

Marcel MÜLLER, Kassel

Analysen zur Bearbeitungsqualität von Schülerlösungen bei Modellierungsaufgaben

Im Rahmen des von der DFG geförderten Projekts DISUM¹ haben Schüler aus neunten Realschulklassen sowohl in Test- als auch in Unterrichtssituationen Modellierungsaufgaben u.a. aus dem mathematischen Themengebiet Lineare Funktionen bearbeitet. Um zu erfassen, welche Leistungseffekte die zehnstündige DISUM-Unterrichtseinheit insbesondere hinsichtlich der Modellierungskompetenz der Schüler bewirkt, gibt es einen Vor-, einen Nach- und einen Follow-up-Test (zum Test- und Untersuchungsdesign siehe Leiss & Blum, 2007). Die Schülerlösungen wurden mit einem in DISUM entwickelten Kodiermanual ausgewertet und anschließend raschskaliert. Jede Schülerlösung wurde hierfür von geschulten Hilfskräften dichotom (Scores 0/1) kodiert. Dieses Scoringsystem ermöglicht zwar, in üblicher Weise Leistungseffekte zu messen, allerdings ist es mit diesem groben Bewertungsschema nicht möglich zu analysieren, wie sich Teilkompetenzen des Modellierungsprozesses (z.B. das Bilden eines Realmodells) bei den Schülern entwickeln.² Deshalb wurde zu Beginn des Jahres 2008 der Versuch unternommen, ein Instrument zur feineren, multidimensionalen Erfassung der Bearbeitungsqualität (BQ) von Schülerlösungen bezüglich Modellierungsaufgaben zu entwickeln (für ähnliche Intentionen vgl. Arbeiten aus dem ICTMA-Kontext, z.B. Haines, Izard & LeMasurier, 1993).

1. Operationalisierung des Begriffs der Bearbeitungsqualität

Unter der *BQ* einer Schülerlösung – mit „Schülerlösung“ ist das Produkt und nicht der Lösungsprozess gemeint – bezüglich einer Modellierungsaufgabe soll Folgendes verstanden werden:

Die BQ einer Schülerlösung setzt sich aus den vier weitgehend unabhängigen Dimensionen *Lösungsgüte*, *Erkennbarkeit der erfassbaren*³ *Modellie-*

¹ DISUM („Didaktische Interventionsformen für einen selbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel Mathematik“) ist ein interdisziplinäres Projekt zwischen Mathematikdidaktik (Prof. Dr. W. Blum – Universität Kassel), Erziehungswissenschaft (Prof. Dr. R. Messner – Universität Kassel) und Pädagogischer Psychologie (Prof. Dr. R. Pekrun – Universität München). Nähere Informationen zum Projekt sind u.a. auf der Homepage www.disum.de und in dem Beitrag von Dominik Leiss u.a. in diesem Heft zu finden.

² Das Projekt hat bisher bewusst darauf verzichtet, Teilkompetenzen des Modellierens im Detail zu untersuchen.

³ Erfassbar meint, dass nur jene Modellierungsschritte bei einer Schülerlösung in das Kodierschema aufgenommen werden, die reliabel identifiziert werden können.

lungsschritte, Korrektheit der erfassbaren Modellierungsschritte und Darlegungsqualität zusammen. Die nähere Beschreibung dieser vier Dimensionen soll anhand der DISUM-Testaufgabe „Taxi“ geschehen:

Taxi

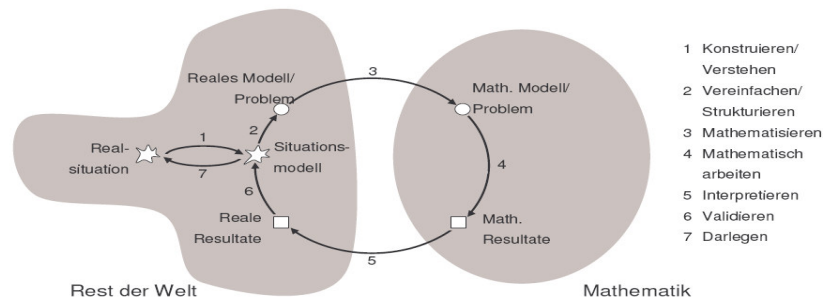
Herr Blume will mit dem Taxi zum Hamburger Flughafen fahren. In der Tageszeitung findet er von zwei Taxiunternehmen die folgenden Angebote:

<i>Gerds Taxiflotte</i>	<i>Taxi Taxi</i>
	
Grundgebühr: 2,10 € Preis pro km: 1,60 €	Keine Grundgebühr Preis pro km: 1,75

Welches Taxiunternehmen sollte er für seine Fahrt zum Flughafen benutzen?
Begründe sorgfältig deine Antwort.

Zur Bestimmung der *Lösungsgüte* ist allein das Endergebnis der Schülerlösung von Bedeutung und nicht die evtl. dokumentierten Lösungsschritte. So erhält eine Schülerlösung den höchsten Score für diese Dimension, wenn die richtige Entfernung (14 km) bestimmt wurde, bei der beide Unternehmen gleich viel kosten. Wurde eine feste Annahme (z.B. 20 km Entfernung zum Flughafen) getroffen und die richtige Schlussfolgerung gezogen, so erhält diese Schülerlösung den nächst niedrigeren Score, usw.

Bei der *Erkennbarkeit der erfassbaren Modellierungsschritte* liegt je Modellierungsschritt (d.h. je Teilkompetenz) eine dichotome Kodierung vor. Die aus einer Schülerlösung identifizierbaren Modellierungsschritte sind die Schritte 2, 3, 4 und 5 (siehe untere Abb.). Die Modellierungsschritte „Konstruieren/Verstehen“ und „Validieren“ sind nicht zuverlässig zu kodieren und wurden dementsprechend nicht in das Kodierschema aufgenommen (vgl. Fußnote 3). Der Modellierungsschritt „Darlegen“ wird dagegen durch die Dimension „Darlegungsqualität“ erfasst.



Siebenschrittiger DISUM-Modellierungskreislauf

Der Modellierungsschritt „Vereinfachen/Strukturieren“ beispielsweise gilt als erkennbar, wenn eine Schülerlösung irgendeine sinnvolle Annahme enthält (ggfs. auch nur implizit, wie z.B. in einer dokumentierten Rechnung).

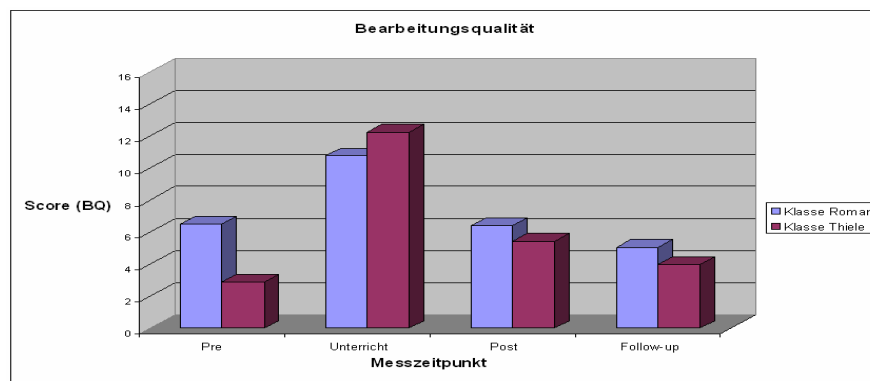
Innerhalb der Dimension *Korrektheit der erfassbaren Modellierungsschritte* wird bewertet, inwieweit die vier oben genannten Schritte in dem Sinne korrekt sind, dass sie eine angemessene Beantwortung der Fragestellung ermöglichen.

Mit der *Darlegungsqualität* wird bewertet, inwieweit der Lösungsweg vollständig und strukturiert dargelegt wurde.

Um eine konsistente Kodierung der einzelnen Dimensionen bzw. deren Unterkategorien zu gewährleisten, wurden detaillierte aufgabenspezifische Kodieranweisungen entwickelt. Zur Bestimmung der Interkoderreliabilität haben eine von mir geschulte Examenskandidatin und ich ca. 150 Schülerlösungen unabhängig voneinander kodiert. Dabei konnte eine Übereinstimmung bei der Kodierung der einzelnen Kategorien zwischen .77 und .96 (Cohens-Kappa⁴) erreicht werden. So kann konstatiert werden, dass die aufgabenspezifischen Kodieranweisungen eine zuverlässige und objektive Kodierung der Schülerlösungen ermöglichen.

2. Erste Ergebnisse aus DISUM bezüglich der Bearbeitungsqualität von Schülerlösungen

Die folgenden Ergebnisse bezüglich der BQ basieren auf den Schülerlösungen zweier DISUM-Klassen mit je 16 Schülern.



Die Schüler der Klasse von Frau Thiele konnten im Gegensatz zur Klasse von Frau Roman im Posttest signifikante Leistungszuwächse bezüglich deren BQ im Vergleich zum Pretest erzielen. Betrachtet man die individuellen

⁴ Cohens Kappa ist bekanntlich ein zufallsbereinigtes Übereinstimmungsmaß zwischen zwei Ratern.

Schülerleistungen und versucht mit Hilfe von linearen Regressionsanalysen die Posttestleistung eines Schülers auf Grundlage von dessen Pretest- und Unterrichtsergebnissen vorherzusagen, so muss festgestellt werden, dass dies nicht möglich ist. Ein wesentlicher Grund dafür ist die geringe Varianz der Schülerlösungen aus dem Unterricht. Fast alle Schüler erzielen im Unterricht eine hohe BQ, da sie dort Lehrerunterstützung erhalten und sich zusätzlich gegenseitig bei der Bearbeitung der Aufgaben helfen, wohingegen sie in den Testsituationen auf sich allein gestellt sind.

Analysiert man die Leistungszuwächse der Schüler von Frau Thiele auf der Ebene der Teilkompetenzen, so kann festgestellt werden, dass diese ermutigend hohe Zuwächse in dem Bereich „Erkennbarkeit und Korrektheit des Vereinfachens/Strukturierens“ und im Bereich „Erkennbarkeit und Korrektheit des Mathematisierens“ erzielen. Für die Parallelaufgabe zur Aufgabe „Taxi“ aus dem Posttest beispielsweise kann konstatiert werden, dass die Schüler von Frau Thiele nun in der Mehrzahl korrekte Annahmen treffen und auch in der Lage sind, ihre Realmodelle zu mathematisieren, wozu sie im Pretest bei der Aufgabe „Taxi“ in der Mehrzahl nicht in der Lage gewesen waren.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Abschließend lässt sich sagen, dass das entwickelte Instrument geeignet ist, Schülerlösungen reliabel, objektiv und mehrdimensional zu erfassen, wodurch insbesondere Teilkompetenzen des Modellierens genauer analysiert werden können. Damit allerdings auch der Einfluss des Unterrichts auf den Posttest näher untersucht werden kann, ist es nicht ausreichend, allein die Produkte aus dem Unterricht hinsichtlich der BQ zu analysieren. Vielmehr ist es notwendig, bei der Bestimmung der BQ der Schülerlösungen aus dem Unterricht auch die Lösungsprozesse zu analysieren. Hierfür liegen im Rahmen von DISUM zahlreiche Videoaufzeichnungen des Unterrichts vor; über entsprechende Analyseergebnisse berichtet das DISUM-Team an anderer Stelle.

Literatur

- Haines, C., Izard, J. & LeMasurier, D. (1993): Modelling intentions realised: Assessing the full range of developed skills. In: Teaching and Learning Mathematics in Context (Eds: Breiteig, T., Huntley, I. & Kaiser-Messmer, G.). Chichester: Horwood, S. 200-212
- Leiss, D. & Blum, W. (2007). Modellierungskompetenz – Vermitteln, Messen & Erklären. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2007. Hildesheim: Franzbecker, S. 312-315.