

Wer mit Regelungen zu tun hat, muss wissen, was man wo messen kann

DIE 11 WICHTIGSTEN BASICS  
DER REGELUNGSTECHNIK

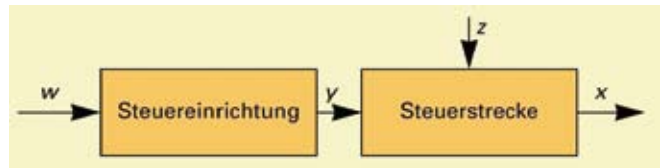
# Eigentlich ganz einfach

**Wenn man Anlagenmechanikern, die sich mit Regelungstechnik befassen zuhört, kann es schnell sein, dass man nicht mehr weiß, was abgeht. Hier fliegen einem die Fachbegriffe nur so um die Ohren. Und oft werden die auch nicht so ganz richtig verwendet. Hier nun ein Schnellkurs in regelungstechnischer Geheimsprache.**

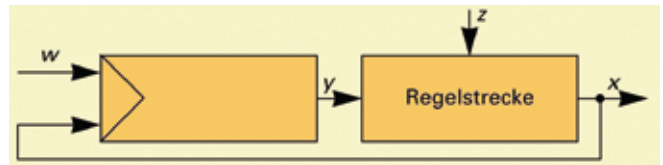
**W**as findet man an einer Heizungsanlage? Klar – eine Heizungsregelung. Der Gas- oder Ölgebläsebrenner im Keller hingegen, wird jedoch angeblich von einem Steuergerät dominiert. Schaut man sich dann einmal genauer an, was eine Regelung und was eine Steuerung tatsächlich ist, dann ist man froh, dass es sich bei dem Begriff „Steuergerät“ für den Brenner nur um einen Fehler handelt, der sich in den Sprachgebrauch des Anlagenmechanikers gemogelt hat.

### **LICHT AN – RAUM DUNKEL – UND ZUFRIEDEN?**

Spricht man nämlich von einer Steuerung, dann beschreibt man tatsächlich einen offenen Wirkungsablauf. Damit ist gemeint, dass bei einer Steuerung ein Schaltvorgang ausgelöst wird, dessen Ergebnis keiner Kontrolle unterliegt. Es ist etwa so, als betätigt man mit verbundenen Augen einen Lichtschalter: Klick – und fertig. Ob der Raum nun erhellt ist oder dunkel bleibt, weil die Lampe defekt ist, wird nicht überprüft. Man stelle sich das mal an einem Gebläsebrenner vor: Bei



**Eine Steuerung hat einen offenen Wirkungsablauf - sie schaltet, kontrolliert aber das Ergebnis des Schaltvorgangs nicht**

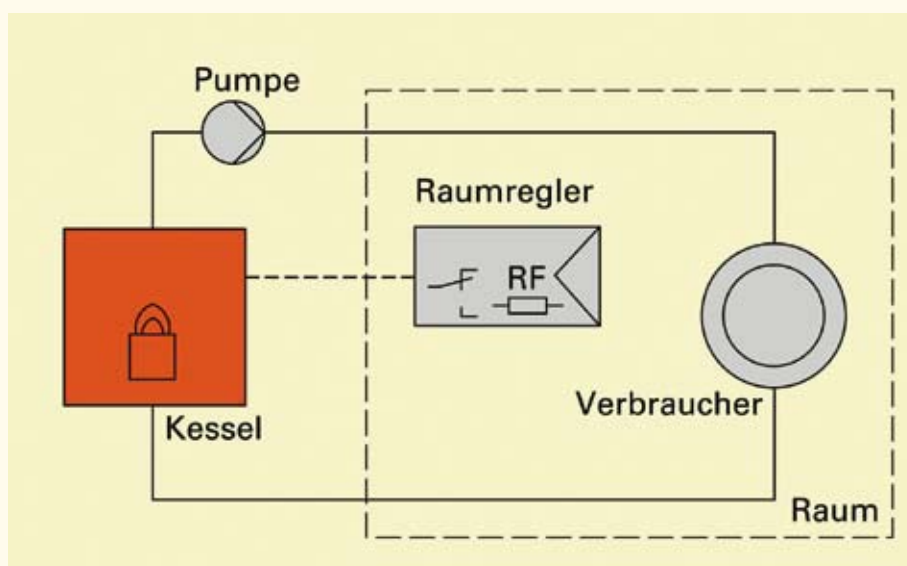


**Bei einer Regelung wird das Ergebnis des Schaltvorgangs überwacht und kann weitere Schaltungen auslösen**

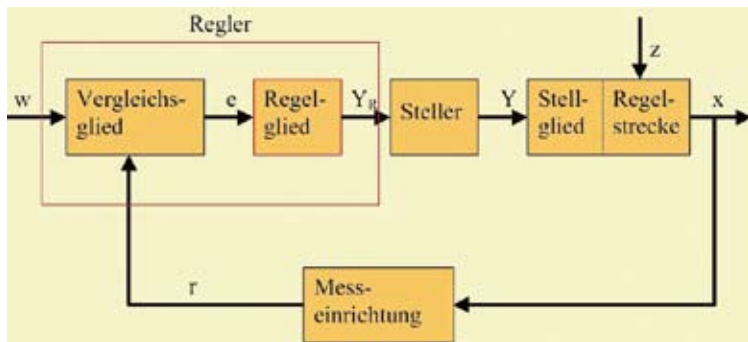
Wärmeanforderung werden Brennstoffzufuhr und Zündung freigegeben, aber nicht kontrolliert, ob eine Flamme entsteht. Schon diese Überlegung macht deutlich, dass wir am Gebläsebrenner tatsächlich besser auf ein Steuergerät verzichten. Was hier zum Einsatz kommt, ist eine Regelung. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie Schaltvorgänge auslöst, überwacht und gegebenenfalls weitere Schaltvorgänge veranlasst, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen. Um auf den Lichtschalter zurückzukommen: Im Falle einer Regelung betätigt man den Lichtschalter mit offenen Augen, prüft ob die Lampe tatsächlich leuchtet und wenn nicht, besorgt man eine neue Lampe und setzt diese ein. Man spricht von einem geschlossenen Wirkungsablauf.

### **DER STEUERUNG IST ES EGAL**

Mal abgesehen vom Brenner im Wärmeerzeuger, der ja nun geregelt und nicht gesteuert wird, sind Steuerungen und auch Regelungen in der Haustechnik zu finden. Nehmen wir die Raumtemperatur zum Beispiel. Sie sollte möglichst immer



**Bei kleineren Anlagen hat sich die Raumtemperaturregelung mit einem Raumthermostaten bewährt**



Eine Regelung kann man – stark vereinfacht – so darstellen

gleichbleibend sein. In diesem Fall gehen wir von einem Heizungssystem aus, bei dem die Heizungswassertemperatur im Kesselkreis konstant bleibt. Die Wärmezufuhr zu den Wohnräumen wird über einen Mischer sichergestellt. Der Mischer mischt das heißere Kesselwasser in einem veränderbaren Verhältnis mit dem kühleren Rücklaufwasser. Es gibt mehrere Möglichkeiten an das regulierungstechnische Problem heranzugehen. Eine nahe liegende Methode ist es, die Außentemperatur fortlaufend zu messen und aufgrund des Ergebnisses den Mischer zu verstellen. Je kälter es draußen ist, desto mehr heißes Kesselwasser strömt in den Heizkreis. In diesem Fall beeinflusst man also die einzustellende Größe (hier die Stellung des Mischermotors) in Abhängigkeit einer zweiten Größe (Außentemperatur). Die Innentemperatur, die tatsächlich eingestellt werden soll, wirkt hier gar nicht mit. Diese Unabhängigkeit ist das Hauptmerkmal einer Steuerung. Der Informationsfluss findet also nur in einer Richtung statt. Das so genannte „Steuerglied“, welches die Messwerte der Eingangsgröße auswertet und in deren Abhängigkeit auf den Steller einwirkt, erhält keinerlei Information davon, ob sein Versuch, die Zielgröße (Raumtemperatur) auf einen bestimmten Wert zu bringen bzw. dort konstant zu halten, erfolgreich ist oder nicht.

## FENSTER AUF – STEUERUNG FLIPPT AUS

Was passiert aber, wenn z. B. durch Fensterlüftung die Raumtemperatur fällt? Oder was geschieht, wenn durch Sonneneinstrahlung der Raum erwärmt wird? Diese Störgrößen wirken sich auf den Regelkreis negativ aus. Der Nutzer bekommt die wechselnden Temperaturen zu spüren und wird gezwungen „regelnd“ einzugreifen. Das beschriebene Heizsystem ist nur dann in der Lage die Raumtemperatur konstant zu halten, wenn die nicht kalkulierbare Störung beseitigt ist. Daher ist es sinnvoll, auch (oder sogar nur) die Zielgröße (Raumtemperatur) zu messen und das Verhalten der Anlage von diesen Messwerten abhängig zu machen.

Dieses führt zur Anwendung einer Regelung. Bei einer Regelung ergibt sich durch die Rückführung der zu regelnden Größe auf die zu beeinflussende Einrichtung eine Art Kreislauf, weshalb auch von einem Regelkreislauf gesprochen wird. Im beschriebenen Fall bedeutet eine solche Rückführung, dass nicht die Außen-, sondern die (von der Heizung ja selbst beeinflusste) Innentemperatur gemessen und die Mischeinstellung von deren Höhe abhängig gemacht wird. Wird ein Fenster geöffnet und sinkt dadurch die Raumtemperatur ab, wird dies von der Regelung über den Temperaturfühler erkannt und mehr heißes Wasser in den Heizkreis geleitet.

## DIE GEHEIMSPRACHE DER REGULANER ENTSCHLÜSSELT

Mittlerweile wurden in diesem Beitrag schon häufiger Wörter wie „Führungsgröße“ oder „Regelgröße“ genannt. In der Regelungstechnik bedient man sich zahlreicher Fachbegriffe – damit man sicher besser und schneller versteht. Hier sind die Wichtigsten.

**Die Regelgröße (x):** Sie ist das eigentliche „Ziel“ der Regelung, nämlich der Größe, die zu beeinflussen, bzw. konstant zu halten ist. Im beschriebenen Beispiel wäre dies die Raumtemperatur. Der zu einem bestimmten Zeitpunkt bestehende Momentanwert der Regelgröße heißt „Istwert“.

**Die Rückführungsgröße (r):** In einem Regelkreis wird die Regelgröße ständig überprüft, um auf ungewollte Änderungen reagieren zu können. Diese, der Regelgröße proportionale Messgröße heißt Rückführungsgröße. Sie entspräche im Beispiel „Heizung“ der Messspannung am Raumthermostaten.

**Die Führungsgröße (w):** Sie ist diejenige Größe, die die Regelgröße „führt“, d. h. zu der sich die Regelgröße gleichwertig entwickeln soll. Sie ist konstant, wenn es nur Ziel ist, die Regelgröße ihrerseits konstant zu halten („Festwertregelung“), kann sich jedoch auch ständig ändern. Aufgabe des dann auch „Folgewertregelung“ genannten Systems ist es, die Regelgröße



## DICTIONARY

Heizungsmischer	=	mixing valves for heating installation
Heizungsregelung	=	heating control
Raumheizkörper	=	heating appliance
Raumtemperatur	=	room temperature
Temperaturfühler	=	temperature sensor

so zu beeinflussen, dass sie möglichst präzise den Änderungen der Führungsgröße „folgt“. Achtung: Die Führungsgröße hat nicht die gleiche Dimension wie die Regelgröße, sondern ist eine Messgröße! Im betrachteten Beispiel wäre die Führungsgröße also nicht die gewünschte Raumtemperatur, sondern viel mehr die Spannungsveränderung (Widerstandsveränderung), die der Raumthermostat bei gewünschter Raumtemperatur wiedergibt. Der Momentanwert der Führungsgröße zu einem bestimmten Zeitpunkt ist der dem zu diesem Zeitpunkt aktuellen Sollwert gleichwertigen Messwert.

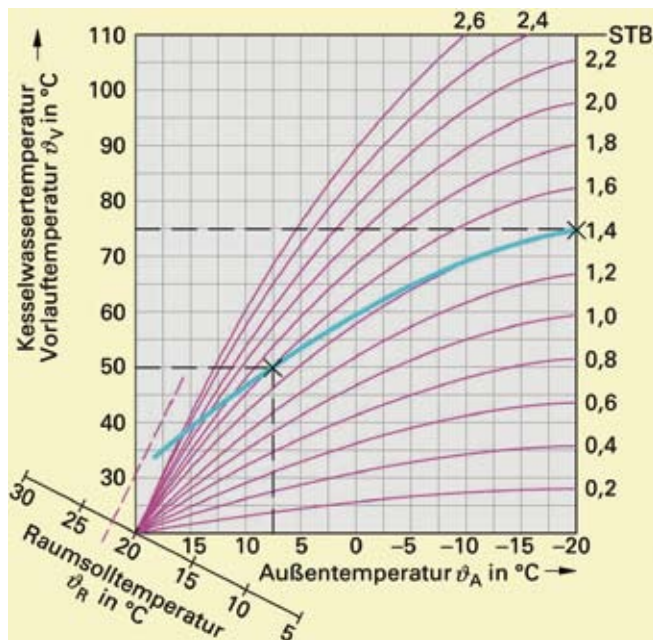
**Die Störgröße (z):** Sie ist diejenige Größe, welche die Regelgröße beeinflusst und vom aktuellen Sollwert entfernt. Im betrachteten Heizungssystem wäre dies beispielsweise die Außentemperatur oder auch jede andere Größe, durch die sich die Raumtemperatur von ihrem Idealwert entfernt.

**Der Sollwert:** Der Sollwert zu einem Zeitpunkt ist der Wert, den die Regelgröße idealerweise annehmen sollte. Zu beachten ist, dass sich der Sollwert bei einer Folgewertregelung unter Umständen ständig ändern kann. Der Messwert, der von der verwendeten Messeinrichtung ermittelt würde, wenn die Regelgröße exakt den Sollwert hätte, ist der Momentanwert der Führungsgröße. Im Beispiel wäre der Sollwert die gewünschte Raumtemperatur.

**Das Vergleichsglied:** Dies ist der Punkt, an dem der aktuelle Messwert der Regelgröße und der Momentanwert der Führungsgröße miteinander verglichen werden. In den meisten Fällen handelt es sich bei beiden Größen um Spannungen – oder Widerstandsveränderungen. Die Differenz beider Größen ist die „Regeldifferenz“ ( $e$ ). Diese wird an das Regelglied wiedergegeben und dort ausgewertet.

**Das Regelglied:** Es wertet die Regeldifferenz, also die Information darüber ob, wie und wie weit die Regelgröße vom aktuellen Sollwert abweicht, als Eingangsgröße aus und leitet aus dieser die Reglerausgangsgröße ( $Y_r$ ) ab. Das beeinflusst in letzter Konsequenz die Regelgröße. Die Reglerausgangsgröße wäre im Beispiel des Heizungssystems die Spannung für den Mischermotor. Die Art und Weise, wie das Regelglied aus der Regeldifferenz die Reglerausgangsgröße bestimmt, ist das hauptsächliche Kriterium der Regelung.

**Das Stellglied:** Das Stellglied ist sozusagen das „ausführende Organ“ der Regelung. Es erhält vom Regelglied in Form der Reglerausgangsgröße (Spannung) Informationen darüber, wie die Regelgröße beeinflusst werden soll. Dies wird in einer Änderung der Stellgröße umgesetzt. In unserem Beispiel wäre das Stellglied der Mischermotor. Je nach der vom Regelglied gelieferten Spannung (also der Reglerausgangsgröße), beeinflusst er die Stellung des Mischers (die hier die Stellgröße repräsentiert). Die Einstellung des Mischers (die Stellgröße)



**Mit der Heizkurve wird die Vorlauf- und Kesselwassertemperatur ins Verhältnis zur Außentemperatur gesetzt**

wird durch den Mischermotor vorgenommen und beeinflusst über die Vorlauf- und Kesselwassertemperatur die Raumtemperatur.

**Der Steller:** Der Steller ist eine Funktionseinheit, in der sich aus der Reglerausgangsgröße ( $Y_r$ ) die zur Aussteuerung des Stellglieds erforderliche Stellgröße gebildet hat.

**Die Regelstrecke:** Die Regelstrecke ist das System, in dem sich die zu regelnde Größe befindet. Im Beispiel ist dies die Temperatur im Wohnraum.

**Die Totzeit:** Unter der Totzeit versteht man die Zeit, die von einer Änderung der Reglerausgangsgröße bis zu einer messbaren Reaktion der Regelstrecke vergeht. Im Beispiel wäre dies die Zeit zwischen einer Änderung der Spannung für den Mischermotor und einer hierdurch bedingten messbaren Änderung der Raumtemperatur.



## FILM ZUM THEMA



Wie eine Heizungsregelung montiert wird, zeigt der Film „Montage einer Heizungsregelung“. Und den gibt's hier zu sehen

[www.sbz-monteur.de](http://www.sbz-monteur.de) → Das Heft → Lehrfilme zum Heft

## WÄRME JE NACH WETTER

Im vorausgegangenen Beispiel wurde ein Raumthermostat zur Konstanthaltung der Raumtemperatur verwendet. Bei großen zentralen Heizungsanlagen greift man jedoch auf eine witterungsgeführte Regelung zurück, die nach § 14 (1) der Energieeinsparungsverordnung (EnEV) auch gefordert wird. Bei der Außentemperaturregelung wird einer bestimmten Außentemperatur eine entsprechende Vorlauftemperatur zugeordnet. Dies ist in der Regel die Auslegungstemperatur, die bei der Heizlastberechnung zu Grunde gelegt worden ist. Die Vorlauftemperatur folgt nun der „eingestellten Kurve“. Annahme: Für die Warmwasserzentralheizung eines Mehrfamilienhauses wurde bezüglich der Heizflächenauslegung eine Systemtemperatur von 70/50 °C zu Grunde gelegt. Bei einer angenommenen niedrigsten Außentemperatur von -12 °C muss eine Vorlauftemperatur von 70 °C erreicht werden, um den Energiebedarf in den Räumen zu decken. Über ein Diagramm kann man nun den Parameterwert der Heizkurvenneigung ablesen und an der Heizungsregelung einstellen. Dieses abgelesene Ergebnis für die Heizkurve deckt sich nur im Idealfall mit den praktischen Anforderungen, wobei der ungünstigste Raum für das Aufrechterhalten seiner Raumtemperatur gerade noch genügend Energie geliefert bekommen muss. Der richtige Arbeitspunkt, die richtige Kennlinie kann folglich nur durch mehrmaliges Verstellen und Anpassen über einen längeren Zeitraum gefunden werden.

## TEAMWORK DER REGELGRÖSSEN

Am Beispiel der witterungsgeführten Regelung kann man vereinfacht die regelungstechnischen Zusammenhänge erkennen. Als Führungsgröße ( $w$ ) dient die Vorlauftemperatur, die in Abhängigkeit der Außentemperatur angepasst wird. Die Vorlauftemperatur bestimmt in Folge die Raumtemperatur als Regelgröße ( $x$ ). Über das Stellglied (Thermostat am



## AUTOR



**Autor Thomas Panzer ist Installateur- und Heizungsbauermeister. Panzer ist Dozent bei der Handwerkskammer Dortmund.**

Heizkörper), wird der Massenstrom (Energiefluss) beeinflusst. Der Energiefluss (Heizungswasser) wird so lange aufrechterhalten, bis die Regeldifferenz ( $e$ ) ausgeglichen wurde. Die Raumtemperatur als Regelgröße ( $x$ ) ist messtechnisch die Rückführungsgröße ( $r$ ). Die Stellgrößen-Veränderung ( $y$ ) als Ausgangsgröße der Regeleinrichtung beeinflusst zugleich als Eingangsgröße die Regelstrecke. Das Schließen des Heizkörperventils führt zum Anstieg der Vorlauftemperatur (Annäherung an den Sollwert). Der Vorlauftemperaturfühler veranlasst die Regelung zum Schließen des Mischers oder zur Verringerung der Energiezufuhr. Störgrößen ( $z$ ,  $x$ ) machen sich als Energiegewinn bemerkbar. Das HK-Ventil verhindert weitere Energiezufuhr zum Raum.

Wird allerdings das Fenster zur Stoßlüftung aufgemacht, dann wird auch das Thermostat diese Störgröße nicht als kurzfristige Störung ignorieren, sondern den vollen Volumenstrom freigeben. Aber auch solche Einwirkungen lassen sich ausregeln. Allerdings sind hierfür Regelungen nötig, die nicht mehr in der Basis-Liga zu finden sind. •