

AUTOMATISIERUNG

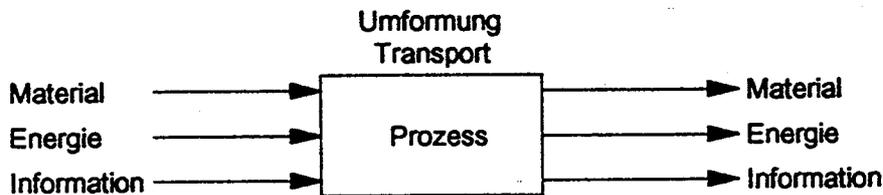
Die Automatisierung kommt überall dort zum Einsatz, wo für den Menschen abstumpfende, schwere, lästige oder gesundheitsgefährdende Routinearbeiten anfallen. Dies gilt besonders für technische Produktionsprozesse, wo auch aus Spar- und Effizienzgründen automatisiert wird. Weitere Einsatzgebiete finden sich z.B. in der Haustechnik, in der Verkehrsleittechnik und bei der Energieerzeugung

Massgebend für die Automatisierung sind die modernen Steuer- und Regelgeräte, die die Voraussetzung dafür schaffen, dass Arbeitsprozesse mehr oder weniger 'automatisiert' ablaufen können. Der Mensch ist nach wie vor Befehlsgeber der Maschine.

Beispiel: Die Hausfrau stellt ihre automatische Waschmaschine auf ein Waschprogramm ein und startet die Maschine. Der gesamte Waschvorgang bis hin zur sauberen, trockenen Wäsche wird von der Maschine selbständig übernommen.

PROZESS

Ein Prozess ist ein Vorgang zur Umformung und/oder Transport von Material, Energie und/oder Information².

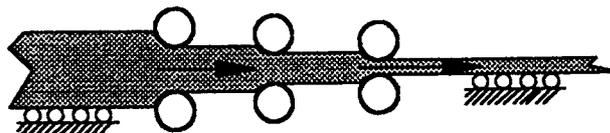


Es lassen sich grob die vier Prozessklassen unterscheiden

- ◆ **Verfahrensprozesse** aus Rohstoffen werden Werkstoffe oder Energie erzeugt
- ◆ **Fertigungsprozesse** Werkstoffe werden durch mechanische Bearbeitung verändert
- ◆ **Verteilungsprozesse** Material, Energie oder Information wird räumlich/zeitlich verteilt
- ◆ **Mess- und Prüfprozesse** Untersuchung von Eigenschaften von Objekten

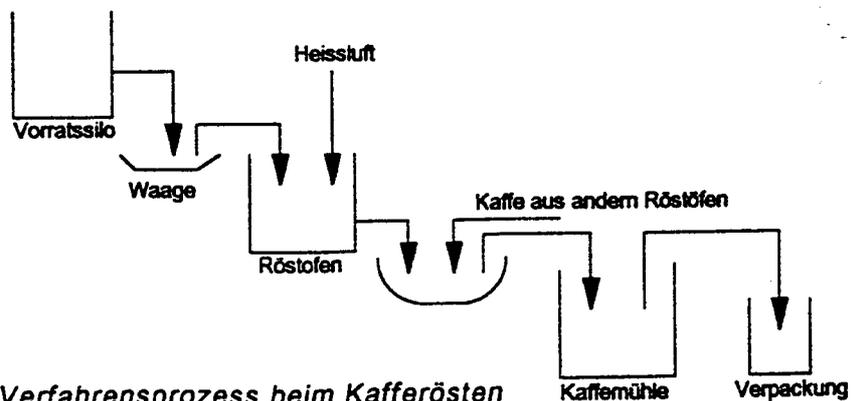
die wiederum bezüglich ihrem Verhalten in

- ◆ **kontinuierliche**



Walzwerk für Eisenbleche

- ◆ **diskontinuierliche**



Verfahrensprozess beim Kaffee rösten

Prozesse unterschieden werden können.

¹ Der Begriff "Automat" kommt aus dem Griechischen und bedeutet "Selbstbeweger"

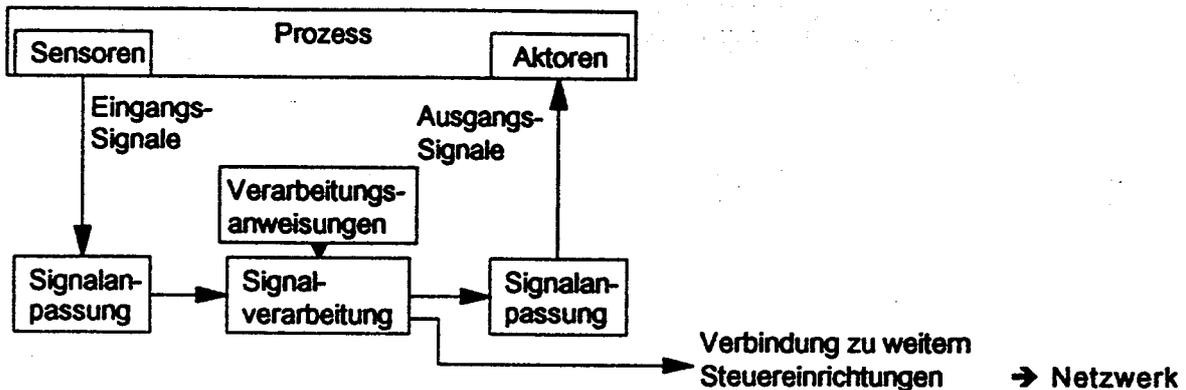
² Definition nach DIN 66201

Komponenten eines Prozesses

Ein automatischer Arbeitsablauf eines technischen Prozesses erfordert, dass bestimmte physikalische Grössen gemessen und auf einem vorgegebenen Wert gehalten und Abläufe gesteuert werden. Die Aufgaben eines Steuerungssystems, die sich daraus ergeben, lassen sich in drei Gruppen unterteilen:

- ◆ Erfassung von Prozessdaten
- ◆ Verarbeitung von Prozesszustandsdaten
- ◆ Beeinflussung des Prozesses aufgrund der Verarbeitungsergebnisse

Mit folgenden Systemkomponenten kann diese Aufgabe erfüllt werden



- ◆ Sensoren erfassen (messen) die Prozesszustände und erzeugen Messsignale
- ◆ die Messsignale werden für die Verarbeitung aufbereitet (Signalanpassung)
- ◆ durch die Signalverarbeitung, die den Anweisungen folgend arbeitet, werden die Messsignale ausgewertet und Ausgangssignale für die Aktoren erzeugt. Diese wirken direkt auf den Prozess ein
- ◆ die Ausgangssignale werden für den Prozess aufbereitet (Signalanpassung)
- ◆ in umfangreichen Systemen gibt es über Netzwerke Verbindungen zwischen mehreren Prozessen

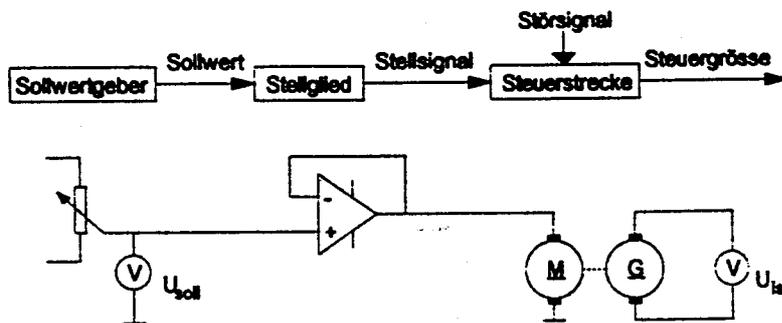
Ein Steuerungssystem besteht demnach aus folgenden Teilen:

- ◆ Sensorik
- ◆ Aktorik
- ◆ Signalverarbeitung
- ◆ Verarbeitungsanweisungen
- ◆ Netzwerk

STEUERN

Das Steuern ist ein Vorgang, bei dem durch Steuersignale ein System³ beeinflusst wird. Kennzeichnend für das Steuern ist der offene Wirkungsweg der Signale! Die Steuersignale wirken auf das System ohne Korrektur bei Störungen.

Versuch : Drehzahlsteuerung eines Gleichstrommotors.
Der Sollwert entspricht der Versorgungsspannung des Motors. Sie wird über einen Verstärker als Stellgröße dem Motor zugeführt.
Die Steuergröße⁴, nämlich die Drehzahl, kann über einen Tachogenerator direkt gemessen werden.

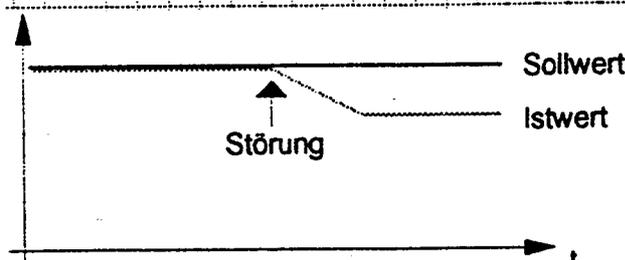


Aufgabe : Beobachten Sie während des Versuchs die beiden Spannungen U_{soll} und U_{ist} . Beschreiben Sie das Verhalten bei einer Änderung des Sollwertes sowie das Verhalten beim Auftreten einer Störung!

Der Istwert ändert sich entsprechend einer Änderung des Sollwertes. \Rightarrow Die Drehzahl folgt dem Sollwert

Bei einer Störung ändert sich der Istwert dauernd, ohne dass der Sollwert geändert wird.

\Rightarrow es stellt sich ohne „neue“ Drehzahl ein.



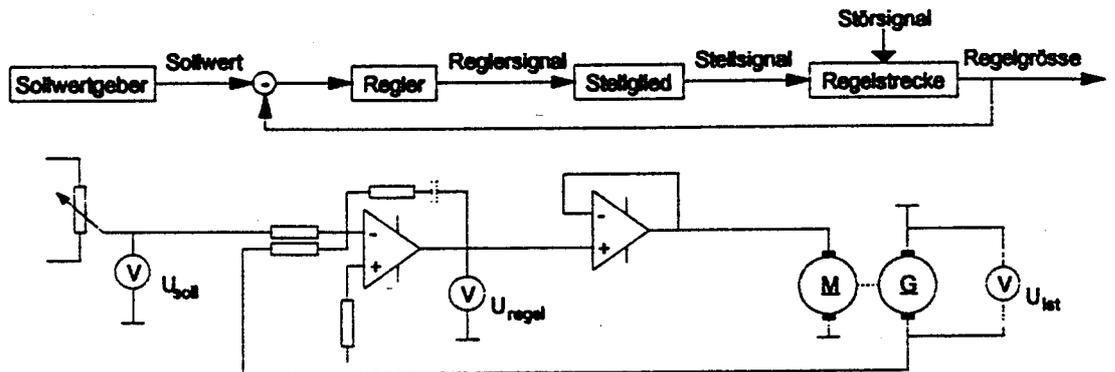
³ z.B. Maschine, Gerät, Installation

⁴ auch als Istwert bezeichnet

REGELN

Beim Regeln wird die zu regelnde Grösse (z.B. eine Drehzahl) laufend erfasst und der Vorgabe, dem Sollwert, angeglichen. Kennzeichnend für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsweg der Signale! Die Regelsignale wirken auf das System mit Korrektur bei Störungen.

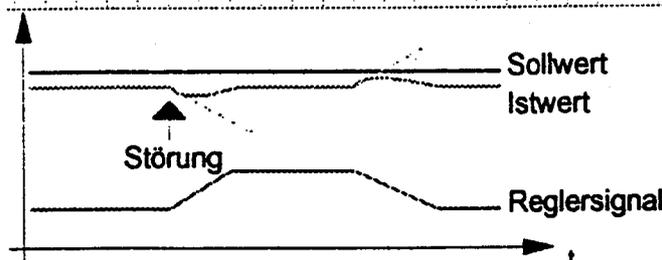
Versuch : Drehzahlregelung eines Gleichstrommotors.
 Vom Sollwert wird die Steuergrösse⁵ subtrahiert und auf einen P- bzw. PI-Regler gegeben. Der Reglerausgang wird über einen Verstärker dem Motor zugeführt.
 Die gemessene Drehzahl wird auf den Regler zurückgeführt, so dass ein geschlossener Wirkungsweg entsteht.



Aufgabe : Beobachten Sie während des Versuchs die beiden Spannungen U_{regel} und U_{ist} . Beschreiben Sie das Verhalten bei einer Änderung des Sollwertes sowie das Verhalten beim Auftreten einer Störung!
 Worin unterscheidet sich das Verhalten beim P- und PI-Regler?

Der Istwert ändert sich entsprechend einer Änderung des Sollwertes \Rightarrow Die Drehzahl folgt dem Sollwert

Bei einer Störung ändert sich der Istwert nur kurzzeitig, um dann wieder den Sollzustand zu erreichen. Dabei ändert sich das Reglersignal, d.h. die Störung wird ausgeglichen.



Beim P-Regler ergibt sich eine kleine Abweichung von Soll- und Istwert.

⁵ der Istwert

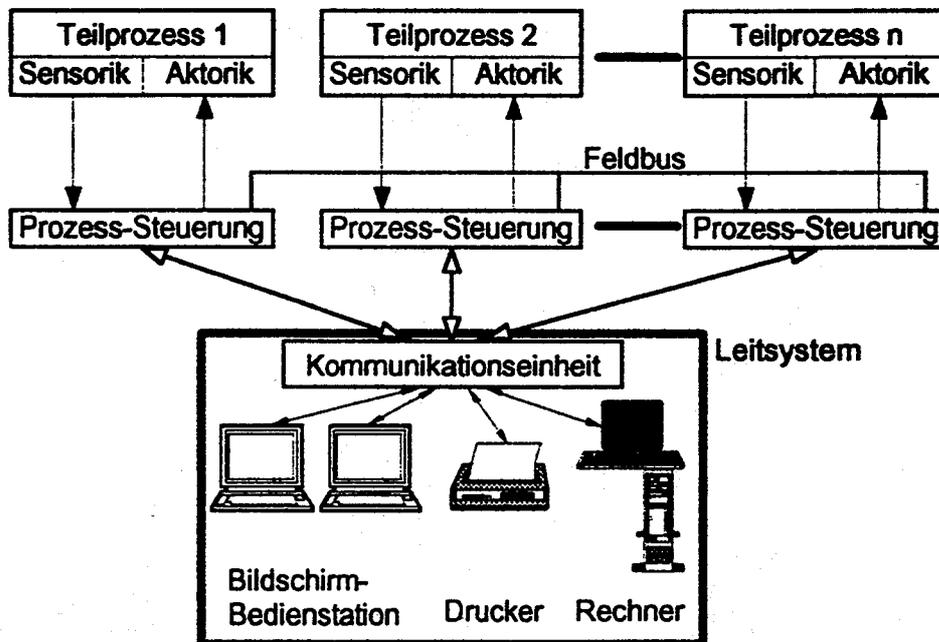
LEITEN

Den Steuer- und Regeleinrichtungen sind bei komplexen Anlagen, wie z.B. bei Kraftwerken, Transferstrassen und Verkehrsanlagen, Leiteinrichtungen übergeordnet.

Unter Leiten versteht man die Gesamtheit aller Massnahmen, die bewirken, dass der gewünschte Prozessverlauf erreicht wird. Dabei ist meist auch eine Mitwirkung des Menschen vorgesehen.

Neben dem Messen, Steuern und Regeln sind die wichtigsten Leitaufgaben: Überwachen, Schützen vor Gefahren, Auswerten, Anzeigen, Melden, Aufzeichnen, Eingreifen, Datenerfassen, Dateneingeben, Datenverarbeiten, Datenübertragen und Datenausgeben.

Aus den oben aufgezählten Aufgaben ist ersichtlich, dass die wichtigsten Leiteinrichtungen Computer sind. Ihnen unterstellt sind Betriebsdatenerfassungsgeräte, sowie Steuer-, Mess- und Regelungseinrichtungen, die über Datennetze verbunden sind.



DARSTELLUNGEN

Je nach Arbeitsgang und Kommunikationspartner unterscheiden wir verschieden Arten der Darstellung von Systemen. Wir beschränken uns hier auf einige, im technischen Bereich übliche Methoden, die an einem konkreten Beispiel betrachtet werden.

Beispiel: Eine Bohrmaschine soll teilautomatisiert werden. Das Werkstück wird von Hand eingelegt und entnommen. Das Spannen des Werkstücks, der Vorschub der Spindel, die Kühlmittelzufuhr, die Kontrolle der Bohrtiefe, der Rücklauf der Spindel und das Entspannen sollen automatisiert werden.

WORTBESCHREIBUNG

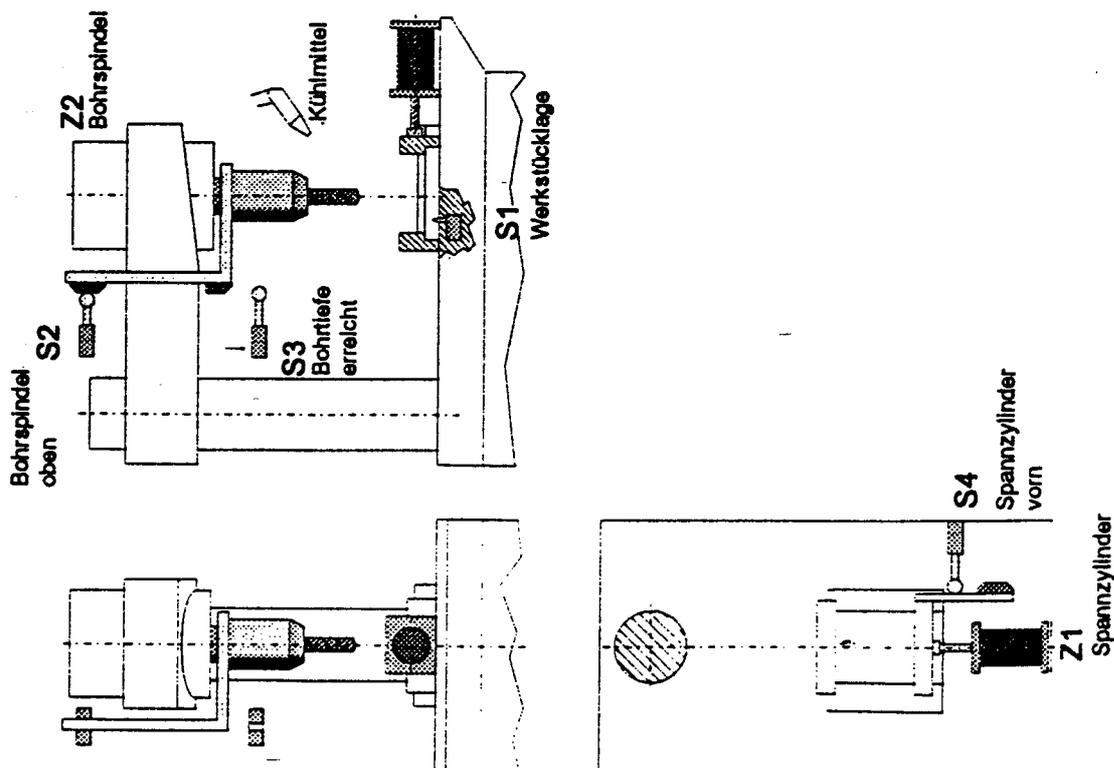
Startbedingung: Spannzylinder in Ausgangsstellung, Spindel oben, Energie ein.

Funktionsablauf: Das Werkstück wird von Hand eingelegt. Die richtige Lage wird durch Endschalter S1 quittiert. Bei erfolgter Quittierung kann der Bohrablauf durch Handstart S0 ausgelöst werden. Das Werkstück wird zuerst durch den Spannzylinder Z1 festgeklemmt, dann die Bohrspindel Z2 und die Kühlmittelpumpe M1 eingeschaltet. Zugleich beginnt die Bohrspindel abwärts zu fahren. Die Vorschubgeschwindigkeit soll regulierbar sein. Spindel nach einer einstellbaren Zeit im Eilgang hoch fahren. Ist Z2 oben, schaltet der zugehörige Endschalter sowohl Bohrspindel wie auch Kühlmittelpumpe aus und öffnet den Spannzylinder Z1. Das Werkstück kann von Hand entnommen werden.

Stop-Bedingung: Wird der Not-Ausschalter betätigt, läuft die Bohrspindel sofort hoch und schaltet sich sowie die Kühlmittelpumpe aus. Das Werkstück bleibt jedoch gespannt. Durch betätigen des Zusatzschalters "Z1 lösen" kann der Spannzylinder wieder in seine Ausgangsstellung gebracht werden.

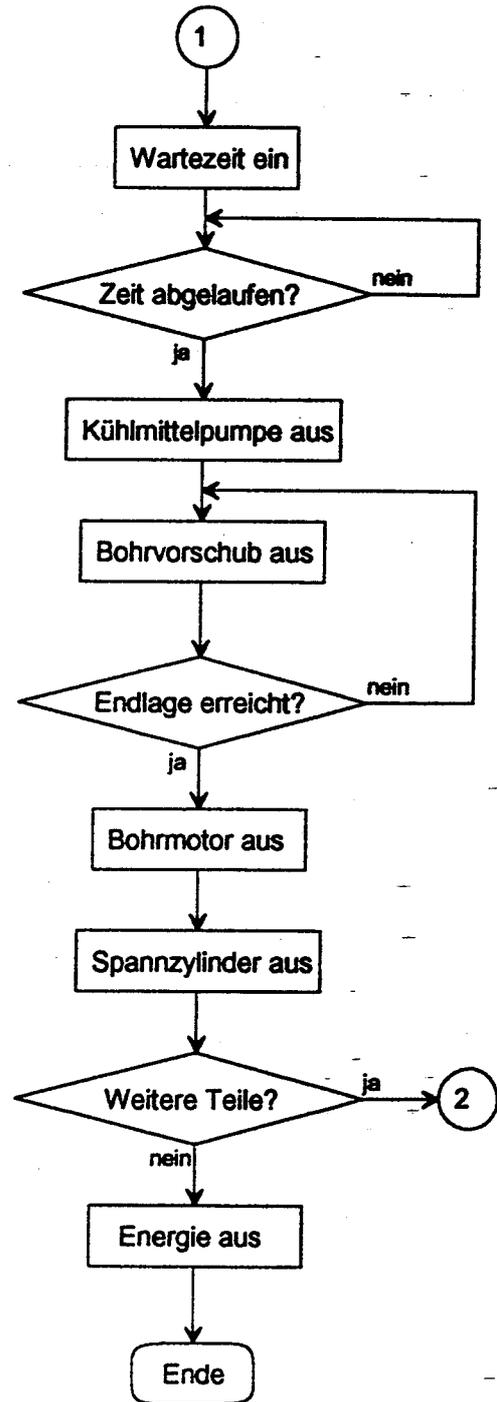
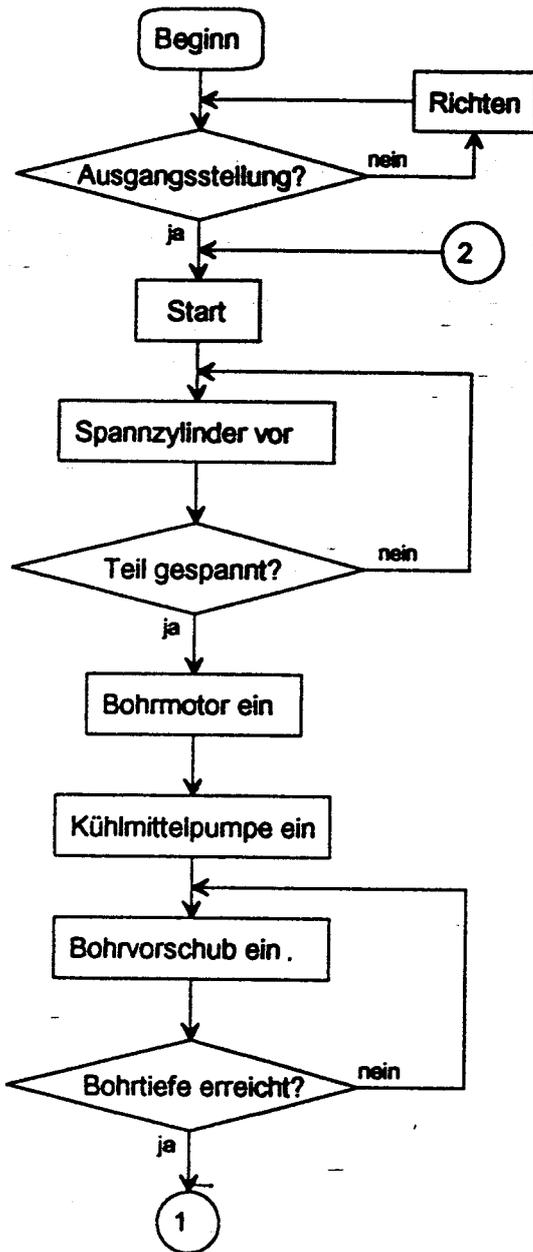
Anlageschema

Das Anlageschema ist Bestandteil der Wortbeschreibung. Es enthält die wesentlichen Arbeitselemente sowie die Signalglieder in ihrer räumlichen Anordnung.



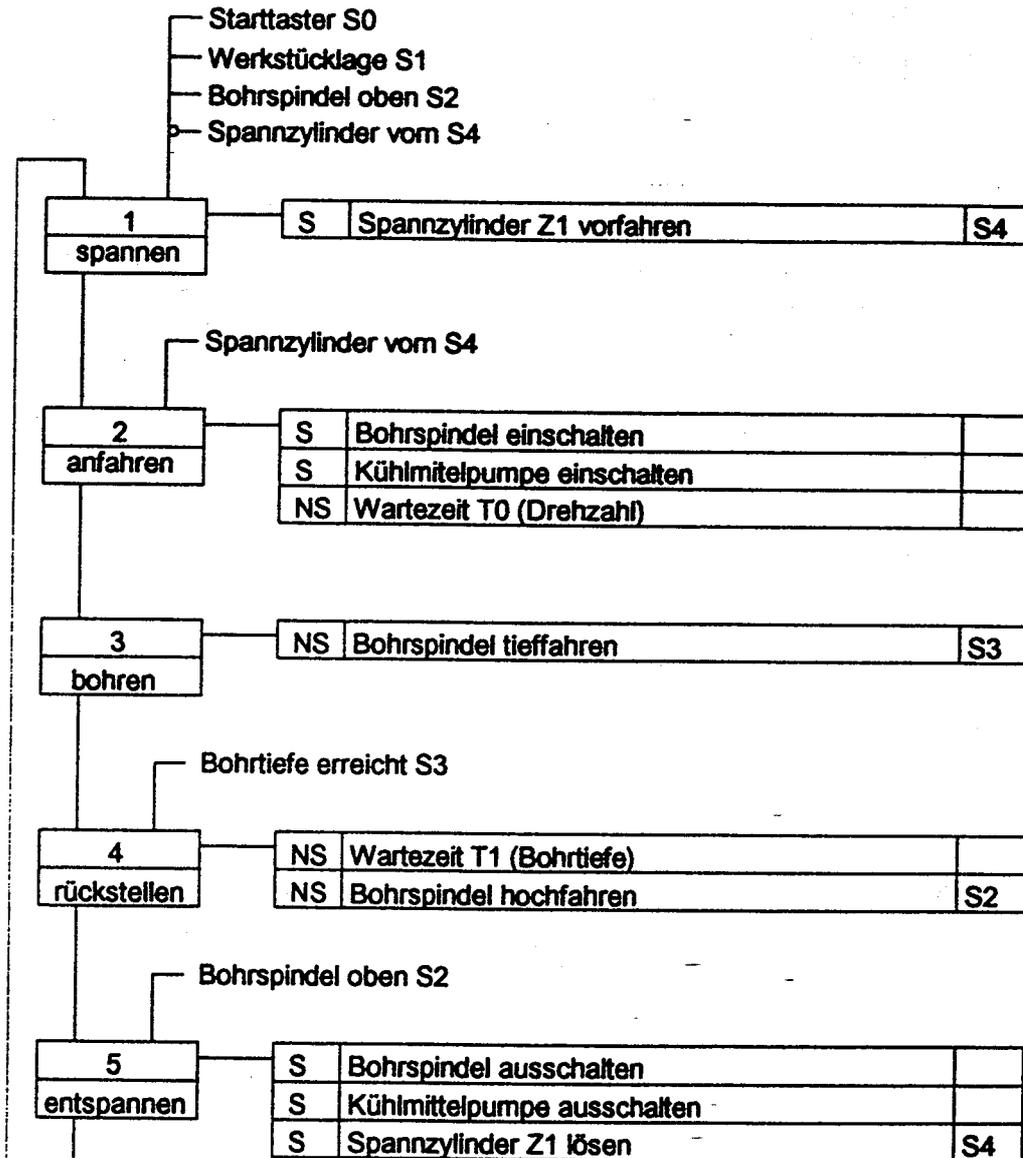
PROGRAMMLAUFPLAN

Der Programmlaufplan (PAP) gibt die Möglichkeit, umfangreiche und komplizierte Abläufe mit ihren Zusammenhängen und Rückwirkungen in leicht überschaubarer Form darzustellen. Es wird eine einheitliche Symbolik verwendet.



FUNKTIONSPLAN

Der Funktionsplan (FUP) wird vorwiegend im Zusammenhang mit Ablaufsteuerungen verwendet. Die nummerierten Schritte zeigen auf der rechten Seite die Funktion an, die ausgelöst wird, während oben die Weberschaltbedingungen aufgelistet sind.



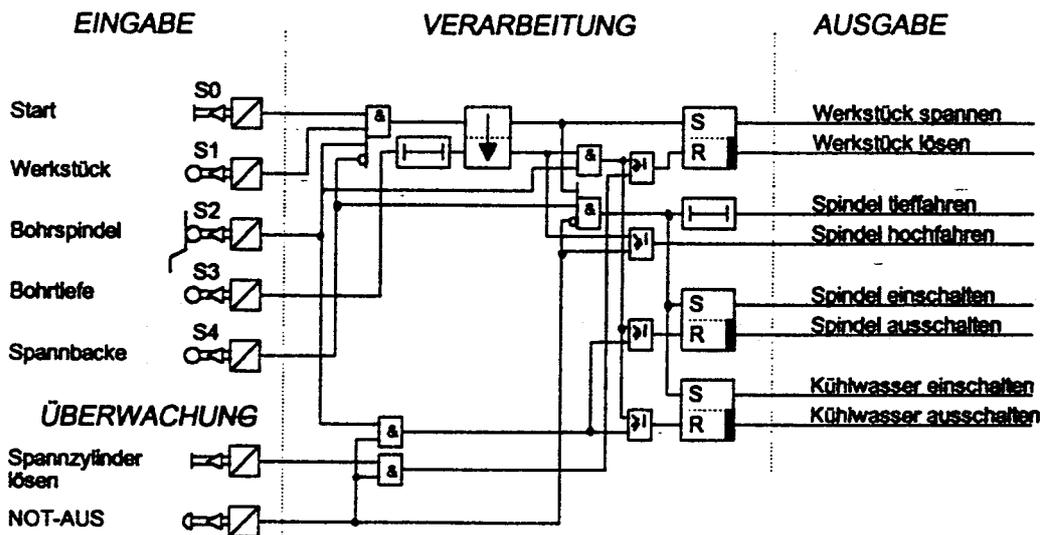
WEG-ZEIT-DIAGRAMM & WEG-SCHRITT DIAGRAMM

Hier wird ein Arbeitsablauf bezüglich einer Zeitbasis bzw. Schritte dargestellt. Einsatz finden solche Diagramme vor allem bei Binären Steuerungen, die zwei Zustände aufweisen (z.B. Zylinder usw.).

Baueinheit	Zustand		Schritt-Weg					
	Funktion	Lage	1	2	3	4	5	6=1
Spannzylinder Z1	spannen	vorn hinten						
Bohrspindel M2	drehen	ein aus						
Kühlmittelpumpe M1	kühlen	ein aus						
Bohrspindel Z2	tieffahren	unten oben						
	auslösende Endschalter		S0 S1 S2 S4	S4		S3	S2	
	Steuerbefehle		sZ1	sM1 sM2	sZ2	rZ2	rZ1 rM1 rM2	

LOGIKSCHEMA

Das Logikschema zeigt den logischen Ablauf einer Steuerung auf. Es gibt keinen Aufschluss über die Anordnung der Geräte und die verwendete Technologie.



Beachte

Die bisher gezeigten Darstellungen sind allgemein, d.h. sie beziehen sich nicht auf eine bestimmte Methode der Realisierung!

ELEKTROSCHEMA

Das Schema gibt Auskunft über den Aufbau, die Verdrahtung, den Zusammenbau, die Wirkungsweise, die Funktion einer elektrischen Anlage, eines elektrischen Gerätes oder einer elektrischen Maschine.

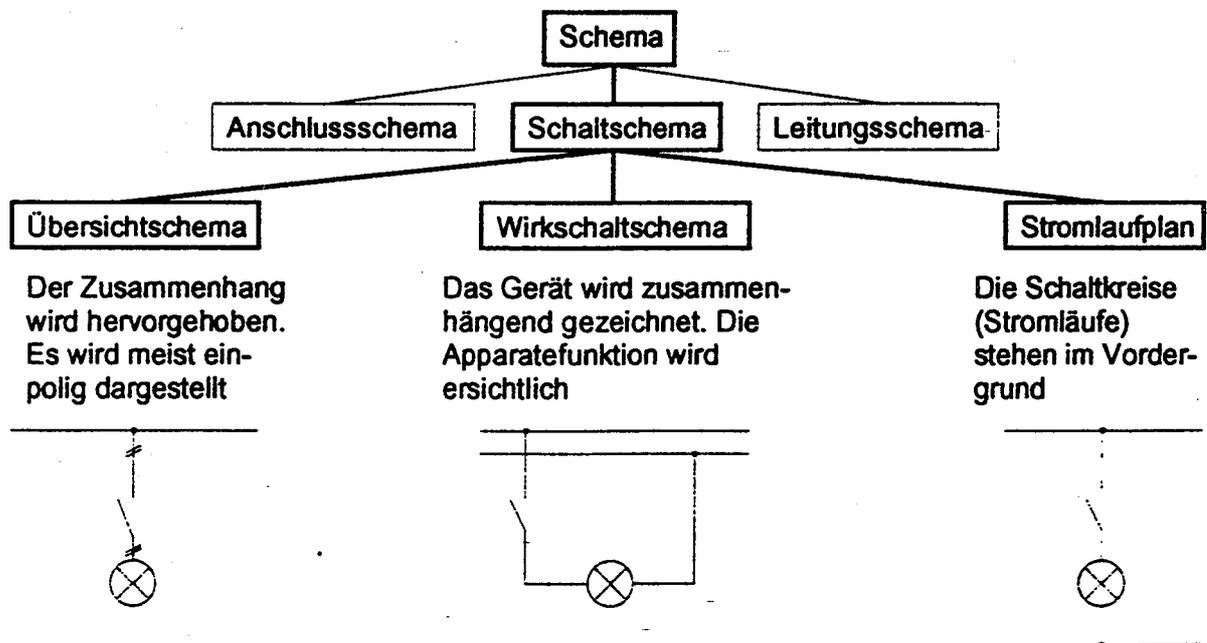
Das Schema ist notwendig bei

- ◆ Entwurf
- ◆ Herstellung
- ◆ Inbetriebsetzung
- ◆ Betrieb

Für das Erstellen eines Elektroschemas gelten folgende 5 Regeln

1. Anlage immer im ausgeschalteten Zustand zeichnen
2. Leiter und Leitungen immer parallel zu den Blattkanten zeichnen
3. Kreuzungen und Knicke möglichst vermeiden
4. Verschiedene Strichstärken für Haupt- Steuer- und Hilfskreis wählen
5. Bei Gleichstrom den + Pol, bei Wechselstrom den Poleiter schalten

Übersicht über die Schema-Arten



Vereinfachungen in Stromlaufplänen können zweckmässig sein zur

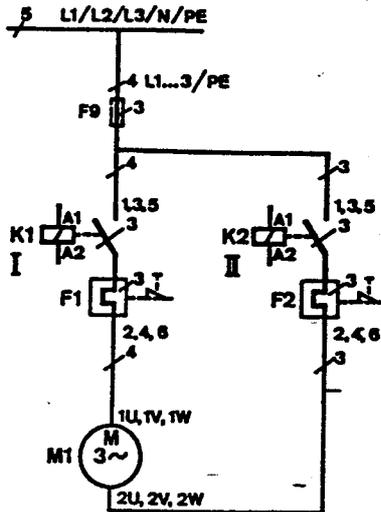
- ◆ Verbesserung der Übersichtlichkeit
- ◆ Verminderung des Umfangs der Schaltungsunterlagen

Die Vereinfachungen sind nur in dem Masse anzuwenden, als die Aussagekraft des Stromlaufplanes nicht eingeschränkt ist und die Handhabung nicht erschwert wird.

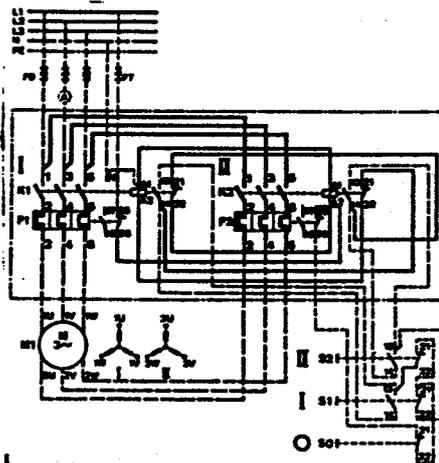
Der Wirkschaltplan enthält alle Betriebsmittel; es werden alle Elemente und Verbindungen für Haupt- und Steuerstromkreis in der örtliche richtigen Anordnung dargestellt. Der Wirkschaltplan ist bei kleinen Schaltplänen übersichtlich; bei umfangreicheren Schaltplänen wirkt er jedoch schnell unübersichtlich und erfordert einen grossen Zeichenaufwand.

Der Stromlaufplan stellt den Ablauf des Steuervorganges übersichtlich dar, ohne jeglichen Bezug auf örtliche Anordnung der Betriebsmittel. Je nach Aufgabe und Wirkung werden Hauptstromkreis, Steuerstromkreis, Messstromkreis usw. unterschieden. Meistens wird dafür der vertikale Verlauf der Stromwege gewählt. Für umfangreichere Stromlaufpläne grösserer Anlagen oder Anlageteile

Am weitaus häufigsten wird zur Vereinfachung die einpolige Darstellung von Mehrleitersystemen angewendet. Die Anschlussbezeichnungen können dabei entfallen, wenn sie in den Detailunterlagen bereits enthalten sind.

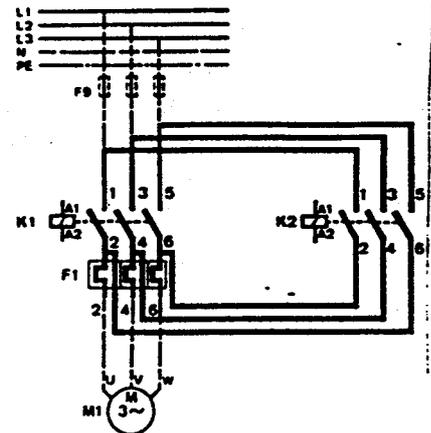


- +2 # Zwei Leiter
- +3 # Drei Leiter z. B. L1/L2/L3
- +4 # Vier Leiter z. B. L1/L2/L3/PE
- +5 # Fünf Leiter z. B. L1/L2/L3/N/PE

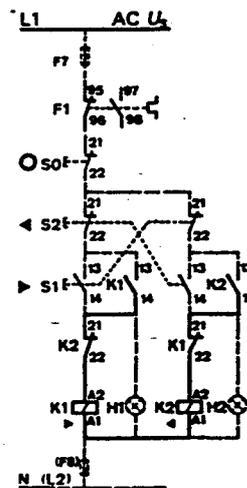


empfeht es sich, Zeichnungsformulare mit aufgedruckten Planabschnittsnummern zu verwenden. Damit können die Schaltglieder der verschiedenen Betriebsmittel einfacher aufgefunden werden.

Hauptstromkreis



Steuerstromkreis



PNEUMATIKSCHEMA

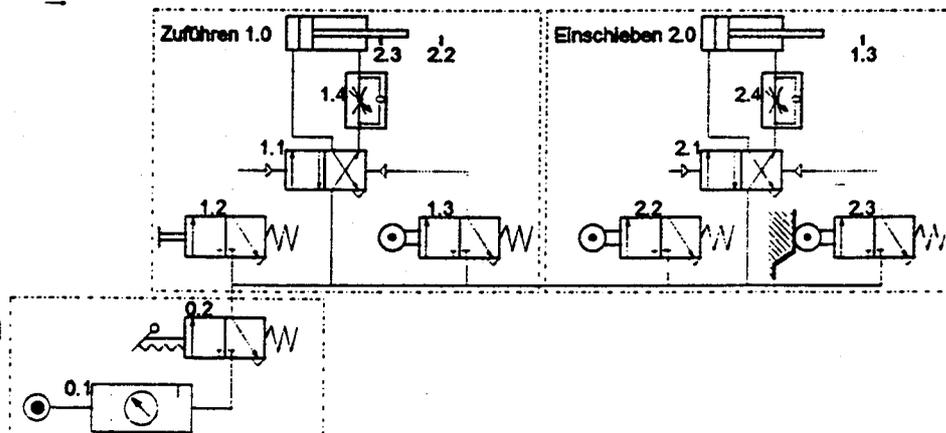
Antriebsglieder

Steuerglied

Stellglied

Signalglied

Versorgungsteil



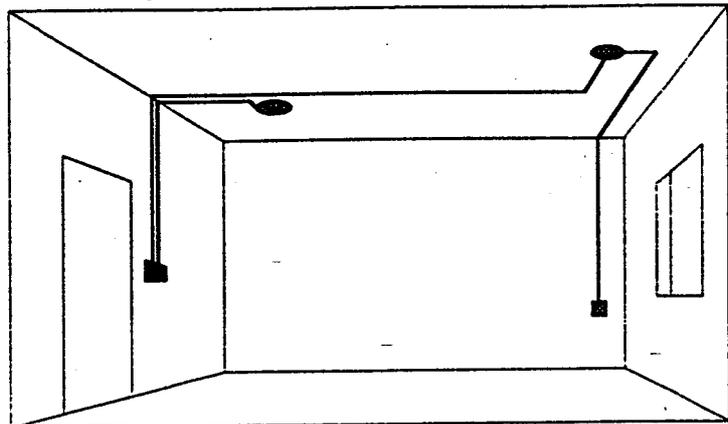
VON DER IDEE ZUM PLAN

Anhand eines einfachen Beispiels wollen wir uns überlegen, was alles notwendig ist, um von der Idee zu einem Elektroschema zu kommen.

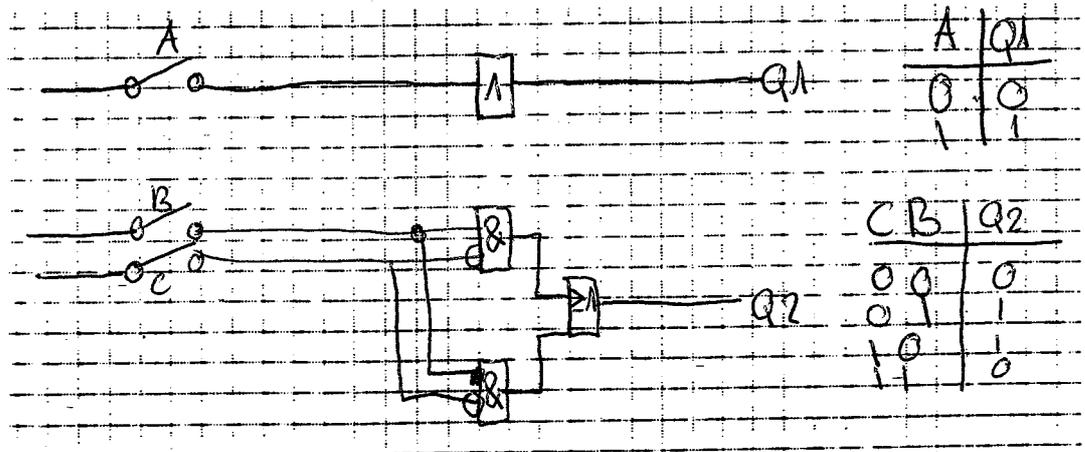
Aufgabe : In einem Raum sollen zwei Lampen montiert werden. Die erste Lampe soll von zwei Punkten aus schaltbar sein, während die zweite Lampe nur von einem Punkt aus schaltbar ist!

Das *Technologieschema* zu der gestellten Aufgabe zeigt die Anordnung der beiden Lampen sowie der Schalter.

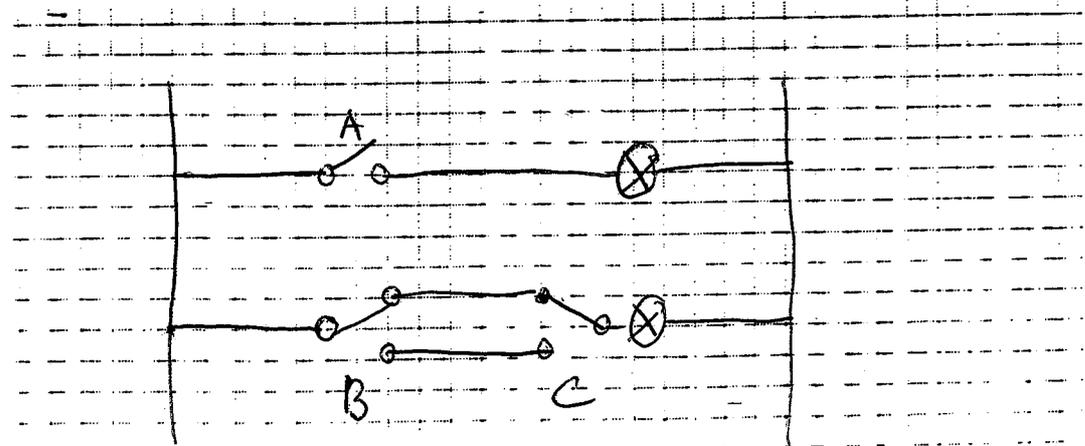
Da es sich um eine sanfte Renovation handelt, sollen die Leitung in speziellen Kabelkanälen aufputz montiert werden.



Aufgabe : Überlegen Sie sich, wie die Schaltungslogik aussehen muss!



Aufgabe : Skizzieren Sie das Übersichts-schema sowie den Stromlaufplan!



PROJEKTIERUNG
Vorarbeiten

Bevor ein Projekt realisiert werden kann, sind einige Vorarbeiten auszuführen!

- | | |
|------------------|---|
| 1. IDEE | Was will ich machen und wie will ich es machen? |
| 2. ISTZUSTAND | Festhalten der aktuellen Verfahrensweise und Fertigungsmethoden. Aufzeigen, wo im Produktionsablauf eingegriffen werden soll. Wie kann eine Arbeit oder ein Materialfluss automatisiert werden? |
| 3. SOLLZUSTAND | Aufzeigen der Zielvorstellung zur Verbesserung der Produktivität. |
| 4. GRENZEN | Kosten- und Termingrenzen abklären. |
| 5. AUFTRAG | Formulieren der Aufgabe und Bestätigung der unter den Punkten 1 bis 4 zusammengestellt Erhebungen. Der Auftrag muss konkret sein und die Randbedingungen für die Anlage beinhalten. |
| 6. MÖGLICHKEITEN | Entwurf verschiedener Lösungsansätze. Dabei werden Entwurfsmethoden wie Top-Down u.ä. eingesetzt. |
| 7. VERGLEICH | Die technischen und wirtschaftlichen Merkmale der einzelnen Varianten werden verglichen und bewertet. |
| 8. AUSWAHL | Zusammen mit dem Auftraggeber wird entschieden, welche Lösung realisiert werden soll. Dabei spielen sowohl technische wie auch wirtschaftliche Überlegungen eine Rolle. |

Projektierungsarbeiten

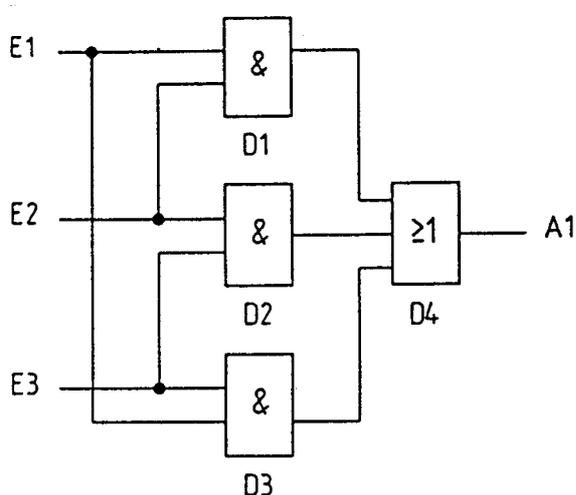
Nach den Vorarbeiten muss die Steuerung projektiert werden. Dazu wird zuerst eine *Wortbeschreibung* erstellt, die vom Kunden quittiert werden muss.

Liegt das "Gut zur Ausführung" vor, wird ein *Anlageschema*, der *Programmlaufplan*, der *Funktionsplan* oder das *Bewegungsdiagramm* und der *Logikplan* erstellt. Diese Arbeiten können allgemein gehalten werden, d.h. es muss in dieser Phase keine Entscheidung getroffen werden, wie die Steuerung realisiert wird.

Sobald die Planungsarbeiten freigegeben sind, muss der Entscheid fallen, wie die Steuerung realisiert werden muss. Danach erfolgt die Erstellung von *Geräteschaltplan*, *Verdrahtungsplan* usw. Diese Arbeiten werden durch entsprechende Spezialisten (z.B. auch aus externen Firmen) ausgeführt!

Laborübung Braukesselüberwachung 1

Gegeben ist ein Schaltungsauszug aus einer Temperaturüberwachungsanlage für einen Braukessel. Drei gleiche Temperaturmelder, die alle an derselben Stelle des Braukessels angebracht wurden, sind an die drei Eingänge E1, E2 und E3 der Überwachungsschaltung angeschlossen. Im Störfall (z. B. Temperaturregelung ausgefallen, Kesseltemperatur steigt auf kritische Werte) bewirken sie jeweils ein 1-Signal an den Eingängen. Wenn das Ausgangssignal A der Schaltung den Zustand 1 annimmt, wird der Braukessel notausgeschaltet und kann nur von Hand nach der Beseitigung des Fehlers wieder eingeschaltet werden.



E1	E2	E3	A
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	1	0
0	1	0	0
1	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

- 1) Warum sind drei gleiche Melder an derselben Stelle zur Überwachung des Braukessels angeschlossen?
- 2) Ergänzen Sie die Funktionstabelle!
- 3) Bauen Sie die Schaltung mit der Relais-Experimentierbox auf. Es gilt:
 - E1 = Stellschalter S7
 - E2 = Stellschalter S8
 - E3 = Stellschalter S9
 - A = LED rot H1
- 4) Zeichnen Sie den korrekten Stromlaufplan!

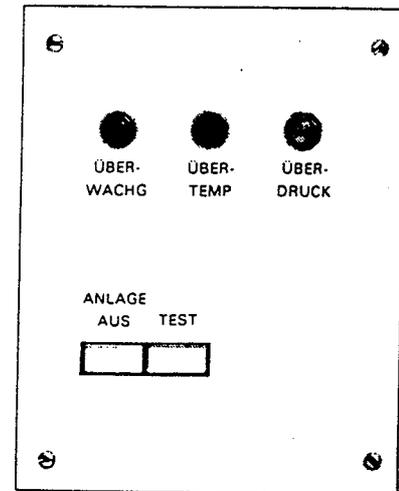
Laborübung Braukesselüberwachung 2

Gegeben ist die Überwachungsanlage eines Braukessels, dessen Temperatur mit Hilfe eines Temperaturwächters F1 und dessen Druck mit einem Druckwächter F2 überwacht werden sollen. Zwei Leuchtmelder H1 und H2 zeigen die Art der Störung (Temperatur- oder Drucküberschreitung) an. Zusätzlich zu den optischen Meldungen wird ein akustisches Signal über den Signalgeber H3 gegeben (Anmerkung: Aus Vereinfachungsgründen sollen die Störungsmeldungen hier nicht gespeichert werden!). Mit Hilfe eines Tasters S1 können die Leuchtmelder H1 und H2 sowie der Signalgeber H3 auf Funktionsfähigkeit überprüft werden. Somit gelten die folgenden Funktionsgleichungen:

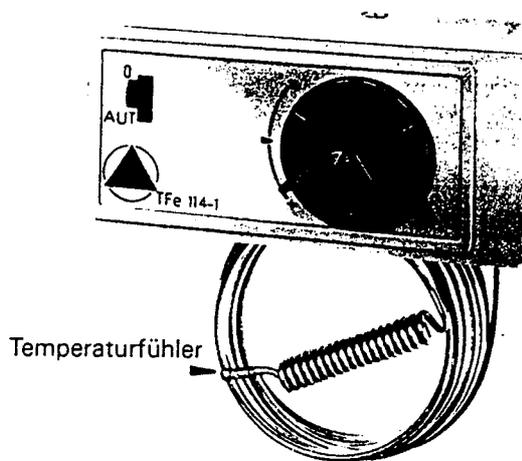
$$H1 = F1 \vee S1$$

$$H2 = F2 \vee S1$$

$$H3 = F1 \vee F2 \vee S1$$

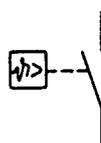


Schaltkasten

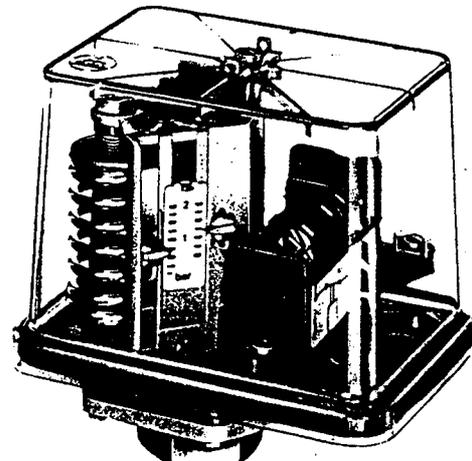


Temperaturfühler

Schaltzeichen

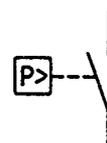


Temperaturwächter



Druckleitungsanschluß

Schaltzeichen



Druckwächter

1) Zeichnen Sie den Funktionsplan mit digitalen Schaltzeichen!

2) Zeichnen Sie den korrekten Stromlaufplan. Es gilt:

F1 = Stellschalter S7

S1 = Tastschalter S1

H2 = LED rot H2

F2 = Stellschalter S8

H1 = LED rot H1

H3 = LED grün H3

3) Bauen Sie die Schaltung mit der Relais-Experimentierbox auf. Hinweis: Das Relais K6 kann auch als „normales“ Relais verwendet werden, wenn das Potentiometer durch Drehen im Gegenuhrzeigersinn auf $t=0$ gestellt wird.

STEUERUNG

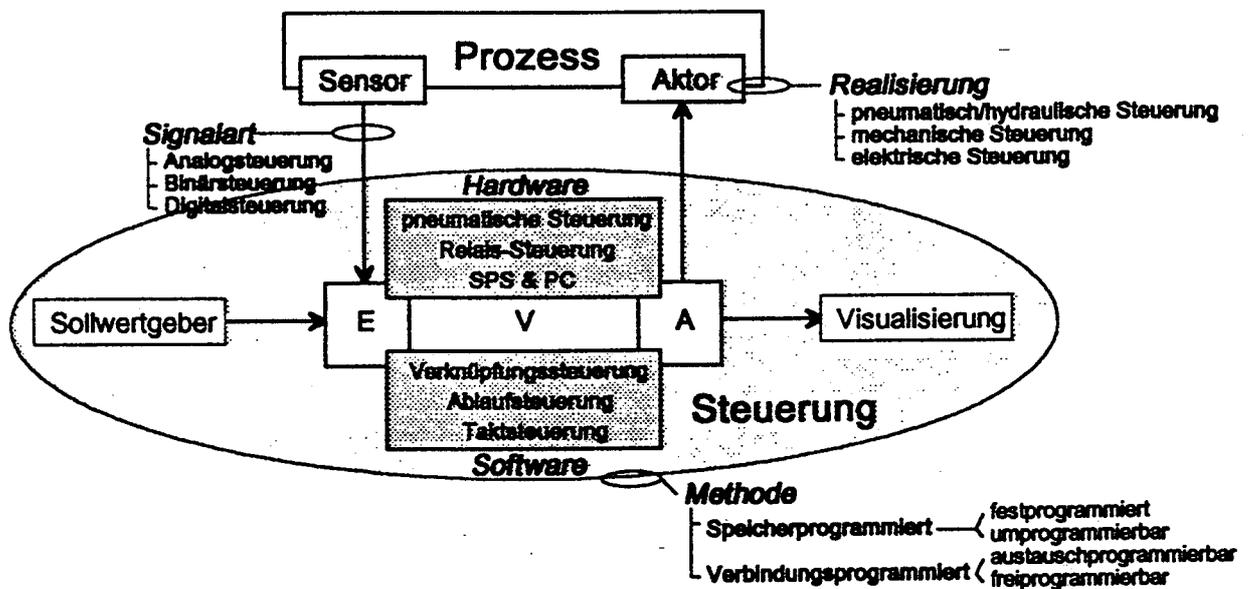
GRUNDSTRUKTUREN

Um Steuerungseinrichtungen zu klassifizieren drängen sich Unterscheidungsmerkmale bezüglich der

- ◆ Signalart
- ◆ Realisierung (Bauart)
- ◆ Steuerungsart ("Hardware")
- ◆ Verarbeitungsart ("Software")

auf.

Einteilung



Beachte

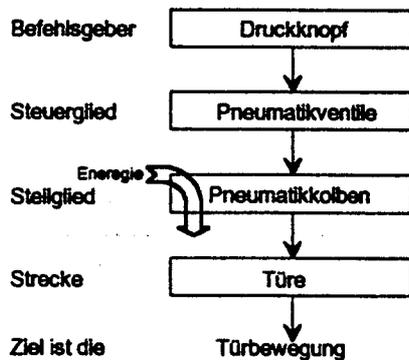
Die Theorie stützt sich auf die obenstehenden Begriffe, um die verschiedenen Themen der Steuerungstechnik zu strukturieren!

Beachte

Eine Steuerungseinrichtung kann z.B. gleichzeitig die Merkmale verbindungsprogrammiert, binär und elektrisch aufweisen. Sie kann aber nicht zugleich verbindungsprogrammiert und speicherprogrammiert sein!

WIRKPLAN

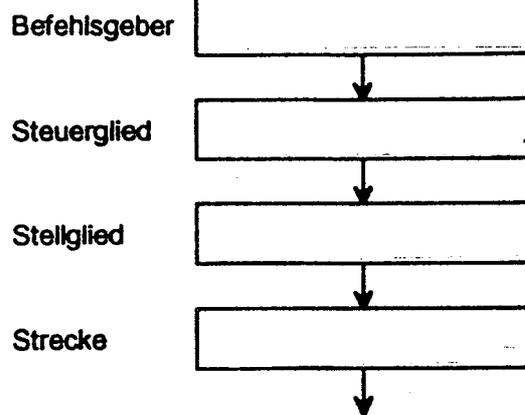
Beispiel: Es soll der Wirkplan einer Tramttüre (ohne Sicherheitsvorkehrungen) aufgezichnet werden.



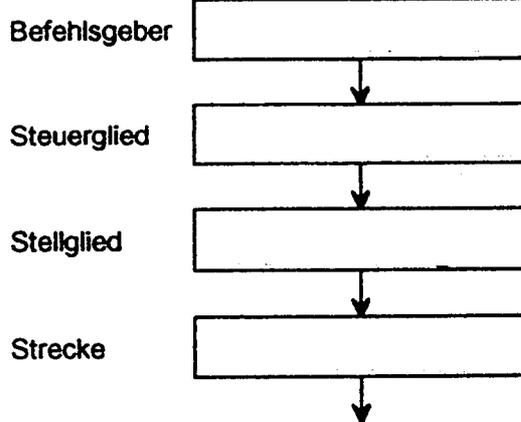
ERSTELLEN DES WIRKPLANS

Aufgabe : Geben Sie für die folgenden Steuerungen die Komponenten im Wirkplan sowie das Ziel (die Steueraufgabe) an!

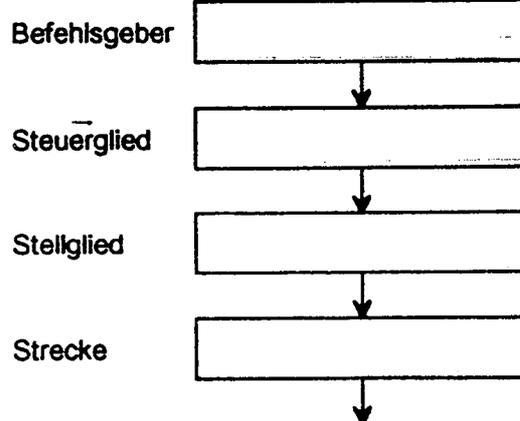
Autobremse (ohne ABS)



Elektrischer Ofen mit Bimetall



Handbohrmaschine

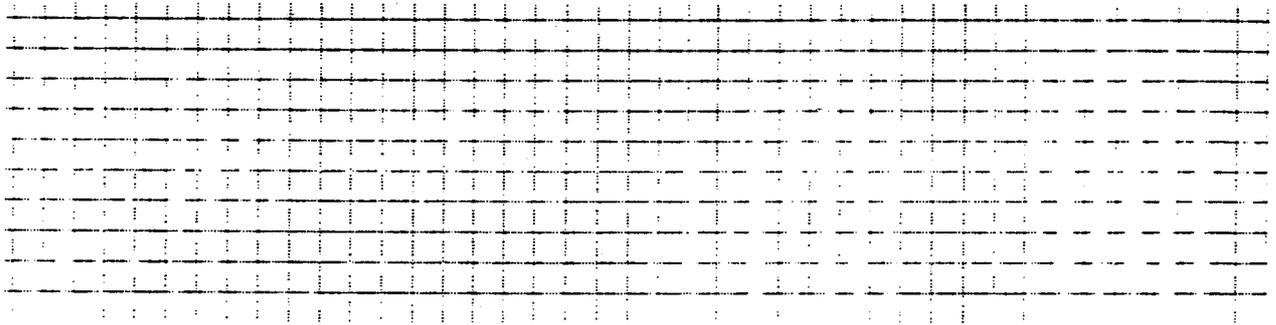


SIGNALARTEN

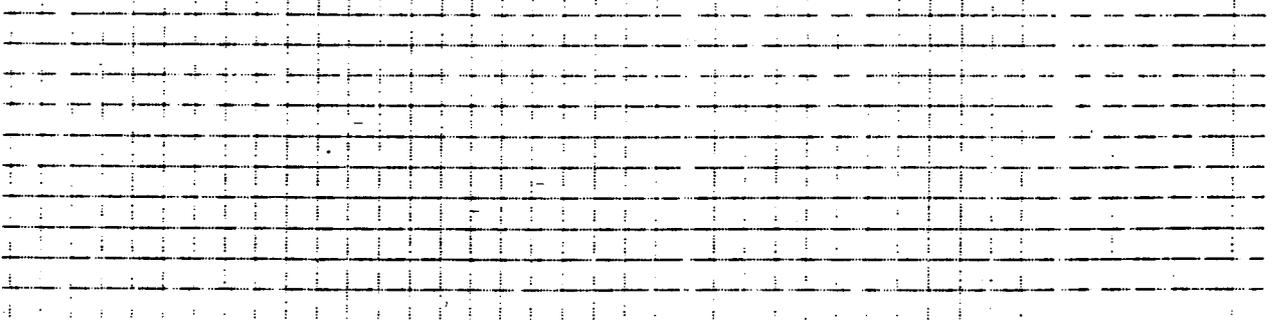
Die Steuerungen lassen sich auf Grund der verarbeiteten Signale unterscheiden in:

- | | |
|---------------------------|--|
| Analogsteuerung → | unendliche viele Zustände
genau, aber nicht "ablesbar" |
| Binärsteuerung → | genau zwei Zustände
eindeutig, aber ungenau |
| Digitalsteuerung → | endlich viele Zustände
einduetig, aber Quantisierungsfehler |

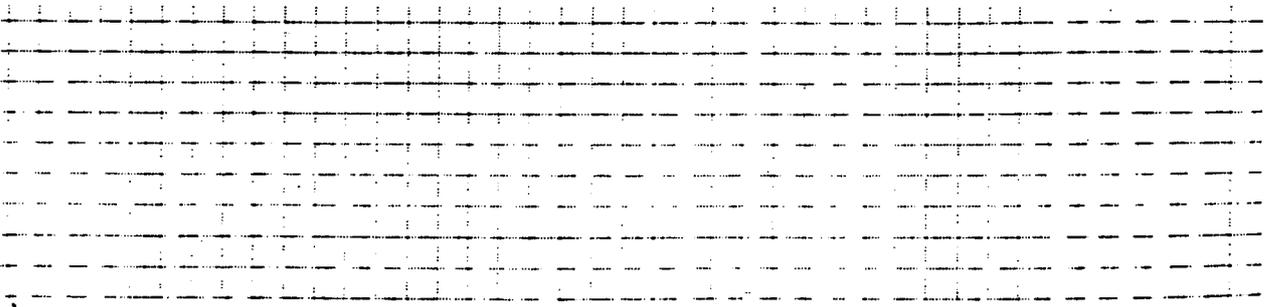
Analogsteuerung



Binärsteuerung



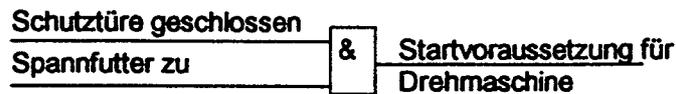
Digitalsteuerung



VERKNÜPFUNGSSTEUERUNG

Für die Darstellung von Verknüpfungssteuerungen werden Symbole der Schaltungslogik verwendet.

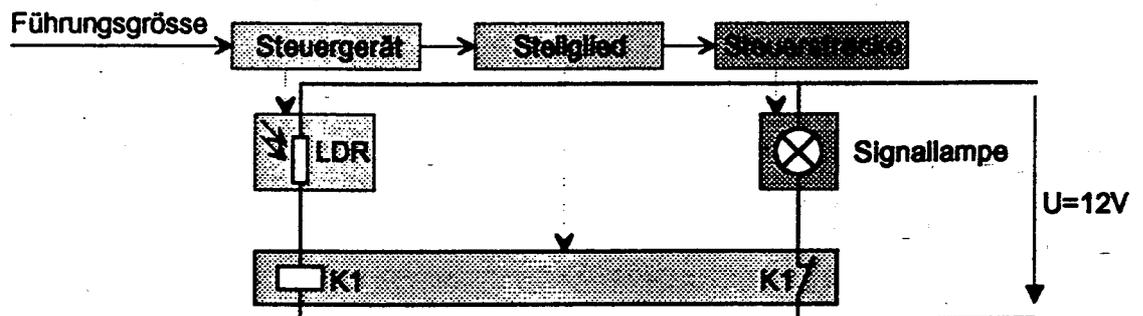
Beispiel : Überwachung einer Spannvorrichtung



Beachte

Die in der Praxis vielfach gebrachten Bezeichnungen "Führungssteuerung", "Verriegelungssteuerung" und "Parallelsteuerung" sollen gemäss der DIN-Norm 19237 nicht verwendet werden!

Beispiel : Dämmerungsschaltung



GRUNDSYMBOLLE

Grundform
Viereck, Seitenverhältnis beliebig



XX YY

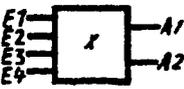
Funktionskennzeichen
Bei X Kennzeichnung der Funktion durch ergänzende Zeichen (siehe Tabelle auf Seite 19)




Signalfluß
Grundsätzlich von links nach rechts oder von oben nach unten, bei Abweichungen Kennzeichnung durch Pfeile




Ein- und Ausgänge
Diese sind grundsätzlich an gegenüberliegenden Seiten anzubringen. Eingänge E an der linken oder oberen Seite, Ausgänge A an der rechten oder unteren Seite. Für das Anbringen vieler Eingänge kann die betreffende Seite des Vierecks nach beiden Richtungen verlängert werden



Negation, allgemein
Dargestellt sind ein Eingang und ein Ausgang mit negierender Wirkung



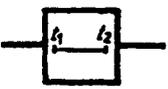

Speicherglied
Teilung durch gestrichelte Linie bedeutet bistabiles Verhalten



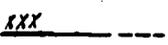
Zeitglied
Laufzeitglied (monostabiles Kippglied) mit der Laufzeit t_1 , einsetzbar zum Verkürzen und Verlängern von Eingangssignalen. Bei einstellbarer Laufzeit: t_1



Zeitglied
Mit verzögernder Wirkung durch die Einschaltverzögerung t_1 und die Ausschaltverzögerung t_2 . Bei einstellbarer Verzögerungszeit: t_1, t_2



Bedingung (Signaleingabe)
Der dem Signalzustand »1« äquivalente Zustand der Eingangsgröße wird bei XXX eingetragen (z. B. $T > 80^\circ\text{C}$, Motor ein usw.)



Steuerungsbefehl (Signalausgabe)

Bei XX Art des Steuerungsbefehls:

- D \triangle verzögert
- S \triangle gespeichert
- SD \triangle gespeichert und verzögert
- NS \triangle nicht gespeichert
- NSD \triangle nicht gespeichert und verzögert
- SH \triangle gespeichert mit Haftverhalten
- T \triangle zeitlich begrenzt
- ST \triangle gespeichert und zeitlich begrenzt

Bei YYY wird die bei »1« am Eingang des Symbols ausgelöste Wirkung des Steuerungsbefehls in Klartext eingetragen (z.B. Motor ein, Ventil auf)

Funktionskennzeichen

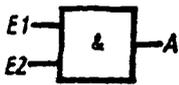
Tabelle der bei »X« einzutragenden Funktionskennzeichen von Verknüpfungsgliedern:

Der Ausgang hat den Signalzustand »1«, wenn

- alle Eingänge »1« sind (UND), mindestens einer der Eingänge »1« ist (ODER), mindestens m Eingänge »1« sind, mehr als die Hälfte der Eingänge an »1« liegt, m von n Eingängen den Signalzustand »1« haben, nur an einem Eingang »1« ist (Exklusiv-ODER), eine ungerade Anzahl der Eingänge den Signalzustand »1« führt (Ungleichheit, ungerade), eine gerade Anzahl der Eingänge den Signalzustand »1« führt (Gleichheit, gerade), alle oder keiner der Eingänge den Signalzustand »1« führen (Gleichheit)

- &
- ≥ 1
- $\geq m$
- $> n/2$
- $= m$
- $= 1$
- $2k+1$
- $2k$
- $=$

FUNKTIONSGLIEDER (BEISPIELE)



UND-Glied

Der Ausgang A ist »1«, wenn E1 und E2 »1« sind. Entspricht der Reihenschaltung von Kontakten

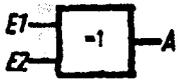
$$A = E1 \wedge E2$$



ODER-Glied

Der Ausgang A ist »1«, wenn E1 oder E2 »1« sind. Entspricht der Parallelschaltung von Kontakten

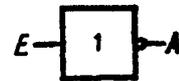
$$A = E1 \vee E2$$



Exklusiv-ODER-Glied

Der Ausgang A ist »1«, wenn E1 »1« ist und E2 nicht »1« oder E1 nicht »1« und E2 »1« ist

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



NICHT-Glied

Der Ausgang A ist »1«, wenn E »0« ist und umgekehrt. Entspricht der Zuordnung von Schließer und Öffner desselben Schaltgeräts

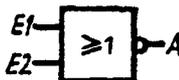
$$A = \bar{E}$$



NAND-Glied

Der Ausgang A ist »0«, wenn E1 und E2 »1« sind. Entspricht der Reihenschaltung eines UND- und eines NICHT-Gliedes

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

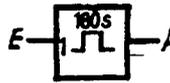


NOR-Glied

Der Ausgang A ist »0«, wenn E1 oder E2 »1« sind. Entspricht der Reihenschaltung eines ODER- und eines NICHT-Gliedes

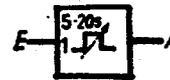
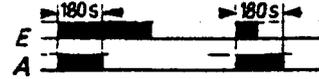
$$\bar{A} = E1 \vee E2$$

ZEITGLIEDER



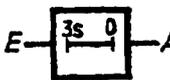
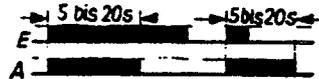
Verkürzungs- oder Verlängerungsglied

Ein länger dauerndes Eingangssignal bewirkt ein auf die Laufzeit (Beispiel: 180 s) verkürztes Ausgangssignal. Kurze Eingangssignale werden auf die Laufzeit (Beispiel: 180 s) verlängert



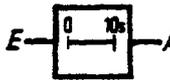
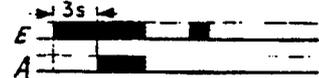
Mit variabler Laufzeit

Verkürzungs- oder Verlängerungsglied, jedoch mit einer – z. B. über ein Potentiometer – einstellbaren Laufzeit



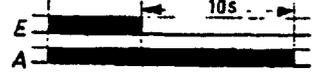
Verzögerungsglied mit Einschaltverzögerung

Ein länger dauerndes Eingangssignal erscheint um die Verzögerungszeit (Beispiel: 3 s) verzögert am Ausgang



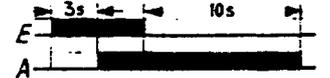
Verzögerungsglied mit Ausschaltverzögerung

Nach Wegnahme des Eingangssignals bleibt der Ausgang für die Verzögerungszeit (Beispiel: 10 s) weiterhin »1«



Verzögerungsglied mit Einschalt- und Ausschaltverzögerung

Das Ausgangssignal wird nach 3 s »1« und bleibt auf diesem Signalzustand noch für 10 s nach Wegnahme des Eingangssignals



Verzögerungsglied mit einstellbarer Einschaltverzögerung

Einschaltverzögerung mit einer – z. B. über ein Potentiometer – einstellbaren Verzögerungszeit. Diese Darstellung ist sinngemäß auch bei einer einstellbaren Ausschaltverzögerung anwendbar

Wahrheitstabelle Block A erstellen

4	3	2	1	A	Zeile
Starttaste 1	Starttaste 2	Werkstück	Entriegelung		
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	2
0	0	1	1	0	3
0	1	0	0	0	4
0	1	0	1	0	5
0	1	1	0	0	6
0	1	1	1	0	7
1	0	0	0	0	8
1	0	0	1	0	9
1	0	1	0	0	10
1	0	1	1	0	11
1	1	0	0	0	12
1	1	0	1	1	13
1	1	1	0	1	14
1	1	1	1	1	15

Minimieren Block A

	1	1-	1-	1	
4	1	1			2
4	1				2-
4-					2-
4-					2
	3	3	3-	3-	

$$A = (1 \wedge 3 \wedge 4) \vee (2 \wedge 3 \wedge 4)$$

Wahrheitstabelle Block B erstellen

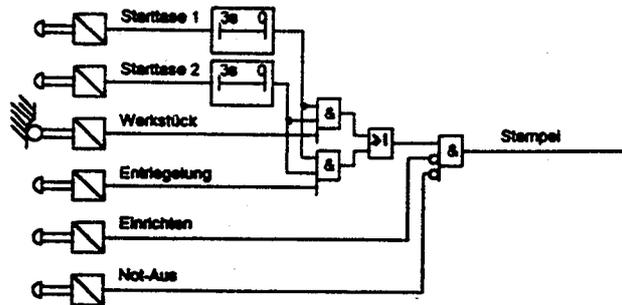
3	2	A	1	Stempel	Zeile
Not-Aus	Einrichten				
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	0	2
0	1	1	1	0	3
1	0	0	0	0	4
1	0	1	1	0	5
1	1	0	0	0	6
1	1	1	1	0	7

Minimieren von Block B

Da nur ein Term zutreffend ist, kann die Gleichung direkt angeschrieben werden.

$$\text{Stempel} = \text{Not-Aus} \wedge \overline{\text{Einrichten}} \wedge A$$

Erstellen des Logikplans



Realisierung

Die Realisierung der Schaltung kann je nach Begebenheit als elektrische, pneumatische oder hydraulische Steuerung erfolgen.

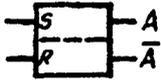
Aufgabe : Zeichnen Sie ein Elektroschema für die Steuerung, wobei für das Absenken des Schmiedewerks ein Elektromotor verwendet wird.

P _____

N _____

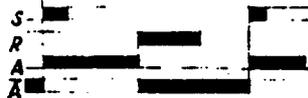
(M)

SIGNAL-SPEICHER



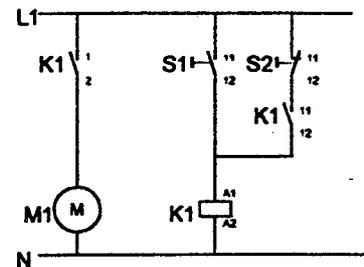
RS-Speicherglied

Setzen: Kurzzeitiges Signal »1« am Setzeingang S bewirkt Signal »1« am Ausgang A und »0« am Ausgang \bar{A} .
Rücksetzen: Kurzzeitiges Signal »1« am Rücksetzeingang R setzt das Speicherglied zurück auf A = »0« und \bar{A} = »1«



Für bestimmte Schaltungen ist es wichtig, dass ein Signal das einmal kurzzeitig anliegt gespeichert wird. Dazu werden in der Steuerungstechnik Reset-Set-Flipflop (RS-Speicher) eingesetzt. Man nennt solche Schaltungen auch Selbsthaltungsschaltungen, da ein durch einen Setzbefehl aktivierter Zustand erhalten bleibt, bis er durch einen Rücksetzbefehl wieder gelöscht wird.

Beispiel: Motorschaltung mit Ein/Aus

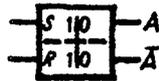


RS-Speicherglied mit Grundstellung

Der mit dem schwarzen Feld gekennzeichnete Ausgang hat nach Einschalten der Versorgungsspannung den Signalzustand »1«, bedingt durch interne schaltungstechnische Maßnahmen oder abhängig von einem Richtimpuls

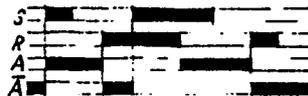


Aufgabe: Suchen Sie nach Gründen, weshalb in vielen Anwendungen nicht Schalter - also Elemente mit einem rastenden Verhalten - sondern Taster in Verbindung mit Selbsthaltungsschaltungen verwendet werden.



RS-Speicherglied, typische Ausführung

Setzen und Rücksetzen: Wie bei RS-Speicherglied. Gleichzeitig »1« an den Eingängen R und S bewirkt A = »0«, \bar{A} = »0«

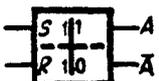
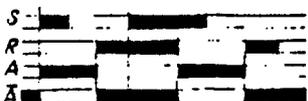


Gehen Sie weiter der Frage nach, welche Sicherheitsprobleme auftreten können und wie diese praktisch gelöst werden.



RS-Speicherglied, R-Eingang dominierend

Setzen und Rücksetzen: Wie bei RS-Speicherglied. Gleichzeitig »1« an den Eingängen R und S bewirkt A = »0«, \bar{A} = »1«



RS-Speicherglied, S-Eingang dominierend

Setzen und Rücksetzen: Wie bei RS-Speicherglied. Gleichzeitig »1« an den Eingängen R und S bewirkt A = »1«, \bar{A} = »0«

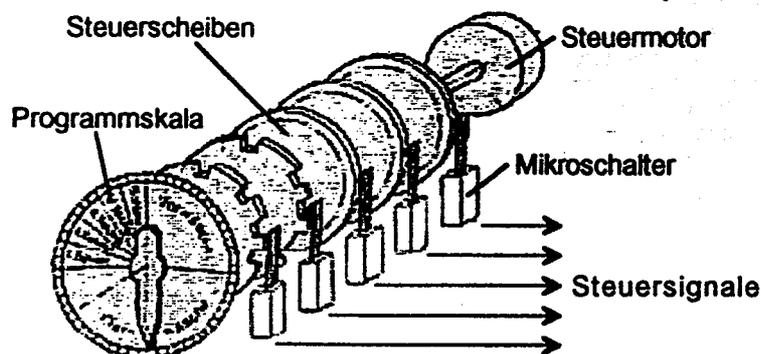
ABLAUFSTEUERUNG

Bei Ablaufsteuerungen werden mehrere Funktionen (Arbeitsschritte) nacheinander ausgeführt. Je nach Art der Weiterschaltbedingung spricht man von zeit- bzw. prozessgeführter Ablaufsteuerung.

ZEITGEFÜHRTE ABLAUFSTEUERUNG

Die Weiterschaltbedingungen werden z.B. von Zeitgliedern, Zeitzählern oder Schaltwalzen mit gleichbleibender Drehzahl erzeugt.

Beispiel: Steuerung einer Waschmaschine mit Schaltwalze.

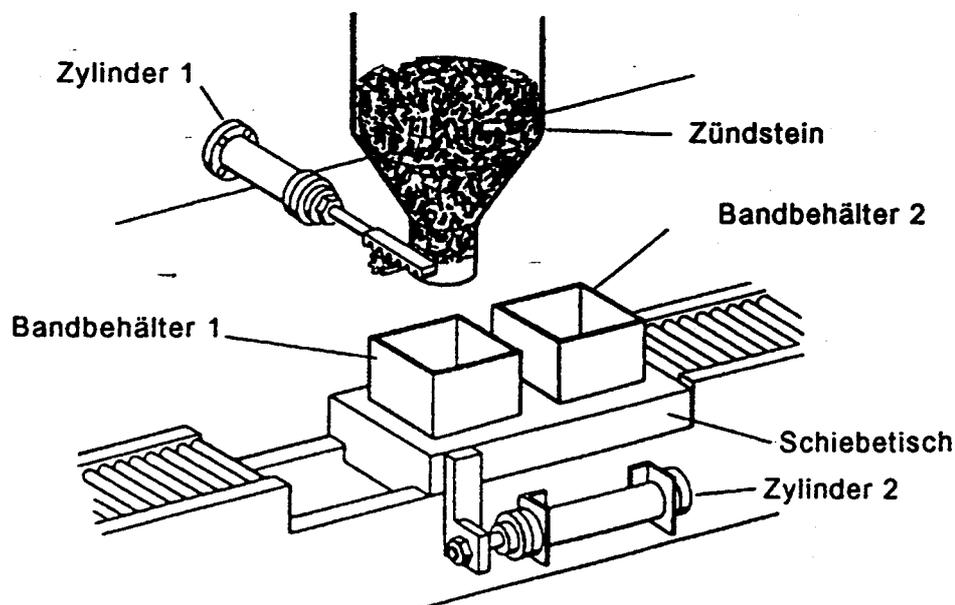


PROZESSGEFÜHRTE ABLAUFSTEUERUNG

Die Weiterschaltbedingungen werden durch Sensorsignale wie z.B. Position, Temperatur, Druck usw. erzeugt.

Beispiel: Abfüllen von Zündstein.

Das Öffnen und Schliessen des Zylinders ist abhängig von der Bewegung der Behälter.



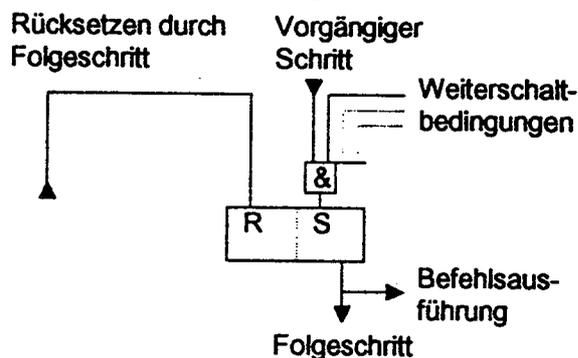
MERKMALE VON ABLAUFSTEUERUNGEN

- * Innerhalb des Steuerungsablaufs ist immer nur ein Schritt gesetzt
- * Der erste Schritt wird durch die Einschaltbedingung gesetzt
- * Der jeweils folgende Schritt wird erst dann gesetzt, wenn die Weiterschaltbedingungen erfüllt sind
- * Gleichzeitig mit dem Setzen eines Schrittes wird der vorherige Schritt rückgesetzt.

DARSTELLUNG VON ABLAUFSTEUERUNGEN

Ablaufsteuerungen sind wie Verknüpfungssteuerungen binäre Steuerungen. Deshalb werden zur Darstellung der Funktionen von Ablaufsteuerungen die gleichen Symbole wie bei Verknüpfungssteuerungen verwendet, ergänzt durch eine zusammenfassende Darstellung der Schritte einer Ablaufsteuerung.

Ausführliche Darstellung



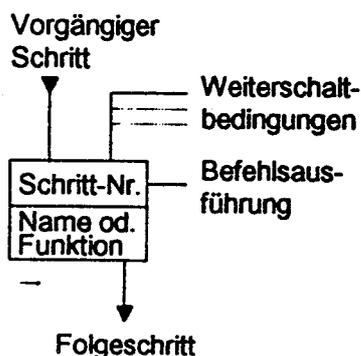
Jeder Schritt der Ablaufsteuerung kann mit einem RS-Flip-Flop realisiert werden.

Der Setzbefehl erfolgt als UND-Verknüpfung des Ausgangssignals des vorgängigen Schrittes mit den Weiterschaltbedingungen.

Der Rücksetzbefehl wird vom Folgeschritt ausgelöst.

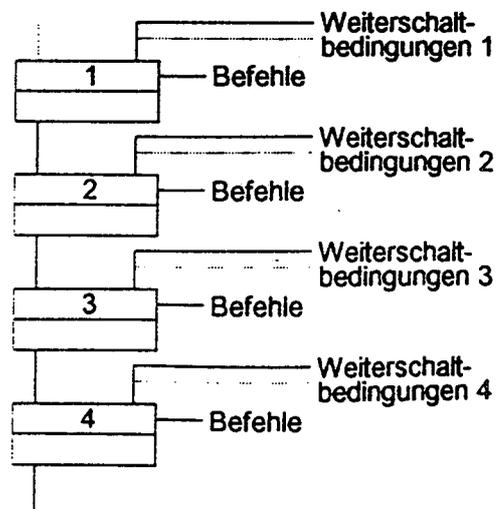
Das Ausgangssignal wird für die Befehlsausführung verwendet. Dabei können mehrere Befehle durch einen Schritt ausgelöst werden.

Symbolische Darstellung



Bei der symbolischen Darstellung wird davon ausgegangen, dass jeder Schritt, wenn er beendet ist auch zurückgesetzt wird, weshalb die Rücksetzleitung nicht eingetragen wird.

Beispiel: Folge mehrerer Schritt in symbolischer Darstellung.



DER FUNKTIONSPLAN

Aufgabe : Führen Sie das CBT-Programm FUP aus!

Auf den weissen Blättern 2.4.x finden Sie die Theorie, die Sie benötigen, um die Fragen des Programms beantworten zu können .

Auf den gelben Blättern CBT-FUP finden Sie die Übungen Ü1 bis Ü7, die Sie durcharbeiten sollen. Zu jeder Übung wird eine Problemstellung gegeben, auf Grund derer dann Fragen zu beantworten sind. Vereinzelt wird auch nochmals aufgegriffen, was in der Theorie behandelt wird.

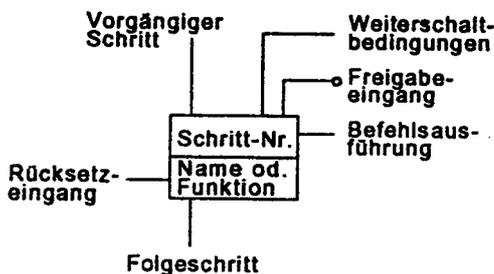
Hinweis:

Jede abgeschlossene Übung ist dem Lehrer sofort zu zeigen und erst nach dessen OK wird mit der nächst folgenden Übung weitergefahren.

Zweck

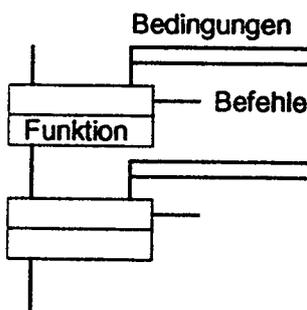
Der Funktionsplan wird zur Darstellung von Ablaufsteuerungen verwendet. Jeder Schritt kann mittels eines RS-Flip-Flops realisiert werden.

Grundsymbol



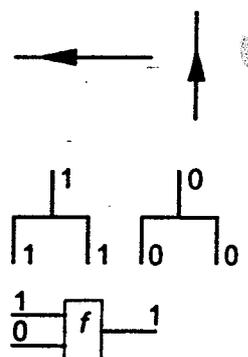
In den meisten Funktionsplänen sind Freigabe- und Rücksetzeingang nicht eingezeichnet.

Signalfluss und Wirkungslinie



Die einzelnen Elemente des FUP's werden über *Wirkungslinien* verbunden. Sie stellen den *Signalfluss* dar, der stets einen binären Zustand - nämlich Wert 0 oder Wert 1 - führt. Die Richtung des Signals verläuft von den Bedingungen über die Funktion zu den Befehlen.

Bei Ablaufsteuerungen ist eine vertikale *Darstellung* üblich, d.h. der Signalfluss verläuft von oben nach unten bzw. von links nach rechts. Bei Abweichungen wird die Wirkungslinie durch Pfeile kenntlich gemacht.



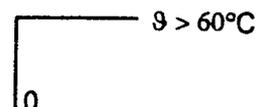
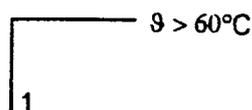
Die *Verzweigung* von Wirkungslinien wird durch einen Verbindungspunkt markiert. Die Wirkungslinien führen vor und nach der Verzweigung den gleichen binären Wert.

Das *Zusammenführen* von Wirkungslinien ist nur über logische Verknüpfungen möglich.

Beispiel : Temperatursignal das auf eine Temperatur von 60 °C überwacht wird.

Temperatur = 70 °C

Temperatur = 50 °C



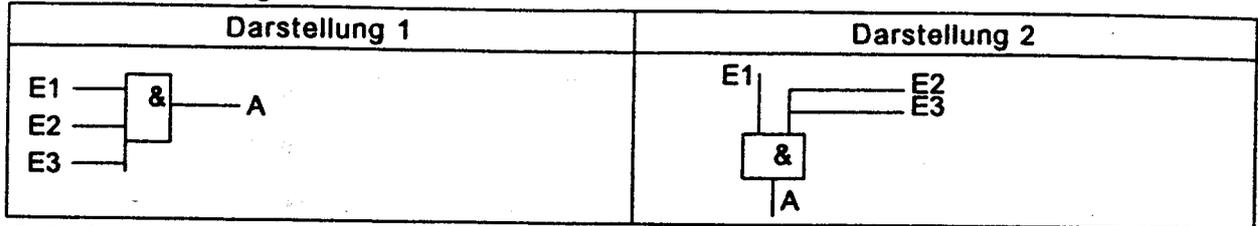
Bedingung erfüllt, Wirkungslinie führt Wert 1

Bedingung nicht erfüllt, Wirkungslinie führt Wert 0

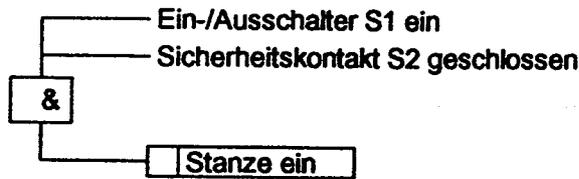
Verknüpfungen

Für die Darstellung von Verknüpfungen werden die Symbole der Schaltalgebra verwendet.

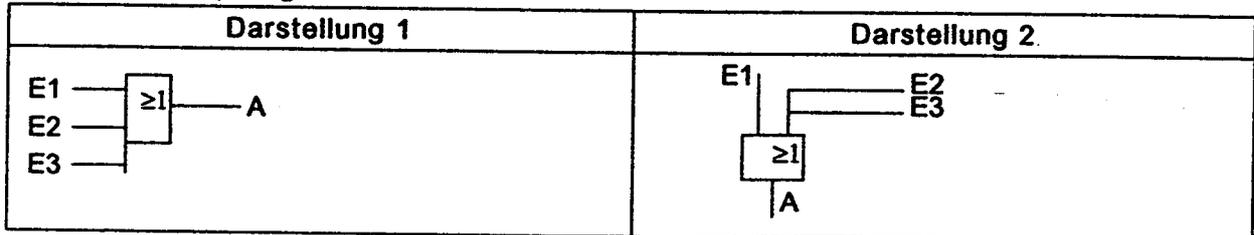
UND-Verknüpfung



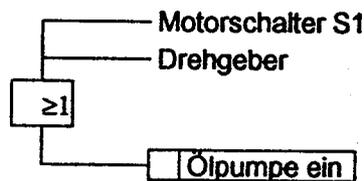
Beispiel:



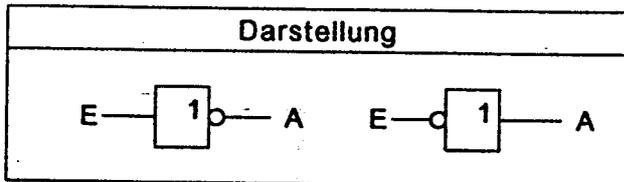
ODER-Verknüpfung



Beispiel:



NICHT-Funktion

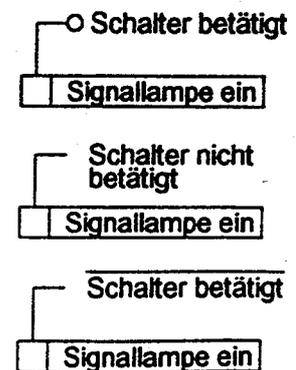


Beispiel:

Beschreibung

1. durch die NICHT-Funktion
2. verbal durch die Formulierung "nicht"
3. formal durch einen Querstrich

Darstellung



Befehle

Im FUP werden alle auszuführenden Anweisungen als Befehl formuliert. Die Befehle werden mit einem Symbol, bestehend aus einem senkrecht geteilten Rechteck, dargestellt. Die im Symbol stehende Bezeichnung muss eine eindeutige Anweisung sein, die einen Zustand oder einen Vorgang bezeichnet.

Befehlstext

Beispiel : Zustand

Schalter ein
Sicherheitshebel umgelegt
Taste gedrückt
Ventil auf

Vorgang

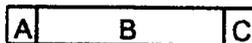
Schalter einschalten
Sicherheitshebel umlegen
Taste drücken
Ventil öffnen

Beachte

Der Befehl wird ausgeführt, wenn der Befehlseingang den Wert 1 hat.
Er wird solange ausgeführt, wie der Befehlseingang den Wert 1 führt.
Bei Wert 0 wird der Befehl nicht ausgeführt.

Befehlssymbol

Im FUP treten häufig bestimmte Funktionen, z.B. Speicherfunktionen, mit den Befehlssymbolen gemeinsam auf. Zur Vereinfachung immer wiederkehrender Kombinationen bestimmter Symbole hat man Befehls- und Funktionssymbol vereinigt.



Das neue Befehlssymbol besteht aus einem Rechteck, das in 3 Felder A, B und C unterteilt ist.

Feld A kennzeichnet die Art des Befehls, z.B. NS für "nicht speichernd", d.h. der Signalzustand ist nur während des aktuellen Schrittes aktiv, es wird nicht gespeichert.

Feld B beschreibt die Wirkung des Befehls, z.B. Zylinder ausfahren

Feld C beinhaltet die Kennzeichnung für die Abbruchstelle eines Befehlseinganges, d.h. ein Befehl kann auf den Signalzustand abgefragt werden und als Bedingung weiterverarbeitet werden. Das Feld C fehlt, wenn keine Abbruchstelle vorhanden ist.

Befehlsarten (Feld A)

D	-	Der Befehl wird verzögert ausgeführt. (Delay)
S	-	Der Befehl wird gespeichert, d.h. er wirkt solange, bis er zurückgesetzt wird. Dies ist unabhängig vom Rücksetzen des Schrittes. (Store)
SD	-	Der Befehl wirkt verzögert und wird zusätzlich gespeichert.
NS	-	Der Befehl wird nicht gespeichert, d.h. er ist nur solange aktiv, wie auch der zugehörige Schritt aktiviert ist. (No Store)
NSD	-	Der Befehl wird nicht gespeichert, aber verzögert ausgeführt.
SH	-	Der Befehl wird auch bei Energieausfall gespeichert (Store Hold)
T	-	Der Befehl wird nur zeitlich begrenzt ausgeführt, d.h. er kann vor Ablauf des Schrittes bereits inaktiv sein. (Time)
ST	-	Der Befehl wird gespeichert, ist aber zeitlich begrenzt. Meist führt ein solcher Befehl zu einer Weiterschaltbedingung, die im Feld C eingetragen wird.

Befehl (Feld B)

Der Befehl wird ausgeführt, wenn der Setzeingang (S) den Wert 1 und gleichzeitig der Rücksetzeingang (R) den Wert 0 haben. Wenn danach am Setzeingang der Wert 0 auftritt, bleibt der Schritt gesetzt und somit ist der Befehl weiterhin aktiv. Er wird nicht oder nicht mehr ausgeführt, wenn am Rücksetzeingang der Wert 1 auftritt.

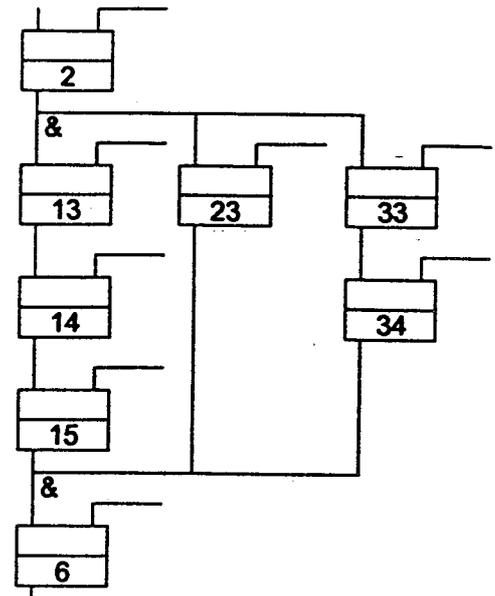
Verzweigungen

Beim FUP lassen sich auch Schritt darstellen, die parallel (UND) oder alternativ (ODER) ausgeführt werden.

UND-Verzweigung

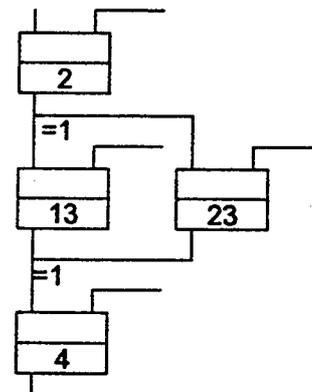
Folgen einem Schritt mehrere parallel abzuarbeitende Schritte (z.B. 13, 23 und 33), so werden diese aktiviert, sobald die jeweiligen Weiterschaltbedingungen vorliegen. D.h. also, dass nicht alle parallel auszuführenden Schritte gleichzeitig gestartet werden. Der vorgängige Schritt (z.B. 2) darf aber erst zurückgesetzt werden, wenn alle Folgeschritte gesetzt sind oder gesetzt waren.

Ein nachfolgender Schritt (z.B. 6), bei dem die Verzweigung wieder zusammengeführt wird, darf erst ausgeführt werden, wenn alle davor liegenden Schritt gesetzt sind (z.B. 15 und 34).

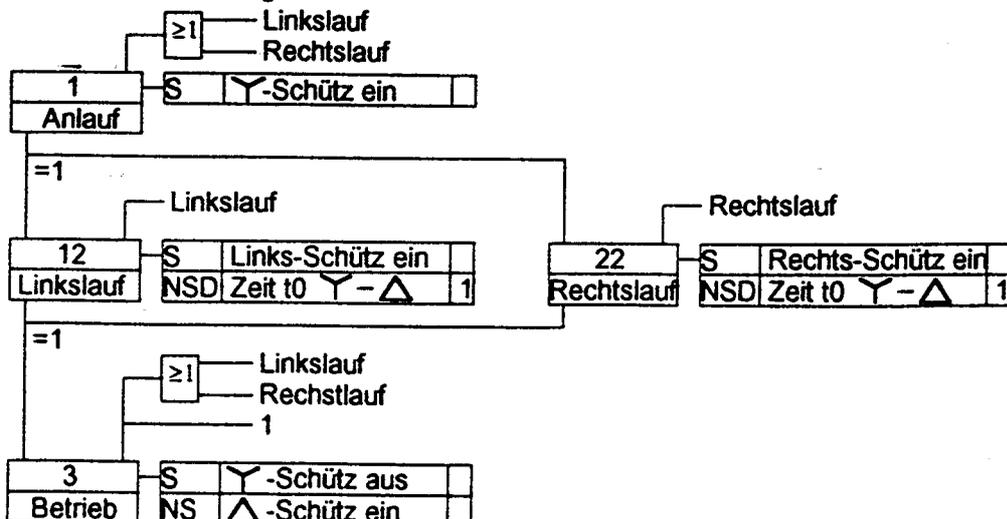


ODER-Verzweigung

Hier wird immer nur wahlweise einer von mehreren möglichen Pfaden abgearbeitet. Es handelt sich als um eine exklusive Oder-Verzweigung.



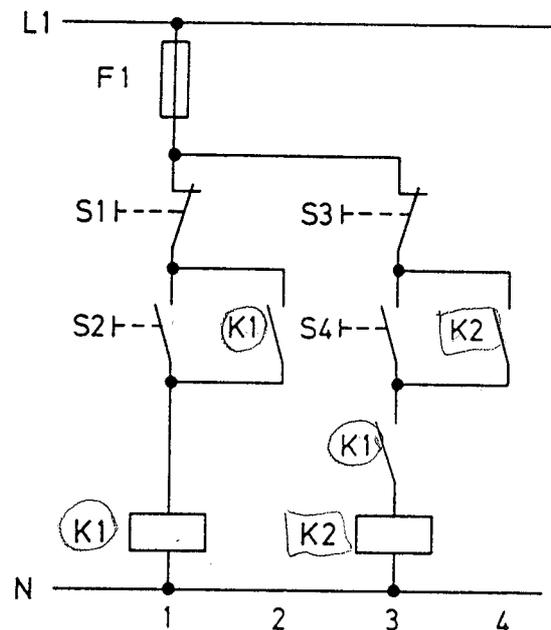
Beispiel: FUP für eine Motorsteuerung mit Rechts-Links-Lauf. Zudem wird der Motor über Stern-Dreieck-Anlauf gestartet.



Laborübung Schaftfräse

In einer Modellwerkstatt steht zum Freihand-Fräsen von Holz eine Schaftfräse zur Verfügung. Über die verstellbare Haube saugt ein Gebläse entstehende Holzspäne und Staub ab.

Die beiden Antriebsmotoren können jeweils über einen Taster in Betrieb gesetzt werden. Der Motor der Schaftfräse ist jedoch nur dann einschaltbar, wenn das Gebläse bereits arbeitet. Ein „Aus“-Taster dient zur Abschaltung beider Motoren. Damit gegebenenfalls nach dem Fräsen noch Staub abgesaugt werden kann, ist ein weiterer Taster nur zum Ausschalten der Fräse vorgesehen.



- 1) Erstellen Sie anhand des Stromlaufplans des Steuerstromkreises die Zuordnungsliste:

Schütz Schaftfräse = $K1$

Schütz Gebläse = $K2$

„Ein“-Taster Gebläse = $S4$

„Ein“-Taster Schaftfräse = $S1$

„Aus“-Taster Schaftfräse = $S2$

„Aus“-Taster Schaftfräse und Gebläse = $S3$

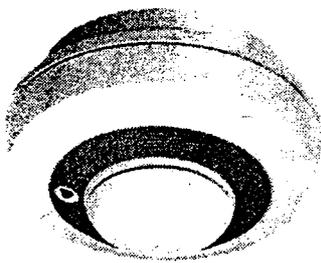
- 2) Bauen Sie die Schaltung mit der Relais-Experimentierbox auf und überprüfen Sie die Funktion!

Laborübung Akkumulatorenraum

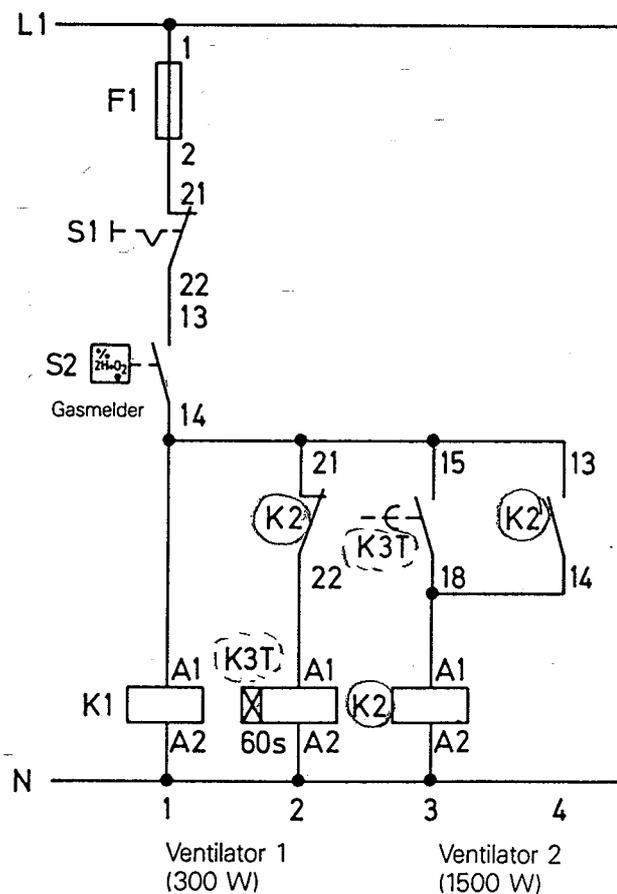
Zur Entlüftung des Akkumulatorenraums einer Notstromanlage sind zwei Ventilatoren installiert. Ein Gasmelder an der Decke des Raumes schaltet bei einer bestimmten Knallgaskonzentration über den Schütz K1 den Ventilatormotor ein. Falls die Gaskonzentration nach 30 Sekunden nicht abgenommen hat (z. B. durch starkes Laden), soll der zweite Ventilatormotor über den Schütz K2 eingeschaltet werden. Diese selbsttätige Zuschaltung erfolgt durch das ansprechverzögerte Zeitrelais K3T.

Anmerkung: Zeitrelais werden in der Regel nach Ausführung ihres Schaltauftrages wieder abgeschaltet, um unnötige Beanspruchungen zu vermeiden.

Gasmelder



Stromlaufplan des Steuerstromkreises



Bauen Sie diese automatische Folgeschaltung mit der Relais-Experimentierbox auf und überprüfen Sie die Funktion!