

Komplexe Modellierung: Gestaltung und Erfahrungserkenntnisse zu Modellierungsprojekten und Fortbildungen des Kompetenzzentrums für mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule (KOMMS)

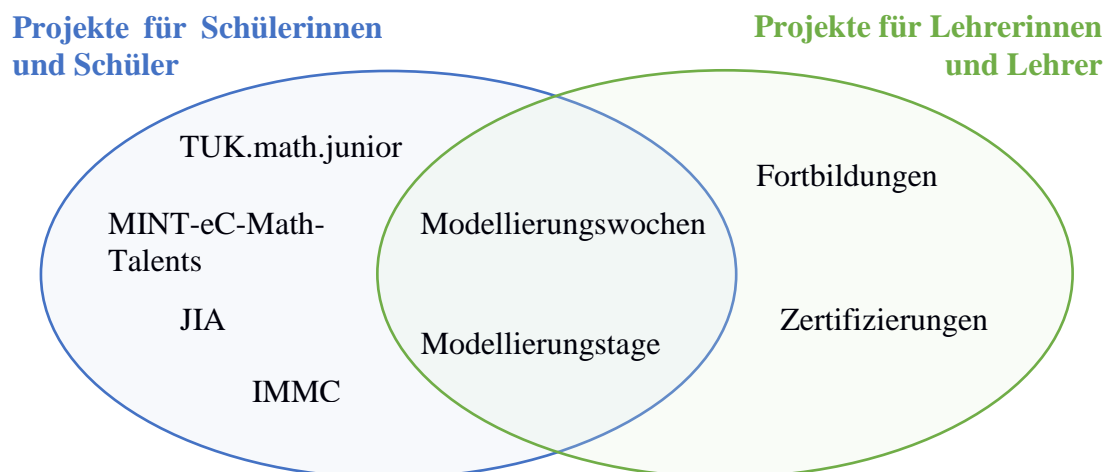
Wie werden Preise bei mehrtägigen Sportveranstaltungen festgelegt und auf die Plätze im Stadion verteilt? Wie gelingt die Steuerung und Regelung eines Segways? Wie viel Dämmung ist beim Bau eines Hauses wirklich sinnvoll? Wie müssen Krankenhäuser in einer Region stationiert werden, sodass in einem medizinischen Notfall schnell Hilfe gewährleistet werden kann?

So unterschiedlich diese Fragen auf den ersten Blick sind, so haben sie doch einige Gemeinsamkeiten: Durch den klaren Realitätsbezug und die Aktualität haben sie einen hohen Grad an Authentizität und Relevanz für den eigenen Alltag. Eindeutige Antworten geschweige denn geeignete Lösungsstrategien sind nicht direkt ersichtlich und bedürfen mitunter einer Betrachtung aus einem interdisziplinären Blickwinkel. Der Einsatz von Mathematik spielt dabei eine zentrale Rolle: Mithilfe mathematischer Ausdrücke und Methoden können die Inhalte bearbeitet oder – genauer gesagt – modelliert werden.

Als weitere Gemeinsamkeit sind offene Fragen und Probleme wie die oben genannten regelmäßiger Bestandteil der Veranstaltungen des Kompetenzzentrums für mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule (KOMMS), das 2014 als wissenschaftliche Einrichtung des Fachbereichs Mathematik der Technischen Universität Kaiserslautern gegründet wurde. Das Ziel des KOMMS ist es, die Bereiche Schulprojekte, Lehreraus- und -fortbildung sowie Forschung zu Modellierungsprojekten an Schulen verbinden und dieses Angebot landesweit an Schulen und Universitäten zu richten.

Dabei werden mathematische Modellierungskompetenzen, wie sie auch in den Bildungsstandards des Landes Rheinland-Pfalz fest verankert sind, zielgerichtet durch Kurzprojekte wie Modellierungstage und -wochen mit Schülerinnen und Schülern verschiedener Jahrgangsstufen gefördert. Begabten- und Nachwuchsförderung findet im Rahmen der MINT-eC-Math-Talents, der Junior Ingenieur Akademie (JIA) und dem Schnupperprogramm TUK.math.junior statt. Die Nachhaltigkeit von Modellierung im Unterricht wird durch praxisnahe Lehrerfortbildungen gewährleistet. Zur altersgerechten Umsetzung mathematischer Modellierung werden entspre-

chende didaktische Konzepte entwickelt, umgesetzt und in Fortbildungsveranstaltungen verbreitet. Hierbei sieht sich KOMMS als Unterstützer des Landes Rheinland-Pfalz in der stark zukunftsrelevanten Frage der MINT-Ausbildung. Eine Übersicht der aktuellen Schulprojekte des KOMMS wird in der nachfolgenden Abbildung ersichtlich. Die Modellierungswochen sowie Lehrerfortbildungen werden in diesem Beitrag näher erläutert.



Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des KOMMS stammen überwiegend aus den beiden mathematischen Bereichen Technomathematik und Optimierung mit sowohl fachwissenschaftlich als auch didaktisch basierter Ausbildung in Studiengängen des Lehramts und der Mathematik. Die Projekte, die bei verschiedenen Modellierungsveranstaltungen zum Einsatz kommen, erstrecken sich jedoch über weitaus mehr Gebiete der Mathematik, um Schülerinnen und Schülern wie auch Lehrerinnen und Lehrern ein vielfältiges Angebot an spannenden Themen anzubieten.

So werden beispielsweise im Rahmen der Modellierungswochen meist acht Fragestellungen aus verschiedenen Bereichen zur Verfügung gestellt, die von Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufen 11 und 12 aus Rheinland-Pfalz innerhalb von fünf Tagen in fünfköpfigen Teams bearbeitet werden. Wie die gestellten Probleme ist auch die Arbeitsphase grundsätzlich sehr offen gestaltet, sodass die Teilnehmenden die Möglichkeit haben, ihre eigenen Ideen und Strategien auszuprobieren und selbstständig sowie intensiv an für sie relevanten Fragen zu arbeiten. Entsprechend dieser freien Gestaltung erfolgen die Interventionen durch Lehrkräfte und Tutoren von Seiten des KOMMS während der Arbeitsphasen sehr sparsam nach dem Prinzip der minimalen Hilfe, sodass möglichst wenig Einfluss auf die inhaltliche Arbeit erfolgt und die Gruppen ein eigenes Handlungsprodukt

entwickeln. Die Betreuerinnen und Betreuer stehen jedoch für fachliche Fragen, die weit über den Schulstoff hinausgehen, jederzeit bereit und liefern bei größeren Schwierigkeiten motivierende Impulse, wobei Lehrkräfte sich teilweise als Gruppenmitglieder an der Erarbeitung der Lösung beteiligen. Am Ende der gemeinsamen Projektwoche präsentieren alle Schülerinnen und Schüler ihre erarbeiteten Lösungen im Plenum – dabei liegt ein besonderes Fokus darauf, die Erklärungen in der Sprache des Anwenders zu gestalten, sodass alle übrigen Gruppen die Denkweisen und Strategien nachvollziehen können, selbst wenn sie sich nicht damit beschäftigt haben.

Wie bereits erwähnt orientieren sich die Fragestellungen, die während der Modellierungswoche bearbeitet werden, überwiegend an Problemen, wie sie in der Wirtschaft oder Industrie auftreten und bei deren Lösung mathematische Methoden zum Einsatz kommen können. Andere Themen bauen auf Alltagsproblemen auf, mit denen die Schülerinnen und Schüler meist vertraut sind und die sich ebenfalls mit systematischen Lösungsansätzen optimieren lassen. Bei der Modellierungswoche in Oberwesel im Februar 2018 wurden vier der acht Probleme in einem gemeinsamen Zusammenhang entworfen, da sie verschiedene Fragen zur Leichtathletik-EM 2018 in Berlin bedienten:

- Gestaltung der Ticketpreise für Einzel- und Dauerkarten
- Festlegung von Rundlaufstrecken für Marathon und Gehen
- Entwicklung eines Bewertungssystems bei Mehrkampfdisziplinen
- Planung des Ablaufs der gesamten Veranstaltung

Daneben wurden vier weitere unabhängige Probleme vorgestellt:

- Prognose der Eignung zum Mehrkampf
- Kameraführung bei 100m-Sprints
- Energieeffizientes Hausbauen
- Entwicklung eines 3D-Scanners

An dieser Modellierungswoche nahmen 39 Schülerinnen und Schüler sowie 16 Lehrerinnen und Lehrer teil.

Um die Modellierungsprojekte häufiger und in kürzerem Umfang mit und an einzelnen Schulen durchzuführen, bietet das KOMMS weiterhin Modellierungstage an. Die Themen kommen aus den gleichen Bereichen wie bei den Modellierungswochen, die Schülerschaft erstreckt sich zudem über weitere Klassenstufen bis hin zur Orientierungsstufe. Im Jahr 2017 nahmen weit mehr als 400 Schülerinnen und Schüler an den Modellierungstagen des KOMMS aus Rheinland-Pfalz teil. Sowohl die Modellierungstage und

-wochen als auch die Lehrerfortbildungen werden im Rahmen des Projekts *Schulentwicklung für Mathematische Modellierung in MINT-Fächern (SchuMaMoMINT)* durch den Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert.

Neben der eigenständigen Betreuung von Projekten während der Modellierungstage und -wochen liegt ein Leitbild des KOMMS darin, interessierte Lehrerinnen und Lehrer aller Schulformen in Rheinland-Pfalz auf die Umsetzung interdisziplinärer MINT-Modellierungsprojekte vorzubereiten. Das Fortbildungskonzept wird am Beispiel der Funktionsweise eines Segways erläutert.

Die zweitägige Fortbildung beginnt damit, dass Fahrexperimente mit einem Segway durchgeführt werden, um einen ersten Zugang zu der Funktionsweise des Geräts zu ermöglichen. Hierzu werden meist auch selbststabilisierende Lego Mindstorms® Modelle präsentiert, die ein analoges Funktionsprinzip gut darlegen. Die ersten Eindrücke werden anschließend gesammelt und die Beteiligten werden dazu angeregt, eigene MINT-Modellierungsprojekte bezüglich des Kontexts zu entwerfen, die sie mit ihren Schülerinnen und Schülern umsetzen können. Exemplarisch für solche Projekte sind die Fragestellungen, wie der Segway bei einer praktischen Kurvendiskussion in Extrem- und Wendepunkten zu steuern ist, oder mit welcher Geschwindigkeit ein Kreis mit gegebenem Radius befahren werden kann.

Der Fokus der weiteren Fortbildung liegt auf dem Funktionsprinzip des Segways. Hierzu werden im Verlauf der Fortbildung Situationsmodelle für den Regelungsprozess aufgestellt und diese Modelle physikalisch beschrieben. Auf Basis dessen wird ein mathematisches Modell als lineares Zustandsraumsystem durch Anwendung von Linearisierungen erarbeitet. Auf Grundlage des mathematischen Modells werden Regelungstechniken wie die PID-Regelung erklärt und mit Hilfe von GeoGebra visualisiert. Fernerhin besteht die Möglichkeit die theoretischen Regelungskonzepte praktisch auf die Regelung eines Lego Mindstorms® Segways zu übertragen.

Anhand der Beschreibung der Fortbildungsinhalte wird deutlich, dass mit der Darlegung der Funktionsweise eines Segways ein interdisziplinäres MINT-Projekt ermöglicht wird, welches an verschiedenen Schulen von Lehrerteams geplant und durchgeführt wird. Basierend auf der Fortbildung, die im Schuljahr 2017/2018 von 11 Lehrerinnen und Lehrern aus sieben Schulen in Rheinland-Pfalz besucht wurde, finden insgesamt sechs interdisziplinäre Projekte im Sommer 2018 mit Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe statt. Anhand der Fortbildung werden Lehrkräfte demnach dazu befähigt, Projekte für unterschiedliche Jahrgangsstufen und Leistungsniveaus zu konzipieren und durchzuführen.