

Zur Lehrveranstaltung „Ähnlichkeitstheorie und Modelltechnik“ in der Ingenieurausbildung

Peter Költzsch, Technische Universität Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation
E-Mail: Peter.Koeltzsch@ias.et.tu-dresden.de

Einführung

Diese Vorlesung, die bereits kurz auf der DA-GA 2001 in Hamburg vorgestellt worden ist, wurde wesentlich erweitert und wird in der gegenwärtigen Form für Studierende technischer Disziplinen (Elektrotechnik, Akustik, Maschinenbau, Verfahrenstechnik) im Hauptstudium angeboten. Sie beinhaltet technisches Grundwissen, von dem der Autor überzeugt ist, dass jeder Studierende einer technischen Disziplin genau dieses Wissen an einer Technischen Universität gehört haben muss, dass viele Lehrende dieses Wissen voraussetzen (und zum Teil guten Glaubens sind, dass der Studierende das schon irgendwo an der Universität hören wird), dass aber letztendlich ein Hochschullehrer dieses Wissen tatsächlich auch in der Lehre anbieten und eine solche notwendige Lehrveranstaltung gestalten muss.- Die Vorlesung beinhaltet die Grundprinzipien der Ähnlichkeitstheorie sowie die Grundlagen und Anwendungen von Modelluntersuchungen in den Natur- und Technikwissenschaften. Obwohl die Überschrift der Vorlesung dies vielleicht vermuten lässt, befasst sie sich keinesfalls nur mit der experimentellen Modelltechnik, sondern insbesondere mit den Grundlagen und der Anwendung dimensionsloser Darstellungen physikalischer Größen.

Experiment – Modell – Theorie

Die Vorlesung beginnt in der Einführung mit dem Beispiel der raumakustischen Modelluntersuchungen, schildert dazu am (für Dresdner Studenten attraktiven) Beispiel der Semperoper Dresden die Gestaltung der im Modellmaßstab 1:20 verkleinerten Oper und die Grundzüge der akustischen Modellexperimente, durchgeführt am Dresdner akustischen Institut, noch in der Ära der Professoren W. Reichardt und W. Kraak. Daran schließt sich ein Exkurs über das Modell als ein mögliches Bindeglied zwischen der Theorie und dem Experiment an. Für den Bereich der Technik und der Physik werden die Definition des Modells, die Arten der Modelle, die Stufen der Modellbildung und das allgemeine „Arbeiten“ mit Modellen ausgeführt. Dabei werden Unter-

scheidungen zwischen ideellen und materiellen Modellen, zwischen physikalischen und mathematischen Modellen, insbesondere zwischen physikalisch ähnlichen und physikalisch analogen Modellen, also zwischen Homologien und Analogien, herausgearbeitet.

Ähnlichkeit, dimensionslose Größen

Der zweite große Abschnitt der Vorlesung befasst sich mit der Ähnlichkeitstheorie. Was versteht man unter physikalischer Ähnlichkeit, unter welchen Bedingungen ist diese zwischen zwei Vorgängen oder bei zwei Systemen erreichbar? Aus dieser Fragestellung ergibt sich zwangsläufig die Bedeutung dimensionsloser physikalischer Größen für diesen Prozess, d. h. es müssen Verfahren zur Ermittlung der Ähnlichkeitsinvarianten entwickelt und (in den Rechenübungen) erprobt werden.

Deshalb beinhaltet ein wesentlicher und bedeutender Teil der Vorlesung die Ermittlung dimensionsloser Größen, die ein technisches Problem charakterisieren, und zwar erstens mit Hilfe des Matrixverfahrens (BALOGH/SZÜCS), basierend auf der Relevanzliste der wesentlichen Parameter des zu untersuchenden Problems, zweitens mit Hilfe der dem physikalisch-technischen Problem zugrundeliegende Differentialgleichung (und den Rand- und Anfangsbedingungen) und drittens durch Nutzung der Verhältnisse zwischen den problemrelevanten physikalischen Größen, z. B. Verhältnisse der Kräfte bzw. der Energien.

Dabei erweist sich als maßgebendes Verfahren die erstgenannte Matrixmethode. Der Vorteil dieser Methode ist ihre Einfachheit und gute Darstellbarkeit, aber insbesondere die Zwangsläufigkeit, mit der sie für ein technisches Problem zu einem Ausgangssatz relevanter physikalischer Größen den vollständigen Satz voneinander unabhängiger dimensionsloser Größen liefert, die dieses Problem umfassend beschreiben. Bei diesem Verfahren gibt es kein Probieren; es verbleibt auch nicht die Ungewissheit, ob letztlich alle problemimmanenten dimensionslosen Größen bereits gefunden worden sind oder ob sich weiteres Suchen lohnen könnte.

