

Simon PLANGG, Salzburg, Laura BURR, Ulm & Gregor MILICIC, Berlin

Zwischen Entwickeln und Implementieren – Übungs- und Klausuraufgaben in Numerik-Veranstaltungen

Übungsaufgaben spielen im Mathematikstudium eine herausragende Rolle. Sie strukturieren die Arbeit der Studierenden und sind fixer Bestandteil von vielen Lehrveranstaltungen. Der Zweck von Übungsaufgaben ist vielschichtig und umfasst das Nacharbeiten und Lernen von Vorlesungsinhalten als auch die Überprüfung, ob diese Inhalte im Sinn einer ‚Klausurzulassung‘ bereits ausreichend verstanden wurden (Rach, 2014). Aus der Sicht der Lehrenden sind Aufgaben vor allem ein Mittel zur Operationalisierung von Lernzielen (Wittmann, 1981). Letztlich wird damit auch das an die Studierenden herangetragene Bild von Mathematik und im Speziellen auch jenes von der Numerik mitbestimmt. Dass diese Lernziele im Rahmen der Hochschulmathematik bislang kaum empirisch untersucht sind, zeigen Weber und Linde-meier (2020). Dies trifft insbesondere auch auf einführende Lehrveranstaltungen zur Numerik zu. Auf Grundlage dieser Überlegungen werden die folgenden beiden Forschungsfragen formuliert:

Forschungsfragen

- Wie sind Übungs- und Klausuraufgaben in Numerik-Veranstaltungen gestaltet?
- Welche Tätigkeiten von Studierenden werden in den Übungs- und Klausuraufgaben besonders gefördert?

Beide Forschungsfragen beziehen sich auf Einführungsveranstaltungen der Numerik wie zum Beispiel Numerische Lineare Algebra. Numerik-Lehrveranstaltungen, die in späteren Studienphasen angeboten werden, sollen im Folgenden nicht betrachtet werden. Das Anliegen dieser Studie ist das im Rahmen des Dissertationsprojekts von Laura Burr (weiterer Beitrag in diesem Minisymposium) rekonstruierte Arbeitsmodell für die Numerik zu ergänzen. Dabei soll untersucht werden, in welchem Ausmaß sich wesentliche Tätigkeiten (vgl. Abbildung 1) in den Lehrveranstaltungen abbilden. Wir gehen davon aus, dass sich die intendierten Anforderungen einer Lehrveranstaltung in den entsprechenden Übungs- und Klausuraufgaben widerspiegeln.

Methodik

Zur Analyse von Übungs- und Klausuraufgaben in Numerik-Veranstaltungen wurde zunächst aus der Literatur heraus, auf der Erfahrungsbasis der Autor*innen des Betrags sowie initialen und informellen Gesprächen mit

Numeriker*innen ein Arbeitsmodell für die Numerik entwickelt. Das Arbeitsmodell wird innerhalb eines qualitativen Forschungsdesigns eingesetzt und dient als Ausgangspunkt für Expert*inneninterviews. Das entwickelte Modell beschreibt typische Arbeitsweisen und Prozesse in der Numerik und setzt sich aus den folgenden, nicht notwendigerweise aufeinanderfolgenden, Schritten zusammen (vgl. Abbildung 1): „Entwickeln“, „Implementieren“, „Validieren & Verifizieren“ und „Weiterentwickeln“.

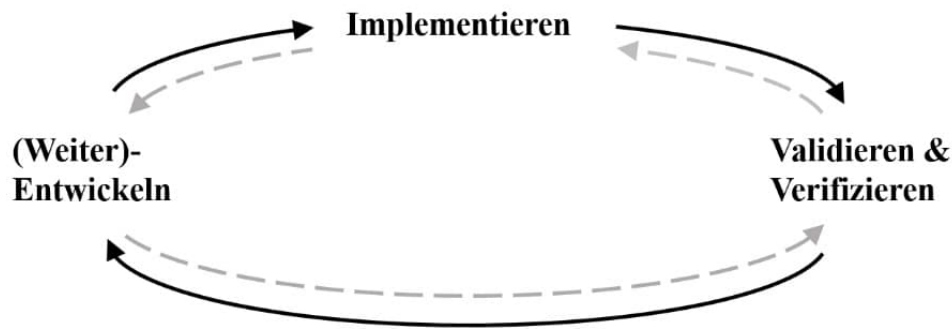


Abb. 1: Arbeitsmodell für die Numerik

Unter „Entwickeln“ werden unter anderem die Konstruktion und Beschreibung einer numerischen Methode und deren mathematische Analyse verstanden. „Implementieren“ beschreibt zum Beispiel das eigenständige Codieren der Methode auf dem Computer oder die Verwendung bereits zur Verfügung stehender Software hierfür. Beim „Validieren & Verifizieren“ werden die generierten Ergebnisse der numerischen Methode unter anderem mit theoretischen Resultaten verglichen und Plausibilitätsanalysen im Hinblick auf der dem mathematischen Problem zugrundeliegenden Modellierung angestellt. „Weiterentwickeln“ beschreibt hingegen zum Beispiel die Modifizierung der numerischen Methode oder Teilen davon.

Anhand des vorgestellten Arbeitsmodells wurde ein Codesystem entwickelt, welches zur Analyse und Unterteilung der Übungs- und Klausuraufgaben nach den Schritten des Arbeitsmodells verwendet wurde. Codiert wurden Aufgaben aus Numerik-Veranstaltungen von vier unterschiedlichen Universitäten in Deutschland. Hierbei wurden 1042 Übungs- und Klausuraufgaben aus Einführungsveranstaltungen der Numerik, wie zum Beispiel der Numerischen Linearen Algebra, analysiert, wobei sowohl Aufgaben aus aktuellen Semestern als auch Aufgaben aus weiter zurückliegenden Semestern betrachtet wurden. Die Kategorisierung der Aufgaben wurde mithilfe von MAXQDA und Excel von den Autor*innen des Beitrags durchgeführt, wobei 15 Prozent der Gesamtanzahl an Aufgaben von allen Beteiligten codiert wurden. Für die gemeinsam codierten Übungs- und Klausuraufgaben konnte Fleiß Kappa mit 0.73 ermittelt werden.

Vorläufige Ergebnisse

Erste Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass viele der im Arbeitsmodell heuristisch hergeleiteten Tätigkeiten in der Numerik in den analysierten Aufgaben identifiziert werden können. Der Großteil aller untersuchten Übungs- und Klausuraufgaben konnte mit 65,19 % dem „Entwickeln“ zugeordnet werden (vgl. Abbildung 2).

Codierung aller Übungs- und Klausuraufgaben

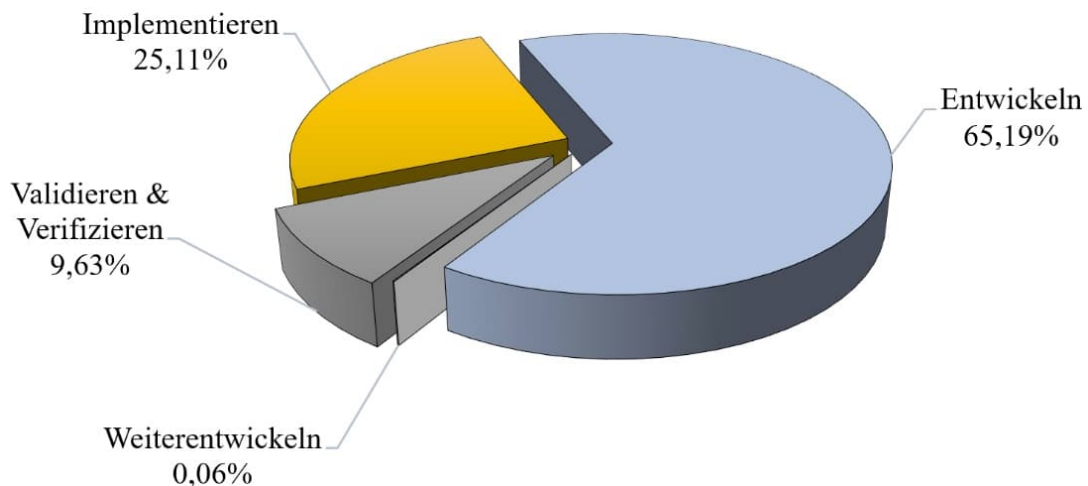


Abb. 2: Prozentuale Verteilung der Schritte im Arbeitsmodell in allen analysierten Übungs- und Klausuraufgaben

Das „Implementieren“ tritt am zweithäufigsten in den codierten Übungs- und Klausuraufgaben mit 25,11 % auf. Das im Arbeitsmodell verankerte „Validieren & Verifizieren“ macht bei den analysierten Übungs- und Klausuraufgaben in Numerik-Veranstaltungen 9,63 % aus. Das „Weiterentwickeln“ zeigt sich hingegen nur in 0,06 % aller analysierten Aufgaben.

Codierung der Klausuraufgaben

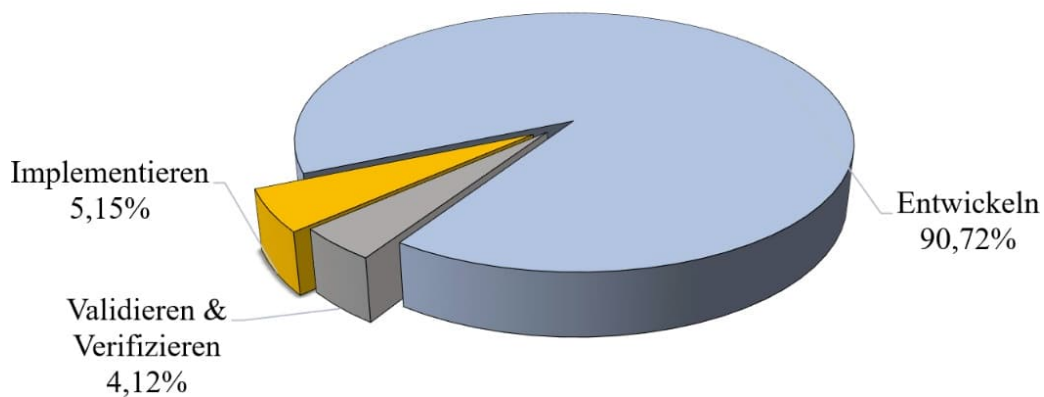


Abb. 3: Prozentuale Verteilung der Schritte im Arbeitsmodell in den analysierten Klausuraufgaben

Betrachtet man die prozentuale Verteilung der im Arbeitsmodell vorgestellten Tätigkeiten in der Numerik ausschließlich in den analysierten Klausuraufgaben, so unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich von denen in Abbildung 2. Erneut bezieht sich die Mehrzahl an Klausuraufgaben mit 90,72 % auf das „Entwickeln“, jedoch ist der Anteil an „Validieren & Verifizieren“ mit 4,12 % und an „Implementieren“ mit 5,15 % wesentlich geringer als in allen betrachteten Übungs- und Klausuraufgaben (vgl. Abbildung 3). Das „Weiterentwickeln“ konnte in den analysierten Klausuraufgaben nicht identifiziert werden.

Diskussion

Fast zwei Drittel der in einführenden Veranstaltungen eingesetzten Aufgaben können dem Schritt „Entwickeln“ innerhalb des Arbeitsmodells für die Numerik zugeordnet werden. Unter der Annahme, dass Aufgaben zur Operationalisierung von Lernzielen (Wittmann, 1981) eingesetzt werden, deutet dies auf eine starke Fokussierung innerhalb der einführenden Lehrveranstaltungen auf die Konstruktion und Beschreibung einer numerischen Methode und deren mathematische Analyse hin. Dies scheint zunächst nachvollziehbar, da für das „Weiterentwickeln“ beispielsweise vertiefte Kenntnisse der numerischen Methode und der Theorie notwendig sind.

Vorläufige Ergebnisse aus Interviews mit Numeriker*innen geben erste Hinweise auf die intendierten und fachspezifischen Tätigkeiten von Studierenden in Numerik-Veranstaltungen. Hierbei konnte das „Weiterentwickeln“ als Aufgabe von Studierenden bislang nicht identifiziert werden. Es stellt sich die Frage, ob nicht ein größerer Anteil von Aufgaben der Kategorie „Validieren & Verifizieren“ und „Weiterentwickeln“ zur Vermittlung eines umfänglichen Bildes der Tätigkeiten innerhalb der Numerik angebracht erscheinen.

Die große Bedeutung des Computers für die Numerik ist unbestritten. Dementsprechend erscheint auch der Anteil für das „Implementieren“ bei den Klausuraufgaben mit ca. 5 % und bei den Übungsaufgaben mit ca. 28,4 % als zu gering.

Literatur

- Rach, S. (2014). *Charakteristika von Lehr-Lern-Prozessen im Mathematikstudium. Bedingungsfaktoren für den Studienerfolg im ersten Semester*. Waxmann.
- Weber, B. & Lindmeier, A. (2020). Viel Beweisen, kaum Rechnen? Gestaltungsmerkmale mathematischer Übungsaufgaben im Studium. *Mathematische Semesterberichte*, 67, 263–284. <https://doi.org/10.1007/s00591-020-00274-4>
- Wittmann, E. (1981). *Grundfragen des Mathematikunterrichts* (6. Aufl.). Vieweg.