

Vorwort

Der vorliegende Band ist Teil der Buchreihe *Physik für Lehramtstudierende – vom Phänomen zum Begriff*. Die Autoren dieser Reihe sind erfahrene Fachdidaktiker und langjährige Ausbilder von Lehramtsstudierenden. Sie haben sich zum Ziel gesetzt, die Teilgebiete der klassischen Physik mit einem dezidierten Blick auf die Bedürfnisse von Lehramtsstudierenden darzustellen.

Dazu gehört zum Beispiel das Eingehen auf Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten, die gerade im Bereich der Mechanik besonders gut erforscht sind. Auf sie wird an den entsprechenden Stellen gesondert hingewiesen, und es wird diskutiert, wie man im Unterricht mit ihnen umgehen kann.

Aber auch die gesamte Darstellung im Großen orientiert sich an der Ausrichtung auf den künftigen Physikunterricht. Ein zentrales Ergebnis der fachdidaktischen Forschung zum Thema Mechanik ist zum Beispiel, dass Schülerinnen und Schüler größte Schwierigkeiten beim Verständnis des Begriffs der Beschleunigung haben. Ohne diesen Begriff lässt sich aber auch der Inhalt der newtonschen Bewegungsgleichung $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ nicht erfassen. Die fachdidaktische Forschung hat einen Weg aufgezeigt, mit dieser Schwierigkeit umzugehen: Statt von der Beschleunigung \vec{a} geht man von der Geschwindigkeitsänderung $\Delta \vec{v}$ aus und betrachtet in zweidimensionalen Stoßversuchen, wie Kräfte und Geschwindigkeitsänderungen zusammenhängen. In empirischen Untersuchungen bestätigt sich, dass Schülerinnen und Schüler mit diesem Ansatz die grundlegenden Begriffe der Mechanik deutlich erfolgreicher erlernen als mit dem traditionellen Zugang. In Kapitel 3 wird dieses Unterrichtskonzept ausführlich behandelt.

Eine weitere Besonderheit, die die Schulphysik von der Fachphysik unterscheidet, ist der geringere Mathematisierungsgrad. Das hat zur Folge, dass stärker begrifflich gearbeitet werden muss. Während man in der Fachphysik ohne jede weitere Erläuterung von der Bahn $\vec{r}(t)$ eines Körpers und der Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ als ihrer zeitlichen Ableitung sprechen kann, ist die Einführung dieser Begriffe im Unterricht weitaus schwieriger, und das spiegelt sich in der vorliegenden Darstellung wider. Die Schwierigkeit wird schon in der Fülle der Begriffe deutlich, die die Schulbuchliteratur zu dem Thema bereithält: Ort, Weg, Strecke, Ortsverschiebung, Bogenlänge, Zeit, Zeitpunkt, Zeitspanne, Geschwindigkeit, Geschwindigkeitskomponenten, Betrag der Geschwindigkeit, Tempo. Man könnte die Aufzählung fortsetzen und um die in der Oberstufe auftretende Frage ergänzen, ob die Begriffe vektoriell oder in Komponenten eingeführt werden und wie man mit Vorzeichenfragen umgeht.

Hinzu kommt die didaktisch wichtige Frage nach dem Status der newtonschen Gesetze, die auch in der Fachphysik relevant ist, aber kaum jemals betrachtet wird. Was daran ist Definition von physikalischen Größen wie der Kraft oder der Masse und was ist empirisch prüfbares Naturgesetz? Auf diese Fragen wird ausführlich in Kapitel 4 eingegangen, und es stellt sich heraus, dass die Antwort komplex und noch

nicht einmal eindeutig ist. Die newtonschen Gesetze sind ein komplexes Geflecht aus Begriffsdefinitionen und Naturgesetzen, in dem jedes Gesetz mehrfache Funktionen einnehmen kann, und das sich vollständig erst in einem Spiralzugang erschließt.

Ganz anders wieder ist die Situation beim Thema Energie – einem der wichtigsten Begriffe im Physikunterricht. Hier liegt das Problem darin, dass es noch niemandem gelungen ist, in Worten eine tragfähige Definition des Begriffs Energie zu geben. Man muss sich den Begriff aneignen, indem man im wittgensteinschen Sinn handelnd damit umgeht und durch Beispiele lernt, auf welche Weise der Energiebegriff in der Sprache der Physik gebraucht wird.

Die genannten Beispiele verdeutlichen, weshalb es nötig war, nach einem ersten Buch über Mechanik (*Klassische Mechanik – vom Weitsprung zum Marsflug*, 2009) ein zweites zu schreiben. Während das erste Buch den Zugang verfolgte, die Mechanik über Anwendungen und authentische Kontexte zu lernen, liegt im vorliegenden Buch der Schwerpunkt auf den didaktischen und begrifflichen Aspekten. Die zugrundeliegende Physik ist natürlich immer die gleiche, so dass Doppelungen an einigen Stellen nicht zu vermeiden waren.