

Vorwort

Aufbauend auf den im ersten Band vermittelten Grundlagen linearer Regelungen behandelt der zweite Band die Modellierung und Analyse von Mehrgrößensystemen, den Entwurf von Mehrgrößenreglern sowie die digitale Regelung.

Obwohl für Mehrgrößensysteme zahlreiche Analyse- und Entwurfsverfahren im Zeitbereich und im Frequenzbereich zur Verfügung stehen, haben die theoretischen Grundlagen beider Betrachtungsweisen bisher nur begrenzt Eingang in Lehrbücher für das Ingenieurstudium gefunden. Insbesondere fehlen einführende Darstellungen, in denen die Theorie mit praxisrelevanten Beispielen und Übungsaufgaben verknüpft ist und in denen ein Anschluss an die rechnergestützten Entwurfswerkzeuge wie beispielsweise MATLAB hergestellt wird. Diese Lücke zu schließen, ist ein Anliegen des vorliegenden Buches.

Inhalt. Die Stoffauswahl wurde wesentlich durch die Erfahrungen des Autors bei der Behandlung praktischer Mehrgrößenregelungsaufgaben aus den Gebieten der Elektroenergieversorgung, der chemischen Verfahrenstechnik und der Bioverfahrenstechnik bestimmt. Diese Anwendungen legen es nahe, von der Vielzahl der im Laufe der Zeit entwickelten Verfahren diejenigen herauszugreifen, die einerseits von praktisch erfüllbaren Voraussetzungen ausgehend ein gutes theoretisches Fundament haben und andererseits zu überschaubaren Analyse- und Entwurfsergebnissen führen. Viele **Beispiele** verdeutlichen diesen Charakter der beschriebenen Methoden. Der praktische Hintergrund der Beispiele kann hier zwar nur kurz angesprochen werden. Die betrachteten Regelungsaufgaben sowie die zu ihrer Lösung verwendeten Modelle zeigen jedoch, worin die maßgebenden Schwierigkeiten dieser Regelungsaufgaben bestehen und welche praktisch akzeptablen Vereinfachungen möglich sind.

Die digitale Regelung wird im dritten Teil dieses Buches ausgehend von der Frage behandelt, welche Veränderungen sich für den Regelkreis ergeben, wenn anstelle eines kontinuierlich arbeitenden Reglers ein Abtastregler eingesetzt wird. Der Schwerpunkt liegt in der Behandlung derjenigen Probleme, die sich beim Übergang von der kontinuierlichen zur zeitdiskreten Betrachtungsweise ändern bzw. neu entstehen. Die Gliederung des dritten Teils ähnelt deshalb der des ersten Teils, wodurch die Parallelen bei der Behandlung kontinuierlicher und zeitdiskreter Systeme deutlich zum Ausdruck kommen und die neuen Aspekte der Abtastsysteme herausgehoben werden.

Einige der hier angesprochenen Themen werden erstmals in einem Lehrbuch der Regelungstechnik behandelt, u. a. die strukturelle Steuerbarkeit und strukturelle Beobachtbarkeit, das Innere-Modell-Prinzip, Einstellregeln für Mehrgrößensysteme,

die robuste Regelung sowie die Modellbildung gekoppelter Systeme und die dezentrale Regelung. Die zu diesen Themen vorgestellten Methoden entstanden aus Forschungsarbeiten, die zu praktikablen Analyse- und Entwurfsverfahren geführt haben bzw. die Regelungstheorie an wichtigen Punkten ergänzen.

Bei der Vermittlung des Stoffes wird Wert auf eine in allen Einzelheiten durchschaubare Darstellung gelegt. Für Mehrgrößensysteme entsteht dabei jedoch das Problem, dass selbst sehr einfache Beispiele nicht mehr von Hand gerechnet werden können und der Lösungsweg nicht immer in allen Einzelheiten aufgeschrieben werden kann. Hier kommt das bereits im ersten Band eingeführte Programmsystem **MATLAB** zum Einsatz, das umfangreiche numerische Rechnungen übernimmt. Die Behandlung der Beispiele kann sich deshalb auf die Herausarbeitung der numerisch zu lösenden Probleme beschränken und mit den von MATLAB gelieferten Ergebnissen weiterarbeiten.

Zahlreiche **Übungsaufgaben** dienen zur Festigung des Stoffes. Die Lösungen der wichtigsten Aufgaben sind im Anhang angegeben.

Die am Ende jedes Kapitels gegebenen **Literaturhinweise** beziehen sich auf Aufsätze und Bücher, die maßgeblich zur Entwicklung der Regelungstheorie beigetragen haben bzw. in denen einzelne Aspekte des beschriebenen Stoffes vertieft dargestellt sind.

Leser. Ein großer Teil der für Mehrgrößensysteme entwickelten Ansätze setzt umfangreiche mathematische Kenntnisse voraus. Die Stoffauswahl dieses Buches ist u. a. durch das Ziel bestimmt, die wichtigsten Herangehensweisen und Verfahren so darzustellen, dass von den Lesern lediglich Kenntnisse über die Matrizenrechnung sowie über die Anwendung der Fourier-, Laplace- und Z -Transformation vorausgesetzt werden müssen, die den Ingenieurstudenten in den ersten Semestern vermittelt werden.

Ich verwende dieses Buch an der Ruhr-Universität Bochum für eine weiterführende Regelungstechnikvorlesung des Masterstudiengangs Elektrotechnik und Informationstechnik. In dieser einsemestrigen Veranstaltung werden die meisten der hier behandelten Themen angesprochen, allerdings nicht immer in der beschriebenen Tiefe. Das Buch dient als Vorlesungsskript, beschreibt Erweiterungen des behandelten Stoffes und dient als Vorlage für die Rechenübungen. Die im Anhang angegebenen **Projektaufgaben** sind von den Hörern meiner Lehrveranstaltung parallel zur Vorlesung mit dem Programmsystem MATLAB zu lösen. Sie vermitteln erste Erfahrungen im Umgang mit Mehrgrößenregelungen und digitalen Regelkreisen.

Danksagung. An der mehrjährigen Umarbeitung meiner Vorlesung, aus der dieses Buch entstand, haben meine Mitarbeiter und Studenten großen Anteil. Herr M. Sc. ALEXANDER SCHWAB hat in den letzten Jahren die zu dieser Vorlesung gehörende Übung geleitet und wertvolle Hinweise zur Verbesserung der Übungsaufgaben gegeben. Bei der Überarbeitung des Buches zeichnete Frau ANDREA MARSCHALL zahlreiche Bilder neu und erstellte die Druckvorlagen.

Zehnte Auflage. Die neue Auflage enthält viele kleinere Änderungen des Textes und der Übungsaufgaben. Die Darstellung der strukturellen Analyse der Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit wurde grundlegend überarbeitet und die Projektaufgabe zum Mischprozess durch zwei weitere Übungsaufgaben untersetzt. Die Beschreibung des Programmsystems MATLAB wurde der aktuellen Version (Release R2019a) angepasst.

Bochum, im Oktober 2019

JAN LUNZE

Auf der Homepage www.atp.rub.de/Buch/RT2 des Lehrstuhls für Automatisierungstechnik und Prozessinformatik der Ruhr-Universität Bochum finden Interessenten weitere Informationen zu den Beispielen, die zur Erzeugung von Bildern verwendeten MATLAB-Programme sowie die Abbildungen dieses Buches für den Gebrauch in Lehrveranstaltungen.