

Dominik LEISS / Werner BLUM / Rudolf MESSNER / Marcel MÜLLER /
Stanislaw SCHUKAJLOW / Reinhard PEKRUN

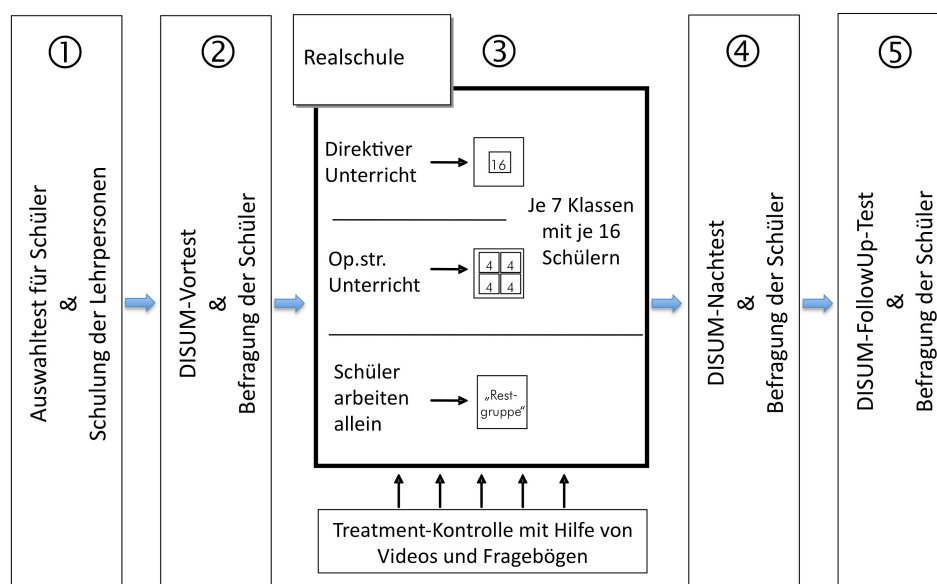
Modellieren lehren und lernen in der Realschule

1. Untersuchungsdesign

Im Verlauf des letzten Jahrzehnts wurde nicht nur in der Mathematikdidaktik, sondern auch in der Bildungspolitik und öffentlichen Debatte über Schule und Unterricht verstärkt die Forderung nach Anwendungsorientierung im Unterricht erhoben; kurz gesagt: Modellieren ist en vogue!

Dessen ungeachtet ist jedoch noch weitgehend unklar, wie man Lernenden z.B. den Satz des Pythagoras nicht nur in innermathematischen Zusammenhängen nahebringen kann, sondern wie man es als Lehrperson zudem ermöglicht, dass dieses Wissen auf außermathematische Bereiche transferiert und angewandt werden kann.

An dieses Forschungsdesiderat versucht das DFG-Projekt DISUM¹ anzuknüpfen. Dessen Hauptziel ist es herauszufinden, wie sich verschiedene Formen des unterrichtlichen Lehrerhandelns auf die Modellierungskompetenz von Schülern auswirken. Hierzu wurden im Rahmen einer Unterrichtseinheit zum Modellieren die beiden Lehrformen *direktiver* und *operativ-strategischer Unterricht* anhand einer Interventionsstudie in 2 x 7 Realschulklassen (je 16 leistungshomogene Schüler) des 9. Jahrgangs vergleichend untersucht. Dabei lag das folgende Design zugrunde:



¹ „Didaktische Interventionsformen für einen selbstständigkeitsorientierten Unterricht am Beispiel Mathematik“; Leiter: W. Blum, R. Messner (beide Uni Kassel) und R. Pekrun (Uni München).

① *Auswahltest und Schulung der Lehrpersonen*

Jedem Schüler wurde anhand eines raschskalierten Tests, bestehend aus normierten Bildungsstandardsaufgaben als Ankeritems, ein mathematischer Fähigkeitswert zugewiesen. Anhand dessen konnten 14 leistungshomogene 16er-Klassen zusammengestellt werden. Die restlichen Schüler einer Klasse („Restgruppe“) bildeten jeweils eine eigene Untersuchungsgruppe, auf die in diesem Beitrag nicht näher eingegangen werden soll.

② *DISUM-Vortest*

Im Zentrum des Unterrichts und folglich auch der Tests stand die mathematische Modellierungskompetenz der Schüler, bezogen auf die Themengebiete *Satz des Pythagoras* und *Lineare Funktionen*. Dementsprechend bestand der raschskalierte Test aus Aufgaben, die an diesen Inhalten ausgerichtet waren, konzentriert auf die Kompetenzen *Modellieren* und *technisches Arbeiten*. Darunter waren auch Aufgaben enthalten, zu deren Lösung nur Teilaspekte des Modellierungsprozesses wie z.B. das Konstruieren eines Realmodells benötigt werden (siehe Blum/Leiß 2005).

③ *Unterrichtseinheit*

In der 10stündigen Unterrichtseinheit, die unmittelbar auf die Einheit zum Satz des Pythagoras folgte, wurden in allen 14 Klassen dieselben Modellierungsaufgaben in derselben chronologischen Abfolge behandelt. Dem lag die Intention zugrunde, dass sich der Unterricht lediglich in der Lehrform unterscheiden sollte. Dabei sollte in 7 Klassen *direktiver* und in 7 Klassen *operativ-strategischer Unterricht* durchgeführt werden.

Beim *direktiven Unterricht* handelt es sich um eine Lehrform, bei der die klar strukturierte und zielgerichtete Erarbeitung von gemeinsamen Bearbeitungsmustern für Modellierungsaufgaben sowie die nachvollziehende Einzelarbeit der Lernenden im Vordergrund stehen. Die Lehrperson orientiert sich bei ihren Hilfen am durchschnittlichen Leistungs niveau der Klasse.

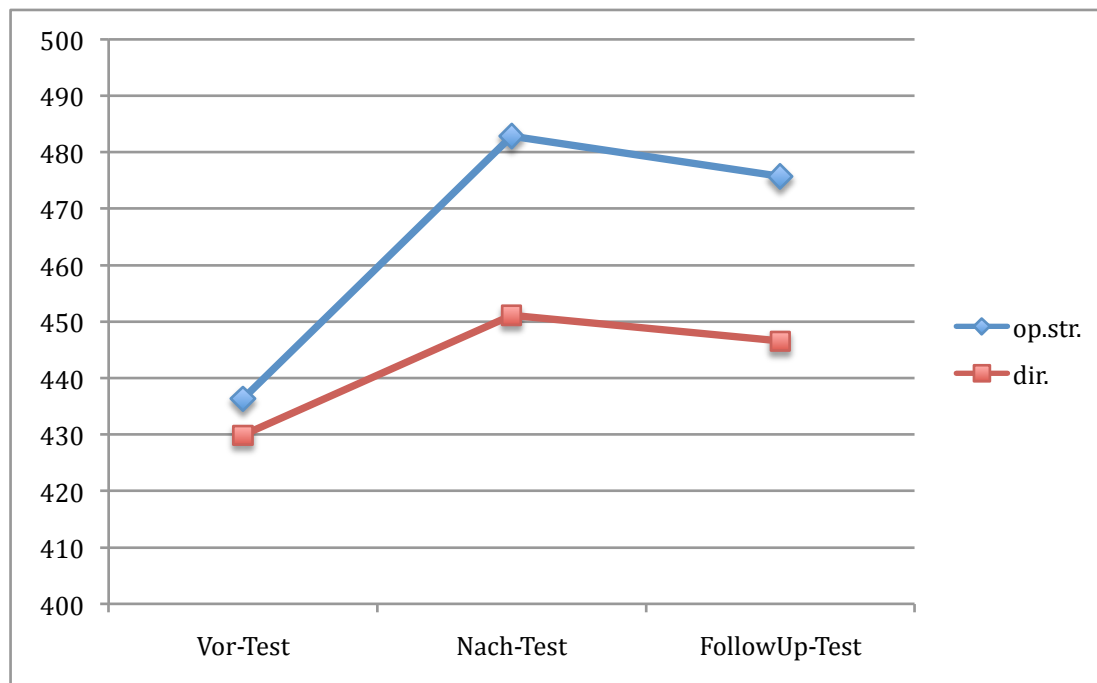
Im *operativ-strategischen Unterricht* steht das selbständige individuelle und ko-konstruktive Lernen in Gruppen im Mittelpunkt. Dabei orientieren sich die Lehrhandlungen am individuellen Schüler und versuchen, nur minimale Hilfestellungen zu geben, so dass die Lernenden herausgefordert werden, sich ihre eigenen Bearbeitungsmuster aufzubauen.

④ *Nach- und* ⑤ *Follow-Up-Erhebung*

Sowohl bei der Nacherhebung unmittelbar im Anschluss an die DISUM-Unterrichtseinheit als auch bei der Follow-Up-Erhebung drei Monate später sind dieselben bzw. parallelisierte Instrumente wie in der Vorerhebung verwendet worden (zum Testdesign siehe Leiß & Blum 2007).

2. Quantitative Ergebnisse der Leistungstests²

Bei der folgenden Abbildung sind die durchschnittlichen Schülerleistungen der beiden Gruppen „operativ-strategischer Unterricht“ und „direktiver Unterricht“ zu den drei Testzeitpunkten dargestellt:³



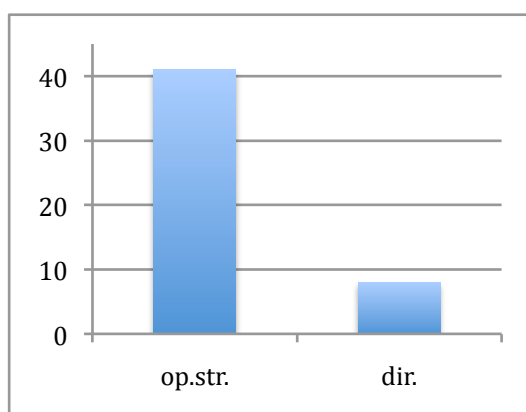
Die Grafik verdeutlicht, dass es in beiden Gruppen zwischen Vor- und Nachtest mit einer Fünftel bzw. knapp einer halben Standardabweichung zu signifikanten Leistungszuwächsen gekommen ist. Die drei Monate später festzustellenden geringen Leistungsabfälle sind hingegen nicht signifikant, so dass von einer gewissen Nachhaltigkeit der in der Einheit vermittelten Inhalte ausgegangen werden kann. Neben diesem zunächst für beide Lehrformen positiven Ergebnis zeigt sich allerdings auch, dass die operativ-strategische Gruppe wesentlich höhere Zuwächse erzielt als die Schüler, die im Rahmen der direktiven Lehrform unterrichtet wurden.

Bei der Analyse dieser Daten gilt es zu berücksichtigen, dass die eingesetzten Tests so konstruiert sind, dass primär zwei mathematische Kompetenzen sowie zwei Themengebiete in unterschiedlichem Ausmaß bei der Lösung der Testaufgaben eine Rolle spielen. Dies führt dazu, dass die oben beschriebenen eindimensional skalierten Ergebnisse inhaltlich nur schwer

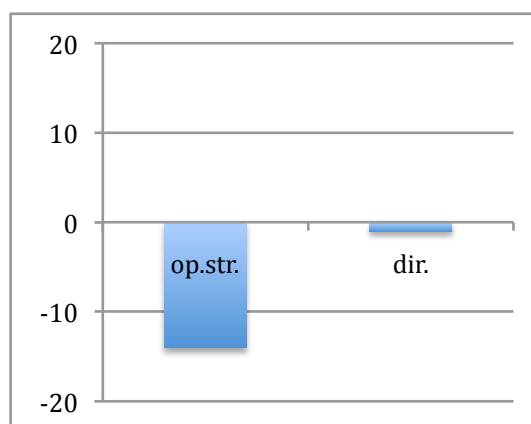
² Die Ergebnisse sind auf einen Mittelwert von 500 und eine Standardabweichung von 100 transformiert.

³ Bei dieser Darstellung wurden die Vortestwerte der beiden Untersuchungsgruppen dadurch angepasst, dass bei der direktiven Gruppe die 7 leistungsschwächsten und bei der operativ-strategischen Gruppe die 7 leistungsstärksten Schüler nicht berücksichtigt wurden. Zu erklären sind diese Unterschiede im Vortest dadurch, dass der Auswahltest weniger stark auf Modellierungskompetenz abzielt als der Vortest und somit die ursprüngliche Homogenisierung der Leistungsstärke teilweise aufgehoben wurde.

interpretiert werden können, da zunächst unklar bleibt, auf welche mathematischen Bereiche sich die Lernfortschritte beziehen. Folglich wurden – basierend auf stoffdidaktischen Analysen der Aufgaben – zwei mehrdimensionale Skalierungen vorgenommen, eine bezüglich der beiden Kompetenzen Modellieren und Technisches Arbeiten und eine bezüglich der beiden Themengebiete Pythagoras und Lineare Funktionen. Die folgenden Grafiken zeigen jeweils einen Aspekt dieser beiden Skalierungen.



Unterschiede zwischen Vor- und Nachtest
Dimension: Modellieren



Unterschiede zwischen Vor- und Nachtest
Dimension: Lineare Funktionen

Zeigen sich bezüglich des „technischen Arbeitens“ ungefähr gleich große Zuwächse in beiden Lehrformen, so verdeutlicht die linke Grafik, dass die operativ-strategisch unterrichteten Schüler deutlich größere Lernfortschritte im Bereich des Modellierens erzielen. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass die Modellierungsfortschritte – betrachtet man die konkreten Testleistungen nach dieser zehnstündigen Modellierungseinheit – normativ betrachtet in beiden Gruppen ernüchternd sind. Dies unterstreicht, wie schwierig die Vermittlung der viel geforderten Modellierungskompetenz offenbar ist. Zudem deutet die rechte Grafik darauf hin, dass die Kompetenz Modellieren lediglich am je aktuellen Unterrichtsinhalt erworben werden kann, denn bezüglich dem unterrichtlich weiter zurückliegenden Inhalt *Lineare Funktionen* konnten in beiden Lehrformen keine (Modellierungs-)Fortschritte festgestellt werden.

Über die Gesamtauswertung der Studien sowie über weitere Analysen der Test- und Fragebogendaten wird an anderer Stelle detailliert berichtet.

Literatur:

- Blum, W. & Leiss, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der “Tanken”-Aufgabe. In: *mathematik lehren*, Heft 128, 18-21.
- Leiss, D. & Blum, W. (2007). Modellierungskompetenz – Vermitteln, Messen & Erklären. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2007*. Hildesheim: Franzbecker, 312-315.