

Reinhard HOCHMUTH, Kassel & Alexander JORDAN, Bielefeld

Modellierungskompetenzen von Lehramtsstudierenden im Kontext funktionaler Fragestellungen unter Berücksichtigung von Intelligenz und Volition

Im Rahmen des ZFF-Projektes „Empirische Untersuchungen zu Modellierungskompetenzen von Lehramtsstudierenden der Sekundarstufen im Kontext funktionaler Fragestellungen unter Berücksichtigung von Intelligenz und Volition“ wurde im Sommersemester 2007 im Rahmen der Lehrveranstaltung „Grundzüge der Mathematik II (Elemente der Arithmetik und Algebra II)“ eine Stichprobe von Studierenden des Lehramtes an Haupt- und Realschulen an der Universität Kassel befragt und getestet. Besonderer Schwerpunkt lag dabei auf der Erfassung der Modellierungsfähigkeiten der zukünftigen Mathematiklehrerinnen und -lehrer beim Lösen realitätsbezogener Fragestellungen zum Themengebiet Funktionen. Verbunden wurde dies mit der Erhebung der psychischen Dispositionen Volition und Intelligenz. Im Beitrag sollen die Instrumente der Untersuchung kurz dargelegt sowie erste Resultate beschrieben werden. Eine ausführlichere Fassung kann in Hochmuth & Jordan (eingereicht) nachgelesen werden.

1. Mathematisches Modellieren und funktionales Denken

Ausgehend von der Hypothese, dass die für eine reflektierte Teilnahme am gesellschaftlichen Leben unerlässliche Kompetenz mathematischen Modellierens (Blum 1996) nicht nur bei Schülerinnen und Schülern, sondern auch bei Lehrerinnen und Lehrern eher unzureichend ausgebildet ist (vgl. Jordan et al. 2008), lag die zentrale Intention des in diesem Beitrag beschriebenen Projekts in der theoretischen Operationalisierung und empirischen Erfassung der *Modellierungskompetenzen von Studierenden*. Als inhaltlicher Schwerpunkt wurde dabei deren *funktionales Denken* betrachtet. Vollrath (1989) spricht im Zusammenhang mit einer adäquaten Abbildung der Entwicklung funktionalen Denkens vom Stufenmodell des Begriffsverständnisses des Funktionsbegriffs, welches folgende nicht notwendigerweise chronologisch aufeinander aufbauende fünf Stufen aufweist: „Intuitive Stufe“ (Der Begriff als Phänomen), „Inhaltliche Stufe“ (Der Begriff als Träger gewisser Eigenschaften), „Integrierte Stufe“ (Der Begriff als Teil eines Begriffnetzes), „Formale Stufe“ (Der Begriff als Objekt) sowie „Kritische Stufe“ (Der Begriff als Baustein im Mathematik-Gebäude). Zentrales Anliegen des Projektes ist eine Beschreibung der Ausbildung des funktionalen Denkens bei Studierenden mit geeigneten realitätsbezogenen Fragestellungen. Dabei wird grob zwischen Wissen, welches im Verlauf der Schulzeit in der Sekundarstufe I erworben werden sollte (intuitive Stufe bis hin zur

integrierten Stufe) und Wissen, welches für die Sekundarstufe II und darüber hinaus für ein universitäres Mathematikstudium charakteristisch ist (formale Stufe bzw. kritische Stufe), unterschieden. Dieses Wissen wurde in einem 75-minütigen Leistungstest erfasst.

2. Intelligenz und Volition

Verbunden wurde der eben beschriebene inhaltliche Arbeitsschwerpunkt mit der empirischen Erfassung der psychischen Dispositionen Volition und Intelligenz der Studierenden. Unter *Volition* (Handlungskontrolle) verstehen wir dabei solche kognitiven Aktivitäten, die zur Umsetzung einer Absicht beitragen (Kuhl 1983). Die Volition wurde im Rahmen unseres Projekts mit dem 15 Minuten in Anspruch nehmenden Fragebogen HAKEMP 90 erhoben. Dieser erfasst die Disposition „Handlungs- vs. Lageorientierung“ auf drei Skalen: Handlungsorientierung nach Misserfolg (HOM), Handlungsorientierung bei der Handlungsplanung (HOP) und Handlungsorientierung bei der Tätigkeitsausführung (HOT). Dazu kam eine zeitlich separierte (freiwillige) Messung der *Intelligenz* mit dem I-S-T 2000 R bei einer Teilstichprobe der Studierenden (vgl. Amthauer al. 2001). Wir setzten hierzu das Grundmodul (Form A) in seiner vollständigen Form ohne die Aufgabenblöcke zur Merkfähigkeit ein. Einschließlich einer Instruktionszeit von ca. 15 Minuten benötigt dieses Instrument eine Bearbeitungszeit von etwa 90 Minuten. Von insgesamt neun zu bearbeitenden Aufgaben- gruppen werden jeweils drei Aufgabengruppen zu einer der drei Skalen verbale, figural-räumliche und numerische Intelligenz zusammengefasst. Als Summenscore ergibt sich schlussfolgerndes Denken.

3. Forschungsfragen

Im Rahmen des in diesem Beitrag beschriebenen Projekts wurden folgenden Hypothesen untersucht:

- (1) Modellierungskompetenzen im Kontext funktionaler Fragestellungen sind bei angehenden Haupt- und Realschullehrern in beiden Wissensbereichen eher unzureichend ausgebildet.
- (2) Die Ausprägungen der Volition und Intelligenz der Probanden weichen im Durchschnitt nicht von der Norm ab.
- (3) Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Modellierungskompetenzen und der Ausprägung der Volition der Probanden.
- (4) Bei Modellierungsaufgaben erweist sich die Intelligenz als ein guter Prognoseparameter für den Lösungserfolg.

4. Erste Ergebnisse

Zu Hypothese 1: Die Modellierungskompetenzen der Studierenden sind tatsächlich unzureichend ausgebildet. So wird im Mittel nicht einmal die Hälfte aller Aufgaben, für deren erfolgreiche Bearbeitung lediglich Wissen aus der Sekundarstufe I (Klasse 5-10) erforderlich ist, korrekt gelöst. Betrachtet man darüber hinaus das Abschneiden der Studierenden beim Testteil, welcher Wissen der Sekundarstufe II/Universität erfasst, verschärft sich die Situation weiter. Hier sind die Studierenden lediglich in der Lage annähernd jede Zehnte der gestellten Aufgaben zu lösen, d.h. annähernd 90% der Aufgaben können nicht gelöst werden.

Zu Hypothese 2: Bei der Volition zeigt ein Vergleich der Mittelwerte der Studierenden mit den in der Literatur berichteten Werten, dass diese zwar leicht unter der Norm ($M=100$) liegen, sich aber noch gut im Toleranzbereich ($SD=10$) befinden. Vergleicht man dem hingegen die IQ-Werte der Studierenden mit Durchschnittswerten, die für Studierende üblicherweise angenommen werden, so liegen diese Werte deutlich darunter. So liegt der Mittelwert bei 100,83. Dabei lag der IQ bei 7 Studierenden unter 100, bei 3 Studierenden sogar unter 90, lediglich bei einem Studierenden über 115.

Zu Hypothese 3: Zwischen den Modellierungskompetenzen der Studierenden und deren Volition besteht kaum ein Zusammenhang. Lediglich bei der Teilskala HOT (Handlungsorientierung bei der Tätigkeitsausführung) lässt sich eine Tendenz in Form eines leichten positiven Zusammenhangs erkennen. Dieser Zusammenhang ist unseres Erachtens nahe liegend, da für das Ausführen von Modellierungsprozessen bei einer Reihe von Aufgaben nicht rezeptiv auf Schemata zurückgegriffen werden kann, sondern inhaltlich sinnvoll und wohl überlegt gewisse Annahmen getroffen und verarbeitet bzw. bestimmte Strategien konsequent verfolgt werden müssen. Mit anderen Worten, eine erfolgreiche Aufgabebearbeitung verlangt von den Studierenden die Fähigkeit, sich ausdauernd in die Aufgaben zu vertiefen.

Zu Hypothese 4: Der Zusammenhang zwischen Aufgaben niedriger Komplexität und den drei Dimensionen der Intelligenz ist am größten. Dies interpretieren wir auf Grundlage der Elshout-Raaheim-Hypothese („umgekehrt U-förmiger Verlauf der Korrelation zwischen Intelligenz und Problemlöseerfolg mit zunehmendem lösungsrelevanten Wissen“) derart, dass diese Aufgaben für unsere Studierendenpopulation schon ein mittleres Anspruchsniveau repräsentieren. Dies bedeutet also, dass aufgrund der Komplexität unseres Tests (bzw. aufgrund des eher unzureichenden Leistungsniveaus der Studierenden) leichte Aufgaben empirisch bereits auf einem mittleren Niveau liegen bzw. Aufgaben mittlerer Komplexität sich in unserem Test bereits als schwer erweisen. Dementsprechend hat die Intelligenz nicht

– wie in der Elshout-Raaheim-Hypothese formuliert – bei Aufgaben mittlerer Komplexität den größten Einfluss, sondern wirkt bei Aufgaben niedriger Komplexität am stärksten, spielt also dort die größte Rolle.

5. Fazit

Die Überlegung, dass diese Ergebnisse nicht nur aus theoretischer Sicht beklagenswert sind, sondern auch praktische Implikationen für die universitäre Lehre erfordern, liegt unseres Erachtens sehr nahe. Sollten sich nämlich die hier festgestellten Tendenzen auch für andere Studierendenpopulationen empirisch bestätigen, so stellt sich die Frage, ob die etablierten universitären Organisationsformen des Studiums und der Lehre nicht von unzutreffenden Erwartungen an die Studierenden ausgehen. Berücksichtigt man in diesem Zusammenhang insbesondere auch aktuelle bildungspolitische Veränderungen wie die verbindliche Einführung der Bildungsstandards in allen Schulformen und die Forderung nach einem fachlich-souveränen und zudem kompetenzorientierten Mathematikunterricht, so sind unseres Erachtens Zweifel angebracht, ob dies mit den gegebenen Voraussetzungen einer Reihe angehender Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer überhaupt machbar ist, wenn die Organisationsformen des Studiums so bleiben, wie sie zur Zeit sind. Strebt man einen substantielleren Mathematikunterricht an, so erscheint es dringend notwendig, u.a. differenzierte Rückmelde- und Unterstützungssysteme einzuführen. Dabei gilt es, Konzepte zu generieren, die dazu beitragen können, fachlich wie fachdidaktisch solide ausgebildete Absolventen in die unterrichtliche Praxis zu entlassen. Nur wenn dies gelingt, werden nachhaltige Veränderungen des Mathematikunterrichts, wie sie in den Standards gefordert werden, überhaupt möglich sein.

Literatur

- [1] Amthauer et al. [2001]: I-S-T 2000R – Manual. Göttingen: Hogrefe.
- [2] Blum, W. [1996]: Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven. In: Kadunz, G. et al. (Hrsg.): *Trends und Perspektiven – Beiträge zum 7. internationalen Symposium zur Didaktik der Mathematik in Klagenfurt*. Wien: Hölcher-Pichler-Tempsky, S. 15-38.
- [3] Hochmuth, R. & Jordan, A. [eingereicht]: Modellierungskompetenzen von Lehramtsstudierenden im Kontext funktionaler Fragstellungen. Eine Untersuchung bei angehenden Haupt- und Realschullehrern der Fachrichtung Mathematik unter Berücksichtigung von Intelligenz und Volition.
- [4] Jordan, A. et al. [2008]: Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. In: *JMD*, Heft 2, S. 83-107.
- [5] Kuhl, J. [1983]: *Motivation, Konflikt und Handlungskontrolle*. Berlin: Springer.
- [6] Vollrath, H.-J. [1989]: Funktionales Denken. In: *JMD*, Heft 10 (1), S. 3-37.