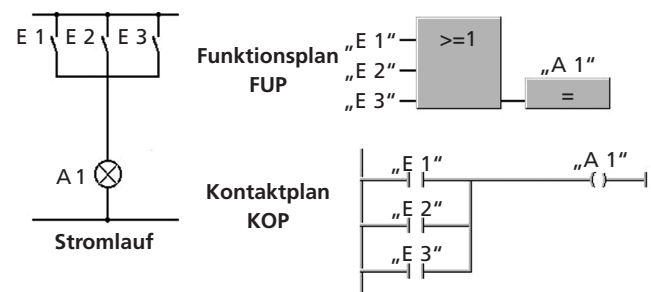


Bild 18: ODER-Verknüpfung

**Negation (NICHT-Verknüpfung)**

In der konventionellen Steuerungstechnik benötigt man für eine Negation ein Relais. Der Öffner des Relais schaltet den Ausgang. Das bedeutet, solange der Kontakt E1 nicht geschlossen ist, führt der Ausgang 1-Signal. Ein Schließen des Kontaktes führt zur Erregung des Relais, der Kontakt öffnet und der Ausgang führt 0-Signal.

Eine Negation bedeutet:

Liegt am Eingang ein 1-Signal, wird der Ausgang 0-Signal führen, liegt am Eingang ein 0-Signal, führt der Ausgang 1-Signal.

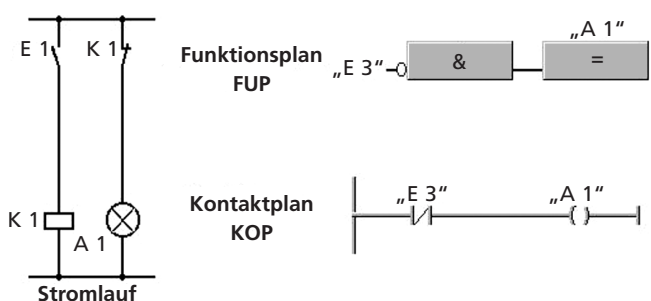


Bild 19: NICHT-Verknüpfung

Die Negation wird im Funktionsplan durch den offenen Kreis gekennzeichnet. Dabei ist es unwesentlich, ob der Ausgang oder der Eingang negiert wird. Es ergibt sich immer die gleiche Funktion. Im Kontaktplan wird die Negation des Einganges durch den im Symbol enthaltenen Schrägstrich gekennzeichnet.

Durch Kombination der Grundfunktionen entstehen die logischen Verknüpfungen:

- NAND (Nicht-Und)
- NOR (Nicht-Oder)
- ANTIVALENZ (Ungleich)
- ÄQUIVALENZ (Gleich)

**1.5 Speicherglieder**

Bei SPS-Geräten können Merker und Ausgänge speichernd gesetzt und rückgesetzt werden. Der Befehl „S“ bedeutet, dass der dem Befehl nachfolgende Operand aufspeichernd auf den Wert „1“ gesetzt wird. Der Befehl „R“ bedeutet, dass der dem Befehl folgende Operand auf den Wert „0“ gesetzt wird. Einen Vorrang der Setz- bzw. der Rücksetzfunktion wird durch die Reihenfolge der Programmabarbeitung vorgegeben. Die Anweisung, die zuletzt bearbeitet wird, beeinflusst in einem Programmzyklus z. B. als letzte das Prozessabbild der Ausgänge (Bild 20, Bild 21).

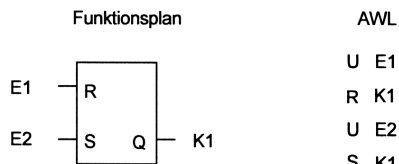


Bild 20: Speicherglied mit Vorrang Aus

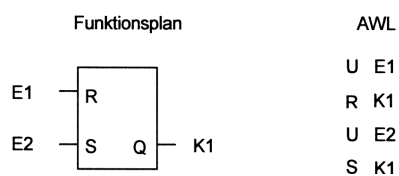


Bild 21: Speicherglied mit Vorrang Ein

**Aufgabe 4:**

Sie wollen ein Kühlaggregat mit einem Taster speichernd ein- und ausschalten. Muss hier ein Speicherglied vorrangig Setzen oder vorrangig Rücksetzen eingesetzt werden? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

---



---



---