
Vorwort

Mechatronische Systeme entstehen durch Integration von vorwiegend mechanischen Systemen, elektronischen Systemen und zugehöriger Informationsverarbeitung. Wesentlich sind dabei die Integration der einzelnen mechanischen und elektronischen Elemente, die dadurch mögliche Erweiterung von Funktionen und die Erzielung synergetischer Effekte. Die Integration kann örtlich durch den Aufbau und funktionell durch die digitale Elektronik erfolgen. Die örtliche Integration erfolgt dabei im Wesentlichen durch die konstruktive Verschmelzung von Aktoren, Sensoren und der Mikroelektronik mit dem Prozess, also durch die Hardware. Die funktionelle Integration wird jedoch entscheidend durch die Informationsverarbeitung und damit durch die Gestaltung der Software geprägt. Hierbei werden gemessene Signale und Bedieneingaben verarbeitet und es werden Stellelemente so angesteuert, dass Gesamtsysteme mit einer gewissen künstlichen Intelligenz entstehen. Diese Entwicklung zu mechatronischen Gesamtsystemen beeinflusst die Gestaltung moderner elektro-mechanischer Komponenten, Maschinen, Fahrzeuge und feinmechanischer Geräte.

Das vorliegende Buch gibt eine Einführung in

- Entwurf und Aufbau mechatronischer Systeme
- Methodik der theoretischen Modellbildung technischer Systeme
- Mathematische Modelle mechanischer Bauelemente, elektrischer Antriebe und Maschinen
- Methoden der experimentellen Modellbildung dynamischer Prozesse und Signale
- Übersicht verschiedener Sensoren
- Übersicht verschiedener Aktoren, Modelle von elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Aktoren
- Übersicht zu Mikrorechnern und Bussystemen

Im einführenden ersten Kapitel wird zunächst der prinzipielle *Aufbau integrierter mechanisch-elektronischer Systeme* betrachtet. Dann wird der Einfluss der Mechatronik auf die Entwicklung verschiedener Produkte aus den Bereichen mechanischer Komponenten, Kraft- und Arbeitsmaschinen, Fahrzeuge, Feinmechanik und Mikro-mechanik gezeigt. Es folgt eine Übersicht der verschiedenen Funktionen und der

Integrationsarten bei mechatronischen Systemen. Von großem Einfluss auf die Gestaltung ist eine *systematische Entwurfsmethodik* mit einem Zweig Systementwurf und einem Zweig Systemintegration, den zugehörigen Werkzeugen, Prototypstadien und Versuchsaufbauten. Da die Realisierung der integrierten Informationsverarbeitung im Allgemeinen eine genaue Kenntnis der statischen und dynamischen Zusammenhänge von Ein- und Ausgangsgrößen voraussetzt, sind zum Entwurf mathematische Modelle, verschiedene Simulationsverfahren, rechnergestützte Entwurfsmethoden und experimentelle Versuchstechniken erforderlich.

Im Teil I des Buches werden zuerst die *Grundlagen der Modellbildung* für das statische und dynamische Verhalten in allgemeiner Form nach einer einheitlichen Methodik beschrieben. Dann wird im Teil II die *Modellbildung für mechanische Systeme* mit bewegten Massen für eine Auswahl mechanischer Bauelemente und Mehrmassensysteme behandelt. Es schließt sich die *Modellbildung elektrischer Antriebe* in Form von Elektromagneten und verschiedener Elektromotoren an. Aufgrund der Modelle dieser Komponenten können dann mathematische Modelle für *Maschinen* gebildet und ihr statisches und dynamisches Verhalten analysiert werden. Der Teil III behandelt Methoden der *experimentellen Modellbildung*. Die Identifikation und Parameterschätzung mathematischer Modelle aufgrund gemessener Signale und die Erfassung von Schwingungen dienen zur Online-Informationsgewinnung über den Prozess.

Im Teil IV werden die *Komponenten der Online-Informationsverarbeitung* in Form wichtiger Sensoren und elektrischer, hydraulischer und pneumatischer Aktoren systematisch beschrieben und ihre Eigenschaften und Leistungsbereiche angegeben. Es folgt ein Kapitel über den grundsätzlichen Aufbau von Mikrorechnern, speziellen Mikroprozessoren und Bussystemen. Die angegebenen technischen Daten sollen auch hier einen Überblick für die Leistung der jeweiligen Komponenten geben. Schließlich werden noch fehlertolerante mechatronische Systeme betrachtet, die durch entsprechende Redundanz trotz auftretender Fehler oder Störungen einen weiteren Betrieb ermöglichen.

Mit Hilfe dieser Grundlagen zur Modellierung und Übersicht der Komponenten mechatronischer Systeme kann die Informationsverarbeitung durch digitale Steuerungen, Regelungen, Überwachung mit Fehlerdiagnose und Optimierung realisiert werden (welche in anderen Büchern beschrieben werden). Dabei werden erste Schritte in Richtung intelligenter Systeme möglich, wie z.B. bei Aktoren, Robotern, aktiven Dämpfersystemen, Magnetlagern, Werkzeugmaschinen, Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeugen zu beobachten.

Das vorliegende Buch ist aufgrund von mehreren Forschungsarbeiten entstanden und entspricht einer Vorlesung „Mechatronische Systeme“, die ab dem Sommersemester 1992 an der Technischen Universität Darmstadt gehalten wurde. Einige Teile stammen auch aus Ergebnissen des DFG-Sonderforschungsbereiches „Neue integrierte mechanisch-elektronische Systeme (IMES)“, in dem von 1988 bis 2001 an der TU Darmstadt mehrere Institute der Elektrotechnik und des Maschinenbaus zusammenarbeiteten. Das Buch richtet sich an Studenten der Elektrotechnik, des Maschinenbaus und der Informatik und an Ingenieure in Forschung und Praxis.

Der Verfasser dankt besonders seinen Mitarbeitern, die in mehrjähriger Zusammenarbeit an dem Zustandekommen mehrerer Kapitel der ersten Auflage 1998 (und Studienausgabe 2002) beteiligt sind. Hierbei möchte ich besonders erwähnen: Dr.-Ing. Mihir Ayoubi, Dr.-Ing. Jochen Bußhardt, Dr.-Ing. Susanne Töpfer, Dr.-Ing. Christoph Halfmann, Dr.-Ing. Henning Holzmann, Dr.-Ing. Jens Achim Kessel, Dr.-Ing. Oliver Nelles, Dipl.-Ing. Dieter Neumann, Dr.-Ing. Martin Schmidt, Dr.-Ing. Matthias Schüler, Dr.-Ing. Ralf Schwarz, Dipl.-Ing. Thomas Weispfenning.

2003 erschien eine englische Ausgabe (2005 als Softbound) mit wesentlichen Erweiterungen mit Bezug auf die Entwicklungsmethodik, verschiedene mechanische Komponenten, Drehstrommotoren, Modellbildung von Maschinen, Sensoren, hydraulische und pneumatische Aktoren, fehlertolerante Systeme und Aufgabensammlungen zu den Kapiteln.

Diese 2. deutsche Ausgabe ist eine vollständige Überarbeitung der 1. Auflage und berücksichtigt die wichtigsten Ergänzungen der englischen Version und weitere Entwicklungen des Gebietes. Für die Unterstützung bei einzelnen Abschnitten danke ich mehreren Mitarbeitern sehr, wie Dr.-Ing. Armin Wolfram für Abschnitt 5.4 über Drehstrommotoren und für 5.6 über Leistungselektronik; Dr.-Ing. Jochen Schaffnit für 6.7 über Kraftfahrzeug-Antriebsstrang; Dr.-Ing. Frank Kimmich für 8.2.7 über Drehzahlanalyse; Dr.-Ing. Karsten Spreitzer für Teile von Kapitel 9 über Sensoren und Dr.-Ing. Marco Münchhof für Teile von Kapitel 10 über Aktoren. Herrn Dr.-Ing. Thomas Hollstein vom Fachgebiet Mikroelektronische Systeme (TUD) danke ich für die Durchsicht des Kapitels 11 über Mikrorechner.

Für die arbeitsintensive, sorgfältige Gestaltung des Textes, der Bilder und Tabellen danke ich sehr Frau Brigitte Hoppe.

Sommer 2007

Rolf Isermann



<http://www.springer.com/978-3-540-32336-5>

Mechatronische Systeme

Grundlagen

Isermann, R.

2008, XIX, 623 S., Softcover

ISBN: 978-3-540-32336-5