

# Das Hilfsmittel Mathematik

Thomas Wilhelm

Immer wieder haben sich Physikdidaktiker darüber beklagt, dass im Physikunterricht zu viel gerechnet wird. So haben beispielweise *Dittmann*, *Näpfel* und *Schneider* unter dem Titel „Die zerrechnete Physik“ die Sinnlosigkeit verbreiteter Einsetzaufgaben pointiert herausgestellt. Die IPN-Interessenstudie zeigte zudem, dass Schüler daran wenig Interesse haben, während die TIMS-Studie ergab, dass gerade da die relativen Stärken der deutschen Schüler liegen.

Auf der anderen Seite ist die Physik eine quantitative Wissenschaft. Gerade die Quantifizierung ihrer Theorien und ihre Mathematisierung waren entscheidend für ihren Erfolg und machten sie zum Vorbild für andere Wissenschaften. Denn erst dadurch war die Vorhersagbarkeit gegeben. So ist es auch verständlich, dass die deutschen Bildungsstandards für den mittleren Abschluss im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung auch von Mathematisierung reden.

Vielleicht hilft es, wenn wir bedenken, dass die Mathematikdidaktik Wert darauf legt, zwischen Rechnen und Mathematisierung zu unterscheiden. Es kann nicht Aufgabe des Physikunterrichts sein, den Schülern Rechenfertigkeiten beizubringen. Aufgabe des Physikunterrichtes ist es, Physik beizubringen, wozu auch eine vorsichtige Mathematisierung gehört.

Es ist in dieser Zeitschrift nicht möglich, dieses große Thema umfassend zu bearbeiten. Dennoch sollen einige unterschiedliche Anregungen gegeben werden. So geht es in den ersten fünf Artikeln um den sinnvollen Umgang mit Mathematik und Formeln im Physikunterricht.

*Olaf Krey* zeigt, dass bei Lernenden eine Formelfixierung vorliegt. Er geht auf die Funktion der Mathematik und auf die Übersetzungsprozesse zwischen Mathematik und Realität ein, die als essentiell für den verständigen Umgang mit Mathematik in der Physik herausgestellt werden. Dieser Umgang mit Mathematik muss im Physikunterricht und im Mathematikunterricht nicht identisch sein, ist aber für das Lernen von Physik bedeutsam.

Aufbauend auf einer Untersuchung zu Problemen von Schülern beim Übersetzen zwischen Physik und Mathematik zeigen *Olaf Uhden* und *Gesche Pospiech* neue Aufgabenformate auf, die das Verständnis für den beschreibenden und modellierenden Aspekt der Mathematik verbessern sollen. So werden Aufgaben zum Interpretieren von Formeln und Aufgaben zum Mathematisieren physikalischen Verhaltens gezeigt und Tipps gegeben, wie man existierende Rechenaufgaben abändern kann, um den inhaltlichen Zusammenhang von Mathematik und Physik zulasten des Kalkül zu stärken.

Formeln haben einen wichtigen Stellenwert im Schulfach Physik. Aus Erkenntnissen der Psychologie und aus verschiedenen Untersuchungen leiten *Alexander Strahl* und *Rebecca Franz* einige Möglichkeiten ab, den Umgang mit Formeln zu erleichtern. Dazu gehört auch, sich bei Formeln an bestimmte Schreibweisen zu halten.

Während man in der Mathematik Äquivalenzumformungen bei Gleichungen betont, tauchen in der Physik bestimmte Gleichungen meist in einer bestimmten Form auf. *Thomas Wilhelm* zeigt auf, dass Schüler in Gleichungen auch eine Wirkrichtung lesen können, die so nicht gemeint war. Deshalb plädiert er dafür, dies zu berücksichtigen und z.B. das zweite Newton'sche Gesetz gemäß einem Ursache-Wirkungskonzept stets in der Form  $a = F/m$  zu schreiben.

*Lucas Amiras* und *Herbert Gerstberger* charakterisieren Phänomene sowohl in der Physik als auch in der Mathematik. Dabei werden für Naturphänomene gerade jene methodischen Schritte begründet, die vor einer möglichen Mathematisierung getan werden können und sollten.

Die weiteren vier Artikel zeigen, wie man das Rechnen im Physikunterricht durch den Computereinsatz vermeiden kann. Als Erstes stellt *Stephan Lück* drei Programmtypen von geeigneter Computersoftware vor. Computeralgebrasysteme wie „LiveMath Maker“ erlauben intuitiv algebraische Umformungen durchzuführen. Numerische Berechnungsprogramme wie „Fluxion“ bieten eine numerische Berechnung von Differentialgleichungen und dynamische Geometriesoftware wie „GeoGebra“ erlauben geometrische Konstruktionen.

*Jasmin Ludwig* und *Thomas Wilhelm* geben zunächst einen Überblick über mathematische Modellbildungsprogramme mit ihren numerischen Verfahren zur Berechnung von physikalischen Abläufen. Neben Tabellenkalkulation gibt es gleichungsorientierte Programme und graphische Modellbildungsprogramme. Dann wird das in Deutschland noch recht unbekanntes Programm „Modellus 4“ vorgestellt, bei dem man einfach Animationen erstellen kann.

Ganz ohne Mathematik ist eine physikalische Modellbildung mit einem Simulationsbaukasten möglich. *Markus Zang* und *Thomas Wilhelm* stellen als Beispiel die Software „Algodoo“ vor, bei dem der Nutzer nur die gewünschte Situation in einer zweidimensionalen Welt erstellen und charakteristische Größen festlegen muss, aber keine Gleichungen für physikalische Zusammenhänge eingeben muss.

*André Bresges*, *Marga Kreiten* und *Stephan Weis* zeigen am Beispiel der Simulationsoftware „Mechanik und Verkehr“, wie Analysen zur Verkehrsprozessen und Unfallursachen mit einer Schulklasse durchgeführt werden können, ohne dass aufwändige und monotone Rechenverfahren durchgeführt werden müssen. Die dahinter liegende Mathematik wird jedoch nicht verborgen, sondern ist bei der Analyse ständig in Form von Grafen präsent.

Insgesamt wird deutlich, dass die Mathematik nicht nur in der Forschung, sondern auch in der Schule ein wichtiges Hilfsmittel der Physik ist, was Schülern auch vermittelt werden kann. Aber die Mathematik ist eben nur ein Hilfsmittel und sollte nicht den Blick auf die Physik selbst verstellen.