

Rezension *Basic Calculus of Planetary Orbits and Interplanetary Flight: The Missions of the Voyagers, Cassini, and Juno*, von Alexander J. Hahn, Springer International Publishing 2020, *Journal für Astronomie* Nr. 75, (2020), 92.

Der Autor des Buches, Alexander J. Hahn, ist emeritierter Professor für Mathematik an der University of Notre Dame im US-Bundesstaat Indiana. Das Buch behandelt in 6 Kapiteln auf 375 Seiten im DIN-A4-Format die mathematischen und physikalischen Grundlagen der klassischen Himmelsmechanik mit Anwendungen auf Planetenbahnen und interplanetare Raumfahrtmissionen. Die mathematischen Anforderungen, um den Text zu verstehen, umfassen Kenntnisse der Trigonometrie, der analytischen Geometrie der Ebene sowie der Differential- und Integralrechnung einer reellen Variablen.

Das erste Kapitel ist der geschichtlichen Entwicklung der Himmelsmechanik gewidmet und deckt den Zeitraum von der Antike bis zu aktuellen Themen ab. Es wird hier auch auf den Einfluss der Astronomie auf die Entwicklung des metrischen Systems eingegangen. Das zweite Kapitel handelt von der Erforschung des Sonnensystems und enthält sehr schöne Farbaufnahmen von Planeten und deren Monden, die bei den entsprechenden Raumfahrtmissionen entstanden sind.

Das dritte Kapitel führt in die Darstellung von Funktionen mit Polarkoordinaten in der Ebene ein sowie die Anwendung der Differential- und Integralrechnung in diesem Bereich.

Im vierten Kapitel geht es um die Bewegung von Punktmassen im Gravitationsfeld. Es wird auch gezeigt, wie man aus der Bewegung auf Kegelschnittbahnen das Newtonsche Gravitationsgesetz herleiten kann und umgekehrt, wie dieses Gesetz zu Bewegungen auf Kegelschnitten führt.

Ellipsenbahnen im Gravitationsfeld werden im fünften Kapitel betrachtet. Hier wird die Kepler-Gleichung hergeleitet und Lösungsmethoden diskutiert. Weiter wird in die Störungsrechnung eingeführt und gezeigt, wie Abweichungen vom Newtonschen Gravitationsgesetz ($\sim 1/r^2$) zu einer Präzession des Perihels führen, welche auch Apsidendrehung genannt wird. Dies wird am Beispiel der Merkurbahn diskutiert, wobei ebenso auf die Korrektur durch Einsteins allgemeine Relativitätstheorie eingegangen wird, die zur vollständigen Erklärung notwendig ist.

Das sechste Kapitel ist das umfangreichste und hat die mathematische Behandlung der Bahnen interplanetarer Raumsonden zum Thema. Hier werden vor allem hyperbolische Flugbahnen betrachtet, aber auch Orbitalmanöver wie Hohmann-Transfer und Swing-by (Gravity-Assist) behandelt.

Die Rechnungen und Ableitung von Formeln sind in allen Kapiteln sehr ausführlich und jeweils werden Beispiele detailliert durchgerechnet. Am Ende jedes Kapitels gibt es eine große Anzahl interessanter Übungsaufgaben. Für die Aufgaben mit ungerader Nummer gibt es auf der Webseite des Buches beim Springer-Verlag ein pdf-Dokument mit den ausführlichen Lösungen, welches frei zugänglich ist. Ein entsprechendes Dokument mit den Lösungen aller Aufgaben ist nur für registrierte Dozenten zugänglich. Viele der Aufgaben sind exzellent dazu geeignet, mit dem Computer z. B. mit einer Tabellenkalkulation wie Excel oder der Programmiersprache Python gelöst zu werden.

Meiner Ansicht nach gibt das Buch eine sehr gelungene Einführung in die Himmels- und Astrodynamik, in der auch die historischen Aspekte nicht zu kurz kommen. Außerdem zeigt das Buch den großen praktischen Nutzen von Trigonometrie, analytischer Geometrie und Differential- und Integralrechnung in einem sehr interessanten Gebiet an der Schnittstelle von Astronomie und Ingenieurwissenschaften.

Klaus Rohe, Fachredakteur, Astrophysik und Algorithmen, Vereinigung der Sternfreunde,
redaktion-astrophysik@sternfreunde.de