

Susanne BRAND, Hamburg

## **ERMO – Ein empirischer Vergleich zweier Ansätze zum Erwerb von Modellierungskompetenzen**

### **Theoretischer Hintergrund**

Bei der Förderung von mathematischen Modellierungskompetenzen werden ein holistischer und ein atomistischer Ansatz unterschieden (vgl. Blomhøj & Jensen, 2003). Nach dem holistischen Ansatz wird davon ausgegangen, dass Modellierungskompetenzen durch die Durchführung vollständiger Modellierungsprozesse erworben werden, wobei die Komplexität der Modellierungsaufgaben den Fähigkeiten der Modellierenden entsprechen sollte. Im Gegensatz hierzu umfasst der atomistische Ansatz die Annahme, dass die Bearbeitung vollständiger Modellierungsbeispiele insbesondere zu Beginn des Kompetenzerwerbs zu zeitaufwändig und ineffektiv ist. Als angemessener wird eine separate Beschäftigung mit einzelnen Teilkomponenten des Modellierungsprozesses erachtet (vgl. ebd.; Zöttl, 2010).

Unter mathematischen Modellierungskompetenzen werden in Anlehnung an Weinert (2001) und Maaß (2004) erwerbbar, kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden, bestimmte Modellierungsaufgaben adäquat bearbeiten und lösen zu können. Eingeschlossen ist zusätzlich die Bereitschaft, diese Fähigkeiten und Fertigkeiten in verschiedenen Modellierungsprozessen einzusetzen. Zentrale Charakteristika von Modellierungsprozessen sind dabei die Übersetzungsprozesse zwischen Realität und Mathematik (Niss, Blum & Galbraith, 2007). Bei der idealisierenden Darstellung des Modellierungsprozesses wird auf das didaktische Kreislaufmodell von Kaiser und Stender (2013) zurückgegriffen, von dem angenommen wird, dass es durch seine reduzierte Komplexität auch als metakognitives Hilfsmittel für Schülerinnen und Schüler genutzt werden kann.

### **Methodischer Rahmen**

Im Rahmen des Projekts ERMO (Erwerb von Modellierungskompetenzen) werden spezifische Formen des holistischen und atomistischen Ansatzes hinsichtlich ihrer Effektivität in Bezug auf die Förderung von Modellierungskompetenzen empirisch miteinander verglichen. An dem Projekt, welches eingebettet ist in langjährige Modellierungsaktivitäten an der Universität Hamburg (vgl. u.a. Kaiser & Schwarz, 2010), waren 15 Klassen mit N=377 Schülerinnen und Schülern des 9. Jahrgangs verschiedener Gymnasien und Stadtteilschulen in und um Hamburg beteiligt. Die teilnehmenden Klassen wurden in eine holistische und eine atomistische Gruppe geteilt. Vor Beginn der Interventionsphase erhielten die Lehrkräfte, In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 233–236). Münster: WTM-Verlag

getrennt nach Ansatz, eine dreistündige Vorbereitungsveranstaltung und ausführliche Leitfäden zur Durchführung der entwickelten Modellierungsaktivitäten. Die Interventionsphase selbst schloss für beide Vergleichsgruppen jeweils sechs Modellierungsaktivitäten und drei Tests von jeweils einer Doppelstunde ein (siehe Abbildung 1).

Februar 2012

Juni 2012 Dez./Jan. 2013

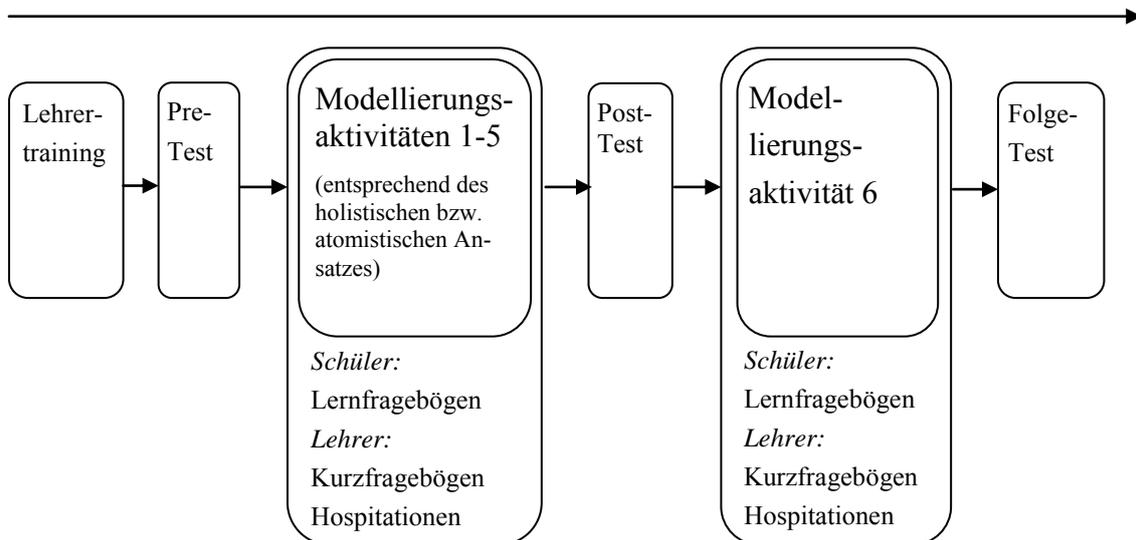


Abbildung 1: Interventionsdesign Projekt ERMO

Die Kontrolle des Treatments umfasste neben Kurzfragebögen, welche von den Lehrkräften im Anschluss an die Unterrichtsstunden ausgefüllt wurden, Hospitationen von etwa 80% der Modellierungsaktivitäten.

Zur Evaluation der Kompetenzentwicklung der beteiligten Lernenden wurden Modellierungstests im Pre-, Post- und Folge-Test-Design im Umfang von jeweils einer Doppelstunde entwickelt. Grundlage der Testkonstruktion war eine vierdimensional angenommene Kompetenzstruktur, dementsprechend wurden Items zu den drei Teilprozessen mathematischer Modellierung: Vereinfachen / Mathematisieren, Mathematischen arbeiten und Interpretieren / Validieren entwickelt sowie zu der übergreifenden Modellierungskompetenz Gesamtmodellieren, welche neben der Fähigkeit, vollständige Modellierungsprozesse durchführen zu können ebenfalls die Fähigkeit einschließt, einen Überblick über den Modellierungsprozess zu haben. Bei der Auswertung der Modellierungstests wurden diejenigen 204 Schülerinnen und Schüler von insgesamt 13 Schulklassen einbezogen, die vollständig an allen drei Testungen teilgenommen haben.

Die Skalierung der erhobenen Testdaten wurde mit Hilfe der probabilistischen Testtheorie durchgeführt (vgl. Rost, 2004) und erfolgte unter Rückgriff auf das Programm Conquest (vgl. Wu et al., 2007). Zur Untersuchung der Kompetenzstruktur wurden verschiedene psychometrische Modelle

verwendet und anhand der informationstheoretischen Maße AIC, BIC und CAIC miteinander verglichen (vgl. Rost, 2004). Für das relativ beste, vierdimensionale between-item Modell mit den vier Kompetenzfacetten *Vereinfachen / Mathematisieren*, *Mathematisch arbeiten*, *Interpretieren / Validieren* und *Gesamtmodellieren* wurden im Anschluss an die Modellselektion die Personenfähigkeiten der getesteten Lernenden geschätzt und ausgewertet.

### 3. Ergebnisse

Die Auswertung der mit Hilfe der Modellierungstests erhobenen Daten lässt Rückschlüsse einerseits auf die Struktur der Modellierungskompetenzen zu und andererseits auf die Kompetenzentwicklung der untersuchten Schülerinnen und Schüler.

Der Modellvergleich bestätigt die theoretisch angenommen mehrdimensionale Kompetenzstruktur: die relativ beste Passung auf die Daten ergibt sich für das vierdimensionale between-item Modell mit den Dimensionen *Vereinfachen / Mathematisieren*, *Mathematisch arbeiten*, *Interpretieren / Validieren* und *Gesamtmodellieren*. Dieses Modell weist die relativ niedrigsten Werte der Informationskriterien AIC, BIC und CAIC auf und beinhaltet zusätzlich in allen Kompetenzfacetten mit Werten zwischen 0,767 und 0,823 zufriedenstellende EAP-/PV-Reliabilitäten. Die mehrdimensionale Struktur des der Auswertung der geschätzten Personenparameter zugrunde liegenden Modells ermöglicht eine dimensionsspezifische Analyse der Leistungsentwicklungen der getesteten Schülerinnen und Schüler.

Die Analyse der Personenfähigkeiten ergab insgesamt, dass die relative Effektivität des holistischen und atomistischen Ansatzes zur Förderung der Modellierungskompetenzen von Schülerinnen und Schülern differenziert zu sehen ist. Hinsichtlich der Kompetenzentwicklung wurden sowohl in der holistischen als auch in der atomistischen Gruppe in allen vier Kompetenzfacetten signifikante Leistungszuwächse zwischen dem ersten und zweiten sowie zwischen dem ersten und dritten Messzeitpunkt festgestellt. Folglich sind beide Ansätze unter realen Unterrichtsbedingungen geeignet, die verschiedenen Dimensionen der Modellierungskompetenzen zu fördern, da es sich bei dem Projekt ERMO um eine Feld- und keine Laborstudie handelt. Einschränkend ist hinzuzufügen, dass die Ergebnisse des Projekts ERMO lediglich relative Aussagen anhand eines Vergleichs der beiden Ansätze zulassen. Interpretationen der absoluten Leistungszunahmen sind dagegen nicht zulässig, da hierfür die Resultate einer Kontrollgruppe fehlen.

Bei der Auswertung der Daten sind sowohl zwischen verschiedenen Gruppen von Lernenden als auch zwischen verschiedenen Kompetenzfacetten

Unterschiede zwischen dem holistischen und dem atomistischen Ansatz rekonstruierbar. Eine grundsätzliche Überlegenheit eines der beiden betrachteten Ansätze wurde dabei nicht nachgewiesen. Die differenzierte Analyse der Kompetenzzuwächse nach Schulform deutet allerdings darauf hin, dass für vergleichsweise leistungsschwächere bzw. -heterogene Schulklassen der holistische Ansatz geeigneter zu sein scheint, da diese höhere Leistungszuwächse erzielten, wenn sie diesem Ansatz zugeordnet waren.

## Literatur

- Blomhøj, M. & Jensen, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications* 22(3), 123-139.
- Kaiser, G. & Schwarz, B. (2010). Authentic Modelling Problems in Mathematics Education—Examples and Experiences. *Journal für Mathematikdidaktik* 31, 51-76.
- Kaiser, G. & Stender, P. (2013). Complex Modelling Problems in Co-operative, Self-Directed Learning Environments. In G. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Hrsg.), *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice* (S. 277-293). Dordrecht: Springer.
- Maaß, K. (2004). *Mathematisches Modellieren im Unterricht. Ergebnisse einer empirischen Studie*. Hildesheim: Franzbecker.
- Niss, M. Blum, W. & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Hrsg.), *Modelling and Applications in Mathematics Education. The 14th ICMI Study* (S. 3-32). New York: Springer.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Wu, M. L., Adams, R. J., Wilson, M. R. & Haldane, S. A. (2007). *ACER Conquest Version 2.0. Generalised Item Response Modelling Software*. Camberwell: ACER Press.
- Zöttl, L. (2010). *Modellierungskompetenz fördern mit heuristischen Lösungsbeispielen*. Hildesheim: Franzbecker.