

Gabriele KAISER, Björn SCHWARZ; Hamburg

Modellierungskompetenzen – Entwicklung im Unterricht und ihre Messung

Die Notwendigkeit der Förderung von Modellierungskompetenzen wird in der aktuellen Diskussion um den Mathematikunterricht immer wieder betont. Allerdings gibt es keine einheitlichen Vorstellungen dazu, welche Kompetenzen darunter zu fassen sind und wie diese zu fördern sind. Im angelsächsischen Raum gibt es an den ehemaligen Polytechnical Universities eine intensive Diskussion dazu, an die im Folgenden angeknüpft wird.

1. Rahmen für Modellierungskompetenzen

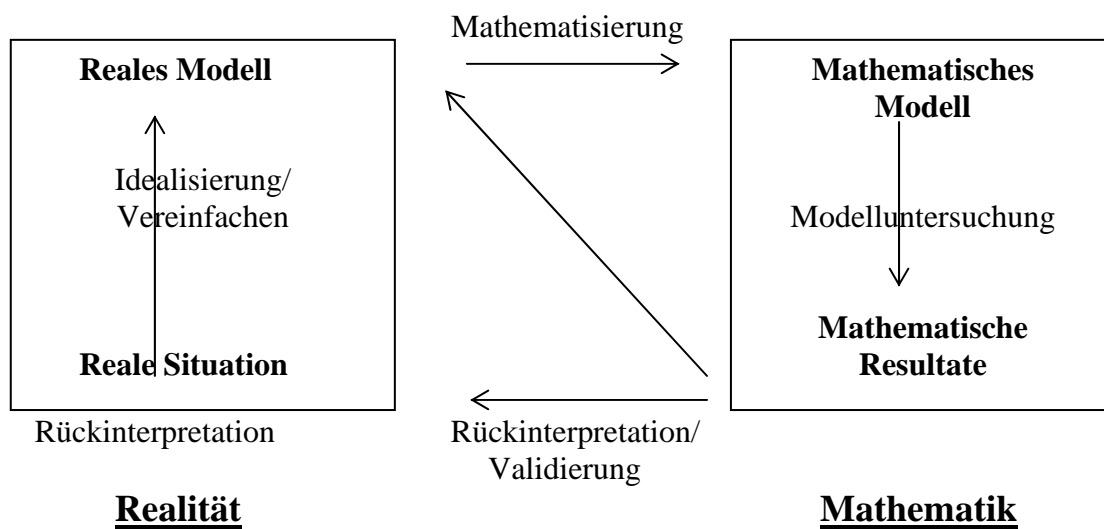
Über Modellierungskompetenzen wird im internationalen Raum eine intensive Diskussion geführt, z.B. Houston & Neill, Haines & Crouch, Izard oder auch Maaß. Es besteht weitgehend Konsens, dass global Modellierungskompetenzen Fähigkeiten und die Bereitschaft beinhalten, mathematischhaltige Probleme aus Realität durch mathematische Modellierung zu bearbeiten.

Im Detail werden darunter u.a. folgende Kompetenzen verstanden:

- Kompetenz reale Probleme durch selbst entwickelte mathematische Beschreibungen (Modell) zu bearbeiten;
- Kompetenz über Modellierungsprozess zu reflektieren durch Aktivierung von Meta-Wissen;
- Einsicht in die Beziehungen zwischen Mathematik und Realität, insbesondere in Subjektivität von Modellierung;
- Soziale Kompetenzen wie Kompetenz zur Gruppenarbeit oder Kommunikationskompetenzen

Legt man die in folgender Abbildung dargestellte Auffassung eines Modellierungskreislaufes zugrunde, lässt sich das Konstrukt Modellierungskompetenz durch folgende Teilkompetenzen präzisieren:

- Vereinfachen des Problems und Konzentration auf bearbeitbare Fragen;
- Identifikation zentraler Variabler und ihrer Beziehungen;
- Formulierung von Annahmen und Beschreibung des Problems;
- Konstruktion und Auswahl adäquater mathematischer Beschreibungen des Problems und Entwicklung von Lösungen innerhalb des Modells;
- Interpretation der Lösungen innerhalb des realen Problemkontexts und Evaluation der Angemessenheit der Lösungen



2. Beschreibung von Modellierungsunterricht an Schulen

In einem Projekt an der Universität Hamburg am Fachbereich Mathematik unter Beteiligung der Mathematikdidaktik und verschiedenen Hamburger Schulen werden seit 2000 Modellierungsprojekte im Mathematikunterricht von Klassen der gymnasialen Oberstufe durchgeführt. In einem sich über ein Schuljahr erstreckendem Projekt bearbeiten Schüler/innen komplexe Modellierungsbeispiele, wobei sie von Studierenden des Lehramts Mathematik unterstützt werden. In einem universitären Begleitseminar werden mit den Lehramtsstudierenden die Erfahrungen und Probleme diskutiert. Zentral ist dabei die in Kleingruppen stattfindende Modellierungsarbeit der Schüler/innen, die von den Lehramtsstudierenden nur unterstützt wird, wobei schnelle Interventionen nicht erwünscht sind. Vielmehr sollen die Schüler/innen selbst Lösungen für die ihnen gestellten Probleme entwickeln und dabei die Erfahrung der Unsicherheit und Ratlosigkeit machen, die zentral für Modellierungsaktivitäten ist.

Bei den von Industriemathematiker/innen vorgeschlagenen Problemen handelt es sich um authentische Beispiele, die nur wenig vereinfacht sind und für die oft keine Lösungen bekannt sind. Dabei wird lediglich eine problemhaltige Situation beschrieben, die Schüler/innen sollen dann selbst eine für sie bearbeitbare Fragestellung entwickeln. Folgende Fragestellungen wurden u.a. bisher bearbeitet:

- Fangquoten in der Fischereiwissenschaft
- Bestmögliche Stationierung von Rettungshubschraubern in Südtirol
- Strahlentherapieplanung bei Krebspatienten
- Identifikation von Fingerabdrücken
- Preisgestaltung von Air Berlin

3. Test von Modellierungskompetenzen

In der in Abschnitt 1 erwähnten angelsächsischen Diskussion wurde ein Modellierungstest für Universitätsstudierende im Bereich angewandter Mathematik entwickelt. Der Test intendiert zu messen, inwieweit durch Modellierungskurse Modellierungskompetenzen gefördert wurden. Dieser Test ist als Paper-Pencil-Test mit Multiple-Choice-Items konzipiert, wobei jede Teilmodellierungskompetenz durch ein Item gemessen wird.

Dieser Test wurde im letzten Modellierungszyklus mit den Schüler/innen durchgeführt: Insgesamt nahmen an dem Test 57 Schüler/innen aus Jgst. 11 und 12 teil, knapp zwei Drittel der Schüler/innen stammten aus Grundkursen. Ebenfalls zwei Drittel der Beteiligten war männlichen Geschlechts. Zwei Paralleltests wurden zu Beginn des Projekts und in der Projektmitte durchgeführt, aus organisatorischen Gründen kann der Test zu Projektende nicht berücksichtigt werden

Die beteiligten Schüler/innen erzielten bereits zu Beginn der Studie bemerkenswert hohe Ergebnisse verglichen mit den Universitätsstudierenden. Der Posttest erbrachte eine deutliche Steigerung der Leistungen der Schüler/innen. Es zeigten sich große Unterschiede in den Leistungen bei den einzelnen Teilkompetenzen: So hatten die Schüler/innen insbesondere große Probleme bei der Klärung des Ziels und der Selektion eines angemessenen mathematischen Modells, währenddessen sie bei der Entwicklung vereinfachender Annahmen, der Formulierung des Problems, der Entwicklung zentraler Variabler und Parameter, der Formulierung mathematischer Aussagen und dem Rückbezug auf das reale Probleme gute Leistungen erbrachten und ihre Leistungen steigern konnten. Insgesamt zeigt sich allerdings, dass der Test aufgrund seines Fokus auf Teilkompetenzen, die entlang der Phasen des Modellierungskreislaufes beschrieben werden, globale Kompetenzen, die auf Metakognition zielen, nicht erfassen kann.

Insgesamt wird mit dieser kleinen Fallstudie deutlich, dass auch umfassende Modellierungskompetenzen bei Schüler/innen durch entsprechende Unterrichtsangebote gefördert werden können.

Literatur:

Kaiser, G. (im Druck, 2006). Mathematical modelling at schools – How to promote modelling competencies. In: C.R. Haines et al. (eds.) Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. Chichester: Horwood Publishing.