

Karлhorst Meyer

Schulmathematik aus der Sicht des Ingenieurwesens

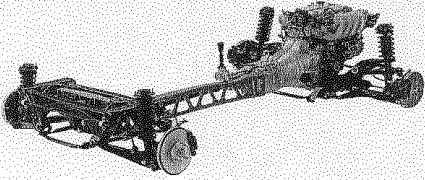
Vortrag von Professor Dr. Friedrich Pfeiffer, TU München

Auf der Tagung „Begabtenförderung in Mathematik“, April 2000, Bayreuth, hielt Professor Dr. F. Pfeiffer einen Vortrag, dessen Inhalt durch den vorliegenden Bericht einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden soll.


In einem ersten Teil ging er ein auf die Forschungsgebiete, in denen er selbst gearbeitet hat und zeigte, welche Teildisziplinen der Mathematik hierbei zum Einsatz gekommen sind. Im darauf folgenden 2. Teil kam er auf die daraus folgenden Notwendigkeiten für den gymnasialen Unterricht in Mathematik zu sprechen.

1. Mathematik und Forschung

Der Ingenieur betreibt die Naturwissenschaften unter anderen Aspekten als der Naturwissenschaftler selbst; es wird FRIEDRICH DESSAUER zitiert: „Für den Physiker sind Geräte und Maschinen Erkenntnismittel, für den Ingenieur Erkenntnisziel“.



- **Dynamik**
 - Differentialgleichungen
 - Nichtglatte Mechanik
(konvexe und nichtkonvexe
Analysis, Subdifferentialtechniken,
Komplementaritätstheorie)
- **Tribologie**
 - Grenzschichtgleichungen
- **Hydraulik**
 - Nichtlineare, gewöhnliche
und partielle DGL
- **Lebensdauer**
 - Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie

Fahrzeugtechnik 

6

Zu Forschungsgebieten werden Beispiele erwähnt:

- Fahrzeugtechnik als Anwendung zur Mehrkörperdynamik, Fahrdynamik, Aerodynamik, Dynamik, Tribologie, Hydraulik, Lebensdauer, Thermodynamik, Mechanische Komponenten,
- Textilmaschinen mit Fadendynamik, Mechanische Komponenten und Mechatronik,
- Robotik mit Antriebstechnik, Dynamik und Regelung, Optimierung, Sensorik,
- Werkzeugmaschinen mit Zerspanungsprozess, Festigkeitslehre und Dynamik,
- Raumfahrt mit Bahnmechanik, Antriebstechnik, Satellitendynamik, Regelung und Datenübertragung,
- Elektronik,
- Bauwerksdynamik mit Aerodynamik, Schwingungen, Erdbebenregelung.

Es werden die hierzu benötigten mathematischen Theorien aufgezählt:

- Projektionsverfahren,
- JACOBI-matrizen,
- nichtlineare, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen
- numerische Verfahren,
- Stabilitätsverfahren,
- Signalanalyse
- NAVIER-STOKES-Gleichungen,
- Turbulenztheorie
- konvexe und nicht konvexe Analysis,
- Subdifferentialtechniken,
- Komplementaritätstheorie,
- Statistik,
- Wahrscheinlichkeitstheorie,
- Finite-Element-Methoden (FEM),
- Optimierungsverfahren,
- Kinematik,
- Linear und Quadratic Programming
- BELLMANN-Verfahren
- Lineare Algebra,
- Lineare Systemdynamik
- BOOLEsche Algebra,
- Automatentheorie,
- Graphentheorie,
- Graphenoptimierung,
- formale Logik,
- diskrete Mathematik,

wobei die letztgenannten 6 mathematischen Teildisziplinen nur im Bereich Elektronik erwähnt werden.

Zur Frage nach Gegenwart und Zukunft hinsichtlich mathematischer Bildung von Ingenieuren wird das Wechselspiel zwischen Analysis, Mechanik und Physik genannt, das ein Studium der folgenden Teile der Mathematik erforderlich macht:

- Differentialgleichungen
- Variationsrechnung
- Stabilitätstheorie
- Differentialgeometrie
- RIEMANNsche Geometrie
- symplektische Geometrie
- Mannigfaltigkeiten
- Maßtheorie

Hier zeigt sich eine Forderung, die erheblich über den derzeitigen Unterrichtsstand für Ingenieurstudenten hinausgeht. Das Ingenieurstudium muss offenbar in Zukunft mehr Mathematik haben. Darüber hinaus macht Professor Dr. Pfeiffer damit deutlich, dass die bestehenden Lücken beim Übergang vom Gymnasium zur Universität nicht auch noch seitens der Universität geschlossen werden können, vor allem dann nicht, wenn man an Regelstudienzeiten festhält und die bestehenden Studienrichtungen hinsichtlich zukünftiger Erfordernisse weiter ausbauen muss. Seine Einstellung zur Zukunft spiegelt sich in einem Wort von VICTOR HUGO:

„Die Zukunft hat viele Namen. Für den Schwachen ist sie das Unerreichbare. Für den Furchtsamen ist sie das Unbekannte. Für den Tapferen ist sie die Chance.“

Professor Dr. Pfeiffer sieht die Zukunft im Maschinenbau im Wechselspiel zwischen Mechanik, Elektrotechnik/Elektronik und der Informationsverarbeitung. Der Anteil der Mechanik ist aber sicher nicht wegzudenken.

2. Folgerungen für die Schule

Professor Dr. Pfeiffer zeigt an einem Beispiel einer Prüfungsarbeit im Vordiplom Mechanik für ein Maschinenbaustudium, dass die gemachten Fehler hauptsächlich im Bereich der Schulmathematik entstehen. Schon unmit-

telbar nach dem Vortrag versuchten anwesende Lehrer diese Fehler in den Bereich des „Aufgeregtheits“ des Prüflings abzuschieben. Das ist sicher eine zu einfache Erklärung. Man sollte z. B. Untersuchungen von PADBERG u. a. hier analog einsetzen. Gerade die auf der Schule gelernte Mathematik sollte einem i. a. mindestens 21-jährigen so vertraut sein, dass derartige Flüchtigkeitsfehler – falls es sich überhaupt um solche handelt – nicht passieren. Was hilft ein Ingenieur, der alle Theorien beherrscht und sich laufend verrechnet?

Aus den Erfahrungen eines Ingenieurs kommt es dann zu einer Liste von Themengebieten für die Schulmathematik, wie sie im bayerischen Lehrplan zwar zu finden sind, aber nicht für alle Schüler verbindlich gelten:

- Arithmetik und Geometrie,
- Algebra,
- Darstellende Geometrie,
- Informatik (Grundlagen),
- Informatik (Fortführung),
- Infinitesimalrechnung,
- komplexe Zahlen (Grundlagen),
- komplexe Zahlen (gebrochen lineare Abbildungen),
- sphärische Trigonometrie,
- Wahrscheinlichkeitsrechnung/Statistik,
- Analytische Geometrie.

Für die Durchführung eines solchen Katalogs verlangt er eine **qualitative und quantitative Gleichverteilung** von

- Mathematik, Physik, Chemie einerseits,
- geistes- und gesellschaftswissenschaftlichen Fächern andererseits und
- Sprachen.

Er spricht davon, den Zeitaufwand für „Vergnügungen“, gemeint ist wohl der Ausfall von Unterricht durch Theater, Reisen u. a. einzuschränken und keine Rücksicht auf „tarifliche Situationen“ zu nehmen: Früher sagte man hierzu: „Lehrjahre sind keine Herrenjahre“. Gemeint ist, dass Eltern durch eine 35-Stunden-Woche oft ihre Kinder durch eine unpassende Freizeitgestaltung behindern, wenn sie ihnen am Wochenende keine Zeit zum Lernen lassen.

Es werden eine **flächendeckende Vermittlung der für die Technik wichtigen Mathematik gefordert**; das sind:

- klassische und neue Disziplinen,
- Schulung der mathematischen Denkfähigkeit,
- Problemlösefähigkeiten,
- Schulung der mathematischen Intuition,
- Motivation durch Anwendung,
- Grenzwerte, Abschätzungen,
- Rechenpraxis und
- Geometrie, Geometrie, Geometrie,...

Der Vortrag schließt ab mit der Betrachtung der Kunst gotischer Baumeister. Damals hatte man „nur“ ein **Gefühl** für Statik; heute kann man berechnen, dass man damals gut baute.