

Maren HATTEBUHR, Martin FRANK, Christina ROECKERATH,  
Aachen

## **Kompetenzzuwachs bei Schülerinnen und Schülern durch die Teilnahme an einer Modellierungswoche**

Wir erörtern auf Grundlage des Kernlehrplans für das Fach Mathematik (Sek II, NRW), wie durch das Arbeiten an realen Forschungsproblemen prozessbezogene Kompetenzen vermittelt, angewendet und weiterentwickelt werden können. Des Weiteren gehen wir neben dem prozessbezogenen auch auf den inhaltlichen Kompetenzzuwachs der Teilnehmer ein, der die selbstständige Entwicklung und Weiterentwicklung sowie Analyse von mathematischen Begriffen, Konstrukten und Methoden beinhaltet. Unser Ziel ist es, die Prozesse im Laufe der Projektarbeit zu verstehen, und auch ein Anforderungsprofil für eine erfolgreiche Teilnahme zu erstellen.

### **1. Die CAMMP week**

Bei der CAMMP week handelt es sich um eine computergestützte mathematische Modellierungswoche, veranstaltet von mehreren Instituten der RWTH Aachen, in der die Schülerinnen und Schüler in die Rolle von Wissenschaftlern/innen schlüpfen. Sie ist angelehnt an die Modellierungswochen der TU Kaiserslautern, von Prof. Neunzert initiiert und jetzt von Martin Bracke weitergeführt (Göttlich 2007, Bracke & Göttlich & Götz 2013). Eine Woche lang arbeiten jeweils sechs Schülerinnen und Schüler der Oberstufe in einem Team an einer komplexen, herausfordernden Problemstellung und werden dabei von jeweils zwei Lehrpersonen und einem/r wissenschaftlichen Betreuer/in begleitet. Die Problemstellungen, pro CAMMP week sechs verschiedene an der Zahl, werden von Firmen oder Forschungseinrichtungen gestellt und sind typischerweise noch nicht oder nur unzureichend gelöst. Im Rahmen der CAMMP week werden folglich ausschließlich authentische Modellierungsprobleme behandelt, die keine optimale oder gar eindeutige Lösung besitzen. In Kaiser und Schwarz (2010) wird eine umfassende Klassifikation der jüngsten Modellierungsansätze gegeben. Es wird gemäß dieser Klassifikation ein realistischer, angewandter Modellierungsansatz verfolgt. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen im Laufe der Woche (mehrmals) den Modellierungskreislauf: Die Problemstellung muss erfasst und Ziele herausgefunden werden. Dazu muss sie strukturiert und in Teilprobleme zerlegt werden. Diese werden dann in einem Modell mathematisiert, wobei Vereinfachungen gemacht werden müssen. Anschließend wird das selbst erstellte Modell in dem Simulationsprogramm MATLAB umgesetzt. Die Schülerinnen und Schüler reflektieren

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 487–490).  
Münster: WTM-Verlag

ihre Arbeit, verbessern Fehler und erweitern das Modell. Zusätzlich müssen ein Abschlussbericht und eine Abschlusspräsentation in LaTeX erstellt werden. Die erarbeiteten Ergebnisse werden am letzten Tag den Firmenvertretern vorgestellt.

## **2. Untersuchung der Kompetenzen**

Laut dem Kernlehrplan für Mathematik der Sek. II (NRW, 2014) werden unter den prozessbezogenen Kompetenzen das Modellieren, Problemlösen, Argumentieren, Kommunizieren und das Werkzeuge nutzen verstanden. Weiterhin gibt der Kernlehrplan die Inhaltsfelder Funktionen und Analysis, Analytische Geometrie und Lineare Algebra und Stochastik an. Der Schwerpunkt unserer Untersuchung liegt auf den prozessbezogenen Kompetenzen, da diese in einer Modellierungswoche eine wichtige Rolle spielen, und im Vordergrund der Wissensvermittlung (durch Anwendung) stehen. Weitere, den Erfolg beeinflussende Faktoren, wie Motivation, Frustrationstoleranz und Selbstvertrauen, sollen hier nicht diskutiert werden, sondern sind in Frank und Roeckerath (2014) nachzulesen. Aufbauend auf dem Kernlehrplan haben wir einen Fragebogen entwickelt, der die nötigen Kompetenzvoraussetzungen für eine erfolgreiche Teilnahme und den Kompetenzzuwachs bei einer erfolgreichen Teilnahme untersucht. Befragt wurden ehemalige wissenschaftliche Betreuer/innen, die verschiedene Aspekte auf einer Skala von 0 bis 5 (0 entspricht „es sind keine Vorkenntnisse nötig“ bzw. „es gibt keinen Lernzuwachs“, 5 entspricht „es sind sehr gute Vorkenntnisse nötig“ bzw. „es gibt einen sehr hohen Lernzuwachs“) bewerten mussten. Zusätzlich hatten die Betreuer/innen noch die Möglichkeit, Anmerkungen oder Beispiele zu den einzelnen Kompetenzen anzugeben. Die Umfrage spiegelt die Einschätzung der Betreuer/innen wider, die auf den realen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler hindeutet. Dieser muss jedoch in Zukunft direkt untersucht werden.

## **3. Ergebnisse**

Die folgenden Ergebnisse beruhen auf den Einschätzungen von 16 verschiedenen Projekten. Zur Bewertung der Ergebnisse haben wir als stochastisches Maß, da ordinale Daten zugrunde liegen, den Median und den Quartilsabstand genutzt. Der Median ist stabil gegenüber Ausreißern, spiegelt jedoch eine Verteilung der Werte nur bedingt wider, weshalb zusätzlich der Quartilsabstand betrachtet wird. Dabei wird ein Median von 5 als „sehr gute Vorkenntnisse“ bzw. „sehr gutes Erlernen“, ein Median von 4 als „gute Vorkenntnisse“ bzw. „gutes Erlernen“, ein Median von 3 als „mittlere Vorkenntnisse“ bzw. „mittleres Erlernen“, ein Median von 2 als „geringe Vorkenntnisse“ bzw. „geringes Erlernen“, ein Median von 1 als

„sehr geringe Vorkenntnisse“ bzw. „sehr geringes Erlernen“ und ein Median von 0 als „keine Vorkenntnisse“ bzw. „kein Erlernen“ interpretiert. Ist der halbe Quartilsabstand in einer Kompetenz größer als 1, so wird diese (Teil-)Kompetenz auch den benachbarten Medianklassen zugeordnet.

Für eine erfolgreiche Teilnahme an der CAMMP week sind nach Einschätzung der Betreuer/innen für den Kompetenzbereich

- Modellieren im Teilprozess Strukturieren mittlere, im Teilprozess Mathematisieren geringe bis gute, im Teilprozess Validieren keine bis mittlere,
- Problemlösen im Teilprozess Erkunden mittlere, im Teilprozess Lösen mittlere, im Teilprozess Reflektieren geringe bis gute,
- Argumentieren im Teilaspekt Vermuten mittlere, im Teilaspekt Begründen mittlere, im Teilaspekt Beurteilen mittlere,
- Kommunizieren im Teilaspekt Rezipieren mittlere, im Teilaspekt Produzieren mittlere und im Teilaspekt Diskutieren mittlere

Vorkenntnisse nötig.

Bei einer erfolgreichen Teilnahme an der CAMMP week werden ebenfalls nach Einschätzung der Betreuer/innen im

- Modellieren das Strukturieren sehr gut, das Mathematisieren sehr gut, das Validieren gut bis sehr gut,
- Problemlösen das Erkunden sehr gut, das Lösen sehr gut, das Reflektieren mittelmäßig bis sehr gut,
- Argumentieren das Vermuten mittelmäßig bis sehr gut, das Begründen mittelmäßig bis sehr gut, das Beurteilen gut bis sehr gut,
- Kommunizieren das Rezipieren gut, das Produzieren sehr gut und das Diskutieren sehr gut

erlernt bzw. weiterentwickelt.

#### **4. Fazit und Ausblick**

Die Ergebnisse geben erste Hinweise darauf, dass die projektorientierte Arbeit in einer Modellierungswoche den Schülerinnen und Schüler eine weitreichende Aus- und Weiterbildung ihrer prozessbezogenen Kompetenzen ermöglicht. Allerdings wurde bisher keine unter empirischen Gesichtspunkten wissenschaftliche Untersuchung durchgeführt. Eine systematischen Evaluation mit Hilfe qualitativer und quantitativer Methoden wie es bzgl. anderer Fragestellungen bei einer ähnlichen Modellierungsveranstaltung in Hamburg durchgeführt wurde (Kaiser & Schwarz 2010), ist zum

Nachweis im Rahmen von zukünftigen Untersuchungen noch durchzuführen.

Damit stellen Modellierungswochen auf Basis der bisherigen Erkenntnisse eine lohnenswerte Ergänzung zum Schulunterricht dar. Für die Teilnahme sind geringe bis mittlere Vorkenntnisse in den prozessbezogenen Kompetenzen sinnvoll. Voraussetzungen in den inhaltlichen Kompetenzen sind noch zu untersuchen. Die Untersuchung des realen Lernerfolgs der Schülerinnen und Schüler ist der Gegenstand zukünftiger Untersuchungen.

## **Literatur**

- Bracke, M., Göttlich, S., Götz, T. (2013). Modellierungsproblem Dart spielen. In R. Borromeo Ferri, G. Greefrath, G. Kaiser (Hrsg.) (2013). Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule – Theoretische und didaktische Hintergründe. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Frank, M., Roeckerath, C. (2014). Habe ich das Zeug zum MINT-Studium? Die CAMMP week als Orientierungshilfe für Schülerinnen und Schüler. Vortrag bei der Arbeitstagung: Mathematik im Übergang Schule / Hochschule und im ersten Studienjahr, Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik, Universität Paderborn, Paderborn, 22. Februar 2013.
- Göttlich, S. (2007). Mathematische Modellierung in der Mittelstufe: Personalausweis für Schildkröten. In I. Lehmann (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2007. Vorträge auf der 41. Tagung für Didaktik der Mathematik, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, 26. - 30. 3. 2007 (S. 324-327). Hildesheim: Verlag Franzbecker.
- Kaiser, G., Schwarz, B. (2010). Authentic Modelling Problems in Mathematics Education – Examples and Experiences. GDM 2010.