

# Vorlesung Systemdynamik PO2008, weitere

WiSe 2015/16

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker

Ort: MD 162/MC 122

Zeit: Mo 11.00 - 14.00 Uhr

Betreuende wiss. Mitarbeiterin:

Dipl.-Ing. Sandra Rothe

Url: <http://www.uni-due.de/srs/v-sd.shtml>



**zusätzlich:** **Pflichtpraktikum (für Maschinenbau)**

## Manuskript

**Hinweis 1:** Die Zusammenstellung der Lehrinformationen ist nur für den Gebrauch innerhalb dieser Veranstaltung bestimmt und außerhalb dieser Veranstaltung unzulässig. Es gilt das Urheberrecht.

**Hinweis 2:**

Die wiedergegebenen Abbildungen entstammen z. T. – wenn nicht anders angegeben - dem der Veranstaltung zugrundeliegenden Lehrbuch sowie dem ehemaligen Vorlesungsmanuskript von Prof. Schwarz und deren Urheberrechtsansprüchen. Die Verwendung ist daher ausschließlich für den Gebrauch innerhalb dieses Lehrzweckes bestimmt.

1/34



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



Wintersemester 2015/16

|  |   |
|--|---|
| <b>Veranstaltung</b>                                   | <b>Systemdynamik (1V, 1Ü, 1P)</b>   |
| <b>Zielgruppe</b>                                      | <p><b>Studierende Maschinenbau (Bachelor) PO08</b><br/> <b>Studierende Wirtschaftsingenieurwesen PO04, PO08</b></p> <p>Studierende der Bachelorstudiengänge<br/>Wirtschaftsingenieurwesen</p> <p>Studierende Schiffstechnik aller Prüfungsordnungen</p> <p>Studierende Lehrämter (Maschinenbau etc.),<br/>(in Kombination mit Systemdynamik als Ersatz für<br/>Regelungstechnik_alt, mit Studienbeginn seit WiSe 2001/02)</p> |
| <b>URL der Veranstaltung</b>                           | <a href="http://www.uni-due.de/srs/v-sd.shtml">http://www.uni-due.de/srs/v-sd.shtml</a>   |
| <b>Dozent/innen</b>                                    | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Söffker  |
| <b>Betreuende/r wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in</b> | Dipl.-Ing. Sandra Rothe   |
| <b>Ort</b>   | MC 122 und MD 162 (mit Videoübertragung)  |
| <b>Tag</b>   | Montag  |
| <b>Zeit</b>  | 11.00 – 14.00 Uhr   |
| <b>Erste Veranstaltung</b>                             | 19.10.  |
| <b>Letzte Veranstaltung</b>                            | 14.12.  |
| <b>Sprechstunde</b>                                    | siehe gesonderte Übersicht  |
| <b>Zugrundeliegendes Lehrbuch (als Textbook)</b>       | Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer, 3. Auflage, 2001<br>(Lehrbuch) oder neuer <b>&gt; L</b><br><b>(online verfügbar)</b>   |
| <b>Weitere Literaturempfehlung</b>                     | Franklin, G.F.; Powell, J.D.; Emami-Naeini, A.:<br>Feedback Control of Dynamic Systems, Prentice Hall 2002<br>Dorf, R.C.; Bishop, R.H.:<br>Modern Control Systems, Pearson, 2005.<br>Unbehauen, H.: Regelungstechnik I, Vieweg, 2000.<br>Lunze, J.: Automatisierungstechnik, Oldenbourg, 2003   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Vorlesungseinteilung</b></p>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Begrifflichkeiten, Rückkopplung, Technische Regelung (L 1 – 2.10)</li> <li>2 Dynamische Systeme, Systemdynamik, Beschreibung dynamischer Systeme (L 3.1-3.2,4.1)</li> <li>3 Beschreibung linearer Systeme (L 4.1-4.3.3)</li> <li>4 Verhalten linearer Systeme (L 5.1.1, L 5.1.2-5.2)</li> <li>5 Zeitverhalten Regelkreiselemente und Regelkreise (L 5.6)</li> <li>6 Fragen / Klausurbesprechung / Übung</li> </ol>  |
| <p><b>Zur Veranstaltung</b></p>          | <p>Die Veranstaltung wird über 9 Wochen exakt in den angegebenen Zeiten angeboten. Die Veranstaltung beinhaltet zunächst nur Vorlesungen, zum Ende nur Übungen. Grundlage der Veranstaltung ist das angegebene Lehrbuch (&gt; in der Lehrbuchsammlung wie über die Bibliothek als pdf verfügbar). Die zentralen Lehrunterlagen sind als verschlüsselte PDF-Dokumente über die WEB-Seite der Veranstaltung verfügbar.</p> <p>Zu jeder Vorlesungseinheit wird ein Rohmanuskript herausgegeben, welches <b>ab Vorlesungsbeginn</b> unter der Adresse <a href="http://www.uni-due.de/srs/v-sd.shtml">http://www.uni-due.de/srs/v-sd.shtml</a> heruntergeladen werden kann. Dieses dient der Strukturierung der persönlichen/personalisierbaren Mitschrift. Das Passwort wird in der Vorlesung bekanntgegeben und kann ggf. im Sekretariat des Lehrstuhls persönlich nachgefragt werden.</p> <p>Zur Vorbereitung/Nachbereitung der Vorlesung wird dringend empfohlen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>den vorangegangenen Stoff aufzuarbeiten,</b></li> <li>➤ <b>an der Übung teilzunehmen</b></li> <li>➤ <b>sowie den kommenden Stoff in den angegebenen Kapiteln bereits vorab lesend (im angegebenen Lehrbuch/Textbook) zu erarbeiten.</b></li> </ul> <p>Bitte beachten Sie: Seit WiSe2012/13 ist die Kenntnis der Vorlesungsinhalte der Veranstaltung Systemdynamik Voraussetzung für den Besuch und die Klausur der Veranstaltung Regelungstechnik.</p> |
| <p><b>Praktikum für (PO02, Po08)</b></p> | <p>3 Versuche (ms, dr, hs)<br/>Das Praktikum ist eine eigenständige Prüfungsleistung und wird separat benotet.</p>   |
| <p><b>Prüfung</b></p>                    | <p>Schriftliche Prüfung, closed book, im Prüfungszeitraum.</p>   |

Wintersemester 2015/16

Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien

|  |   |
|--|---|
| <b>Veranstaltung</b>   | <b>Praktikum<br/>Systemdynamik und Regelungstechnik (1P)</b><br><br>bestehend aus 3 Versuchen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung und Simulation (ms) (<b>WiSe</b>)</li> <li>• Druckregelung (dr) (<b>WiSe</b>)</li> <li>• Elektrohydraulisches Servosystem (hs) (<b>SoSe</b>)</li> </ul> |
| <b>Pflichtveranstaltung<br/>mit<br/>Anwesenheitspflicht<br/>für:</b> | Studierende Maschinenbau (Bachelor) PO08,<br>Studierende Mechanical Engineering (ISE) Bachelor PO08   |
| <b>Keine Pflicht für:</b>  | Wirtschaftsingenieurwesen (Bachelor) PO04/08<br>Studierende Lehramter (Maschinenbau etc.)<br>mit Studienbeginn seit WiSe 2001/02<br>→ Für interessierte Kandidat/inn/en bieten wir eine explizit als<br>solche ausgewiesene, begrenzte Anzahl an Plätzen an.  |
| <b>URL der<br/>Veranstaltung</b>                                     | <a href="http://www.uni-due.de/srs/v-rt-an1-Praktikum.shtml">http://www.uni-due.de/srs/v-rt-an1-Praktikum.shtml</a>   |
| <b>Dozent/innen</b>  | Promovierende des Lehrstuhls SRS  |
| <b>Koordination</b>  | Friederike Kögler, praktikum-srs@uni-due.de   |
| <b>Ort</b>   | MB 325 (Versuch dr), MB 323 (Versuch ms),<br>MB 028 (Versuch hs)  |
| <b>Tag</b>   | täglich   |
| <b>Zeit</b>  | Termine in der Zeit von 8.00-17.00 Uhr  |
| <b>Erste Veranstaltung</b>   | 16.11.  |
| <b>Letzte<br/>Veranstaltung</b>                                      | 12.02.  |
| <b>Sprechstunde</b>  | siehe gesonderte Übersicht  |
| <b>Skripte und Antestat</b>  | Auf der SRS Homepage sind die Skripte für die Versuche<br>hinterlegt. Diese sind bis zum Praktikumstermin<br>durchzuarbeiten. Zu Beginn des Versuches erfolgt ein Antestat,<br>welches bestanden werden muss, um am praktischen Teil des<br>Praktikums teilnehmen zu können.                                  |

**Anmeldung**

**Die Anmeldung erfolgt**

- a) durch die reguläre Anmeldung beim Prüfungsamt in der 5. und 6. Semesterwoche (vergleichbar mit Anmeldungen zur Prüfung) UND
- b) durch die verbindliche Buchung eines Versuchstermins in moodle2 in der Anmeldefrist: 28. Oktober - 6. November.

Eine Abmeldung vom gebuchten Termin ist bis spätestens 2 Wochen vor dem gebuchten Termin per Mail an Friederike Kögler (praktikum-srs@uni-due.de) möglich. Ein Nicht-Erscheinen hat das Durchfallen bei allen drei Versuchen zur Folge.

**Informationen zur Moodle-Registrierung:**

In Moodle2 finden Sie unter  
Fakultät für Ingenieurwissenschaften /  
Abteilung Maschinenbau /  
Regelungstechnik und Systemdynamik  
Pflichtpraktika WiSe 2015/16  
die Einschreibung für die verschiedenen Versuche  
(<http://moodle2.uni-duisburg-essen.de>).

Die Einschreibung erfolgt für jeden Versuch getrennt.  
Für die Einschreibung benötigen Sie das für das jeweilige Semester aktuelle **Password**, das in der Vorlesung bekannt gegeben wird. Bitte lesen Sie die Hinweise für die Anmeldung in Moodle!

Einige der Praktika finden in englischer Sprache statt. Diese Termine sind insbesondere für ISE-Studierende vorgesehen.  
**Bitte melden Sie sich ausschließlich für die für Ihre Studienrichtung vorgesehenen Termine an!**

**Benotung / Nichtbestehen**

Ihre Leistungen bei den Versuchen werden benotet:

| Kriterium          | Beschreibung  | Note                  |
|--------------------|---|-----------------------|
| 0 Fehlversuche     | Alle drei Antestate (ms, dr, hs) werden beim 1. Versuch bestanden.                | 1,0                   |
| 1 Fehlversuch      | Ein nicht bestandenes Antestat, das dann beim Wiederholungstermin bestanden wurde | 3,0                   |
| Ab 2 Fehlversuchen |   | 5,0 (nicht bestanden) |

Bei einer 5,0 müssen alle drei Versuche wiederholt werden. Die Noten werden dem Prüfungsamt gemeldet und werden wie andere Prüfungsleistungen (z. B. Klausurnoten) gehandhabt.

Die Versuche müssen innerhalb eines Jahres in der Sequenz Systemdynamik-Regelungstechnik (+für Wiederholer in der Wiederholphase des darauf folgenden Semesters) vollständig



|  |  |
|--|--|
| <p>bestanden sein. Versuche aus älteren Semestern verfallen; die Versuche werden mit 1,0 oder 3,0 benotet ODER müssen vollständig wiederholt werden.</p> <p>Das Bestehen des Praktikums ist an folgende Kriterien geknüpft:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Anwesenheit: Das Praktikum beginnt exakt zur angegebenen Zeit. Teilnehmer, die bis spätestens 5 Minuten nach Beginn des Praktikums nicht erschienen sind, gelten ungeachtet der Ursache als Nicht Erschienen. Atteste können nur gegenüber dem Prüfungsamt geltend gemacht werden.</li><li>2) Feststellung der Identität: Zur Feststellung der Identität ist der Studierendenausweis vorzulegen.</li><li>3) Handschriftliche Lösung der Fragen im Skript: Im Antestat muss die individuelle, handschriftliche Lösung (im Original auf Papier, kein Tablet) der Fragen im Skript vorgelegt werden.</li><li>4) Mündliche Prüfungsfragen: Der Teilnehmer muss mindestens zwei der vier mündlichen Fragen vollständig und korrekt beantwortet haben.</li><li>5) Teilnahme am praktischen Versuch.</li></ol> | <p><b>Weitere Hinweise</b></p> <p>Es wird dringend empfohlen, die Versuche in den angegebenen Semestern und der angegebenen Reihenfolge zu absolvieren, da Fehlversuche zu Notenverschlechterungen oder einem Nicht-Bestehen führen!</p> |
|--|--|

# Veranstungsablauf WiSe 2015/16

Time table Winter term

# Lehrstuhl Steuerung, Regelung und Systemdynamik

Chair of Dynamics and Control

(Leitung/Head: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Söffker) (V1, September 2015)

| Veranstung<br>Course                                     | Sem.-woche<br>Week | 1  | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          | 14          | 15          | Prüfung<br>Exam                             |          |
|--|--------------------|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|----------|
| Systemdynamik  | v-sd               | Yellow   | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | White       | White       | White       | White       | White       | White       | Schriftlich                                 |          |
| System Dynamics  | v-sd_e             | Yellow   | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | White       | White       | White       | White       | White       | Schriftlich                                 |          |
| Control Theory   | v-cth              | White  | White       | Yellow      | Schriftlich                                 |          |
| Antriebstechnik  | v-ant              | Yellow   | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | White       | White       | White       | White       | White       | White       | Schriftlich                                 |          |
| Qual. Methoden II  | v-qmrII            | Yellow   | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | White       | White       | White       | White       | White       | White       | Schriftlich                                 |          |
| Prozessautomatisierungstechnik (Jelali)                  | v-pat              | White  | White       | White       | White       | White       | White       | White       | White       | White       | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Yellow      | Schriftlich                                 |          |
| Notlauf und Diagnose (Söffker/Wolters)                   | v-ndts             | White  | White       | White       | White       | White       | White       | White       | White       | White       | Yellow      | Yellow      | White       | White       | White       | White       | Schriftlich                                 |          |
| Seminar Produktentstehung                                | v-pe               | Wird in diesem Semester nicht von Seiten des Lehrstuhls SRS angeboten. |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | Abschlusspräsentation                       |          |
| Praktikum/Practical Exercise RT/CE, SD*                  | p-rt               | Green  | Green       | White       | White       | Green                                       | Antestat |
| Praktikum/ Practical Exercise CTh/RTh*                   | p-cth/rth          | Green  | Green       | White       | White       | White       | White       | White       | White       | Green                                       | Antestat |
| Mechatroniklabor/ MachineLab/ Teamprojekt/ Praxisprojekt | l-me/ma/te/pr      | Light Green  | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Abschlusspräsentation<br>Final presentation |          |

### Legende:

|  |             |  |
|--|-------------|--|
| Vorlesung/Übung / Lecture/Exercise       | Yellow      | *: Bitte beachten Sie den gesonderten Veranstaltungsablauf für die Praktika <b>Regelungstechnik und Systemdynamik</b> sowie <b>Regelungstheorie</b> . Please consider the separate time table for the practical exercises Control Engineering and System Dynamics as well as for Control Theory. |
| Veranstaltung, geblockt / Blocked course | Yellow      |  |
| Praktika/ Practical Exercises            | Green       |  |
| Labor/Labs                               | Light Green |  |
| Prüfung/Exam                             | Red         |  |



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



**Ablaufplanung/Schedule:**

| Wintersemester 2015-16 / Winter term 2015-16 (Kalenderwochen / Calendar weeks) |    |    |  |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |
|--|----|----|--|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|
| 43   | 44 | 45 | 46   | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Vorlesung Systemdynamik / Lecture System Dynamics                              |    |    |  |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |
| Wiederholer/in / Resits (hs)   |    |    | Praktikum Systemdynamik (ms, dr) / Practical Exercise System Dynamics (ms, dr) |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |

| Sommersemester 2016 / Summer term 2016 (Kalenderwochen / Calendar weeks)            |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 16  | 17 | 18 | 19  | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Vorlesung Regelungstechnik / Lecture Control Engineering<br>Lecture System Dynamics |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Wiederholer/in (ms, dr) / Resits (ms, dr)   |    |    | Praktikum Regelungstechnik und Systemdynamik (hs, ms, dr) / Practical Exercise Control Engineering and System Dynamics (hs, ms, dr) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

**Wichtig!** In der 5. und 6. Semesterwoche muss die Anmeldung im Prüfungsamt zu a) Praktikum und b) Prüfung erfolgen. Zusätzlich zu dieser Anmeldung erfolgt die Auswahl der Praktikumstermine über Moodle. Eine Abmeldung vom gewählten Termin ist nur bis spätestens 2 Wochen vor dem gebuchten Termin per Mail an praktikum-srs@uni-due.de möglich. Über Atteste/Entschuldigungen befindet das Prüfungsamt.

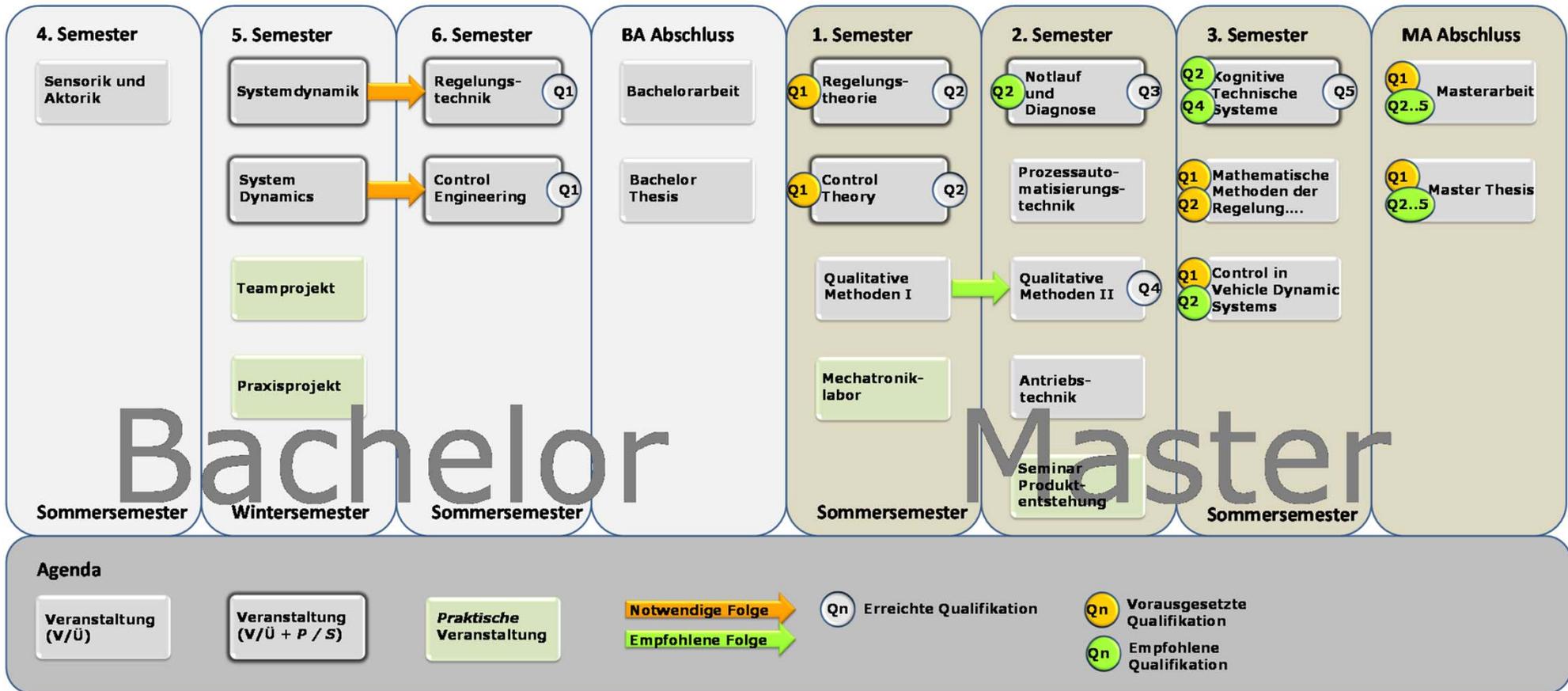
Das Praktikum Systemdynamik und Regelungstechnik wird benotet. Bei einer 5,0 müssen alle drei Versuche wiederholt werden. Die Versuche müssen innerhalb eines Kalenderjahres (in der Sequenz Systemdynamik-Regelungstechnik) vollständig bestanden sein. Versuche aus älteren Semestern verfallen.

**Important!** In the 5th and 6th week of the term you have to register at the Registrar's Office for a) the practical exercise and b) the examination. In addition to this application you have to select a date for the practical exercise via Moodle. You may unsubscribe from the selected date at least 2 weeks before the contracted date by mail to praktikum-srs@uni-due.de. The examination office decides about certificates/excuses.

The practical exercise System Dynamics and Control Engineering will be graded. Graded with a 5.0 (fail), all three experiments have to be repeated. The experiments must be fully passed within one calendar year (in the sequence System Dynamics-Control Engineering). Tests from earlier semesters expire.



## Lehrangebot Lehrstuhl SRS (empfohlene Veranstaltungsfolge, Stand 03.11)



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



# 1. Einordnung, Begrifflichkeiten, Rückkopplung, Technische Regelung

## 1.1a Einordnung > Literatur

- O. Föllinger: Regelungstechnik
- G. Ludyk: Theoretische Regelungstechnik
- H. Unbehauen: Regelungstechnik Bd 1,2,3
- **J. Lunze: Regelungstechnik (> ,Textbook')**
- **K. Ogata: Modern Control Engineering (Bachelor)**

## 1.1b Einordnung > Zeitschriften

- at-automatisierungstechnik
- Automatica
- IEEE Transact. on Automatic Control
- System and Control Letters
- Control Engineering Practise
- Process Control
- ....

10/34



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

- 1.1c Einordnung > Normen
  - DIN 19221f
    - > DIN 19226 Regelungs- und Steuerungstechnik
- 1.1d Einordnung > Gesellschaften
  - VDI/VDE
    - > Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
  - IEEE – Institute of Electric and Electronic Engineers
    - > Control System Society
  - IFAC - International Federation of Automatic Control
- 1.1e Einordnung > Diziplin  
Messtechnik, Regelungstechnik, Steuerungstechnik, Prozessinformatik  
Automatisierungstechnik  
▶ Mechatronik (Mechanical Engineering + Electronics)

11/34



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



## 1.2 Was ist ‚Regeln‘?

▶ ?

▶ hier: zentrale betrachtete Eigenschaft von technischen Systemen: Dynamik

▶ Steuern, Regeln, Interagieren (sprachlich)

▶ Wirkprinzip / -ablauf (sprachlich)

▶ Lässt sich der Wirkablauf graphisch darstellen?

> Ursache – Wirkung

> Wirkablauf > ‚Signalfluss‘ >> Wirkdarstellung

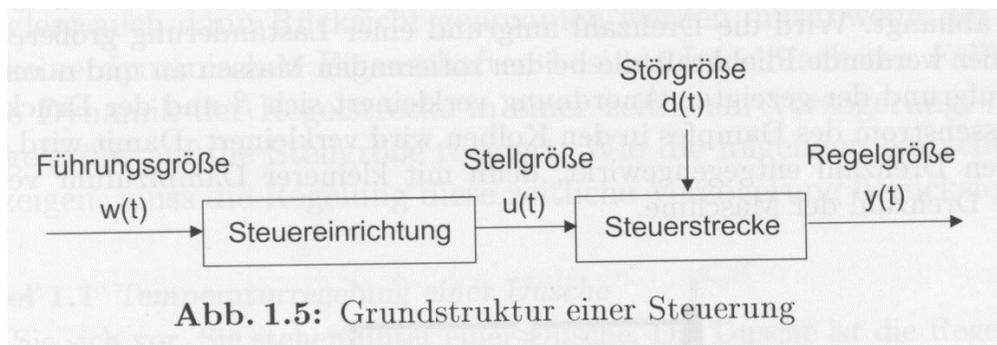


Abb. 1.5: Grundstruktur einer Steuerung

12/34

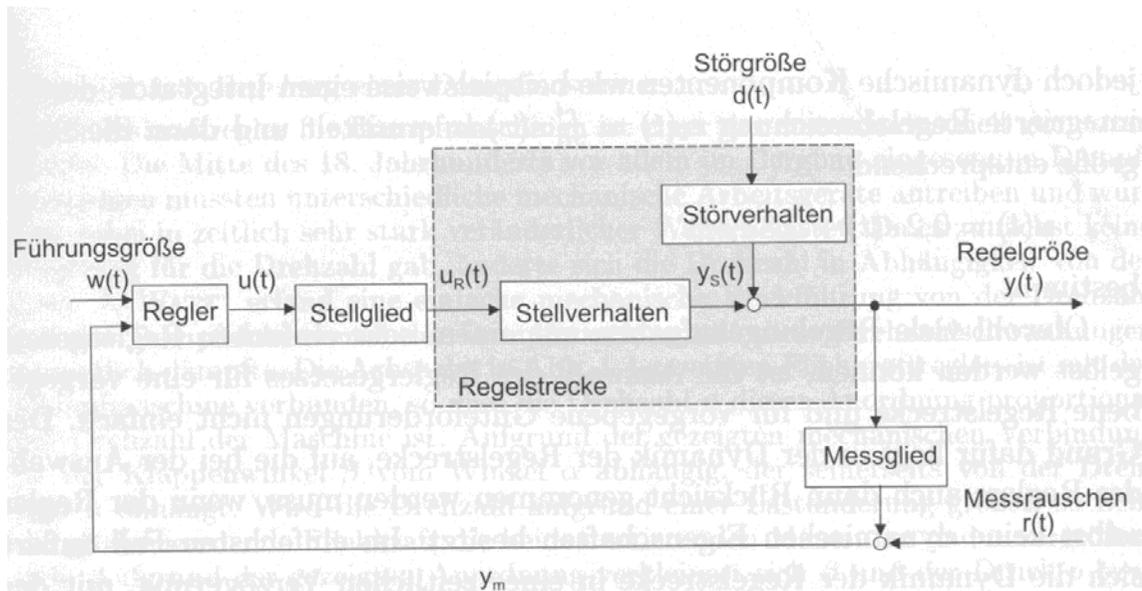


Abb. 1.3: Erweiterte Grundstruktur des Regelkreises

Was ist der Unterschied zwischen den Darstellungen?

Was ist das ‚Ziel‘ einer Steuerung, einer Regelung, einer Interaktion, was ist der Unterschied?

## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis I

### Begriff: System



#### Definition System:

Durch einen Zweck (z. B. hinsichtlich technisch/physikalischer Zusammenhänge) abgegrenzter Ausschnitt der Realität. Das System steht mit seiner Umwelt in Wechselwirkung, wobei aus der Umwelt Eingangsgrößen (EG) auf das System einwirken und Ausgangsgrößen (AG) vom System auf die Umwelt wirken.

#### Beispiel: Kraftfahrzeug

Zusammenhang: Beschleunigen / Verzögern

EG/AG:

Im System:

Nicht im System:

13/34



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis II

### Begriff: Größe



#### Definition Größe:

Verhalten (Eigenschaften / Zustände) innerhalb des Systems bzw. über die Systemgrenzen hinweg, in der Technik üblicherweise technisch-physikalischer Natur. Größen werden zweckabhängig definiert, in der klassischen Regelungstechnik werden meist skalare oder vektorielle Größen betrachtet.

Zentrale Eigenschaft der in der Systemdynamik / Regelungstechnik betrachteten Größen ist die Zeitveränderlichkeit der aktuellen Werte.

#### Physikalische Welt > Systemdynamische Betrachtung:

Physikalische Größen > Größen im Kontext des Zusammenhanges Ihrer Wirkung

15/34



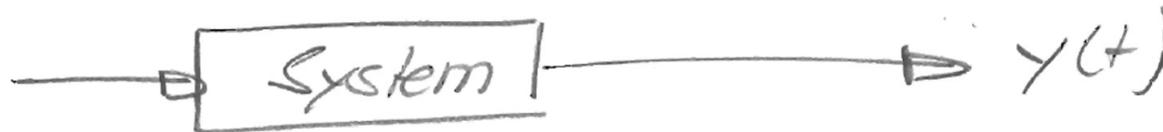
Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis III

### Begriff: Regelgröße



### Definition Regelgröße:

Größe, die auf einem gewünschten Wert gehalten werden soll.  
Dieser Wert kann fest (Festwertregelung) oder vorgegeben veränderlich sein (Führungsgrößenregelung).

### Beispiel: Kraftfahrzeug

Festwertregelung:

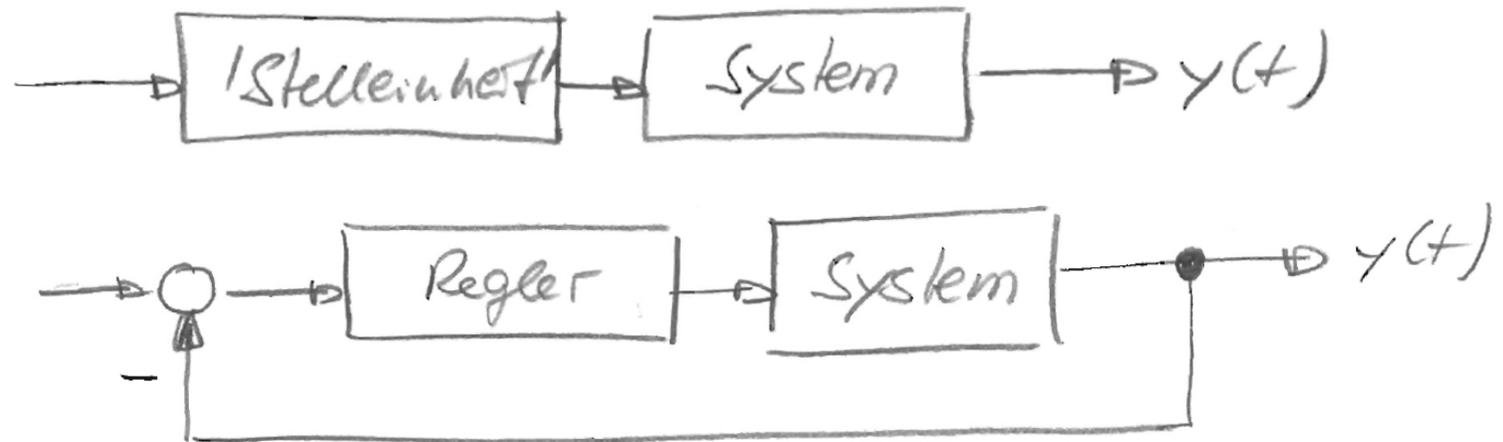
Führungsgrößenregelung:

16/34



## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis IV

**Begriffe:** - Steuerung  
- Regelung



### Definition Steuerung:

Die Steuerung ist der Vorgang in einem System, bei dem die EG die AG auf Grund der dem System zugrundeliegenden Eigenschaften beeinflussen.  
Kennzeichen des Steuerns ist der offene Wirkablauf in einer sog. Steuerkette.

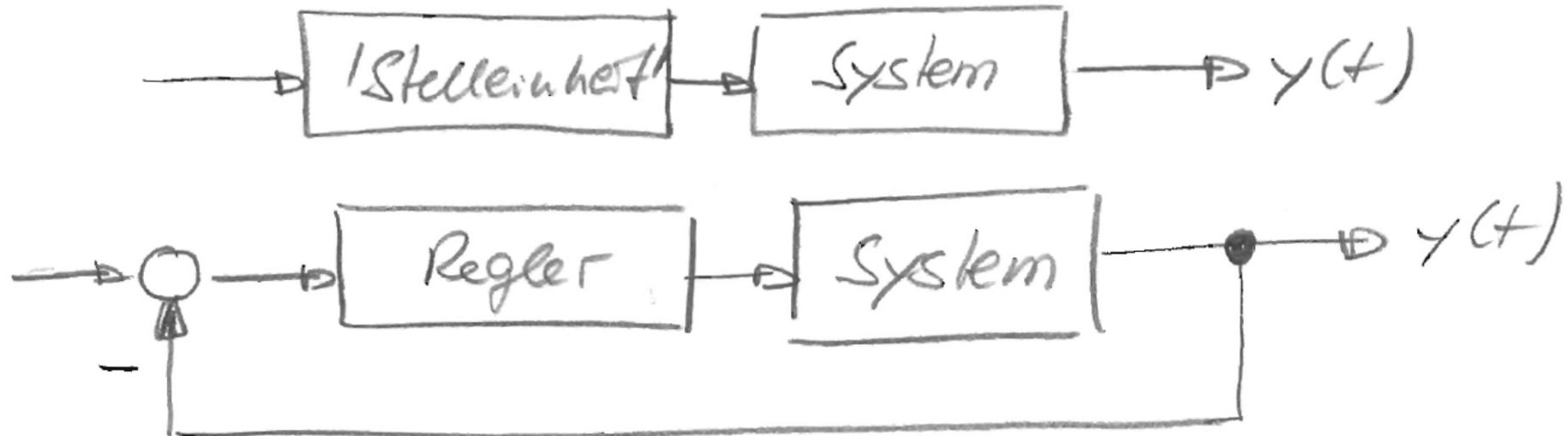
### Definition Regelung:

Die Regelung ist ein Vorgang bei dem die Regelgröße fortlaufend erfasst, mit der Führungsgröße (FG) verglichen und im Sinne einer Angleichung an die FG beeinflusst wird. Die Regelung kann die Aufgabe trotz größerer Störungen erfüllen.  
Kennzeichen einer Regelung ist der sog. geschlossene Wirkablauf (im Regelkreis).

17/34

## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis V

### Beispiel: Steuerung vs. Regelung



#### Beispiel Steuerung: Kfz-Geschwindigkeit

Wirkweise:

Vorteil:

Nachteil:

#### Beispiel Regelung: Kfz-Geschwindigkeit mit ‚Tempomat‘/(Fahrgeschwindigkeitsregler)

Wirkweise:

Vorteil:

Nachteil:

**Zentral:** Wirkweise wird als Pfeil abgebildet und als Signal aufgefasst  
> Wirkweise > gerichtete Größe

18/34



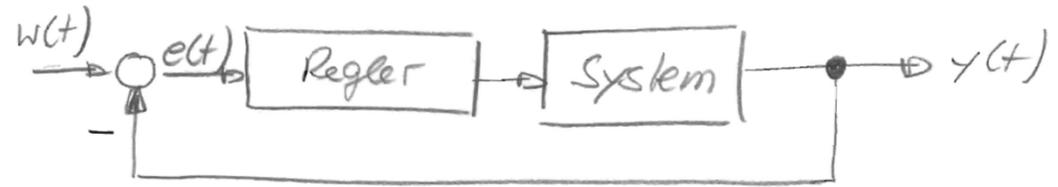
Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



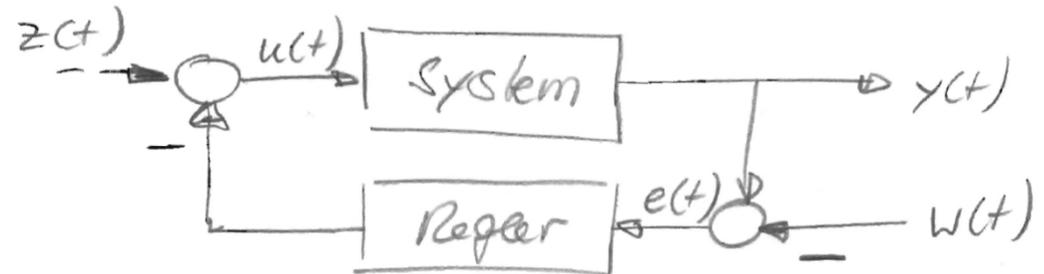
## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis VI

### Begriffe:



### Begriff Führungsgröße $w(t)$ :

Größe, die der Regeleinrichtung von außen zugeführt wird und der die Regelgröße folgen soll.



### Begriff Stellgröße $u(t)$ :

Größe, durch deren Änderung die Regelgröße beeinflusst werden kann. Die Stellgröße (SG) ist die Ausgangsgröße der Regeleinrichtung und damit die Eingangsgröße der zu regelnden Strecke (Regelstrecke).

### Begriff Regelabweichung $e(t)$ :

Größe, die die Differenz zwischen gewünschtem und tatsächlichem Verhalten der Regelgröße abbildet oder darstellt. Es ist eine interne Größe der Regeleinrichtung, die zur Bildung der SG herangezogen wird.

19/34

### Begriff Störgröße $z(t)$ , $d(t)$ :

Von außen auf ein System einwirkende Größe, die die beabsichtigte Beeinflussung der Steuerung bzw. der Regelung behindert und entsprechenden Einfluss auf die Regelgröße hat.



## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis VII

### **Begriffe: Strecke, Regler, Übertragungselement, Übertragungssystem**

#### **Definition Strecke / Steuerstrecke / Regelstrecke:**

Die Strecke ist der Teil des Wirkweges, welcher den zu beeinflussenden Teil des Gesamtsystems darstellt.

#### **Definition Regler / (Reglereinrichtung):**

Regler ist der Teil des Wirkweges, welcher die Beeinflussung der Strecke über den Aktor/Aktuator (das Stellglied) bewirkt. (Die Regeleinrichtung enthält zusätzlich eine Einrichtung zum Erfassen der Regelgrößen ((Sensor/Messglied), zum Vergleich von Führungs- und Regelgrößen (Vergleicher) sowie zum Bilden der Stellgröße.))

#### **Definition Übertragungselement:**

Abstrakte Betrachtung eines Systems, dessen Übertragungseigenschaften betrachtet werden. Dieses kann sowohl die Strecke als auch der Regler sein. Hier steht die konkrete Abgrenzung von seiner Umwelt sowie die Klassifizierung hinsichtlich der dynamischen Eigenschaften im Vordergrund. Die Elemente eines Regelkreises sind aus dynamischer Sicht allesamt Übertragungselemente, die Einordnung innerhalb des Regelkreises erlaubt die weitere Klassifizierung als Strecke oder Regler.

#### **Definition Übertragungssystem:**

Abstrakte Betrachtung eines aus verschiedenen Übertragungselementen zusammengesetzten Systems.

20/34



## 1.3 Grundlegendes – System, Größen und Regelkreis VIII

### **Begriffe: Stellglied, Übertragungsglied, Messglied**

Begriffe der Art ‚xyz-Glied‘ werden typischerweise in Normen (z. B. ehemals DIN 19226) verwendet, um die Geräte/Gerätschaften zu benennen, die in der praktischen Ausführung/ Industriepraxis zur Realisierung von Regelkreisen verwendet werden.

#### **Synonyme und Bedeutung:**

Stellglied: Aktor, Aktuator: realer Mechanismus zur Beeinflussung von Energie- und Massenströmen etc.

Messglied: Sensor, Messaufnehmer, Messwertaufnehmer:  
realer Mechanismus zur messtechnischen Erfassung physikalischer Größen (mechanischer, thermischer, elektrischer, ...) typischerweise erfolgt eine Umwandlung in mechanische/elektrische/zunehmend jedoch digitale Größen

Übertragungsglied: Synonym für die Eigenschaft von xyz-Gliedern die informations-/signaltechnische Größen übertragen.

#### Hinweis:

Wichtig ist die sprachlich begriffliche Trennung von Ebenen, nämlich von **Signalen / Funktionen** (abstrakt) sowie **Größen** (real), von **Systemen** und **Verhaltensweisen** (abstrakt), sowie von der **physikalisch/technischen Realisierung** (real) und der **mathematisch abstrakten Darstellung** (z.B. durch Gleichungen), die sich entsprechend in den Begriffen und Bezeichnungen niederschlägt.

In der älteren Literatur sowie in praxisnahen Darstellungen werden die verschiedenen Betrachtungsebenen oft nicht getrennt, was den späteren Zugang zu neuen informationstheoretisch orientierten Regelungskonzepten nicht erleichtert.

21/34



Lehrstuhl  
Steuerung, Regelung  
und Systemdynamik

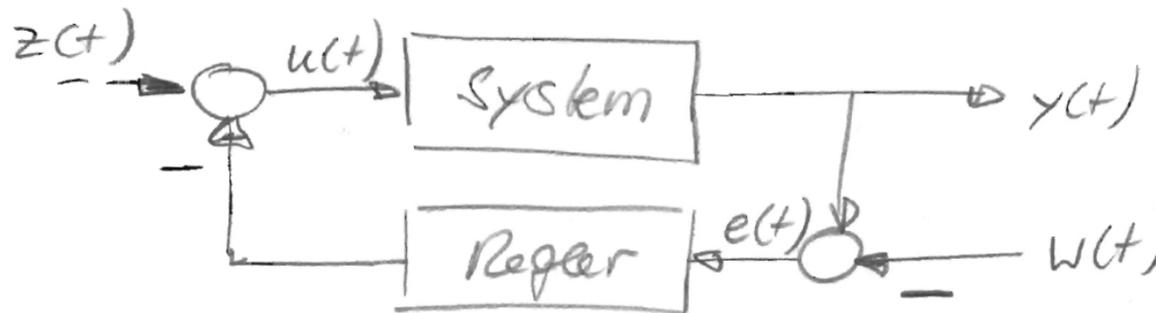
Veranstaltung Systemdynamik  
D. Söffker  
VE-1: Formales, Begriffe, Prinzipien



## 1.4 Ziele der Regelung / Vorgehensweise

### Aus der Definition:

Die Regelung ist ein Vorgang bei dem die Regelgröße fortlaufend erfasst, mit der Führungsgröße (FG) verglichen und im Sinne einer Angleichung an die FG beeinflusst wird. Die Regelung kann die Aufgabe trotz größerer Störungen erfüllen. Kennzeichen einer Regelung ist der sog. geschlossene Wirkablauf (im Regelkreis).



### Ziele:

- > Beeinflussung des dynamischen Verhaltens
  - Verhalten der Regelgrößen
  - Stabilität des Systems
  - Schnelles Angleichen der Regelgröße zur Führungsgröße
  - Schnelles Ausgleichen der Wirkung der Störgröße auf die Regelgröße

### Vorgehensweise/Grundprinzip:

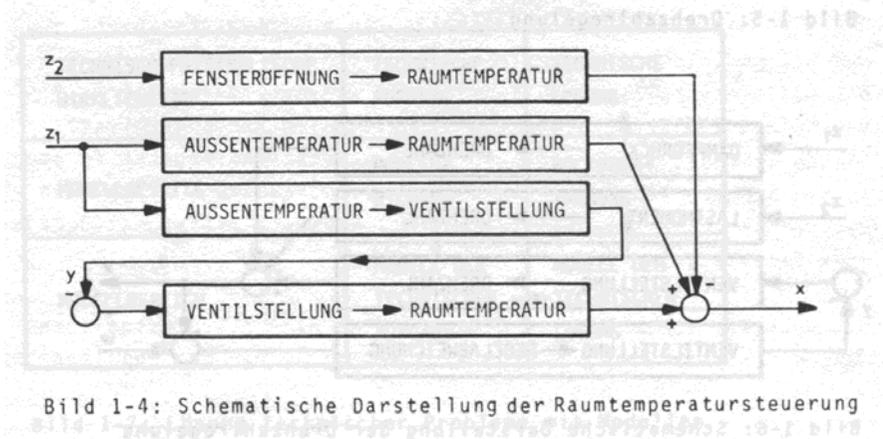
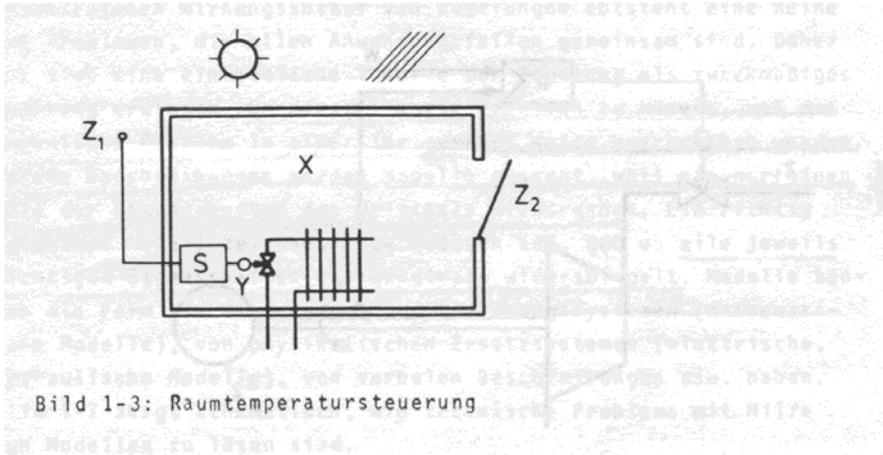
- Vergleich von Soll und Ist
- Rückführung der Differenz
- Geeignete dynamische Beeinflussung der Rückführung >> **Reglerentwurf**

22/34



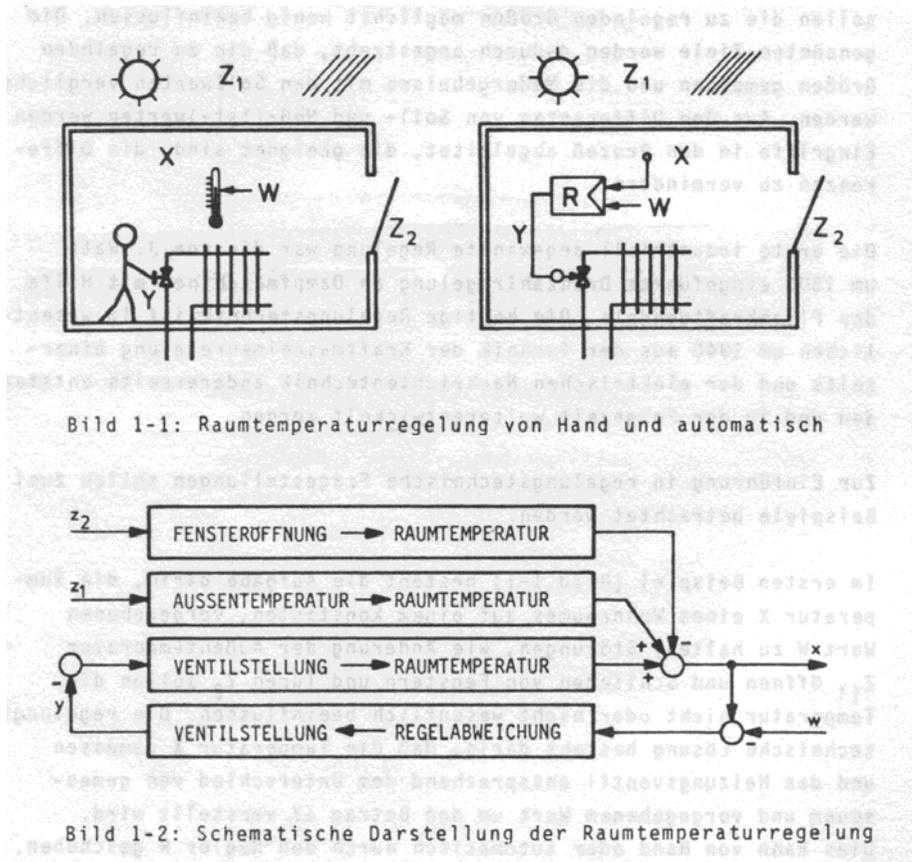
# 1.5 Beispiele

## 1.5.1 Heizung



nach: Rake, Regelungstechnik A (Skript), RWTH Aachen, 1984

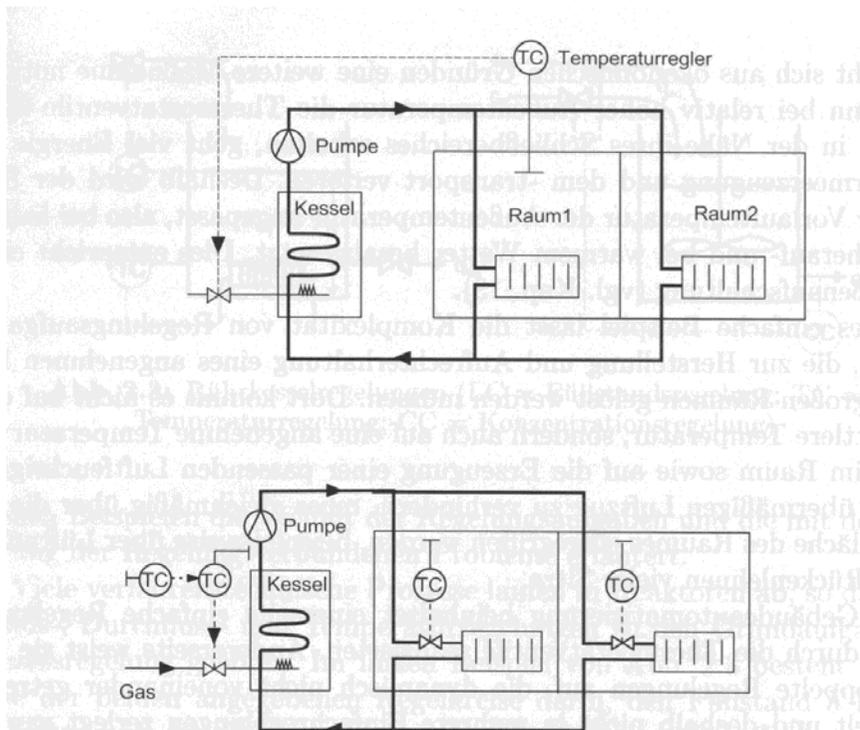
## 1.5.1 Heizung - Fortsetzung



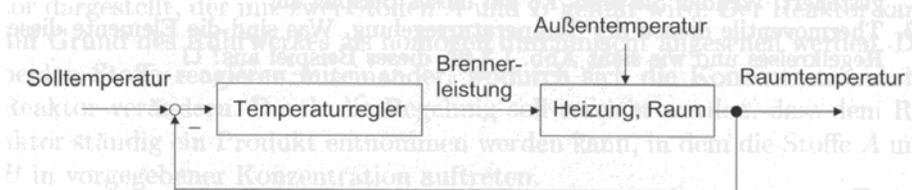
nach: Rake, Regelungstechnik A (Skript), RWTH Aachen, 1984

24/34

## 1.5.2 Gebäudeautomatisierung



**Abb. 2.1:** Raumtemperaturregelung: Einzelraumregelung (oben);  
Regelung mit Thermoventilen und außentemperaturgeführter  
Vorlauftemperatur (unten)



**Abb. 2.2:** Blockschaltbild der Raumtemperaturregelung

25/34