

Ingo WITZKE, Siegen

Fachdidaktischverbindendes Lernen und Lehren im MINT-Bereich.

Der Beitrag stellt ein Forschungs- und Lehrprojekt des neugegründeten Zentrums der MINT-Didaktiken der Universität Siegen vor. Im Projekt *FäMaPdi* (Fächerverbindendes Seminar für Mathematik- und Physikdidaktik) werden im Rahmen der in NRW neu eingeführten Praxisphase von Masterstudierenden theoriereflektiert fächerverbindende Unterrichtskonzepte in Zusammenarbeit mit Schulen entwickelt und diskutiert. Die zentrale Forschungsfrage ist dabei, ob „fachdidaktischverbindendes“ Arbeiten gewinnbringende Perspektiven für die Lehrerbildung eröffnen kann.

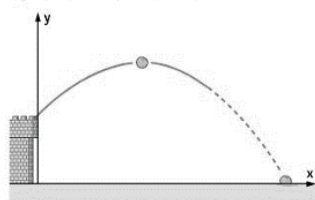
1. Motivation

Schaut man in aktuelle Kernlehrpläne, so wird unmittelbar klar, dass ein wichtiger Auftrag darin formuliert ist, das Fach Mathematik in authentischen Anwendungssituationen erfahrbar zu machen. Dort heißt es, in Anlehnung an die Grunderfahrungen H. Winters, unter Aufgaben und Zielen z.B. im aktuellen Kernlehrplan für das Gymnasium (Sek. I, G 8, NRW),

Parabeln überall

Du hast auf den vorhergehenden Seiten viel über Parabeln gelernt. Versuche nun dein Wissen auf alltägliche Situationen anzuwenden.

1 Die Burgverteidigung bewirft Angreifer mit faulen Tomaten.



Deren Flugbahn lässt sich durch $f(x) = -0,05x^2 + x + 40$ beschreiben, wenn die Luftreibung vernachlässigt wird.

- Aus welcher Höhe wird geworfen?
- Bis zu welcher Entfernung sind die Angreifer gerade noch zu treffen?
- Wie hoch fliegt die Tomate maximal?
- Ist die Skizze in etwa maßstabsgerecht?

Abb. 1: Aus *mathe live 10E* (S. 36)

dass „Schülerinnen und Schüler [...] Erscheinungen aus Natur, Gesellschaft und Kultur mithilfe der Mathematik wahrnehmen und verstehen [sollen].“

Diese Forderung nach Anwendungsbezug findet sich an vielen weiteren Stellen im Lehrplan. Zwar gibt es vielfältige Ansätze zu einer authentischen Umsetzung des Anwendungsaspektes, leider werden aber viel zu viele Lernumgebungen angeboten die diese Forderung nur eingekleidet und bemüht umsetzen (vgl. Abb.1). Einen Ausweg aus dieser Situation können fächerverbindende Unterrichtsettings bieten in denen eine Fragestellung aus der Perspektive von zwei Fächern betrachtet wird (vgl. Peterßen 2000). Im Gutachten der Bund-Länder Kommission zu mathematisch-naturwissenschaftlichem Unterricht hieß es dazu schon 1997, dass „

das Fach [...] wenn es reflexiv unterrichtet wird, immer schon über sich selbst hinaus [weist]. Der fächerverbindende und fachübergreifende Unterricht ist nicht nur notwendige Ergänzung des Fachunterrichtes, sondern Teil dessen Vollendung.“ Aus vielfältigen Gründen wird die aktuelle Unterrichtspraxis diesem Anspruch aber nicht gerecht. Insgesamt spielt fä-

cherverbindender Unterricht, außer in speziellen singulären Projekten, derzeit eine untergeordnete Rolle. Ein Aspekt, der u. a. aus Sicht der Natur- und Ingenieurwissenschaften zu bedauern ist, da diese später an den Hochschulen mit wenig vernetzten Mathematikkenntnissen konfrontiert werden.

2. Das Projekt *FäMaPdi*

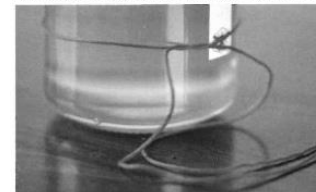
Vor der oben skizzierten Ausgangslage setzt das gemeinsame Forschungsprojekt der Mathematikdidaktik und der Physikdidaktik in Siegen an. Im Rahmen der neugeschaffenen Praxisphase im Master für die Lehramtsstudiengänge in NRW entwickeln und erforschen Projektpartner aus Wissenschaft und Schulpraxis auf fachdidaktischverbindender Grundlage ein Lehrformat, das Lehramtsstudierende an der Nahtstelle von Theorie und Praxis für Fragen von fächerverbindendem Unterricht im MINT-Bereich sensibilisieren soll. Grundlage für die Zusammenarbeit von Physik- und Mathematikdidaktik ist dabei – neben der klassischen Anwendungs- und Werkzeugvorstellung – die Erkenntnis, dass Mathematik und Physik, so wie sie aktuell im Schulkontext gelehrt werden, auf erkenntnistheoretischer Ebene große Parallelen aufweisen. Nach Burscheid & Struve (2010) erwerben Schülerinnen und Schüler im anschauungsgeleiteten Mathematikunterricht eine *empirische* Auffassung von Mathematik über die eingesetzten Anschauungsmittel. Dies führt dazu, dass schulische Mathematik in weiten Teilen physikalisch Gegenstandsbereiche beschreibt und somit ihr Wahrheitsbegriff (im Unterschied zur Hochschulmathematik) an gegenständliche Überprüfbarkeit, z.B. im Rahmen experimentellen Vorgehens (vgl. Abb. 2.), gebunden ist.

3. Das Seminar

Das Vorbereitungsseminar zur Praxisphase im Rahmen von *FäMaPdi* steht auf zwei inhaltlichen Säulen. Zum einen werden die Studierenden in wissenschaftlicher Begleitung angeregt aus theoretischer Sicht fachdidaktischverbindende Perspektiven auf Unterricht zu entwickeln (vgl. Abb. 3). Zum anderen konzipieren sie in Begleitung erfahrener Lehrkräfte fächerverbindenden Unterricht, der im Schülerlabor erprobt wird.

1 [🔍] Ein Kreis hat eine besondere Eigenschaft. Ihr könnt diese Eigenschaft herausfinden.

a) Nehmt mindestens zwei Gegenstände mit kreisförmigem Durchmesser (Dose, Flasche, Batterie ...). Messt möglichst genau den Umfang und den Durchmesser. Schreibt die Ergebnisse in einer Tabelle auf.



b) Sucht einen besonderen Zusammenhang zwischen Umfang und Durchmesser. Was passiert, wenn man die Zahlen addiert, subtrahiert, multipliziert oder dividiert? Experimentiert mit den Zahlen. Rundet die Ergebnisse auf eine Kommastelle.
c) Schreibt auf, wie ihr vorgegangen seid und was ihr herausgefunden habt. Tauscht dann eure Beschreibungen aus und korrigiert euch gegenseitig.

Durchführung eines Experiments

Wenn du ein Experiment durchführst, dann arbeite mit System.

Planung: Kläre dein Ziel: Was möchte ich herausfinden? Was brauche ich dafür? Wie gehe ich vor?

Beobachtung: Notiere die Durchführung in Stichpunkten. Formuliere Rechnungen und Zwischenergebnisse.

Ergebnis: Beende deine Beschreibung mit einer Vermutung, einer Erkenntnis oder einer weiterführenden Frage.

Abb. 2: Aus *mathe live* 9G (S. 104)

Mathematik in weiten Teilen physikalisch Gegenstandsbereiche beschreibt und somit ihr Wahrheitsbegriff (im Unterschied zur Hochschulmathematik) an gegenständliche Überprüfbarkeit, z.B. im Rahmen experimentellen Vorgehens (vgl. Abb. 2.), gebunden ist.

Die in den Theoriesitzungen entwickelten Beobachtungsfragen können dann wiederum genutzt werden, um die Unterrichtsversuche im Schülerlabor aus einer wissenschaftlichen Perspektive zu beobachten, bzw. diese in

Mathematikdidaktik	Physikdidaktik
Auffassungen von Mathematik	Nature of Science
Argumentieren & Problemlösen	
Modellieren	Modellbegriff
Subjektive Erfahrungsbereiche	Präkonzepte
Interaktionstheorie	Basismodelltheorie

Abb. 3: Fachdidaktischverbindende Themen der Theoriesitzungen

Wie wird das Verhältnis von Mathematik zu Physik (implizit und explizit) thematisiert? An welchen Stellen werden bei Lehrenden und Lernenden Präkonzepte/Eigentheorien sichtbar, kollidieren diese miteinander? Welcher Modellierungsbegriff liegt der Vorgehensweise der Lehrenden zu Grunde? Welche Interaktionsmuster werden aktiviert?

Zudem konzipierten die Studierendenteams, die so organisiert waren, dass jeweils Expertise aus der Physik und der Mathematik vorhanden war, fünf fächerverbindende Unterrichtsentwürfe (vgl. Abb 4.)

Die Durchführung im Schülerlabor wurde videographisch dokumentiert und kann so im Weiteren als Forschungsgrundlage dienen. Dabei führt die Analyse vor dem gesetzten theoretischen

Rahmen zu diskussionswürdigen Ergebnissen. So zeigte sich z.B. im Unterrichtsversuch zu Linsen und Geometrie unter der Fragestellung „Warum können Kameras so schmal gebaut werden?“, dass das Studierendenteam trotz der ausführlichen vorangegangenen Thematisierung von fächerverbindendem Lehren und Lernen bei der Durchführung ihres Unterrichtsversuches stereotyp Mathematik und Physik voneinander abgrenzten. Diese grundsätzliche Trennung, der wohl die eng gezogenen Fächergrenzen sowie stark vereinfachende Modellierungsvorstellungen zu Grunde liegen, zeigte sich bei einigen Studierenden auch im Post-Test (vgl. Abb. 5), der in Form offen gestalteter Fragebögen durchgeführt wurde. Der Auftrag für den kommenden Durchgang des Vorbereitungsseminars, der sich aus die-

einem Forschungsprojekt für die Praxisphase zu verwenden. Von den Studierenden entwickelte Beobachtungsfra- gen lauteten im ersten Durchgang: Welcher Natur sind die Gegenstände des Unterrichts? (Charakterisierung: Mathematisch, physikalisch, empirisch-gegenständlich, formal-abstrakt etc.),

- Den Widerstand „kleinkriegen“ durch Notabschaltung. Widerstände – Rationale Zahlen
- Wie lange hält das Fahrradstandlicht ? Spannung integrieren. Kondensator - Integral
- Strahlenschutz durch Abstandsvergrößerung – welche Wirkung? Radioaktivität - Exponentialfunktion
- Wie funktioniert eine Kamera? Optik – Geometrie
- Linsen und Geometrie. Mit Mathe und Physik verkleinern. Optik – Geometrie

Abb. 4: Themen der fächerverbindenden Unterrichtsentwürfe

sen Erfahrungen ergibt, ist, dass den Studierenden noch enger die Verzahnung von mathematisch und naturwissenschaftlichen Arbeiten erfahrbar gemacht werden muss, damit diese auch in anforderungsreichen Unterrichtssituationen berücksichtigt werden kann. Ein Bewusstsein für ein adäquateres Verständnis für die Beziehung von Mathematik und Physik kann durch Einsatz historischer Zeugen, wie z.B. M. Pasch, der Geometrie gerade als Naturwissenschaft definierte (1882), oder L. Euler, der die physikalische Frage nach der Bemasung eines Schiffes gerade ohne Experiment durch pure Deduktion zu lösen suchte (1726), gefördert werden. Zudem soll eine vergleichende Schulbuchanalyse dazu beitragen die erkenntnistheoretischen Parallelen von Schulmathematik und Schulphysik deutlicher zu machen; denn der Wirklichkeitsbezug der (Schul-)Mathematik (und die damit implizierten Schluss- und Denkweisen) verbindet sie mit den Naturwissenschaften. Mathematik gegenüber dem „Rest der Welt“ abzutrennen, erscheint unauthentisch und unangemessen. (vgl. Voigt & Meyer 2010)

Mathematik	Physik
deduktiv	induktiv, experimentell
abstrakt	gegenständlich, anwendbar
ideal	konkret, messbar
formal-beschreibend	erklärend, begründend

Abb. 5: Stereotype Auffassungen von Mathematik und Physik

Das Vorbereitungsseminar sowie das folgende Begleitseminar werden intensiv durch qualitative Messinstrumente begleitet und auf Grundlage didaktischer Analyse wiederholt. Erste Ergebnisse zeigen, dass die skizzierte Konzeption mit einem hohem Aufwand für die Beteiligten verbunden ist, dafür aber tiefgehende Einsichten über fachdidaktischverbindende Ansätze an der Schnittstelle von Theorie und Praxis liefern kann.

Literatur

- Bund-Länder-Kommission-Projektgruppe „Innovationen im Bildungswesen“ (1997). Gutachten „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Heft 60.
- Burscheid, H. J., Struve, H. (2010). *Mathematikdidaktik in Rekonstruktionen*. Hildesheim: Franzbecker.
- Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen - Mathematik (2007). 1. Aufl. Frechen: Ritterbach (Schule in NRW, Nr. 3401 : (G8)).
- Peterßen, W. H. (2000). *Fächerverbindender Unterricht*. München: Oldenbourg.
- Meyer, M. & Voigt, J. (2010): Rationale Modellierungsprozesse. In B. Brandt & M. Fetzer & M. Schütte (Hrsg.): *Auf den Spuren interpretativer Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik*. Münster: Waxmann, 117 – 148.
- Witzke, I. (2012). *Mathematik – eine (naive) Naturwissenschaft im Schulunterricht?* In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 46, Bd. 2, 949-952.