

## Übungsblatt 1: Informationen und Modellbildung

Prof. Dr. Moritz Diehl und Dr. Jörg Fischer

---

Der Kurs Systemtheorie und Regelungstechnik I (SR1) basiert auf zwei Säulen, der Vorlesung (Mittwochs und Freitags), und den Übungsgruppen (Freitags). Die Vorlesung wird von Moritz Diehl gehalten, und die Übungsgruppen werden von Jörg Fischer koordiniert, der unter der Email [joerg.fischer@imtek.de](mailto:joerg.fischer@imtek.de) erreichbar ist. Aktuelle Informationen zur Vorlesung finden Sie immer unter <http://www.syscop.de/teaching/2016/systemtheorie-und-regelungstechnik-1>. In einem vergangenen Semester wurde die Vorlesung aufgezeichnet, die Videoaufnahmen finden sich auf der Vorlesungsseite und können der Nachbereitung des Stoffes dienen. Zudem gibt es ein Skript, das Sie auf Wunsch in gedruckter Form in der Vorlesung erhalten.

**Übungsblätter und Übungsgruppen:** Hauptziel der Übungsgruppen ist die Korrektur und Diskussion der Übungsblätter, die jede Woche Mittwochs online gestellt werden, und am darauffolgenden Mittwoch **um 8:15 Uhr, vor der Vorlesung** abgegeben werden. ACHTUNG: Ist ein Mittwoch vorlesungsfrei, müssen die Blätter am Freitag danach abgegeben werden. Teams von bis zu zwei Personen aus der gleichen Übungsgruppe dürfen zusammen abgeben. Jede Person eines Teams sollte jede Aufgabe auf ihrem/seinem Blatt verstanden haben und nach der Rückgabe vorrechnen können. Es gibt vier Übungsgruppen, Räume und Tutoren, die wie folgt zugeordnet sind:

- Gruppe 1, 051 HS 03 026, Florian Messerer [messeref@tf.uni-freiburg.de](mailto:messeref@tf.uni-freiburg.de)
- Gruppe 2, 051 SR 00 031, Alexander Petrov [alex\\_petrov13@abv.bg](mailto:alex_petrov13@abv.bg)
- Gruppe 3, 051 SR 00 034, Franziska Gerhards [franzipgerhards@gmx.de](mailto:franzipgerhards@gmx.de)
- Gruppe 4, 078 SR 00 014, Peter Hofmeier [phofmeier@googlemail.com](mailto:phofmeier@googlemail.com)

**Mikroklaturen:** Während des Semesters werden vier sogenannte Mikroklaturen geschrieben, die aus einem einzigen Blatt mit Multiple-Choice-Fragen bestehen, und vor allem der Selbstkontrolle dienen sollen, aber wie eine wirkliche Klausur geschrieben und korrigiert werden. Jede Frage hat vier Antworten, von denen nur eine richtig ist. Kein Kreuz oder mehrere Kreuze gibt null Punkte. Es sind dabei keinerlei Hilfsmittel außer einem Stift und leerem Papier vorgesehen. Die Mikroklaturen werden jeweils an einem Freitag morgen um 8:15 s.t. im Vorlesungshörsaal geschrieben. Die Daten sind wie folgt:

Mikroklatur 1: Freitag, 13.05.2016, Mikroklatur 2: Freitag, 10.06.2016, Mikroklatur 3: Freitag, 24.06.2016, Mikroklatur 4: Freitag, 15.07.2016.

**Abschlussklausur:** Die Endnote entspricht der Note der Abschlussklausur. Die Abschlussklausur ist “closed-book”, es sind also keine Hilfsutensilien außer Stiften, leerem Papier und genau einem DIN A4 Blatt mit zwei handschriftlich beschriebenen Seiten als Formelsammlung erlaubt. Die Fragen sind zum Teil Multiple-Choice, wie bei den Mikroklaturen, zum Teil Fragen mit Textantworten, wie bei den Übungsblättern.

**Zulassung:** Die Zulassung zur Abschlussklausur wird erhalten, wenn die folgenden Kriterien erfüllt sind

- **Bestehen der Übung:** Jedes Übungsblatt wird durch die erworbenen Punkte in Prozent bewertet. In den neun besten der elf Übungsblätter muss ein Durchschnitt von mindestens 50% der Punkte erreicht werden. BEISPIEL: Ein Student hat 2 mal 90% und 9 mal 40% der Punkte erworben, somit ist der Durchschnitt aus den besten neun 51,1%. Die Übung ist dadurch bestanden.
- **Bestehen der Mikroklaturen:** Auch die Mikroklaturen werden durch die erworbenen Punkte in Prozent bewertet. In den drei besten der vier Mikroklaturen muss im Durchschnitt mindestens 50% der Punkte erreicht werden.

**Aufgaben:** Abgabe am Mittwoch, 27.04.2016, um 8:15 Uhr vor der Vorlesung.

1. Besorgen Sie sich das Skript zur Vorlesung als PDF oder in gedruckter Form, lesen Sie Kapitel 1, und nennen Sie ein Ihnen unbekanntes oder seltsam vorkommendes mathematisches Symbol auf Seite 14 oder 15. (1 Punkt)
2. Erklären Sie den Unterschied zwischen „Steuerung“ und „Regelung“? (1 Punkt)
3. Nennen Sie ein Ihnen interessant erscheinendes regelbares technisches (oder anderes) System mit Angabe von Eingängen (Stellgrößen) und Ausgangsgrößen, die man messen kann. (2 Punkte)
4. In welchem Zusammenhang steht die Regelungstechnik zur Systemtheorie? (1 Punkt)

5. Wir modellieren die Wassermenge  $m(t)$  (in kg) in einem Waschbecken, in das durch einen Wasserhahn Wasser mit der von uns steuerbaren Massenflussrate  $u(t)$  (in kg/s) einläuft. Neben dem Zufluss  $u(t)$  durch den Wasserhahn gibt es auch einen Ausfluss, da der Stöpsel offen ist. Der Ausfluss habe die Massenflussrate  $k\sqrt{m(t)}$ , wobei  $k$  eine als bekannt angenommene positive Konstante (mit Einheit  $\sqrt{\text{kg/s}}$ ) ist. (6 Punkte)
- (a) Skizzieren Sie das Waschbecken mit seinen Ein- und Ablaufströmen.
  - (b) Entscheiden Sie welchen Zustand - oder welche Zustände -  $x(t)$  Sie brauchen und das System vollständig beschreiben zu können. Überlegen Sie sich dafür welche Größen Sie neben Eingangssignal und den dynamischen Gleichungen noch benötigen um das Systemverhalten vorherzusagen.
  - (c) Leiten Sie eine gewöhnliche Differentialgleichung (ODE) der Form  $\dot{x} = f(x(t), u(t))$  her, die das dynamische Verhalten der Zustände  $x(t)$  beschreibt. Denken Sie an den Zu- und Abfluss des Wassers. Verwenden Sie die Anfangsbedingung  $m(0) = m_0$ , wobei  $m_0$  eine als bekannt angenommene positive Konstante darstellt.
6. \*Erweitern Sie den Aufbau aus der vorhergehenden Aufgabe um ein Auffangbecken, das die gesamte Wassermenge aufnimmt, die aus dem Waschbecken abfließt. Zudem soll nun ebenfalls die Verdunstung berücksichtigt werden. Die Verdunstungsrate einer Wassermenge  $m(t)$  betrage  $v \cdot m(t)$ , wobei  $v$  eine bekannte Konstante mit Einheit  $1/\text{s}$  ist. Formulieren Sie die Differentialgleichungen, die die Wassermenge in den beiden Becken beschreibt. Verwenden Sie  $m_1(t)$  für die Wassermenge im Waschbecken und  $m_2(t)$  für die Wassermenge im Auffangbecken. Die bekannten Anfangswerte sind  $m_1(0) = m_{01}$  und  $m_2(0) = m_{02}$ . (\*2 Punkte)