

Rita BORROMEIO FERRI, Hamburg; Dominik LEISS, Kassel; Werner BLUM, Kassel

## **Der Modellierungskreislauf unter kognitionspsychologischer Perspektive**

Die Projekte DISUM an der Universität Kassel und KOM<sup>2</sup> an der Universität Hamburg führen in enger Kooperation kognitionspsychologische Analysen kognitiver Prozesse durch, die beim Modellieren ablaufen.

### **1 Die Projekte DISUM und KOM<sup>2</sup>**

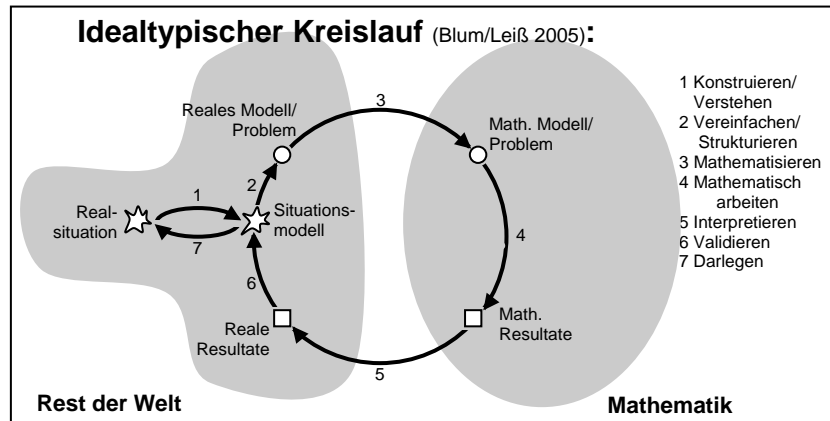
DISUM bedeutet „**Didaktische Interventionsformen für einen selbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht in Mathematik**“ (W. Blum/ R. Messner/ R. Pekrun/ D. Leiß/ S. Schukajlow). Das Projekt hat 2002 begonnen und wird seit 2005 im Rahmen der Kasseler Forschergruppe zur empirischen Bildungsforschung von der DFG gefördert. DISUM untersucht u.a. folgende Fragestellungen: 1) Welches Aktivitätspotential haben anspruchsvolle Modellierungsaufgaben, und wie gehen Schüler/innen und Lehrer/innen mit solchen Aufgaben um (Schwerpunkt Kl. 9)? 2) Welche Wirkungen hat gezieltes, selbständigkeitsorientiertes Lehrer-Coaching (Studien im Herbst 2006 und Herbst 2007)? 3) Wie können auf dieser Basis Mathematikunterricht und Mathematiklehrerbildung verbessert werden?

Die Abkürzung KOM<sup>2</sup> steht für „**Kognitionspsychologische Analysen von Modellierungsprozessen im Mathematikunterricht**“ (R. Borromeo Ferri/ G. Kaiser). Erste Vorstudien für dieses Projekt fanden bereits 2004 statt. Seit 2005 wird KOM<sup>2</sup> als Habilitationsprojekt im Rahmen des Graduiertenkollegs „Bildungsgangforschung“ an der Universität Hamburg gefördert. Folgende erkenntnisleitende Fragestellungen werden in dem Projekt bearbeitet (Schwerpunkt Kl. 10): 1) Welchen Einfluss haben mathematische Denkstile von Lernenden und Lehrenden auf Modellierungsprozesse? 2) Welchen Einfluss haben die Denkstile auf die Schüler-Schüler- und die Lehrer-Schüler-Interaktionen im Unterricht? 3) Kann die in der didaktischen Literatur beschriebene differenzierte Unterteilung des Modellierungskreislaufs in den Vorgehensweisen der Lernenden rekonstruiert werden?

### **2 Der Modellierungskreislauf**

Zentral für die kognitionspsychologische Analyse kognitiver Prozesse beim Modellieren ist eine entsprechende Auffassung vom Modellierungskreislauf. Das in der folgenden Grafik dargestellte Kreislaufmodell wurde von Blum & Leiss (2005) in dieser Form entwickelt, knüpft jedoch an folgende

Traditionen an: Zum einen an die psychologisch orientierte Diskussion zu Textaufgaben (u.a.: Kintsch & Greeno, deCorte & Verschaffel, Reusser) und zum anderen an die pragmatisch orientierte Diskussion zum Realmodellieren (u.a.: Pollak, Burkhardt, Burghes). Es soll betont werden, dass insbesondere Schritt 1 und Schritt 6 als ideosynkratische Konstruktionen zu verstehen sind. Tatsächliche Modellierungsprozesse laufen nicht so linear ab, wie dieser Kreislauf sie idealtypisch darstellt.



Borromeo Ferri (2005) verdeutlicht in Ergebnissen aus KOM<sup>2</sup>, dass „individuelle Modellierungsverläufe“ rekonstruiert werden können, die genau diese „Nicht-Linearität“ des Individuums beim Modellieren aufzeigen.

### 3 Schüler/innen und Modellierungsaufgaben

In DISUM wurden Laborstudien mit Schülerpaaren aller Kompetenzstufen durchgeführt, sowohl mit als auch ohne Lehrer. Ein Ergebnis dabei war unter anderem, dass alle Schritte im Modellierungskreislauf potentielle kognitive Hürden darstellen, die jedoch unterschiedlich in Abhängigkeit vom Individuum und von der Aufgabe sind (siehe Beitrag von Schukajlow in diesem Band).

In KOM<sup>2</sup> konnten bei bisher 25 Lernenden, die in unterschiedlichen Klassen und jeweils in Fünfergruppen im Mathematikunterricht zusammenarbeiteten, individuelle Modellierungsverläufe rekonstruiert werden. Diese unterschieden sich auch aufgrund der unterschiedlichen mathematischen Denkstile der Individuen. Einen nicht minder bedeutsamen Einfluss darauf, wie innerhalb des Modellierungsprozesses argumentiert wurde und damit zusammenhängend, wie die einzelnen Phasen vom Beobachter rekonstruiert werden konnten, hatten naturgemäß die Struktur und die Komplexität der Aufgabenstellungen.

### 4 Lehrer/innen und Modellierungsaufgaben

Im Rahmen von DISUM wurde eine „Best-Practice-Studie“ mit erfahrenen SINUS-Lehrkräften (Schwerpunkt Klasse 9/10) durchgeführt. Die Beurteilung von Unterricht erfolgte dabei nach Qualitätskriterien, wie fachlich gehaltvolle Unterrichtsgestaltung, kognitive Schüleraktivierung sowie effek-

tive und schülerorientierte Unterrichtsführung. Durch die Wahl von SINUS-Lehrkräften konnte von einer überdurchschnittlichen Unterrichtsgestaltung ausgegangen werden, die sich u.a. darin zeigte, dass Gelegenheiten zum Argumentieren und Modellieren geschaffen, geistige Schüleraktivitäten aktiviert, selbständige Arbeit gefördert und eine fehlertolerante und beurteilungsfreie Arbeitsatmosphäre angeboten wurden.

Ergebnisse aus DISUM zeigen u.a. exemplarisch, wie Lehrer/innen durch ihre vertiefte Kenntnis des Modellierungskreislaufes konstruktiv mit Schülerfehlern, vor allem in der Validierungsphase, umgehen können. Die Schüler/innen werden dabei zur selbständigen Fehlerkorrektur angeregt und erlangen somit auch strategische Erkenntnisse der Aufgabe.

Am KOM<sup>2</sup>-Projekt nahmen interessierte Gymnasiallehrer(innen) teil. Durch ein fokussiertes Interview mit den Lehrpersonen wurde zunächst ihr mathematischer Denkstil rekonstruiert. Hinzu kamen Videoaufnahmen des realitätsbezogenen Mathematikunterrichts, durch die analysiert wurde, wie und ob sich der mathematische Denkstil bei Aktionen und Reaktionen der Lehrperson zeigt und welchen Einfluss dieses Verhalten auf Phasen des Modellierungsprozesses hat. Beim Vergleich der Lehrpersonen mit unterschiedlichen mathematischen Denkstilen konnten unter anderem verschiedene Schwerpunkte beim Validieren rekonstruiert werden. Visuelle Denker tendierten zu einer realitätsnahen Validierung, bei der die Verknüpfung zur realen Situation ständig hervorgehoben wurde. Analytische Denker hingegen legten den Schwerpunkt auf eine nachträgliche Formalisierung der Aufgabe, die sie kaum mit der Realität in Verbindung brachten.

## **5 Zum Nutzen dieses Kreislaufmodells**

Dieses Kreislaufmodell ist für Lernende ein hilfreiches metakognitives Werkzeug beim Aufgabenlösen. Ein handhabbares Modell, wie es in DISUM verwendet wurde, könnte sein: 1. Aufgabe verstehen, 2. Modell erstellen, 3. Mathematik benutzen und 4. Lösung erklären. Dieses ist eingebettet in das DISUM-Lernstrategie-Set, welches Ziele/ Volition/ Organisation/ Strategie/ Evaluation umfasst. Für Lehrende ist der Kreislauf ein unentbehrliches Hilfsmittel für Diagnosen und Interventionen. Den Nutzen für Forschende sehen wir vor allem bei der Beschreibung von Lehr-Lern- und Denkprozessen in aufgabengesteuerten Lernumgebungen.

**Literatur**Blum, W. & Leiß, D. (2005). „Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe“. In: *mathematik lehren*, Heft 128, S. 18-21.

Borromeo Ferri, R. (im Druck, 2006). Individual modelling routes of pupils – Analysis of modelling problems in mathematical lessons from a cognitive perspective. In: C.R. Haines et al. (eds.) *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood Publishing.