1. SIGNALE(S.226, PKT.9.9.1) 2

2. SIGNALARTEN 2

3. LOGISCHE GRUNDFUNKTIONEN (S.226, PKT.9.9.2) 6

4. SCHALTKREISFAMILIEN: (S.230, PKT.9.9.4) 10

5. GRUNDLAGEN SPEICHERPROGRAMMIERBARE STEUERUNGEN (S.499, PKT.15.3) 12

6. GRUNDBEGRIFFE DER COMPUTERTECHNIK (S.473, PKT.14.1) 18

7. TRANSISTOR (S.198, PKT.9.5) 22

8. OPERATIONSVERSTÄRKER (S.220, PKT.9.8) 24

9. GRUNDLAGEN DER STEUER- UND REGELUNGSTECHNIK (S.493, PKT.15.1) 25

10. SENSORIK IN DER AUTOMATISIERUNGSTECHNIK (S.181, PKT.8.7) 36

11. ELEKTROPNEUMATIK 38

12. INFORMATIONSQUELLEN: 50

Seitenverweise in den Überschriften beziehen sich auf das Fachkundebuch Elektrotechnik des Europaverlages Auflage 24 2005

1. Signale(s.226, Pkt.9.9.1)

Definition: Eine physikalische Größe, in deren Wert und zeitlichem Verlauf Informationen verschlüsselt sind, nennt man ein **Signal**.

In vielen verschiedenen physikalischen Größen, wie z.B. Spannung, el. Strom, Töne, Lichtstrom oder Druck, sind Informationen verschlüsselt. In der Signal- und Regeltechnik werden Informationen durch elektrische Spannungen oder elektrischen Strömen übertragen.

Dazu dienen Einheitssignale wie zum Beispiel:
0-10V, 0-20mA, 4-20mA,…

Eine physikalische Größe kann in Ihrer zeitlichen Änderung verschiedene Signalparameter enthalten (Größe: Spannung, Signalparameter: Momentanwert, Mittelwert, Amplitude,…). Die Signalparameter tragen eine Information mit sich (Wie hoch ist die Amplitude? oder Welche Frequenz hat die Spannung? ….). Daher nennt man diese Signalparameter auch **informationstragende Signalgröße**.

2. Signalarten

Informationsquelle:
https://ces.karlsruhe.de/culm/messtechnik/signale/signalarten.htm

Eine **kontinuierliche Größe** kann in einem festlegbaren Bereich **jeden beliebigen Zwischenwert** annehmen (Potentiometer, Spannung, Temperatur,…).

Eine **diskrete Größe** kann in einem festgelegten Bereich nur **endlich viele Zwischenwerte** annehmen (Schrittmotor, Anzeige Digitalmessgeräte,..).

Für uns ist ein Spezialfall der diskreten Größen wichtig, das **Binärsignal**. Es kann nur zwei Werte annehmen (**0 und 1**, High und Low).

Die zeitliche Veränderung der informationstragenden Signalgröße kann wie bei einem Wert **kontinuierlich** oder **diskontinuierlich** (**diskret**) erfolgen. Es ergeben sich damit die vier unten stehenden Kombinationen, für die wiederum eigene Bezeichnungen üblich sind.

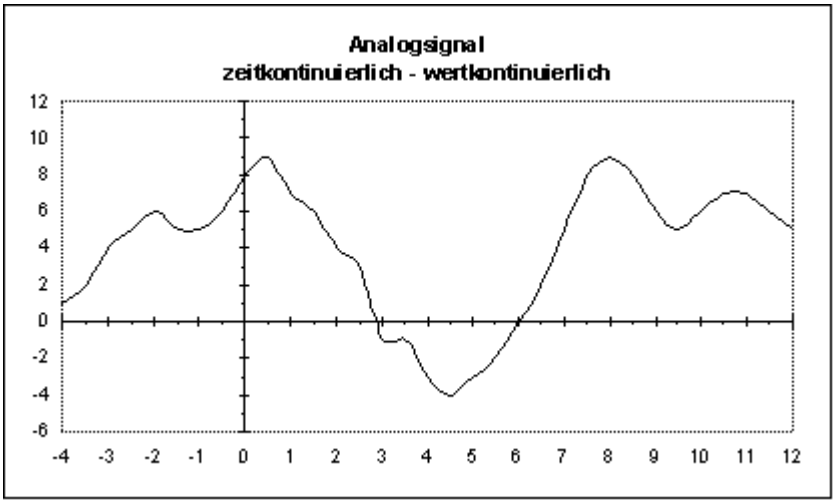
	zeit-kontinuierlich	zeit-diskret
wert-kontinuierlich	**ANALOG-SIGNAL**	**Abtast-Signal**
wert-diskret	**digitalisierte Werte**	**DIGITAL-SIGNAL**

2.1. Analog-Signal

Bei einem Analog-Signal ist die informationstragende Größe **wertkontinuierlich** und **zeitkontinuierlich**.

"Analog" heißt "entsprechend". Die Information besteht aus Skalenwerten. Der Signalwert entspricht dem zu übertragenden Skalenwert.

Es gibt einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Informationsgröße und Signalgröße.



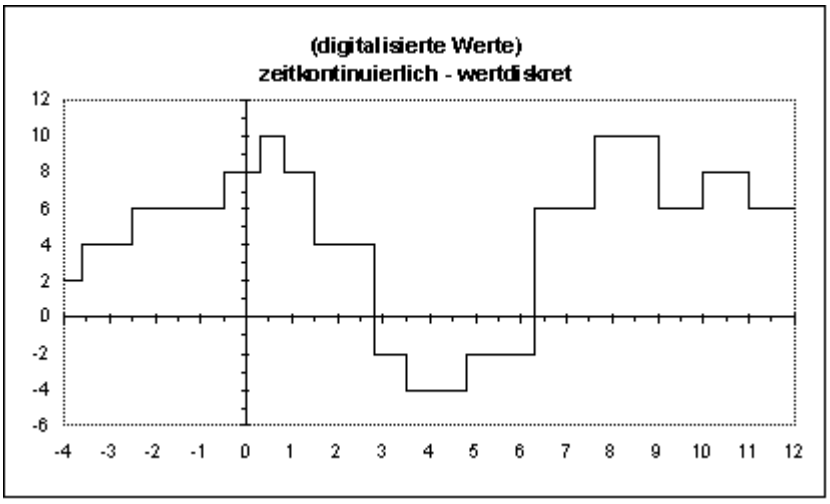
Beispiele:

- Die Spannung ist proportional zum Ausschlag des Zeigers.
- Die Frequenz ist proportional zur Drehzahl.
- Verschiedene Stellungen des Potentiometers erzeugen immer andere Spannungen. Der Spannungswert ist proportional zur Stellung des Poti.

Analoge Signale können in einem vorgegebenen Wertbereich jeden Zwischenwert zu jedem Zeitpunkt annehmen. Sie sind **stetig veränderbar.**

2.2. Digitalisierte Werte

Bei digitalisierten Werten ist die informationstragende Größe **wertdiskret** und **zeitkontinuierlich**. Ein Wechsel des Wertes kann zu beliebigen Zeitpunkten erfolgen.



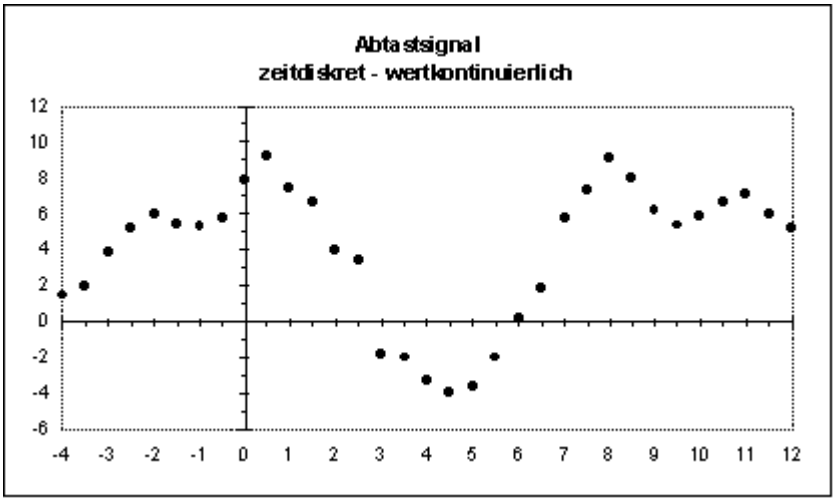
Beispiele:

- Der Kontostand wird in unregelmäßigen Abständen abgefragt.
- Ein Analog-Signal wird in Stufen umgewandelt.
  z. B.: Analog-/Digitalwandler

2.3. Abtastsignal

Bei einem Abtast-Signal ist die informationstragende Größe **wertkontinuierlich** und **zeitdiskret**.

Die Abtastung (Erfassung des Wertes) erfolgt normalerweise in einem festen Zeittakt. Andernfalls muss jeweils der Zeitpunkt der Erfassung bekannt sein, da sonst wesentliche Information verloren geht.



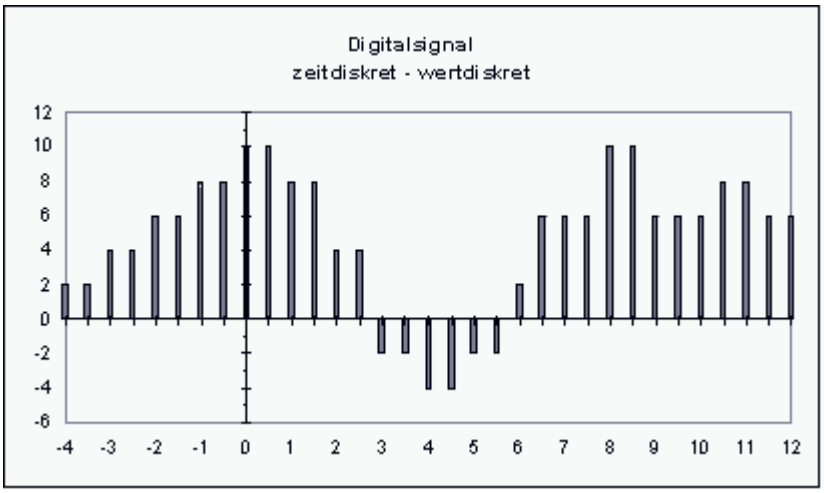
Beispiele:

- Außentemperaturanzeige mit Zeiger bei Autos oder Häusern
- Periodische Aktualisierung einer Balkenanzeige

2.4. Digital-Signal

Bei einem Digital-Signal ist die informationstragende Größe **wertdiskret** und **zeitdiskret**.

Digitale Signale bestehen aus einer **Kombination von Binärsignalen**, bei denen es nur zwei mögliche Zustände gibt (z.B. Spannung positiv, Spannung negativ).



Beispiele:

- Bei jedem Zyklus (16 Zyklen/-4 bis +12) wird der umgewandelte Wert einer Spannung (in -4, -2, 0, 2, 4, 6, 8, 10 oder 12V) an die SPS weitergegeben.
- Die zeitliche Reihenfolge von 9 Ein- und Ausschaltzuständen (Zustand-4, -2, 0, 2, 4, 6, 8, 10 oder 12) legt je eine von 16 Zahlen fest.

Bei n binären Signalen besitzt das daraus gebildete **Digitalsignal 2^n (2^n) mögliche Werte**.

Beispiel:

Bei einer SPS werden 3 Eingänge genutzt. Jeder Eingang kann 0 oder 1 sein.
Das Digitalsignal besteht also aus 3 binären Signalen, also 2^3 (2^3) = 2.2.2 = 8.

Es gibt hier also 8 Möglichkeiten.

Wertetabelle mit Binär- oder Dual-System:

	2	1	0	Position
SPS	E 0.2	E 0.1	E 0.0	Adressierung
Dualsystem	2^2	2^1	2^0	Positionswert
Möglichkeit	=4	=2	=1	Dezimalzahl
1	0	0	0	0+0+0=0
2	0	0	1	0+0+1=1
3	0	1	0	0+2+0=2
4	0	1	1	0+2+1=3
5	1	0	0	4+0+0=4
6	1	0	1	4+0+1=5
7	1	1	0	4+2+0=6
8	1	1	1	4+2+1=7

Übung:

Wie sieht die Wertetabelle mit 4 Eingängen aus?

3. Logische Grundfunktionen (s.226, Pkt.9.9.2)

Komplexe Verknüpfungen, wie sie in der Industrie vorkommen, können auf drei Grundfunktionen zurückgeführt werden; diese sind:

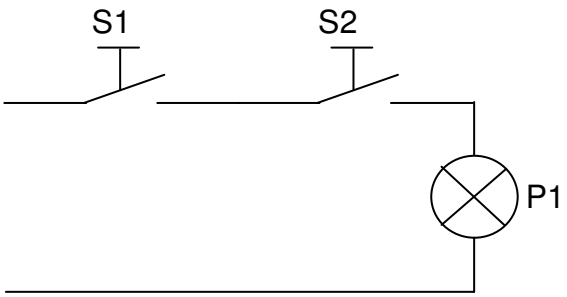
UND- Verknüpfung	**Konjunktion**
ODER- Verknüpfung	**Disjunktion**
NICHT- Verknüpfung	**Negation**

3.1. UND-Verknüpfung

Sind zwei Schalter in Reihe zu einer Lampe geschaltet, so ergibt sich als Funktion ein UND.

Man sagt: "Die Lampe leuchtet nur, wenn beide Taster zur gleichen Zeit betätigt werden."

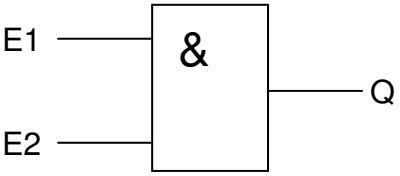
Schaltung



Zustandstabelle

S1	S2	P1
AUS	AUS	AUS
AUS	EIN	AUS
EIN	AUS	AUS
EIN	EIN	EIN

Blockschaltbild / Symbol



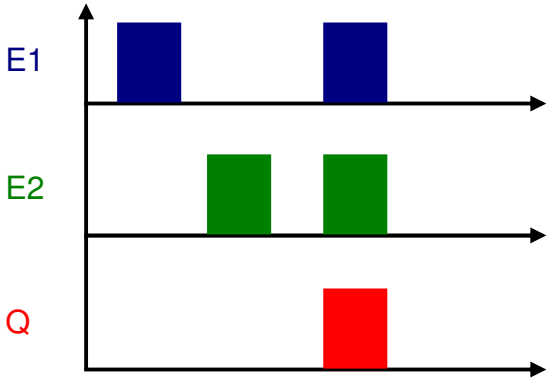
Wahrheitstabelle

E1	E2	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Schaltalgebra

$E1 \wedge E2 = Q$ oder $E1 \cdot E2 = Q$

Weg-Zeit-Diagramm

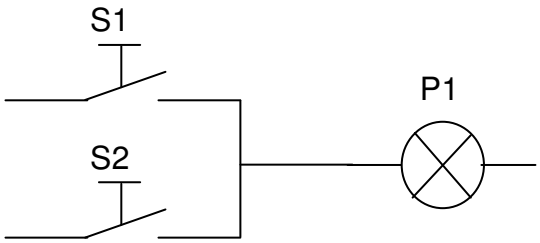


3.2. ODER-Verknüpfung

Sind zwei Schalter parallel und eine Lampe in Reihe dazu geschaltet, so ergibt sich als Funktion ein ODER.

Man sagt: "Die Lampe leuchtet, sobald einer der beiden Taster betätigt wird."

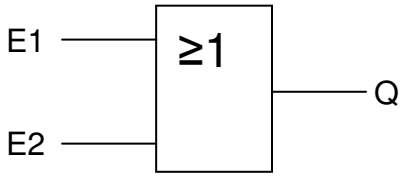
Schaltung



Zustandstabelle

S1	S2	P1
AUS	AUS	AUS
AUS	EIN	EIN
EIN	AUS	EIN
EIN	EIN	EIN

Blockschaltbild / Symbol



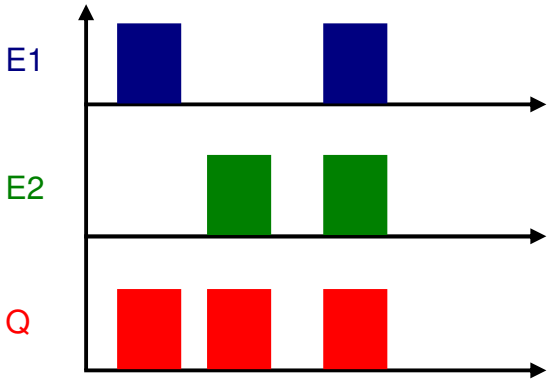
Wahrheitstabelle

E1	E2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Schaltalgebra

E1 V E2 = Q oder E1 + E2 = Q

Weg-Zeit-Diagramm

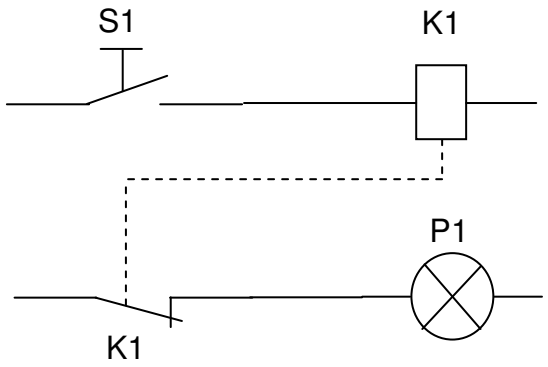


3.3. NICHT-Verknüpfung

Sind zwei Schalter parallel und eine Lampe in Reihe dazu geschaltet, so ergibt sich als Funktion ein ODER.

Man sagt: "Die Lampe leuchtet, sobald einer der beiden Taster betätigt wird."

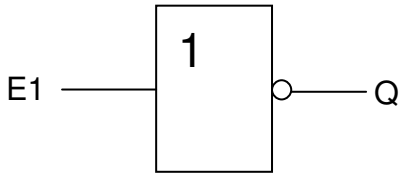
Schaltung



Zustandstabelle

S1	P1
AUS	EIN
EIN	AUS

Blockschaltbild / Symbol



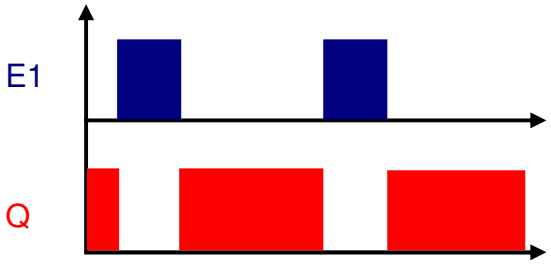
Wahrheitstabelle

E1	Q
0	1
1	0

Schaltalgebra

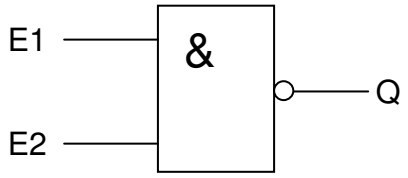
$E1 = \overline{Q}$ oder $\overline{E1} = Q$

Weg-Zeit-Diagramm



3.4. Kombinationen aus den Grundverknüpfungen

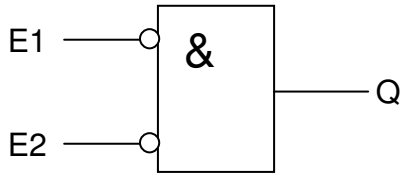
NAND (UND + NICHT)



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

E1	E2	$E1 \wedge E2$	$\overline{E1 \wedge E2}$	Q
0	0	0	1	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	0	0

Vergleiche mit Negation an den Eingängen:

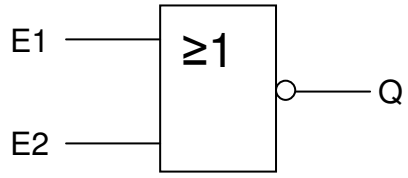


$\overline{E1} \wedge \overline{E2} = Q$

E1	E2	$\overline{E1}$	$\overline{E2}$	$\overline{E1} \wedge \overline{E2}$	Q
0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0

Man erkennt, dass die beiden Schaltungen nicht gleich sind. Also **Vorsicht** beim Programmieren.

NOR (ODER + NICHT)



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

E1	E2	$E1 \vee E2$	$\overline{E1 \vee E2}$	Q
0	0	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	1	0	0
1	1	1	0	0

Vorsicht: Auch hier ergibt sich bei der Negation der Eingänge, statt des Ausganges, eine andere Funktion.

Übung:

Erstellen Sie die Wahrheitstabelle bei negierten Eingängen eines ODER's.

4. Schaltkreisfamilien: (s.230, Pkt.9.9.4)

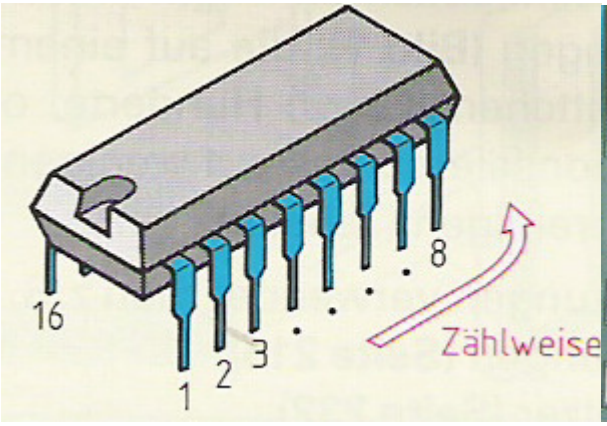
- **RTL - Resistor-Transistor-Logic**
  Die Glieder dieses Systems sind mit Widerständen und bipolaren Transistoren aufgebaut.
- **DCTL - Direct Coupled Transistor Logic**
  Die Glieder dieses Systems sind mit direkt miteinander gekoppelten bipolaren Transistoren aufgebaut.
- **DRL - Dioden-Resistor-Logic**
  Die Glieder dieses Systems sind mit Dioden und Widerständen aufgebaut.
- **DTL - Dioden-Transistor-Logic**
  Die Glieder dieses Systems sind hauptsächlich mit Dioden und Transistoren aufgebaut.
- **TTL - Transistor-Transistor-Logic**
  Die Glieder dieses Systems sind aus Bipolaren Transistoren aufgebaut.
- **MOS - Metal Oxide Semiconductor**
  Die Glieder dieses Systems sind mit N-Kanal-MOS-FET (Feldeffekt-Transistoren) oder P-Kanal-MOS-FET aufgebaut.
- **CMOS - Complentary -Metal Oxide Semiconductor**
  Schaltungen, welche komplementär aufgebaut sind, nennt man CMOS, weil sie sich gegenseitig ergänzende MOS-FETs (NMOS- und PMOS-FETs) enthalten.
  Die CMOS-Glieder haben ein großes Anwendungsgebiet durch den breiten Betriebsspannungsbereich von **+3 V** bis **+15 V** erobert.
  Sie benötigen **kaum** eine **Steuerleistung**.
- **ECL - Emitter-Coupled Logic**
  Die Glieder dieser Logik sind mit Bipolaren Transistoren und Widerständen aufgebaut. Diese Schaltkreisfamilie hat eine sehr kurze Schaltzeit.

Diese Schaltkreisfamilien unterscheiden sich also in Ihrer Technik, daher haben sie **unterschiedliche Speisespannungen, binäre Signalpegel und Schaltzeiten**.
Vermeiden Sie daher verschieden Schaltkreisfamilien in einer Schaltung zu mischen.

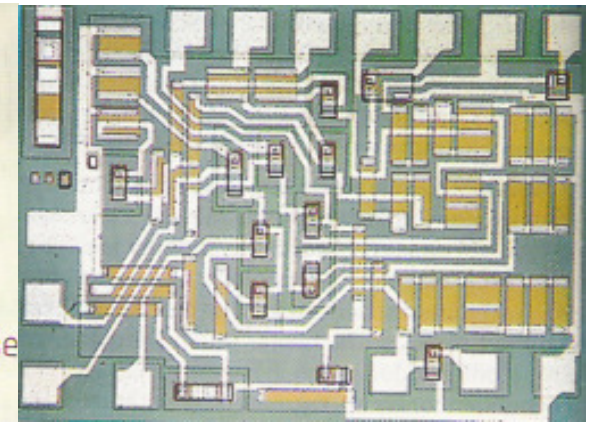
4.1. Integrierte Schaltung IC (s.219, Pkt.9.7)

Der Integrationsgrad geht bis zu über 1.000.000 Bauteile pro IC (Integrated Circuit).
Sie beinhalten aktive und passive Schaltelemente (z.B. Transistoren und Widerstände etc.)
Die Schaltelemente werden auf ein Chip (= Halbleiterplättchen von einigen mm²) zusammengefasst.

Dual- in- Line- Gehäuse



Vergrößerung einer IC- Oberfläche



4.2. Arten und Bauformen Integrierter Schaltkreise

Nach der Bauform:

- **monolithische Schaltkreise**, sie bestehen aus einem einzigen Kristallstück.
- **Dickschicht-Hybridschaltkreise**, sie vereinen mehrere Chips sowie gedruckte Leiterzüge und passive Bauteile (Widerstände, Induktivitäten,…) in Dickschicht-Technologie auf einem Keramikträger.
- **Dünnschicht-Schaltkreise**, sie sind meistens Widerstands-Netzwerke, die durch Bedampfen auf einem Glassubstrat hergestellt werden. Schutz durch Tauchlackierung.

Nach der Signalart:

Digitale ICs, sie verarbeiten oder speichern Signale, die in Form von zwei diskreten (binären) Pegeln vorliegen.

Analoge ICs, sie verarbeiten Signale mit beliebigen Zwischenwerten.

mixed signal – Ics, sie haben sowohl analoge als auch digitale Schaltungsteile.

Nach der Aufgabe:

Prozessoren: Sie sind Rechen- und Steuereinheiten von Computern und haben schon über 5 Mio Transistoren auf einem Chip.

Halbleiterspeicher: Sie speichern digitale Daten wie USB-Flash-Speicher.

ASICs (Application Specific Integrated Circuit)**:** Sie sind kundenspezifische Entwicklungen (z.B. in Brotröstern, KFZ, Waschmaschinen), auch Custom Chip genannt.

Sensor-ICs: Sie wandeln und verarbeiten nichtelektrische Größen (z.B. Beschleunigung, Licht, Magnetfelder), werden zum Messen verwendet.

D/A- und A/D-Wandler: Sie wandeln digitale in analoge Werte oder umgekehrt

DSPs (digitale Signalprozessoren): verarbeiten digitale Signale oder analoge Signale in digitaler Form. Dafür besitzen Sie an den Ein- und Ausgängen D/A- und A/D-Wandler. Hauptsächlich für Audio- und Videosignalen (Zur Optimierungen der Signale).

FPGAs (field programmable gate array): Sie sind vom Kunden konfigurierbare digitale ICs, die aus einer Vielzahl von zusammenschaltbaren Funktionsbausteinen bestehen.

Microcontroller (µC): Sie enthalten alle Teile eines kleinen Computers (Programmspeicher, Rechenwerk, Arbeitsspeicher und Register) und werden in Home-Systemen (Videorekordern,…) verwendet.

Power-ICs: Sie können hohe Ströme und Spannungen verarbeiten (z.B. als komplette Leistungs-Verstärker oder in Netzteilen).

4.3. Schutz gegen elektrostatische Aufladung

Integrierte Schaltkreise sind sehr empfindlich gegen hohe Aufladungsspannungen. Es ist daher Notwendig beim Arbeiten mit solchen Bauteilen immer eine Ableitung einer elektrostatischen Aufladungsspannung herzustellen (Ableitungsband am Handgelenk / Tipp: Bevor sie im inneren eines PC's arbeiten, lassen sie in noch angesteckt und berühren Sie das Gehäuse).

5. Grundlagen Speicherprogrammierbare Steuerungen

(s.499, Pkt.15.3)

Verbindungsprogrammierte Steuerung VPS	Speicherprogrammierbare Steuerung SPS
Eine herkömmliche Verdrahtung mit Schützen, Relais, Tastern usw… , welche als Steuerstromkreis ausgeführt wird.	Die Verdrahtung erfolgt an eine zentrale Steuerungseinheit (sternförmig). Jedes Bauteil wird mit einer Ein- oder Ausgabe-Einheit direkt verbunden.
Die **Funktion** einer verbindungsprogrammierten Steuerung liegt in der **Verdrahtung** der Bauteile.	Die **Funktion** wird als Anordnung von Funktionsbausteine **verschiedener logischen Verknüpfungen (Steueranweisung)** in einen Programmspeicher geschrieben.
Bei **Änderungen** des Programmablaufes sind hier **zeitaufwendige Umverdrahtungsarbeiten** notwendig.	Bei **Änderungen** wird keine Verdrahtung geändert, sondern nur **im Programm** die Anordnung der logischen Verknüpfungen umgeschrieben.

5.7. Aufbau einer SPS

Kompakte SPS – Kleinsteuergeräte – Micro Automation

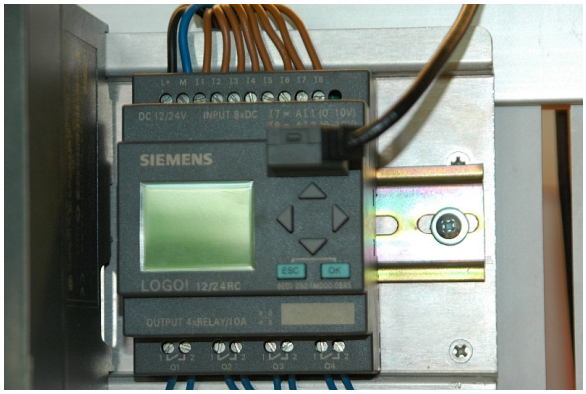
In **einem** Gehäuse sind alle wichtigen Bauteile eingebaut:

Netzteil, Digitale Eingänge, Digitale Ausgänge, SPS-Programmspeicher (eventuell könne auch Analoge Ein- und Ausgänge und weiter Funktionsbauteile eingebaut sein). Ist auch in Grenzen erweiterbar.

Modulare SPS

Jeder Funktionsbauteil ist in einem eigenen Gehäuse eingebaut:

Netzteil, Digitale Eingangsbaugruppe, Digitale Ausgangsbaugruppe, CPU mit SPS-Programmspeicher, Analoge Ein- und Ausgangsbaugruppe, ….
Zur Verbindung des Systembusses werden diese Baugruppen auf **Profilschienen** zusammengesteckt.



LOGO (Kleinsteuergerät)

S7-300 (Modulare SPS)

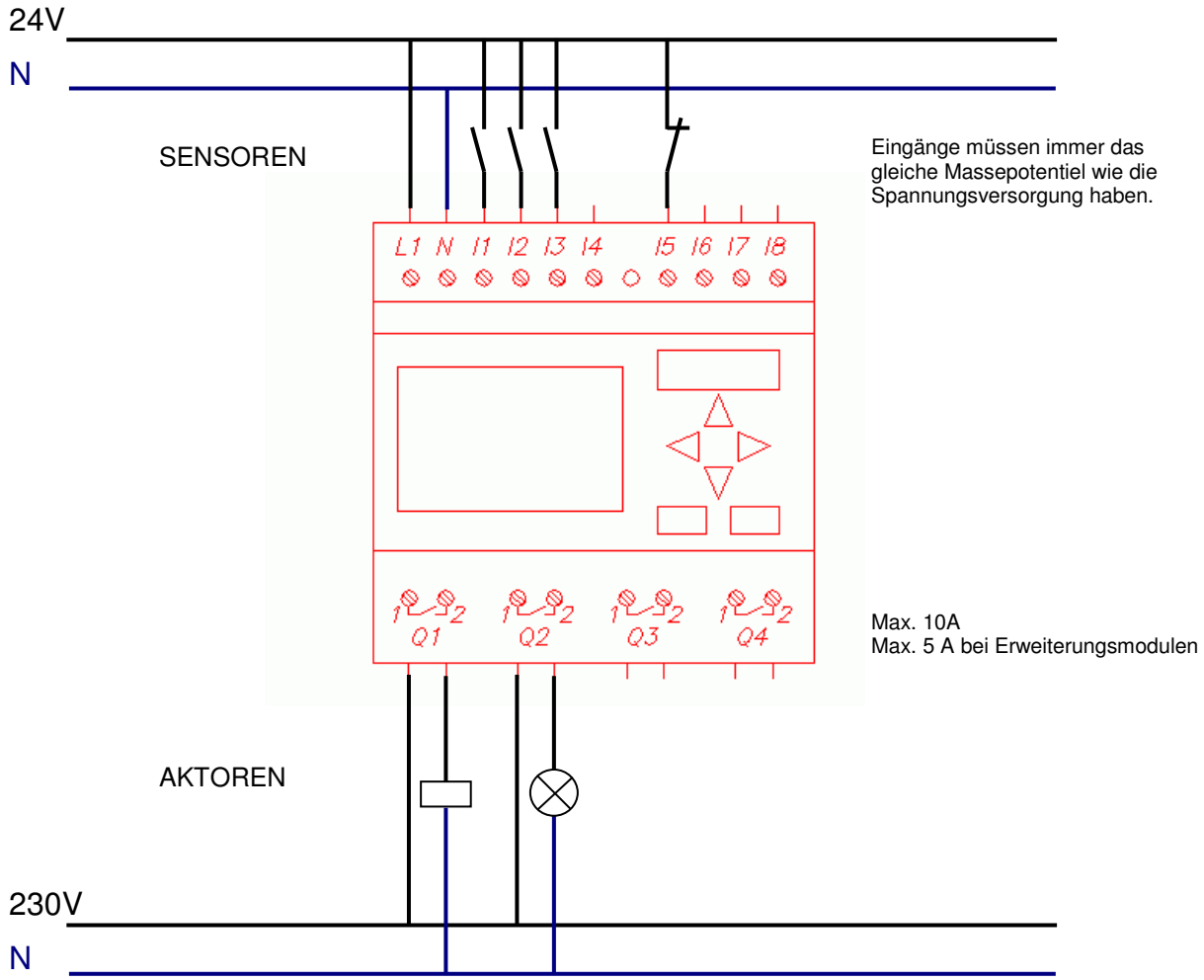
5.8. Geräteklassen der Siemens LOGO!

Die Logo kann mit folgenden Betriebsspannungen betrieben werden:

230V AC (85…265 V AC)	LOGO!230RC und LOGO!230RCo
12/24V DC (10,8…28,8 V DC)	LOGO!12/24RC und LOGO!12/24RCo
24V AC (20,4…26,4 V AC)	LOGO!24RC und LOGO!24RCo
24V DC (20,4…28,8 V DC)	LOGO!24o (Transistorausgänge)

R…Relais C…Clock o…Ohne Anzeige

5.9. Beschaltung einer LOGO! 12/24V RC



5.10. Funktionen einer LOGO!

Damit die Logo eine Signalzustandsänderung wahrnimmt, muss der geänderte Signalzustand mindestens einen Programmzyklus vorhanden sein.

Konstanten:

Digital: Eingänge, Ausgänge und Merker

Analog: Eingänge, Ausgänge und Merker

Grundfunktionen:

AND, AND(Flanke), NAND, NAND(Flanke), OR, NOR, XOR, NOT

Sonderfunktionen:

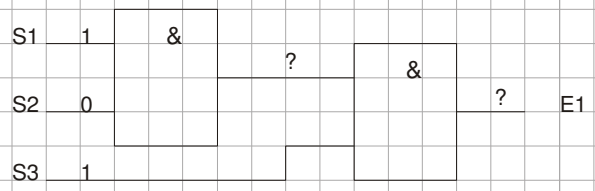
Timer

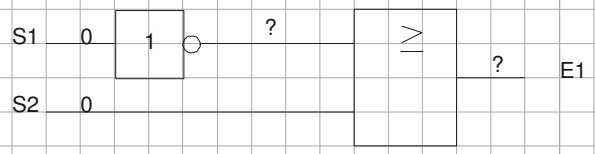
Zähler

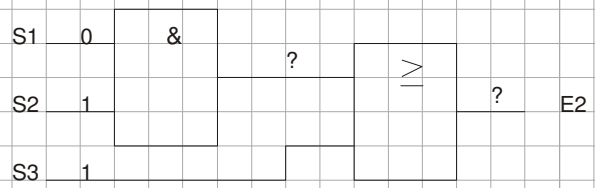
Analog

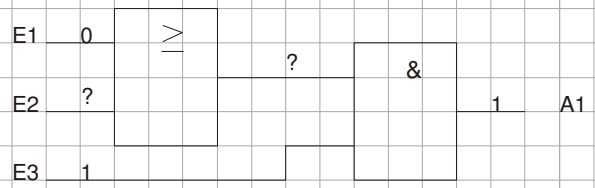
Sonstiges

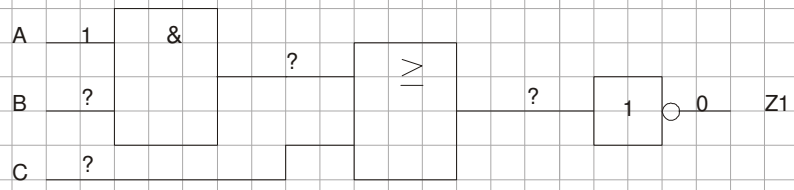
Ergänzen Sie die fehlenden Logikzustände:











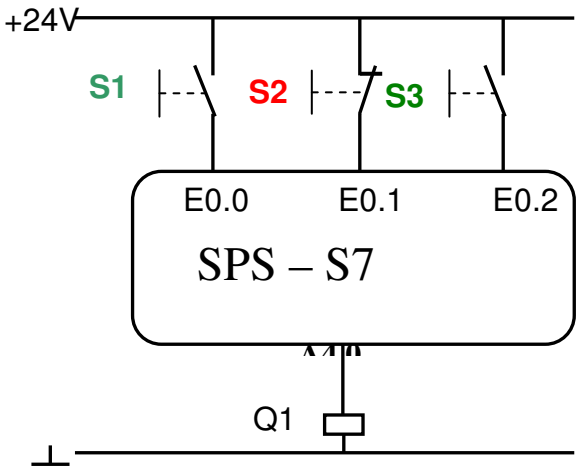
Klasse:	Übungen zu:	Datum:
Name:	Logische Grundfunktionen	Note:

5.11. Schließer und Öffner als Sensoren:

Schließer und Öffner sagen nicht unbedingt aus, dass ein Eingang negiert werden muss.

Folgende Situation:
Bei einem Sessellift für 3 Plätze öffnen die Schranken nur wenn 2 Skifahrer anstehen (3 sind zu schwer, Einer bringt den Sessel ev. zum Kippen). Aufgrund eines technischen Defektes wurde ein neuer Sensor eingebaut. Zu 2 Schließern kam ein Öffner. Ein Umbau ist aus Zeitgründen nicht möglich. So wurde das Programm geändert.

Beschaltung der SPS:

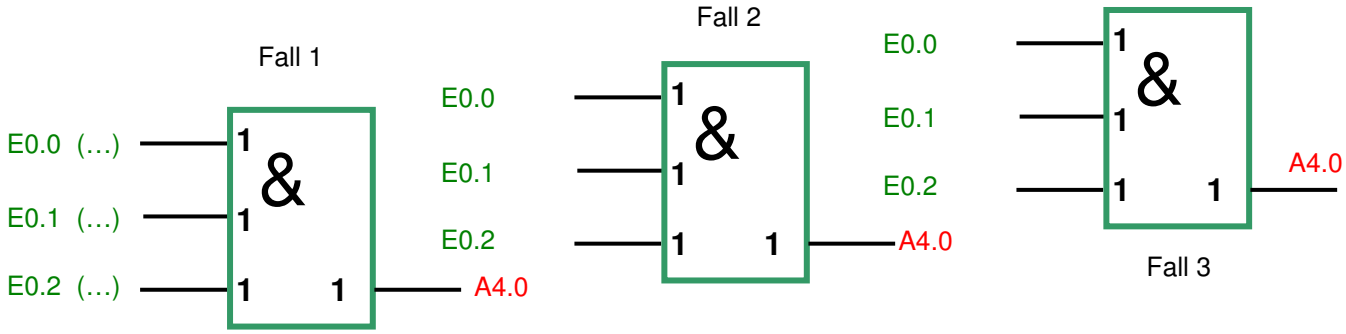


Fall 1: Es kommen 2 Skifahrer auf S1 und S2.
Ergänzen Sie die Negation(en) mit ROT.
Fall 2: Es kommen 2 Skifahrer auf S2 und S3.
Ergänzen Sie die Negation(en) mit BLAU.
Fall 3: Es kommen 2 Skifahrer aus S1 und S3.
Ergänzen Sie die Negation(en) mit GRÜN.

Eine Negation wird auf Grund des erforderlichen Signalzustands eingesetzt und nicht ob ein Schließer oder Öffner eingebaut wurde.

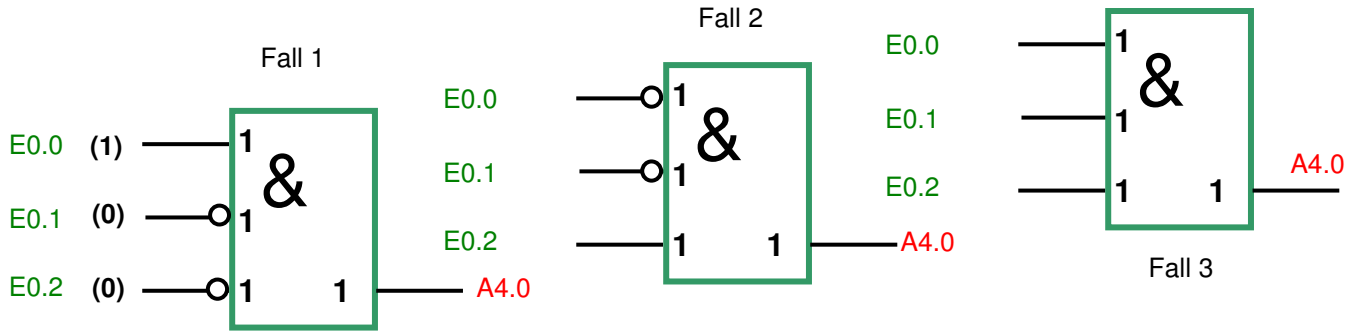
Überlegungen zu Fall Eins:

Kommt ein Skifahrer zum Schranken 1 liefert der Kontakt S1 Signalzustand 1, zu S2 kommt auch ein Skifahrer und dieser liefert nun Signalzustand 0. Da aber für das Öffnen des Schrankens eine 1 notwendig ist, muss hier eine Negation (Umkehrung) eingebaut werden. Zum Schranken 3 kommt kein Skifahrer, so liefert dieser Signalzustand 0 und hier muss ebenfalls einen Negation eingesetzt werden.



An der Grundfunktion UND müssen 3 Einsen anliegen, damit die Schranken öffnen.

Lösungen:



Am besten ist, man schreibt sich die Signalzustände zu den Eingängen.

5.12. Unterschied Automatik- und Tippbetrieb

Tippbetrieb:
Solange der Taster gedrückt gehalten wird, wird die Bewegung ausgeführt.
z.B.: Eine Jalousie fährt nur hinauf, solange der Taster gedrückt wird. Wird dieser losgelassen, bleibt die Jalousie stehen.

Programmtechnische Lösung erfolgt mit UND und/oder ODER Verknüpfungen.

Automatikbetrieb:
Ein Taster wird einmal gedrückt und die Bewegung wird solange ausgeführt, bis ein Stopptaster oder Endschalter die Bewegung stoppt.
z.B.: Eine Jalousie fährt nach oben und die Aufwärtsbewegung wird von einem Endschalter Oben abgeschaltet.

Programmtechnische Lösung erfolgt mit einem Flip-Flop (SR-Merker /=Selbsthaltung).

Merke: Wird in einer Funktionsbeschreibung ein Stopp- oder Austaster (Vorsicht: NOTAUS ist kein Stopptaster) erwähnt, ist dies ein Automatikbetrieb. Ein Endschalter kennzeichnet keinen Automatikbetrieb.

5.13. Richtlinien zu Programmieren mit der LOGO!

Aufgabe GANZ durchlesen.

Kommentare für Symboltabelle aus Beschaltung erstellen.

Festlegen des Betriebes (Automatik oder Tipp / SR-Flip-Flop oder UND-ODER).

Erste Bewegung programmieren (nur notwendige Verriegelungen wie Endschalter einbauen) und Kontrolle ob diese Bewegung funktioniert.

Wird nun die Störung oder der Not-Aus programmiert, die Linien Zwecks der Übersicht verschieben.

6. Grundbegriffe der Computertechnik (s.473, Pkt.14.1)

Computer werden eingesetzt für:

- Datenverarbeitung
- Signalverarbeitung
- Automatisierungstechnik

Computer bestehen aus:

- **Software**: Betriebssysteme, Anwendungsprogramme (auch Applikationsprogramme)
- **Hardware**: Alle Bauteile die greifbar sind, wie CPU, Festplatte, Mainboard,…

Peripheriegeräte:

- **Ausgabegeräte**: Bildschirm, Drucker, Plotter
- **Eingabegeräte**: Maus, Tastatur, Scanner, Digitalkamera
- **Speichergeräte:** Externe Festplatte, USB-Stick,…
- **Vermittlungsgeräte:** Switch, Router, Modem

Rechnerleistung:

Ist abhängig vom Takt des Prozessors in GHz und dem verwendeten Arbeitsspeicher RAM in MB oder GB, sowie dem Takt des Bussystems (Front Side Bus). Oftmals sind bei graphischen Programmen und Spielen auch der Takt und der Speicher der Grafikkarte ausschlaggebend für die schnelle Darstellung am Bildschirm.

Speicherleistung:

Ist abhängig vom Speichermedium. CD-ROM bis zu 800MB, DVD bis zu 2x8,5GB, Harddisk (Festplatten) bis zu 1 TB (1000 GB) – für Notebooks bis zu 160GB, USB-Flash Speicher (USB-Stick) bis zu 32GB.

Begriffe, Bauteile: (s.473-485, Pkt.14.2)

- **BIOS** **Basic In/Output System**
  ist das Hauptprogramm zum Starten und Verwalten der On-Board-Funktionen.
- **ROM** **Read Only Memory**
  Nur Lesespeicher, CD-ROM, DVD-ROM, EEPROM des BIOS,…
- **RAM** **Random Access Memory**
  Schreib/Lesespeicher, meist der Hauptspeicher (üblich 512MB – 4 GB DDR oder DDR2 fälschlich für DDR-SDRAM = Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory). Der Inhalt der Speicher verflüchtigt sich nach Stromabschaltung.
- **CPU** **Central Processing Unit**
  zentrale Steuereinheit oder einfach der Prozessor, braucht immer ein Mainboard. Der Prozessortakt wird in GHz oder MHz angegeben (Standard: 4000 MHz). Neuer Standard sind DoppelKern (Core Duo) CPU's, die sich die Rechenaufgabe aufteilen.
- **Mainboard** **Hauptplatine, Motherboard**
  auf ihm/ihr befinden sich die Chipsätze zum Steuern des Bussystems (FSB = Front Side Bus, bis zu 800 MHz) und einiger Ein/Ausgabegeräte. Oft sind der Grafik-Chip, der Audio-Chip und andere auch ONBOARD.

- **LAN** **Local Area Network**
  lokales Netzwerk, Karten für 10/100 oder 1000 MB (1GB) Übertragungsmöglichkeit, diese Daten werden kaum erreicht.
- **Workstation** **Arbeitsplatz**
  der PC eines einzelnen Users
- **Server** **Server (Bediener)**
  Hauptrechner, welcher das lokale Netzwerk verwaltet (Benutzerrichtlinien kontrolliert, Geräterichtlinien kontrolliert, Software verwaltet,….).
- **Betriebssystem** **WIN 98, WIN 2000, WIN XP, Linux, MAC OsX, …**
  Nach dem Start über das BIOS, wird das Betriebssystem gestartet. Es hat meist eine intuitive Bedienoberfläche.
- **HDD** **Hard Disk Drive = Festplatte**
  Das Fassungsvermögen einer Festplatte wird heute üblicherweise in Gigabyte (GB) angegeben. Das tatsächliche Speichervermögen wird aber in GibByte angegeben (1000^3 / 1024^3 = 0,9313225746). 3,5" Festplatten erreichen 750 GB und 2,5" Hdd's erreichen 160 GB.
- **DVD** **Digital Versatile Disk** (= digitale vielseitige Scheibe)
  DVD's gibt es auch als wiederbeschreibbare Disks. DVD's werden in verschiedenen Formaten und Größen (4,7 GB bis 2x 8,5GB) hergestellt.
- **USB** **Universal Serial Bus**
  USB ist ein serieller Bus mit 4 Adern. 2 Adern übertragen Daten und 2 Adern liefern 5V mit maximal 500mA. USB 2.0 ist der Standard mit bis zu 480MB/s. Nur Geräte mit der Bezeichnung USB 2.0 Hi-Speed verwenden die volle Datenrate.
- **Switch** **Weiche, Vermittlungsgerät in einem Netzwerk**
  Im Gegensatz zum Hub wird im Switch die Adresse der an einem Port angeschlossenen Geräte gespeichert. Viele Switches sind heutzutage auf Grund der Sicherheit programmierbar.
- **Router** **Wegewähler, Vermittler mehrerer Netzwerke**
  Verbindet verschieden Netzwerke (z.B.: HeimPC mit dem Internet) miteinander.
- **Wireless** **Drahtlos**
  Verbindet mit verschieden Protokollen Peripheriegeräte zu PC's oder Peripheriegeräte untereinander.
- **CAD** **Computer Aided Design**
  Rechnerunterstütztes Konstruieren, mit CAD-Programmen werden nicht nur Zeichnungen sondern auch bis hin zur Visualisierungen von Gebäuden, Schiffen,… gemacht.
- **CNC** **Computerized Numerical Control**
  Rechnerunterstützte numerische Maschinensteuerung, Der Computer ist meist in der Werkzeugmaschine direkt eingebaut.
- **CIM** **Computer Integrated Manufacturing**
  Steht für computerintegrierte Produktion unter Einbindung neuer Managing Philosophien und Personeller Effizienz durch Unterstützung von EDV-Anlagen.
- **CAM** **Computer Aided Manufacturing**
  Rechnerunterstützte Fertigung ist ein Teil von CIM. CAM bezieht sich auf die direkte Steuerung von Produktionsanlagen und Transport- und Lagersysteme.
- **CAQ** **Computer Aided Quality assurance**
  Rechnerunterstütze Qualitätssicherung ist ebenfalls ein Teil von CIM. Es ist ein Element des Qualitätsmanagement.
- **CAE** **Computer Aided Engineering**
  Rechnerunterstützte Ingenieurtätigkeit umfasst alle Tätigkeiten von CAD über die Fertigung bis zur Simulation der Konstruktion.

6.1. Grundlagen Netzwerktechnik (s.483, Pkt.14.2.4)

Die am weitesten verbreite Technologie von Netzwerken ist **ETHERNET**.

Ethernet

Ist eine Zusammenfassung einer Familie von Netztechnologien, welche die gleiche Art der Adressierung, des Rahmenformates und der Zugriffskontrolle auf das Übertragungsmedium besitzen.

Der offizielle Standard ist **IEEE-802.3** (sprich Eye-triple-I/Institute of Electrical and Electronics Engineers) und die Nummer 802 umfasst Standards zu Local and Metropolitan Area Networks (LAN/MAN). Die Zahl hinter dem Punkt bezeichnet den genauen Standard, wie 802.3 = CSMA/CD Access Method (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) und 802.11 den weit hin bekannten Wireless LAN Standard.

Adressierung

MAC - Adresse

Jede Netzwerkkarte der Welt bekommt eine eindeutige Adresse. Diese besteht aus sechs Bytes. Die einzelnen Bytes werden mit je zwei HEX-Zeichen angegeben.

00:19:34:FE:AD:04
00-D2-59-7B-88-21

Medienzugriffssteuerung = **M**edia **A**ccess **C**ontrol
Für die MAC-Adresse gibt es auch die Bezeichnung **Ethernet ID**, **Airport-ID** oder bei Microsoft **physikalische Adresse**. Bei Windows Rechnern können sie über die Eingabeaufforderung (Ausführen – CMD) mit dem Befehl ipconfig/all die MAC-Adressen und IP-Adressen auslesen.

MAC-Adressen werden oftmals zum Zugriffsschutz für Netzwerke verwendet (MAC-Filter). Als alleiniger Schutz ist dies nicht geeignet, da diese Adresse über Sniffing und Spoofing ausgetauscht werden kann.

IP - Adresse

Um verschiedenste Netzwerktechnologien zu verbinden und mit der Ausweitung des Internets zur Verbindung dieser, wurde das **Internet Protokoll IP** eingeführt.

IPv4

Die meistverbreitete derzeit noch gängige Version ist IPv4 und besteht aus 32Bit, welche in 4 Byte je 8 Bit (Oktett) aufgeteilt ist. Die 4 Bereiche von 2^8 (=256) werden in Dezimalzahlen angegeben z.B.: 192.168.1.1.

10.0.0.0	-	10.255.255.255	**Für den Privaten Gebrauch**
127.0.0.0	-	127.255.255.255	Local Net **PC Intern**
172.16.0.0	-	172.31.255.255	**Für den Privaten Gebrauch**
192.168.0.0	-	192.168.255.255	**Für den Privaten Gebrauch**

IPv6

Da die Adressenvergabe für das Internet mit IPv4 maximal 4 Milliarden Adressen möglich macht wurde nun IPv6 eingeführt. Sie kommt allerding noch sehr selten vor und ein Netzwerk IPv4 kann ohne speziellen Umsetzter nicht mit IPv6 kommunizieren.

IPv6 besteht nun aus 128Bit und wird nicht mehr Dezimal sondern Hexadezimal beschrieben. Die Adresse besteht nun aus 8 Blöcken je 16 Bit also zu je 2 Byte oder eben dadurch zu 4 HEX- Ziffern z.B.: 2008:0d18:0000:07d3:0000:8a2e:0070:26BD.

Subnetzmaske

Die Netzmaske gibt in einem IPv4 Netz an wiviele IP-Adressen im gleichen Netzwerk verwendet werden können. Sind Adressen außerhalb der Netzwrkmaske, werden sie über einen Router in einem anderen Netzwerk mit erhöhter Subnetzmask gesucht.

Die Subnetzmaske besteht aus 32 Bit und wird auch Dezimal angegeben.

255.255.255.0	Standardsubnetmask	kann 254 Geräte verbinden
255.255.0.0		kann 65434 Geräte verbinden

Damit Geräte kommunizieren können müssen Sie immer in dem selben Subnetz liegen und die IP-Adresse in den geblockten Subnetzklassen (255) muss gleich sein.

192.168.2.1		192.168.1.1
255.255.255.0	Keine Kommunikation	255.255.255.0
___.___.___.___	Änderen Sie die Subnet für eine Kommunkation	___.___.___.___

Standardgateway

Der Standardgateway kann ein Server oder ein Router sein, welcher Netzwerke unterschiedlicher Adressen und/oder Protokolle verbindet.

Jedem Gerät sollte für die Verbindung in anderen Netzwerken die IP-Adresse des Standardgateways bekannt sein.

Adresse z.B.: 192.168.1.254

DNS Domain Name System

Meistens werden die Geräte auf denen die Programme zur Namesauflösung laufen als DNS-Server bezeichnet.

DNS-Server haben auf Grund der Netzwerkstruktur auch eine IP-Adresse.

Adresse z.B.: 192.168.1.1

Für das Internet bekommt man die Adresse des DNS-Server von seinem Provider oder automatisch zugeteilt. In Firmennetzwerken ist oft der Primäre Server jener, welcher der Namensauflösung dient.

Als Namensauflösung bezeichnet man die Vorgehensweise aus einem Computername („Mein PC“) eine IP-Adresse zuzuordnen.

Es werden zwei unterschiedliche Typen von Namen unterschieden, der Hostname (DNS-Server) und der NetBIOS-Name (WINS-Server).

DHCP Dynamic Host Configuration Protocol

Das Dynamic Host Configuration Protokoll dient dazu einen PC (Client) in ein Netzwerk einzubinden ohne diesen manuell konfigurieren zu müssen. Der Client muss eine passende IP-Adresse, Subnetzmaske, Gateway und Adressen der DNS- und/oder WINS- Server wissen. Das DHCP liefert dem Computer diese Information automatisch.

Wird eine Änderung in der Netzwerk-Topologie vorgenommen, so ist nur einen Änderung in der Datenbank des DHCP-Servers notwendig.
Als DHCP-Server können Router, Switches oder Business-Server dienen. Sie verwalten die Vergabe der IP-Adressen der Clients.

7. Transistor (s.198, Pkt.9.5)

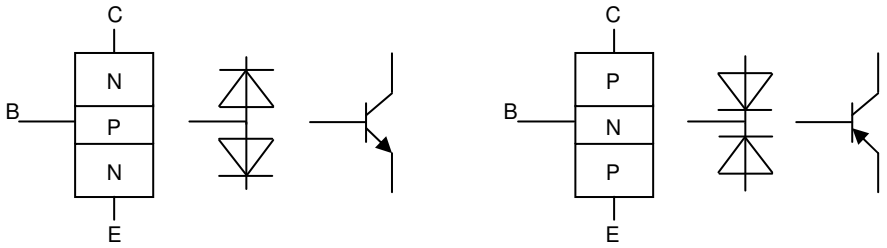
Ein Transistor ist ein elektronisches Halbleiterbauelement, das zum Schalten und Verstärken von elektrischem Strom verwendet wird. Die Bezeichnung ist eine Kurzform für die englische Bezeichnung transfer Varistor, die den Transistor als einen durch Strom steuerbaren Widerstand beschreiben sollte.

Man unterscheidet 2 Arten von Transistoren:

- **Bipolare Transistoren**
- **Unipolare Transistoren**

7.1. Bipolarer Transistor

Ein Bipolarer Transistor besteht aus drei Schichten Halbleitermaterial (meist Silizium, selten Germanium). Abwechselnd sind P- und N-Schichten hintereinander aufgebaut (NPN oder PNP). Die mittlere Schicht ist um einiges dünner als die Randschichten. Bipolar heißt er deswegen, weil der Hauptstromweg über zwei (bi) Schichten fließt.



NPN-Transistor PNP-Transistor

B = Basis E = Emitter (Aussender) C = Kollektor (Sammler)

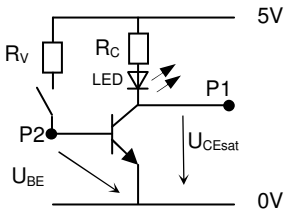
Die Pfeilrichtung ergibt sich aus + Pfeilanfang und – Pfeilspitze.
Der Transistor ist ein Stromverstärker. Ein kleiner Basisstrom verursacht auf Grund der Gleichstromverstärkung B (z.B: 50 bis 600) einen großen Kollektorstrom.

7.1.1 Transistor als Schalter: (s.203, Pkt.9.5.1.4)

Transistoren als Schalter haben zwei Schaltzustände: Sie sind leitend (arbeiten in der Sättigung) oder sind nicht leitend (gesperrt).
Damit der Transistor sicher durchschaltet wird der R_V (Vorwiderstand an der Basis) so bemessen, dass der Basisstrom ein Vielfaches (Übersteuerungsfaktor ü = 2-10fach) höher ist als der minimale I_B.

Beispiel:

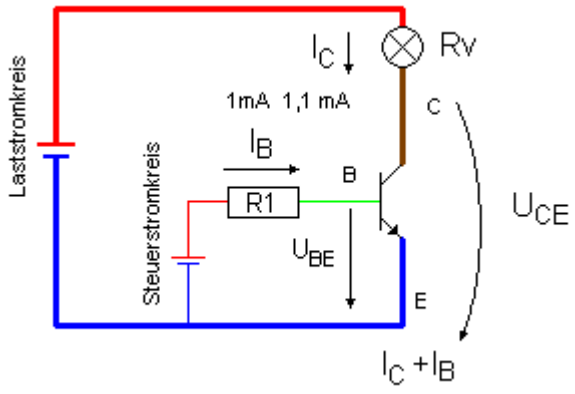
Eine LED mit 20mA und einer U_F = 1,65V soll mit 5V betrieben und einem Transistor geschaltet werden. (Transistor Kenndaten von Hersteller: zB. U_{CEsat} =0,2V, U_{BE} = 0,65V B_{typ} = 290 /s. 602)



Schalter S1 offen: P1 = 5V, P2 = 0V
Schalter S1 geschlossen: P1 = 0,2V, P2 = 0,65V

I_C = 20 mA könnte von I_B = 69 µA gesteuert werden, aber damit er sicher durchschaltet wird ein ü = 3 verwendet. Somit wird R_V für 207 µA berechnet.

7.1.2 Transistor als Verstärker: (s.207, Pkt.9.5.1.6)



Im bipolaren Transistor steuert der Basisstrom den Kollektorstrom. Beim NPN Transistor sammelt sich auf Grund des Basisstromes Elektronen in der P-Schicht und daher ergibt sich eine durchgängige N-Schicht vom Collector C zum Emitter E. Die Änderung des Basisstromes macht die mittlere N-Schicht breiter oder schmäler und in diesem Sinne verändert sich auch der Collector-Strom.

Für die Steuerung ist nur eine geringe elektrische Leistung nötig.

Ein kleiner Basisstrom I_B erzeugt beim Transistor einen großen Kollektorstrom I_C

Eine Geringe Basisstromänderung ΔI_B hat eine große Veränderung des Kollektorstromes ΔI_C zur Folge.

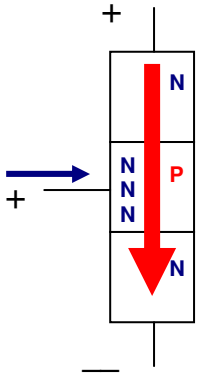
Formeln:

$$I_E = I_B + I_C$$

Stromverstärkungsfaktor $B = \frac{I_C}{I_B}$

B liegt bei 10 bis 10000

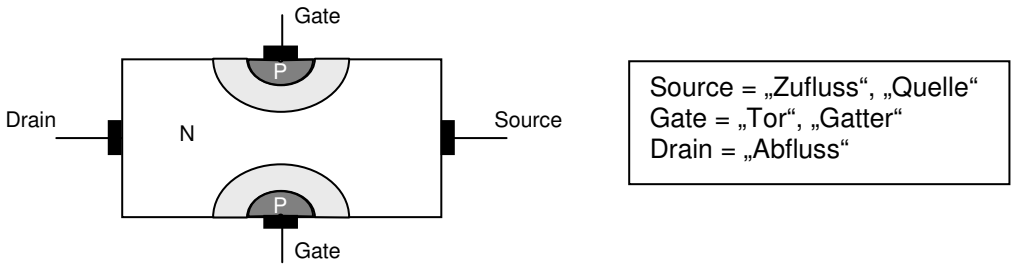
$U_{BE} \approx 0{,}7V$ beim Si- Transistor.



Beim Verstärkungsvorgang sind im Großen und Ganzen nur die Wechselstromgrößen von Bedeutung. Es gibt drei wesentliche Schaltungen: Emitter-Schaltung (große Strom und Spannungsverstärkung), Kollektor-Schaltung (große Stromverstärkung) und Basisschaltung (große Spannungsverstärkung).

7.2. Unipolare Transistoren: (s.211, Pkt.9.5.2)

Unipolare Transistoren bestehen aus zwei Halbleiterschichten. Der Laststrom fließt hier nur über eine (uni) Schicht. Es fließt fast kein Steuerstrom.



Die Steuerung erfolgt fast leistungslos durch anlegen einer Spannung. Die angelegte Spannung bzw. das dadurch entstehende elektrische Feld verarmt die P Schicht oder reichert sie mit Ladungsträgern an (ähnlich einem Gartenschlauch, den man mehr oder weniger stark zusammendrückt.). Daher der Name Feldeffekt – Transistor.

Ohne Ansteuerung am Gate ist er leitend. Auch hier kann der Strom gezielt geschaltet oder verstärkt werden.

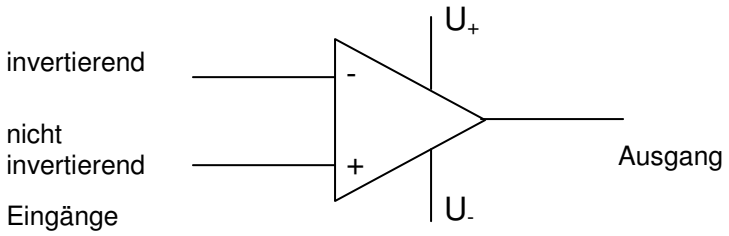
8. Operationsverstärker (s.220, Pkt.9.8)

Der Operationsverstärker dient zum Verstärken, aber vor allem meist zum Erzeugen von Funktionen wie Addierer, Subtrahierer, Differenzierer oder Integrierer für Regelungen.

Er besteht aus einem invertierenden (-) und einen nichtinvertierendem Eingang (+), sowie einem Ausgang, an welchen die verstärkte Eingangsspannungs-Differenz erscheint.

$U_{Ausgang} = (U_{+in} - U_{-in}) \cdot G_{gv}$

Da die Leerlaufverstärkung (= Geradeausverstärkung) bis zu 100.000fachen betragen kann wird der Ausgang zurück an den invertierenden Eingang geführt um die Verstärkung zu reduzieren. Dies nennt man Gegenkopplung.



Die äußere Beschaltung eines OP’s bestimmt die Funktion. Durch Differenzverstärkung der beiden Eingänge wird ein sehr starkes Ausgangssignal erreicht. Schon einige mV Unterschied können zu einer Verstärkung bis zum 100.000-fachen verursachen.

<u>Anwendungen:</u>
Die kleinen Spannungsunterschiede einer Brückenschaltung werden für Messeinrichtungen mit einem OP verstärkt. In Digital Analog-Umsetzern wird er als Summierverstärker verwendet. Es werden verschieden Arten von Reglern mit OP’s erstellt (P,I und D Regler).

9. Grundlagen der Steuer- und Regelungstechnik

(s.493, Pkt.15.1)

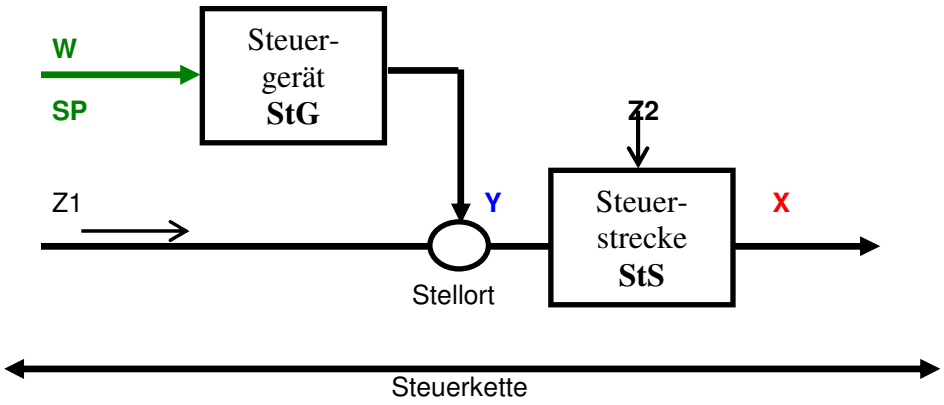
9.1. Steuern

Als **Steuern** bezeichnet man das **Beeinflussen** einer Einrichtung durch **Befehle** z.B.: einer Maschine.

Diese können von Menschen oder von einem anderen **Geber** ausgehen und rufen ein **elektrisches, mechanisches** oder **hydraulisches Signal** hervor.

Prinzip:

Der **Führungswert (W)** beeinflusst das Steuergerät, und das Steuergerät beeinflusst die **Stellgröße (Y)**. **Stellgröße (Y)** und **Störgröße (Z)** beeinflussen die **Steuerstrecke**.



Die **Steuergröße (X)** beeinflusst **nicht** die **Stellgröße (Y)**.

Es ist keine Rückführung vorhanden!

Offener Wirkungsablauf ⇒ keine Rückführung ⇒ Kettenstruktur ⇒ keine Messung erforderlich ⇒ Steuergröße beeinflusst Stellgröße nicht, Störungen werden nicht ausgeglichen.

Steuerungsarten:

Führungssteuerung

Haltegliedsteuerung

Programmsteuerung ⇒ Zeitplansteuerung

Wegplansteuerung

Ablaufsteuerung

9.2. Regeln (s.519, Pkt.15.4)

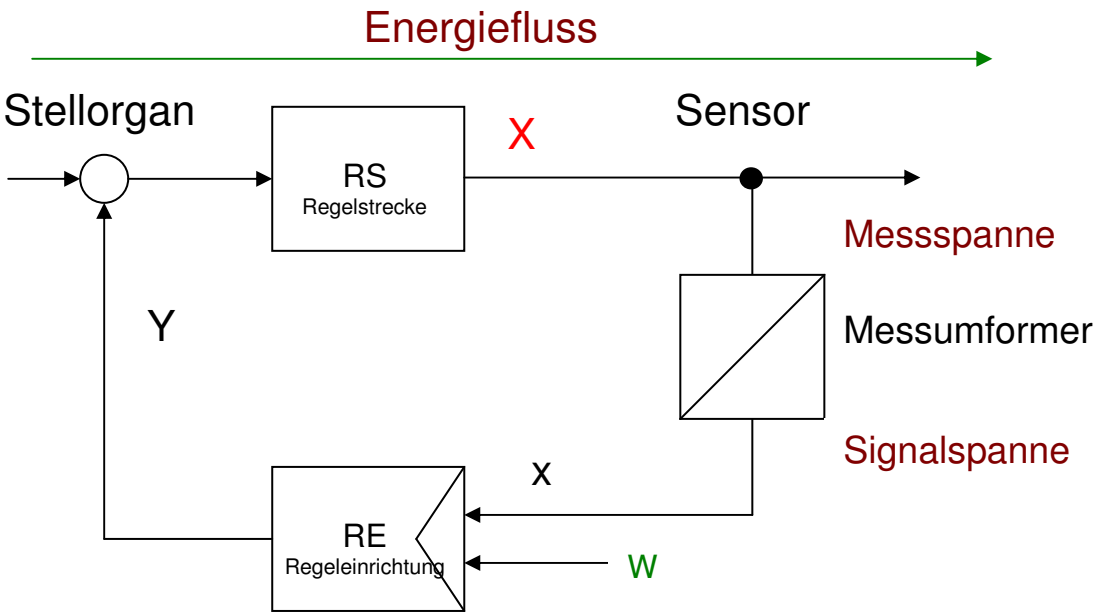
Das Regeln ist ein Vorgang bei dem eine physikalische Größe, die **Regelgröße (X oder R)**, fortlaufend erfasst und mit einem **Sollwert**, der **Führungsgröße (W, SP)**, verglichen wird.

Die auftretende **Regelabweichung (x_w, e)** beeinflusst die **Stellgröße (Y)**, wodurch eine **Angleichung der Regelgröße an die Führungsgröße** bewirkt wird.

Geschlossener Wirkungsablauf (Regelkreis).

Geschlossener Wirkungsablauf ⇒ Rückführung erforderlich ⇒ Kreisstruktur ⇒ ohne Messen kein Regeln ⇒ Regelgröße beeinflusst Stellgröße ⇒ Stellgröße wirkt Störungen entgegen.

Blockschaltbild eines Regelkreises:



Wirkrichtung eines Reglers:

Die Rückführung muss bei der Regelung, immer im Sinne einer Gegenkopplung, ausgeführt sein.

Es ist gleichgültig, ob die Wirkrichtung am Regler oder am Stellorgan umgekehrt wird. Wichtig ist das im Regelkreis nur eine einzige Umkehrstelle vorhanden ist.

x_w steigend ⇒ y steigend ⇒ **Schließventil** ⇒ Umkehr erfolgt am Stellort (Ventil)

x_w steigend ⇒ y fallend ⇒ **Öffnungsventil** ⇒ Umkehr erfolgt am Regler

9.3. Signalspannen – Messumformer

Definition von Signalspannen:

Genormte Regelungstechnische Signalspannen sind Einheitssignale (z.B.: 4-20 mA,

0,2-1 bar,….), diese werden von Messumformern (Transmitter) erzeugt.

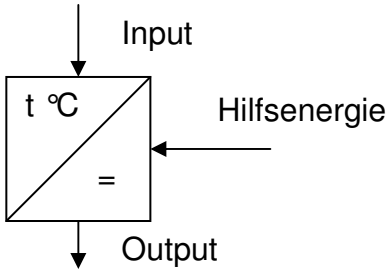
Definition von Messumformer:

Ein MU formt eine physikalische Eingangsgrößenänderung in eine proportionale Ausgangsgrößenänderung um. MU sind P-Glieder.

Eingangsgröße: Messspanne

Ausgangsgröße: Signalspanne

Blockbilddarstellung eines MU:



Pneumatisches Einheitssignal: 0,2 – 1 bar (3 PSI bis 15 PSI)

Elektrisches Einheitssignal: 0 – 20 mA 0/1 – 5V
4 – 20 mA 0/2 – 10 V

Anwendung: Alle regelungstechnischen Geräte aller Hersteller wie Regler, Anzeiger, Schreiber usw. arbeiten innerhalb der genormten Signalspannen.

Vorteile: Beliebige Kombinations- und Erweiterungsmöglichkeiten, geringe Lagerhaltungskosten.

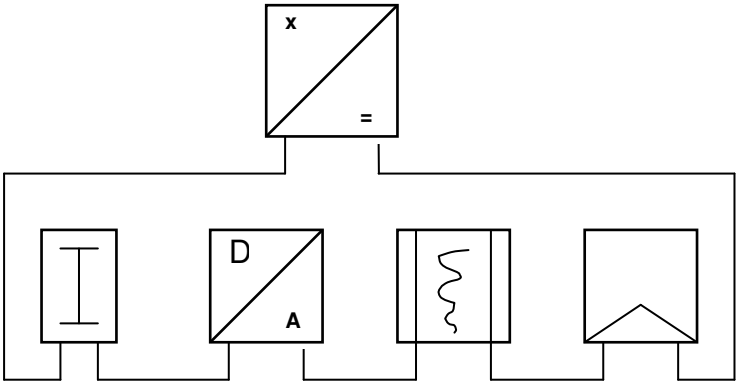
Bürde eines MU:

Alle Messumformer mit Stromausgang führen einen **„Eingeprägten Strom“** innerhalb der **zulässigen Bürde** (= max. Außenwiderstand).

Widerstandsänderungen im Ausgangskreis innerhalb der zulässigen Bürde verursachen **keine Stromänderung**, da diese vom Spannungsregler im MU ausgeglichen wird.

Prüfschaltung: Bei einem simulierten Außenwiderstand von 0 - 600Ω muss der Strom I konstant sein.

Verschaltung mehrerer Geräte:



Schleifenwiderstand R_S = Summe aller Innenwiderstände + Leitungswiderstände.

Vergleich aktiver/passiver MU:

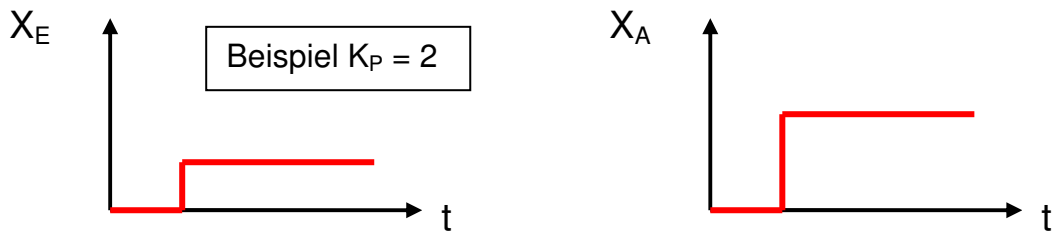
Passiver MU (2-Leiter): Die Speisung des MU erfolgt über ein Netzgerät, dass für mehrere MU verwendet werden kann.

Aktiver MU (4-Leiter): Der MU hat eine eigene Anspeisung (4 Leiter führen zum MU).

9.4. Zeitverhalten von Regelkreisgliedern

Proportional (P) - Verhalten:

Ausgangsgrößenänderung ist proportional der Eingangsgrößenänderung.



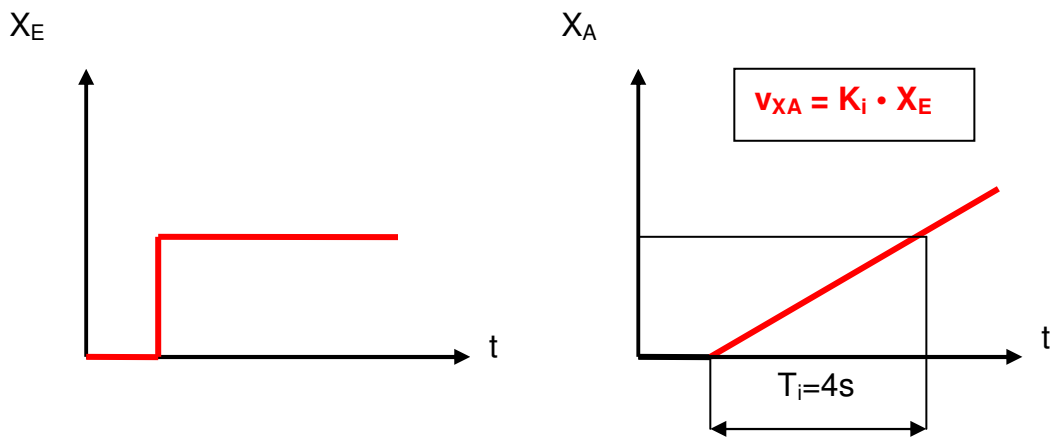
$$Kp = \frac{\Delta X_A}{\Delta X_E}$$

Beispiele: MU, P-Regler, Verstärker, Hebel, Spannungsteiler, Trafo…

Reale P-Systeme haben verstärkende Wirkung und erreichen nach Änderung der Eingangsgröße immer einen neuen Beharrungswert. Dieser Übergang erfolgt nicht proportional.

Integrierendes (I) - Verhalten:

Die Geschwindigkeit der Ausgangsgrößenänderung ist **direkt proportional** zur Eingangsgröße.



V_{XA} = Ausgangsgrößenänderungsgeschwindigkeit = direkt proportional zu X_E

$$K_i = \text{Integralbeiwert} = \frac{v_{X_A}}{X_E} = \frac{\text{Ausgangsänderungsgeschwindigkeit}}{\text{Eingangsgröße}}$$

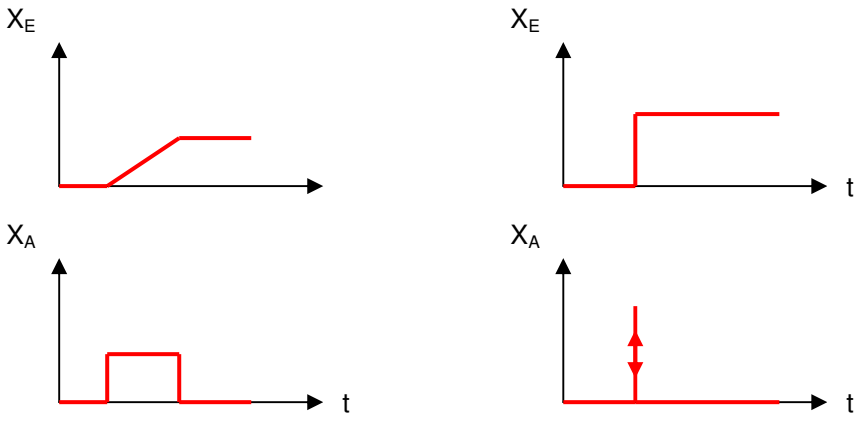
$$T_i = \text{Intgrierzeit} = \frac{1}{K_i}$$

Integrale Systeme reagieren nur solange die Eingangsgröße größer Null ist!

Bei Abschaltung der Eingangsgröße bleibt der zuletzt erreichte Wert der Ausgangsgröße erhalten.

Differenzierendes (D) - Verhalten:

Die Ausgangsgrößenänderung ist **proportional** zur Eingangsgrößenänderungsgeschwindigkeit!



Beispiele: D-Teil eines Reglers, Messwerkdämpfung, Stoßdämpfer..

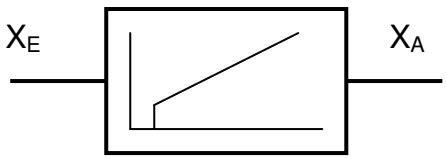
9.5. Kombinierte Zeitverhalten

I - und D - System:

D- Verhalten ist das Gegenteil zum I-Verhalten ⇒ I- und D-System in Reihe hebt sich auf ⇒ **Sinnlos!!!**

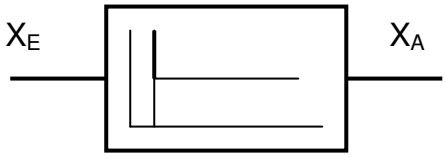
PI - Zeitverhalten:

Blockbild:



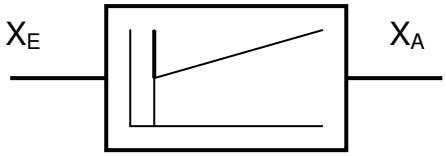
PD - Zeitverhalten:

Blockbild:



PID - Zeitverhalten:

Blockbild:



9.6. Regelstrecken

Die Regelstrecke ist jener Anlagenteil, in dem die Regelgröße (R) auf einen verlangten Wert (SP) gebracht und gehalten werden muss.

Merke: Die Angaben von Störgrößen erfolgt in der Betragslage der Stellgröße

z.B.: $z = 10\% \Rightarrow \Delta y = 10\%$
(10% Störung könnten auch durch einen Änderung von Y um 10% erreicht werden.

Teile der Regelstrecke:

Eine Regelstrecke besteht aus dem **Stellglied** und dem **geregelten Objekt**.

Stellglied: für Energie oder Massenströme.

Stellglied besteht aus: Stellantrieb (Signalumformer)

Stellorgan (Dosierung)

Beispiele: Regelventil, Motor mit Frequenzumrichter, Thyristorsatz, Regelwiderstand…..

Geregeltes Objekt (Energiewandler): beinhaltet die Regelgröße (X)

Beispiele: Temperatur eines Ofens, Niveau, Druck im Behälter….

Folgende Kenntnisse über eine RS sind wichtig:

Ort und Art der Störgröße (richtige Wahl von Mess- und Stellort).

Zeitverhalten der RS (Übertragungsbereich, dynamischer Bereich).

Verstärkung der RS (Beharrungsbereich, statischer Bereich).

Statisches Verhalten (Beharrungsverhalten):

Darunter versteht man den Ruhezustand, der nach Ablauf der Einschwingzeit für eine bestimmte Stellgrößenänderung auftritt.

Dynamisches Verhalten (Zeitverhalten):

Darunter versteht man die zeitliche Abhängigkeit der Regelgröße von Stellgrößenänderungen.

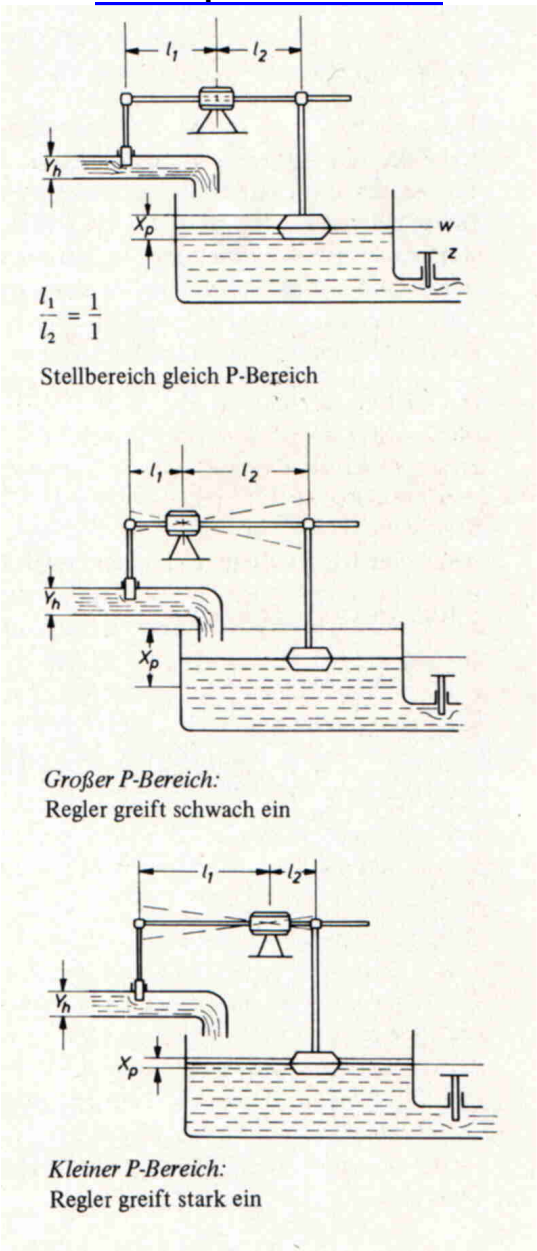
9.7. Stetige Regler

Bei stetigen Reglern kann der Reglerausgang (Stellsignal Y) jeden Wert zwischen 0% und 100 % (4-20 mA; 0,2-1 bar) annehmen.

Proportionalregler (P - Regler):

Die Änderung der Stellgröße Y ist immer proportional zur Regelabweichung x_w.
Reagiert bei Störungen schnell und kräftig. Hohe Stabilität.
Kann bei Störungen oder Führungswertänderungen keine Soll- Istwertgleichheit herstellen.

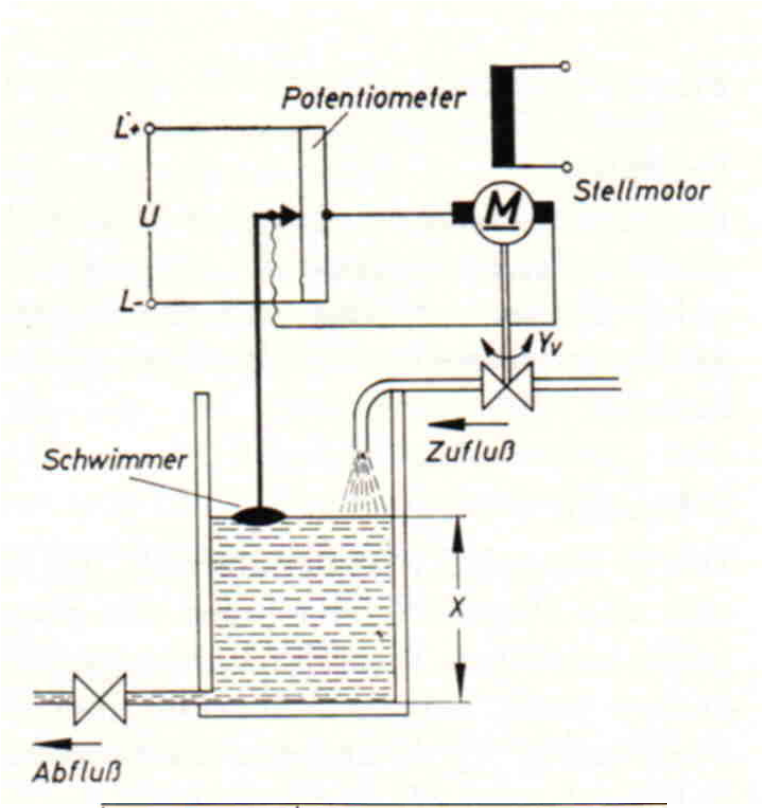
Der Proportionalbereich:



Integralregler (I - Regler):

Die Stellgeschwindigkeit ist proportional zur Regelabweichung. Der I-Regler gleicht Störungen ohne bleibende Regelabweichung aus reagiert aber langsamer wie ein P-Regler.

Beispiel: Füllstandsregelung

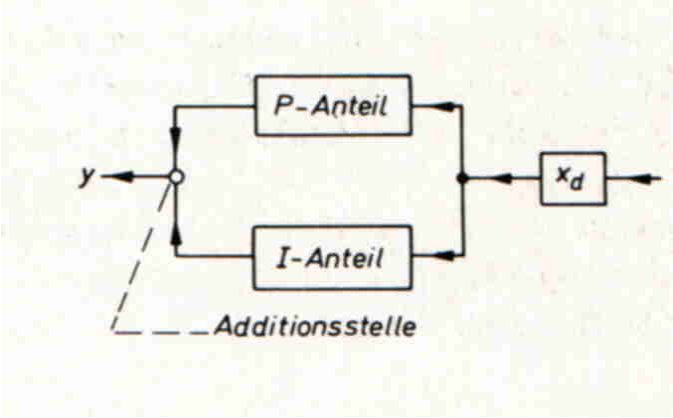


Regelgröße x	Stellgeschwindigkeit v_y (Drehzahl)	
22 cm	50 min-1	
21 cm	50 min-1	
20 cm	40 min-1	
19 cm	30 min-1	z. B. Linkslauf
18 cm	20 min-1	
17 cm	10 min-1	
16 cm (Sollwert)	Stillstand	
15 cm	10 min-1	
14 cm	20 min-1	
13 cm	30 min-1	
12 cm	40 min-1	z. B. Rechtslauf
11 cm	50 min-1	
10 cm	50 min-1	

PI - Regler:

Parallelschaltung eines P-Reglers und eines I-Reglers (elektronisch).
Ermöglicht kürzere Ausregelzeiten und bessere Stabilität im Vergleich zum reinen I-Regler. Hinterlässt keine bleibende Regelabweichung im Vergleich zum P-Regler.

T_N (Nachstellzeit): ist jene Zeit die ein PI-Regler schneller ist als ein reiner I-Regler.



PD - Regler:

Parallelschaltung eines P-Reglers und eines D-Reglers (elektronisch).
Der PD-Regler reagiert auf Betrag und Geschwindigkeit der Regelabweichung.
D-Teil wirkt dämpfend und benötigt sehr schnelle Stellorgane.
P-Verstärkung kann erhöht werden, wodurch sich die Proportionalabweichung verringert.

Tv (Vorhaltezeit): Um diese Zeit ist ein PD-Regler schneller als ein reiner P-Regler.

PID - Regler:

Parallelschaltung eines P-Reglers, I-Reglers und D-Reglers.
Der PID - Regler reagiert auf Betrag, Zeit und Geschwindigkeit der Regelabweichung.
Der PID - Regler bringt gegenüber den PI-Regler eine Verbesserung der Regelgüte um eine Streckenordnung ist aber relativ schwer einzustellen.

Vorhaltezeit T_V darf 1/3 der Nachhaltezeit T_n nicht übersteigen.

9.8. Unstetige Regler

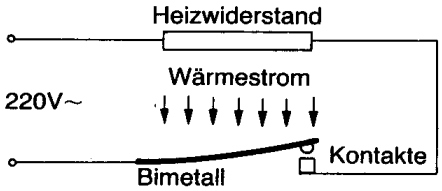
Bei unstetigen Reglern ist die Stellgröße nur in groben Stufen einstellbar. Sie sind billig, einfach im Aufbau, Wartungsarm und haben eine geringe Regelgüte.

Anwendung: Im industriellen Bereich für langsam reagierende Regelstrecken
zB.: Temperaturregelstrecken.

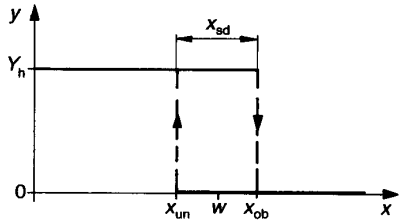
Zweipunktregler: **zB.: EIN ⇔ AUS**

Bimetallregler, Ausdehnungsstabregler, Flüssigkeitsstabregler, elektrische Zweipunktregler…

Prinzip:



Kennlinie:



$$x_{sd} = x_o - x_u \quad = x_{sh}$$

x_o...oberer Schaltpunkt
x_u...unterer Schaltpunkt
x_{sh}...Schalthysterese
x_{sd}...Schaltdifferenz

Schalthysterese ist erforderlich um ständiges EIN/AUS-schalten zu vermeiden.

Dreipunktregler: **zB.: HEIZEN ⇔ AUS ⇔ KÜHLEN**

Fallbügelregler, elektr. Dreipunktregler, Schrittregler…

10. Sensorik in der Automatisierungstechnik (s.181, Pkt.8.7)

10.1. Einteilung nach der Wirkungsweise

Sensoren wandeln nichtelektrische Größen in elektrische Größen um.

Sensoren bilden mit Übertragungsgliedern und Ausgeber eine **Messkette**.

Übertragungsglieder sind Messverstärker oder Messumformer und wandeln die Größen in elektrische Einheitssignale (0 – 10V, 0-20 mA oder 4 – 20 mA) um.

Ausgeber sind Anzeigen oder Drucker, welche die physikalische Größe in ihrer Einheit oder in Prozent ausgeben.

10.1.1 Passive Sensoren:

Sie **ändern ihre elektrische Eigenschaft** durch Einwirkung einer Physikalischen Größe.
Es wird eine Hilfs-Energie benötigt.
Beispiele: Druckmessung, Widerstandsmessung,…

10.1.2 Aktive Sensoren:

Wandeln mechanische, chemische, thermische oder Licht – **Energie in elektrische Energie um**. Diese Sensoren benötigen keine Hilfsenergie. Sie sind also Spannungserzeuger.
Beispiel: Thermoelement, Fotoelemente,…

10.2. Einteilung nach der Art der Ausgangssignale

10.2.1 Analoge Sensoren:

Analoge Sensoren wandeln die physikalischen Größen in ein analoges elektrisches Signal (Strom,Spannung) um.

Längen- und Streckenmessung (S. 182)

Für große Winkel und Strecken vewendet man passive **Potentiometer** (Dreh- oder Längenpoti`s), für kleine Winkel und Strecken werden **Feldplatten** (magnetabhängige Widerstände) eingesetzt.
Es können Längen von 5mm bis 4m und Winkel von 0° - 355° gemessen werden.

Kraft-, Druck-, Dehnungs-, Stauchungs- und Drehmomentenmessungen (S. 183)

Kräfte, Drücke, Dehnungen und Drehmomente werden mit **Dehnungsmessstreifen** (**DMS**), welche ihren Widerstand (Länge oder Querschnitt) verändern, ermittelt.
DMS haben einen genormten Widerstand von 120Ω, 350Ω und 600Ω.
Für sehr kleine Messpunkte werden **Halbleiter-DMS** eingesetzt. Sie besitzen eine ca. 100-fache höhere Empfindlichkeit gegenüber herkömmlichen DMS.

Bei Dehnungsmessstreifen werden verschieden Arten von Brückenschaltungen eingesetzt (Viertel-, Halb- und Vollbrückenschaltungen).

Temperaturmessungen (S. 184)

Je nach Einsatzbereich werden verschieden Sensoren eingesetzt:
Thermistoren von -50° bis 150°C (passiv)
Widerstandsthermometer von -200 bis 600°C (passiv)
Thermoelemente von -50° bis 1200°C (aktiv)

Thermistoren:
Thermistoren sind Heißleiter (NTC) und Kaltleiter (PTC) also Halbleiter, welche Ihren Widerstandswert je nach Temperatur (Änderungen von 0,0001 K) erhöhen oder verringern.
Anwendungen: Körpertemperatur, Geräte und Anlagen, Leistungsmessung bei Mikrowellen, Überlastschutz, Strömungsmessung in Flüssigkeiten…..

Widerstandsthermometer:
Bestehen aus reinen Metallen, meist Edelmetallen wie Platin und Nickel, das . Pt100 oder Ni100 haben bei 0°C einen Widerstandswert von 100 Ω (Nickel wurde leider aus der Normung herausgenommen, da Ihre Kennlinie nicht so linear verläuft).
Anwendungen: Öfen, Klimaanlagen,…

Thermoelemente:
Sind aktive Sensoren, die Wärmeenergie in elektrische Energie umwandeln. Im Thermopaar (z.B.: Eisen und Konstantan) tritt bei Erwärmung eine ganz kleine Thermospannung (µV/K) auf. Bis zum Messumformer muss eine Ausgleichsleitung aus dem gleichen Materialien des Thermopaares verlegt werden, um eine zusätzliche Thermospannung an den Messfühlern zu verhindern.
Anwendung: Kesselanlagen, Industrieöfen,… (hohe Temperaturen)

10.2.2 Binäre Sensoren:

Binäre Sensoren liefern am Ausgang eine 0 (Low) oder 1 (High). Sie enthalten Schalter, die auf die Messgröße reagieren.

Binäre Sensoren werden als Näherungsschalter und somit verschleißfrei ausgeführt.

Induktive Näherungsschalter:
Ein Metallteil vor der Schaltfläche ändert die Induktivität eines Schwingkreises. Alle Metallarten führen zu einem Schaltvorgang.
Anwendung: berührungslose Endschalter

Kapazitive Näherungsschalter:
Sobald sich ein Gegenstand (metallisch oder nichtmetallisch) annähert, wird das Dielektrikum im Kondensator verändert und ein Schaltvorgang ausgelöst.
Anwendung: Näherungsschalter für flüssige und feste Stoffe wie, Kunsstoff, Holz, Stein Metall, Öl,….

Optische Näherungsschalter:
In der Industrie werden 3 Arten von Licht-Sensoren verwendet:
Lichttaster:
Bestehen immer aus zwei Teilen, einen Sender und Empfänger in einem Gehäuse. Der vorbeizuehende Gegenstand reflektiert das pulsierende Licht einer Infrarotdiode. Der Fototransistor kann Licht von einer maximalen Entfernung von 2m aufnehmen.
Reflexions-Lichtschranke:
Das Licht wir hier von einem Reflektor zum Empfänger zurückgeworfen. Der Reflektor kann maximal 5m entfernt montiert werden.
Einweg-Lichtschranke:
Sender und Empfänger werden von einander getrennt montiert. Maximale Entfernung ist 40m. Die Unterbrechung des Lichtstrahles löst den Schaltvorgang aus.

Anwendung: Fördereinrichtung, Toilettespülungen,..

10.2.3 Digitale Sensoren:

Digitale Sensoren liefern binärcodierte Messwerte als Zahlwerte.
Dies kann auf zwei Arten erfolgen:

Inkrementale Messung
Inkrementale Messung erfolgt durch das Zählen von Lichtimpulsen. Die Anzahl der Impulse sind ein Maß für den zurückgelegten Weg.

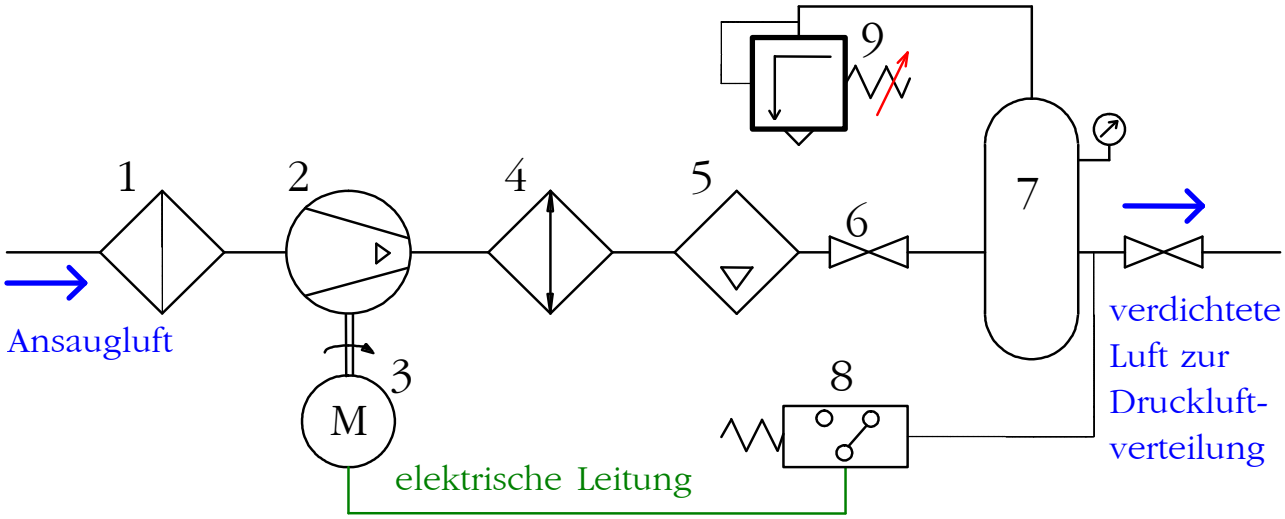
Absolute Messung
Absolute Messung erfolgt durch das Auslesen von Dualzahlen mit Lichdurchlässigen und lichtundurchlässigen Stellen auf Codescheiben. Jede Dualzahl entspricht einer Position des Weges.

11. Elektropneumatik

11.1. Pneumatik - Grundlagen

Drucklufterzeugung

Teile einer Drucklufterzeugungsanlage:

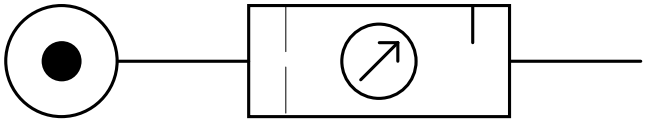


1 ..... Filter
2 ..... Verdichter
3 ..... Elektromotor
4 ..... Kühler
5 ..... Kondensatabscheider
6 ..... Absperrventil
7 ..... Speicher
8 ..... Druckschalter
9 ..... Druckbegrenzungsventil

Symbol einer Druckerzeugungsanlage:

In pneumatischen Schaltplänen wird nicht die gesamte Drucklufterzeugung gezeichnet, sondern man zeichnet das Sinnbild für den Anschluss an eine pneumatische Energiequelle (Druckquelle).

z.B.:



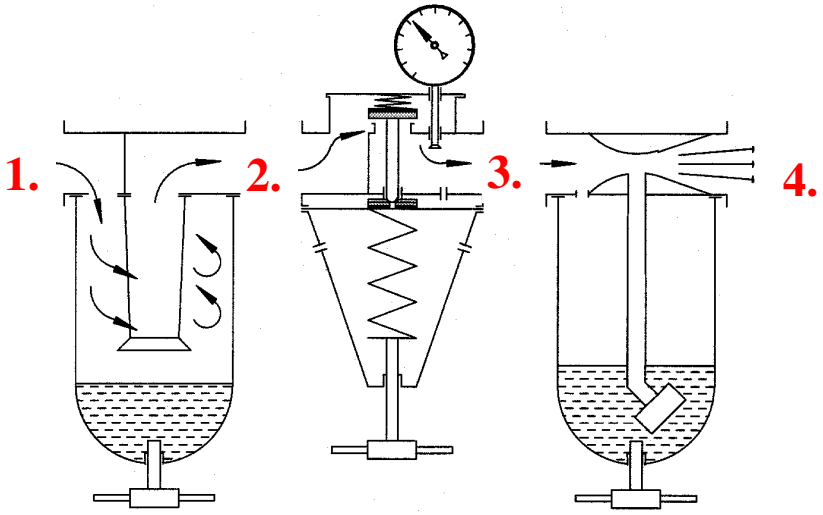
Druckluftanschluss + Wartungseinheit

Druckluftaufbereitung mit Wartungseinheit:

Ihre Aufgabe ist es, die Druckluft von **flüssigen** und **festen Bestandteilen** zu reinigen, den **schwankenden Luftdruck** zu regeln und im Bedarfsfall die Luft mit Öl anzureichern.

Teile einer Wartungseinheit :

Druckluftfilter - Druckluftregler - Druckluftöler



1. Durch Öl, Wasser, Feststoffe (Zunder) verunreinigte Druckluft.

2. Saubere Druckluft (ca. 97%) mit Druckluftschwankungen.

3. Saubere und trockene Druckluft, auf gewünschten Arbeitsdruck geregelt.

4. Saubere, geölte Druckluft.

DRUCKLUFTFILTER

Sie dienen zum Ausscheiden von Wasser- und Schmutzteilchen.

Funktion : Die einströmende Druckluft wird durch ein Drallblech in Wirbelung versetzt, das in der Luft enthaltene Kondensat und die Staubteilchen werden gegen die Wand geschleudert und sammeln sich am Behälterboden. Durch feinporige Filter wird die angesaugte Luft zusätzlich noch von festen Stoffen gereinigt.

DRUCKLUFTREGLER

Sie dienen dazu den Sekundärdruck unabhängig vom Primärdruck auf einen konstanten Wert zu regeln.

Funktion : Die Regelung erfolgt über die Membrane, deren Seite vom Arbeitsdruck beaufschlagt wird und auf die andere Seite wirkt eine Feder. Ist der Arbeitsdruck zu groß, drückt die Membrane den Ventilteller auf den Sitz, bei zu geringem Druck hebt die Feder über die Membrane den Ventilteller ab.

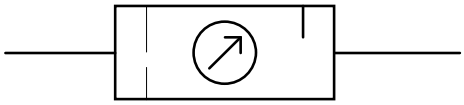
DRUCKLUFTÖLER

Zur Anreicherung der Druckluft mit einem Ölnebel.

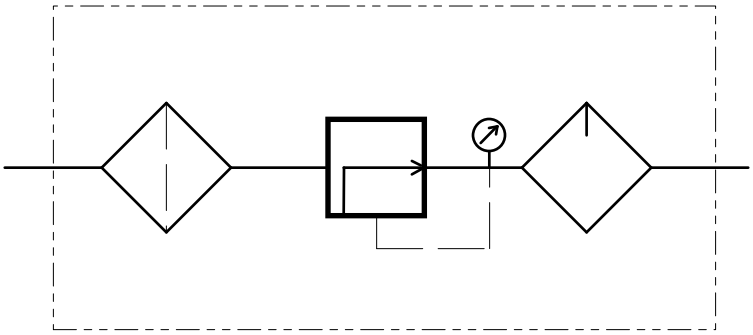
Funktion : Die durchströmende Luft saugt das Öl tropfenweise über ein Saugrohr an, zerstäubt es und führt es mit.

Symbol einer Wartungseinheit :

Vereinfachtes Sinnbild :



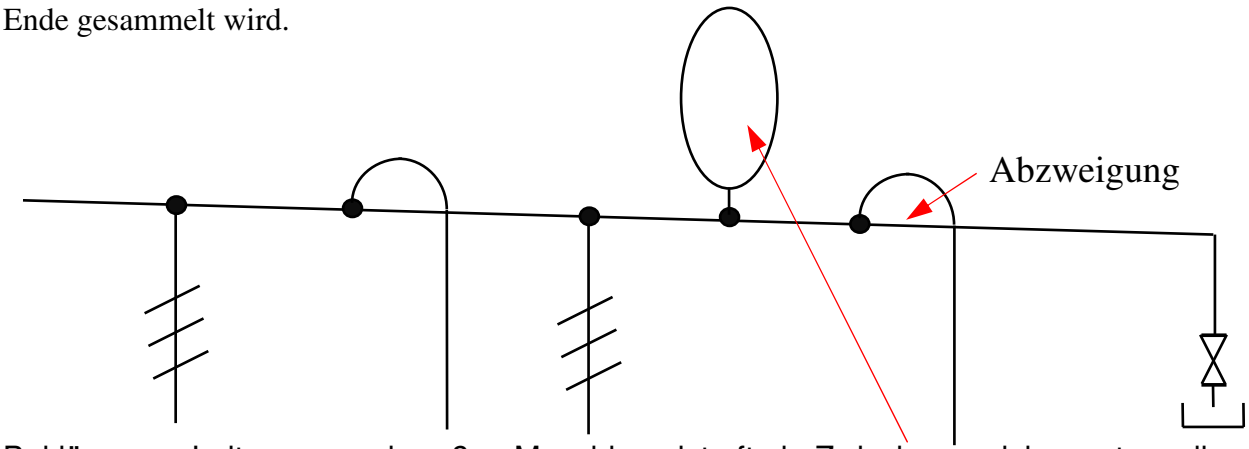
Komplettes Sinnbild :



Wartungsarbeiten an Pneumatikanlagen :

- Sicherheitseinrichtungen überprüfen;
- Filter reinigen;
- Druckregler einstellen;
- Öler auffüllen;
- Endstellungen kontrollieren;
- Endschalter reinigen;
- Schalldämpfer kontrollieren und reinigen;
- Anlage auf Dichtheit prüfen;
- Kondensatablass überprüfen;

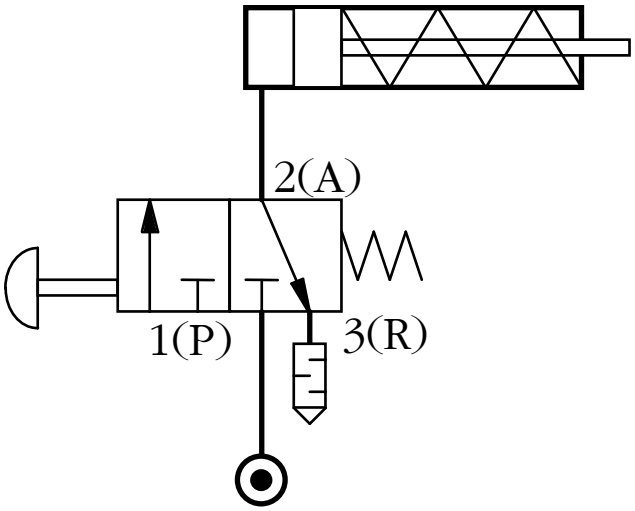
Rohrleitungen in Druckluftanlagen sollen 1-2% Gefälle aufweisen, damit das Kondenswasser am Ende gesammelt wird.



Bei längeren Leitungen und großen Maschinen ist oft ein Zwischenspeicher notwendig.

11.2. Symbole u. Elemente der Pneumatik

Erklärung der Schaltsymbole

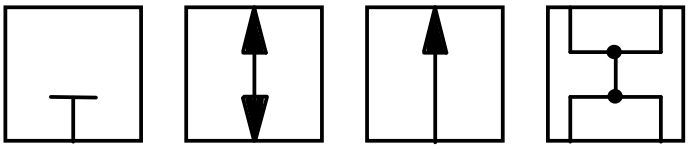


Anzahl der Anschlüsse, ohne Steueranschluss

3 / 2 - Wegeventil

Anzahl d. Schaltstellungen

Innere Symbolik :



Anschlußbezeichnung

	alte Bezeichnung:	neue Bezeichnung: (ISO 5599)
Eingang :	P (P_1,P_2,..)	1
Ausgang :	A, B, C ...	2, 4 ...
Entlüftung:	R, S, T ...	3, 5 ...
Steuerleitung:	Z, Y, X ...	12, 14 ...

Nullstellung : (nur für 3/2 Wegeventile)

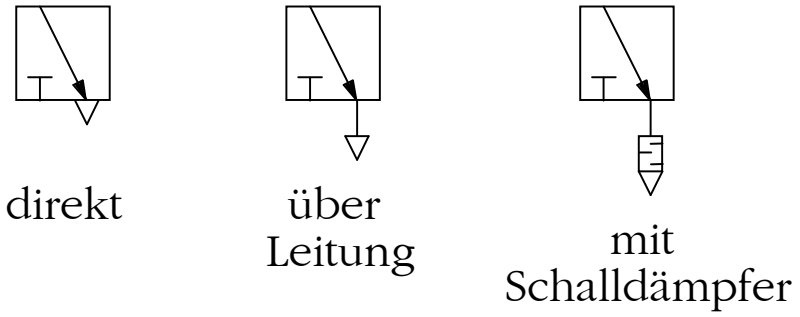
a) Sperrnullstellung

b) Durchflussnullstellung

Betätigungsarten

a) Manuelle Betätigung
b) Mechanische Betätigung
c) Elektrische Betätigung
d) Pneumatische Betätigung

Entlüftungssymbolik



Elementebezeichnung:

ARBEITSTEIL		1.0, 2.0 ...
STEUERTEIL	1 0	1.1, 2.1 ...
Signalteil VOR	1 0	1.2, 1.4 od. 2.2, 2.4..
Signalteil RÜCK	1 0	1.3, 1.5 od. 2.3, 2.5..
Versorgungsteil		0.1, 0.2 ...

Ventilarten

Grundsätzlich unterscheiden wir zwischen:

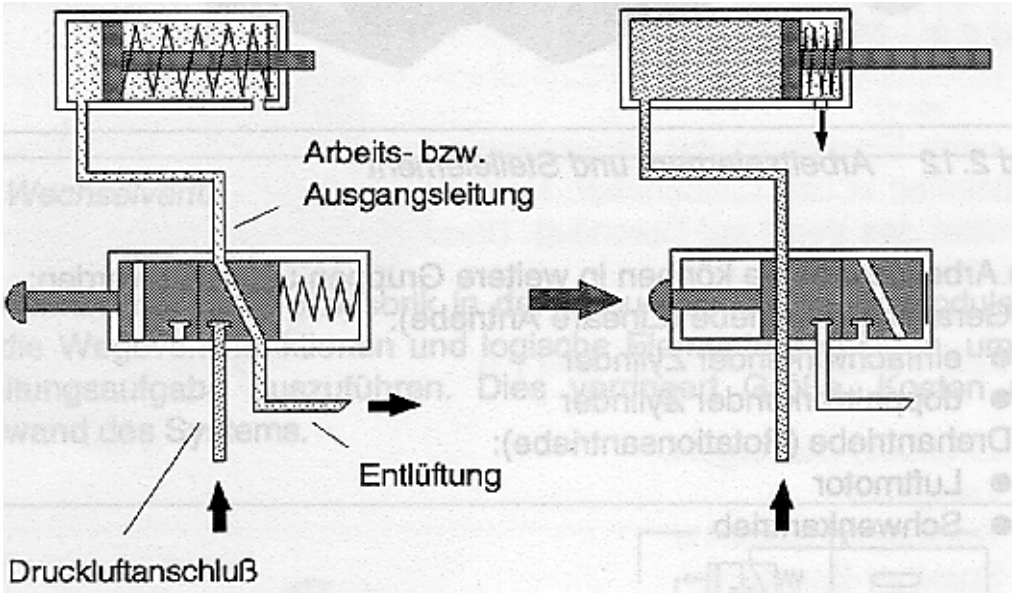
A) WEGEVENTILE

B) SPERRVENTILE

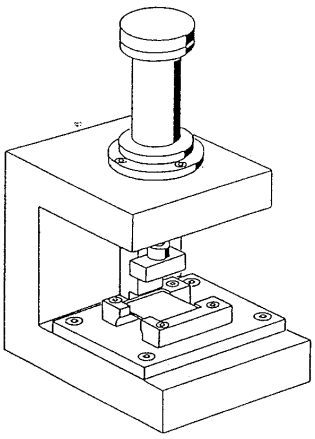
C) STROMVENTILE (Drosselventile)

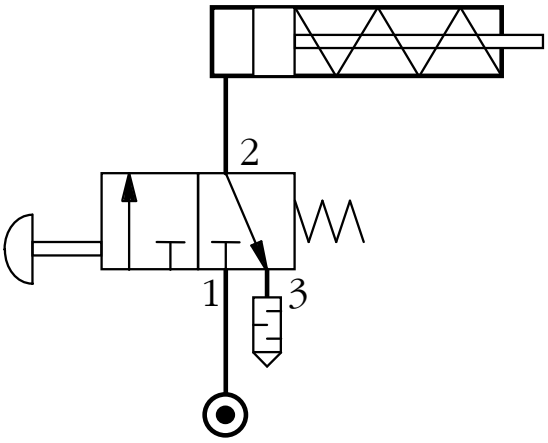
D) DRUCKVENTILE (Druckregelventile)

11.3. Ansteuerung eines einfach wirkenden Zylinders

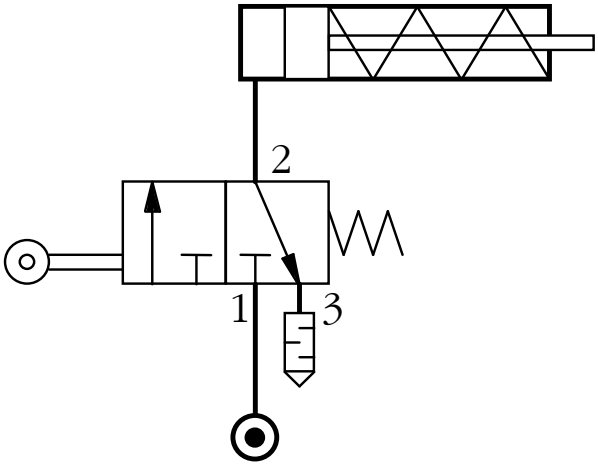


manuell zum Biegen von Blechstücken

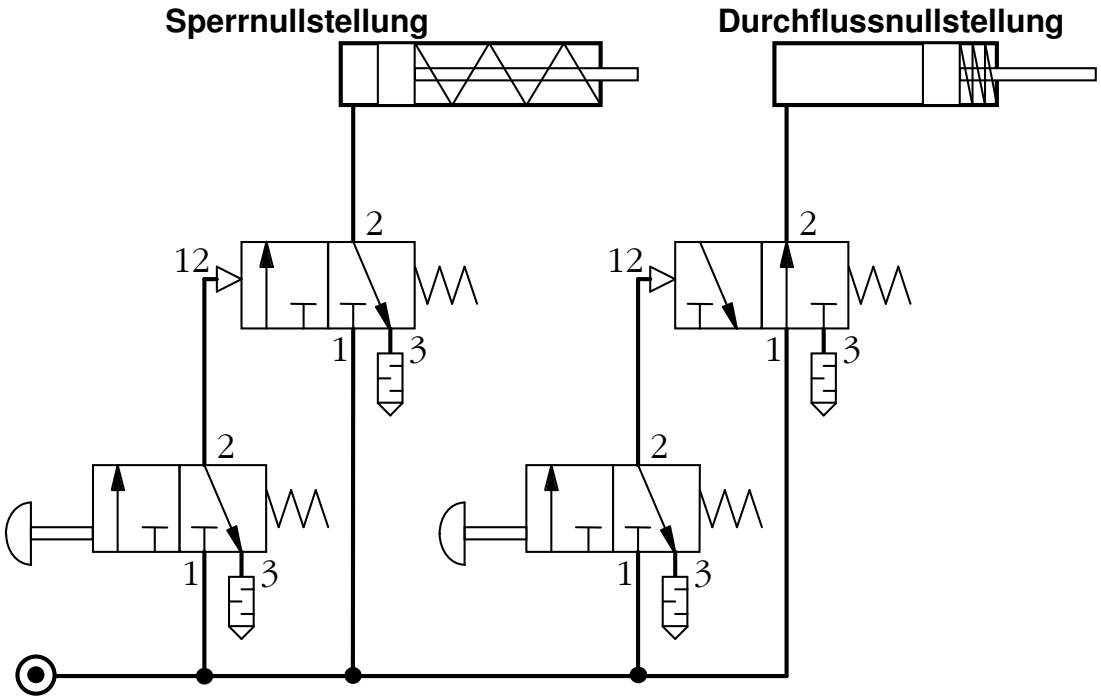




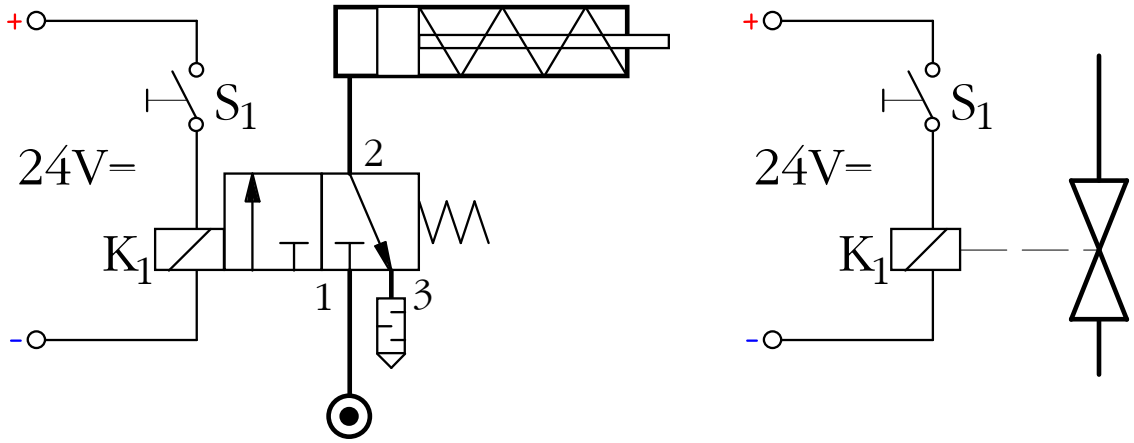
mechanisch



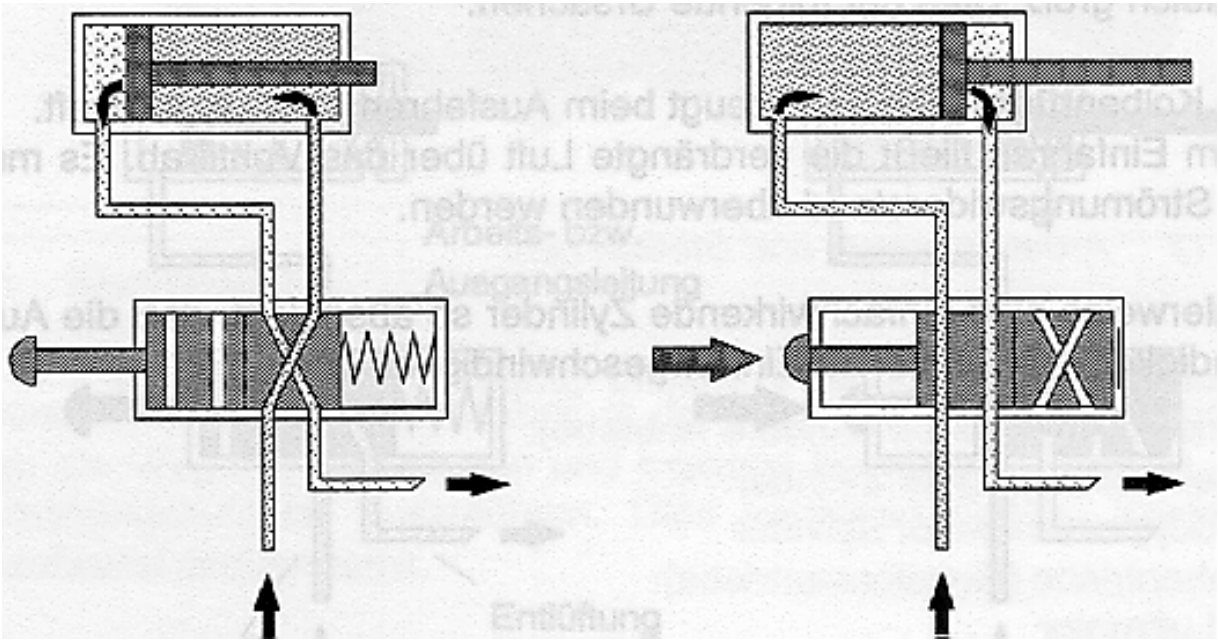
pneumatisch



elektrisch



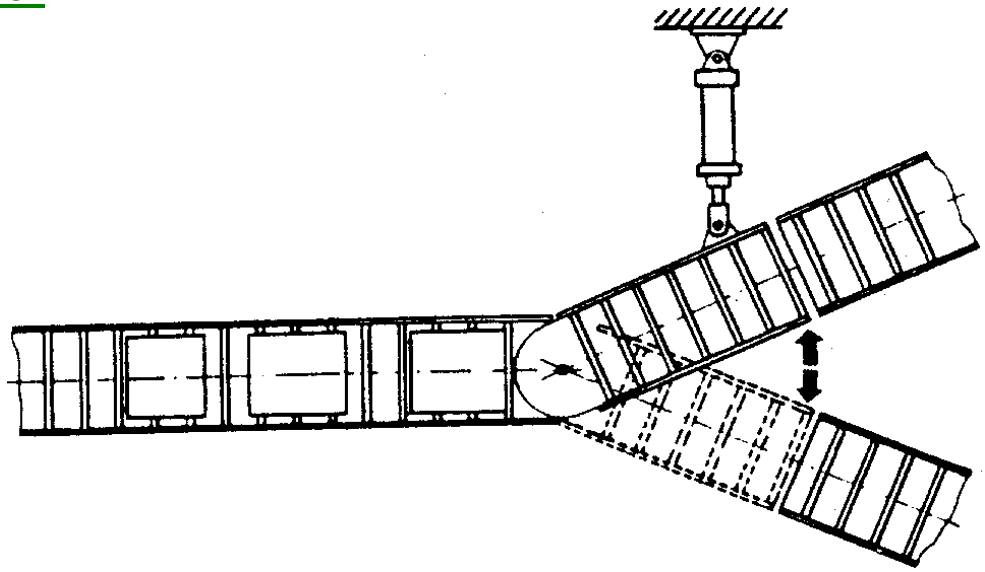
11.4. Ansteuerung eines doppelt wirkenden Zylinders



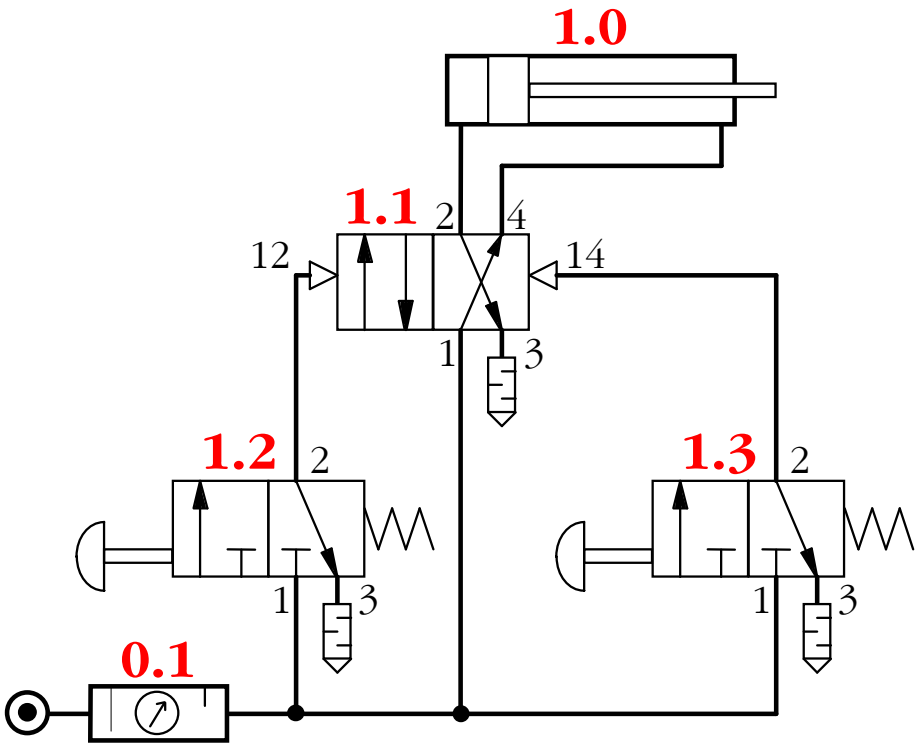
manuell zum Verteilen von Kisten

Das Schwenken der Rollbahn soll willensabhängig über Taster erfolgen. Bei Loslassen des Tasters soll die Stellung beibehalten werden.

Lageskizze :



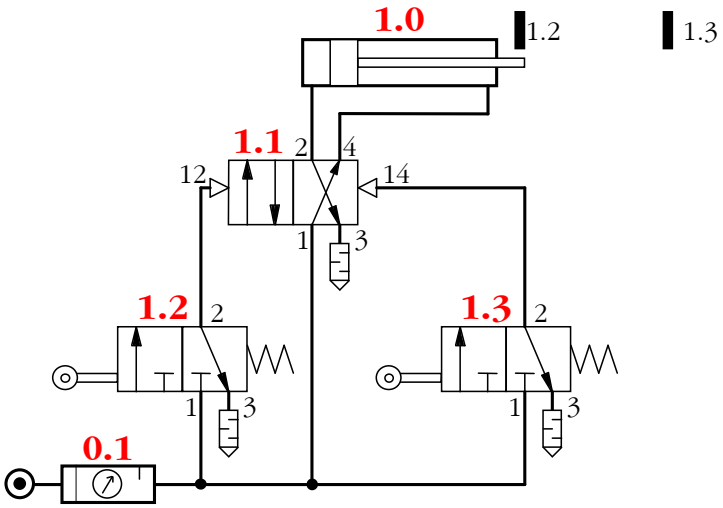
Schaltplan :



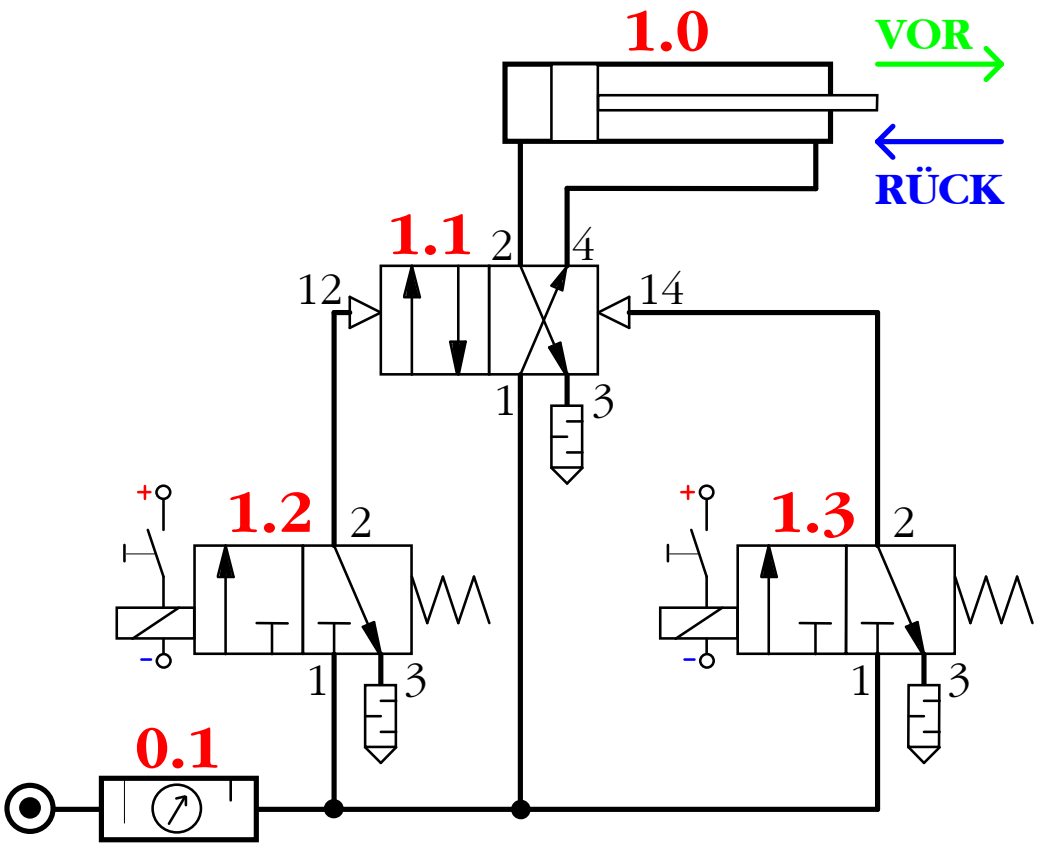
Lösung :

Wird das Ventil 1.2 betätigt, wird Ventil 1.1 am Steuereingang umgesteuert. Der doppeltwirkende Zylinder bringt die Weiche (Rollbahn) in die zweite Position. Diese Position wird solange beibehalten, bis das nächste Signal von Ventil 1.3 eingegeben wird.

mechanisch

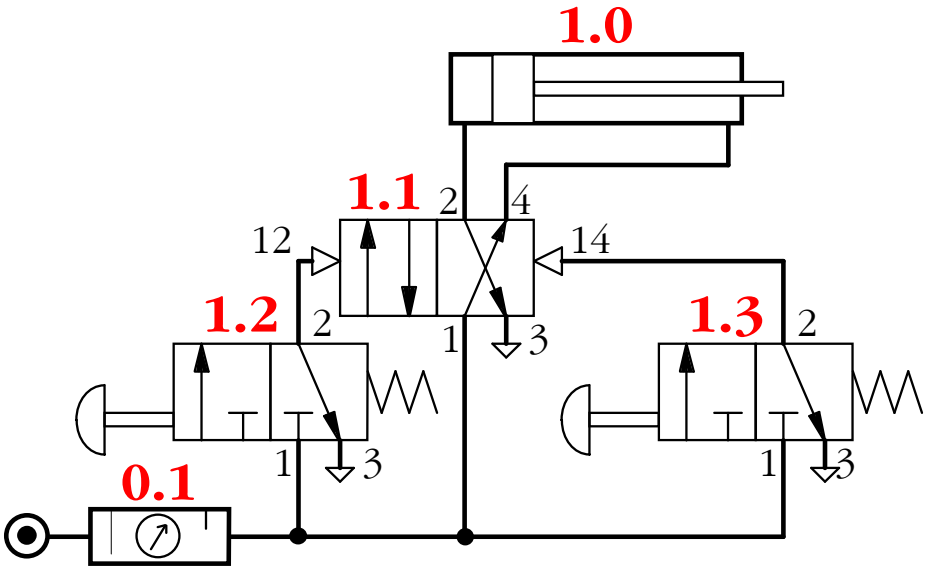


elektrisch

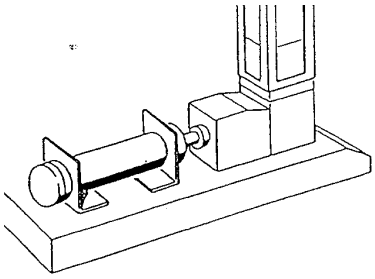


11.5. Speicherimpulsventil

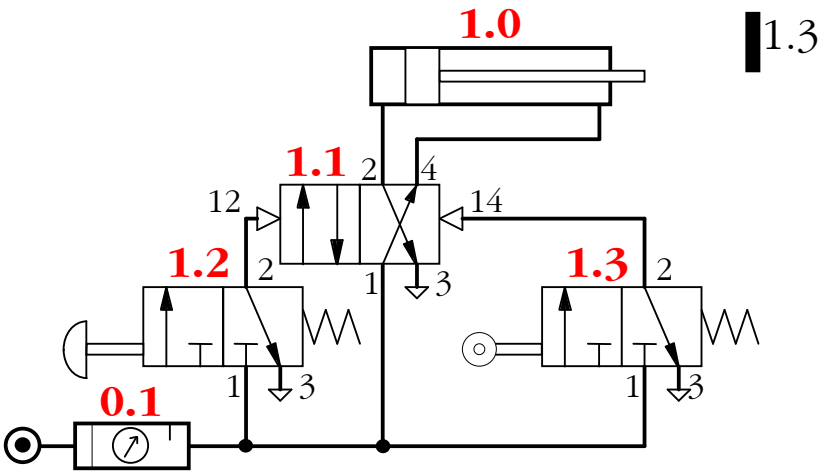
Jedes Ventil das mit beidseitiger Druckbeaufschlagung arbeitet, nennt man Impulsventil oder Speicher. Die Ansteuerung erfolgt fast immer über ein 3/2 Wegeventil.



Schaltübung (Vereinzeln von Würfeln)



Bei Betätigung des Tasters soll der doppeltwirkende Arbeitszylinder ausfahren und bei Erreichen der vorderen Endstellung selbstständig wieder in die Ausgangsposition zurückkehren.



11.6. Ventile für komplexe Steuerungen

Zeitglieder: Verzögerungszeit ist abhängig von Volumen und Druck.

Schnellentlüfterventile: Um große Zylinder schnell entlüften zu können.

Wechselventil: entspricht einer ODER-Funktion

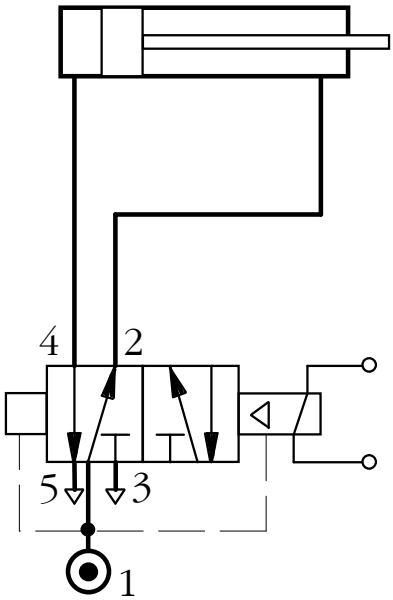
Zweidruckventil: entspricht einer UND-Funktion

Drosselrückschlagventil: hiermit wird die Zuluft oder Abluft gedrosselt, dadurch erreicht man eine Geschwindigkeitsänderung im Arbeitszylinder.

11.7. Ventile für Elektropneumatik

Häufig werden Kombinationen von pneumatischen und elektrischen (elektropneumatische Steuerungen) angewendet. Die in diesem Fall zum Einsatz kommenden Elektromagnetventile werden von einem Druckknopf, Endschalter, oder auch einem Kleinschütz betätigt.

Beispiel: Steuerung eines Zylinders mit einem 5/2 - Wege-ventil, einseitig durch Elektromagnet gesteuert, Rückführung durch Luftfeder.



Diese Art der Steuerung wird angewendet, wenn z.B.: bei Stromausfall ein ausgefahrener Zylinder sofort einfahren soll und beispielsweise eine Klappe schließen muss.

Eine elektropneumatische Steuerung ist einer rein pneumatischen Steuerung immer dann vorzuziehen, wenn die zu verlegenden Steuerleitungen sehr lang sind, und die Schaltzeiten kurz gehalten werden müssen.

12. Informationsquellen:

Falls nicht angegeben Erarbeitung durch Ing. Volker Regenfelder, alle Quellen wurden gegebenenfalss überarbeitet oder gekürzt.

Europabuch Fachkunde Elektrotechnik

Autoren meist unbekannt oder in der Anzahl mehrere, daher die Verweise zu den Seiten im Internet!

für Signalarten:

https://ces.karlsruhe.de/culm/messtechnik/signale/signalarten.htm

für Grundfunktionen:

Vorbereitung Ing. Volker Regenfelder

http://lehrplan.bremen.de

für Schaltkreisfamilien:

http://www.elektronik-kompendium.de/sites/dig/0205281.htm

http://www.tfh-berlin.de/~schucker/Schaltkreisfamilien.pdf

http://de.wikipedia.org/wiki/Integrierter_Schaltkreis

Vorbereitung Ing. Johann Lachinger

Für Netzwerktechnologie:

PC-Welt Sonderheft: tecchannle compact Netzwerk-Know-How

für Regeltechnik:

Vorbereitung Dipl. Ing. (FH) Hubert Freudenthaler

für Elektropneumatik:

Vorbereitung Ing. Michael Feichtinger