

Astrid BECKMANN, Schwäbisch Gmünd

ScienceMath – ein fächerübergreifendes europäisches Projekt



1 Hintergrund und Ziele

Das Projekt ScienceMath ist ein europäisches Kooperationsprojekt zur Förderung von *mathematical* und *scientific literacy*. Es wird von der Europäischen Kommission im Programm Comenius 2.1 gefördert. Kooperationspartner sind Hochschulen und Schulen aus den Ländern Deutschland, Dänemark, Finnland und Slowenien¹. Ziel ist die Entwicklung von erprobten Unterrichtssequenzen und –moduln, die auf ein einsichtiges und vernetztes Lernen mathematischer Inhalte und Begriffe führen. Grundidee ist, mathematisches Lernen in naturwissenschaftlichen Kontexten und durch aktive Tätigkeiten der Schülerinnen und Schüler anzuregen. Das Projekt setzt damit die OECD-Forderungen in konkreten Angeboten für die Lehreraus- und fortbildung um und bietet damit die Chance, die formalen Inhalte des europäischen Mathematikunterrichts in umsetzbare fächerübergreifende und anwendungsbezogene Unterrichtsmoduln zu integrieren.

Ausgangspunkt für das Projekt ist ein fächerübergreifender Ansatz mit den Naturwissenschaften, insbesondere mit der Physik. Durch außermathematische Bezüge sollen die Schülerinnen und Schüler Mathematik angemessen, bedeutungsvoll und interessant erfahren; das Lernen in Zusammenhängen soll zu einem intuitiven mathematischen Verstehen beitragen. Mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kontexte und Methoden soll einerseits die oft beobachtete Kluft zwischen formaler Mathematik und authentischer Erfahrung geschlossen werden, andererseits die Vielseitigkeit mathematischer Begriffe erfahren werden.

Theoretischer Hintergrund für diesen Ansatz ist das *Realistic Mathematics Education*-Konzept, das am Freudenthal Institut in den Niederlanden entwickelt wurde. Danach sind kontextbezogene Probleme zentrale Elemente des Mathematikunterrichts, die aber nicht nur reine Anwendungen sein dürfen, sondern die zu einer direkten Auseinandersetzung mit dem mathematischen Inhalt und Begriff im Kontext führen müssen. Zum Beispiel sind Probleme zur Förderung des Funktionsbegriffserwerbs so zu stellen, dass sie die Schülerinnen und Schüler dazu

¹ Kooperationspartner sind: Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, Prof. Dr. Astrid Beckmann (Koordination), Syddansk Universitet Odense, Prof. Dr. Claus Michelsen/ Director Center for Science and Mathematics Education, Turku University Finnland, Prof. Dr. Kaarina Merenluoto, University of Ljubljana, Prof. Dr. Damjan Kobal, Zavod sv Stanislava Ljubljana Slowenien, Dr. Marina Rugelj und Tine Golez, Gymnasium Waiblingen, Dipl. Math. Thilo Höfer, Turun Normaalikoulu Finnland, Andrew Youd, Mulernes Legatskole Odense Dänemark, Susanne Stellini

anregen, in einer Situation den grundlegenden Prozess des funktionalen Zusammenhangs zu erfassen und zu identifizieren.

2 Naturwissenschaftliche Inhalte und Verfahren zum Lernen von Mathematik

Naturwissenschaftliche Inhalte bieten die Chance für einen wirklichkeitsnahen Unterricht. Konkrete physikalische oder biologische Zusammenhänge können mathematische Modellierungsaktivitäten anregen und zu authentischen Erfahrungen führen. Mathematische Inhalte und Methoden werden in sinnvollen Zusammenhängen gelernt; die Realität der Schülerinnen und Schüler kann mit mathematischer Einsicht erweitert werden. Unterschiedliche Realitätsbezüge führen auf unterschiedliche Modelle und können somit auch zur Kontrastierung von begrifflichen Eigenschaften und von verschiedenen Modellen beitragen. Die Vielfalt naturwissenschaftlicher Phänomene gestattet offene Aufgabenstellungen und damit ein selbstständiges Erarbeiten der Mathematik. Mathematische Begriffe, wie zum Beispiel der Funktionsbegriff, können als Modellierungswerkzeuge erfahren werden. In unterschiedlichen Realitätsbezügen können ihre vielseitigen Bedeutungszusammenhänge und ihre unterschiedlichen Eigenschaften erfasst werden.

Ein viel versprechender Ansatz beim fächerübergreifenden Lernen von Mathematik sind naturwissenschaftliche Experimente. Ein entsprechender Unterricht kann folgende Komponenten enthalten: Sammeln von Daten aus dem Experiment, Entwicklung und Erforschung eines mathematischen Modells in verschiedenen Repräsentationsformen und Reflexion über den mathematischen Inhalt des Modells. Ausgehend von einer experimentellen Situation müssen die Schülerinnen und Schüler hierbei – je nach Lerngruppe selbstständig oder gelenkt – Variablen und Repräsentationsformen wählen und in Beziehung setzen. Die Erweiterung auf naturwissenschaftliche Zusammenhänge eröffnet den Schülerinnen und Schülern eine Umgebung, die begründete Analysen, authentische Erfahrungen und einen Wechsel zwischen unterschiedlichen Repräsentationsformen herausfordert. Zum Beispiel ist die Tabelle zunächst ein Modell der Datensammlung und wird später zu einem Modell für die Diskussion über den funktionalen Zusammenhang zwischen den erfassten Größen (Michelsen & Beckmann 2007, S. 47).

Ein besonderer Vorteil von Experimenten für das Mathematiklernen zeigt sich beim mathematischen Begriffserwerb. Im Zusammenhang mit dem Funktionsbegriffserwerb ist bemerkenswert, dass die experimentellen Aktivitäten ein authentisches Erleben der Aspekte des Funktionsbegriffs wie Zuordnung und Kovariation ermöglichen. Wird zum Beispiel ein fahrender Wagen beobachtet und jeweils zu bestimmten Zeiten die gefahrene Strecke

gemessen, wird der Zuordnungsaspekt erfahren. Die gleichzeitige und abhängige Änderung von Strecke und Zeit, also der Kovariationsaspekt, wird hingegen erlebt, indem ständig auf die Uhr geschaut wird, während der Wagen an einer Messlatte vorbei fährt.

3 Beispiele aus dem Projekt

3.1 Funktionsbegriffserwerb durch Experimente

Eine Forschungs-/Entwicklungslinie von ScienceMath befasst sich mit dem Ansatz, Schüler und Schülerinnen ab der 8. Klassenstufe durch experimentelle Aktivitäten beim Funktionsbegriffserwerb zu unterstützen. Dafür wurden/ werden einfache Experimente zu verschiedenen funktionalen Zusammenhängen entwickelt und in verschiedenen Schulformen der Sekundarstufe I und der frühen Sekundarstufe II erprobt (Eine umfangreiche Sammlung findet sich in Beckmann 2006). Die Experimente sind so angelegt, dass die benötigten Materialien, der Aufbau und die Durchführung einfach und unkompliziert sind und somit auch im normalen Tagesablauf im Mathematikunterricht eingesetzt werden können. Die experimentelle und inhaltliche Arbeit wird durch Arbeitsblätter angeregt, die stets mit einem Impuls aus dem Alltag beginnen (vgl. Arbeits- und Impulsblätter in Beckmann 2006).

Die Experimente können eingesetzt werden im Einzelexperiment zum Beispiel für die experimentelle Ermittlung bestimmter funktionaler Zusammenhänge (zum Beispiel proportional, quadratisch usw.) oder als Station im Stationenlernen zur Erarbeitung ausgewählter funktionaler Zusammenhänge über Gemeinsamkeiten bzw. durch Unterschiede. Insbesondere aber können die Experimente dem Erleben und Untersuchen funktionaler Abhängigkeiten und der Förderung des funktionalen Denkens (in Stationen mit unterschiedlichen Zusammenhängen) dienen (vgl. auch Höfer 2007).

3.2 Modellbildungsprozesse und Integration von Mathematik und Naturwissenschaften

In einem weiteren Forschungs-/Entwicklungsansatz von ScienceMath geht es um die Förderung des Variablen- und Funktionsbegriffs *durch eine Bereichserweiterung* der Mathematik, indem biologische und physikalische Verfahren, Phänomene und Inhalte integriert werden. Anhand der fächerübergreifenden Kontexte sollen die Schülerinnen und Schüler durch Modellierungsaktivitäten Kompetenzen im Mathematisieren und Modellieren der Umwelt entwickeln. Die integrativen Modellierungs-Kurse werden für die 10. bis 12. Jahrgangsstufe entwickelt und erprobt (Michelsen 2007).

3.3 Mathematik durch Alltagsprobleme und naturwissenschaftliche Fragestellungen

Naturwissenschaftliche Frage- und Problemstellungen eignen sich natürlich nicht nur im Zusammenhang mit dem Variablen- und dem Funktionsbegriff. Entsprechende Modellierungsaktivitäten können prinzipiell auf alle mathematischen Gebiete führen. Im ScienceMath-Projekt werden entsprechend fächerübergreifende Unterrichtssequenzen bzw. -moduln zu unterschiedlichen mathematischen Inhalten entwickelt und erprobt. Beispiele sind ein Unterrichtsmodul zur Analysis durch Echtzeit-Messungen in der Physik (Golez 2005) und eine integrative Sequenz zu dem physikalischen Phänomen der Lichtbrechung und mathematischer Minimierung mit CAS (Höfer 2006).

Ziel des Projekts ScienceMath, das bis 2009 läuft, ist eine Sammlung der erprobten Unterrichtsmaterialien und ihrer Bereitstellung in einem Band bzw. auf den Projekt-Webseiten www.ph-gmuend.de/ScienceMath.

Literatur

- [1] Beckmann, A. (2006): Experimente zum Funktionsbegriffserwerb - ausgearbeitete und erprobte Vorschläge für den Mathematikunterricht der Sekundarstufe I und der frühen Sekundarstufe II, Köln (Aulis Verlag Deubner)
- [2] Golez, T. (2005): Calculus between Mathematics and Physics: Real-Time Measurements – A great opportunity for High-School Teachers. In: Beckmann, A. & Michelsen, C. & Sriraman, B.: Proceedings of MACAS 1, Hildesheim, Berlin (Franzbecker), S. 190 - 200
- [3] Höfer, Th. (2007): Funktionales Denken fördern mit Hilfe von physikalischen Schülerexperimenten unter Einsatz von grafikfähigen Taschenrechnern. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007, Hildesheim, Berlin (Franzbecker)
- [4] Höfer, Th. (2006): Vom Rettungsschwimmer zum Prinzip von Fermat. Neue Möglichkeiten für fächerübergreifendes Lernen mit neuen Medien. In: PM Praxis der Mathematik in der Schule mit PM Computerpraxis, 48/9, S. 41-45
- [5] Michelsen, C. (2007): Modellbildungsprozesse und Integration von Mathematik, Physik und Biologie. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007, Hildesheim, Berlin (Franzbecker)
- [6] Michelsen, C. & Beckmann, A. (2007): Förderung des Begriffsverständnisses durch Bereichserweiterung, in: MU – Der Mathematikunterricht 53, Heft 1/2, März 2007, S. 45 - 57