

Regelungs- und Systemtechnik 1

Kapitel 1: Einführung

Prof. Dr.-Ing. habil. Pu Li

Fachgebiet **Prozessoptimierung**

Luft- und Raumfahrtindustrie

Zu regelnde Größen:

- Position
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Gewicht



Chemieindustrie

Zu regelnde Größen:

- Temperaturen
- Drücke
- Zusammensetzungen
- Stoffströme

Industrieroboter

Zu regelnde Größen:

- Positionen
- Geschwindigkeiten
- Kräfte







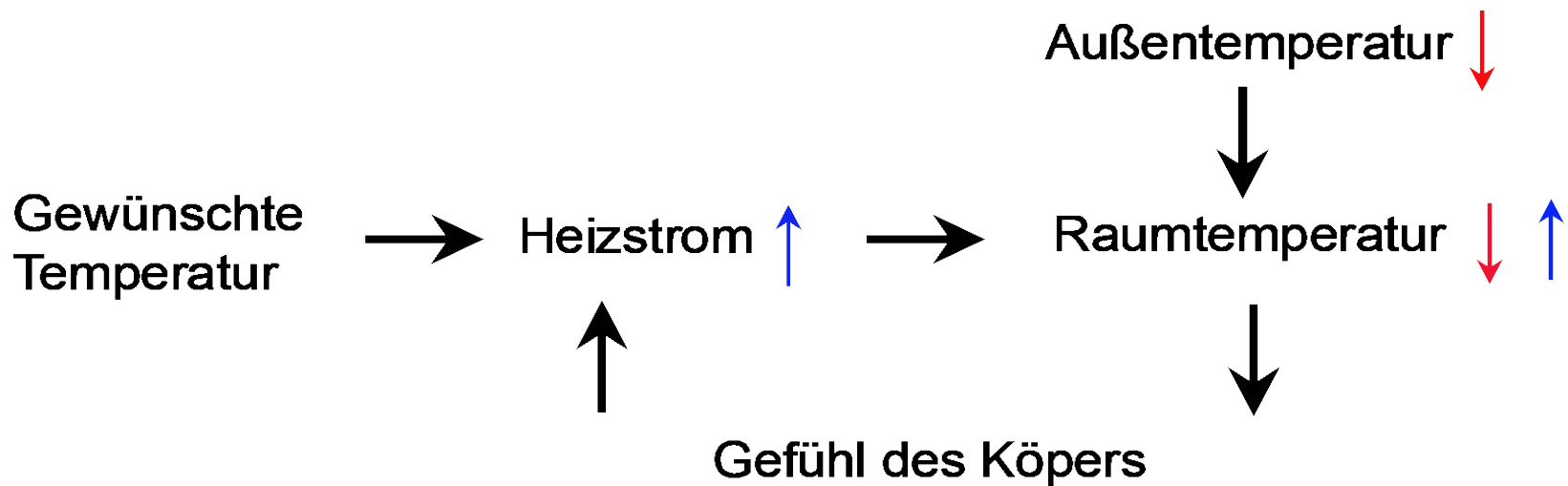


- 1) Sie sehen im Bett fern (die Raumtemperatur ist wie gewünscht).
- 2) Es schneit draußen (es kommt eine Störung).
- 3) Sie fühlen sich kalt (Ihr Körper hat eine niedrigere Temperatur erfasst).
- 4) Sie stellen die Heizung ein (die Aktion gegen die Störung).
- 5) Die Temperatur wird langsam erhöht (Wirkung der Aktion).
- 6) Sie fühlen sich wieder wohl (zurück zum gewünschten Zustand).

Damit ist ein Regelkreis geschlossen!



Damit ist ein Regelkreis geschlossen!





Größen im Regelkreis (mathematische Beschreibung):

Regelgröße: die Raumtemperatur, θ

Störgröße: die Außentemperatur, θ_A

Stellgröße: der Heizstrom, u

Sollwert der Regelgröße θ^S : die gewünschte Raumtemperatur, z.B. 22°C

Istwert der Regelgröße θ : die aktuelle Raumtemperatur, z.B. 20°C

Fehler der Regelgröße $\theta^S - \theta$: Sollwert minus Istwert

Der Regler (Sie):

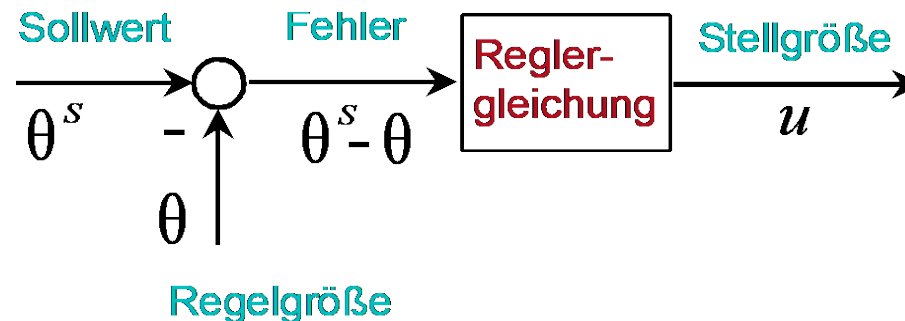
Wenn die Raumtemperatur (Istwert) niedriger als der gewünschte Wert (Sollwert) ist, drehen Sie das Ventil des Heizstroms hoch.

Wenn die Raumtemperatur (Istwert) höher als der gewünschte Wert (Sollwert) ist, drehen Sie das Ventil des Heizstroms herunter.

D.h. der Heizstrom (Stellgröße) soll proportional zum Fehler der Regelgröße sein:

$$u(t) \propto \theta^s - \theta(t)$$

Reglerstrecke:

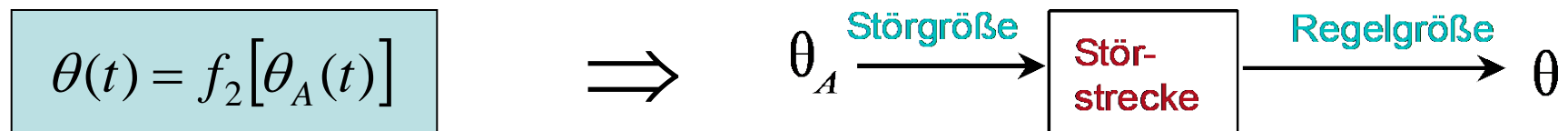


Der zu regelnde Prozess (der Raum):

Wie steigt die Raumtemperatur (Regelgröße), wenn Sie das Ventil des Heizstroms (Stellgröße) hochdrehen? (**Führungsstrecke**)

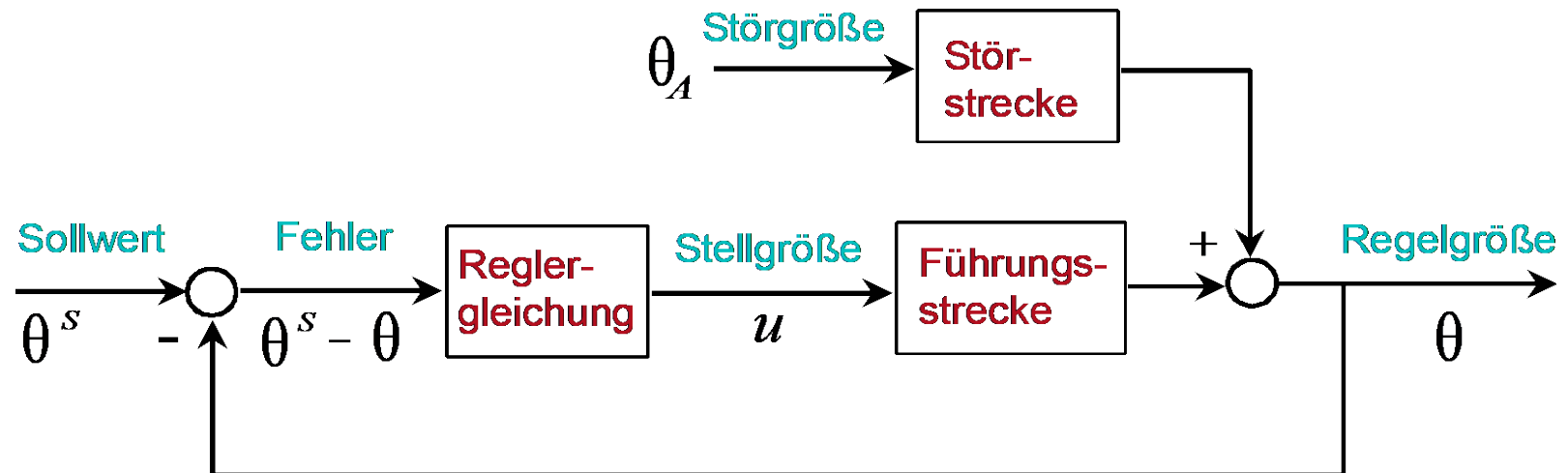


Wie sinkt die Raumtemperatur (Regelgröße), wenn die Außentemperatur (Störgröße) abnimmt? (**Störstrecke**)



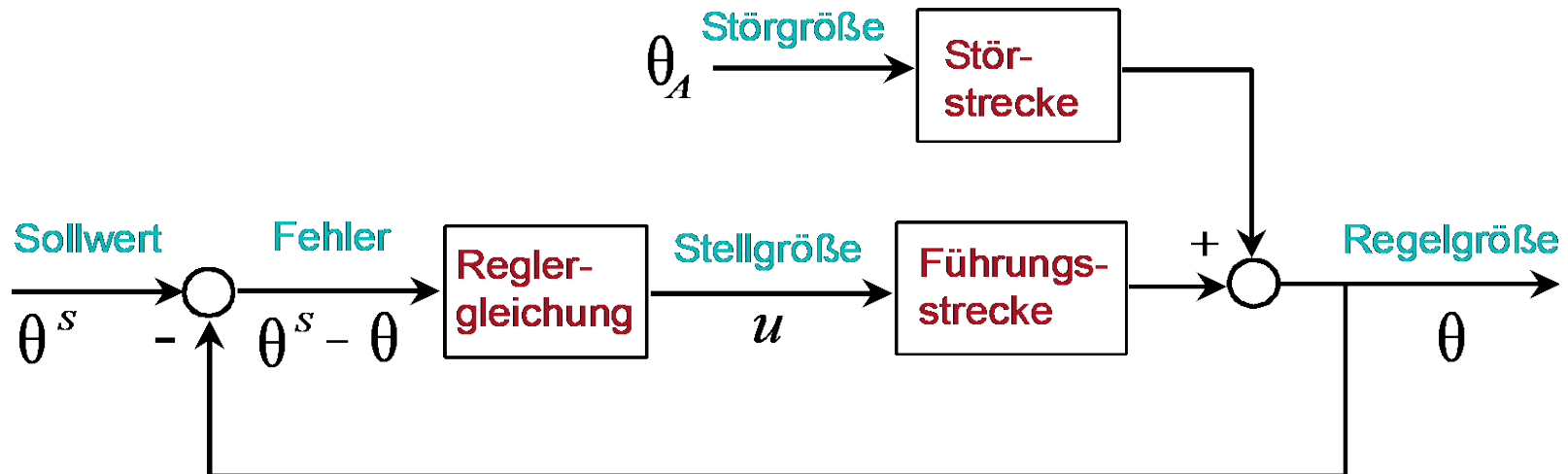


Der Regelkreis (das Gesamtsystem):



Definition der **Regelung** nach DIN 19226:

„Regelung ist der Vorgang, bei dem eine Größe, die zu regelnde Größe (Regelgröße), fortlaufend erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße (Sollwert), verglichen, und abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Der sich dabei ergebende Wirkungsablauf findet in einem geschlossenen Kreis, dem Regelkreis statt.“



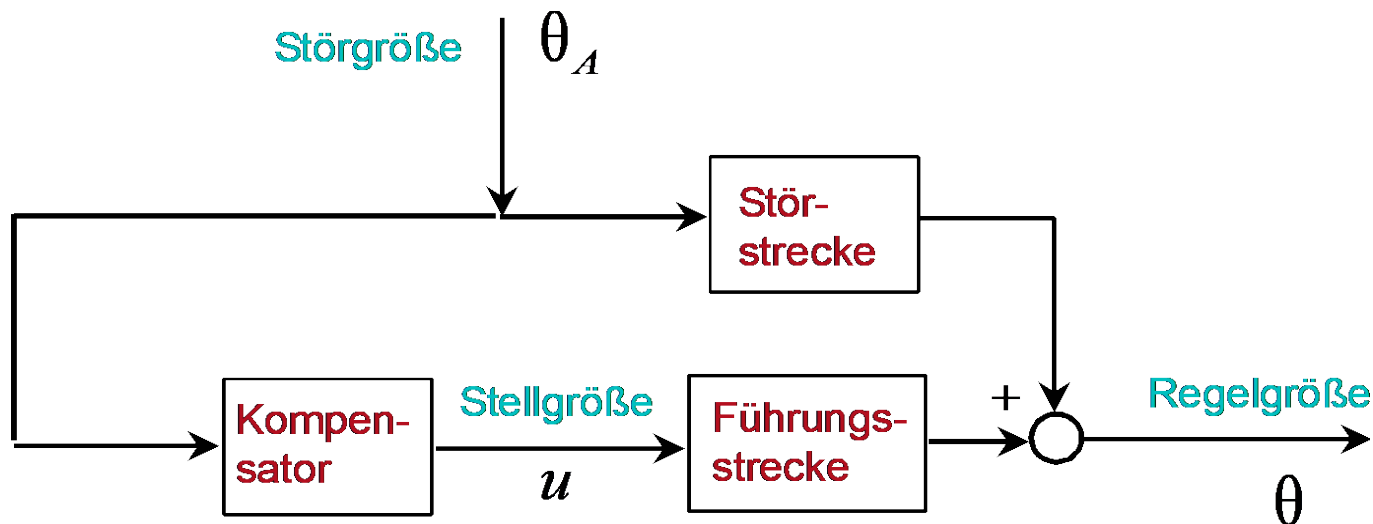
Definition der **Steuerung** nach DIN 19226:

14

"Steuerung ist ein Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen (Störgrößen) andere Größen als Ausgangsgrößen (Regelgrößen) aufgrund der dem System eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten beeinflussen."

Die **Steuerung der Raumtemperatur:**

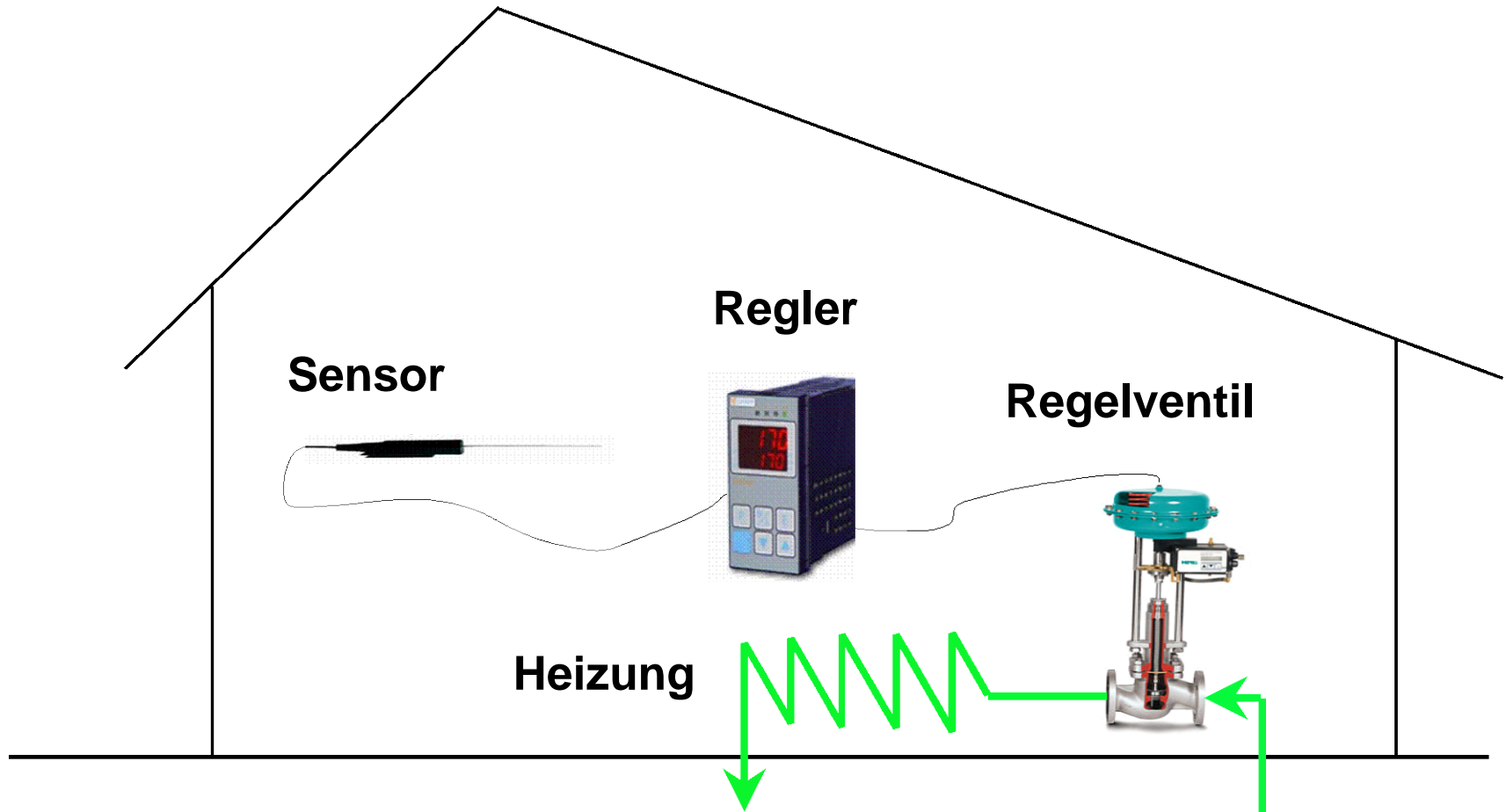
Die Heizung wird nach dem Wetterbericht eingestellt, um die Wirkung der Außentemperatur zu kompensieren.



Beispiel: Temperaturregelung im Gewächshaus ¹⁵

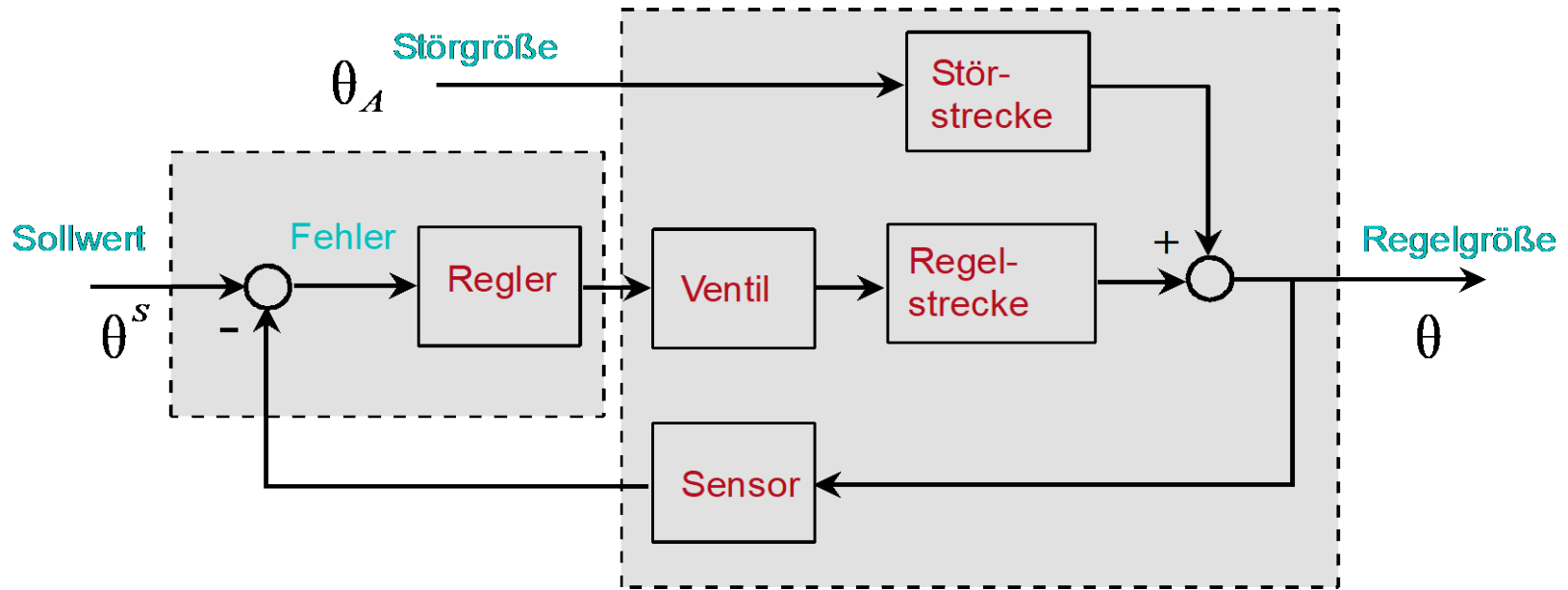


Der Regelkreis (das Gesamtsystem):

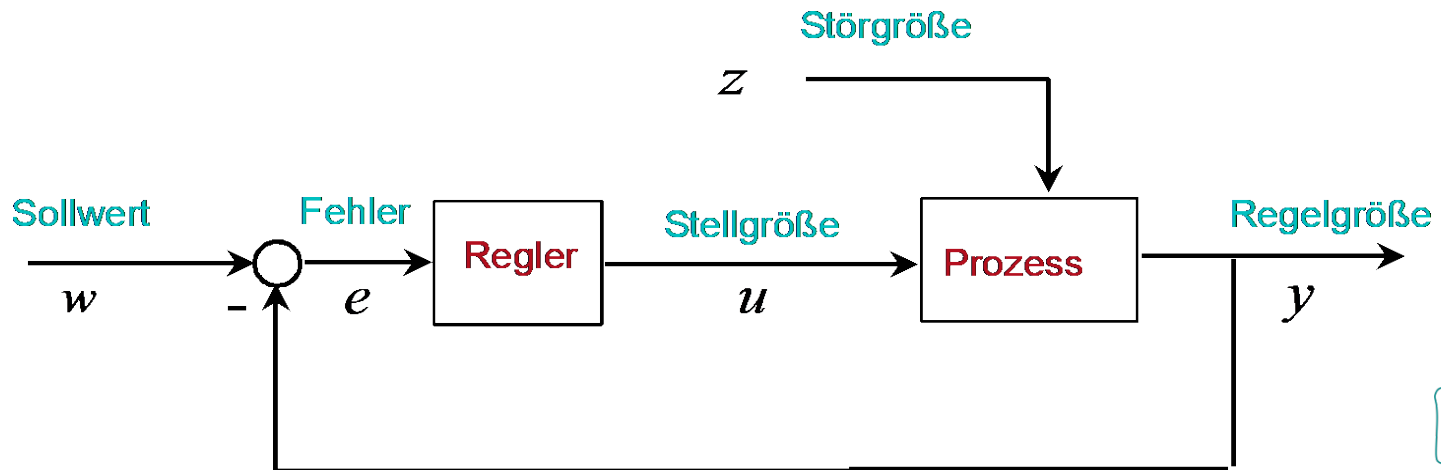


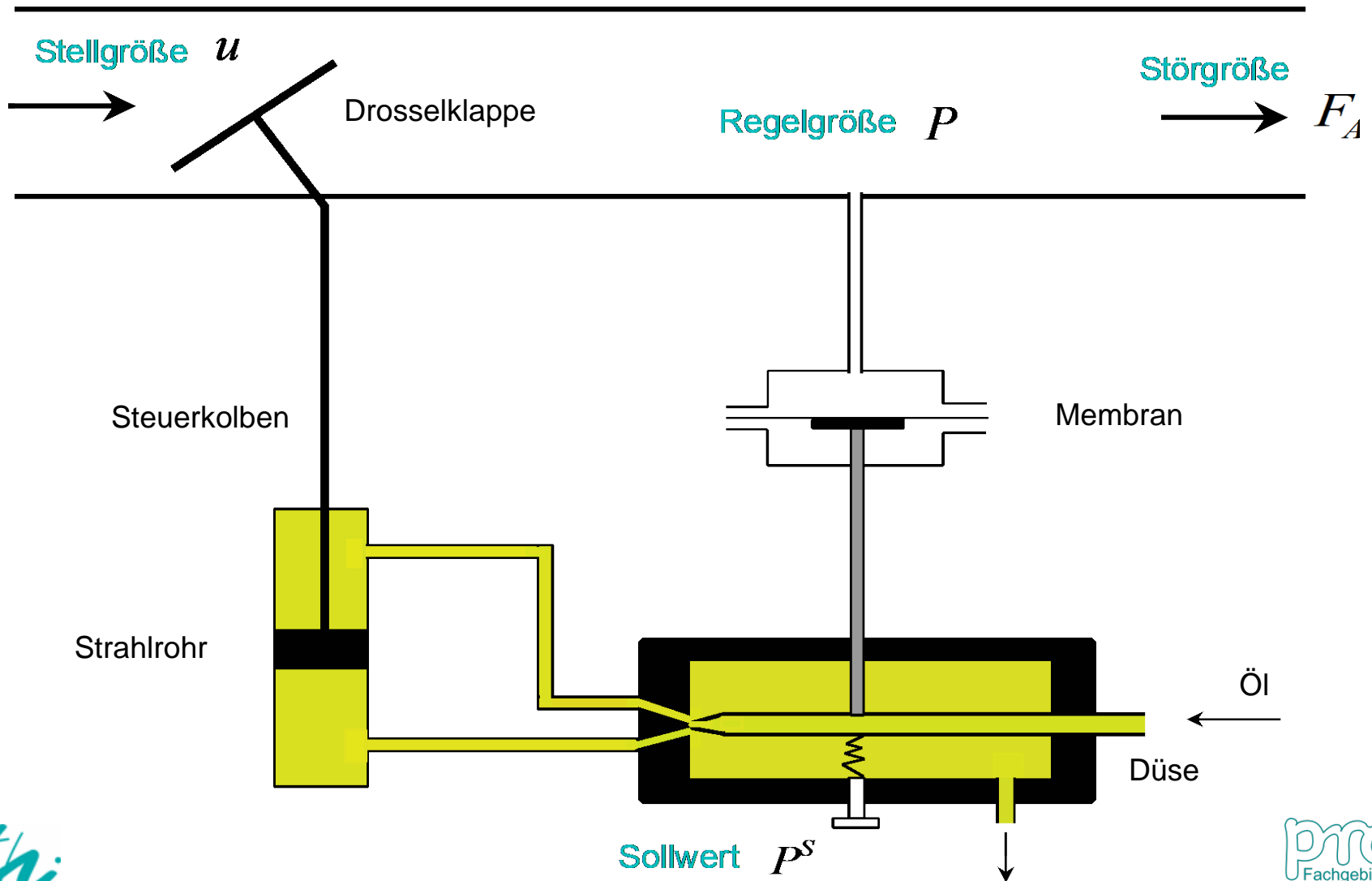
Der Regelkreis (das Gesamtsystem):

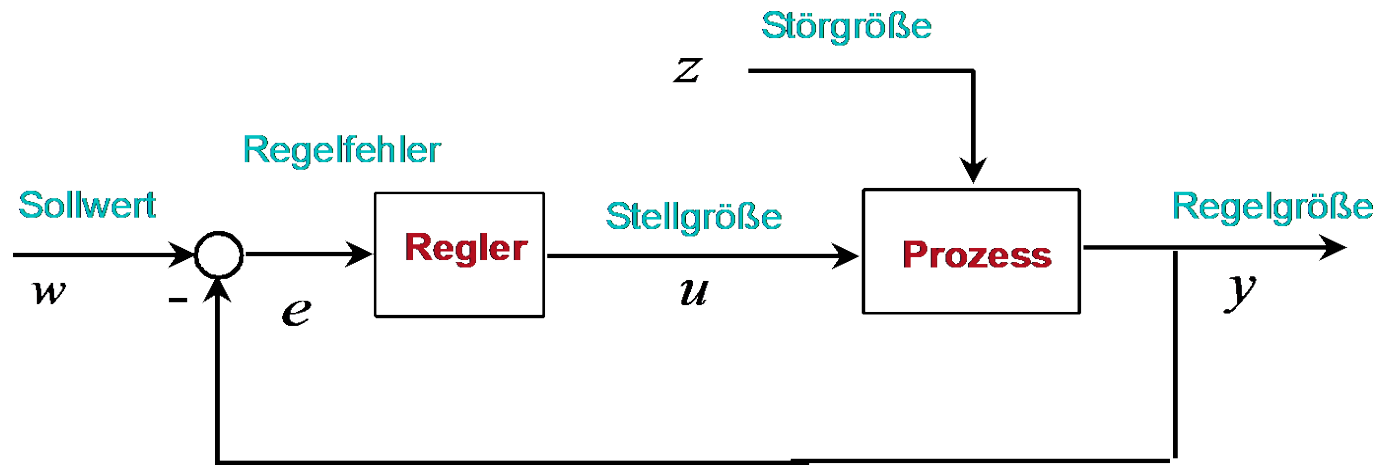
17



Allgemeine Darstellung:







Ziel des Regelkreises:

- Die Regelgröße muss der Sollwertänderung folgen.
- Die Regelgröße muss trotz Störung beim Sollwert bleiben.
- Welche Eigenschaften hat der Prozess?
- Welcher Algorithmus soll für den Regler verwendet werden?
- Wie wird der Regelkreis implementiert?

Zur Durchführung einer Regelung werden benötigt:

Prozesstechnik

- Analyse des Prozesses
- Modellierung
- Simulation und experimentelle Validierung

Regelungstechnik

- Mathematische Lösungsverfahren
- Auslegung des Reglers
- Ausführbarkeit/Stabilität

Informatik

- Hardware- und Softwareentwicklung
- Programmierung zur numerischen Berechnung
- Implementierung durch das Prozessleitsystem

Kapitel 2: Modellierung linearer Prozesse

- Modellierung mit Differentialgleichungen
- Linearisierung nichtlinearer Systeme
- Zustandsraumdarstellung

Kapitel 3: Laplace-Transformation

- Laplace-Transformation typischer Funktionen
- Eigenschaften der Laplace-Transformation
- Übertragungsfunktion

Kapitel 4: Analyse von Regelsystemen im Zeitbereich

- Dynamik von Strecken
- Antworten auf typische Eingangssignale
- Wirkung der typischen Regler

Kapitel 5: Entwurf von Regelungssystemen im Frequenzbereich

- Einfluss der Arbeitsfrequenz
- Nyquist-Diagramm/Bode-Diagramm
- Stabilitätsanalyse/Reglerentwurf

Literatur:

J. Lunze: **Regelungstechnik 1, 2.** Springer. 1996, 1997.

R. Unbehauen: **Regelungstechnik 1, 2.** Vieweg. 2005, 2000

O. Föllinger: **Regelungstechnik**, Hüthig. 1994

M. Reuter, S. Zacher: **Regelungstechnik für Ingenieure**,
Vieweg, 2002

K. Reinisch: **Analyse und Synthese kontinuierlicher
Regelungs- und Steuerungssysteme.** Verlag Technik. 1996

Aufteilung der Veranstaltung:

- **Vorlesung (2 SWS)**
- **Übung (2 SWS)**

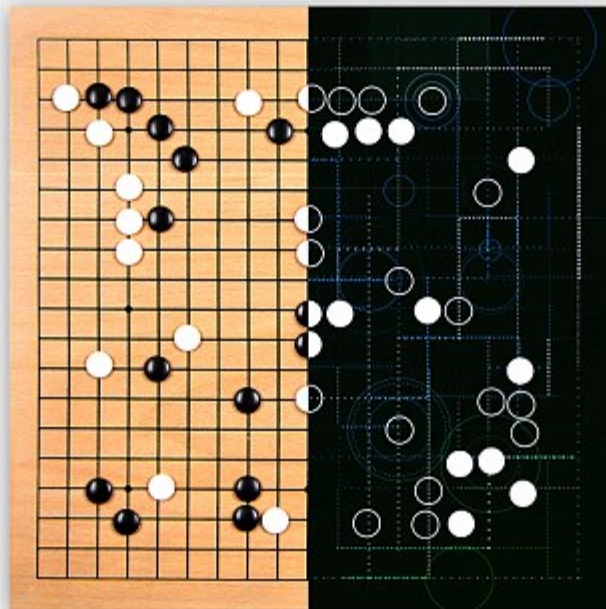
Industrie 4.0 (Wikipedia)

Industrie 4.0 (auch *Intelligente Produktion* und *Vierte industrielle Revolution*) ist ein Begriff, der auf ein gleichnamiges Förderprojekt im Rahmen der Hightech-Strategie der deutschen Bundesregierung zurückgeht.

Der Begriff bezeichnet die digitale Vernetzung aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Entitäten zur Schaffung eines **autonomen, intelligenten** Systems, dessen individualisierte Teilnehmer auf Basis des Netzzugriffs Information ein- und ausleiten sowie daraus höherwertige Funktionen, wie z.B. Handlungsanweisungen, ableiten können.

Sie stellt unter anderem eine Informatisierung der Fertigungstechnik und Logistik in der Maschine-zu-Maschine-Kommunikation dar.

Nächste Generation: Intelligente Systeme



**AlphaGo:
Google-Software
gewinnt
Go-Weltmeister
mit 4:1
im März 2016.**