

Physik (Kennziffer 12/2012)

Projektleiter: Prof. Dr. A. Kauertz, PD Dr. J. Kuhn, Prof. Dr. W. Schnotz

Bitte legen sie Ihrer Dissertationsskizze folgende Projektbeschreibung zugrunde:

Kontextorientiertes Modellbilden als Teil der Physikkompetenz

Im Physikunterricht sollen die Schülerinnen und Schüler dazu befähigt werden, im Sinne einer naturwissenschaftlichen Grundbildung Probleme aus ihrer Lebenswelt mit physikalischem Wissen und physikbezogenen Fähigkeiten und Fertigkeiten zu lösen. Notwendige Bedingung für eine physikbezogene Lösung von Problemen ist eine modellhafte Beschreibung der Situation, in der das Problem besteht. Dazu können zum einen etablierte Modelle der Physik herangezogen und für die Situation spezifisch adaptiert werden (Modellanwendung) oder es müssen Modelle gebildet werden, die physikspezifischen Anforderungen genügen (Modellbildung). Entsprechende Kompetenzen werden in den KMK-Bildungsstandards am Ende der Sekundarstufe I als Regelstandard erwartet.

Physikalische Modelle bestehen aus Messgrößen, die durch funktionale Beziehungen (Gesetzmäßigkeiten) miteinander und zu Konzepten (z.B. Kraft, Impuls, elektrischer Strom, Energie, Wärme) verbunden sind. Die Gesetzmäßigkeiten und Konzepte werden durch Theorien (z.B. Erhaltungssätze, ideales Gas, Quantentheorie, Relativitätstheorie) und Leitideen (z.B. Systemgedanke, Wechselwirkungsprinzip, Symmetrieüberlegungen) strukturiert und legitimiert. Modelle beschreiben stets nur einen Ausschnitt der Wirklichkeit, der zudem einer physikalischen Beschreibung zugänglich sein muss (Phänomen oder Objekt). Bei der Auswahl oder Entwicklung eines Modells müssen die Beziehungen des Phänomens oder Objekts zu den Rand- und Anfangsbedingungen, die der Kontext vorgibt, und dem zu lösenden Problem, das im Kontext besteht (Funktion des Modells), berücksichtigt werden.

Das Auswählen, Isolieren und physikalische Beschreiben ist ein aktiver Konstruktionsprozess, der individuellen und situationsspezifischen Einflüssen unterliegt (vgl. NOS). Während bereits untersucht wurde, wie Lernende grundsätzlich Modelle bilden und anwenden, ist bislang unklar, welchen Einfluss der Kontext, der eine Modellentwicklung motiviert, auf die Entwicklung des Modells hat. Für Physiklernen im Hinblick auf naturwissenschaftliche Grundbildung ist dies eine wesentliche Frage:

Wie beeinflusst der Kontext die Modellbildung beim Physiklernen?

Diese Forschungsfrage lässt sich in fünf Teilfragen gliedern, die Schwerpunkte möglicher Dissertationen sein könnten:

1. Wie lässt sich Kontext operationalisieren?
2. Wie lässt sich die Konstruktion von Modellen (als Teil der Physikkompetenz) operationalisieren?
3. Welche Merkmale des Modells beeinflussen seine (Re-)Konstruktion durch Schüler/innen?
4. Welche Merkmale des Kontexts beeinflussen die Konstruktion von Modellen durch Schüler/innen?
5. Was sind geeignete und sinnvolle (was bedeutet geeignet, sinnvoll?) Kontexte, was sind geeignete (?) Modelle der Physik für die Sekundarstufe I, welche Theoriebereiche sind für diese Modelle Bedingung?

Da es bislang vorrangig pragmatische Klassifikationen und Kriterien für Kontexte gibt, müssen für die erste Teilfrage Merkmale identifiziert werden, die den Kontext insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Ähnlichkeit zwischen Kontext, Phänomen/Objekt und physikalischem Modell beschreiben. Der Kontext mit

dem eingeschlossenen Phänomen/Objekt und das physikalische Modell können dabei als Analogiebereiche aufgefasst werden. Es wäre zu zeigen, dass die auf Basis der Merkmale erreichte Klassifikation ähnlich ist zu einer Experteneinschätzung, ob die Modelle mehr oder weniger stark kontextualisiert sind.

Wird die Beziehung zwischen Phänomen/Objekt und Modell als Analogiebeziehung verstanden, ist es naheliegend zunächst von einer mentalen Repräsentation des Phänomens/Objekts im Sinne eines mentalen Modells als Mittler auszugehen (vgl. Mikelskis-Seifert et al., 2005). Im Rahmen der zweiten Teilfrage muss unter anderem dessen Entwicklung und Ausprägung beschrieben werden, die jedoch nicht unmittelbar zugänglich ist. Es lassen sich aber Merkmale des mentalen Modells und seiner Entwicklung annehmen, die als latente Variablen aufgefasst und entsprechend operationalisiert werden können.

Modellbildungsprozesse lassen sich dann als Abfolge oder Muster dieser latenten Variablen darstellen. Es müssen entsprechende Maße gefunden oder weiterentwickelt werden, die hinsichtlich der Gütekriterien zu untersuchen sind.

Um die Ähnlichkeit zwischen Kontext und Modell zu beschreiben, sind Merkmale erforderlich, die in geeigneter Weise Modelle beschreiben und unterscheiden (Teilfrage 3). So ließe sich etwa über die Anzahl an Messgrößen, ihren funktionalen Beziehungen und Konzepten eine Klassifikation ihrer Komplexität erreichen, die mit der Schwierigkeit korreliert ist, ein solches Modell zu entwickeln (Kauertz, 2008). Weitere Merkmale wären etwa Abstraktionsgrad oder inwieweit die quantisierten Messgrößen mit qualitativen Erfahrungsgrößen korrespondieren. Durch gezielte Variation der Merkmale und ihre Zusammenhänge zu Leistungsmaßen, dem in der zweiten Teilfrage operationalisierten Modellbildungsprozess oder den Lernprodukten der Bearbeiter lassen sich schwierigkeitsgenerierende Merkmale von Modellen experimentell nachweisen. Auf diese Weise lassen sich Modelle entsprechend klassifizieren.

Für die vierte Teilfrage ist neben der Isomorphie zwischen Kontext, Phänomen/Objekt und Modell auch die Frage nach den Bezügen relevant, die das Phänomen/Objekt zum restlichen Kontext hat. Im Sinne von Rand- und Anfangsbedingungen müssen diese teilweise im Modell berücksichtigt werden. Zudem ist zu klären, in welchem Umfang das im Kontext aufgeworfene Problem durch eine physikalische Modellierung und Lösung hinreichend gelöst ist (Relevanz der physikalischen Lösung im Kontext). Es ist experimentell zu zeigen, dass eine Variation der Merkmale (z.B. Isomorphie, Bezüge und Relevanz) zu einer Änderung des in Teilfrage zwei operationalisierten Modellbildungsprozesses führt.

Für Teilfrage fünf ist zunächst normativ zu klären, was geeignet und sinnvoll bedeutet. Wird „geeignet“ ein entsprechender Prozentteil erfolgreicher Bearbeitungen durch Schülerinnen und Schüler zugrunde gelegt, wären eine ausreichende Anzahl von Kontexten und Modellen zunächst von Experten zu klassifizieren und dann an einer repräsentativen Stichprobe empirisch zu testen. Dazu muss ein Maß für die erfolgreiche Bearbeitung eines Kontexts oder Modells entwickelt und hinsichtlich seiner Gütekriterien untersucht werden. Alternativ ließe sich durch ein Expertenrating die Eignung (z.B. Passung, Interesseförderlichkeit, Lernwirksamkeit) von Kontexten und Modellen für eine bestimmte Schülerklientel bestimmen. Hierzu müsste definiert werden, wer als Experte in Frage kommt, was Eignung bedeutet und entsprechende Validierungen gefunden werden. Hierbei ist es von Interesse zwischen verschiedenen Zielen und Experten zu differenzieren. Als Ergebnis wird ein Curriculum von Modellen und zugehörigen theoretischen Grundlagen erwartet und eine Auswahl prototypischer Kontexte.