

## S. Hassani: MATHEMATICAL METHODS - Using *Mathematica*<sup>®</sup>

235 Seiten, Springer Verlag New York, 2003, ISBN 0-387-95523-2, SFr 68.50

Das vorliegende Buch ist in der Reihe „Undergraduate Texts in Contemporary Physics“ erschienen und für Studierende der Physik und verwandter Gebiete konzipiert.

Gleich zu Beginn richtet sich der Autor an den Leser mit der entscheidenden Bemerkung, dass einem kein Werkzeug das Denken abnimmt, will heissen: bevor der Rechner von irgendwelchem Nutzen sein kann, muss man das „Handwerk“ (Algebra, Analysis, Trigonometrie, Differentialgleichungen, ...) der Mathematik beherrschen, verstehen und anwenden können. Insbesondere sind all die langwierigen und oft bitteren Wege und Irrwege auf dem Papier lehrreich, um erahnen zu können, was ein sogenanntes „Tool“ alles leisten kann.

Das Buch gliedert sich in sechs Kapitel. In jedem Kapitel finden sich am Ende Problemstellungen. Viele dieser Probleme sind Übungen zu *Mathematica*. Leider sind keine Lösungen vorhanden, auch auf der mitgelieferten CD-ROM nicht. Insbesondere für diejenigen Probleme, die keine *Mathematica*-Übungen sind, wäre es wünschbar, Lösungen zu haben. Auf der CD-ROM ist kapitelweise sehr viel gutes Material vorhanden.

In Kapitel 1 (*Mathematica* in a Nutshell) wird anhand ausgewählter Beispiele eine kurze Einführung in *Mathematica* gegeben. Bereits hier kommen Numerische Probleme zur Sprache, wie die Angabe eines guten Startwerts beim Verfahren von Newton zur Lösung einer nicht-linearen Gleichung. Die Unterschiede zwischen `Solve`, `NSolve`, `FindRoot` werden anhand von Beispielen gut demonstriert.

Als Anwendung der komplexen Zahlen wird die Darstellung von Wellen durch komplexe Zahlen betrachtet, insbesondere die Beugung von Wellen an  $N$  Spalten. Mit *Mathematica* wird nun die Intensität eines  $N$ -Spalten Musters bestimmt, was inhaltlich bereits recht viel verlangt (sowohl von der Mathematik, wie auch von der Physik). Dieses Beispiel hebt sich deutlich ab vom Rest dieses Kapitels. Hier wird ersichtlich, dass der Autor von der Physik aus dem vollen schöpft und vom Studenten einiges verlangt.

Für die Animation von Graphiken schliesslich, werden die stationären Lösungen der ein-dimensionalen Schrödinger Gleichung verwendet. Es wäre schön, die Gleichung vor sich zu haben und nicht nur deren Lösungen. Auch bei diesem Beispiel wird viel von der Physik vorausgesetzt.

Bereits auf Seite 27 wird mit *MM* auf [1] verwiesen, ebenso in Problem 1.22 des ersten Kapitels. Die Erklärung des Zitats *MM* erfolgt aber erst zu Beginn des zweiten Kapitels.

In Kapitel 2 (Vectors and Matrices in *Mathematica*) werden interessante Beispiele aus der Physik betrachtet (u.a. das elektrische Feld einer Punktladung, die Überlagerung der elektrischen Felder mehrerer Punktladungen, Potential in Kristallstrukturen mit  $N$  Ladungen, Eigenschwingen von mehr-Massensystemen). Nach der detaillierten Herleitung eines linear angeordneten 3- bzw. 5-Massenschwingers, wird auf ein  $n$  Massenschwinger verallgemeinert, wobei auf viele *Mathematica* spezifische Möglichkeiten (Definition von Funktionen, bedingte Anweisungen, ...) hingewiesen wird, was dem Studenten erlaubt, *Mathematica* effizient einzusetzen. Bei den beiden letzten Problemformulierungen dieses Kapitels sind die Anzahl Massen und Anzahl Federn etwas durcheinander geraten.

Kapitel 3 ist der Integration gewidmet. Die Periode eines mathematischen Pendels (Elliptisches Integral 1. Art) wird als Einstieg für die numerische Integration verwendet. Dass bei der Integration mit

*Mathematica* bei gewissen Problemen Vorsicht am Platz ist, wird mit der Integration von  $e^{-x^2}$  über  $\mathbb{R}$  und mit der Berechnung der Kreisfläche in kartesischen Koordinaten gezeigt. Interessante Beispiele aus der Mechanik mit ortsabhängigen Kräften, aus der Elektrostatik (elektrisches Potential verschiedener kontinuierlicher Ladungsverteilungen), sowie die Berechnung von magnetischen Feldern, die von stromdurchflossenen Leitern erzeugt werden, bilden den Hauptteil dieses Kapitels.

In Kapitel 4 kommen Folgen und Reihen und deren Anwendungen zur Sprache. Insbesondere werden Summen und Reihen im Kontext der numerischen Integration angewendet. Ausgewählte Methoden, wie die Trapezmethode bis hin zur Gauss-Quadratur mit Legendre Polynomen für endliche Intervalle, für das Intervall  $(-\infty, \infty)$  mit Hermite- und für  $(0, \infty)$  mit Laguerre-Polynomen, werden erklärt. Auch Potenzreihen, erzeugende Funktion und Fourierreihen werden eingehend behandelt. Gute Problemstellungen schliessen dieses Kapitel über angewandte Mathematik ab.

In Kapitel 5 und 6 geht es um die numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen. Kapitel 5 beleuchtet die Theorie. Bei der Methode von Euler und seinen Varianten beginnt die Darstellung der Methoden und endet bei den Methoden von Runge-Kutta der Ordnung 4. Es werden nur explizite 1-Schritt Methoden vorgestellt. Mehrschritt- und implizite Methoden würden den Rahmen wohl sprengen.

In Kapitel 6 schliesslich werden interessante Beispiele aus der Physik vorgestellt, so z.B. das 2-Körper-Problem (Kepler'sche Gesetze), sowie ein ebenes 3-Körper-Problem (Sonne, Erde, Merkur). Ein nicht-lineares Beispiel (harmonisch angeregtes physikalisches Pendel) wird herangezogen, um die Begriffe wie Attraktor und Grenzyklus mit Hilfe des Phasendiagramms zu erklären. Eigenwertprobleme im Zusammenhang mit der zeitunabhängigen Schrödinger-Gleichung in einer Dimension runden dieses Kapitel ab.

Wer sich für *Mathematica* mit interessanten Beispielen aus der Physik und der angewandten Mathematik interessiert, findet im vorliegenden Buch viele gute Anregungen.

Leider wird im Zusammenhang mit physikalischen Anwendungen immer wieder auf [1] verwiesen, was soweit gut ist, aber die „*self-contained* introduction to the use of computer algebra“, wie sie im Vorwort reklamiert wird, in Frage stellt. Dieses „*self-contained*“ gelingt z.B. in [2] weit besser.

Doch das vorliegende Buch zusammen mit [1] ist eine empfehlenswerte Kombination.

H. Ungricht, Zürich

## Literatur

- [1] S. Hassani(2000), *Mathematical Methods: For Students of Physics and Related Fields*, Springer-Verlag, New York.
- [2] St. Kaufmann(1992), *Mathematica als Werkzeug, Eine Einführung mit Anwendungsbeispielen*, Birkhäuser Verlag, Berlin.