

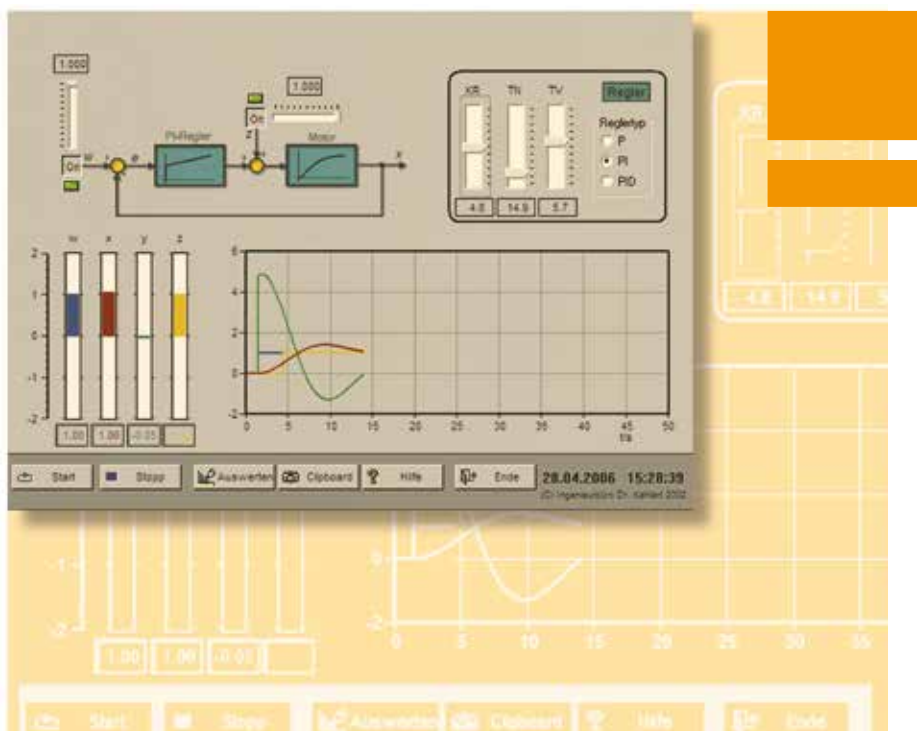
Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Regelungstechnik

Regelung einer P-T2-Strecke



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Software-Praktikum

„Regelung einer P-T2-Strecke“

Inhalt

1	Grundlagen der Regelungstechnik.....	5
1.1	Aufgaben der Regelungstechnik.....	5
1.2	Das Prinzip der Steuerung.....	8
1.3	Das Prinzip der Rückkopplung (Regelung).....	9
1.4	Begriff des Übertragungsgliedes.....	10
1.5	Analyse von linearen Systemen durch Anregung mit Testsignalen.....	12
1.6	Typen linearer Übertragungsglieder.....	13
1.7	Statisches Verhalten eines Systems.....	14
1.8	Dynamisches Verhalten eines Systems.....	15
1.9	P-Glied.....	15
1.10	P-T1-Glied.....	16
1.11	P-T2-Glied.....	18
1.12	Glieder höherer Ordnung.....	19
1.13	Struktur des einschleifigen Standardregelkreises.....	20
2	Projektabschnitt I: Analyse der Regelstrecke.....	21
2.1	Vorstellung der Regelstrecke.....	21
	Aufgabe 2.1: Statisches Übertragungsverhalten der Regelstrecke.....	22
	Aufgabe 2.2: Dynamisches Verhalten der Regelstrecke.....	22
	Aufgabe 2.3: Bestimmung der Kennwerte der Regelstrecke.....	23
3	Prüfung und Bewertung von Regelkreisen (Führungs- und Störverhalten) ..	24
3.1	Begriffsdefinition.....	24
3.2	Generelle Anforderungen an eine Regelung.....	24
3.3	Optimierung des Führungsverhaltens.....	25
3.4	Optimierung des Störverhaltens.....	26
3.5	Problem der bleibenden Regeldifferenz.....	27
4	Projektabschnitt II: Einstellen eines P-Reglers.....	28
4.1	Typen von Reglern.....	28
4.2	PID-Regler.....	28
	Aufgabe 4.1: P-Regelung der Drehzahlstrecke.....	32
	Aufgabe 4.2: Störverhalten bei P-Regelung.....	34

5	Projektabschnitt III: Einstellen und Optimieren eines PI-Reglers	35
5.1	Auswählen geeigneter Reglertypen	35
5.2	PID-Einstellung nach Chien, Hrones und Reswick	36
	Aufgabe 5.1: Entwurf eines PI-Reglers für gutes Führungsverhalten	37
	Aufgabe 5.2: Entwurf eines PI-Reglers für gutes Störverhalten	38
5.3	Einstellung nach der T-Summen-Regel	38
	Aufgabe 5.3: Entwurf eines PI-Reglers nach der T-Summen-Regel	40
6	Projektabschnitt IV: Entwurf und Optimierung eines PID-Reglers	41
	Aufgabe 6.1: Entwurf eines PID-Reglers nach Chien, Hrones und Reswick	41
	Aufgabe 6.2: Entwurf eines PID-Reglers nach der T-Summen-Regel	41
	Literaturverzeichnis	43
	Allgemeine Hinweise zur Bedienung der regelungstechnischen Simulationsmodelle.....	44

Die Funktionsweise des Reglers ist folgende: Der der Dampfmaschine zufließende Dampfstrom wird über das Ventil V verstellt. Dieses wird über das Gestänge H angesteuert. Das Gestänge verstellt in Abhängigkeit von der Position der Muffe M den Ventilkolben V und reguliert damit den Dampfstrom. Der eigentliche Fliehkraftregler besitzt zwei Gewichte G , die durch die Fliehkraft auseinander getrieben werden und dadurch die Muffe M nach oben bewegen. Da die Fliehkraft mit der Drehzahl steigt, wandern die Gewichte um so weiter nach oben, je größer die Drehzahl der Maschine ist. Über das Gestänge H wirkt der Regler dann auf das Zulaufventil für den Dampfstrom. Dieses lässt um so mehr Dampfstrom in die Maschine, je niedriger die Muffe M sitzt, d. h. je geringer die aktuelle Drehzahl der Maschine ist. Der Regler ist über ein entsprechendes Getriebe an deren Antriebswelle angekoppelt. Die Arbeitsmaschine stellt die Last der Dampfmaschine dar. Durch die Regelung bleibt die Drehzahl der Dampfmaschine auch bei wechselnder Belastung konstant.

1.1.3 Folgeregelung

Ist die Führungsgröße, d. h. die Größe, der die Ausgangsgröße des Prozesses folgen soll, zeitlich nicht konstant, sondern ändert sich, so spricht man vom Problem der Folgeregelung. Ein Beispiel für eine Folgeregelung stellt die Kursregelung eines Schiffes (z. B. beim Manövrieren durch einen engen Kanal) dar. Abhängig vom Verlauf des Kanals wird hier der Sollwert w für den Kurswinkel des Schiffes immer wieder neu festgelegt (siehe Abbildung 1.2). Der Regler R bewirkt durch Veränderung der Ruderstellung (Stellgröße y), dass der tatsächliche Kurswinkel, also die Regelgröße x , ständig auf den Sollkurs eingestellt wird, sodass die Abweichung zwischen Soll- und Istkurs (Regeldifferenz e) möglichst zu null wird. Störungen kommen dabei z. B. durch Windeinflüsse oder Wasserströmungen zustande.

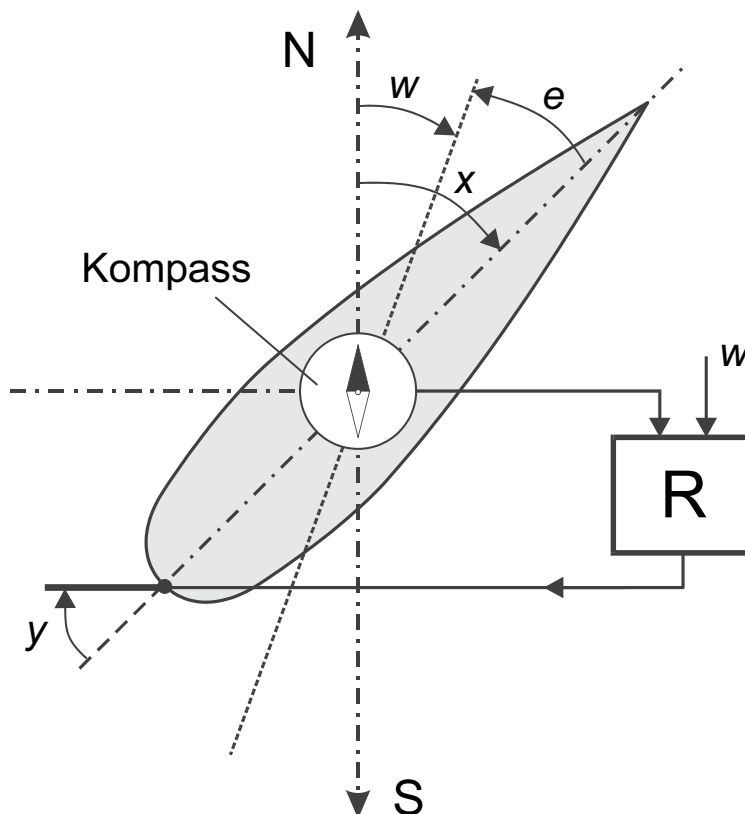


Abbildung 1.2: Prinzip der Kursregelung

1.1.4 Anwendungsfelder der Regelungstechnik

Regelsysteme sind unverzichtbare Bestandteile vieler technischer Geräte und Anlagen. Als ein Teilgebiet sei hier stellvertretend nur der Automobilssektor genannt. Moderne Kraftfahrzeuge weisen eine Unmenge an Regelungskomponenten aus, deren bekanntesten Vertreter sicher das *Anti-Blockier-System ABS* darstellt. Moderne Formel 1-Wagen besitzen eine als *Launch Control* (Starthilfe) bezeichnete elektronische Anfahrhilfe, die ein Durchdrehen der Räder beim Start zuverlässig verhindert. Weitere Beispiele, die sich auch in herkömmlichen Fahrzeugen finden, sind Geschwindigkeitsregler (*Tempomaten*) oder neuerdings auch automatische Abstandswächter (*Distance Control*).

Aber auch außerhalb der Technik stößt man immer wieder auf Systeme, die nach den Prinzipien der Regelungstechnik arbeiten. So sind beispielsweise viele biologische, ökonomische oder auch gesellschaftliche Systeme ihrer Struktur nach Regelungssysteme. Auch der Mensch selbst nimmt vielfältige regelungstechnische Aufgaben wahr (meist, ohne sich dessen bewusst zu sein); sei es beim Führen von Kraftfahrzeugen (Beispiel: Folgen des vorgegebenen Straßenverlaufs) oder auch bei so banalen Dingen wie dem Einlassen eines Bades, wie es Abbildung 1.3 zeigt: Der in das Badewasser eingetauchte Finger fungiert hier zunächst als *Messglied* zur Erfassung der aktuellen Wassertemperatur (*Regelgröße* bzw. *Istwert*). Diese wird in einer im Kopf des Badewilligen befindlichen *Vergleichsstelle* mit der Wunschttemperatur (*Führungsgröße* bzw. *Sollwert*) verglichen und die Abweichungen vom *Regler* in eine *Stellgröße* umgesetzt. Diese *Stellgröße* stellt die Verstellung von Heiß- und Kaltwasserzulauf dar und wird vom *Stellglied* (der anderen Hand des Badewilligen) umgesetzt. Der zu regelnde Prozess – d. h. die *Regelstrecke* – stellt hier die Badewanne samt darin befindlichem Wasser und Armatur dar.

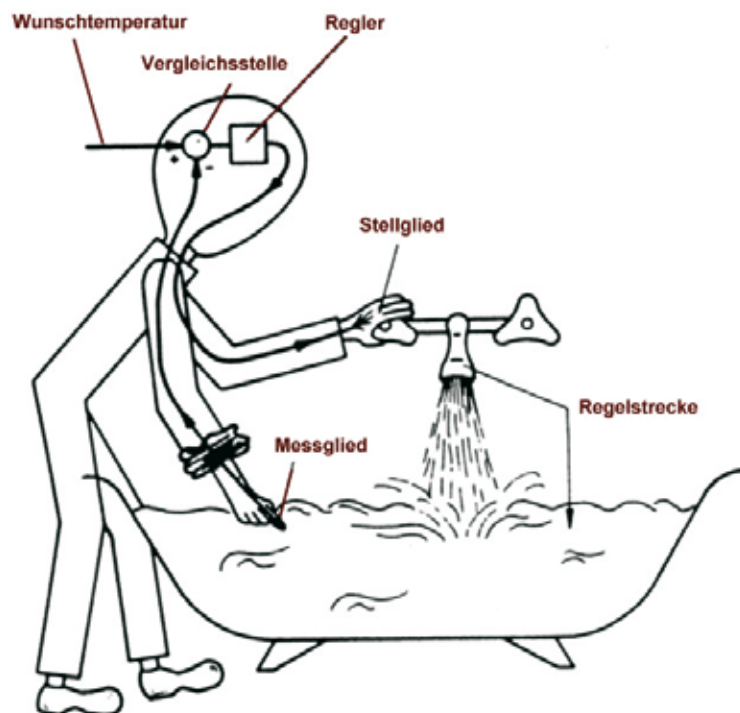


Abbildung 1.3: Der Mensch als Regler

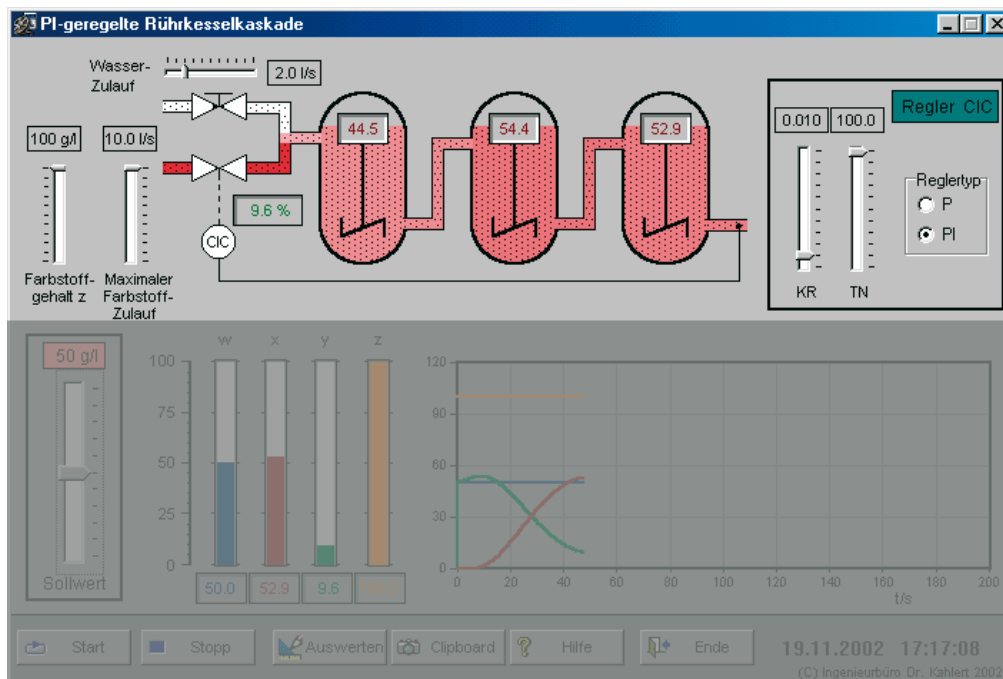
Allgemeine Hinweise zur Bedienung der regelungstechnischen Simulationsmodelle

Jedes regelungstechnische Simulationsmodell besteht aus zwei Teilmodellen:

- der zugrunde liegenden Regelstrecke
- dem zugehörigen geschlossenen Regelkreis

Das erste Teilmodell ermöglicht zunächst die Analyse der Regelstrecke, beispielsweise zur experimentellen Ermittlung der Streckenparameter. Dazu kann die Stellgröße jeweils über einen Schieberegler vorgegeben und über einen Schalter aktiviert werden. Das zweite Teilmodell ermöglicht dann die Untersuchung des geschlossenen Regelkreises bei Einsatz unterschiedlicher Reglertypen und -parameter.

Die Bedien- und Visualisierungsoberfläche eines Kompaktmodells weist im oberen Teil in der Regel ein Block- oder Wirkschaltbild des untersuchten Prozesses auf; ferner finden Sie dort zumeist Bedienelemente zur Vorgabe von Sollwerten, Stell- bzw. Störgrößen sowie zur Wahl von Reglertyp und -parametern.



Darstellung des Prozesses mit Bedienelementen

Im unteren Bereich finden Sie einerseits Balkendiagramme mit den Momentanwerten der wichtigsten Größen sowie (mindestens) ein Diagramm mit ihren Zeitverläufen. Die Farbkennzeichnung der einzelnen Größen ist – sofern nicht spezielle Gründe dagegen sprechen – bei allen Kompaktmodellen einheitlich (z. B. Regelgröße dunkelrot, Sollwert dunkelblau). Das Zeitverlauf-Diagramm wird im Recorder-Modus betrieben, d. h. erreichen die Größen den rechten Rand des Diagramms, wird das Zeitfenster automatisch angepasst.