

Torsten LINNEMANN, Basel; Hans-Stefan SILLER, Koblenz; Regina BRUDER, Darmstadt; Tina HASCHER, Bern; Eva SATTLBERGER, Wien; Jan STEINFELD, Wien

Kompetenzstufenmodellierung am Ende der Sekundarstufe II

Im Rahmen eines vom Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des Österreichischen Schulwesens (bifie) in Auftrag gegebenen Projekts wurde ein Kompetenzstufenmodell (vgl. Tabelle 1) entwickelt, das eine Einordnung und Vergleichbarkeit von Prüfungsaufgaben am Ende der Sekundarstufe II im Rahmen der kompetenzorientierten standardisierten schriftlichen Reife- und Diplomprüfung in Österreich (sR(D)P) ermöglichen soll. Darin werden die drei mathematischen Handlungsbereiche Operieren, Modellieren und Argumentieren (O-M-A) auf jeweils vier Niveaustufen begründet unterschieden (vgl. Siller et al., 2014). Der Unterschied zwischen diesem Kompetenzstufenmodell und anderen Modellen liegt in der normativen Setzung der Stufen. Die Stufen jedes Handlungsbereichs werden nicht nur empirisch modelliert (Leuders, 2014), sondern tätigkeitstheoretisch inhaltspezifisch (Lompscher, 1985) begründet. Zur Beschreibung von Lernprozessen bietet die Tätigkeitstheorie schlüssige Konzepte und Erklärungsmuster. In Anlehnung u.a. an die Arbeiten von Galperin und deren Weiterentwicklung von Lompscher lassen sich drei Typen von Orientierungsgrundlagen von Lerntätigkeiten unterscheiden, die in einem hierarchischen Verhältnis zueinander stehen: Probierorientierung, Musterorientierung und Feldorientierung. Es lassen sich in den individuellen Aufgabenbearbeitungen gewisse Effekte der vermutlich in der Bearbeitungssituation aktivierten und gezeigten Orientierungslevel erkennen, ohne dass anhand einer konkreten Aufgabenbearbeitung eindeutig auf ein bestimmtes grundsätzlich verfügbares Orientierungslevel in einem Inhaltsbereich rückgeschlossen werden kann.

Die vorgenommene Stufung in vier Niveaus orientiert sich an Meyer (2012), der eine Stufung von „Ausführen einer Handlung durch unreflektiertes Nachvollziehen“ (1) bis „Selbstständige Prozesssteuerung“ (4) vorgeschlägt.

Stufe 1 und Stufe 2 bedienen eine „Musterorientierung“ und unterscheiden sich vor allem durch die Mehrschrittigkeit der jeweiligen Anforderung (Komplexität). Stufe 3 erfordert in der Regel bereits erste Entwicklungen in Richtung einer „Feldorientierung“. Das Orientierungslevel „Feldorientierung“ lässt sich beispielsweise an der Fähigkeit erkennen, begründet eigene Beispiele zu generieren.

1. Einschränkungen der Modellierung, Nutzen des Modells

Das hier vorgestellte Kompetenzstufenmodell wurde für die Zertifikatsvergabe am Ende der Sekundarstufe II entwickelt und bildet nicht die Kompetenzentwicklung über Jahrgangsstufen hinweg ab. Mit Hilfe des Modells wird auch der Übergang von einer Stufe auf die nächste noch nicht erklärbar. Schwierigkeitsgenerierende Faktoren wie die Verwendung komplexer Sprache oder kognitiver Ansprüche beim Verstehen der Aufgabe werden in den jeweiligen Stufen nicht explizit aufgenommen.

Durch die theoretisch abgesicherte Modellierung gelingt es jedoch, Aufgabenschwierigkeiten abzuschätzen und diese bei der Aufgabenkonstruktion und Evaluation zu fokussieren. Aufgabenschwierigkeiten, die außerhalb der Mathematik liegen, können so identifiziert werden. Zudem ist es möglich, durch die Auswertung der Prüfungsergebnisse mit Hilfe des Modells Entwicklungsbedarf im Unterricht zu identifizieren.

2. Das Kompetenzstufenmodell O-M-A

In Tabelle 1 werden die noch sehr grobmaschigen Operationalisierungen der drei für die Mathematik hoch relevanten Handlungsbereiche Operieren, Modellieren und Argumentieren vorgestellt.

Stufe	Operieren	Modellieren	Argumentieren
1	Identifizieren der Anwendbarkeit eines gegebenen bzw. vertrauten Verfahrens Abarbeiten / Ausführen einer gegebenen bzw. vertrauten Vorschrift	Durchführung eines Darstellungswechsels zwischen Kontext und mathematischer Repräsentation Verwendung vertrauter und direkt erkennbarer Standardmodelle zur Beschreibung einer vorgegebenen Situation mit entsprechender Entscheidung	Einfache fachsprachliche Begründungen ausführen das Zutreffen eines Zusammenhangs oder Verfahrens bzw. die Passung eines Begriffes auf eine gegebene (innermathematische) Situation prüfen
2	Abarbeiten / Ausführen mehrschrittiger Verfahren / Vorschriften, ggf. mit Rechereinsatz und Nutzung von Kontrollmöglichkeiten	(deskriptive) Beschreibung der vorgegebenen Situation durch mathematische Standardmodelle bzw. mathematische Zusammenhänge; Erkennen und Setzen von Rahmenbedingungen zum Einsatz von mathematischen Standardmodellen	Verstehen, Nachvollziehen, Erläutern mathematischer Begriffe, Sätze, Verfahren, Darstellungen, Argumentationsketten und Kontexte
3	Erkennen, ob ein bestimmtes Verfahren / eine bestimmte Vorschrift auf eine gegebene Situation passt, das Verfahren / die Vorschrift passend	Anwenden von Standard-Modellen auf neuartige Situationen, Finden einer Passung zwischen geeignetem mathematischen Modell und	Mathematische Argumentationen prüfen bzw. vervollständigen, mehrschrittige mathematische Standard-Argumentationen durchfüh-

	machen und ausführen	realer Situation	ren und beschreiben
4	Makros (aggregierte mathematische Vorschriften) entwickeln/bilden und bereits verfügbare Makros neu zusammenfügen	Komplexe Modellierung einer vorgegebenen Situation; Reflexion der Lösungsvarianten bzw. der Modellwahl und Beurteilung der Exaktheit bzw. Angemessenheit zugrunde gelegter Lösungsverfahren	Eigenständige Argumentationsketten aufbauen, fachlich und fachsprachlich korrekte Erklärung von mathematischen Sachverhalten, Resultaten und Entscheidungen

Tabelle 1 Beschreibung der jeweils 4 Stufen der drei Kompetenzbereiche Operieren, Modellieren und Argumentieren.

3. Empirische Validierung

Eine erste empirische Überprüfung des normativen Kompetenzstufenmodells O-M-A konnte mit Hilfe der Aufgaben im Haupttermin der standardisierten schriftlichen Reifeprüfung 2014 (vgl. bifie, 2014) durchgeführt werden. 803 Schülerinnen und Schüler in 42 (Oberstufenreal-)Gymnasien haben daran (auf freiwilliger Basis) teilgenommen. Die Klausur bestand aus 24 Teil-1-Aufgaben und 5 Teil-2-Aufgaben, die vom Projektteam geratet wurden.

Im Teil-1 werden sog. Grundkompetenzen (vgl. AECC, 2009) geprüft, die im Wesentlichen hinreichend und notwendig für eine positive Note sind. Es wird erwartet, dass diese Aufgaben jeweils genau einen Kompetenzbereich repräsentieren und Stufe 1 in der Regel nicht überschreiten. Die Typ-2-Aufgaben betreffen auch erweiterte Kompetenzen. Hier sind unter Testbedingungen die Stufen 1, 2 und 3 möglich. Auf Stufe 3 wurde jedoch keine Klausuraufgabe vom Projektteam geratet.

Abb. 1 und Abb. 2 zeigen die Ergebnisse einer empirischen Auswertung auf Basis der Lösungshäufigkeiten der in der Klausur gestellten Aufgaben. Abbildung 1 zeigt die Lösungshäufigkeiten der Typ-1-Aufgaben nach den Dimensionen Operieren (O), Modellieren (M) und Argumentieren (A). Abbildung 2 zeigt die Lösungshäufigkeit der Typ-2-Aufgaben, aufgeschlüsselt nach Kompetenzstufe 1 und 2.

Abbildung 1

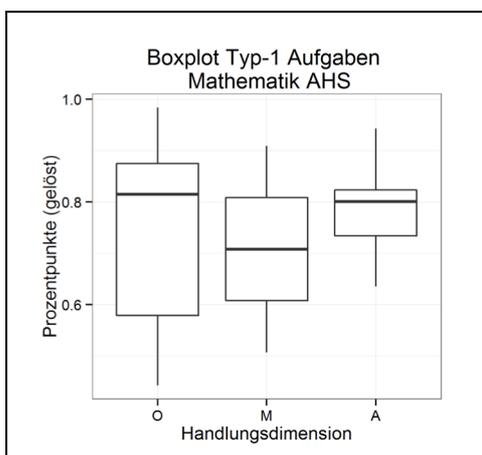
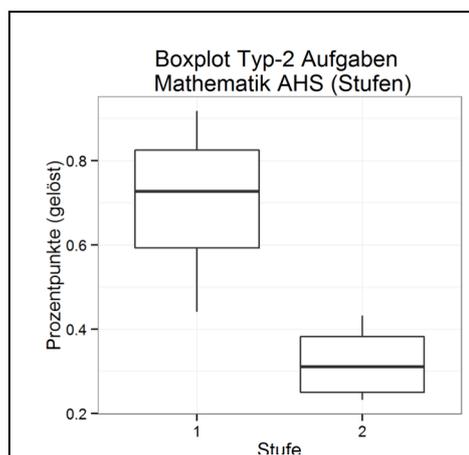


Abbildung 2



In Abb. 1 ist die große Streuung der Aufgaben, die dem Operieren zugeordnet wurden, zu erkennen. Dies wird vermutlich auch durch Effekte bei kognitiven Ansprüchen und ungewohnten Inhaltsanforderungen bedingt. Aufgrund der niedrigen Aufgabenzahlen im Handlungsbereich Modellieren und Argumentieren konnte keine getrennte Dimensionsanalyse durchgeführt werden. Werden diese beiden Dimensionen zusammengefasst, lässt sich aber aus den Daten die Hypothese aufstellen, dass diese ein anderes Anforderungsprofil als der Handlungsbereich Operieren haben. Abb. 2 zeigt einen Boxplot zu den Teil-2-Aufgaben. Sehr deutlich ist zu erkennen, dass die Lösungshäufigkeit bei den Stufe-1-Aufgaben deutlich höher als bei den Stufe-2-Aufgaben ist. Diese ersten Ergebnisse unterstützen die Erwartung, dass sich das O-M-A-Kompetenzstufenmodell empirisch validieren lässt.

Literatur

- AECC (Hrsg.) (2009). Das Projekt „Standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik“ – Sicherung mathematischer Grundkompetenzen. Klagenfurt: Institut für Didaktik der Mathematik. Fakultät für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung der Alpen-Adria-Universität.
- BIFIE (Hrsg.) (2014). Haupttermin 2013/14 – Mathematik (AHS). Wien. Verfügbar unter <https://www.bifie.at/node/2633> [23.02.2015].
- Leuders, T. (2014). Modellierungen mathematischer Kompetenzen – Kriterien für eine Validitätsprüfung aus fachdidaktischer Sicht. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(1), 7–48
- Lompscher, J. (1985). *Persönlichkeitsentwicklung in der Lerntätigkeit*. Berlin: Volk u. Wissen.
- Meyer, H. (2007). *Leitfaden Unterrichtsvorbereitung*. Berlin: Cornelsen Scriptor
- Siller, H.-St.; Bruder, R.; Hascher, T.; Linnemann, T.; Steinfeld, J.; Sattlberger, E.; Schodl, M. (2014). Stufenmodellierung mathematischer Kompetenz am Ende der Sekundarstufe II – eine Konkretisierung. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014*, 1135-1139.