

Mechanik in Jahrgangsstufe 7 – zweidimensional und multimedial

Florian Schüller, Thomas Wilhelm

Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Am Hubland, 97074 Würzburg

Kurzfassung

Im neuen bayerischen Gymnasiallehrplan werden die kinematischen Größen sowie die Newtonschen Gesetze bereits in der siebten Jahrgangsstufe kennen gelernt, während Diagramme und Bewegungsfunktionen erst in späteren Jahren behandelt werden. Verschiedene Studien zeigten, dass es sinnvoll ist, dazu zweidimensionale Bewegungen zu betrachten, um dieses qualitative Verständnis ohne mathematische Vorkenntnisse zu erreichen. Deshalb wurde ein entsprechender Unterricht konzipiert und durchgeführt, bei dem die Darstellung der Größen durch Pfeile betont wurde. Hierbei wurde besonders darauf geachtet, dass die Schüler selbst aktiv beteiligt sind. Außerdem wurden verschiedenste Medien vom Spielzeug bis zu Videos und Simulationen eingesetzt. Auf dem Poster wird von den Erfahrungen sowie von den Ergebnissen eines durchgeführten Tests berichtet.

1. Konzeption

Die Mechanik ist ein Gebiet, dessen Inhalte dem Leben der Schüler relativ nahe stehen, und durch eine Einführung in die Mechanik über die Dynamik und durch alltagsnahe Beispiele sind die Inhalte motivierend. Deshalb werden kinematischen Grundgrößen und die Newtonschen Gesetze im neuen bayerischen Gymnasiallehrplan bereits in der siebten Jahrgangsstufe im Fach „Natur und Technik“ eingeführt. Dies ist auch sinnvoll, um der Entstehung von Fehlvorstellungen frühzeitig entgegen zu wirken. Die geringere mathematische Vorbildung und das noch nicht voll entwickelte Abstraktionsvermögen der Kinder dieser Jahrgangsstufe verlangen jedoch ein grundsätzlich anderes Vorgehen als in höheren Jahrgangsstufen. Anwendungsorientiertheit, phänomenologisches Vorgehen und Schüleraktivitäten sind von Bedeutung.

Verschiedene Studien und Unterrichtserfahrungen haben gezeigt, dass eine Einführung in die Mechanik sinnvoller Weise anhand zweidimensionaler Bewegungen erfolgen sollte, um Fehlvorstellungen zu vermeiden, die durch eine Einführung über eindimensionale Bewegungen entstehen. Dabei ist der Vektorcharakter der kinematischen und dynamischen Größen entscheidend für das wirkliche Verständnis der Newtonschen Mechanik. Zudem eignet sich gerade ein zweidimensionaler Kurs, bei dem viel mit anschaulichen Pfeilen gearbeitet werden kann, gut, um wie gefordert das Maß an Mathematik zurückzuschrauben und ein qualitatives und anschauliches Verständnis der Mechanik aufzubauen. Aus diesen Gründen wurde ein entsprechendes Unterrichtskonzept zur Einführung in die Mechanik entworfen, das diese Erkenntnisse umsetzen sollte. Vorlagen waren das Konzept von JUNG (dritte bis sechste Jahrgangsstufe) [1-2] und das Konzept von WIESNER und WODZINSKI (Sekundarstufe I) [3-6],

die noch nicht über neue Medien verfügten, sowie das Konzept von WILHELM [7-9] mit neuen Medien, das aber für die elfte Jahrgangsstufe konzipiert war. Daraus wurde ein zum aktuellen Lehrplan für die siebte Jahrgangsstufe des bayerischen Gymnasiums passendes Konzept im Umfang von zehn Unterrichtsstunden entwickelt und überprüft [10].

Bei der Umsetzung wurde großen Wert auf die geforderten Grundsätze Schülernähe, Alltagsrelevanz und Anschaulichkeit gelegt. Der Schwerpunkt wurde auf ein anschauliches qualitatives Grundverständnis gelegt, ohne Diagramme und Berechnungen zu nutzen. Stattdessen sollten die Betrachtungen zweidimensional erfolgen und von Beginn an den Richtungscharakter der mechanischen Größen betonen. Dabei wurden neben traditionellen Medien nicht nur verschiedenste motivierende Spielsachen eingesetzt, sondern ein besonderes Augenmerk der Arbeit lag auch darauf, das Konzept medial neu zu gestalten und die großen Möglichkeiten der modernen Medien, wie Videoanalyse und Computersimulationen zu nutzen. D.h. es sollte altersgemäß vielfältige und unterschiedlichste Medien eingesetzt werden.

2. Kinematik

Die kinematischen Grundgrößen sollten von Beginn an als Richtungsgrößen eingeführt und anschaulich durch Pfeile mit Länge und Richtung dargestellt werden. Anhand von zweidimensionalen Bewegungen aus dem Alltag lernten die Schüler die Geschwindigkeit als Pfeilgröße zur gleichzeitigen Beschreibung von Tempo und Bewegungsrichtung kennen. Geschwindigkeitsänderungen wurden auf natürliche Weise als Änderungen von Tempo und/oder Richtung erfasst und durch einen Zusatzgeschwindigkeitspfeil beschrieben. Dieser wurde abschließend auf die Beschleunigung erweitert, um

zusätzlich darzustellen, wie schnell sich die Geschwindigkeit ändert.

Um das Interesse der Schüler zu wecken und ihre Abstraktionsfähigkeit nicht zu überfordern, wurde großen Wert auf die vielfältige und schülernahe mediale Gestaltung gelegt - einschließlich Spielen (siehe Abb. 1) und Spielsachen (siehe Abb. 2).



Abb. 1: Grunderfahrungen zur Beschreibung von Bewegungen im Spiel: Damit der blinde Fänger den voraus laufenden Schüler fangen kann, braucht er Informationen über die nötige Bewegungsrichtung



Abb. 2: Die Bewegungsrichtung von Spielzeugfahrzeugen wie ein ferngesteuertes Auto oder eine Lego-Eisenbahn wurde mit aufgeklebten Pfeilen deutlich gemacht

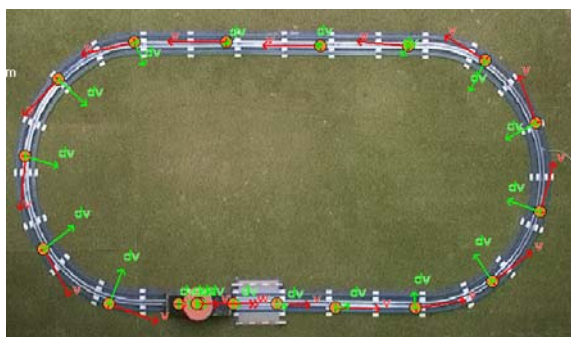


Abb. 3: Videoprojekte am Computer zeigen eine Video einer Bewegung der Lego-Eisenbahn mit simultaner Darstellung der kinematischen Größen als Pfeile, hier: Geschwindigkeit und Zusatzgeschwindigkeit

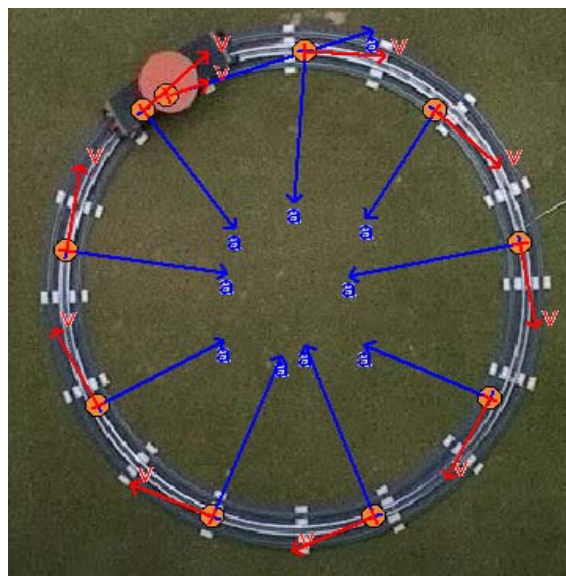


Abb. 4: Das Videoprojekt am Computer zeigt eine Kreisbewegung der Lego-Eisenbahn mit simultaner Darstellung von Geschwindigkeit und Beschleunigung

Zentrale Veranschaulichung waren Videoprojekte, in denen die kinematischen Größen durch Pfeile dynamisch auf einem gefilmten Eisenbahnzug im Video repräsentiert wurden (siehe Abb. 3 + 4). Dazu wurde vorher die Bewegung gefilmt und in einem Videoanalyseprogramm (AVA) analysiert. In der Software PAKMA wurde das Video gezeigt und die Pfeile gemäß den Daten der Videoanalyse darüber gezeichnet [9+11].

3. Dynamik

Ausgehend von der Erkenntnis, dass jede Bewegungsänderung eine Einwirkung als Ursache hat, wurde die Kraft zur Beschreibung von Stärke und Richtung von Einwirkungen als Pfeilgröße eingeführt. Die Schüler sollten sich Kräfte als rasche Folge von Stößen vorstellen.



Abb. 5: Schülerübung zum Kugelstoßen zum Sammeln eigener Erfahrungen zu Einwirkungen und Geschwindigkeitsänderungen

Hierzu wurde eine Schülerübung mit Stoßbrettern und Metallkugeln (siehe Abb. 5) entworfen, damit

die Schüler Grunderfahrungen zu Stößen und den verursachten Bewegungsänderungen sammeln: Ändert ein Körper seine Geschwindigkeit, also Tempo und/oder Bewegungsrichtung, so muss eine Kraft auf ihn wirken (siehe Abb. 6).

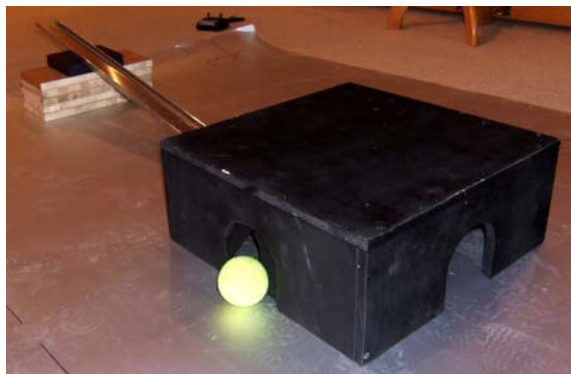


Abb. 6: Ein Black-Box-Versuch zur Veranschaulichung: Jede Geschwindigkeitsänderung bedarf einer Einwirkung

Insbesondere wurde untersucht, wie man auf einen Körper einwirken muss, um ihn auf eine Kurvenbahn zu zwingen. Um das anschauliche Verständnis zu stärken, wurden zudem verstärkt Computersimulationen eingesetzt (siehe Abb. 7+8).

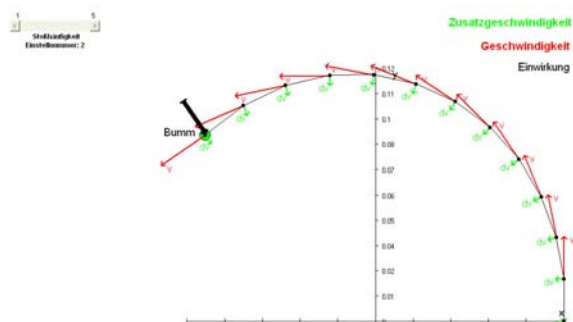


Abb. 7: Simulation einer Kurvenfahrt als Folge ständiger Einwirkungen in Richtung Kurveninneres

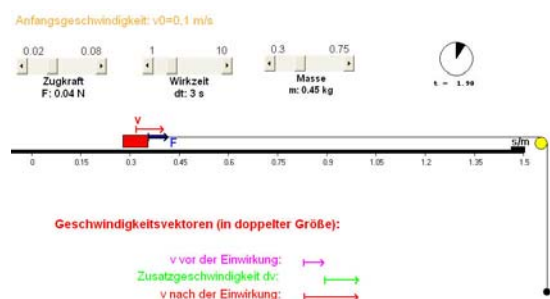


Abb. 8: Computersimulation zur Newtonschen Bewegungsgleichung

Der Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegungsänderung, sowie der Einfluss von Masse und Einwirkungsdauer wurde zunächst in qualitativen, aber sehr anschaulichen Experimenten untersucht (siehe Abb. 9) und schließlich zusammengefasst in

der Newtonschen Bewegungsgleichung der Form:

$$\Delta \vec{v} = \frac{\vec{F} \cdot \Delta t}{m}$$



Abb. 9: Versuche mit einem normalen und einem mit Sand gefüllten Volleyball, um die Bedeutung der Masse deutlich zu machen: Je größer die Masse des Balles, umso schwerer ist er zu beschleunigen

4. Erfahrungen

Die Erfahrungen waren sehr positiv. Die Durchführung in einer siebten Klasse stieß zum einen auf großes Interesse der Fachkollegen. Zum anderen schienen die Schüler selbst motiviert und ihre Rückmeldungen waren durchwegs positiv. Dabei trugen die ausgewählten Medien viel zum Verständnis der Schüler bei. Es entstand der Eindruck, dass die Schüler die gewünschten Lernziele gut erreicht haben.

Ein anschließender Test mit qualitativen Verständnisaufgaben fiel sehr positiv aus. Aufgaben zum Richtungsverständnis wurden dabei teilweise besser gelöst als von traditionell unterrichteten Elftklässlern.

5. Detaillierte Konzeptbeschreibung

Auf der Tagungs-CD befindet sich die Arbeit [10], in der das Unterrichtskonzept genau beschrieben wird. Außerdem findet man dort die detaillierten Ergebnisse der Kurzevaluation. Wer Interesse an den Unterrichtsmaterialien hat, kann von den Autoren gegen einen Unkostenbeitrag eine Kopie einer DVD bekommen.

6. Literatur

- [1] JUNG, W. (1980): Mechanik für die Sekundarstufe I, Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt, Berlin, München
- [2] JUNG, W.; REUL, H.; SCHWEDES H. (1977): Untersuchungen zur Einführung in die Mechanik in den Klassen 3-6, Beiträge zur Methodik und Didaktik der Physik, Diesterweg, Frankfurt am Main
- [3] WIESNER, H. (1994): Verbesserung des Lernerfolgs im Unterricht über Mechanik. Schülervorstellungen, Lernschwierigkeiten und fachdidaktische Forschungen – In: Physik in der Schule 32, Nr. 4, S. 122 – 127
- [4] WODZINSKI, R.; WIESNER, H. (1994): Einführung in die Mechanik über die Dynamik. Beschreibung von Bewegungen und Geschwindigkeitsänderungen – In: Physik in der Schule 32, Nr. 6, S. 164 – 169
- [5] WODZINSKI, R.; WIESNER, H. (1994): Einführung in die Mechanik über die Dynamik. Zusatzbewegung und Newtonsche Bewegungsgleichung – In: Physik in der Schule 32, Nr. 6, S. 202 – 207
- [6] WODZINSKI, R. (1996): Untersuchungen von Lernprozessen beim Lernen Newtonscher Dynamik im Anfangsunterricht, Lit Verlag, Münster
- [7] WILHELM, T.; HEUER, D. (2002): Fehlvorstellungen in der Kinematik vermeiden – durch Beginn mit der zweidimensionalen Bewegung – In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 51, Nr. 7, S. 29 – 34
- [8] WILHELM, T. (2005): Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung, Studien zum Physik- und Chemielernen, Band 46, Logos-Verlag, Berlin, 2005, ISBN 3-8325-1046-X
- [9] WILHELM, T. (2006): Zweidimensionale Bewegungen – Vergleich von vier verschiedenen Möglichkeiten der Messwerterfassung und Evaluationsergebnisse eines Unterrichtseinsatzes – In: NORDMEIER, V.; OBERLÄNDER, A. (Red.): Didaktik der Physik – Kassel 2006, Lehmanns Media – LOB.de, Berlin
- [10] SCHÜLLER, F. (2008): Ein Unterrichtskonzept zur Mechanik in Jahrgangsstufe 7 – zweidimensional und multimedial, In: NORDMEIER, V.; OBERLÄNDER, A.; GRÖTZEBAUCH, H. (Hrsg.): Didaktik der Physik - Berlin 2008, Lehmanns Media – LOB.de, Berlin, auf dieser Tagungs-CD
- [11] WILHELM, T.; GEBNER, T.; SULEDER, M.; HEUER, D. (2003): Sportaktivitäten vielseitig analysieren und modellieren – Video und Messdaten multimedial aufbereitet – In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 52, Nr. 2, S. 23 - 30

7. Adresse

Florian Schüller, AR Dr. Thomas Wilhelm, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Physikalisches Institut der Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Tel. 0931/888-5788,
wilhelm@physik.uni-wuerzburg.de
flo.schueller@gmx.at
www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm