

Modellbildung und Modellvereinfachung technischer Systeme

Wolfgang Bär, Erlangen

Zusammenfassung. Ausgehend von allgemeinen Prinzipien zur Modellbildung technischer Systeme wird die besondere Problematik der Modellierung aus regelungstechnischer Sicht behandelt. Es wird dabei gezeigt, wie wichtig die modellhafte Vorstellung für die Entwicklung und den Fortschritt von Wissenschaft und Technik ist. Anschließend werden Kriterien für leistungsfähige Modelle formuliert und die Notwendigkeit zur Modellvereinfachung begründet. Die Methoden zur Modellvereinfachung bilden einen weiteren Schwerpunkt des Beitrages. Nach der Betrachtung der prinzipiellen Möglichkeiten werden die wichtigsten Methoden zur Reduktion linearer dynamischer Prozeßmodelle dargestellt.

Summary. The basic assumptions which are the foundation of all modelling are considered from the point view of a control engineer. The conceptual, developmental and output utility of a model is emphasized as well as its impact on the advancement of science. The necessity of model reduction is confirmed and the principle basic methods for reducing models of dynamic systems are surveyed.

1. Einleitung

Das wirksame Erkennen von funktioneller und formenhafter Ähnlichkeit sowie wesenhaftem Unterschied spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Das menschliche Denkvermögen führt dabei ausgehend von Beobachtungen und Experimenten mit Hilfe von Begriffsbildungen und Festlegungen zu allgemein gültigen Gesetzen, in dem in den offensichtlich auftretenden Unterschieden die erkannten Ähnlichkeiten gesetzmäßig formuliert werden. Die so gewonnenen physikalischen Gesetze sind das Fundament für alle technischen Wissenschaften und deren Fortschritt. Wesentlich dabei ist, daß durch Gedanken-Assoziationen im Zusammenhang mit dem Erkennen von Ähnlichkeiten auf z.T. grundsätzlich verschiedenen Gebieten neue Erkenntnisse erreicht bzw. Erfindungen angeregt werden. Es liegt nämlich in der Natur des Menschen, sich beim Forschen eines vorstellbaren Systems zu bedienen, das gewisse charakteristische Merkmale der Ähnlichkeit mit dem untersuchten System besitzt. Dieses häufig unentbehrliche gedankliche Hilfsmittel, das mit den in Frage stehenden Erscheinungen im Grunde nur sehr wenig zu tun haben muß, nennt man Modell. Und dieses Modell erfüllt seinen Zweck nur dadurch, daß sein Verhalten durch ähnliche Aussagen beschrieben wird.

2. Modell und Modellbildung

Das Ziel jeder modellhaften Betrachtung besteht wesentlich darin, ein abstraktes, durch mathematische Beziehungen beschriebenes mehr oder weniger scharfes Abbild eines

realen oder gedachten technischen oder nichttechnischen Prozesses herzuleiten. Ist diese Abbildung umkehrbar eindeutig, dann stimmen Originalsystem und Modell sowohl bezüglich ihrer Funktion als auch bezüglich ihrer Struktur überein. In diesem Falle existiert zu jedem Modellelement ein genau entsprechendes Systemelement und umgekehrt. In den meisten Fällen erfaßt das Modellsystem jedoch nur einige Eigenschaften des Prototyps und besitzt damit nur bezüglich dieser Eigenschaften die gleiche Funktion, die dann durch die gleichen analytischen Beziehungen beschreibbar ist. Modell und Modellbildung hängen damit wesentlich ab von der Beantwortung von Fragestellungen wie

- was will man von dem untersuchten System erfahren?
- welche Folgerungen und Entscheidungen sollen von der Modellierung abgeleitet werden?
- welchen Aufwand darf die Modellierung erreichen?
- wie genau muß das Modell sein?

u.s.w. .

Innerhalb dieses angedeuteten Rahmens liegen auch die "regelungstechnischen Modelle" mit den folgenden typischen Eigenschaften

- der Wert der regelungstechnischen Modelle wird nach der Qualität der erreichten Regelung beurteilt;
- technisch-ökonomische Überlegungen bestimmen das Verhältnis von erreichbarer Genauigkeit zu einzusetzenden Kosten;
- eine objektive Güte der Modelle ist selten festlegbar;
- da technisch-ökonomische Forderungen in regelungstechnische Fragestellungen umformuliert werden müssen, sind regelungstechnische Modelle stets von technischen Entwicklungen abhängig; sie sind damit auch immer nur gerade noch zulässige Kompromisse.

Diese Problematik wird besonders deutlich, wenn man sich die Einsatzbereiche der Regelungstechnik und damit auch der regelungstechnischen Modelle betrachtet. Diese liegen auf den Gebieten

- der Forschung und industriellen Entwicklung
- der Projektierung von Anlagen
- der Auslegung der zu automatisierenden Prozesse
- des Entwurfs von Automatisierungseinrichtungen
- der Inbetriebnahme von Anlagen
- des Anlagenbetriebs und der Betriebsüberwachung
und schließlich auch bei
- der laufenden Optimierung der Prozeßführung.

Es ist dabei unwahrscheinlich, daß für alle erwähnten Bereiche das gleiche Modell verwendet werden kann. So dürfte z.B. sich das Erkenntnismodell der Forschung wohl kaum unmittelbar zur Inbetriebsetzung von Anlagen oder das der Betriebsüberwachung sich nur schlecht zu Erkenntnisgewinnung eignen.