

Bernhard LAMPE, Rostock

Anforderungen an die Mathematikausbildung aus Sicht der Automatisierungstechnik

1. Einleitung

Die Ingenieurwissenschaften und ihre technischen Anwendungen haben sich auf einer breiten mathematischen Basis entwickelt, deren tiefgründige Vermittlung im Ingenieurstudium nicht mehr möglich ist. Bezüglich der Auswahl der Stoffgebiete, der Art ihrer Vermittlung sowie der Beherrschung passender Hilfsmittel werden seitens der einzelnen Ingenieursdisziplinen sehr unterschiedliche Anforderungen an die Mathematikausbildung gestellt. Andererseits erfordern das Zusammenwirken der Disziplinen sowie die Wandlung der Profile in den verschiedenen Zweigen eine ausreichende gemeinsame Basis in den Ingenieurwissenschaften. In diesem Spannungsfeld müssen Mathematiker und Ingenieure gemeinsam nach Lösungen suchen. Die Automatisierungstechnik als ingenieurwissenschaftliche Querschnittsdisziplin, siehe [4, 3, 1, 2, 5], liefert zahlreiche Anregungen für die Gestaltung der mathematischen Grundlagenausbildung sowie der darauf aufbauenden Vertiefungen. Der Autor möchte als in den Ingenieurwissenschaften tätiger Mathematiker einige Anregungen zu diesem komplexen Thema geben.

2. Charakterisierung der Ausgangssituation

Die Ausgangssituation bezüglich der universitären Ingenieurausbildung lässt sich durch folgende Feststellungen charakterisieren:

1. Die Kenntnisse und Fertigkeiten der Studienanfänger auf den für die Ingenieurstätigkeit relevanten Gebieten
 - Mathematische und naturwissenschaftliche Grundlagen
 - Konstruktives Denken und Arbeiten
 - Sprachliche Kommunikation

sind im Mittel geringer geworden. Die Motivation zur Aufnahme eines Ingenieurstudiums ist weniger konkret.

2. Der Umfang an Methoden und Fakten in den verschiedenen Disziplinen der Ingenieurwissenschaften wächst rasant. Die Kluft zwischen Theorie und Praxis wird größer, weil Theoretiker die Forderungen der Praxis zu wenig berücksichtigen, mitunter kaum kennen, und Praktiker den Aufwand für die Anwendung neuer Methoden scheuen, wenn der Nutzen nicht deutlich erkennbar ist.
3. Der Ingenieur bearbeitet heute meist relativ kleine Teilaufgaben in einer komplexen Problemstellung – der unmittelbare Bezug zum “Endprodukt” geht verloren. Dabei werden die Schnittstellen oft nicht von Ingenieuren festgelegt.
4. Viele Teilaufgaben werden auf abstraktem Niveau am Computer erledigt. Dabei werden leistungsfähige Softwaresysteme und weltweit verfügbare Datenquellen benutzt, wodurch die Korrektheit der Ergebnisse sehr schwierig nachprüfbar ist.

3. Stoffauswahl

In den verschiedenen für die Automatisierungstechnik relevanten ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen werden mathematische Methoden und Werkzeuge aus unterschiedlichen mathematischen Gebieten benutzt. Tabelle 1 versucht eine grobe Zuordnung dieser Fachgebiete. Hierbei sollen die großen Quadrate anzeigen, dass bereits während des Studiums Kenntnisse und Fertigkeiten vermittelt werden sollen, die über die heute übliche Grundlagenvorlesungen hinausgehen.

Der Tabelle entnimmt man, dass solche Gebiete wie lineare Algebra oder numerische Mathematik fester Bestandteil der mathematischen Vorlesungen sind und bleiben müssen. Andere Fächer sind aus historischen Gründen fest in der mathematischen Ausbildung von Elektrotechnikern verankert und gelten als Garant für hohes theoretisches Niveau. Hier muss man darüber nachdenken, ob diese Fächer weiterhin von Mathematikern gelehrt werden sollen oder ob das zweifellos notwendige hohe theoretische Niveau der mathematischen Ausbildung auch durch andere Stoffauswahl gesichert werden kann.

Fach \ Anforderung	LA	OD	NM	FT	PD	WS	AL	OP
Grundlagen ET	■	■	■	■				
Theoretische ET	■	■	■		■	■		■
Nachrichtentechnik	■		■	■		■	■	■
Schaltungstechnik	■		■				■	
Techn. Informatik	■		■				■	
Regelungstechnik	■	■	■	■		■	■	■
Antriebstechnik	■	■	■	■				■

LA	Lineare Algebra	OD	Analysis, gewöhnliche Dgln
NM	Numerische Mathematik	FT	Funktionentheorie
PD	Vektoranalysis, Partielle Dgln	WS	Wahrsch.rechnung, Statistik
AL	Algebra, Logik	OP	Optimierung

Tabelle 1: Gebrauch mathematischer Grundlagen

4. Stoffpräsentation

Die in der Mathematik praktizierten Formen der Vorlesung und Übung erscheinen für die Vermittlung der mathematische Denkweisen weiterhin gut geeignet. In kompakter Form werden so Methoden und Lösungsansätze dargestellt und “nebenbei” wichtige Begriffe und die Sprache der Mathematik geschult. Hin und wieder sollte ein konstruktiver mathematischer Beweis geführt werden. Solche Fertigkeiten wie das Umformung von Gleichungen oder einfache Rechnungen von Hand sollten weiterhin geübt werden. Zusätzlich sollten aber moderne Werkzeuge wie etwa MATLAB[®] oder Mathematica verwendet werden, möglichst im Rahmen von technischen Projekten.

Besonderes Augenmerk ist auf die Abstraktion vom realen Problem auf eine mathematische Aufgabenstellung sowie den Wert der mathematischen Lösung im Hinblick auf die Lösung des ursprünglichen Problems zu legen. Diese mathematische Modellbildung ist im Zeitalter leistungsstarker Entwurfswerkzeuge für mathematische Modelle ein entscheidender Schritt für erfolgreiche Ingenieurstätigkeit. Während der Modellbildung werden Wis-

senslücken durch Annahmen ersetzt oder Vereinfachungen vorgenommen, weil für das kompliziertere Modell keine Lösungen gefunden werden. Der Einfluss von Störungen und Ungenauigkeiten muss grob abgeschätzt werden können, wenn die Lösung für das mathematische Modell relevant sein soll.

5. Aufteilung der Aufgaben

Prinzipiell können vertiefte mathematische Kenntnisse, die für ausgewählte Bereiche der Ingenieurwissenschaften benötigt werden, entweder durch Mathematiker oder durch auf diesem Gebiet tätige Ingenieure geleistet werden. Die Vermittlung durch Mathematiker sollte dann erfolgen, wenn grundlegende Sachverhalte wie Existenz, Konvergenz oder Stetigkeit geklärt werden müssen. Durch extreme (Gegen-)Beispiele sollte auf mögliche Gefahren bei Verletzung von Voraussetzungen hingewiesen werden. Der Zugang von der Ingenieursseite her ist i.A. direkt auf die Anwendung gerichtet und vermittelt die passenden Methoden besser. Die abstrakten Begriffe werden anschaulich, der Student entwickelt eine enge (emotionale) Beziehung zum Problem und kann Lösungswege und Lösungen grob einordnen. Wer in welchem Studienabschnitt welche mathematischen Inhalte anbieten sollte, können nur die beteiligten Mathematiker und Ingenieure vor Ort gemeinsam herausfinden.

Literatur

- [1] K.J. Åström and B. Wittenmark. *Computer Controlled Systems: Theory and Design*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 3rd edition, 1997.
- [2] T. Kailath. *Linear Systems*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1980.
- [3] L. Litz. *Grundlagen der Automatisierungstechnik - Regelungssysteme - Steuerungssysteme- Hybride Systeme*. Oldenbourg, München, 2005.
- [4] J. Lunze. *Automatisierungstechnik - Methoden für die Überwachung und Steuerung kontinuierlicher und ereignisdiskreter Systeme*. Oldenbourg, München, 2003.
- [5] E.N. Rosenwasser and B.P. Lampe. *Multivariable computer controlled systems – a transfer function approach*. Springer, London, 2006.