

| <b>Modulbezeichnung (Kürzel)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Regelungstechnik (RT)</b>                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Modulbezeichnung (eng.)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Control Theory                                                                                                                                                                                               |
| <b>Semester (Häufigkeit)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4 (jedes Sommersemester)                                                                                                                                                                                     |
| <b>ECTS-Punkte (Dauer)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5 (1 Semester)                                                                                                                                                                                               |
| <b>Art</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Pflichtmodul                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Studentische Arbeitsbelastung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 15 h Kontaktzeit + 135 h Selbststudium                                                                                                                                                                       |
| <b>Voraussetzungen (laut BPO)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Keine                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Empf. Voraussetzungen</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Mathematik II, Grundlagen der Wechselstromtechnik                                                                                                                                                            |
| <b>Verwendbarkeit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BORE                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Prüfungsart und -dauer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kursarbeit nach Ansage des Lehrenden                                                                                                                                                                         |
| <b>Lehr- und Lernmethoden</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Multimedial aufbereitetes Online-Studienmodul zum Selbststudium mit zeitlich parallel laufender Online-Betreuung und regelmäßigen virtuellen Lehrveranstaltungen, Laborveranstaltungen (vor Ort oder online) |
| <b>Modulverantwortliche(r)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | A. Korff (THL)                                                                                                                                                                                               |
| <b>Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten</b><br>Studienleistung (Labor): Teilnahme an den Laborveranstaltungen und Abgabe der dazugehörigen Laborberichte (1 CP). Bewertet mit 'Bestanden'<br>Prüfungsleistung (4 CP): Bestehen der Prüfung (Kursarbeit)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Qualifikationsziele</b><br>Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundbegriffe der Regelungstechnik erklären.</li> <li>• für gegebene physikalische Systeme mit begrenzter Komplexität passende mathematische Modelle zur Beschreibung des dynamischen Verhaltens aufstellen.</li> <li>• für ein dynamisches System die Reaktion auf ein gegebenes Eingangssignal berechnen.</li> <li>• die Parameter eines dynamischen Modells an Hand aufgezeichneten Sprungantworten berechnen.</li> <li>• die Parameter eines PID-Reglers an Hand der Streckenübertragungsfunktion und gegebener Anforderungen an das Regelkreisverhalten einstellen.</li> <li>• die dynamische Stabilität eines Regelkreises überprüfen.</li> <li>• die regelungstechnischen Problemstellungen auch mit Hilfe von rechnergestützten Simulationen lösen.</li> <li>• einige Möglichkeiten zur Erweiterung des einschleifigen Regelkreises und der damit verbundenen Möglichkeiten zur Auflösung der üblichen Zielkonflikte bei der Einstellung des PID-Reglers nennen und erklären.</li> <li>• an Hand einer gegebenen Regelstrecke eine passende Struktur, den passenden Regler und die geeigneten Methoden zur Kennwertermittlung und Reglereinstellung auswählen.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                              |

## Lehrinhalte

**Einführung** Beispiele für aktuelle regelungstechnische Anwendungen; Regelkreis und Begriffsklärungen; Regelung vs. Steuerung; grundsätzliche regelungstechnische Aufgabenstellung

**Modellbildung und Systemdynamik** Allgemeines zu Modellbildung und Systemdynamik; Beschreibung des dynamischen Systemverhaltens mit Hilfe von Differentialgleichungen; Aufstellen von Differentialgleichungen; Lösung von Differentialgleichungen im Zeitbereich; Lösung von Differentialgleichungen im Bildbereich mit Hilfe der Laplace-Transformation; einfache regelungstechnische Übertragungsglieder; Statische Eigenschaften von Übertragungsgliedern; Darstellung komplexer Systeme mit Hilfe von Blockschaltbildern / Vereinfachung von Blockschaltbildern; Linearisierung von Systemen

**Einschleifiger Regelkreis** Struktur und Übertragungsfunktionen des einschleifigen Regelkreises; Anforderungen an den einschleifigen Regelkreis; PID(TI)-Regler

**Stabilität in der Regelungstechnik** Begriff der Stabilität in der Regelungstechnik; Prüfung der Stabilität mit Hilfe der Polstellen der Übertragungsfunktion; Hurwitz-Kriterium für die Stabilitätsprüfung einer Übertragungsfunktion; Nyquist-Kriterium für die Stabilitätsprüfung eines geschlossenen Regelkreises

**Kennwertermittlung für Regelstrecken** Allgemeines zur Kennwertermittlung für Regelstrecken; Kennwertermittlung für einfache Regelstrecken; Totzeit-Verzögerungszeit-Modelle; PT2-Verzögerungs-Modelle; PTn-Verzögerungs-Modelle; ITn-Glieder (Verfahren nach Streijc); Einsatz von Optimierungsverfahren zur Kennwertermittlung

**Einfache Verfahren zur Reglereinstellung** Reglereinstellung nach Ziegler-Zichols; Reglereinstellung nach Chien-Hrones-Reswick; Reglereinstellung mit Hilfe der Summenzeitkonstante

**Reglereinstellung im Frequenzbereich** Darstellung des frequenzabhängigen Verhaltens von Übertragungsfunktionen mit Hilfe von Bode-Diagrammen; Skizzieren der Geradenapproximation von Bode-Diagrammen; Einstellung von Reglern mit Hilfe des Phasenrandkriteriums; Einstellung von Reglern für offene Ketten mit einem Integrator; Einstellung von Reglern für offene Ketten mit zwei Integratoren

**Optimale Regler** Grundidee des optimalen Reglers; Optimierungskriterien für optimale Regler; Überblick über die benötigten Softwarefunktionen von optimalen Reglern

**Erweiterungen des einschleifigen Regelkreises** Smith-Prädiktor; Sollwertfilterung; Regelung mit Vorsteuerung; Kaskadenregelung; Störgrößenaufschaltung

## Literatur

Dorf, Richard C.; Bishop, Robert H. (2007): Moderne Regelungssysteme. 10., überarb. Aufl. München: Pearson Deutschland; Pearson Studium (Pearson Studium - Elektrotechnik).

Lunze, Jan (2016): Regelungstechnik. 11., überarbeitete und ergänzte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (Lehrbuch).

Lutz, Holger; Wendt, Wolfgang (2014): Taschenbuch der Regelungstechnik. Mit MATLAB und Simulink. 10., erg. Aufl., 1. Dr. Haan-Gruiten: Verl. Europa-Lehrmittel Nourney, Vollmer.

## Lehrveranstaltungen

| Dozenten/-innen                            | Titel der Lehrveranstaltung |
|--------------------------------------------|-----------------------------|
| A. Korff (TH Lübeck)                       | Regelungstechnik            |
| A. Korff (THL), G. Kane, R. Rasenack (EMD) | Praktikum Regelungstechnik  |