

Thesen zum Mechanikunterricht

Die folgenden Thesen wurden nach Diskussionen auf der Schwerpunkttagung „Newton’sche Mechanik“ 2016 der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik von den Teilnehmern konsensuell verabschiedet.

Vorbemerkung zum Mechanikunterricht:

Mechanikunterricht soll Schülerinnen und Schülern einerseits ermöglichen, Vorgänge ihres Alltags sinnvoll einordnen und physikalisch deuten zu können. Andererseits soll der Mechanikunterricht den Kindern und Jugendlichen eine altersgemäße Einsicht in die Erklärungsmacht des Zweiten Newton’schen Gesetzes als Kern einer großen physikalischen Theorie und als Beispiel für die Modellierung in der Wissenschaft Physik erlauben. Diese beiden Aspekte müssen je nach Alter und Vorwissen der Schülerinnen und Schüler unterschiedlich gewichtet werden.

Bei der Planung von Unterricht ist es unabdingbar, die aus der fachdidaktischen Forschung bekannten Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten zu berücksichtigen und geeignete Sachstrukturen zu verwenden. Der Fokus der Unterrichtskonzeption muss auf dem Lernen der Schülerinnen und Schüler liegen, denn der Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler in der vermeintlich einfachen Mechanik ist in und nach dem Mechanikunterricht bisher noch immer unbefriedigend. Die Fachsystematik hat für die Unterrichtskonzeption eine dienende, keine leitende Funktion.

Dynamik und Statik:

Der Mechanikunterricht soll mit der Dynamik beginnen, nicht mit der Statik: der dynamische Kraftbegriff steht im Mittelpunkt. Dabei hat sich ein zweidimensionaler dynamischer Zugang unter Verwendung der didaktischen Rekonstruktion in der Form $\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v} = \Delta \vec{p}$ mit von Beginn an vektoriellen Größen als erfolgreicher erwiesen als ein eindimensionaler Einstieg bzw. Einstiege über die Statik oder Kinematik. Ob ein Einstieg über die vektorielle Geschwindigkeit oder ein Einstieg über den vektoriellen Impuls überlegen ist, ist dabei empirisch ungeklärt.

Aspekte der Statik sollten nachgeordnet und reduziert behandelt werden, aber nicht vollständig gestrichen werden. Sie werden erst unterrichtet, nachdem Schülerinnen und Schüler mit dynamischen Beschreibungen vertraut sind. Der Übergang vom dynamischen zum statischen Kraftbegriff muss überzeugend gestaltet werden. Dafür besteht noch Entwicklungs- und Forschungsbedarf.

Kinematik:

Der in der Regel unscharf und missverständlich verwendete Begriff „Weg“ sollte im Sinne einer konsistenten Darstellung der Kinematik durch die präziseren Begriffe „Ort“ und „Ortsverschiebung“ (als Grundlage der Geschwindigkeitsdefinition) ersetzt werden. Kinematische Größen sollten ausgehend vom Ort anhand zweidimensionaler Bewegungen eingeführt werden. Zwischen Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsbetrag (Tempo) muss im Unterricht klar unterschieden werden. Dabei sollte man sich von manchem historisch Bedingtem trennen, wie der Betonung der Momentangeschwindigkeit, der speziellen Gleichung $s = \frac{1}{2} a t^2$ (anstelle von $\Delta x = v_{\text{mittel}} \cdot \Delta t$)

und der ausschließlichen Messung von Zeit und Ort trotz neuer Messtechnik (anstelle der direkten Messung von Geschwindigkeit und Beschleunigung). In der Sekundarstufe 2 sollte das in der Sekundarstufe 1 erarbeitete qualitative Verständnis der kinematischen und dynamischen Größen mit mathematischen Formalisierungen verknüpft werden.

Impulsströme:

Die Beschreibung mechanischer Sachverhalte mit Impulsströmen ist ein fachlich möglicher Weg. Vorteile gegenüber der etablierten Beschreibung mit Kraft bzw. Kraftstößen sind empirisch nicht nachgewiesen. Im Anfangsunterricht sind entweder Kraft oder Impulsströme zu unterrichten, aber nicht beides. In der Hochschullehre können Kraft und Impulsströme thematisiert werden.

Forschung:

Die gründliche Aufarbeitung der in der Literatur umfangreich vorliegenden Überlegungen, Forschungsergebnisse und curricularen Entwicklungen beschleunigt den Fortschritt in der Physikdidaktik und die Entwicklung lernerfolgsverbessernder Unterrichtskonzepte. Physiklernen ist begriffliche Entwicklung (Conceptual Change). Die Forschung über Prozesse des Physiklernens muss intensiv weitergeführt werden. Besonders erfolgversprechend scheint diese Forschung im Rahmen der „coordination classes“ von diSessa zu sein.

Mikrostudien, mit denen die Lernwirkungen lokaler Veränderungen in der Unterrichtskonzeption genau untersucht werden, sollten als Vorstufe der Unterrichtsentwicklung stärker integriert werden, z.B. bei Entwicklung von Lehr-Lern-Materialien. Dabei zeigt sich, dass sehr detaillierte und explizite Erklärungen das Lernen „neuer“ physikalischer Konzepte unterstützen können. Ebenso sollten Argumentationsschritte, die den Lernprozess von Schülerinnen und Schülern nachweislich unterstützen, stärker fokussiert werden.

Obwohl mit dem Force Concept Inventory ein etabliertes Instrument für die Überprüfung des Lernerfolgs im Grundverständnis der Mechanik vorliegt, ist in der Forschung die Entwicklung sorgsam evaluierter Messinstrumente, die den gesamten Altersbereich und alle Themengebiete der Mechanik (u.a. Dynamik, vektorielle Beschreibung, Kinematik, Statik) abdecken, ein fortdauerndes Desiderat. Daneben sollte dem Mechanikunterricht in der universitären Lehramtsausbildung mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Diskutanten der Tagung und Unterzeichner der Thesen:

Thomas Amenda, Universität Bremen; Julia Behle, Universität Frankfurt; Jan-Philipp Burde, Universität Frankfurt; StR Dipl.-Math. Sebastian Diehl, Gemeinschaftsschule Saarbrücken-Bellevue; Dr. Bruno Hartmann, HU Berlin; Prof. Dr. Martin Hopf, Universität Wien; Dr. Lana Ivanjek, Universität Wien; Ingmar Klappauf, Universität Hannover; Prof. Dr. Matthias Laukenmann, PH Ludwigsburg; Sabrina Milke, PH Ludwigsburg; Prof. Dr. Rainer Müller, TU Braunschweig; StD Carl-Julian Pardall, Hebel-Gymnasium Schwetzingen; Sabine Pschorner, Universität Frankfurt; Dr. Thomas Rubitzko, PH Ludwigsburg; Prof. Dr. Horst Schecker, Universität Bremen; Dr. Verena Tobias, Universität Wien; Prof. Dr. Dr. Hartmut Wiesner, Universität München; Prof. Dr. Thomas Wilhelm, Universität Frankfurt; Brigitte Wolny, Universität Wien;