

Jörn SCHNIEDER, Lübeck, Martin BRACKE, Kaiserslautern

Mathematisches Modellieren im MINT-Studium – ein fächerübergreifendes Konzept zur Gestaltung von Modellierungsaufgaben

In diesem Beitrag wird – am Beispiel eines konkreten Unterrichtsversuchs – ein Konzept skizziert, wie sich die Bearbeitung von Aufgaben zum mathematischen Modellieren (Borromeo Ferri 2013) mit Phasen zur Metareflexion etwa über das eigene Lernen wie auch über allgemeine Aspekte wissenschaftlichen Arbeitens verbinden lassen. In der Auseinandersetzung mit Modellierungsaufgaben, wie sie etwa speziell im Rahmen von Modellierungswochen an der TU Kaiserslautern (Bracke und Humenberger 2012) durchgeführt werden, können – so unsere Vermutung – einerseits fortgeschrittene Studierende unabhängig von ihrem jeweiligen MINT-Schwerpunktfach methodische und inhaltliche Kompetenzen erwerben, wie sie für ein interdisziplinäres Arbeiten im MINT-Bereich erforderlich sind.

Andererseits eignen sich Modellierungsaufgaben außerdem dafür, gerade mit Studienanfängern fachübergreifende Aspekte wissenschaftlichen Lernens zu thematisieren: Viele Studierende haben gerade zu Beginn ihres MINT-Studiums und gerade im Fach Mathematik erhebliche Lernschwierigkeiten. Nur selten geht es wirklich um mangelnde Fachkompetenz. Viel häufiger fehlt es am notwendigen Selbstvertrauen, an einem konstruktiven Umgang mit Frustration und Rückschlägen und an Strategien für ein selbstgesteuertes Lernen nicht nur im Bereich Mathematik, sondern im Blick auf das gesamte Studium. Wir hoffen mit diesem Ansatz Studienanfänger bei der Überwindung individueller Lernschwierigkeiten zu unterstützen.

Im Folgenden stellen wir ein Unterrichtsexperiment vor, dass die zwei Autoren dieses Beitrags als Betreuer im Rahmen eines Mathematik-Vorkurses an der Universität zu Lübeck im WS 13/14 mit 50 Studienanfängern mit Schwerpunktfach Mathematik durchgeführt haben. Die Studierenden sollten die bereits mehrfach in verschiedenen unterrichtlichen Zusammenhängen erprobte Modellierungsaufgabe zur „Optimierung der Effizienz einer Kläranlage“ (Bracke und Humenberger 2012) bearbeiten; im Vergleich zu den üblichen Veranstaltungsformaten, in deren Mittelpunkt die Bearbeitung solcher Aufgabentypen steht, war der Zeitrahmen dieses Experiments auf vier 1,5 stündige Unterrichtseinheiten verteilt auf zwei Tage beschränkt.

In diesem Experiment sollten die Studierenden nicht einen ersten Einblick in die Angewandte Mathematik erhalten, sondern sie sollten zugleich auch

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1091–1094).
Münster: WTM-Verlag

eine erste Erfahrung mit den besonderen Anforderungen wissenschaftlichen Arbeitens und Lernens machen und diese anschließend auch reflektieren.

Obwohl der zur Verfügung stehende Zeitrahmen eng beschränkt war, haben wir uns entschlossen, die Studierenden mit einer zunächst nicht reduzierten, und für die meisten Vorkursteilnehmer ungewohnt offenen Fragestellung zu konfrontieren: Sie sollten untersuchen, inwiefern mehr Trennwände in einem Klärbecken zu einer Optimierung der Klärwerksleistung führen. Als Hilfsmittel wurden einige konkrete aufgabenrelevante Daten, einige Formeln zur Exponentialrechnung sowie ein zu einem „Kochrezept“ vereinfachter Modellierungskreislauf zur Verfügung gestellt. Eine Hauptschwierigkeit bei der Bearbeitung bestand darin, eine sinnvolle, nämlich eine einen mathematischen Zugang zuallererst eröffnende Fragestellung zu finden, um anschließend die passenden Werkzeuge zu ihrer Beantwortung auszuwählen bzw. zu konstruieren. Wobei die Werkzeuge selbst – gemessen an zu erwartenden Kenntnissen der Vorkursteilnehmerinnen – sicher keine Standard-Werkzeuge waren.

Ganz bewusst wurde an dieser Stelle auf eine Engführung der Fragestellung verzichtet. Die Studierenden sollten stattdessen zuerst selber bearbeitbare mathemathikhaltige Fragestellungen finden und formulieren. Das übergeordnete Ziel dieses Unterrichtsschritts war es, die Studienanfängerinnen gezielt mit einer Situation der „Lösungslosigkeit“ und Orientierungslosigkeit und nicht selten daraus resultierender Frustration zu konfrontieren und aushalten zu lassen. Deshalb haben wir allein für diese Phase die **erste 1,5 stündige Einheit** vorgesehen.

In einer abschließenden Evaluationsphase am Ende des Experiments sollten diese Erfahrungen und das mit ihnen verbundene innere Erleben als Anlass genommen werden, sich mit seiner eigenen Motivation, seinen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen und den Möglichkeiten zur volitionalen Selbstregulation bzw. zur Erarbeitung motivationaler Lernstrategien auseinanderzusetzen.

Die Betreuer sollten die Arbeit der Studierenden im Sinn eines selbständigkeitsorientierten Lösungsprozesses (Link 2011) weniger durch inhaltliche sondern vielmehr durch strategische Frageinterventionen ressourcenorientiert unterstützen. Sie sollten im Sinne eines aus Coaching und Beratung bekannten „Die Lösung liegt im Gegenüber“ (Nicolaisen 2012) ressourcenaktivierende Gespräche führen und dabei nicht nur auf die mathematischen Inhalte fokussieren, sondern auch subjektive Gedanken und Emotionen mit einbeziehen. Sie sollen die Studierenden im weitesten Sinn zur Selbsttätigkeit anregen. Eine direkte Instruktion sollte im Rahmen des Lösungsprozesses allerdings ausgeschlossen sein.

Zu Beginn der **zweiten 1,5 Stunden-Einheit** wurden dann im Plenum verschiedene Lösungsansätze aus den Gruppen vorgestellt und diskutiert. Dadurch wurde sichergestellt, dass im Anschluss an diese Phase alle Gruppen einen konkreten Lösungsansatz vor Augen, sich mit der Durchführung ihres Lösungsplans und der Ausarbeitung ihrer Lösung beschäftigen konnten. Die **zweite und die dritte Einheit** diente dann zur Durchführung des Lösungsplans und zur Ausarbeitung und Vorbereitung einer Präsentation in der vierten Einheit. Offenbar war die Aufgabe für viele Gruppen so motivierend, dass sie sich noch in ihrer Freizeit vom ersten auf den zweiten Tag mit ihr beschäftigt haben.

In der **vierten und letzten Einheit** wurden die Gruppen-Ergebnisse präsentiert. Die inhaltliche Auseinandersetzung wurde mit einem Kurzvortrag zur mathematischen Vertiefung der Modellierungsaufgabe durch einen der Betreuer abgeschlossen. Schließlich wurde das Unterrichtsexperiment durch die Studierenden evaluiert. Das Besondere dieser Evaluation bestand darin, dass sie explizit Aspekte des inneren Erlebens ausgewertet hat. So hat der Evaluationsbogen neben fachlichen Aspekten wie beispielsweise „Ich habe Mathematik gelernt“ und „Ich habe etwas über Mathematik gelernt“ auch Aspekte wie „Ich habe etwas über mich gelernt“, „Ich habe mich wohlgefühlt“, „Ich war motiviert“ und „Ich stelle gerne Fragen“ berücksichtigt.

Viele Teilnehmer haben sich am ersten Tag bisweilen sehr unwohl und durch die aus ihrer Sicht fehlenden Vorgaben und Hinweise zur Aufgabenlösung sowie durch die sehr zurückhaltende Gesprächsführung der Betreuer sehr verunsichert gefühlt. Trotzdem sind die meisten Teilnehmer zu einer positiven Gesamteinschätzung gelangt: Sie haben am Ende gesehen, dass sie trotz vorangegangener Schwierigkeiten zu einem individuell angemessenen Ergebnis gelangt sind und haben das als eine sehr positive Selbstwirksamkeitserfahrung überrascht zur Kenntnis genommen. Auch das Bild von Mathematik hat sich für viele Teilnehmer verändert. Für viele war es überraschend zu sehen, dass Mathematik nicht nur ein starres Gefüge fester Regeln über abstrakte Gegenstände ist, sondern dass sie in vielen Bereichen ihre eigentliche Stärke aus einer schlagkräftigen Verbindung stringenter Beweis- und Argumentationstechniken mit numerisch experimentellen Ansätzen gewinnt.

Der positive Verlauf dieses Experiments bestärkt uns in der Annahme, dass Aufgaben zum mathematischen Modellieren auch in einer erweiterten Perspektive nicht nur für das Lernen von Mathematik, sondern, fachübergreifend, für das Lernen in allen Fächern nutzbar sind. Gerade weil Modellierungsaufgaben in hohem Maße binnendifferenzierend angelegt sein und Lösungswege auf verschiedenem mathematischem Bearbeitungsniveaus

bearbeitet werden können, eignen sie sich in besonderer Weise dafür, Studierenden im Sinne einer Selbsterfahrung mit fächerübergreifenden, typischen Aspekten wissenschaftlichen Arbeitens, Forschens und nicht zuletzt Lernens zu konfrontieren.

In diesem Sinn wollen wir ein fächerübergreifendes Konzept zur Gestaltung von Modellierungsaufgaben und, umfassender, Bausteine einer Didaktik der Interdisziplinarität vorstellen. Darunter verstehen wir eine Didaktik, die Studierende schon in der Studieneingangsphase eines MINT-Studiums frühzeitig auf das interdisziplinäre Lernen und Forschen vorbereitet. In enger Orientierung an und Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Aspekten mathematischen Modellierens (Greefrath et al. 2013), wissenschaftstheoretischen Überlegungen zur Interdisziplinarität (Balsiger 2005) sowie wissenschaftsdidaktischer (Hentig 2003) und nicht zuletzt wissenschaftspsychologischer Ansätze (Maslow 2010), verbindet unser Konzept die konkrete mathematische Arbeit an Modellierungsaufgaben mit Reflexionsaufgaben, mit denen disziplinübergreifende Aspekte wissenschaftlicher Arbeitens und Forschens thematisiert und eingeübt werden können. In unserem Ansatz geht es somit darum, diese Fähigkeiten nicht nur en passant bei der Arbeit an fachlichen Inhalten mitzuvermitteln, sondern explizit als methodisches Denken und Handeln lernbar zu machen.

Literatur

Balsiger, Ph. (2005). Transdisziplinarität. München: Wilhelm Fink.

Bracke, M. und Humenberger, H. (2012). Steigerung der Effizienz einer Kläranlage - eine erprobte Modellierungsaufgabe. *Mathematische Semesterberichte*, Springer Verlag. 59, (2), 261-288.

Greefrath, G. et al. (2013). Mathematisches Modellieren – eine Einführung in theoretische und didaktische Hintergründe. In R. Borromeo Ferri et al. (Hrsg.), *Mathematisches Modellieren für Schule und Hochschule*. S. 11 – 38. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Hentig, H. von (2003). *Wissenschaft: Eine Kritik*. Weinheim und Basel: Beltz.

Link, F. (2011). Problemlöseprozesse selbständigkeitsorientiert begleiten. Wiesbaden: Vieweg und Teubner.

Maslow, A. (2010). *Motivation und Persönlichkeit*. 10. Auflage. Reinbek: Rowohlt.

Nicolaisen, T.(2012). *Lerncoaching-Praxis*. Weinheim: Beltz Juventa.