

Zusammenfassung M121

Steuerungsaufgaben bearbeiten

2008-11-12

Emanuel Duss

Über

Autor	Emanuel Duss
Erstellt	2008-08-03
Bearbeitet	2008-11-12
Heute	2008-11-12
Bearbeitungszeit	09:45:47
Lehrjahr des Moduls	1. Lehrjahr 2006/2007
Pfad	/ home/emanuel/Daten/Lehre/Zwischenprüfungen/Zusammenfassungen_von_mir/ M121/M121_Zusammenfassung.odt

CC-Lizenz



Creative Commons Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.5 Schweiz

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ch/>

Powered by



Bearbeitungsprotokoll

Datum	Änderung(en)
2008-08-03	Migration auf OpenOffice
2008-09-02	Fertigstellung der Zusammenfassung

Inhaltsverzeichnis

1	Analoge Steuerungen.....	6
1.1	Grundlagen von Operationsverstärkern.....	6
1.1.1	Daten eines idealen OPV.....	6
1.2	Inventierender OPV.....	7
1.3	Summierer.....	7
1.4	Nicht inventierender OPV.....	8
1.5	Impedanzwandler.....	8
1.6	Differenzierer.....	9
1.6.1	Differenz-Diagramm.....	9
1.7	Integrierer (Inventierend).....	10
1.7.1	Integrierer-Diagramm.....	10
1.8	Schmitt-Trigger.....	11
1.9	Dezibel.....	11
2	Steuerungs- und Regelungstechnik.....	12
2.1	Einführung, Begriffe.....	12
2.1.1	Steuerung.....	12
2.1.2	Regelung.....	12
2.2	Steuerung.....	13
2.3	Regelung.....	14
2.3.1	Zusammengefasst.....	15
2.3.2	Beispiele für Regelungen.....	15
2.4	Zweipunktregler.....	16
2.4.1	Zweipunktregler: Kühlschranks.....	16
2.4.2	Mehrere Bedingungen – Beispiel Mensasteuerung vom BBZS.....	17
2.5	Stetige Regler.....	18
2.6	Stabilität von Reglern.....	20
2.6.1	Oszillator-Wirkung.....	20
2.6.2	Stabiles Regelsystem.....	20
2.6.3	Instabil.....	20
2.6.4	Stabilitätsbetrachtung von gegebenen Regelstrecken.....	20
2.6.5	Regelgüte.....	21
2.6.6	Regelstrecken mit Ausgleich / ohne Ausgleich.....	21
2.7	Arten von Reglern.....	22
2.8	Regeleinrichtung.....	22
2.9	Führungs und Störverhalten.....	22
3	Sensoren und Aktoren.....	23
3.1	Sensoren.....	23
3.2	Aktoren.....	23
3.3	Grössenumwandlung durch Sensoren.....	23
3.4	Umformen in eine elektrische Grösse.....	24
3.5	Unterschied zwischen aktiven und passiven Sensoren.....	25
3.5.1	Aktive Sensoren.....	25
3.5.2	Passive Sensoren.....	25
3.6	Die gebräuchlichsten Sensoren.....	26
4	Glossar.....	28
5	Gute Links.....	29

Modulbaukasten

© by Genossenschaft I-CH - Informatik Berufsbildung Schweiz

Modulidentifikation

Modulnummer	121
Titel	Steuerungsaufgaben bearbeiten
Kompetenz	Steuerungsaufgabe aus einer Vorgabe identifizieren, analysieren und als offene Steuerung oder als Regelkreis aufbauen.
Handlungsziele	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einen zu steuernden Prozess analysieren, die erforderlichen Elemente für die Steuerung bestimmen und die Funktionen der Steuerung in einer Prinzipskizze dokumentieren. 2. System auf der Grundlage der Prinzipskizze in Form einer Schaltung entwerfen oder als Simulation realisieren. 3. Geeignete Elemente für die Steuerung inkl. Aktoren und Sensoren auswählen und zu einem System zusammenbauen. 4. Die Testfälle aus den Anforderungen ableiten, die Funktionen des Systems testen und die identifizierten Fehler korrigieren. 5. Das Schema gemäss den Testresultaten aktualisieren und das System dokumentieren.
Kompetenzfeld	Technical Software Engineering
Objekt	Ablauf, der mit Sensoren und Aktoren gesteuert wird.
Niveau	2
Voraussetzungen	Grundlagen der Elektrotechnik, die für das Verständnis der Verarbeitung von elektrischen Signalen (analoge, digitale) notwendig sind
Anzahl Lektionen	40
Anerkennung	Eidg. Fähigkeitszeugnis Informatiker/Informatikerin
Modulversion	2.0
MBK Release	R3
Harmonisiert am	04.10.2004

Handlungsnotwendige Kenntnisse

Handlungsnotwendige Kenntnisse beschreiben Wissens Elemente, die das Erreichen einzelner Handlungsziele eines Moduls unterstützen. Die Beschreibung dient zur Orientierung und hat empfehlenden Charakter. Die Konkretisierung der Lernziele und des Lernwegs für den Kompetenzerwerb sind Sache der Bildungsanbieter.

Modulnummer	121
Titel	Steuerungsaufgaben bearbeiten
Kompetenzfeld	Technical Software Engineering
Modulversion	2.0
MBK Release	R3

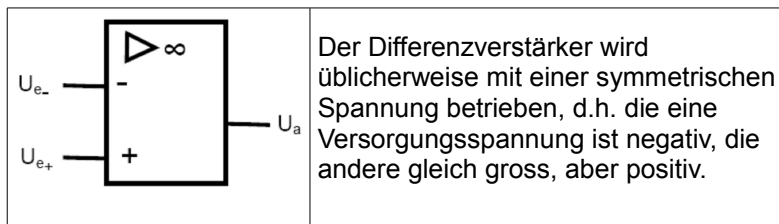
Handlungsziel	Handlungsnotwendige Kenntnisse
1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kennt den Aufbau häufig eingesetzter Sensoren und Aktoren und deren grundsätzliche Funktionsweise. 2. Kennt Kriterien für die Auswahl von Sensoren und Aktoren und kann für einen gegebenen Einsatz deren Tauglichkeit beurteilen.
2.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kennt Arten, Aufbau und Verhalten von offenen Steuerungen und Regelkreisen und kann diese voneinander unterscheiden. 2. Kennt die Grundprinzipien für die Steuerung von Abläufen und kann an Beispielen aufzeigen, wie Abläufe dargestellt werden können. 3. Kann mittels Zustandsdiagrammen Steuerungsaufgaben beschreiben und an Beispielen aufzeigen, wie damit Steuerungsfunktionen abgebildet werden können.
3.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kennt die wesentlichen Komponenten zur Realisierung einfacher Steuerungen und kann aufzeigen, wie diese simuliert oder realisiert werden können.
4.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kennt die Methodik zur Ableitung von Testfällen aus definierten Anforderungen und kann aufzeigen, wie damit die Funktionalität einer Steuerung sichergestellt wird.
5.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kann für eine Steuerung die technische Beschreibung und die Bedienungsanleitung strukturiert und adressatengerecht verfassen.

1 Analoge Steuerungen

1.1 Grundlagen von Operationsverstärkern

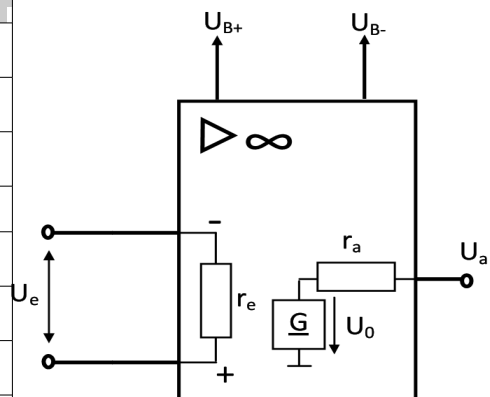
Der Operationsverstärker (Abk. OP, OPV, OV, OpAmp) ist ein Bauelement der Elektronik. Als ein spezieller Typ von Verstärker (Differenzverstärker) besitzt er zwei Eingänge: Einen invertierenden Eingang U_- und einen nichtinvertierenden Eingang U_+ .

Der unbeschaltete Operationsverstärker ist somit lediglich als Komparator zu gebrauchen. Ein Komparator ist eine elektronische Schaltung, die zwei Spannungen vergleicht. Die Bezeichnung stammt aus einem der ersten Einsatzgebiete der Operationsverstärker – der Durchführung mathematischer Operationen in elektronischen Analogrechnern.



1.1.1 Daten eines idealen OPV

		idealer OPV	realer OPV
r_e	Eingangswiderstand	$\infty \Omega$	105..1012 Ω
r_a	Ausgangswiderstand	0 Ω	10..100 Ω
v_{U_0}	Leerlaufverstärkungsfaktor	∞	104..106
C	Eigenkapazität	0 F	4..10 F
f_{min}	untere Grenzfrequenz	0 Hz	100 Hz
f_{max}	obere Grenzfrequenz	∞ Hz	150 Hz
v_{CM}	Gleichtaktverstärkung	0	0.2
v_{CMRR}	Gleichtaktunterdrückung	∞	104..106
U_{rausch}	Rauschgangsspannung	0 V	3 μ V

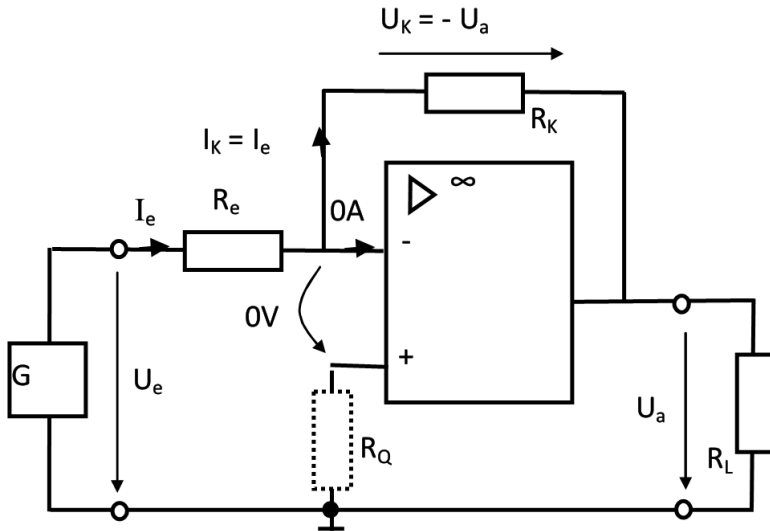


Die Betriebsspannung U_{B+} und U_{B-} werden in der Regel nicht gezeichnet.

$$r_e = R_e; r_a = 0 \Omega$$

1.2 Inventierender OPV

Der Operationsverstärker ist immer bestrebt, die Differenzspannung zwischen Plus- und Minuseingang so gering wie möglich zu halten (genau 0 V). Sind R_e und R_K gleich gross, so ist die Spannungsverstärkung -1 , d.h. die Ausgangsspannung ist gleich gross wie die Eingangsspannung, besitzt aber entgegengesetzte Polarität. Kehrt allgemein die Polarität um. Wenn also beim Eingang $+5V$ hinein kommt, so kommt beim Ausgang $-5V$ heraus.



Gilt bei idealem OPV!

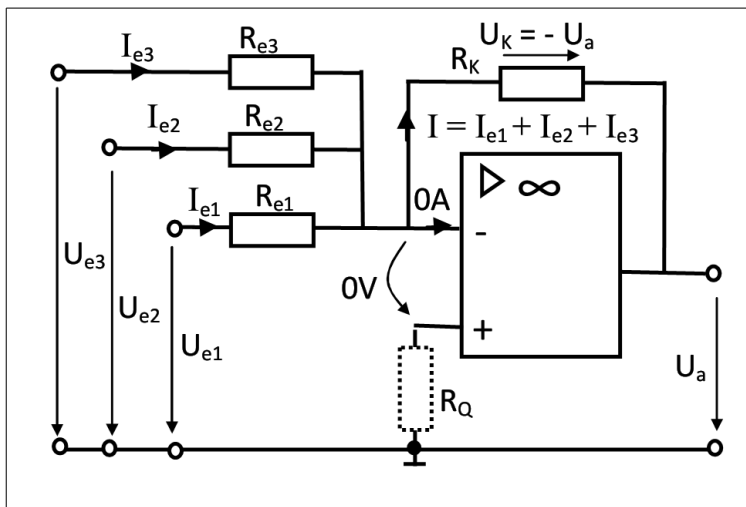
Der Phasenverschiebungswinkel ist genau 180° !

V_u	Spannungsverstärkungsfaktor
R_K	Rückkopplungswiderstand
R_e	Eingangswiderstand
U_e	Eingangsspannung
U_a	Ausgangsspannung
r_e	Verstärkereingangswiderstand
r_a	Verstärkerausgangswiderstand
V_u	$\frac{U_a}{U_e} = - \frac{I_e \cdot R_K}{I_e \cdot R_e} = - \frac{R_K}{R_e}$
I_e	U_e / R_e
U_K	$R_K \cdot I_e$
r_e	R_e
r_a	0Ω

1.3 Summierer

Der Summierer / Addierer Statt eines Eingangs besitzt er zwei oder mehr Eingänge, deren Signale addiert werden (z.B. bei einem Musikmischpult werden mehrere Musikspuren zusammengemischt).

Ein grosser Vorteil dieser Schaltung ist, dass der Minuseingang eine virtuelle Masse darstellt. Dadurch kommt es nicht zu Rückwirkungen auf andere Eingänge, wie dies bei vielen anderen Schaltungen ohne OPV der Fall ist.



V_u	Spannungsverstärkungsfaktor
R_K	Rückkopplungswiderstand
R_{en}	Eingangswiderstände
U_{en}	Eingangsspannungen
U_a	Ausgangsspannung
Die Verstärkung des Eingangssignals U_{e1} berechnet sich zu $V_1 = -R_K / R_{e1}$ und die des Eingangs 2 zu $V_2 = -R_K / R_{e2}$.	
$U_a = -R_K \cdot \left(\frac{U_{e1}}{R_{e1}} + \frac{U_{e2}}{R_{e2}} + \frac{U_{e3}}{R_{e3}} \right)$	
$U_{e3} = -R_{e3} \cdot \left(\frac{U_a}{-R_K} - \frac{U_{e2}}{R_{e2}} - \frac{U_{e3}}{R_{e3}} \right)$ // Experimentell?	

1.4 Nicht invertierender OPV

Bekannte und weit verbreitete Grundschaltung: Der Verstärkungsfaktor V_u kann mittels zweier Widerstände auf einen Wert von 1 oder mehr eingestellt werden.

Aufgrund der hohen Differenzverstärkung ist der Unterschied der Spannung zwischen Plus- und Minuseingang immer vernachlässigbar gering, so dass die Spannung am Minuseingang der Eingangsspannung genau folgt. Aufgrund der Tatsache, dass die Spannung am Minuseingang durch den aus den Widerständen R_K und R_Q gebildeten Spannungsteiler aus der Ausgangsspannung gewonnen wird, ist die Ausgangsspannung um den Teilungsfaktor höher als die Eingangsspannung.

Der Phasenverschiebungswinkel beträgt genau 0° .

V_u	Spannungsverstärkungsfaktor
R_K	Rückkopplungswiderstand
R_e	Eingangswiderstand
U_e	Eingangsspannung
U_a	Ausgangsspannung
r_e	Verstärkereingangswiderstand
r_a	Verstärkerausgangswiderstand
V_u	$\frac{U_a}{U_e} = \frac{I_Q \cdot (R_K + R_Q)}{I_Q \cdot R_Q} = \frac{R_K}{R_Q} + 1$
r_k	$R_Q (V_u - 1)$
r_e	∞
r_a	0Ω

Gilt bei idealem OPV!

1.5 Impedanzwandler

Der Impedanzwandler ist ein Sonderfall des nicht invertierenden OPVs.

Da der Minuseingang über den Widerstand R_K direkt mit dem Ausgang verbunden ist, ist seine Spannung mit der Ausgangsspannung U_a identisch.

Er besitzt einen Verstärkungsfaktor von genau 1 ($\rightarrow R_Q$ unendlich)

1.6 Differenzierer

Die Ausgangsspannung „U_a“ vom rechts gezeichneten Differenzierer ergibt sich aus der Auswertung der Steilheit der Eingangsspannung U_e, d.h. $\Delta U_e / \Delta t$. Wir wissen zudem, dass sich beim Kondensator dieses ΔU_e aus $I_e \cdot \Delta t / C_e$ ergibt. Die Auswertung einer Steilheit nennt man allgemein Differenzial.

Er reagiert auf Änderungen, schnell bei schnellen Änderungen, langsam bei langsamen Änderungen der Eingangsspannung U_e.

$U_a = \Delta U_e / \Delta t$

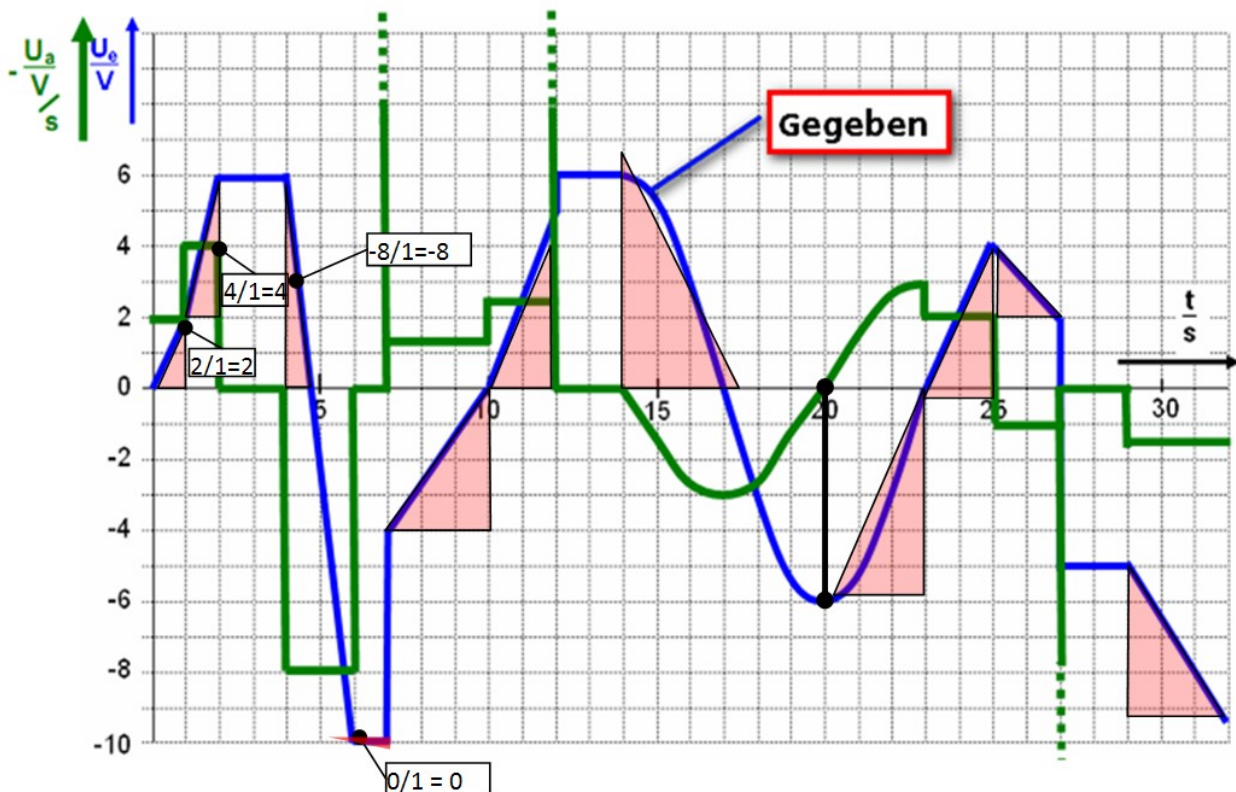
$U_a = -I_e \cdot R_K = Q / t \cdot R_K = -C_e \cdot U_e \cdot R_K / t$

$[Q] = A_s = I_e \cdot t$

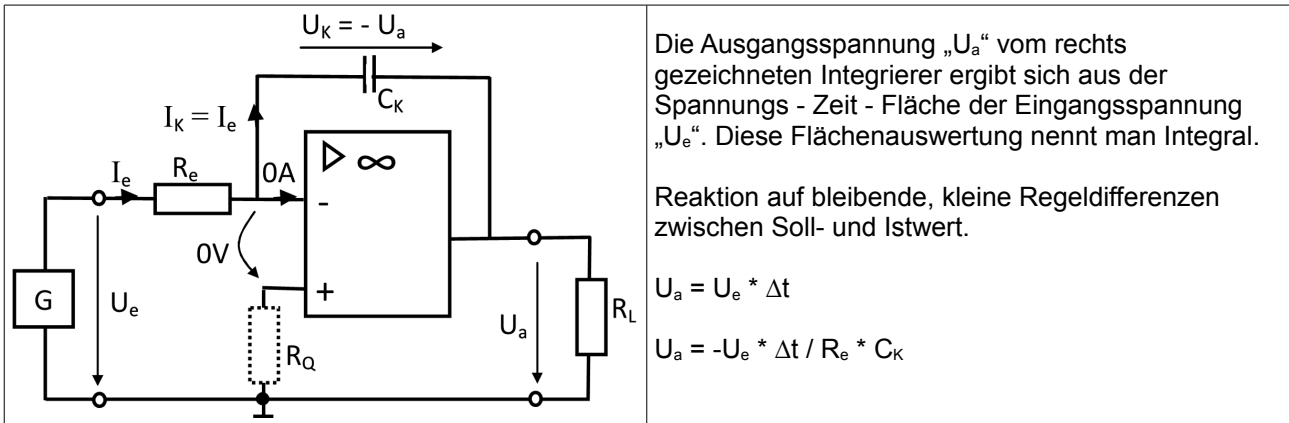
$[C] = [Q / U] = A_s / V = F$

1.6.1 Differenz-Diagramm

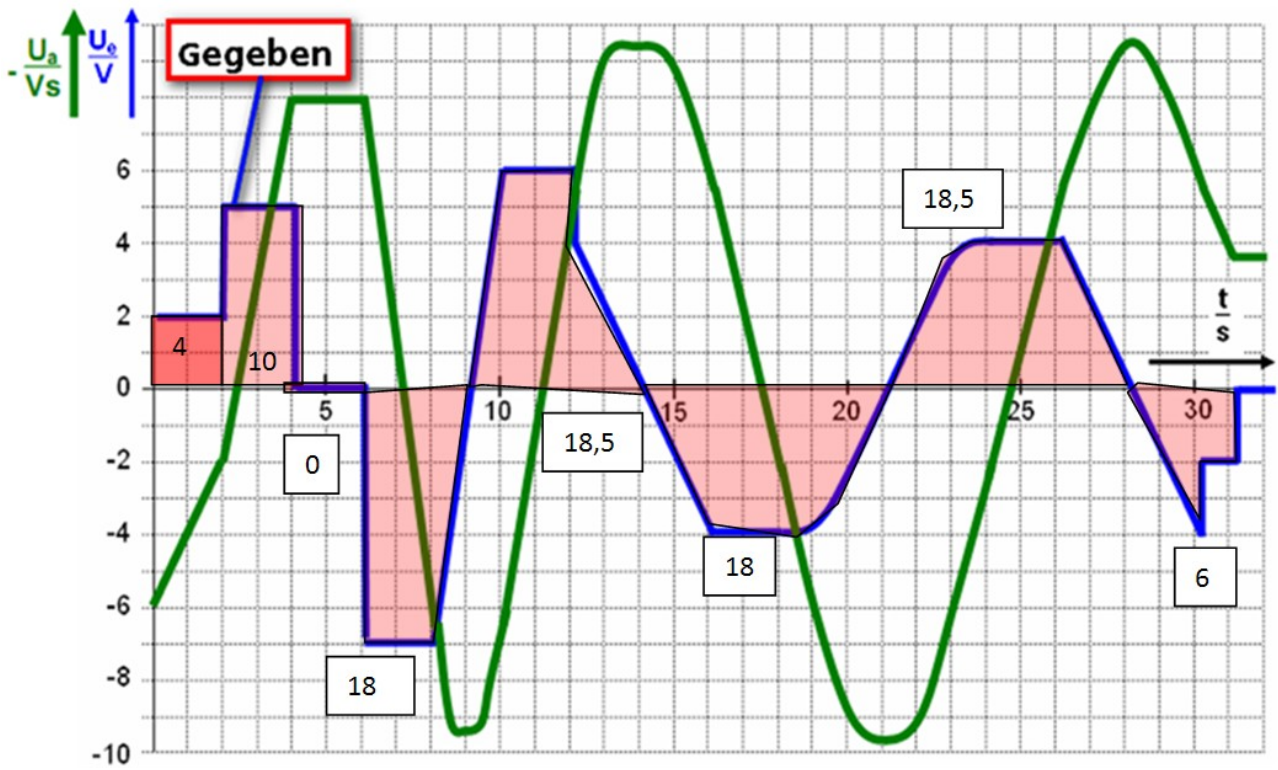
Hier wertet man die Steilheit aus. Man fängt immer wieder bei 0 an.



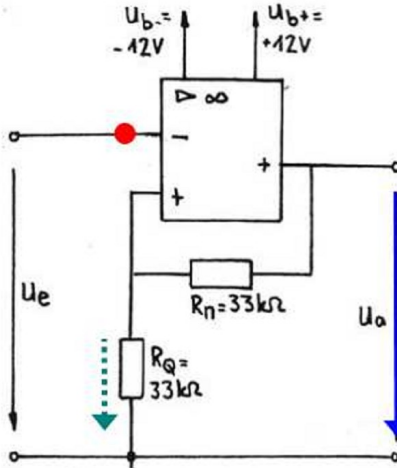
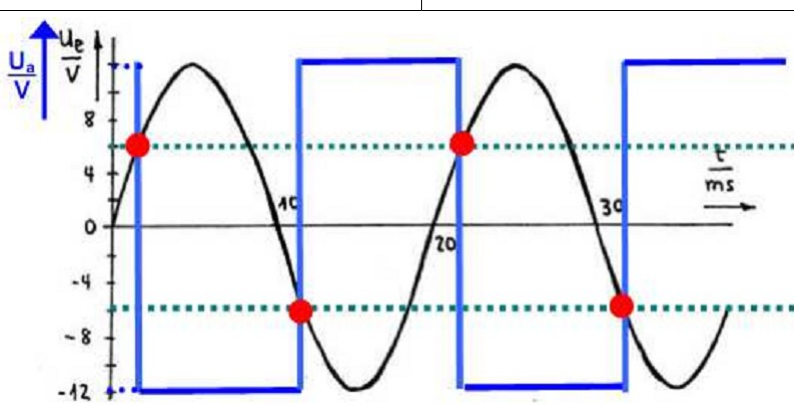
1.7 Integrierer (Inventierend)



1.7.1 Integrierer-Diagramm



1.8 Schmitt-Trigger

	<p> $U_{bmax} = + 12V$ $U_{bmin} = - 12V$ $R_q = 33 k$ $R_n = 33 k$ </p> <p> $U_s = \text{Schwellwert}$ $U_s = I * R_q =$ FORMELN!!!! </p>	<p>Als Schmitt-Trigger werden jene Schaltungen bezeichnet, die zeitlich veränderliche Eingangssignale in Rechtecksignale umwandeln.</p> <p>Legt man z.B. eine sinusförmige Eingangsspannung U_e an die Eingangsklemmen eines Schmitt-Triggers, so entsteht eine rechteckförmige Ausgangsspannung U_a.</p>
	<p>Hier sieht man, wenn der Schwellwert (U_s; ... Linie) durchbrochen wird (rote Punkte) wechselt die Spannung zwischen U_{b+} und U_{b-} (Blaue ___ Linie).</p> <p>Dies hier ist ein invertierender Schmitt-Trigger, da wenn hier die Eingangsspannung positiv ist, ist die Ausgangsspannung negativ!</p>	

1.9 Dezibel

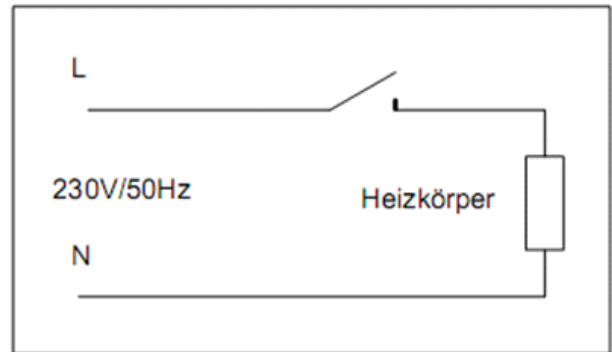
Verstärkungsfaktor	V_u	$10^{(B/20)}$	Bei 23,5dB ist der Verstärkungsfaktor 15
Dezibel	B	$\log_{10}(V_u) * 20$	Eingabe TR: $\log(15, 10)*20$ // Beim Verstärkungsfaktor 15 ist es 23,5dB.

2 Steuerungs- und Regelungstechnik

2.1 Einführung, Begriffe

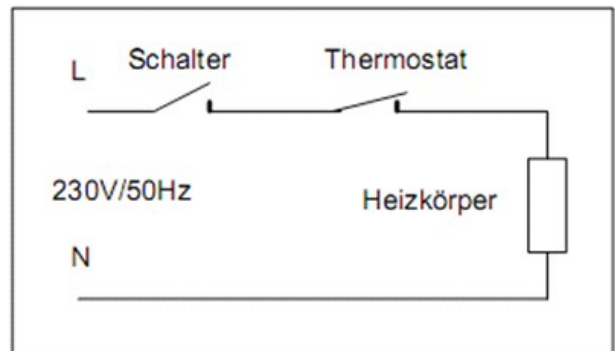
2.1.1 Steuerung

- geringen Anforderungen an die Einhaltung der Betriebswerte
- Entweder an oder aus
- Je nach äusseren Einflüssen steigt die Temperatur mehr oder weniger
- +) Einfacher Aufbau und Einstellung
- +) Keine Resonanzwirkung (schnelles umschalten bei Schwellwert ▪ Schwellbereich setzen (z.B. zwischen 18 und 20°)
- +) Schnelle Reaktionen möglich
- -) Keine direkte Kontrolle des Istwertes und damit keine Konstanz
- Erkennbar durch offener Wirkungsablauf



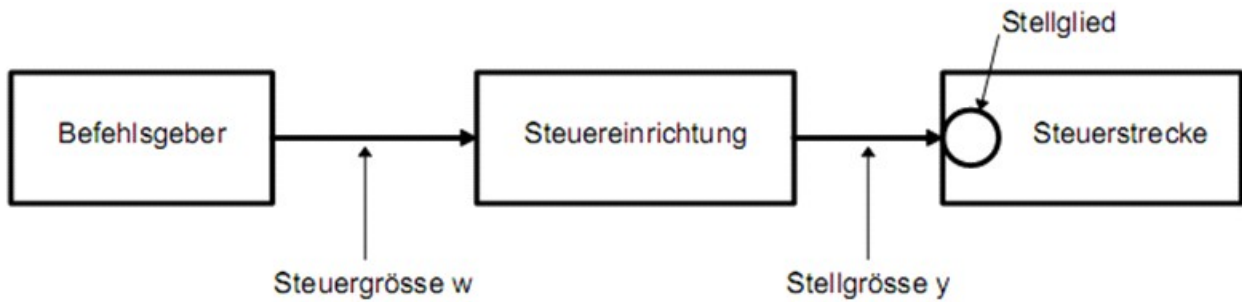
2.1.2 Regelung

- Betriebswerte genauer einstellbar
- Der Thermostat schaltet den Heizkörper aus, falls die Temperatur einen bestimmten Wert erreicht hat. Somit bleibt die Temperatur konstant
- Eine Regelung enthält immer einen Sensor, der den Istwert so anpasst, dass der Sollwert erreicht wird.
- Erkennbar durch geschlossener Wirkungsablauf



2.2 Steuerung

Bei einer Steuerung gibt ein Befehlsgeber ein Signal w aus, das über eine Steuereinrichtung zu einem Stellglied in einer Steuerstrecke weitergeleitet wird. Es gibt keine Rückwirkung von der Steuerstrecke auf den Eingang. Eine Steuerung bezeichnet man als offenen Wirkungsablauf, Steuerstrecke oder als Steuerkette.



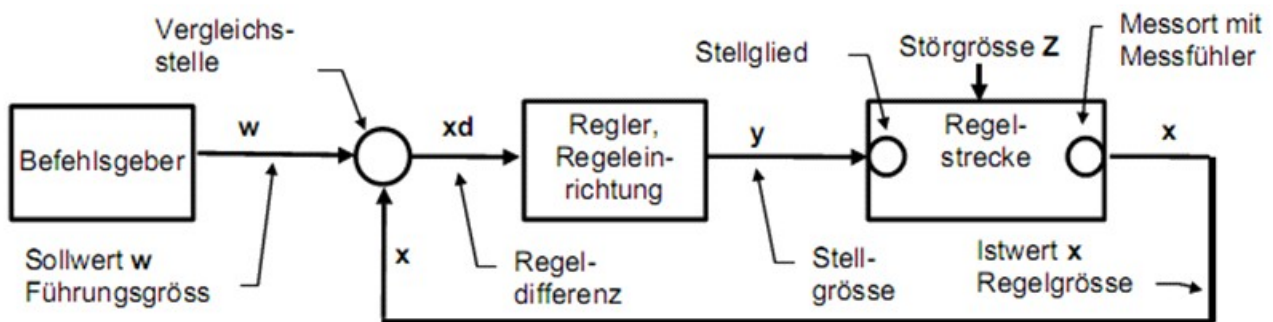
	Beispiel	Erklärung
Befehlsgeber	Schalter (z.B. Helligkeitsschalter)	Objekt, als Befehlsgeber
Steuergrösse w	Aussentemperatur	Ein Zustand, Wert (der Umgebung)
Steuereinrichtung	Heizungssteuereinrichtung	Anlage
Stellgrösse y	Ventilöffnung	Grösse, Wert
Stellglied	Heizungsventil	Objekt
Steuerstrecke	Raumtemperatur	Ziel für den Soll-Ist Ausgleich

2.3 Regelung

Der Befehlsgeber gibt einen Sollwert (w), der erreicht werden soll. Nun wird der Istwert ermittelt (x). In einem Regelkreis wird nun der Istwert mit dem Sollwert verglichen. Besteht kein Unterschied, hat der Ausgang den richtigen Wert. Falls ein Unterschied besteht, wird das Stellglied solange verändert, bis der Istwert dem Sollwert entspricht.

Die **Regelabweichung** ist die Abweichung der Regelgrösse.

Die **Regeldifferenz** ist der Unterschied zwischen Soll- und Istwert. D.h. Differenz zwischen Sollwert w minus Istwert x



		Beispiel	Erklärung
Befehlsgeber		Wunschtemperatureinstellung	Objekt, als Befehlsgeber
Führungsgrösse	w	Spannung des Kühlers	Sollwert, Zielgrösse wird von aussen festgelegt
Vergleichsstelle			Auswertung der Differenz von Soll und Ist
Regeldifferenz	x_d	4°	Differenz zwischen Ist- und Sollwert
Regeleinrichtung		Motor zur Kälteerzeugung	Anlage
Stellgrösse		Spannung des Kühlers	Überträgt steuernde Wirkung
Stellglied		Kühler	Objekt
Regelstrecke		Kühlschrank	Ziel, der zu beeinflussende Teil des Regelkreises
Störgrösse	z	Raumtemperatur	Wert, Faktoren, die den Soll-Istwert manipulieren
Messort		Bimetall	Messfühler, Sensor
Regelgrösse	x	Spannung des Kühlers	Istwert
Regelabweichung			Abweichung der Regelgrösse

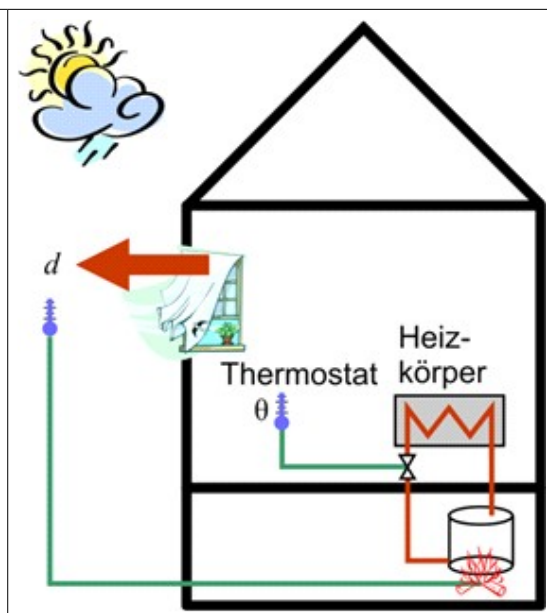
2.3.1 Zusammengefasst

Unter einer Regelung versteht man einen Vorgang, bei dem die Regelgrösse x fortlaufend gemessen und mit der Führungsgrösse w verglichen wird. Mit dem Vergleichsergebnis xd wird die Regelgrösse so beeinflusst, dass sie sich der Führungsgrösse w angleicht. Damit wird die Störgrösse Z kompensiert. Der sich ergebende Wirkungsablauf findet in einem geschlossenen Kreis, dem Regelkreis, statt.

2.3.2 Beispiele für Regelungen

- Luftfeuchtigkeitsregelung
- Geschwindigkeitsregelung
- Temperaturregelung

Regelung einer Raumtemperatur θ . Durch Verstellen eines Thermostatventils wird der Warmwasserstrom durch den Heizkörper beeinflusst. Die Vorlauftemperatur des Warmwassers wird der Aussentemperatur angepasst, die eine messbare Störung repräsentiert.



2.4 Zweipunktregler

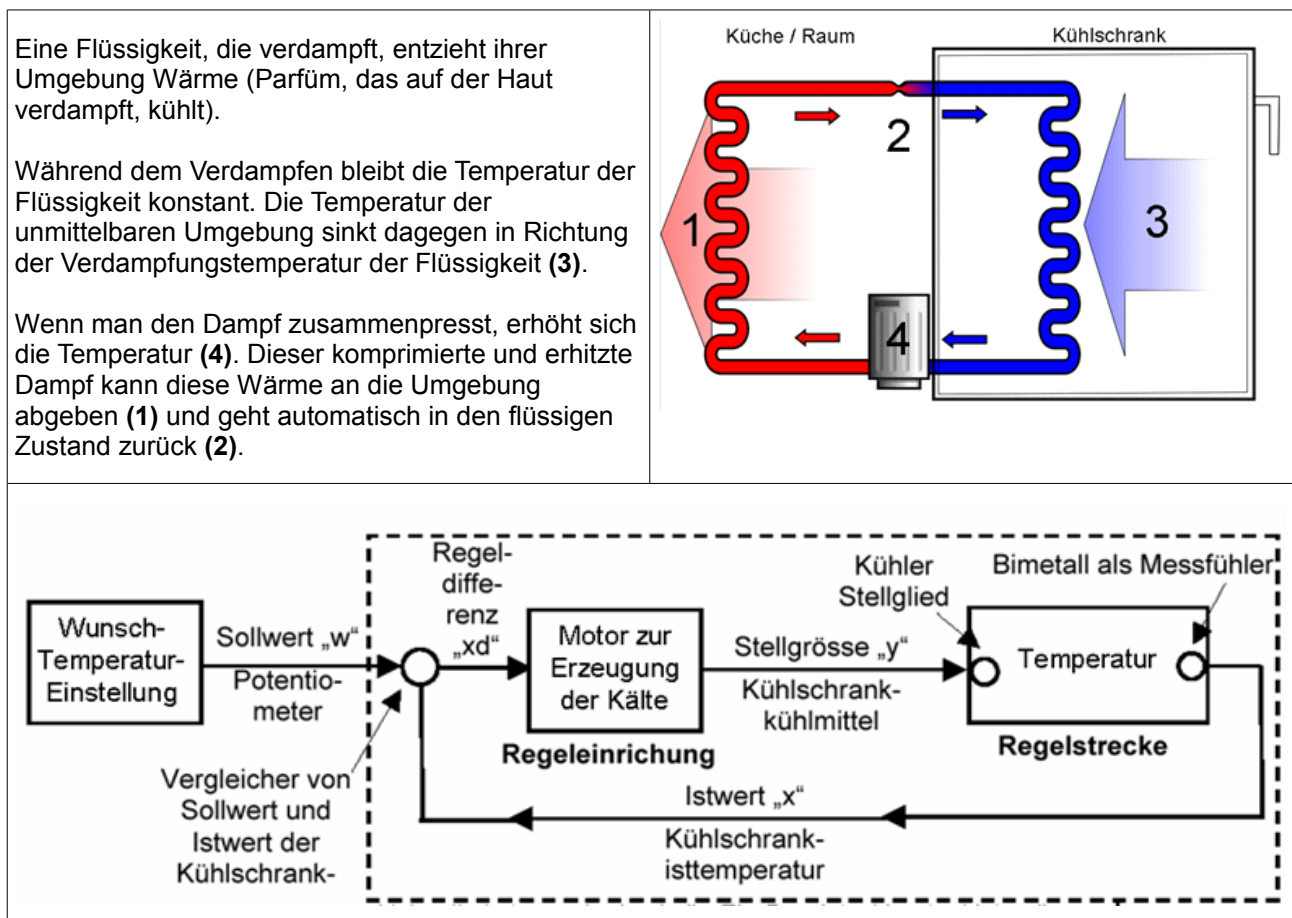
Zweipunktregler kennen nur zwei Schaltzustände. Entweder an oder aus. Die Energiezufuhr gibt entweder alles oder nichts. Solche Systeme können schnell gebaut werden und sind deshalb auch weit verbreitet. Die Schwankung der Regelgrösse spielt in gewissen Grössen keine Rolle.

Zweipunktregler werden dort eingesetzt, wo die Schwankung der Regelgrösse in gewissen Grenzen keine Rolle spielt.

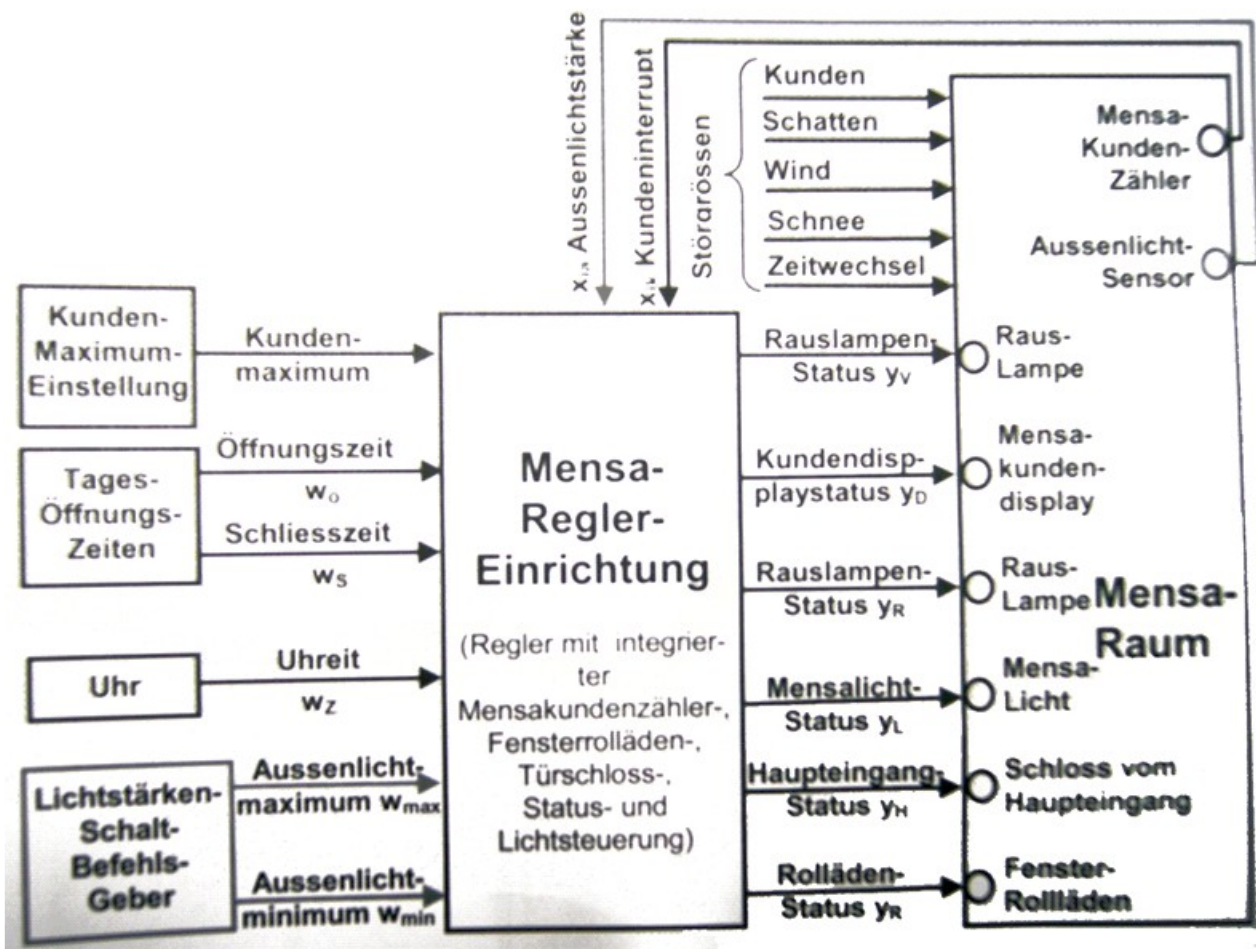
Bei einem stetigen Regler kann der Sollwert in einem festgelegten Bereich alle möglichen Statuswerte annehmen. Es handelt sich um eine Regelung der Istgrösse in Abhängigkeit zur Sollgrösse.

Eine Anwendung von denen ist es, die Temperatur eines Mediums konstant zu halten (z.B. Kühlschrank).

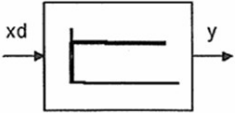
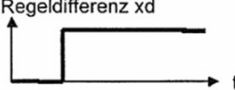
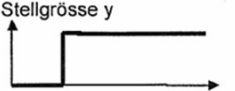


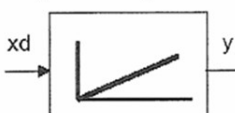
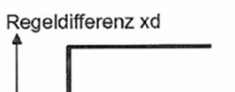
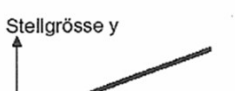


2.4.1 Zweipunktregler: Kühlschrank.



2.4.2 Mehrere Bedingungen – Beispiel Mensasteuerung vom BBZS



2.5 Stetige Regler

<p>P-Regler</p>	<p>Proportional-Regler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Für gering Anforderungen • Nicht so genau (bleibende Regeldifferenz). Können Regeldifferenz nicht ausgleichen • aber dafür schnell, keine zeitliche Verzögerung • Regelabweichung kann durch eine zusätzliche Verstärkung verringert werden, dafür kann er anfangen zu schwingen. • Ausgang: multipliziert im Prinzip den Eingangswert mit einem Faktor (=Proportional) • Die Stellgrösse y reagiert proportional zur Regeldifferenz x_d. • Die Regelgrösse (Istwert) erreicht nie die Führungsgrösse (Sollwert). 	<p>Symbol P-Regler</p>  <p>Regeldifferenz x_d</p>  <p>Stellgrösse y</p> 
<p>Totzeit-Element</p>	<p>PT-Element, Verzögerungs-Element</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verzögerung: Regelkreise haben ein verzögerndes Verhalten, das heisst, der Wert wechselt nicht von einem auf den anderen Schlag. Der Temperaturmesser zeigt dies schön. • Totzeit: Das ist die Zeitspanne zwischen Änderung am Systemeingang und Antwort am Systemausgang. 	<p>Symbol einer Verzögerung</p>  <p>Symbol eines Totzeitgliedes</p> 
<p>I-Regler</p>	<p>Integral-Regler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reagieren langsam • Sehr genau ohne Regeldifferenz, keine Regelabweichung • Ausgang: Zeitfläche der Eingangsgrösse <p>Die Stellgrösse y reagiert proportional zur Regeldifferenz-Zeit-Fläche.</p> <p>Ausgangsgrösse = Eingangssignal * Verstrichene Zeit, wobei das Pegelvolumen vom Eingangssignal ausgewertet wird.</p>	<p>Symbol I-Regler</p>  <p>Regeldifferenz x_d</p>  <p>Stellgrösse y</p> 
<p>PI-Regler</p>	<p>Proportional- und Integral-Regler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kombination zwischen P-Regler und I-Regler • Schnell (P-Anteil) • Genau (I-Anteil) • Wird häufig eingesetzt 	
<p>D-Regler</p>	<p>Differenzial-Regler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelt konstante Störgrössen nicht aus • Sehr schnell • Reagiert nur auf starke Änderungen, weshalb er immer mit P- oder PI-Regler kombiniert wird. • Ausgang: Steilheitsfassung der Eingangsgrösse 	<p>Symbol D-Regler</p> 

	<p>Die Stellgrösse y reagiert proportional zur Änderung der Regeldifferenz x_d. Steilheitsfassung der Eingangsgrösse.</p> <p>Ausgangssignal = Änderung der Eingangsgrösse / Änderung der Zeit, wobei D-Regler bei konstantem Eingangssignal einen Ausgangspegel von 0 haben.</p>	<p>The top graph shows a step function for 'Regeldifferenz x_d' over time t. The bottom graph shows a corresponding step function for 'Stellgrösse y'.</p>
PID-Regler	<p>Proportional-, Integral- und Differential-Regler</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Proportional, integral und differential ● Aufwendigster Regeltyp, sehr kompliziert ● Zügige Regelung (P-Anteil) ● Genau (I-Anteil) ● Regelgeschwindigkeit (D-Anteil) 	
PD-Regler	<p>Proportional-Differential</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Selten eingesetzt ● Bleibende Regeldifferenz ● Eignet sich höchstens in Fällen wo rasch auf grosse Änderungen der Störgrösse reagiert werden muss 	<p>The top graph shows a step function for 'Regeldifferenz x_d' over time t. The bottom graph shows a corresponding step function for 'Stellgrösse y' with a small overshoot.</p>
E-Funktion	<p>E-Funktion</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Das ist die Lade- und Entladefunktion eines Kondensators. 	<p>The graph shows voltage u over time t. It features two curves: one labeled 'Ladevorgang' (charging) that rises exponentially towards a steady state, and one labeled 'Entladevorgang' (discharging) that decays exponentially from a steady state.</p>
ID-Regler	<p>Integral- und Differential-Regler</p> <p>Das wäre Idiotisch: Hier wäre das Ausgangssignal genau das selbe wie das Eingangssignal! Wer das kauft, ist ein regelrechter Tupel!</p>	<h1>Tupel!</h1>
Spezielle Regler	<p>Verzögerungsregler</p> <p>Der Wert der Eingangsgrösse wird erst mit zeitlicher Verzögerung ausgegeben. Verursacht wird die Verzögerung durch Energiespeicher.</p>	<p>...Bitte warten...</p>

2.6 Stabilität von Reglern

2.6.1 Oszillator-Wirkung

Der Regelkreis weist die Eigenschaften eines Oszillators auf, weil bei Regelkreisen das Ausgangssignal, d.h. der Istwert „ x “ an den Eingang zurückgeführt wird und als verstärktes Signal und der vorhandenen Phasendrehung eine Schwingung verursacht.

2.6.2 Stabiles Regelsystem

Wenn bei einem Regelsystem die Regelgrösse nur Schwingungen mit abklingender Amplitude beinhaltet und die Regelgrösse nach Ablauf des Einschwingvorganges einen festen Wert erreicht und die Regelgrösse bis zum Eintreffen von weiteren Änderungen der Führungsgrösse bzw. dem Einwirken von Störungen beibehält, handelt es sich um ein stabiles Regelsystem.

2.6.3 Instabil

Wenn ein Regelsystem instabil ist, gibt es nicht das gewünschte Ergebnis. Die Schwingungsamplitude wird grösser und grösser und kann damit das System zerstören, weil es sich an der Stabilitätsgrenze befindet. Dies kann vorkommen, wenn das Regelsystem zu langsame oder zu schnelle Regler verwendet.

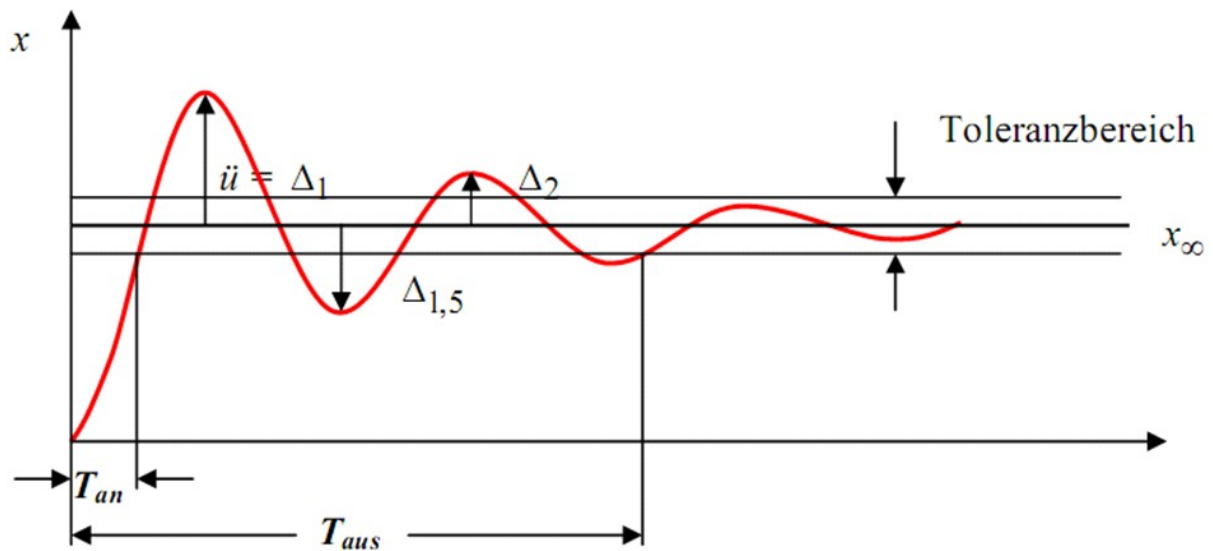
2.6.4 Stabilitätsbetrachtung von gegebenen Regelstrecken

Damit kann man die am besten Geeignete Regeleinrichtung finden und bei Instabilität erkennen, welche Kenngrössen geändert werden müssen. Dies kann man durch höhere Mathematik, messen oder durch aufzeichnen der Ortskurven bzw. Bode-Diagrammen feststellen. Der Praktiker benötigt am besten die messtechnische Methode!

2.6.5 Regelgüte

Die Regelgüte sagt, wie schnell sich die Regeleinrichtung in den Toleranzwert einstellt.

Die Regelgüte soll möglichst klein sein.



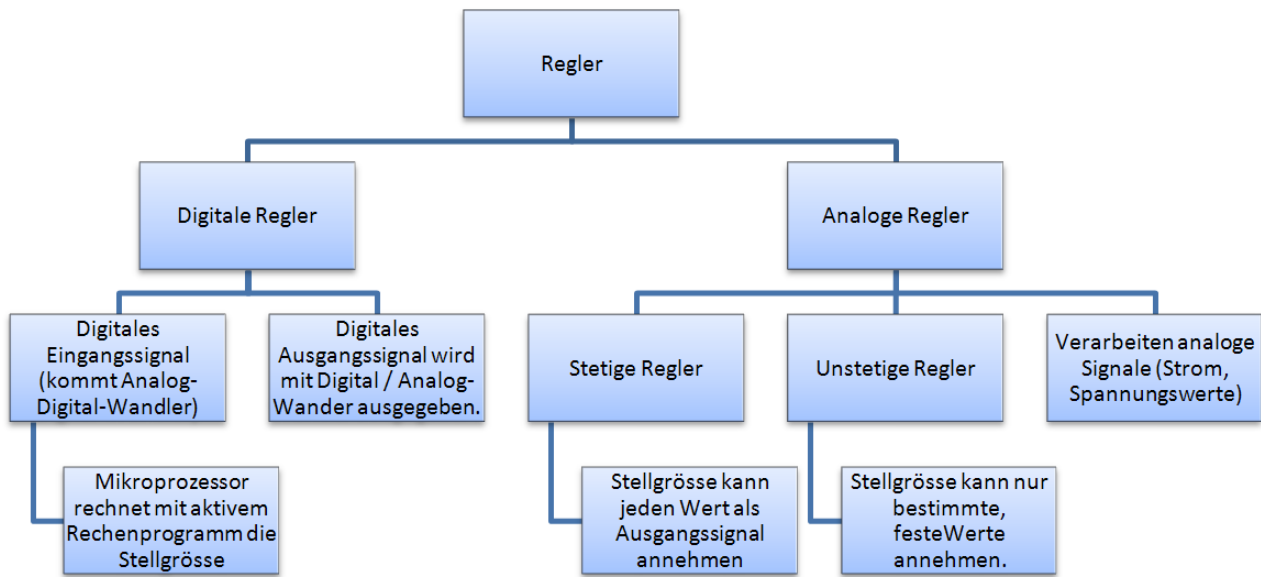
\ddot{u}	Überschwingweite	Grösste Abweichung der Regelgrösse vom Sollwert
T_{an}	Anregelzeit	Zeit, bis der Toleranzbereich das erste mal erreicht wurde
T_{aus}	Ausregelzeit	Zeit, bis die Regelgrösse nur noch im Toleranzbereich ist
x_{∞}	Toleranzbereich	Auch Sollgrösse (w)

2.6.6 Regelstrecken mit Ausgleich / ohne Ausgleich

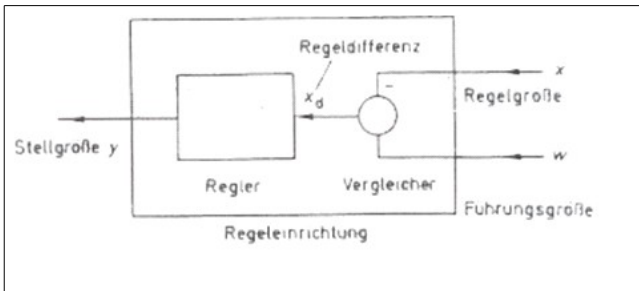
Solche Regelstrecken **mit Ausgleich** bewegen sich immer im Toleranzbereich. Diese schwanken immer hin und her und erreichen nie genau den Sollwert.

Regelstrecken **ohne Ausgleich** springen direkt zur exakten Sollgrösse. Sie müssen nicht mehr „einballancieren“.

2.7 Arten von Reglern

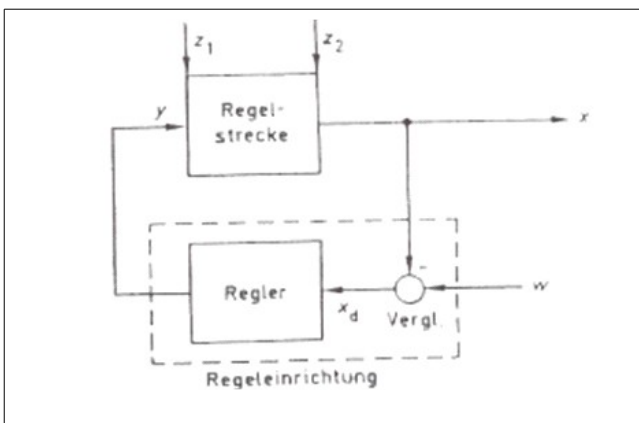


2.8 Regeleinrichtung



Der Regelkreis beinhaltet unter anderem die Regeleinrichtung. Diese Regeleinrichtung nimmt die Regelgröße und vergleicht sie mit der Führungsgröße (Vergleicht Ist- mit Sollwert). Der Ausgangswert ist dabei die Stellgröße y . Diese Differenz nennt man Regeldifferenz x_d . Daraus folgt: $x_d = w - x$. In Worten: Regeldifferenz = Sollwert – Istwert.

2.9 Führungs und Störverhalten



Durch folgende Ereignisse kann der nebenan gezeichnete geschlossene Regelkreis aus dem Gleichgewicht kommen:

- Änderung der Führungsgröße (w)
- Einwirkungen von Störungen wie z_1 oder z_2
- Die Störgrößen z_n sind sehr schwierig zu überwachen.
- Sie können zu Aufschwingen eines sich stabilen Regelkreises führen. Diese Aufschwingenden werden jedoch erkannt und ausgeglichen.
- Z.B. Schwankungen im Stromnetz, Temperaturerwärmung, Belastung

3 Sensoren und Aktoren

3.1 Sensoren

Sensoren sind technische Bauteile bzw. Messgeräte die stoffliche Beschaffenheiten oder chemische / physikalische Eigenschaften erfassen. Die von ihnen erfassten Werte werden an Steuerungen und Regelungen weitergeleitet. Sie liefern digitale Signale.

Sie sind Fühler eines Prozesses. Sie messen wie ein Messgerät Werte oder werten sie sogar aus.

3.2 Aktoren

Das ist das Gegenstück der Sensoren. Aktoren sind Stellglieder in einem Regelkreis. Diese setzen Signale einer Regelung in (meist) mechanische Arbeit um (z.B. Wärme, Strahlung, bewegung) indem die Aktoren (z.B. Ventile, Heizungen, Kühlungen, Motore, Hydraulikzylinder oder gar Muskeln) aktiviert werden.

Anhand von den von den Sensoren gemessenen Werte werden die Aktoren in betrieb gesetzt.

3.3 Grössenumwandlung durch Sensoren

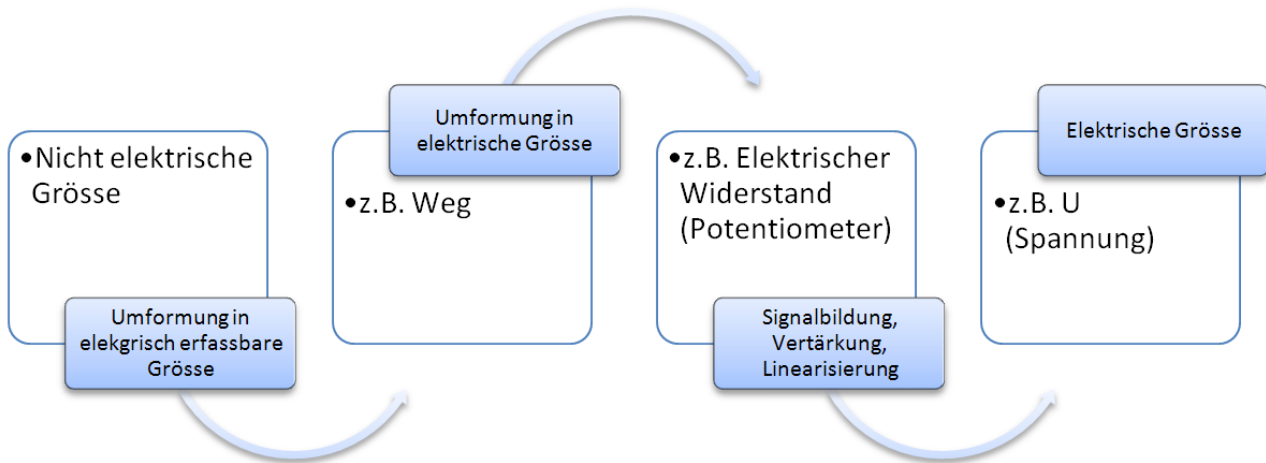
Es können sehr viele Grössen erfasst werden, wie z.B.:

Mechanik	Drehungsmesser, Druck, Kraft, Weg, Taster, Anwesenheit, Geschwindigkeit (Spannung, Stromstärke)
Thermik	Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Wärmestrahlung
Optik	Licht, Farbe, UV-Strahlen, Lumen Lux, Helligkeit,
Chemie	Reaktionen, pH-Wert, O2-Gehalt, Gasmessung, Molekülmasse

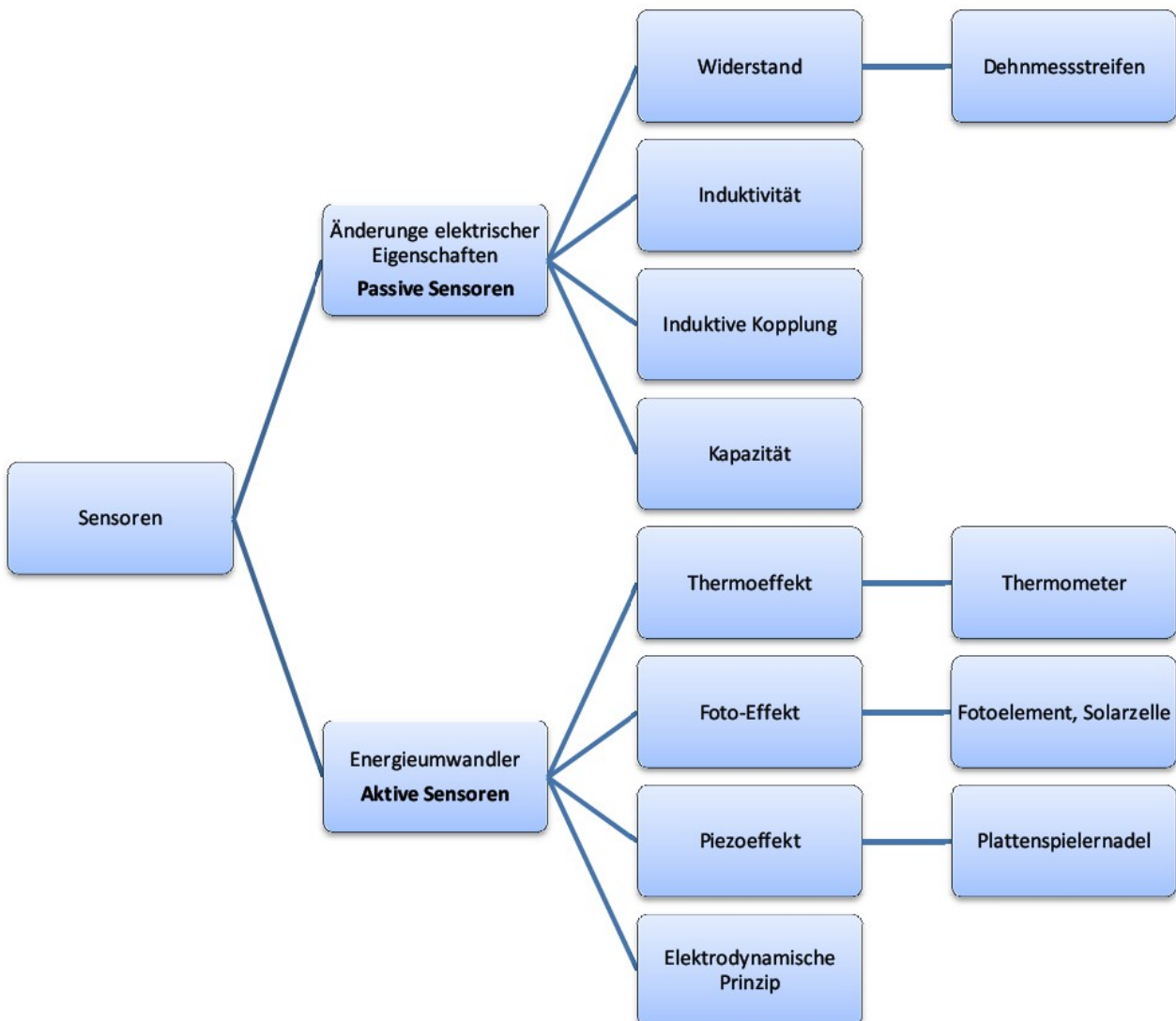
Diese erfassten Grössen können aber nicht direkt weitergebraucht werden. Mit einem Umformer werden diese Daten lesbar gemacht, damit das Messsignal für einen Regler brauchbar ist. Hier wandelt man oft den Eingang (z.B. Federkraft) in eine elektrische Grösse um (mit einem Potenziometer).

3.4 Umformen in eine elektrische Grösse

Umformung in mehreren Stufen. Die Feder wird durch Kraft verformt. Die Verformung stellt beim **Potentiometer** automatisch proportional eine Spannung ein. Anhand dieser Spannung kann man dann die Kraft ablesen.



3.5 Unterschied zwischen aktiven und passiven Sensoren



3.5.1 Aktive Sensoren

Formen mechanische, thermische, chemische oder Licht-Energie in elektrische Energie um und sind daher Spannungserzeuger. Sie brauchen keine zusätzliche Energiezufuhr. Z.B. Solarzelle

3.5.2 Passive Sensoren

Hier erfolgt keine Energieumwandlung. Damit man hier Werte erfassen kann, muss der Sensor eine Speisequelle besitzen.

3.6 Die gebräuchlichsten Sensoren

<p>Positionssensoren</p> <p>Annäherungserfassung an einen metallischen Gegenstand</p>	<p>Hier gibt es Induktive Grenztafter. Diese schaltet bei Annäherung en einen metallischen Gegenstand aufgrund des elektromagnetischen Feldes (Induktion).</p>
<p>Lichtschranken</p> <p>Anwendung der Lichtreflektion</p>	<p>Lichtschranken, Reflexionslichttaster, Einweglichtschranke, mit oder ohne Hintergrundblendung – Geräte zur Anwesenheitserkennung sind in sehr vielen Arten erhältlich. Die Grundfunktion liegt darin, dass mit einer Lichtquelle ein Objekt angestrahlt wird. Die Reflektion wird direkt auf dem Objekt oder von einem gegenüberliegenden Spiegel erfasst und als digitales Signal ausgegeben.</p>
<p>Wegmessung</p> <p>Anwendung des Triangulationsprinzips</p>	<p>Die Distanzmessung basiert auf dem Triangulationsprinzip. Ein kleiner Laserstrahl trifft als kleiner Punkt auf das Objekt. Der Empfänger ermittelt damit die Positon dieses Punktes.</p> <p>Der Sensor misst grundsätzlich diesen Winkel und berechnet dann die Distanz.</p>
<p>Drehgeber / Winkelschrittgeber</p> <p>Auswertung der Anzahl Hell/ Dunkel-Segmente</p>	<p>Mechanische Bewegungsabläufe werden überwacht. Sehr wichtig bei der Mechanik und bei der Steuerung. Objekt, das dreht, wird angeschlossen. Im Innern ist auf der Impulsscheibe eine bestimmte Anzahl Hell- und Dunkelsegmente aufgedruckt. Diese werden mit einem Lichtstrahl abgetastet. Nun kann man den Winkel ablesen. In der Mitte ist noch eine Markierung, damit man bestimmen kann, ob die Drehung negativ oder positiv ist.</p>
<p>Kraftmessung</p> <p>Anwendung von DMS</p>	<p>Mit Dehnungsmessstreifen (kurz DMS) können Dehnungsmessungen z.B. an Maschinen, Brückenträgern und Stahlkonstruktionen vorgenommen werden. Sie haben den Zweck die Belastung zu überprüfen (statische und wechselnde). Die Funktionalität basiert auf der Widerstandsänderung eines Drahtes, wenn dieser verlängert (gedehnt) wird, wird automatisch auch der Querschnitt verkleinert. Nun gibt's diese DMS auch als Folien.</p>
<p>Temperaturmessung</p> <p>Anwendung eines Kalt- bzw. Heissleiters</p>	<p>Widerstandsthermometer: Durch die Temperaturänderung verändert sich die Leitfähigkeit der Metalle und Halbmetalle. Durch das Messen des Widerstandes wird die Temperatur bestimmt.</p> <p>Metallthermometer: Ein Platin- oder Nickeldraht ist zum messen der Temperatur verantwortlich. Ein Platinwiderstandsthermometer Pt100 hat einen Nennwiderstand von 100 Ohm bei 0°C. Messung zwischen -220 und 1000°C. Bei Nickel ist es zwischen -60 bis 200°C.</p> <p>Halbleiterthermometer: Haben eine Heissleiter (NTC-Widerstand) oder einen Kaltleiter (PTC-Widerstand) als Sensor. Sie sind gegenüber Metallthermometer empfindlicher auf Temperaturänderungen. -70 bis 300°C. Ermöglicht Erfassung von Oberflächentemperatur. Dem Messobjekt wird nur wenig Wärme entzogen.</p> <p>Thermoelemente: Zur Messung bis 1600°C. Zwei Metalldrähte sind verlötet. Wenn diese Lötstelle/Schweisstelle warm wird, ändert sich der</p>

	Spannungsunterschied zwischen den zwei Drähten. u
Drehzahlmessung	Tachogeneratoren sind wie Gleichspannungsgeneratoren aufgebaut. Da diese Generatoren nur zur Spannungserzeugung benötigt werden, sind sie sehr klein. Mechanisch gekoppelt mit dem Rotor eines Antriebs liefert der Tachogenerator eine der Drehzahl proportionale Spannung.
Niveaumessung	In Flüssigkeiten verwendet man Schwimmerschalter. In festeren Materialien sind es Schwinggabelsonden. Beide Varianten liefern ein digitales Signal, wenn ein bestimmtes Niveau erreicht ist.

4 Glossar

--	--

5 Gute Links

- <http://www.elektronik-kompodium.de/>
- <http://www.elektrotechnik-fachwissen.de/>

Stichwortverzeichnis

Aktive Sensoren.....	25	Oszillator-Wirkung.....	20
aktiven und passiven Sensoren.....	25	P-Regler.....	18
Aktoren.....	23	Passive Sensoren.....	25
Anregelzeit.....	21	PD-Regler.....	19
Arten von Reglern.....	22	PI-Regler.....	18
Ausregelzeit.....	21	PID-Regler.....	19
Befehlsgeber.....	13f.	Positionssensoren.....	26
Chemie.....	23	Regelabweichung.....	14
D-Regler.....	18	Regeldifferenz.....	14
Dehnungsmessstreifen (kurz DMS).....	26	Regleinrichtung.....	14, 22
Dezibel.....	11	Regelgrösse.....	14
Differenz-Diagramm.....	9	Regelgüte.....	21
Differenzierer.....	9	Regelstrecke.....	14
Differenzverstärker.....	6	Regelung.....	12, 14
Drehgeber.....	26	Schmitt-Trigger.....	11
Drehzahlmessung.....	27	Sensoren.....	23
E-Funktion.....	19	Spezielle Regler.....	19
egelstrecken mit Ausgleich / ohne Ausgleich.....	21	Stabilität von Reglern.....	20
Führungs und Störverhalten.....	22	Stellglied.....	13f.
Führungsgrösse.....	14	Stellgrösse.....	13f.
Grössenumwandlung.....	23	Stetige Regler.....	18
Halbleiterthermometer.....	26	Steuereinrichtung.....	13
I-Regler.....	18	Steuergrösse.....	13
ID-Regler.....	19	Steuerstrecke.....	13
Impedanzwandler.....	8	Steuerung.....	12f.
Integrierer (Inventierend).....	10	Störgrösse.....	14
Integrierer-Diagramm.....	10	Summierer.....	7
Inventierender OPV.....	7	Temperaturmessung.....	26
Komparator.....	6	Thermik.....	23
Kraftmessung.....	26	Thermoelemente.....	26
Kühlschrank.....	16	Toleranzbereich.....	21
Lichtschranken.....	26	Totzeit-Element.....	18
Mechanik.....	23	Überschwingweite.....	21
Mehrere Bedingungen.....	17	Umformen.....	24
Messort.....	14	Vergleichsstelle.....	14
Metallthermometer.....	26	Wegmessung.....	26
Nicht inventierender OPV.....	8	Widerstandsthermometer.....	26
Niveaumessung.....	27	Winkelschrittgeber.....	26
Optik.....	23	Zweipunktregler.....	16