

Hinführung und Einleitung (Kap. 1.1 und 1.2 im Skript)

Vermittlung des Stoffs:

- **Vorlesung in Präsenz mit Hilfsblättern (moodle) und Live-Simulationen zur Verdeutlichung**
- **Skript zum Nachlesen – teilweise didaktisch etwas anders aufgezogen (in moodle)**

Übungskonzept

- **Beispiele und kürzere Übungen in der Vorlesung**
- **Übungsaufgaben am Ende der Kapitel im Skript (Selbstkontrolle durch moodle-Tests)**
- **Tutorium**
- **Sehr viele Altklausuren**
=> Was würde noch helfen?!

Praktikum

- **Anwendung der Methoden**
- **An einigen Stellen: Kennenlernen von Effekten (die später in der Vorlesung behandelt werden)**
- **Simulationstool WINFACT (BORIS, LISA, IDA)**
=> installieren Sie das Programmpaket sofort!
=> Vor dem 1. Laborversuch: Einführungskurs zu WINFACT durchlaufen und Ergebnisse nach moodle hochladen!

Automatischer Landeanflug



Präzises Messgerät



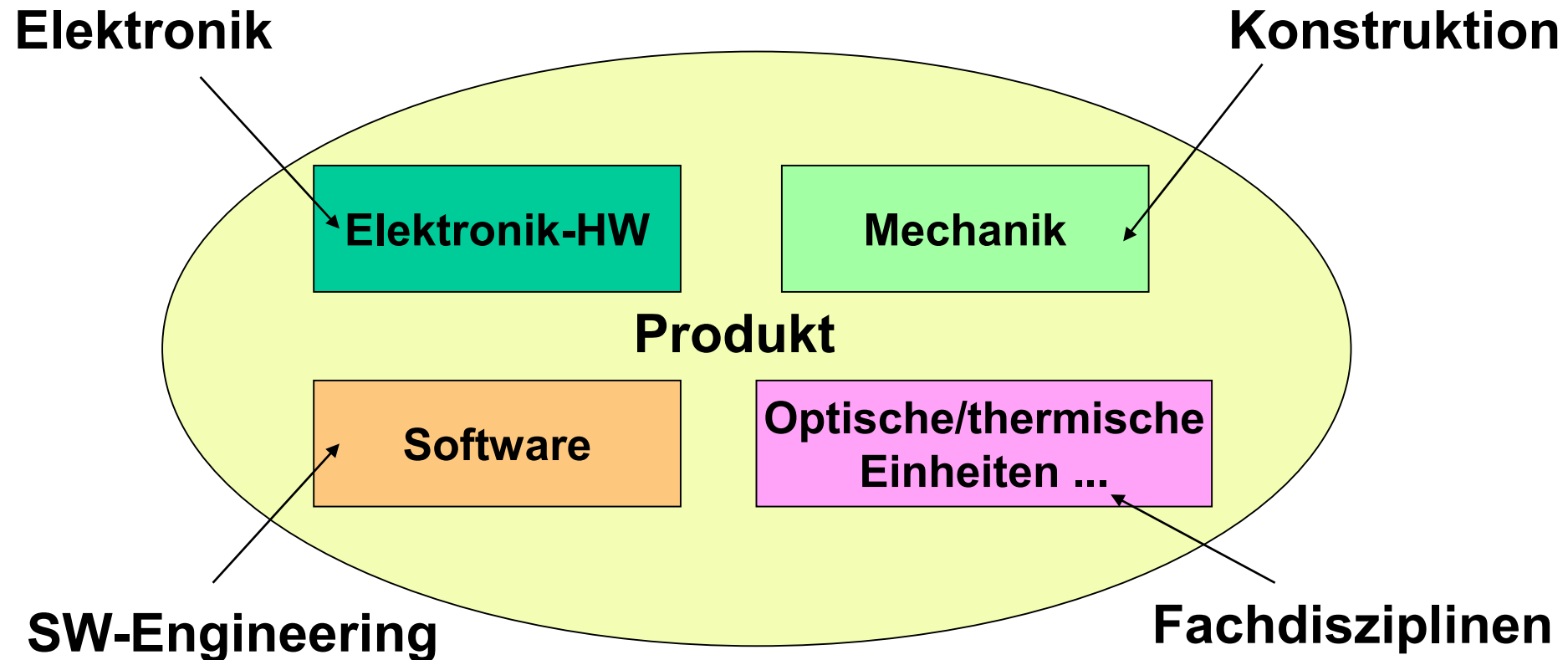
Schnelle und exakte Produktion



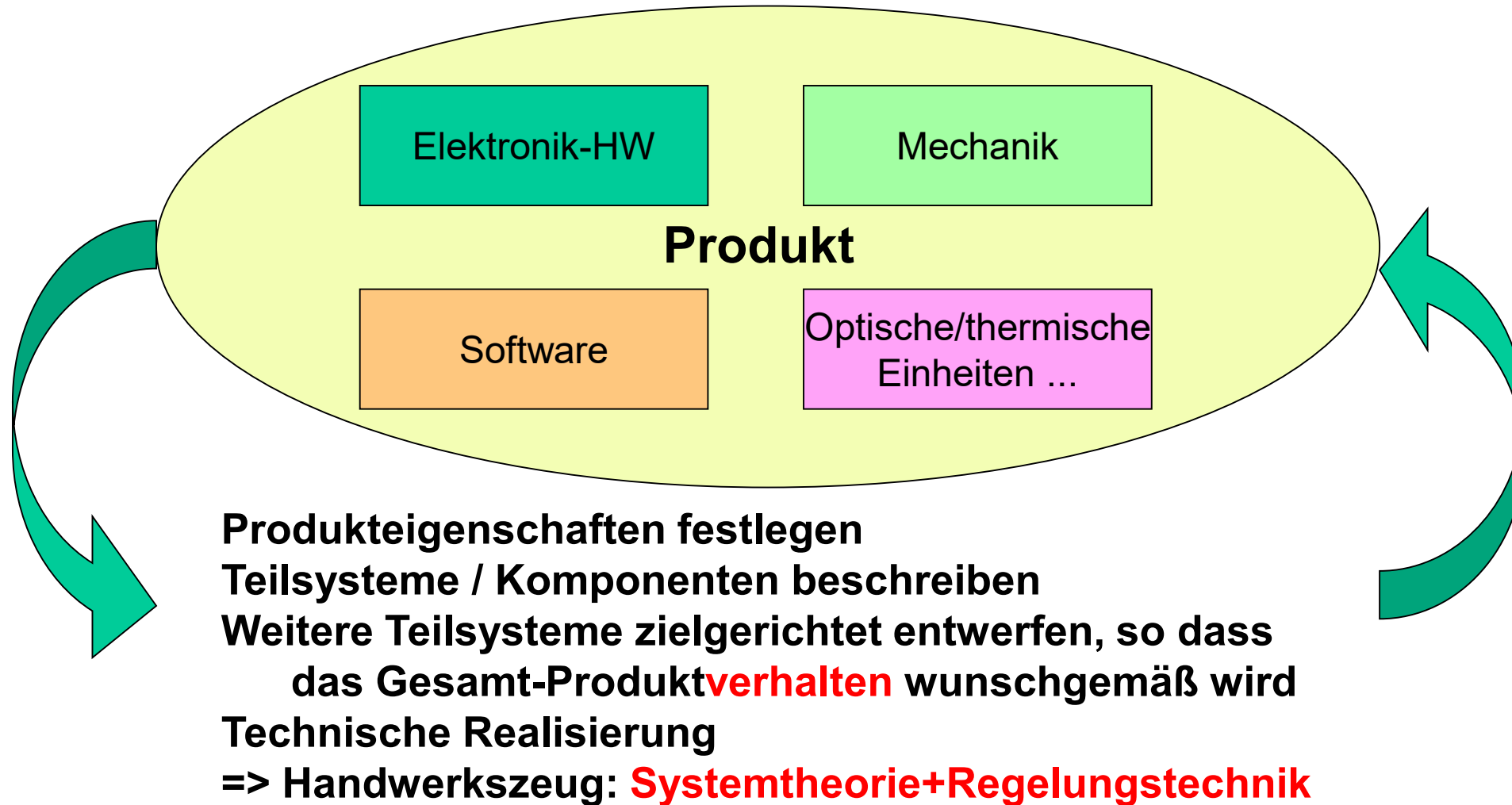
Kostengünstiges, robustes Gerät



Ziel: Produkte entwickeln, die sich wunschgemäß **verhalten**



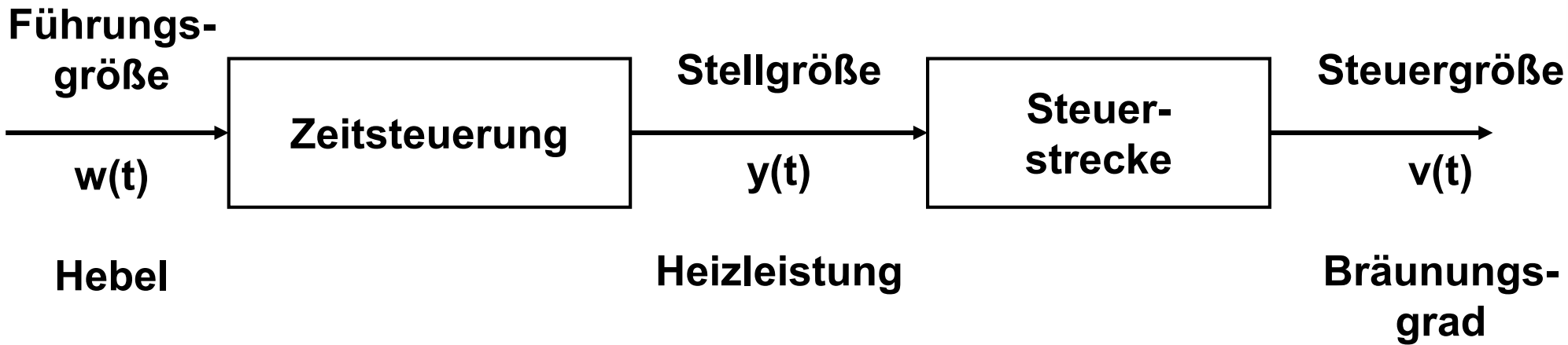
**Wie lässt sich erreichen, dass sich ein Produkt
wunschgemäß **verhält**?**



- ...abstrahieren das **Verhalten** eines realen Gebildes/Prozesses und der beteiligten Signale in Form mathematischer Modelle (Differentialgleichungen, Übertragungsfunktionen ...)
- ... stellen Methoden zur Beschreibung, Analyse und zum Entwurf von (Teil-)Systemen auf der Abstraktionsebene bereit
- ... kümmern sich nicht um die konkrete technische (Detail-)Realisierung, sondern fokussiert auf das **Verhalten von Systemen** (wir werden auch Realisierungen betrachten!)
- ... ermöglicht eine vereinheitlichte Betrachtung von Systemen aus Elektrotechnik, Mechanik, Natur, Medizin...

Was ist eine „Steuerung“? Was ist eine „Regelung“?

Einfaches Beispiel einer Steuerung: der Toaster



⇒ **Charakteristisch:**

⇒ **Vorteil?**

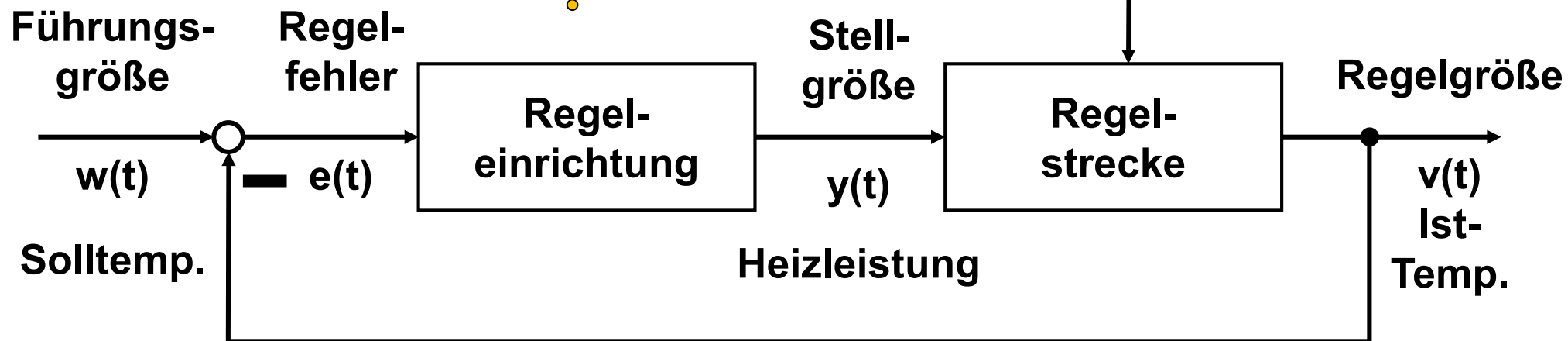
⇒ **Nachteil?**

Was ist eine „Regelung“? Was ist eine „Steuerung“?

Beispiel für eine Regelung:

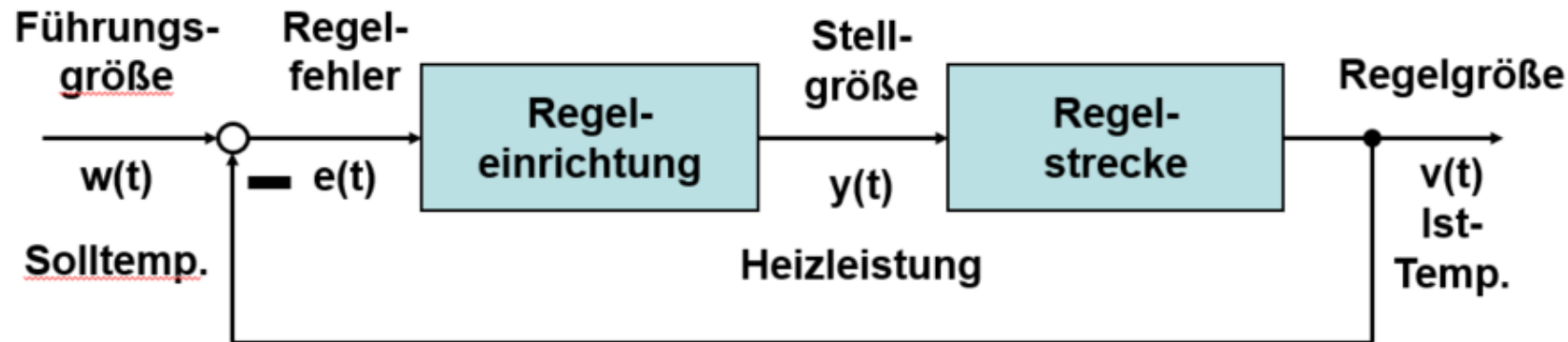
Temperaturregelung
im Backofen

Störgrößen
Tür wird geöffnet
Backgut-Masse
Umgebungstemp.



Was ist eine Regelung? Definition aus der Norm IEC 60050-351:

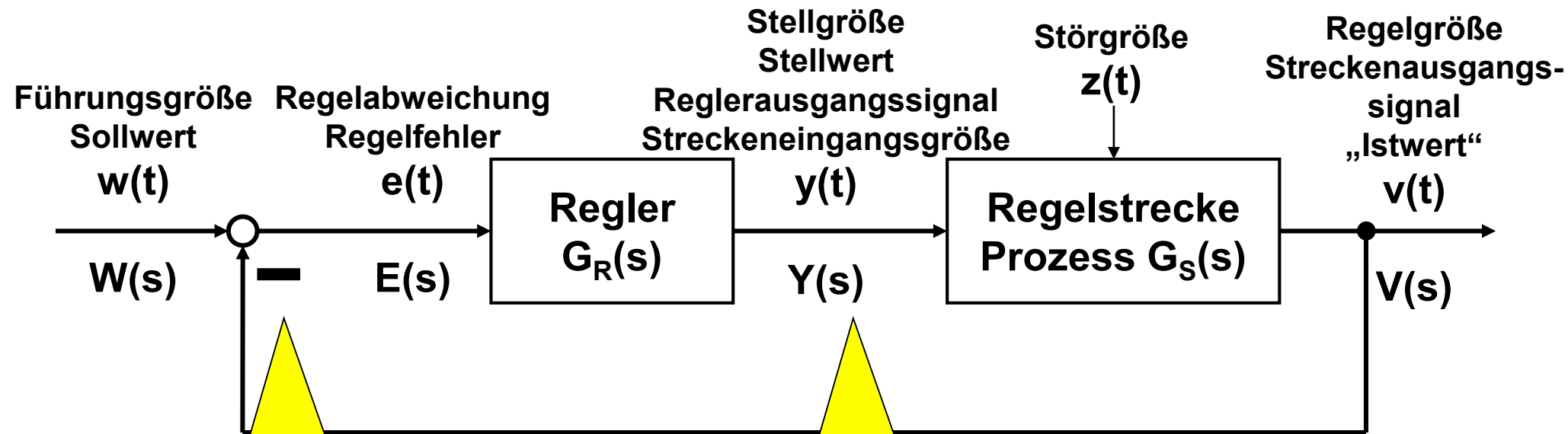
Die *Regelung* bzw. das *Regeln* ist ein Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße, erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird.



Was ist eine Steuerung? Definition aus der Norm IEC 60050-351:

Das *Steuern*, die *Steuerung*, ist ein Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen, andere Größen als Ausgangs- bzw. Steuergrößen aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen.

!!! Wichtige Begriffe und Symbole – unbedingt merken !!!



Minuszeichen
 \Leftrightarrow
Gegenkopplung

Die Stellgröße ist
abhängig
von der Regelgröße

Zur Erinnerung aus der Systemtheorie:
Kleinbuchstaben: Zeitsignale $x(t)$
Großbuchstaben: Signale im Bildbereich $X(s)$ bzw. $X(j\omega)$

Was ist eine „Regelung“? Was ist eine „Steuerung“?

Vergleich Steuerung \Leftrightarrow Regelung

Eigenschaften Steuerung

Stellgröße $y(t)$ unabhängig vom Istwert $v(t)$ der Steuergröße

+ einfacherer Aufbau

+ billiger

- Kann Störungen nicht ausgleichen

- Wird bei hohen Anforderungen sehr aufwendig

Eigenschaften Regelung

Stellgröße $y(t)$ abhängig vom Istwert $v(t)$ der Regelgröße

- oft aufwendigere, teurere Lösung (Sensor, uP)

- kann instabil werden

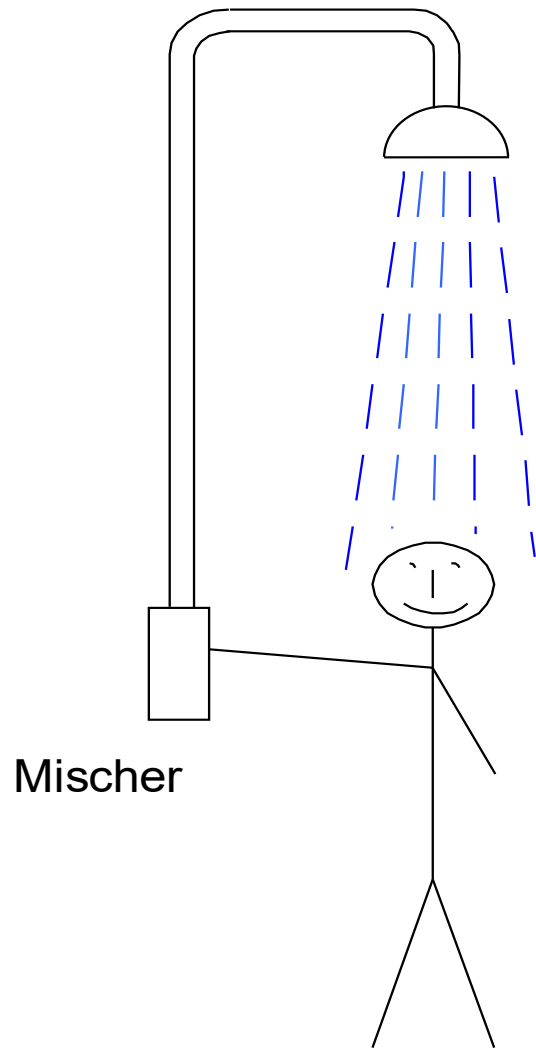
+ kann Störungen ausregeln

+ erreicht viel größere Genauigkeit als Steuerung

+ kann leichter um Zusatzfunktionen erweitert werden

+ Regelung instabiler Prozesse (aufrechter Gang)

**+ Bessere Ausnutzung der Anlage
(z. B. Strom- und Drehzahlgrenzen b. el. Antrieb)**



Steuerung oder Regelung?

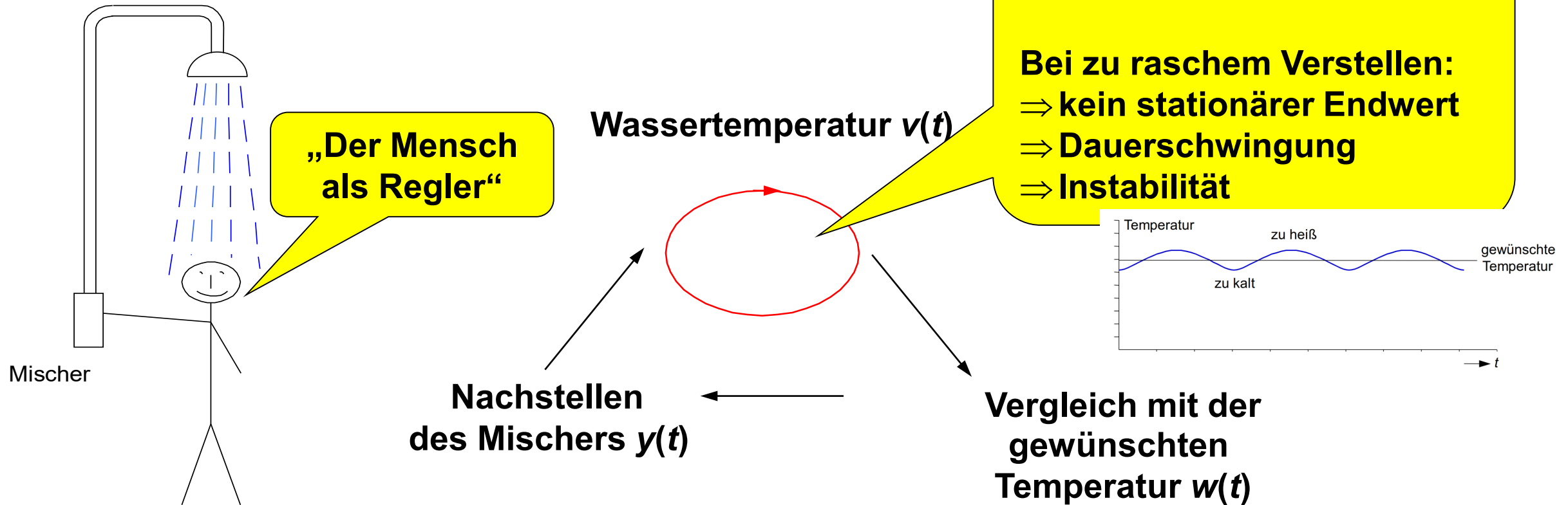
Was ist die Führungsgröße?

Was ist die Stellgröße?

Was ist die Regelgröße?

Was sind Störungen?

Wo ist die Steuerung / der Regler?



Beispiel: Wassertemperaturregelung automatisch



Quelle: hudsonreed.com

Das thermostatische, digitale Duschsystem mit verchromter Oberfläche und minimalistischem Design, regelt die Temperatur und leitet den Wasserfluss zwischen den Funktionen um. Die Steuerung hat eine Farbwechselanzeige für die Temperatur.

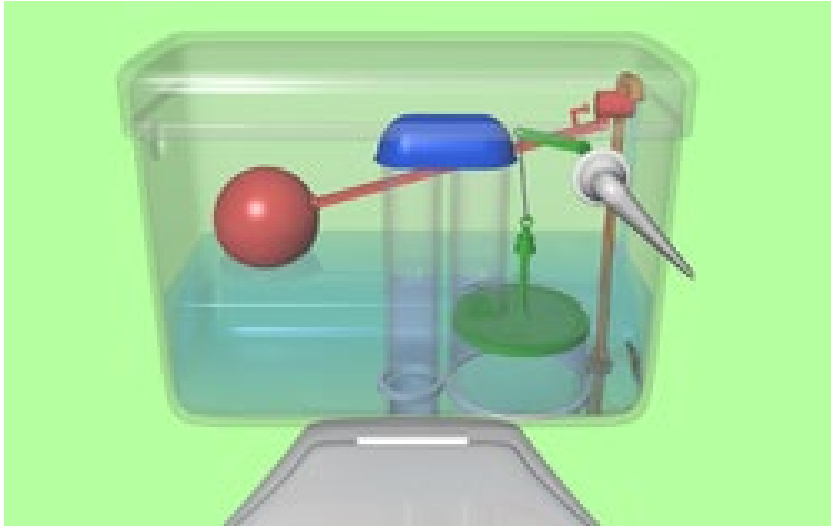
Bedienung - Die Dusche mit einem Tastendruck ein- und ausschalten und die Temperatur durch einfaches Drehen des Reglers einstellen.

Ein vertiefter Bereich in der Decke oder Wand ist erforderlich, um die Installation der Steuerbox zu ermöglichen.

Digitale Duscharmatur Produktmerkmale:

- Thermostatische Temperatursteuerung
- Unterputzdesign
- Steuerung einer Funktion
- Bedienfeld - steuert Temperatur und leitet das Wasser zwischen den Funktionen hin und her
- Temperaturanzeige - Farbänderung weist auf Temperatur hin
- Thermostatische Regelung auf +/- 2 Grad, auch wenn der Wasserdruck schwankt
- Chrombeschichtung
- Einfach zu installieren und zu bedienen
- Programmierbar

Beispiel: Füllstands –steuerung oder –regelung im Spülkasten?!



Quelle: wikibooks

Steuerung oder Regelung?

Was ist die Führungsgröße?

Was ist die Stellgröße?

Was ist die Regelgröße?

Was sind Störungen?

Wo bzw. was ist der Regler?

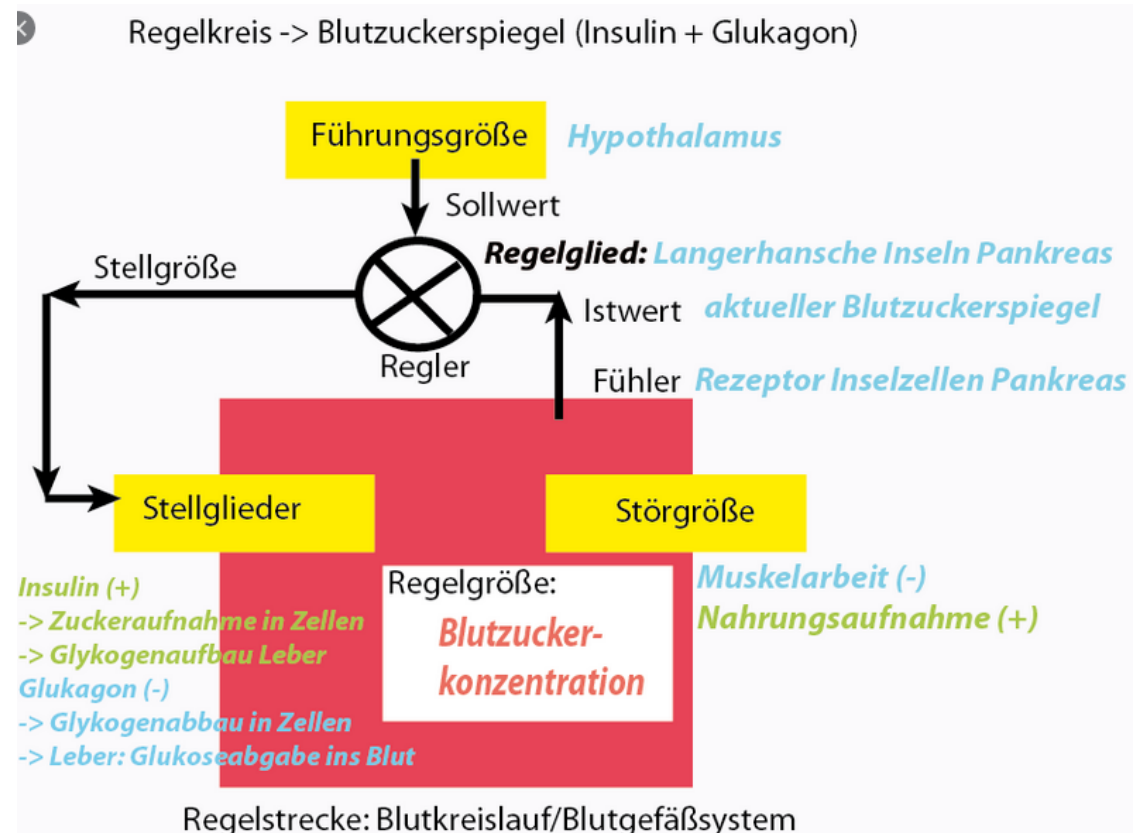
Einige Beispiele aus dem menschlichen Organismus:

⇒ Körpertemperaturregelung (Stellgrößen: Stoffwechsel, Schwitzen)

⇒ Blutsauerstoff-/druckregelung (Stellgrößen: Herzfrequenz, Lungenfunktion)

⇒ Regelung des aufrechten Gangs

⇒ Blutzuckerregelkreis



Tempomat / Abstandsregeltempomat

Klima-Automatik

Leerlaufregler / Überdrehzahlabregelung

Abgasqualität / Lambda-Regelung

Motortemperaturregelung

Raildruckregelung (Diesel)

Bordnetzspannungsregelung

Injektorstromregelung

Fahrstabilitätsregelung (ESP) <https://www.youtube.com/watch?v=3XLfyatbtGo> „Elchtest“

...

⇒ **Dutzende Regelungen sind im PKW ständig parallel im Einsatz**

⇒ **Implementierung von vielen Reglern in einem einzigen Steuergerät**

⇒ **Oftmals „Kaskadierung“ von Regelungen (s. Kap. 8)**

Stabilität

=> Klingen alle Eigenschwingungen des Regelkreises ab?

Robustheit

=> Ist der Regelkreis unempfindlich gegen Parameterschwankungen?

Stationäre Eigenschaften

=> Strebt die Regelgröße für $t \Rightarrow \infty$ gegen den Sollwert?

=> Oder gibt es eine bleibende Regelabweichung?

=> (Getrennte) Betrachtung bei Störungen und Sollwertänderungen!

Dynamische Eigenschaften

=> Wie schnell sind Übergangsvorgänge abgeklungen?

=> Sind Überschwinger akzeptabel?

Was sind die Aufgaben einer Regelung?

1. Die Regelgröße auf einem konstantem Sollwert halten „Festwertregelung“

Anfangswertabweichungen hinreichend schnell ausregeln

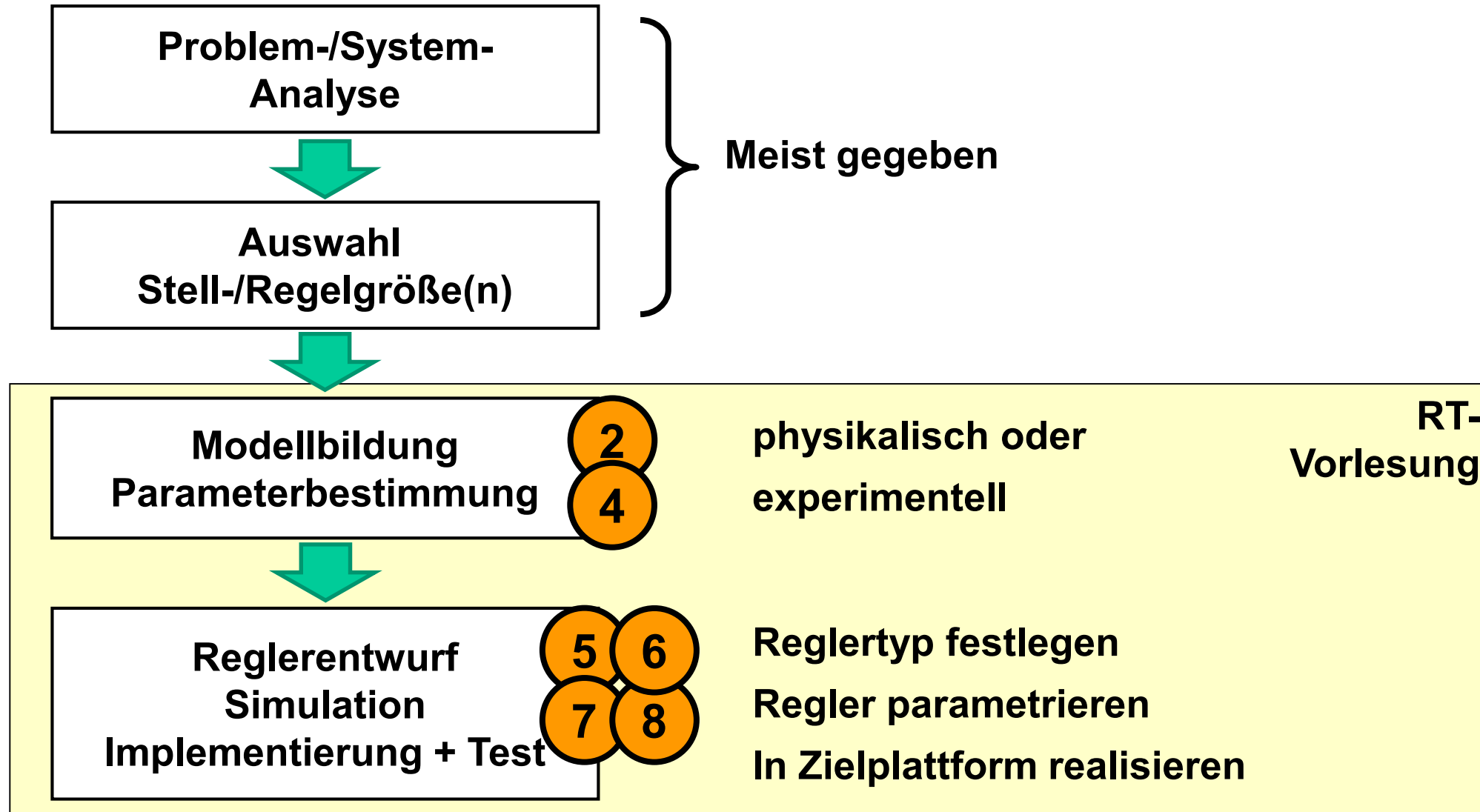
Auf die Regelstrecke wirkende Störungen hinreichend schnell ausregeln


=> „**Störverhalten**“ der Regelung \Leftrightarrow Störübertragungsfunktion **$G_z(s)$**

2. Sollwertänderungen an der Regelstrecke umsetzen

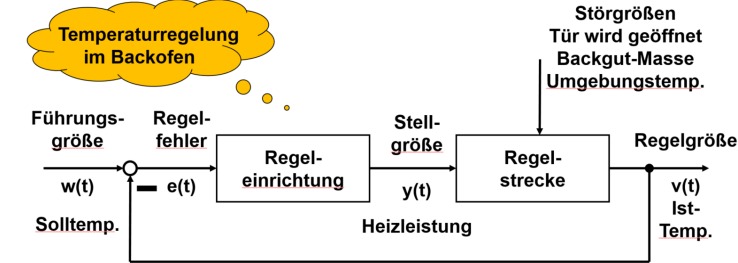
... hinreichend schnell und mit akzeptablem Überschwingen

=> „**Führungsverhalten**“ der Regelung \Leftrightarrow Führungsübertragungsfunktion **$G_w(s)$**



- => Im Stellglied (z. B. Bimetallstreifen beim (Gas-) Backofen)**
- => Mechanisch (z. B. Schwimmer und Hebel bei Füllständen;
z. B. Fliehkraftregler der Dampfmaschine)**
- => In analoger Hardware (z. B. Operationsverstärker / Komparator)**
- => In Software** 
 - => Standardregler**
 - => Funktionsbaustein / Code in SPS (speicherprogr. Steuerung)**
 - => Mikrocontroller / DSP**
 - => PC**
- => Entwurfstools wie Blockschaltbilder / Strukturbilder, z. B. Matlab-Simulink**

Sie kennen das Prinzip „Regelung“ und den Unterschied zu einer „Steuerung“:
bei einer Regelung: negative Rückführung der Regelgröße



Sie können die Begriffe zuordnen:
Regelstrecke – Regler – Regelkreis
Führungsgröße w – Regelgröße v – Stellgröße y – Störgröße z – Regelabweichung e

Sie haben einige Anwendungen von Regelungen und Steuerungen kennengelernt
technische Regelungen:
z. B. Backofentemperatur, Fahrdynamik beim ESP-System, Füllstand im Spülkasten

biologische Regelungen
z. B. Blutzuckerspiegel, Temperaturregelung beim Duschen (der Mensch als Regler)

Steuerungen, z. B. Temperatursteuerung beim Toaster

Es folgt: Kapitel 1, Teil 2: Übertragungsfunktionen in Regelkreisen