

■ Introduction to Black Hole Physics

Schwarze Löcher faszinieren Laien wie Experten. Der Reiz dieser Objekte lässt sich rasch zusammenfassen: Sie sind extrem, nicht nur hinsichtlich ihrer Massendichte. Sie erzeugen auch höchstenergetische Strahlung und höchste Temperaturen. Sie sind sogar Orte, wo die Zeit still steht und die Physik zusammenbricht. In der Astronomie spielen Schwarze Löcher eine große Rolle bei der Galaxien- und Sternentwicklung sowie im kosmischen Materiekreislauf.

Die Physiker Valeri Frolov und Andrei Zelnikov von der Universität von Alberta (Kanada) sind Experten auf dem Gebiet der Theorie Schwarzer Löcher und legen ein knapp 500-seitiges Lehrbuch vor, das auf Vorlesungen zum Thema beruht. Sie wenden sich explizit an Studenten, Postdocs und Wissenschaftler. Das Buch ist also kein populärwissenschaftliches Sachbuch, sondern ein englischsprachiges Lehrbuch, das ein Verständnis von Schwarzen Löchern knallhart mit mathematischen Gleichungen sucht.

Der Schwerpunkt des Buchs ist eindeutig die mathematische



V. Frolov und A. Zelnikov: **Introduction to Black Hole Physics**
Oxford University Press, 2011, geb., 504. S., £ 57,50, ISBN 9780199692293

Theorie Schwarzer Löcher, sprich die Allgemeine Relativitätstheorie (ART). Das verwundert nicht, ist sie doch diejenige Gravitationstheorie, die Schwarze Löcher vorher sagt. Es ist eine Stärke des Buchs, dass die Astrophysik Schwarzer Löcher, aber auch kompakter Objekte, Sternexplosionen, Akkretionsphysik und Jets sowie Beobachtungen und moderne Entwicklungen (z. B. versteckte Symmetrien, Schwarze Löcher in Teilchenbeschleunigern) angesprochen und vor allem quantitativ behandelt werden.

Schwarze Löcher sind spezielle Lösungen von Einsteins Theorie und damit gekrümmte Raumzeiten. In der Theorie ist man daran interessiert zu verstehen, wie Schwarze Löcher mit Licht und Materie wechselwirken. Das Buch präsentiert die dazu notwendige Mathematik mit Methoden und Resultaten konkreter Rechnungen. Viel Platz nehmen die wichtigsten Raumzeiten ein, nämlich Schwarzschild- und Kerr-Metrik. Dabei gehen die Autoren auf die Standardthemen ein: Tensoren, Linienelemente, Orbits um Schwarze Löcher, Geodätengleichung, Gravitationslinseneffekt, „Schatten“ Schwarzer Löcher, Carter-Penrose-Diagramme, Thermodynamik Schwarzer Löcher, Hawking- und Unruh-Effekt, Killing-Gleichung und Symmetrien. Schwarz-weiße, durchweg hochwertige Abbildungen ergänzen den Text, allerdings nicht im Überfluss.

Interessant ist es herauszufinden, in welche Bereiche neuer Physik uns die Erforschung Schwarzer Löcher führt. Während Frolov und Zelnikov dabei die höherdimensionalen Schwarzen Löcher vorstellen, sucht man vergeblich andere moderne Forschungszweige wie die Loop-Quantengravitation, die uns bei der Diskussion der Singularitäten begegnen. Das ist aus meiner Sicht die einzige Schwäche des Buchs.

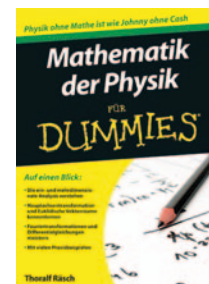
Wer soll das lesen? Ein Hintergrundwissen in Mathematik und ART ist sicher erforderlich. Ideal ist das Werk für Studenten der Physik und Mathematik. Wer bereits bewandert ist auf dem theoretischen Gebiet Schwarzer Löcher und die aktuellen Fachpublikationen verfolgt, wird im vorliegenden Buch allerdings nicht viel Neues entdecken.

Andreas Müller

■ Mathematik der Physik für Dummies

Dieses Buch behandelt die Themen, die für eine Lehrveranstaltung „Höhere Mathematik“ für Ingenieure, Naturwissenschaftler oder Informatiker relevant ist. Im Detail sind dies Themen aus der Linearen

Algebra und Analysis, wobei der Schwerpunkt auf letzterer liegt. Das Buch gliedert sich grob in vier Abschnitte und behandelt zunächst die Grundzüge der eindimensionalen Analysis. Beginnend mit dem Grenzwert- und Stetigkeitsbegriff geht es zunächst um die Untersuchung reeller Funktionen. Die wesentlichen Differentiations- und Integrationsregeln werden an zahlreichen Beispielen demonstriert.



Thoralf Räsch: **Mathematik der Physik für Dummies**
Wiley-VCH, Weinheim 2011, 432 S., brosch., 24,95 €, ISBN 9783527705764

Der zweite Abschnitt behandelt die Lineare Algebra. Dem Autor gelingt es überzeugend, den von vielen Nichtmathematikstudierenden doch als sehr trocken und abstrakt wahrgenommenen Stoff anhand von zahlreichen Beispielen aus der Praxis interessant darzustellen. Der dritte Abschnitt umfasst die Themengebiete Funktionentheorie, Fourier-Reihen und das Lösen von Differentialgleichungen. Dies erfordert die Kenntnis von komplexen Zahlen, welche erst eingeführt werden müssen. Hier kann der Dozent für seine Vorlesung entscheiden, diesen Abschnitt mit dem letzten Abschnitt zu mehrdimensionaler Differential- und Integralrechnung als Ganzes zu vertauschen – innerhalb der Funktionentheorie ist die Berechnung komplexer Kurvenintegrale ja analog zur reellen Integration entlang Kurven. In der Physik ist es dagegen oft erwünscht, die komplexen Zahlen zügig einzuführen.

Der letzte Abschnitt führt in die mehrdimensionale Analysis ein. Der behandelte Stoff umfasst wesentliche Werkzeuge der Höheren Mathematik wie die Lagrange-Methode zum Lösen von Optimierungsaufgaben mit Nebenbedingungen, Volumenintegrale, Integrale auf Mannigfaltigkeiten und Vektoranalysis inklusive der in der Physik immer wieder benötigten Integralsätze von Gauß und Stokes.

Dr. Andreas Müller,
Exzellenzcluster
Universität der TU Mn-
chen.

Prof. Dr. Sven Beuch-
ler, Institut für Nu-
merische Simulation,
Universität Bonn

Dr. Matthias Lich,
Gießen