

Mechanik lernen im Sportstudio

- Schul- und Hochschuldidaktische Dimensionen eines multidisziplinären Seminaransatzes -

Lydia Schulze Heuling*, **Andrea Sengebusch⁺**, **Heidi Reinholz⁺**

*KeBU Freiburg, Institut für Physik und ihre Didaktik, Kunzenweg 21, 79119 Freiburg

⁺Universität Rostock, Institut für die Didaktik der Physik, Universitätsplatz 3, 18055 Rostock
lydia.heuling@wvf.uni-freiburg.de, andrea.sengebusch@uni-rostock.de, heidi.reinholz@uni-rostock.de

Kurzfassung

Sportstudios bieten eine Vielzahl von Möglichkeiten Physik zu erleben. Mit Lehramtsstudierenden des 7. Semesters führten wir ein Projekt im Kontext „Physik im Krafraum“ durch. Zielsetzung war, den Studierenden im universitären Rahmen die Möglichkeit zu bieten selbständig kontextgebundene Unterrichtseinheiten zu entwickeln. Darüber hinaus wurden ausbildungsrelevante Besonderheiten des Rahmens Physik und Sport vertieft. Diese sehen wir hier insbesondere in einer wissenschaftsmethodischen Auseinandersetzung, die durch die unmittelbar spürbare Konfrontation von Kraftwirkungen im Vergleich mit den typischen mechanischen Modellen provoziert wird. Zusammenhänge zwischen dem eigenen Erleben der Studierenden und der Übertragbarkeit in den Unterricht wurden ebenfalls beleuchtet. Die abschließende Präsentation der Unterrichtseinheiten im Krafraum zeigte ein breites Spektrum an Zugängen und Anknüpfungspunkten zum Schul- und Schülerleben.

1. Einleitung

Was die Merkmale eines guten Physikunterrichts sind ist seit langem Gegenstand physikdidaktischer Diskussionen. Wiederholt wird in diesem Rahmen eine Orientierung an lebensweltlichen Kontexten angeführt [16]. Die Einbettung von Unterrichtsinhalten in die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler fördert die Vernetzung von Wissen [14], ist sinnstiftend [4] und bietet die Möglichkeit der Wissensvertiefung [3]. Solche Kontexte lassen sich aus technischen und anderen anwendungsbezogenen Gebieten [7] oder aus *fachübergreifenden* Fragestellungen ableiten. Typische fachübergreifende Kontexte werden aus gesellschafts-politischen Bezügen abgeleitet [1] oder durch die Verbindung zu körperlicher Tätigkeit bzw. Sport hergestellt [19, 20].

Grundsätzlich werden in der Fachdidaktik zwei Herangehensweisen an die Arbeit mit Kontexten unterschieden; die sachorientierte Perspektive, innerhalb derer Kontexte illustrierende, erläuternde oder vertiefende Funktion erfüllen, und die kontextorientierte Perspektive, die aus dem Kontext heraus die fachlichen Lerninhalte ableitet [17]. Untersuchungen zeigen, dass für eine erfolgreiche Kontextorientierung die Erfahrungswerte von Lehrkräften in die Gestaltung von Unterrichtseinheiten einfließen sollten [11, 22].

Neben einer bloßen Kontextorientierung für den Schulunterricht birgt die Fachkombination von Physik und Sport zusätzliches Potential für die universitäre Lehrerbildung. Eine Integration in projektorientierte Studienformate kann die Forderungen

nach mehr Praxiserfahrung in der Entwicklung kontextorientierter Einheiten bereits im Studium erfüllen [5]. Die Studierenden können dabei nicht nur eigene Unterrichtsentwürfe im geschützten Rahmen des Seminars testen, sie erfahren in der Erprobung von Entwürfen ihrer Mitstudierenden auch die Perspektive von Lernenden. Weiteres Potential liegt darüber hinaus in einer naturwissenschaftsmethodischen oder –historischen Vertiefung [8].

2. Spannungsfeld Mechanik im Sportstudio

Der Blick auf den menschlichen Körper wurde seit dem 17. Jahrhundert immer wieder von mechanistischen Modellen geleitet. Idealtypische Beispiele sind die Werke von Descartes oder La Mettrie, die den menschlichen Körper gänzlich zur Maschine machten [2, 13]. In der Beschreibung des Körpers als Maschine und der Erfassung seiner Bewegungen in mechanischen Reduktionen gerät jedoch eine entscheidende Frage aus dem Blick: Welche Aussagen über das Bewegungsverhalten eines Menschen kann die Mechanik tatsächlich tätigen, und welche Informationen gehen verloren?

Nehmen wir als alltägliches Beispiel die Bewegung einer Spaziergängerin bei einem Waldspaziergang. Die klassische Mechanik erfasst ihre Bewegungen zunächst mit Hilfe der Modelle von Massenpunkt und Schwerpunkt, je nach Betrachtungsziel. Der Massenpunkt besitzt keine Ausdehnung, trägt aber die Eigenschaft der Masse eines sich bewegenden Individuums. Die klassische Mechanik unterscheidet dann träge und schwere Masse. Die schwere Masse eines Körpers bezieht sich auf die Materiemenge im

Gravitationsfeld. Sie ist das, was alltäglich als Gewicht bezeichnet wird. Die träge Masse dagegen ist die Materiemenge, die, dem Trägheitsgesetz entsprechend, Widerstand gegen eine Änderung ihres Bewegungszustandes leistet. Die räumliche Bewegung des eingeführten Massenpunktes wird in einer Bewegungsgleichung gebündelt und kann als Trajektorie in einem Weg-Zeit-Diagramm dargestellt werden. Dem Graphen können dann der Standpunkt, die Gehzeit relativ zum Startzeitpunkt und die momentane Geschwindigkeit entnommen werden. Zur Betrachtung der Körperbewegung wird der Körper dann als System mehrerer Schwerpunkte betrachtet (jeweiligen Massenmittelpunkt des Systems). Unterschiedliche Schwerpunkte, zum Beispiel an den Knien oder Ellenbogengelenken, liefern Informationen über die Relativbewegungen einzelner Gliedmaßen. Am Begriff des Körpers lässt sich zeigen, wie der Mensch als Kompositum von Knochen, Organen, Muskeln und Gewebe ausschließlich in Form von Materie untersucht wird. Eine Beschreibung des menschlichen Körpers lässt sich mittels der klassischen Mechanik nur durchführen, wenn dieser Körper qua seiner Materialhaftigkeit idealisiert wird und somit als Modell fungiert, beziehungsweise dieses inkorporieren kann.

Demzufolge kann das Modell der klassischen Mechanik nur einen sehr eingeschränkten Bereich von Wirklichkeit wiedergeben, die der Vielgestaltigkeit von Welt nicht Rechnung trägt. Die zentralen Größen der Mechanik wie Masse, Kraft oder Energie sind nur Rechen- oder Bilanzgrößen. In der fachlichen Vermittlung werden zwar ihre wahrnehmbaren Wirkungen zu Hilfe genommen, die epistemologischen Brüche zwischen dem Gültigkeitsbereich der Mechanik und der Erfahrungswelt werden jedoch im Unterricht an Schule und Hochschule oftmals nicht geschlossen. Zum Beispiel besagt das Trägheitsprinzip, dass es keiner Kraft bedarf um die konstante Bewegung eines Körpers aufrecht zu erhalten. Unsere Spaziergängerin wird aber sehr wohl das Gefühl haben, Kraft aufwenden zu müssen, um ein konstantes Tempo halten zu können. Während wir aus den obigen Überlegungen also Informationen über Ort und Zeit oder Bewegungs- und Belastungsvorgänge beim Spaziergehen quantitativ erhalten, bleiben uns Informationen über die körperlich-sinnlichen Aspekte und leiblichen Techniken des Spaziergehens verborgen. Sie sind erst gar nicht aus der klassischen Physik zu gewinnen. Hierunter fällt beispielsweise der sich den Bodenbeschaffenheiten anpassende Auftritt, unterschiedliche Formen von Pendelbewegungen der Arme oder des ganzen Oberkörpers aber auch Empfindungen von Ausdauer und Erschöpfung.

Auf diese Betrachtungsebene verweist der Begriff des Leibes, der sich uns auf nicht quantitativ messbare Weise durch das leibliche Spüren vermittelt oder sogar im Falle großer Belastungen geradezu aufdrängt. Der Mathematiker und Didaktiker Hans

Freudenthal fasst seine Gedanken zum Unterrichten von Mechanik wie folgt zusammen: „*If it is true - and who would deny it? - that in mechanics instruction body experiences interfere inconveniently with scientific ideas, then it is of paramount importance, instead of suppressing them, to have the learning processes started just there, and the learner, under guidance, transform them into what we consider scientific.*“ [6]

Das Verhältnis zwischen physikalischer Idealisierung und lebensweltlicher Erfahrung bietet also durchaus einen fruchtbaren Nährboden für den Physikunterricht. Doch müssen die geschilderten unterschiedlichen, teils widersprüchlichen Perspektiven erarbeitet und vermittelt werden, um so miteinander verhandelt werden zu können. Bereits in der Lehramtsausbildung müssen diese Aspekte berücksichtigt werden, um den angehenden Lehrkräften den Spagat zwischen ihren eigenen Denkweisen, dem Unterrichten im Physiksaal und dem Welterleben außerhalb desselben zu erleichtern.

3. Gestaltung des Hochschulseminars

Vor diesem Hintergrund entstand ein multidisziplinärer Seminaransatz für Lehramtsstudierende der Physik, den wir im Wintersemester 2013/14 an der Universität Rostock erstmalig erproben.

Zur Einstimmung auf das Seminar war vorab ein physikdidaktischer Artikel aus der Schulpraxis als konkreter und anwendungsbezogener Einstieg aufzubereiten [21]. Mit der Diskussion des Artikels, die sich am Format eines Journal-Clubs orientierte, wurde das Seminar eröffnet. Journal Clubs sind formelle oder informelle Zusammenkünfte, in denen durch das Studium aktueller Fachpublikationen Fachwissen vermittelt und kritisch analysiert wird. In der Diskussion des Artikels zeigten sich bereits kognitive Sichtweisen und fachliches als auch fachdidaktisches Wissen der Studierenden. Die Dozentin bzw. der Dozent erhielt gleichzeitig Einblicke in die affektiven Voraussetzungen der Seminarteilnehmer. Unser gesamtes Seminar setzte sich aus drei Abschnitten zusammen, die auf diesen Einstieg folgten.

3.1. Phase 1: Wissenschaftsmethodische Orientierung

In diesem Abschnitt stand die Begegnung und Auseinandersetzung mit wissenschaftsphilosophischen Primär- und Sekundärquellen im Mittelpunkt. Desiderat dieses Seminarabschnittes war es, den Studierenden einen Einstieg in wissenschaftstheoretische Grundlagen zu geben. Über die faktische Ausbildung hinaus, sollten sie einen Einblick in der Genese wissenschaftlicher Erkenntnisse, unterschiedlicher, teils gegensätzlicher methodologischer Ansätze und den epistemischen Status von Wissen erhalten. Diesen Umstand berücksichtigend, wählten wir zum Studium Buchpassagen aus Karl Poppers *Logik der Forschung* [18] und aus Edmund Husserls *Logik* [9]. Welche Voraussetzungen und Methoden für Er-

kenntnisgewinnung bestehen, welche Anforderungen wissenschaftliche Sprache erfüllen muss und in welchem Verhältnis Gewissheit und Wahrheit zueinander stehen, sollte anhand der Textauszüge erarbeitet werden.

Als dritte und letzte Quelle wurde ein Auszug aus Werner Kutschmanns *Die Newtonsche Kraft* [12] bearbeitet. Der begriffsgeschichtliche Blick auf die Physik griff den Gegenstand der Wissenschaftssprache, der durch die andere Lektüre bereits eingeführt worden war, auf und half zu verstehen, dass Begriffe einem zeitlichen Wandel unterliegen, aber auch, dass Begriffe unser Verstehen prägen und welche Auswirkungen Verknüpfungen in Lehrbüchern haben. Aus der Kraft $F = m \cdot a$ wird ein mannigfaltiger Begriff, der bei Newton in die drei Unterbegriffe 1. Vis insita (interne Kraft), 2. Vis motrix impressa (externe impulsive Kraft) und 3. Die vis acceleratrix (beschleunigende Kraft) unterteilt ist.

3.2. Phase 2: Projektphase

Während in Phase 1 die Inhalte, Materialien, Arbeitsaufgaben und Lernziele vorgegeben waren, ging es in Phase 2 um die Entwicklung eines individuell gewählten Schwerpunktes, über den sich die Studierenden dann in Kleingruppen zusammenfanden. Der selbst zu wählende Schwerpunkt bezog sich sowohl auf ein Sportgerät bzw. die zugehörige körperliche Übung als auch auf das methodische Vorgehen, unter dessen Berücksichtigung die Schülerinnen und Schüler die Bewegung ausführen sollten. In den folgenden Wochen entwickelten die Studierenden dazu eine Unterrichtseinheit. Diese war in Lernziel, Einstieg, Problemorientierung, Arbeitsphase, Zusammenfassung und Reflektion sowie ggf. weitere Punkte zu strukturieren. Ebenso waren Materialien für die Arbeitsphasen, beispielsweise Arbeitsblätter, zu entwickeln.

In dieser Phase stand die Seminarleitung beratend für die Diskussion des Arbeitsprozesses, vorläufiger Entwürfe und der weiteren Vorgehensweise zur Verfügung. Es wurde ein eigenverantwortlicher Lernprozess initiiert, der durch einen kooperativen Gruppenprozess innerhalb der Seminarsitzungen gerahmt wurde. Selbstorganisation, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz wurden gefördert.

3.3. Phase 3: Präsentation

Die Präsentation und Durchführung der entstandenen Unterrichtsentwürfe erfolgte in der letzten Phase. Die Präsentation wurde von den Kleingruppen inhaltlich und didaktisch vorbereitet.

Hierbei sollten nicht nur Erfahrungen mit Kontexten für die spätere Arbeit gesammelt, sondern auch der Ablauf, die praktische Umsetzung der entwickelten Unterrichtsidee, erprobt werden. Konstruktive Reflexion und Kritik standen dabei im Mittelpunkt. Jeder Unterrichtsentwurf erhielt von den Mitstudierenden eine Rückmeldung, in der das Erleben der Unterrichtseinheit beschrieben wurde und Ände-

rungsvorschläge gegeben wurden. Auch eigenen Ängsten oder Vorbehalten durfte dabei Ausdruck verliehen werden. Beim Einholen von Kritik zum Unterrichtsentwurf sollten gewisse Spielregeln [10, 15] berücksichtigt werden, damit alle Beteiligten die Chance haben, Kritik konstruktiv zu äußern und mit der geäußerten Kritik konstruktiv umzugehen. Das Feedback sollte sich vor allem auf die Struktur des Lehrkonzepts, die Unterrichtstechniken, die Durchführung und das Unterrichtsmaterial beziehen.

4. Resümee

Das Projekt schloss mit einem Abschlusstag, an dem das gesamte Seminar in Inhalt und Ablauf zusammengefasst wurde. Abschließend gaben die Studierenden Feedback, z.B. zum Seminarinhalt und zur didaktischen Gestaltung des Seminars.

Insgesamt stellten wir einen hohen Diskussionsbedarf und sehr unterschiedliche Haltungen gegenüber der Kombination von Physik und Sport fest. Bedenken als auch Begeisterung mit Blick auf eine Unterrichtsimplementierung wurden geäußert. Während einige Studierende in der Verbindung von kognitivem und körperlichem Lernen eine positive Chance für einen nachhaltigen Mechanikunterricht sahen, bewerteten andere Studierende die Umsetzung in der Schulpraxis als unrealistisch. Die Bedenken bezogen sich vor allem auf zwei Aspekte: Schwierigkeiten im Unterrichtsmanagement im außerschulischen Lernort Krafraum insbesondere mit jungen Schülerinnen und Schülern und einem zu hohen Verletzungsrisiko.

Einen ebenfalls hohen Diskussionsbedarf löste die wissenschaftsphilosophische Orientierung aus. Für viele Studierende war es die erste Auseinandersetzung mit Primärquellen, sie hatten dementsprechend keine Erfahrung in der Quellenarbeit. Dieses Defizit kann beispielsweise durch gemeinsames Lesen und durch präzise Aufgabenstellungen für die Arbeit mit dem Text aufgefangen werden. Während einige Studierende qualitative oder introspektive methodische Ansätze ablehnten, griffen andere Projektgruppen das im ersten Teil theoretisch Erarbeitete in der Projektarbeit auf. Hier entstanden interessante Ansätze, qualitative und quantitative Aufgabenstellungen an den Geräten in didaktisch sinnvoller Weise miteinander zu verzahnen.

Für zukünftige Durchführungen dieses Seminars ist es wünschenswert, eine Kooperation mit Sportstudierenden einzugehen. Hierfür müsste die modulare Passung in die Studienordnung von Sport- bzw. bewegungswissenschaftlichen Studiengängen geklärt werden. Auch für die Umsetzung in der Schule ist eine Kooperation mit der Sportlehrkraft sinnvoll.

Der Projektcharakter dieses Seminars bereichert die Lernkultur in der Lehramtsausbildung. Unsere Erfahrung ist, dass die Studierenden mit den Freiräumen von Projektarbeit zunächst sehr zögerlich umgehen. Insgesamt fällt unser Fazit sehr positiv aus. Änderungen an der Seminargestaltung, die durch

Studierende angeregt wurden, werden wir in zukünftigen Durchführungen des Seminars berücksichtigen und evaluieren.

5. Literatur

- [1] Aikenhead, G. (1994): *What is STS Science Teaching?* New York London: Teachers College Press, 47–59.
- [2] Descartes, René: *Über den Menschen* (1632) sowie Beschreibung des menschlichen Körpers (1648) nach der ersten französischen Ausgabe von 1664 übersetzt und mit einer historischen Einleitung versehen von Karl E. Rothschild, Heidelberg, Lambert Schneider, (1969).
- [3] Duit, R. (2006): Initiativen zur Verbesserung des Physikunterrichts in Deutschland. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 2/5, 83–96.
- [4] Duit, R. & Wodzinski, C. T. (2006): *Guten Unterricht planen – Kategorien fachdidaktischen Denkens bei der Planung des Unterrichts. Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 92, 9–11.
- [5] Duit, R. & Mikelskis-Seifert, S. (2010): *Physik im Kontext, Sonderband Unterricht Physik*. Seelze: Friedrich.
- [6] Freudenthal, H. (1993): *Thoughts on Teaching Mechanics. Didactical Phenomenology of the Concept Force. Educational Studies in Mathematics* 25, 71–87, S.71.
- [7] Glynn, S. & Koballa, T. (2005): *The contextual teaching and learning instructional approach*. In: Yager, R. (Hrsg.), *Exemplary Science: Best practices in professional development*. Arlington: National Science Teachers Association Press, 78–84.
- [8] Heering, P. & Osewold, D. (2007): *Constructing Scientific Understanding through Contextual Teaching*. Berlin: Frank & Timme Verlag.
- [9] Husserl, E. (1901): *Logische Untersuchungen. T.2: Untersuchungen zur Phänomenologie und Theorie der Erkenntnis*. Halle: Max Niemeyer, Einl., §§1–5, S. 3–16.
- [10] Kanning, U. P. & Rustige, J. (2012): *Der Stellenwert von Feedback-Regeln aus empirischer Sicht. Personalführung*, 5, 24–31.
- [11] Komorek, M., Fischer, A. & Moschner, B. (2013): *Fachdidaktische Strukturierung als Grundlage für Unterrichtsdesigns*. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.). *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign – zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme*, Münster: Waxmann, 43–62.
- [12] Kutschmann, W. (1983): *Die Newtonsche Kraft: Metamorphose eines wissenschaftlichen Begriffs*. *Studia Leibnitiana*, Bd. 12, Sonderheft. Stuttgart: Franz Steiner.
- [13] La Mettrie, J. O. de (2008): *L’Homme-Plante – Der Mensch als Pflanze*, (zweisprachig), Weimar, VDG – Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften.
- [14] Labudde, P. (2001): *Chancen für den Physikunterricht in der heutigen Zeit – Zehn Thesen zur physikalischen Bildung*. Plus Lucis, 2, 2–6.
- [15] Marks, F. (2009): *Gruppendynamik und Hochschulunterricht – Gruppendynamische Prozesse im Seminar*. Erschienen in Berendt, B., Voss, P., Wildt, J., Tremp, P. (Hrsg.): *Neues Handbuch Hochschullehre*. Stuttgart: Raabe.
- [16] Mikelskis-Seifert, S. & Duit, R. (2007): *Physik im Kontext – Innovative Unterrichtsansätze für den Schulalltag*, MNU 60, 5, 265–274.
- [17] Müller, R. (2006): *Kontextorientierung und Alltagsbezug*, Berlin: Cornelsen, Kapitel 3.2, 102–119.
- [18] Popper, K. (1981): *Die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaft*. In: Wiehl, R. (Hrsg.), *Geschichte der Philosophie in Text und Darstellung*. Band 8, 20. Jahrhundert. Stuttgart, Reclam. 349–366.
- [19] Schlichting, H.-J. (1992): *Die physikalische Dimension des Sports, Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* 3/12, 4.
- [20] Schlichting, H.-J. (1992): *Natur freihand - Optische Naturphänomene in Freihandexperimenten*, *Praxis der Naturwissenschaften - Physik* 48/7, 12–17.
- [21] Wlotzka, U. (2010): *Mechanikunterricht im Fitnessstudio*. - In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 63, 5, 269–274.
- [22] Staub, F. C. & Stern, E. (2002): *The nature of teachers’ pedagogical content beliefs matters for students’ achievement gains: Quasiexperimental evidence from elementary mathematics*. *Journal of educational psychology*, 94, 2, 344–355.