

Susanne GRÜNEWALD & Katrin VORHÖLTER, Hamburg

## **Unterrichtsaktivitäten zur Förderung von Modellierungskompetenzen im Rahmen des Projektes ERMO**

### **1. Theoretischer Hintergrund**

In der didaktischen Diskussion zur mathematischen Modellierung existieren verschiedene Ansätze zum Erwerb von Modellierungskompetenzen, die sich unterteilen lassen in eine holistische und eine atomistische Herangehensweise (Blomhøj & Jensen, 2003; Zöttl, 2010). Grundsatz des holistischen Ansatzes ist die Annahme, dass Modellierungskompetenzen vor allem durch die Bearbeitung vollständiger Modellierungsaufgaben erworben werden können, wobei die Komplexität und Schwierigkeit der verwendeten Modellierungsprobleme den Erfahrungen der Lernenden im Umgang mit derartigen Aufgaben entsprechen sollte. Ausgangspunkt des atomistischen Ansatzes ist dagegen die Annahme, dass der Kompetenzerwerb am effektivsten durch die separierte Bearbeitung von Teilprozessen mathematischer Modellierung geschieht, insbesondere bei Lernenden, die über keine oder nur geringe Modellierungskompetenzen verfügen. Im Rahmen des Projektes ERMO sollen die Effektivität des holistischen und des atomistischen Ansatzes in Bezug auf den Erwerb von Modellierungskompetenzen empirisch verglichen werden. Zentrales Ziel des Projektes ist es, Schülerinnen und Schüler zu befähigen, vollständige, komplexe Modellierungsaufgaben selbstständig zu bearbeiten.

Die genaue Definition von Modellierungskompetenzen ist abhängig von der jeweils zu Grunde liegenden Auffassung von mathematischer Modellierung (Borromeo Ferri & Kaiser, 2010; Zöttl, 2010). Anerkannt ist die Auffassung, dass Modellierungskompetenzen die Fähigkeiten und die Bereitschaft umfassen, reale Problemstellungen mithilfe mathematischer Modellierung zu lösen (Maaß, 2004). In Anlehnung an Zöttl (2010) werden die Teilkompetenzen zum Modellieren, die für die Durchführung der einzelnen Phasen des Modellierungsprozesses nötig sind, zu drei Teilprozessen zusammengefasst:

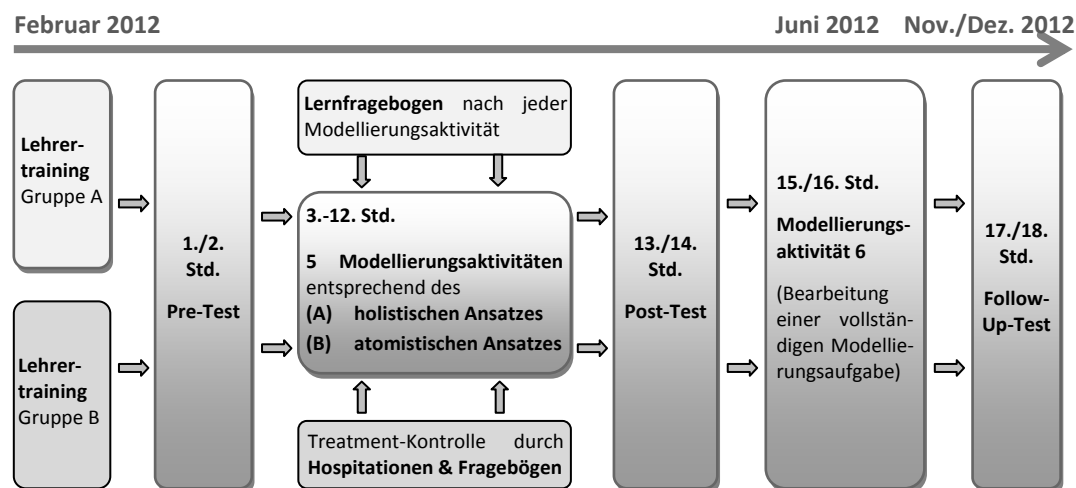
- Kompetenz zum Mathematisieren (Verstehen, Strukturieren und Vereinfachen des Problems, Erstellen des realen und des mathematischen Modells),
- Kompetenz zum mathematischen Arbeiten innerhalb des mathematischen Modells,
- Kompetenz zum Interpretieren der erhaltenen Lösung sowie zum Validieren dieser Lösung sowie des gesamten Lösungsprozesses.

Die Teilkompetenzen mathematischer Modellierung sind dementsprechend ein notwendiger Teil der Modellierungskompetenz, da sie es den Modellierenden ermöglichen, die einzelnen Schritte des Modellierungsprozesses angemessen durchzuführen. Allerdings bedeutet das Vorhandensein der entsprechenden Teilkompetenzen nicht die Existenz einer globalen Modellierungskompetenz (Zöttl, 2010). Einen wesentlichen Stellenwert bei der Modellierungskompetenz nehmen dabei metakognitive Kompetenzen ein, die sich unter anderem auf deklaratives Metawissen über den Modellierungsprozess an sich beziehen. Ein nicht vorhandenes oder nur sehr geringes Metawissen über den Modellierungsprozess kann beispielsweise beachtliche Probleme bei der Bearbeitung von Modellierungsaufgaben nach sich ziehen, beispielsweise bei den Übergängen zwischen den einzelnen Phasen des Modellierungsprozesses sowie dem Lösen von Blockaden bei der Bearbeitung der Aufgaben (Maaß, 2006; Stillman, 2011).

## 2. Design des Projektes

Das Projekt ERMO basiert auf Vorarbeiten an der Universität Hamburg (Prof. Dr. Gabriele Kaiser, Dr. Katrin Vorhölter, Peter Stender) und der Universität Kassel (Prof. Dr. Rita Borromeo Ferri) und bezieht sich auf einschlägige Arbeiten aus beiden Arbeitsgruppen. Darüber hinaus schließt das Projekt an Modellierungsaktivitäten an, die von dem Arbeitsbereich Mathematikdidaktik der Universität Hamburg in Kooperation mit dem Department für Mathematik in den letzten Jahren mit Schülerinnen und Schülern von Hamburger Schulen durchgeführt wurden und die sich dem holistischen Ansatz zuordnen lassen (u.a. Kaiser, 2007).

Das Projekt ERMO richtet sich an Schülerinnen und Schüler des 9. Jahrgangs. Insgesamt haben sich neun Hamburger Gymnasien und Stadtteilschulen mit 28 Klassen zu dem Projekt angemeldet. Dem Projekt liegt das folgende Design zugrunde:



Die an dem Projekt teilnehmenden Klassen der 9. Jahrgangsstufe werden in zwei Gruppen unterteilt: eine Gruppe führt während des Projektes Modellierungsaktivitäten entsprechend des holistischen Ansatzes durch, die andere Gruppe Modellierungsaktivitäten entsprechend des atomistischen Ansatzes. Die Interventionsphase umfasst die zweite Hälfte des Schuljahres 2011/12 und hat im Februar 2012 mit Lehrertrainings für die teilnehmenden Lehrkräfte begonnen. Die Lehrkräfte jeweils einer Gruppe (holistisch / atomistisch) wurden im Rahmen einer dreistündigen Veranstaltung gemeinsam auf die Durchführung der Modellierungsaktivitäten vorbereitet. Während der Projektphase führen die teilnehmenden Lehrkräfte in ihren Klassen jeweils sechs Modellierungsaktivitäten im Umfang von jeweils einer Doppelstunde durch. Die ersten fünf Modellierungsaktivitäten wurden dabei entsprechend des jeweiligen Ansatzes entwickelt und sind durch klare Vorgaben in den Leitfäden für die Lehrkräfte weitgehend festgelegt. Der Fokus der atomistischen Gruppe liegt dabei auf den Übergängen Realität → Mathematik und Mathematik → Realität. In der sechsten Modellierungsaktivität bearbeiten alle Schülerinnen und Schüler eine vollständige Modellierungsaufgabe, wobei die Lösungen auf Unterschiede zwischen den Gruppen analysiert werden sollen. Da im DISUM-Projekt eine leichte Überlegenheit eines selbstständigkeitsorientierten Unterrichts im Vergleich zu einem direktiven Unterricht nachgewiesen werden konnte (Blum, 2011), sind in Anlehnung an diese Ergebnisse die Modellierungsaktivitäten im Rahmen des Projektes ERMO ebenfalls selbstständigkeitsorientiert angelegt. Besonderer Wert wird bei der Durchführung der Modellierungsaktivitäten auf die Reflexion des Bearbeitungsprozesses und die Vermittlung von Metawissen über den Modellierungsprozess gelegt, beispielsweise durch den Einsatz des Modellierungskreislaufes.

### **3. Evaluation der Modellierungsaktivitäten**

Die Evaluation des Projektes umfasst auf Schülerebene schriftliche Tests im Pre-, Post- und Follow-Up-Design im zeitlichen Umfang von jeweils einer Doppelstunde sowie Lernfragebögen im Anschluss an jede Modellierungsaktivität. Zur Sicherung der Vergleichbarkeit der durchgeführten Modellierungsaktivitäten werden von den Lehrkräften im Anschluss an jede Modellierungsaktivität Kurzfragebögen ausgefüllt, des Weiteren werden die Modellierungsaktivitäten hospitiert.

Der Schwerpunkt der Tests liegt auf der Erhebung der Teilkompetenzen mathematischer Modellierung der Schülerinnen und Schüler sowie ihrer Kompetenz, vollständige Aufgaben zu bearbeiten und Lösungsschritte einer Aufgabe den verschiedenen Phasen des Modellierungskreislaufes zuzuordnen.

#### 4. Abschließende Bemerkung

Die Durchführung der Modellierungsaktivitäten in den beiden Gruppen wird Mitte 2012 abgeschlossen sein. Die Evaluation des Projektes soll einen Beitrag zu der Frage leisten, auf welche Art und Weise die Kompetenz des mathematischen Modellierens im Mathematikunterricht am besten gefördert werden kann und wie die Schülerinnen und Schüler dabei insbesondere auch metakognitive Modellierungskompetenzen erwerben können. Es wird davon ausgegangen, dass die holistischen bzw. atomistischen Modellierungsaktivitäten unterschiedliche Aspekte der Modellierungskompetenzen fördern. Langfristig wird es dementsprechend darum gehen, die Vorteile beider Ansätze optimal zu kombinieren.

#### 5. Literatur

- Blomhøj, M. & Højgaard Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning, *Teaching Mathematics and its applications* 22 (3), 123-139.
- Blum, Werner (2011). Can Modelling Be Taught and Learnt? Some Answers from Empirical Research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14* (S. 15-30). New York: Springer.
- Borromeo Ferri, R. & Kaiser, G. (2010). Aktuelle Ansätze und Perspektiven zum Modellieren in der nationalen und internationalen Diskussion. In A. Eichler & F. Förster (Hrsg.), *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht* (S. 1-10). ISTRON-Reihe. Hildesheim: Franzbecker.
- Galbraith, P. & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *ZDM*, 38(2), 143-162.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C.P. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics* (S. 110-119). Chichester: Horwood Publishing.
- Maaß, K. (2004). *Mathematisches Modellieren im Unterricht. Ergebnisse einer empirischen Studie*. Hildesheim: Franzbecker.
- Maaß, Katja (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113-142.
- Stillman, G. (2011). Applying Metacognitive Knowledge and Strategies in Applications and Modelling Tasks at Secondary School. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Hrsg.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling: ICTMA14* (S. 165-180). New York: Springer.
- Zöttl, L. (2010). *Modellierungskompetenz fördern mit heuristischen Lösungsbeispielen*. Hildesheim: Franzbecker.