

Modellierung im Regelunterricht – Ein neues Konzept

1. Ziele der Studie

In den aktuellen Bildungsstandards und Lehrplänen wird als eine der zu erwerbenden mathematischen Kompetenzen *K3: Mathematisch modellieren* genannt. Viele Lehrerinnen und Lehrer fühlen sich jedoch unsicher und haben Schwierigkeiten in der Umsetzung, da ihnen die nötige Erfahrung und Klarheit fehlt, wie Modellierung im Regelunterricht eingesetzt werden kann. Ziel der hier beschriebenen Studie ist es, eine Unterrichtseinheit zu entwickeln, welche die Modellierungskompetenz der Schülerinnen und Schüler unabhängig von dem gewählten Thema, dem Geschlecht und der Zeugnisnote erhöht und den Lehrerinnen und Lehrern somit eine Vorlage liefert, wie Modellierung erfolgreich unterrichtet werden kann. Da laut der Lehrpersonen ein großes Problem der Einsetzbarkeit von Modellierungsproblemen im Unterricht oft die mangelnde Zeit ist, soll eine kurze Unterrichtseinheit entwickelt werden, welche trotz geringem Zeitrahmen die globale Modellierungskompetenz optimal fördert. Gleichzeitig soll diese Unterrichtseinheit dazu genutzt werden, anwendungsnahe und realitätsbezogene Problemstellungen in den Mathematikunterricht zu integrieren und den Schülerinnen und Schülern die Anwendung und Einsetzbarkeit von Mathematik in Alltag und Wirtschaft zu verdeutlichen. Im Rahmen der hier beschriebenen Studie wurden Themen der geometrischen Optimierung verwendet und untersucht.

2. Unterrichtskonzept

Das hier entwickelte Unterrichtskonzept zur Verwirklichung der oben genannten Ziele besteht aus vier Unterrichtsstunden, kann jedoch auch auf sechs Stunden erweitert werden, falls mehr Zeit zur Verfügung steht und eine intensivere Behandlung der Thematik gewünscht ist. Um die globale Modellierungskompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern, wurde ein holistischer und selbstständigkeitsorientierter Ansatz gewählt, welcher unter anderem bei den Ergebnissen der Projekte DISUM (Blum, 2011) und ERMO (Grünewald, 2012) ansetzt. Im Rahmen des Projekts DISUM wurde eine leichte Überlegenheit eines selbstständigkeitsorientierten Unterrichts gegenüber einem direktiven festgestellt. Im Projekt ERMO konnten Vorteile des holistischen Ansatzes gegenüber einem atomistischen Ansatz in Bezug auf den Erwerb metakognitiver Modellierungskompetenzen und dem Lösen vollständiger Modellierungsaufgaben ermittelt werden. Auch Blømhoj et al. (2003) schreiben zum Grundsatz des holistischen Ansatzes, dass

Modellierungskompetenzen vor allem durch die Bearbeitung vollständiger Modellierungsaufgaben erworben werden können. Der Aufbau und das Konzept der hier vorgestellten 4-stündigen Unterrichtseinheit wird in Abb. 1 schematisch dargestellt.

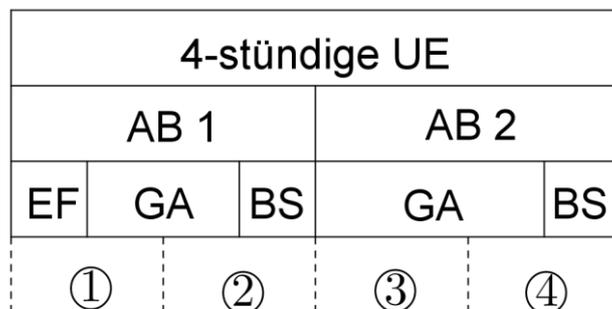


Abb. 1: Unterrichtskonzept zur Modellierung im Regelunterricht (UE: Unterrichtseinheit, AB: Arbeitsblatt, EF: Einführung, GA: Gruppenarbeit, BS: Besprechung)

Die vierstündige Unterrichtseinheit wird in zwei Blöcke von je zwei Unterrichtsstunden aufgeteilt. Pro zweistündigem Block wird ein Arbeitsblatt mit je einer Modellierungsaufgabe zu einem angewandten mathematischen Thema bearbeitet. Dies geschieht in Gruppenarbeit von drei bis maximal fünf Schülerinnen und Schülern und fördert somit Diskussionen, mathematisches Argumentieren und das selbstständige Finden einer Lösung.

Die Besonderheit der Arbeitsblätter liegt darin, dass das erste Arbeitsblatt eine Anleitung bezüglich der zu unternehmenden Schritte in Anlehnung an einen Modellierungskreislauf enthält, wobei Arbeitsblatt 2 eine offen formulierte Modellierungsaufgabe ist. Bei der Bearbeitung von Arbeitsblatt 2 sollen sich die Schülerinnen und Schüler an das in Arbeitsblatt 1 erlernte strukturierte Vorgehen zum Lösen einer Modellierungsaufgabe erinnern und dieses Schema gezielt anwenden.

Der Ablauf der Unterrichtseinheit gliedert sich wie folgt auf. Zu Beginn wird eine kurze Einführung gegeben, was Modellierung ist und wie man anhand eines Modellierungskreislaufes eine realitätsbezogene Problemstellung systematisch löst. Es folgt eine Gruppenarbeitsphase zu Arbeitsblatt 1, welche mit einer Besprechung im Plenum abgeschlossen wird. Bei dieser Besprechung ist es sehr wichtig, dass noch einmal intensiv die verschiedenen Schritte des Kreislaufes, insbesondere das Vereinfachen und Strukturieren, sowie das Reflektieren und Validieren thematisiert werden. Ebenfalls wichtig ist die Erkenntnis, dass unterschiedliche Annahmen zu unterschiedlichen Lösungswegen führen können. Der zweite Teil der Unterrichtseinheit beinhaltet die Gruppenarbeitsphase zu Arbeitsblatt 2 sowie eine Abschlussbesprechung dieser Aufgabe und der Modellierung allgemein.

3. Studiendesign und Ablauf

Bezüglich des oben vorgestellten Unterrichtskonzepts wurden einige Hypothesen aufgestellt, welche die Verwirklichung der genannten Ziele formulieren und im Rahmen der Studie überprüft werden sollen. Wir wollen uns hier zunächst auf den Zuwachs der Modellierungskompetenz und ihre Unabhängigkeit von Geschlecht, Zeugnisnote, Thema und Lehrer konzentrieren. Es wird die Hypothese aufgestellt, dass die Modellierungskompetenz der Schülerinnen und Schüler durch die beschriebene vierstündige Unterrichtseinheit (nachhaltig) erhöht wird.

An der Studie haben 10 Schulen aus Rheinland-Pfalz mit 14 Lehrerinnen und Lehrern, sowie 332 Schülerinnen und Schülern der 10. Jahrgangsstufe teilgenommen. Die Lehrerinnen und Lehrer wurden im Rahmen einer ganztägigen Lehrerfortbildung auf die Studie vorbereitet und auf denselben Wissensstand gebracht. Nach Durchführung der Unterrichtseinheit fand ein Nachbereitungstreffen statt, welches als Diskussionsforum, Ergebnisvorstellung und der Überprüfung des Ablaufes diente. Die Lehrerinnen und Lehrer mussten einige Fragebögen ausfüllen, welche darauf abzielten die jeweilige Umsetzung des Konzepts im Unterricht zu überprüfen und Erfahrungsberichte und Meinungen zu sammeln.

Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler mussten vor und nach der Durchführung der Unterrichtseinheit einen Test bestreiten. Dieser bestand aus einem Motivationsfragebogen (Kuhn, 2008) sowie einer Modellierungsaufgabe. Die Motivation und Modellierungskompetenz der Schülerinnen und Schüler kann somit verglichen und eine Veränderung untersucht werden. Die Modellierungskompetenz wird nach dem Stufenmodell von Siller et al. (2013) bewertet und eingeordnet und konzentriert sich auf das systematische Vorgehen zum Finden einer Lösung. Des Weiteren wurden das Alter, Geschlecht und die letzte Zeugnisnote im Fach Mathematik aller Schüler erhoben. Um die Nachhaltigkeit des Kompetenzzuwachses zu untersuchen, bestreiten die Schülerinnen und Schüler drei Monate nach Durchführung der Unterrichtseinheit erneut einen Test, in welchem sie eine Modellierungsaufgabe bearbeiten müssen.

4. Erste Ergebnisse

Erste Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein signifikanter Zuwachs der Modellierungskompetenz zu verzeichnen ist. Die Auswertung ergibt, dass sich 73,4% der Schülerinnen und Schüler um mindestens eine Kompetenzstufe verbessert haben, lediglich 24,6% im Nachtest die gleiche Stufe erreicht haben wie im Vortest und sich 2,1% verschlechtert haben. Im Vortest erreichten die Schülerinnen und Schüler im Mittel Kompetenzstufe 1,13

mit einer Varianz von 0,263. Im Nachtest haben sie sich im Mittel um eine Stufe verbessert, 2,06 mit einer Varianz von 0,512. Der T-Test zur Überprüfung der Signifikanz mit einem Signifikanzniveau von $\alpha=1\%$ und $n=289$ ergibt einen empirischen T-Wert von 21,14. Dieser ist deutlich größer als der kritische T-Wert von 2,326 und erlaubt somit das Verwerfen der Nullhypothese und die Aussage, dass ein sehr signifikantes Ergebnis vorliegt. Bezüglich der Unabhängigkeit von Geschlecht, Zeugnisnote, Lehrer und Thema sind ebenfalls bereits erste Erkenntnisse vorhanden. So sind bezüglich der Geschlechter leichte Unterschiede zu erkennen (81,3% der Mädchen und 64,7% der Jungs haben sich verbessert), in Bezug auf die Zeugnisnote oder das gewählte Thema der Unterrichtseinheit können jedoch keine Unterschiede festgestellt werden. Der Motivationstest hat unter anderem ergeben, dass 63,5% der Schülerinnen und Schüler dafür sind, dass solche Aufgaben und Themen Teil des regulären Unterrichts werden. Lediglich 31,7% sind dagegen, 4,8% unentschlossen. Auch hier kann bezüglich Geschlecht oder Thema kein Unterschied festgestellt werden. Die Thematik der geometrischen Optimierungsthemen wurde von den Schülerinnen und Schülern außerdem als interessant und realistisch eingestuft, welches das Fazit erlaubt, dass sich Aufgaben aus diesem Themengebiet hervorragend für den Einsatz im Unterricht eignen. Das hier vorgestellte Unterrichtskonzept erreicht die gesetzten Ziele und erhöht die Modellierungskompetenz der Schülerinnen und Schüler im Schnitt um eine Stufe.

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, W. (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.
- Grünewald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empirical comparison of the effectiveness of a holistic respectively an atomistic approach to the development of (metacognitive) modelling competencies of students. *ICME 12, Seoul, Korea*.
- Kuhn, J. (2008). Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktionen- und Lehr-Lern-Forschung: Effektivität und Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht. *Habilitationsschrift, Universität Koblenz-Landau*.
- Siller, H.-S., Bruder, R., Hascher, T., Linnemann, T., Steinfeld, J. & Schodl, M. (2013). Stufenmodellierung mathematischer Kompetenz am Ende der Sekundarstufe II. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013*.