



# Grundlagen Regeln und Steuern



# Lehrmaterial

- Kaspers/Küfner
- Messen-Steuer-Regeln
- Vieweg + Teubner Verlag
- 9.Auflage



# Ablauf

- Lernfelder 1-2
- Anzahl Präsenzstunden 12
- Aufgaben auf der Lernplattform
- Lernfeldkontrollen
- Abschlussklausur
  - ca. 4-5 Aufgaben
  - 60 Min.



# Themenübersicht

- Regeln/Steuern
  - Grundbegriffe
  - Was ist der Unterschied?
  - Anwendungsfälle
  
- Steuerungstechnik
  - Grundbegriffe
  - Aufbau von Steuerungen
  - Signal- und Steuerungsarten



# Themenübersicht

## ➤ Regelungstechnik

- Grundlagen
- Regelstrecken
- Regler

## ➤ Sensortechnik

- Grundlagen
- Sensorarten
- Einsatzgebiete



# Themenübersicht

- **Elektropneumatik**
  - Grundlagen
  - Bauteile
  - Aufbau
  - Steuerungs- und Leistungsteil
  - Stromlaufpläne



# Steuern

Der Begriff Steuern ist nach DIN 19226 definiert als:

Ein Vorgang, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgröße/n andere Größen als Ausgangsgrößen aufgrund der dem System eigenen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen.



# Steuern

- bei einer **Steuerung** gibt es **keine** Rückwirkung der Ausgangsgrößen auf die Eingangsgrößen.
- es ist ein **offener Wirkungsablauf**.
- auf Störgrößen wird nicht reagiert.

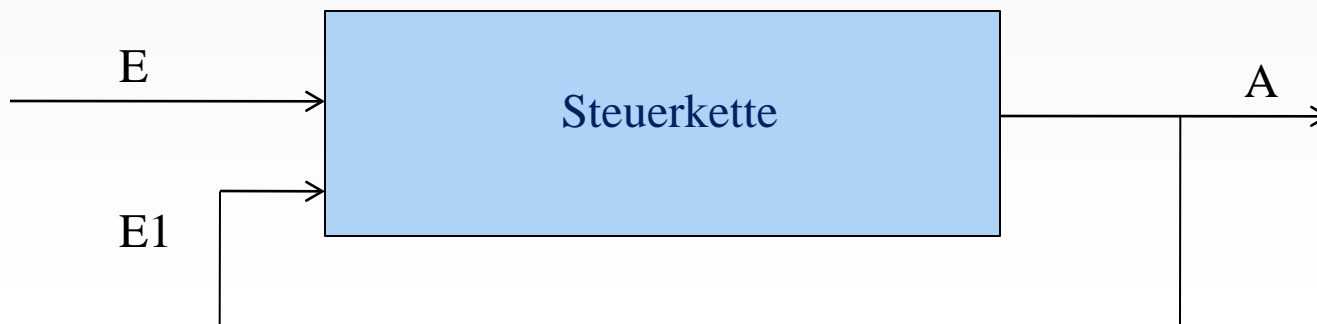






# Steuern

- Steuerungen für Prozessabläufe arbeiten überwiegend mit einem geschlossenen Wirkungsweg
- hierbei werden planmäßige Signale auf dem Steuerungseingang als eigenständiges Eingangssignal verarbeitet und leiten den nächsten Arbeitsschritt ein

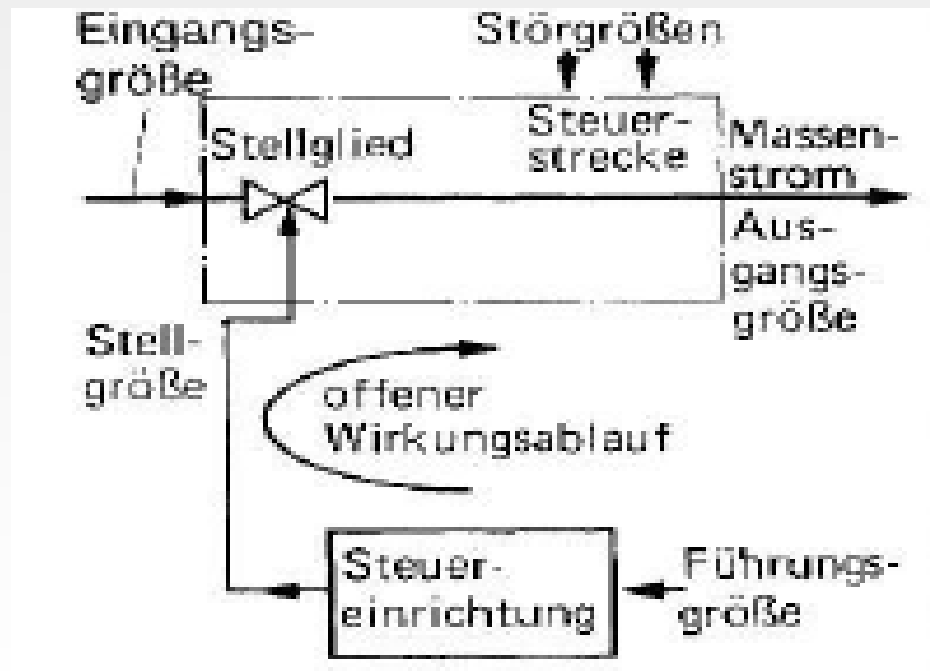




# Steuern

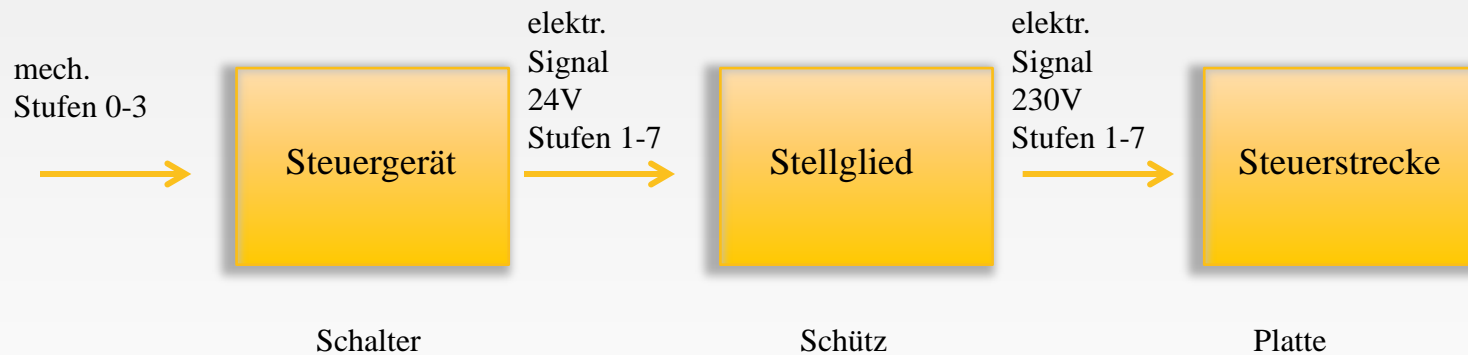
- da hier keine Anpassung an eine Führungsgröße geschieht, liegt hier keine Regelung sondern eine Steuerung vor
- **Merke:**
  - Kennzeichnend für das Steuern ist der offene Wirkungsablauf in einer Steuerkette, der in besonderen Fällen auch die Rückwirkung der Ausgangsgröße auf die Eingangsgröße beinhaltet. Steuern bedeutet eine Beeinflussung von Ausgangsgrößen durch Eingangsgrößen nach systemindividuellen Gesetzmäßigkeiten.

# Beispiel





# Beispiele für Steuerung: Herdplatte





# Regeln

Der Begriff Regeln ist definiert als:

Ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Regelgröße erfasst wird, mit einer Führungsgröße verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird.



# Regeln

- bei der **Regelung** gibt es **eine** Rückwirkung der Ausgangsgrößen auf die Eingangsgrößen
- es ist ein geschlossener Wirkungsablauf
- es findet ein dauernder Soll-Istwert-Vergleich statt



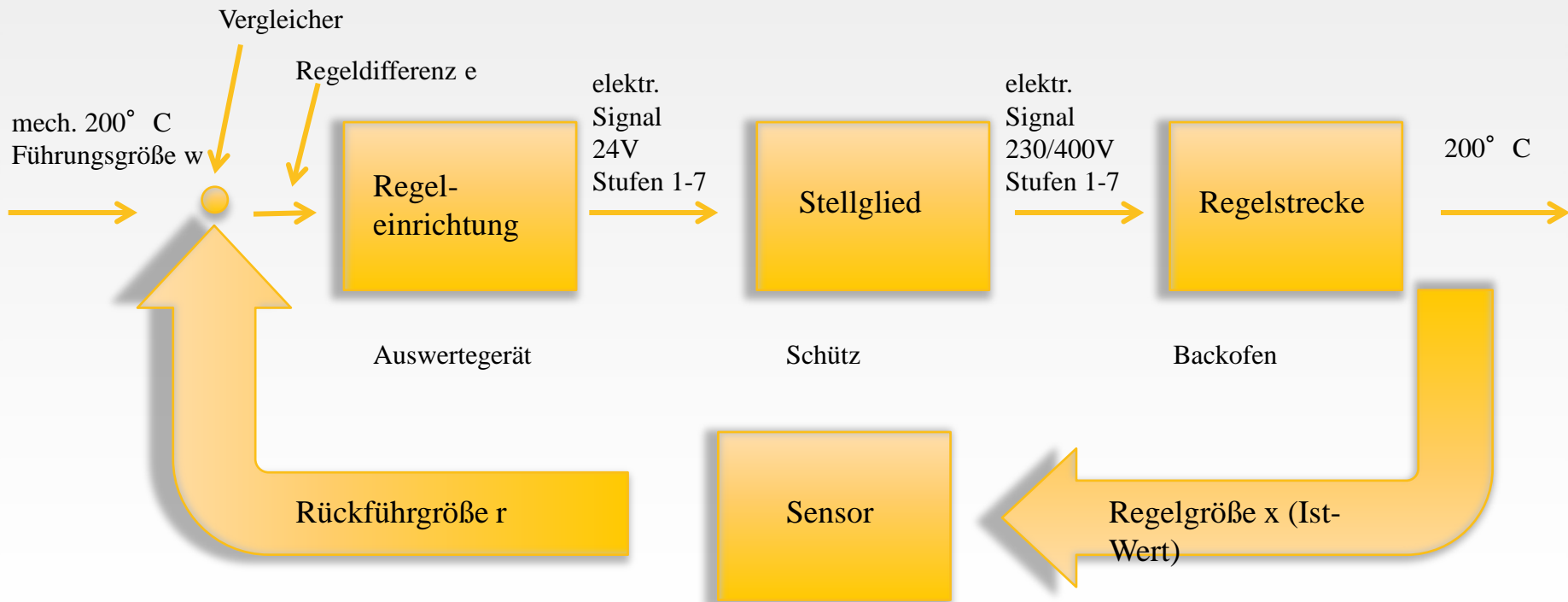


# Regeln

## **Merke:**

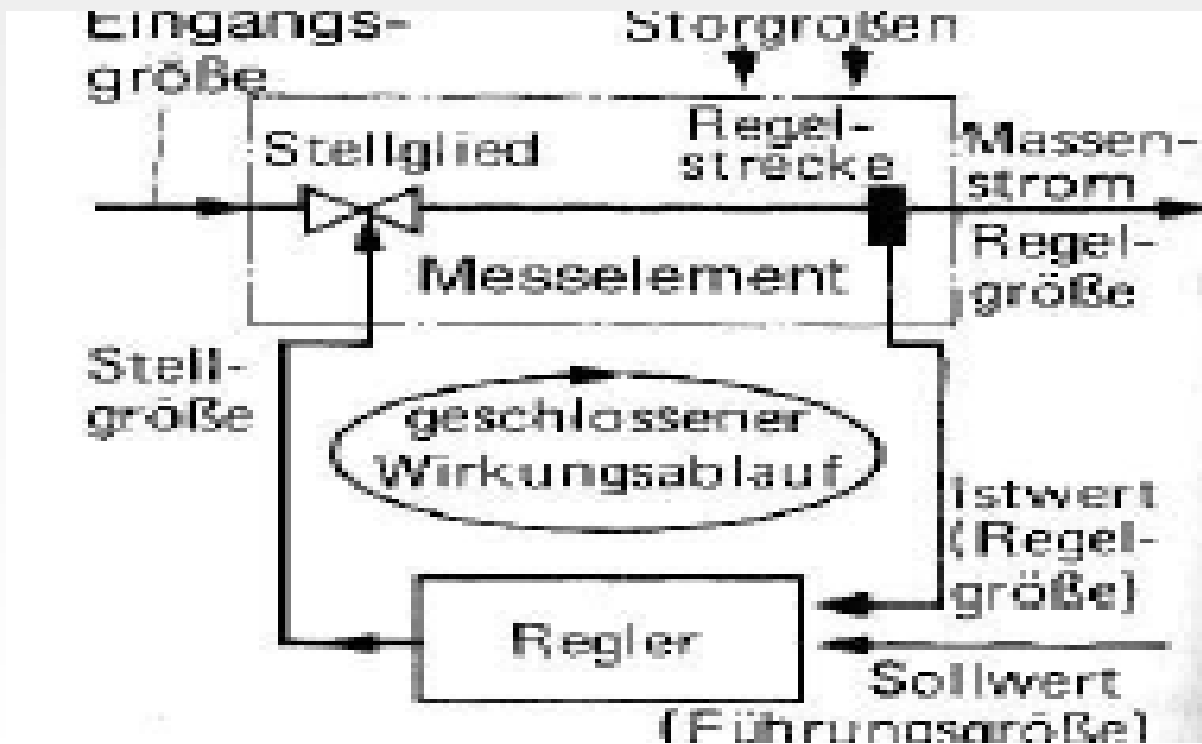
- Das Regeln ist ein Vorgang, bei dem eine dem Einfluss von Störgrößen ausgesetzte Ausgangsgröße (Regelgröße) als Istwert auf einen vorgegebenen Sollwert geführt und gehalten wird. Dabei haben Regeleinrichtung und Regelstrecke ein zeitabhängig charakteristisches Verhalten und wirken in einem Regelkreis zusammen.

# Beispiele für Regelung: Backofen

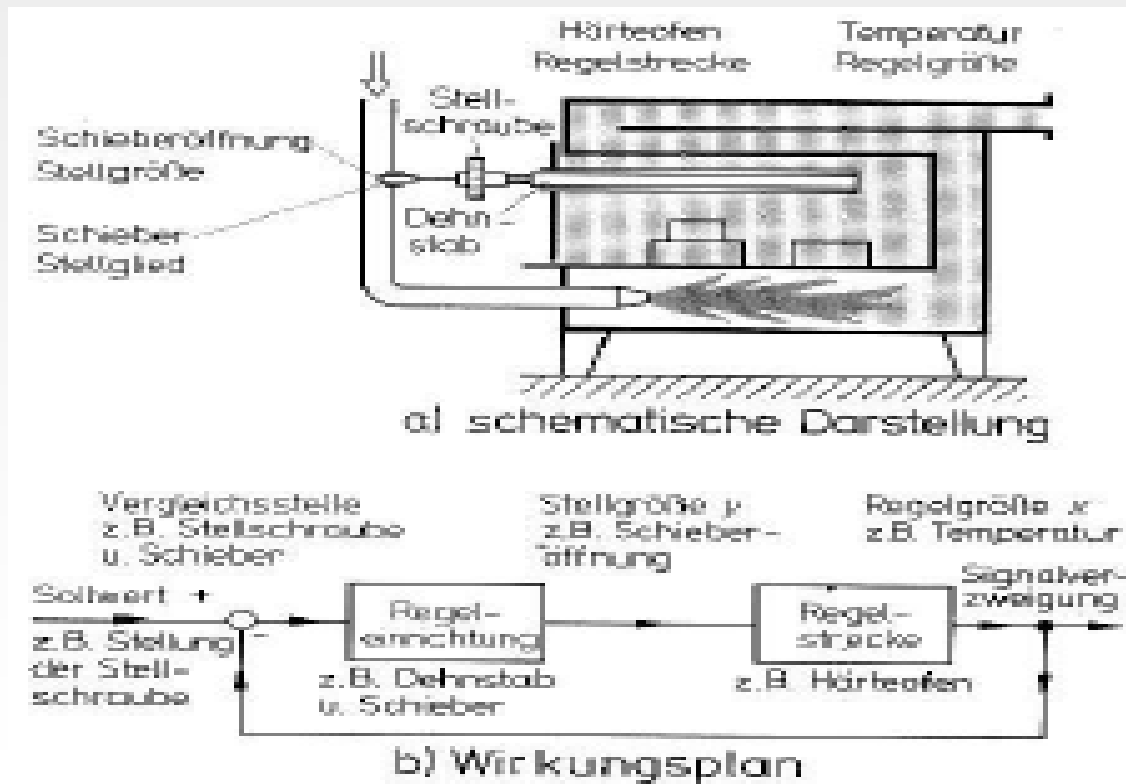




# Beispiel



# Beispiel





# Steuerung oder Regelung?

- Waschmaschine/Geschirrspüler
- Heizung
- Tempomat
- Autofahren



# Informationsarten

In der Automatisierung sind u.a. folgende Aufgaben zu lösen:

- **Erfassung** von Informationen z.B. durch Messeinrichtungen
- **Verarbeitung** dieser Informationen für Eingriffe in das Steuerungsobjekt durch Steuer- und Regeleinrichtungen
- **Nutzung** von Informationen für Eingriffe in das Steuerungsobjekt durch Stelleinrichtungen
- **Übertragung** von Informationen für die Kommunikation zwischen Mess-, Steuer- und Stelleinrichtungen



# Signalformen und -arten

als Signalträger kommen verschiedene Energiearten oder Medien in Betracht

- Druckluft
- Flüssigkeiten
- mechanische Bauelemente
- elektrische Energie o.a.

die erforderlichen Signale ergeben sich aus den Werten physikalischer Größen z.B.

- Druck (0-1bar)
- Stromstärke (0-20mA / 4-20mA)
- Potential (0/1)
- Spannung (0-10V)

Man unterscheidet zwischen analog- digital- und binärsignal



# Signalformen und -arten

## Analogsignal

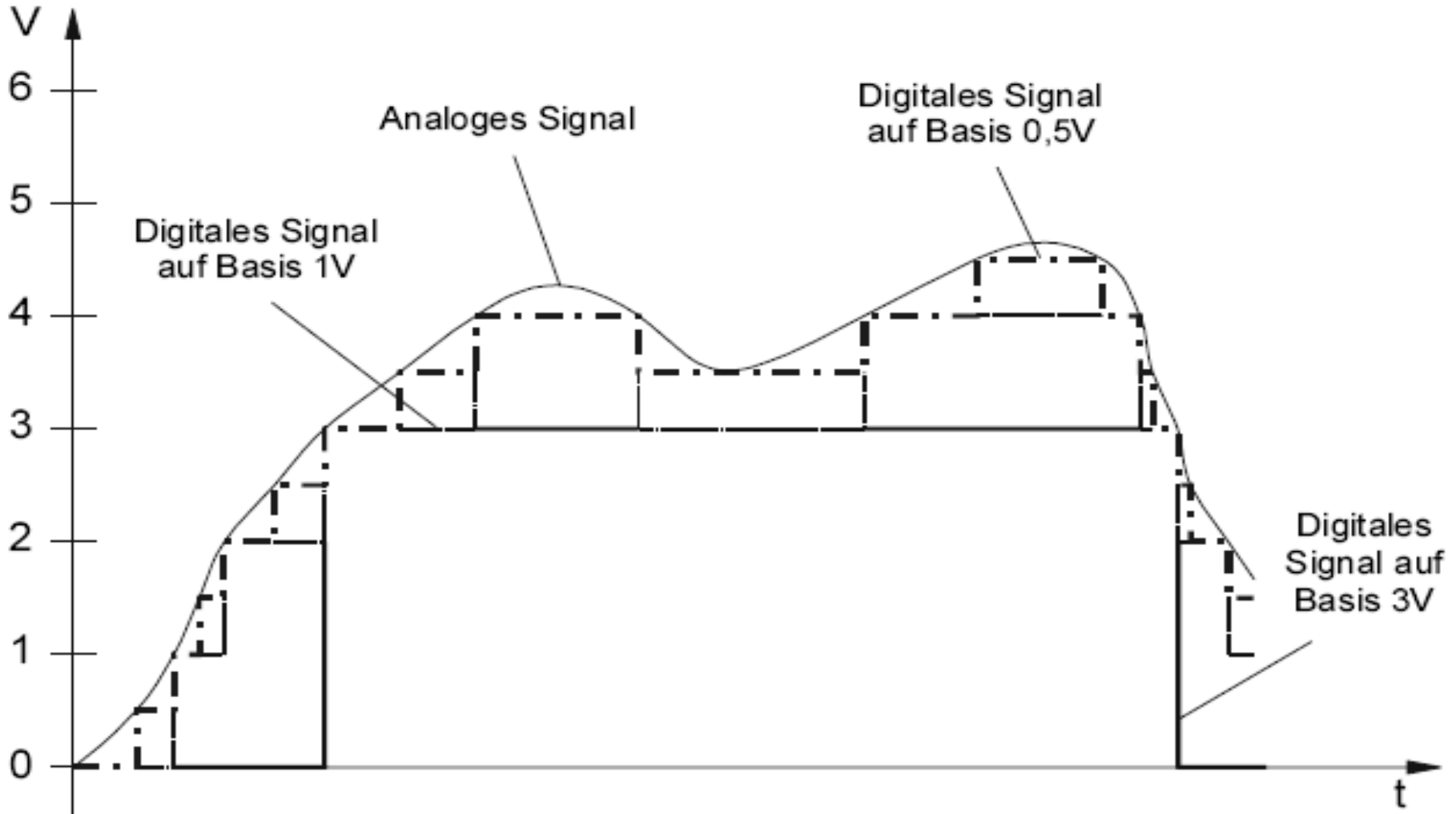
- hierbei sind einem kontinuierlichen Wertebereich Punkt für Punkt unterschiedliche Informationen zugeordnet
- innerhalb bestimmter Grenzen kann dieser Wert beliebige Größen annehmen
- jeder beliebige Wert enthält eine ihm zugeordnete Information
- dieser kontinuierlich bzw. stetig sich verändernde Signalwert ist demnach das wesentliche Merkmal eines Analogsignals



# Signalformen und -arten

## Digitalsignal

- hierbei wird die physikalische Größe in eine endliche Anzahl von einzelnen Wertebereichen unterteilt wobei jedem Wertebereich eine bestimmte Information zugeordnet ist
- je nach Abstufung und Anzahl der Ansprechschwellen erhält man ein mehr oder weniger grob gestuftes Digitalsignal
- aus einem Analogsignal lässt sich ein Digitalsignal erzeugen
- allerdings ist die Darstellung von Zwischenwerten durch diese Abstufung eingeschränkt

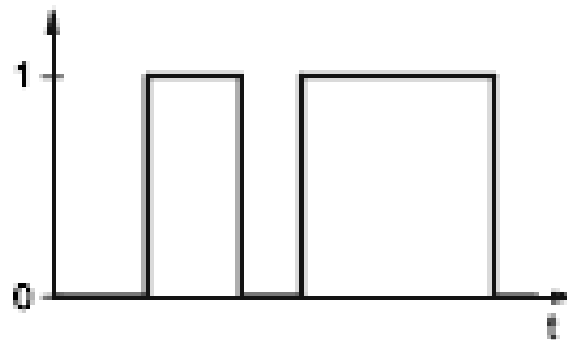






# Binärsignal

- dieses Signal ist eine Sonderform des Digitalsignals mit nur zwei Wertebereichen für die Signalkenngröße EIN/AUS, JA/NEIN, 1/0
- diese Werte dürfen sich nicht überlappen





# Aufbau von Steuerungen

Bauglieder einer Steuerkette werden nach VDI Richtlinie 3260 unterschiedlich beschrieben

- Eingabe -> Signalgeber
  - sie geben bei bestimmten einer physikalischen Größe Signale ab, sie können Befehlsgeber und Melder sein (z.B. Druckschalter, Zeitglied, oder Sensor)
- Verarbeitung ->Steuerglieder
  - sie bestimmen den Signalfluss zwischen Signalglied und Stellglied nach vorgegebenen Bedingungen (z.B. Wegeventil, Wechselventil oder Relais)
- Ausgabe->Stellglieder
  - sie steuern den Energiefluss, z.B. zu einem Antrieb. Sie verändern dabei den Zustand dieses Antriebes (z.B. Kupplung oder Schütz)



# Steuerungsarten

als Grundlage für die Einteilung der Steuerungen gilt die DIN 19237

- Informationsdarstellung
  - analoge
  - digitale
  - binäre Steuerungen
- Signalverarbeitung
  - Verknüpfungs- und
  - Ablaufsteuerungen
- hierarchischen Aufbau
  - Einzel
  - Gruppen
  - Leitsteuerungen
- Art der Programmverwirklichung
  - verbindungs- und
  - speicherprogrammierte Steuerungen

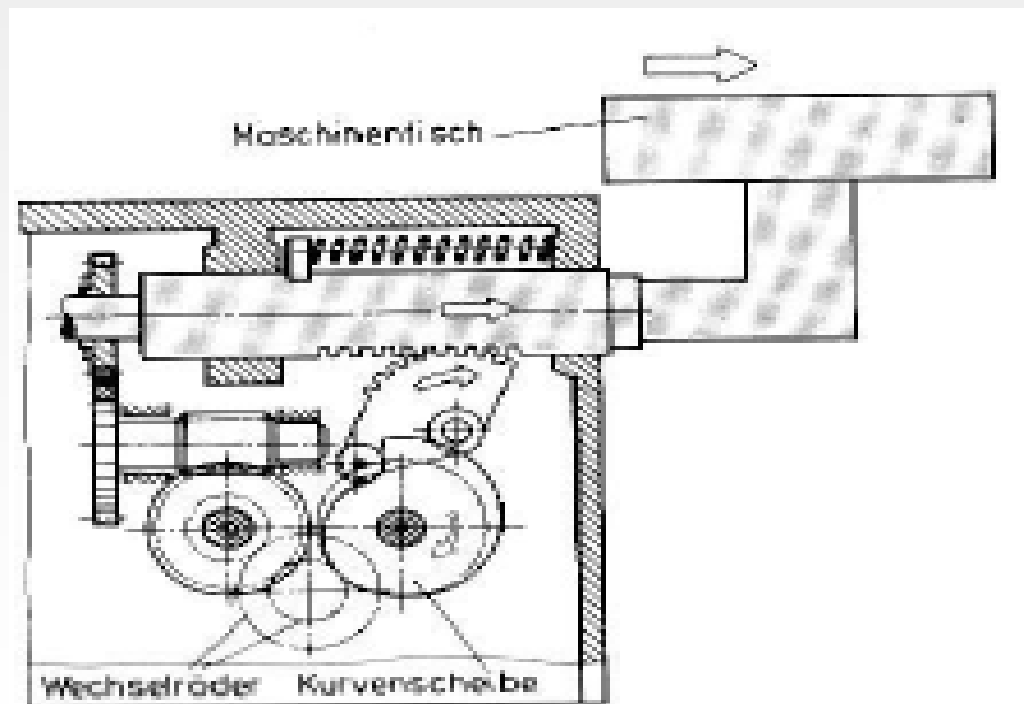


# analoge Steuerung

- hier steuert man überwiegend mit stetig wirkenden Signalen
- im Idealfall ist ein stetes Abbild der zu verarbeitenden Größe vorhanden
- wichtige Bauelemente sind z.B. Kurvenscheiben, Getriebe, Ventile, Motoren etc.



# Beispiel analoge Steuerung:



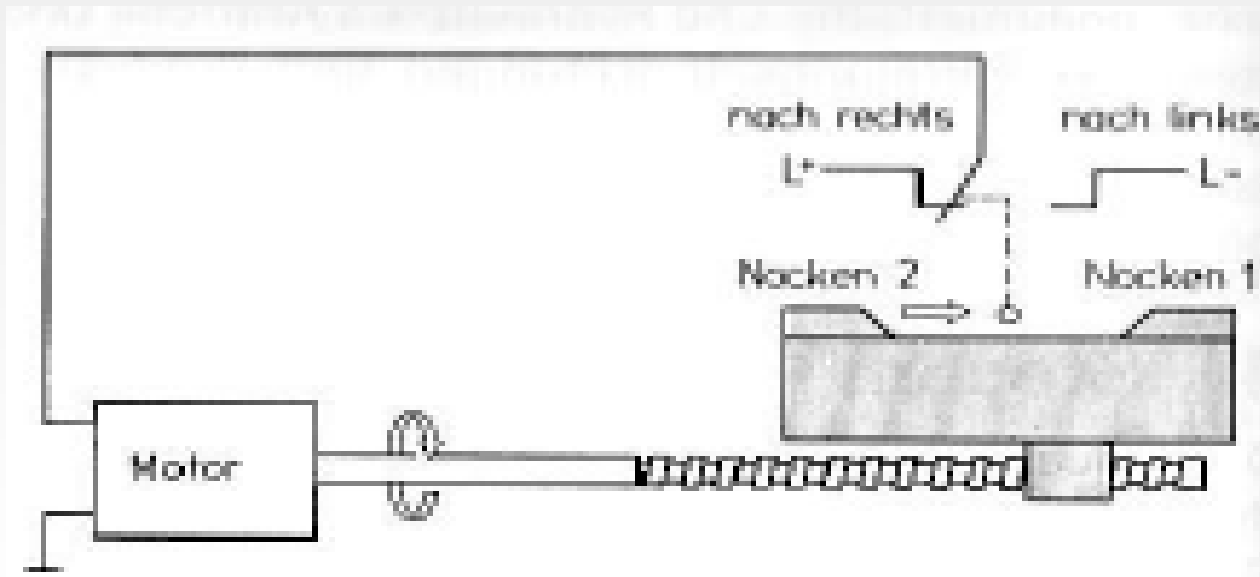


# binäre Steuerung

- steuert man überwiegend mit binären, d.h. zweiwertigen Signalen
- diese Signale werden durch zwei verschiedene Werte oder Zustände dargestellt (z.B. Ein/Aus; schwarz/weiß; stromleitend/stromnichtleitend)
- die meisten Steuerungen arbeiten mit Schaltsignalen und sind somit binäre Steuerungen



# Beispiel binäre Steuerung





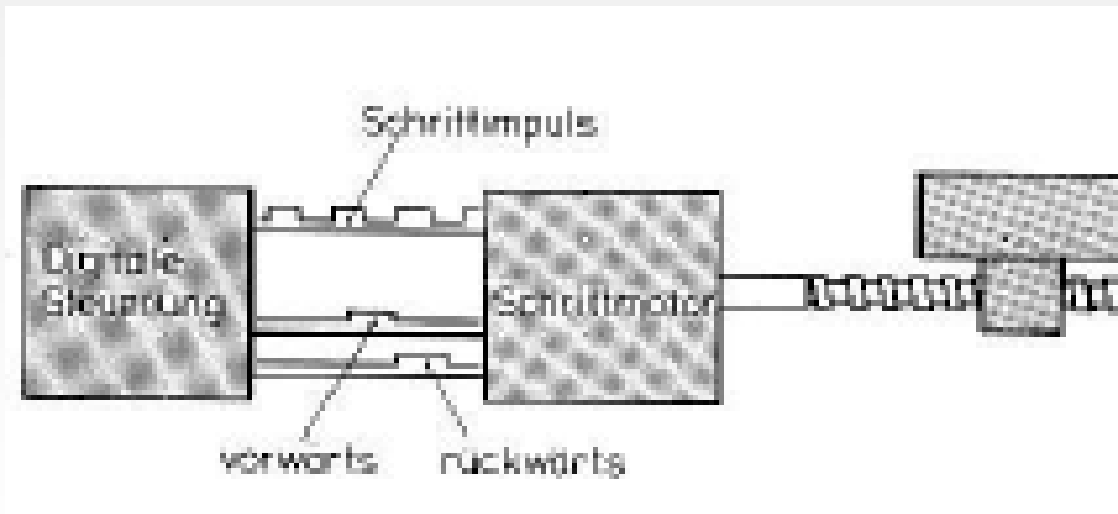
# digitale Steuerung

- hier steuert man mit Zahlen
- die Steuersignale sind meist binär verschlüsselt (codiert)
- die einfachste Codierung ist der Zählcode -> dabei werden entsprechende Impulse generiert und beim Empfänger gezählt
- wichtige Bauelemente sind z.B. Codierer, Mikroprozessoren, digitale Speicher, digitale Sensorsysteme etc.





# Beispiel digitale Steuerung





# Signalverarbeitung

## Asynchrone Steuerung

- hier beschreibt das Wort asynchron den zeitlichen Ablauf der Steuerungsanweisungen
- die Verarbeitung in der Steuerung ist nicht an ein festes Zeitraster gekoppelt
- es ist nur abhängig von den Zuständen der Eingangssignale und deren Veränderung
- eine solche Steuerung reagiert also ohne weiteren Einfluss eines steuerungsinternen Taktgebers
  - Beispiel: einfache, durch Grenztaster gesteuerte pneumatische oder hydraulische Vorschubsteuerung



# Beispiel asynchrone Steuerung

durch die Steuereinrichtung selbst dar.

Man unterscheidet deshalb auch zwischen

- Verknüpfungssteuerungen und
- Ablaufsteuerungen.

Bei Verknüpfungssteuerungen ist den Eingangssignalen zu jedem beliebigen Zeitpunkt unmittelbar ein eindeutiger Zustand der Ausgangssignale zugeordnet. Die Zuordnung geschieht in aller Regel durch logische Operationen bzgl. der Eingangssignale. Das Beispiel der nachfolgenden Abbildung skizziert das Prinzip einer Verknüpfungssteuerung:

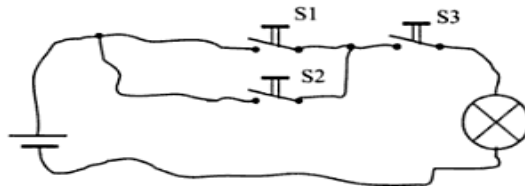


Abbildung 4.2-5:  
Verknüpfungssteuerung

Die Schalter S1 – S3 werden mit der Spannungsquelle und der Lampe über Kabel „verknüpft“. Die Schalterstellungen bestimmen durch die Verknüpfungsstruktur eindeutig das Ausgangssignal „Licht an“ bzw. „Licht aus“. Man erkennt aus der Verknüpfungsstruktur der Schalter, dass die beiden Schalter S1 und S2 parallel verbunden sind, zu denen der Schalter S3 in Serie geschaltet ist.

In etwas allgemeinerer Form versteht man als Verknüpfung die Auswertung von Ausdrücken der Form:

<b>WENN</b>	Schalter 1 gedrückt	<b>ODER</b>	Schalter 2 gedrückt
<b>UND</b>	Schalter 3 gedrückt		
<b>DANN</b>	Licht an.		



# Synchrone Steuerung

- hier ist die Signalbearbeitung an ein vorgegebenes Zeitraster gebunden
- sie läuft also synchron zu diesem ab
  - Beispiel: Mikrocomputergesteuerter Vorschubantrieb (CNC)

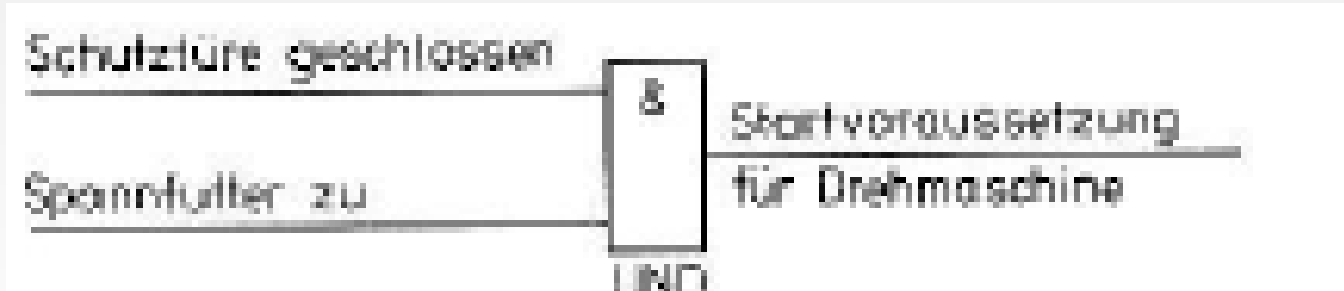


# Verknüpfungssteuerung

- Eine Steuerung, die den Signalzuständen der Eingangssignale bestimmte Signalzustände der Ausgangssignale im Sinne Boole'scher Verknüpfungen (z.B. UND, ODER, NICHT etc.) zuordnet
- in diesen Steuerungen können auch Speicher- und Zeitbausteine verwendet werden



# Beispiel: Verknüpfungssteuerung





# Ablaufsteuerung

- diese ist definiert als Steuerung mit zwangsweise schrittweisem Ablauf
- die Weiterschaltung kann zeit- oder prozessbedingt sein
  - die zeitbedingte Weiterschaltung erfolgt nur zeitabhängig z.B. nach einer vorgestellten Zeit
  - bei der prozessbedingten Ablaufsteuerung wird die Weiterschaltung durch bestimmte Prozesse bestimmt -> z.B. eine bestimmte Zylinderreihenfolge



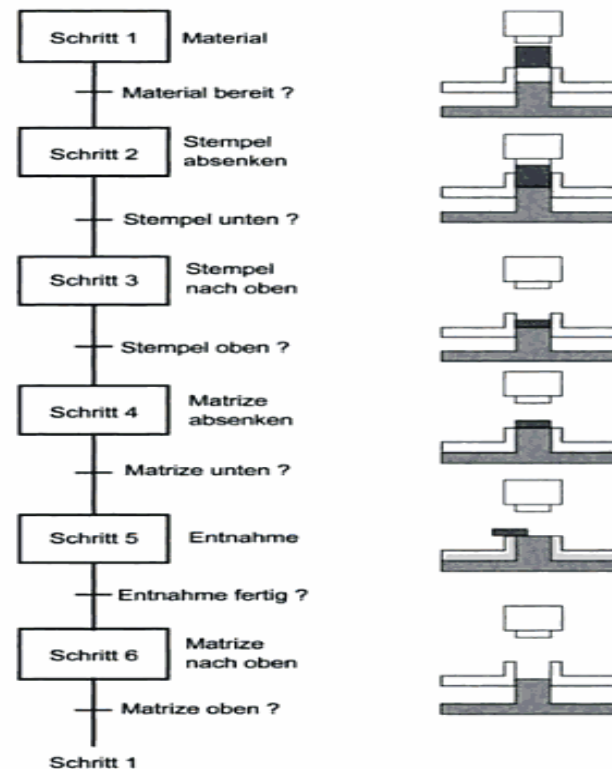
## Beispiel: Prozessbedingte Ablaufsteuerung

### Definition: Ablaufsteuerung

Eine **Ablaufsteuerung** ist eine **Steuerung** mit einem zwangsläufig schrittweisen Ablauf, bei der das Weiter-schalten von einem Schritt auf den programm-gemäß folgenden abhängig von Weichschaltbedingungen erfolgt.

Die Schritte entsprechen meist den aufeinander folgenden Zuständen der zu steuernden Maschine oder Anlage. Diese dokumentieren oft Zwischenstufen beim Fertigungsprozess. Die nebenstehende Abbildung 4.2-8 repräsentiert ein Beispiel einer Ablaufsteuerung in einem Fertigungsprozess. Hier gestalten die aufeinander folgenden Schritte die Zuführung, den Pressvorgang und die Material-entnahme.

Die Übergangsbedingungen (im Beispiel: Material bereit?, Stempel unten/oben?, Matrize unten/oben?, Entnahme fertig? und Matrize oben?) werden vom gesteuerten Prozess (Fertigungsprozess) selbst vorgegeben. Diese sind Prozesszustandssignale. Man spricht in diesem Fall von einer **prozessgeführten Ablaufsteuerung**.





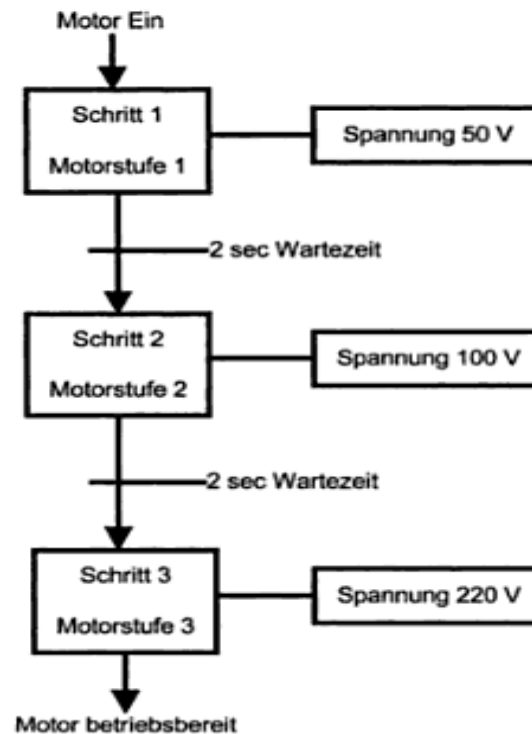


# Beispiel: Zeitbedingte Ablaufsteuerung

Dem steht die **zeitgeführte Ablaufsteuerung** gegenüber. Bei ihr sind die Weiterschaltbedingungen allein von der Zeit abhängig.

Das verzögerte Hochfahren großer Motoren stellt ein Beispiel einer zeitgeführten Ablaufsteuerung dar, wenn entsprechend der Abbildung 4.2-9 in Abhängigkeit einer Zeitschaltuhr die angelegte Motorspannung schrittweise erhöht wird.

Auch Ampelsteuerungen der Rot-Gelb-Grün-Phasen sind zeitgeführt, wenn gleich die Regelung des Verkehrs an besonders kritischen Kreuzungen eine Mixtur von prozess- und zeitgeführten Weiterschaltbedingungen aufweist. Über in die Fahrbahn eingebrachte Sensoren wird die Verkehrsdichte bestimmt, diese mit entsprechenden Vorgaben verglichen und danach die Zeitsteuerung neu eingerichtet.





# Steuerungshierarchie

- Einzelsteuerung
  - ist die Steuerung eines einzelnen Stellgliedes (z.B. ein einzelner Zylinder)
- Gruppensteuerung
  - sind Funktionseinheiten zum Steuern zusammenhängender Teilprozesse (z.B. ein Spanner bestehend aus mehreren Zylindern)
- Leitsteuerungen
  - sie sind in höchster Ebene den Gruppensteuerungen übergeordnet und steuern den Gesamtprozess



# Programmverwirklichung

- Verbindungsorientierte Steuerung (VPS)
  - festprogrammierte Steuerung (z.B. Relaissteuerung)
    - eine Änderung des Programmes ist nicht beabsichtigt – sie würde eine sehr aufwändige Änderung der Verbindung erfordern (z.B. Löt- oder Schraubverbindung)
  - unprogrammierbare Steuerung (z.B. Programmsteuerung mit Steckerfeld)
    - das Programm kann durch Änderung von Steckverbindungen mittels Programmumschaltern o.ä. leicht geändert werden



# Programmverwirklichung

- Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)
  - hierbei werden die notwendigen Steuerungsfunktionen nicht durch Steuerglieder sondern durch ihre Beschreibung in einem Programm verwirklicht
  - austauschprogrammierbar (z.B. Programmsteuerung mit Steuerkarte)
  - frei programmierbar (z.B. Rechnersteuerung)