

Robert VON HERING, Anja RIETENBERG, Aiso HEINZE &
Anke LINDMEIER, Kiel

Mathematische Kompetenzen in der Ausbildung für Industriekaufleute – Eine qualitative Studie zur Modellvalidierung

Zu den Bildungszielen des allgemeinbildenden Mathematikunterrichts gehört die Berufsvorbereitung (KMK, 2012). Am Übergang Schule – Beruf zeichnen sich jedoch ein zunehmendes Passungsproblem sowie hohe Ausbildungsabbruchquoten ab (BMBF, 2017). Mathematischen Kompetenzen wird zugeschrieben, bedeutend für einen erfolgreichen Wechsel in die berufliche Erstausbildung zu sein. Als kumulativer Kompetenzaufbau kann dies aber nicht unbedingt modelliert werden (Heinze & Grüßing, 2009), denn während der allgemeinbildende Kompetenzbegriff nach Weinert (2001) am Aufbau von Dispositionen wie bspw. Wissen orientiert ist, soll im beruflichen Kontext der Aufbau von Handlungskompetenz im Sinne einer Bewältigung von beruflichen Situationen erfolgen (Nickolaus, 2011).

Theoretischer Hintergrund

Um den Kompetenzerwerb am Übergang von der allgemeinbildenden Schule in den Beruf zu beschreiben, arbeiten Neumann et al. (2013) ein Strukturmodell mit drei (mathematischen) Kompetenzbereichen heraus. Allgemeinbildende mathematische Kompetenzen beschreiben dabei die schulrelevanten Kompetenzen, die in den Bildungsstandards für die allgemeinbildende Schule fachbezogen verankert sind. Die Anforderungssituationen aus den jeweiligen Berufen erfordern auf der anderen Seite die Anwendung beruflicher Kompetenzen. Als Bindeglied können theoretisch berufsfeldbezogene mathematische Kompetenzen fungieren. Damit sind solche allgemeinen mathematischen Kompetenzen gemeint, die bei beruflichen oder berufsnahen Anforderungen benötigt werden. Lerngelegenheiten, die auf berufsfeldbezogene mathematische Kompetenzen abzielen, können als Mittler am Übergang Schule – Beruf eine zentrale Rolle einnehmen. Gemäß der kognitionspsychologischen *Situated cognition theory* (Brown, Collins & Duguid, 1989) sind Wissen, Erwerbs- und Anwendungsbedingungen stets miteinander verknüpft, sodass sich für die Konstrukte der allgemeinbildenden und der berufsfeldbezogenen mathematischen Kompetenzen zwei empirisch trennbare Kompetenzbereiche erwarten lassen. In der Tat zeigte sich quantitativ eine solche Trennbarkeit, die in einer Modellvalidierungsstudie qualitativ bestätigt werden soll.

Von besonderem Interesse für die Übergangsforschung ist dabei aus mathematikdidaktischer Sicht die Ausbildung der Industriekaufleute. Als einer

der meistgewählten Ausbildungsberufe im mit Abstand größten deutschen Ausbildungszweig *Industrie & Handel* (BMBF, 2017) sollte er auch wegen des hohen Mathematikanteils im Rahmen des Berufsvorbereitungsauftrages des allgemeinbildenden Mathematikunterrichts thematisiert werden. Die in der Ausbildung verwendete Mathematik deckt sich innermathematisch mit den schulischen Inhalten Dreisatz, Prozentrechnung und lineare Funktionen. Für den Erwerb beruflicher Kompetenzen stellt dies eine Grundlage dar, die in der flexiblen Anwendung u. a. kaufmännischer Fachsprache und Kontextualisierung ergänzt wird. Diese (mathematischen) Ausbildungsinhalte können nun in Aufgaben zu den berufsfeldbezogenen mathematischen Kompetenzen überprüft und mit Aufgaben zu allgemeinbildenden mathematischen Kompetenzen verglichen werden. Zur qualitativen Abgrenzung allgemeinbildender mathematischer und berufsfeldbezogener mathematischer Kompetenzen stellen sich dabei folgende Forschungsfragen:

Auf welches Wissen greifen Industriekaufleute in der Ausbildung bei der Bearbeitung berufsfeldbezogener Mathematikaufgaben zurück?

Welche Unterschiede/Gemeinsamkeiten sind für sie zwischen Parallelaufgaben, die auf allgemeinbildende mathematische und berufsfeldbezogene mathematische Kompetenzen abzielen, salient?

Lassen sich allgemeinbildende mathematische und berufsfeldbezogene mathematische Kompetenzen voneinander abgrenzen?

Methodisches Vorgehen

Zunächst wurden je drei Aufgaben zu allgemeinbildenden mathematischen Kompetenzen sowie zu berufsfeldbezogenen mathematischen Kompetenzen entwickelt. Dabei sind letztere Aufgaben an dem IHK-Aufgabenpool orientiert und erfordern kaufmännisches Fachwissen (insbesondere abgebildet durch Fachtermini) der ersten beiden Ausbildungsjahre. Diese Aufgaben wurden gemäß des Kompetenzrasters der Bildungsstandards Mathematik (KMK, 2012) einsortiert. Zu den drei verwendeten berufsspezifischen Aufgaben wurden durch Neukontextualisierung parallele allgemeinbildende mathematische Aufgaben entwickelt. Dabei wurden mathematisch und strukturell äquivalente Aufgabenpaare angezielt, wobei ggf. für den jeweiligen Kontext authentischere Zahlenwerte gewählt wurden. Für den späteren Aufgabeneinsatz war die Verwendung eines Taschenrechners vorgesehen, sodass dies keine fachliche Hürde darstellen sollte. Auch diese Aufgaben wurden unabhängig von den berufsspezifischen Aufgaben gemäß den Bildungsstandards klassifiziert. In einem mehrstufigen Experten-Konsensrating wurden alle drei Aufgabenpaare in Bezug auf Leitideen und allgemeine mathematische Kompetenzbereiche gleich bewertet. Lediglich

ein Teilaufgabenpaar wies leicht unterschiedliche Einordnungen im Anforderungsniveau auf, sodass die Parallelisierung insgesamt gelang.

Anschließend wurden die Aufgaben bei $N = 42$ Industriekaufleuten in der Ausbildung eingesetzt (18 zweites, 24 drittes Lehrjahr). Die mittleren Lösungsraten der strukturell äquivalenten Aufgaben unterschieden sich nicht signifikant, ebenso wenig die Leistungen der Auszubildenden in unterschiedlichen Lehrjahren. Allerdings konnte auf diese Weise eine systematische Teilstichprobe für die anschließenden leitfragengesteuerten Interviews ausgewählt werden. Aus jedem Jahrgang wurden je drei Personen mit 1. deutlich höherer Lösungsrate bei den berufsspezifischen Aufgaben, 2. deutlich höherer Lösungsrate bei den allgemeinbildenden Aufgaben und 3. hoher Übereinstimmung in der Lösungsrate bei beiden Blöcken, insgesamt also 18 Personen, selektiert.

Die leitfragengesteuerten Interviews fanden als *Stimulated Recall* mit geringem Abstand zur Aufgabenbearbeitung statt. Der teilstandardisierte Leitfragenkatalog umfasst dabei u. a. die Fragen „Beschreiben Sie Ihr Vorgehen zur Lösung der Aufgabe.“, „Welches Wissen haben Sie zur Lösung der Aufgabe genutzt?“, „Wo haben Sie diese Methoden gelernt?“, „Haben Sie diese Aufgaben schon einmal in der Schule oder im Betrieb gerechnet?“ und „Welche Unterschiede/Gemeinsamkeiten sehen Sie zwischen den beiden Aufgaben?“ Anschließend wurden mittels einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2008) die *Art der Lösungsprozesse* sowie der *Ort des Wissenserwerbs* kategorisiert. Als Unterkategorien ließen sich dabei jeweils die Ausprägungen *berufsspezifisch* (direkt und indirekt), *allgemeinbildend* (direkt und indirekt) sowie *unbekannt* identifizieren, welche mittels Kodierregeln und Ankerbeispielen abgesichert wurden.

Ergebnisse und Diskussion

Eine Zweitkodierung von 50 % der Interviews lieferte hohe Werte der Interrater-Reliabilität (prozentuale Übereinstimmung $p_0 = .91$, Cohens Kappa $\kappa = .89$), die die hohe Intersubjektivität des zugrunde gelegten Kategoriensystems unterstreichen.

Sowohl für den Lösungsprozess, als auch für den Wissenserwerb lassen sich viele Aussagen als *berufsspezifisch* einsortieren, z.B.

P1: [...] hab ich eben die Break-Even-Point-Formel benutzt, die wir in Rechnungswesen hatten.

Person 1 zeigt hierbei durch Schlagwörter direkt auf einen berufsspezifischen Lösungsansatz („Break-Even-Point-Formel“) und Wissenserwerb

(„die wir in Rechnungswesen hatten“). An anderer Stelle gibt Person 1 den allgemeinbildenden Unterricht als Ort des Wissenserwerbs an:

P1: [...] aber auch eben normaler Mathematikunterricht aus – weiß ich nicht – Realschule, sag ich mal.

Insgesamt ließen sich 67 % der 126 Aufgabenlösungen (18 Testpersonen, 7 berufsfeldbezogene Teilaufgaben) als berufsspezifisch in Lösungsprozess und Wissenserwerb einstufen. Berufsspezifische Aufgaben werden also vornehmlich durch in der Berufsschule erworbene berufsspezifische Kompetenzen gelöst, was ein Validitätsargument für den Aufgabentyp darstellt.

Bei der Frage nach den Unterschieden und Gemeinsamkeiten der Parallelaufgaben sahen die Testpersonen in 65 % der Fälle die strukturelle Ähnlichkeit und die kontextuellen Unterschiede. Obwohl die Parallelaufgaben bei der Bearbeitung jeweils beide vorlagen, weisen viele Auszubildende Unterschiede im Lösungsverhalten zwischen den beiden Aufgaben auf, die aufgrund der parallelen Konstruktion auf die Kontextualisierung zurückgeführt werden können. Die Ergebnisse unterstützen also die These, dass Aufgaben mit und ohne Berufsbezug andere Kompetenzen erfordern. Das stützt qualitativ die quantitativen Befunde zur empirischen Trennbarkeit allgemeinbildender und berufsspezifischer mathematischer Kompetenzen.

Literatur

- BMBF (2017). *Berufsbildungsbericht 2017*. Bonn: BMBF.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32–42.
- Heinze, A. & Grüßing, M. (2009). *Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium. Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht*. Münster: Waxmann.
- KMK (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012*. Köln: Carl Link.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz.
- Neumann, K., Vollstedt, M., Lindmeier, A., Bernholt, S., Eckhardt, M., Harms, U. et al. (2013). Strukturmodelle allgemeiner Kompetenz in Mathematik und den Naturwissenschaften und Implikationen für die Kompetenzentwicklung im Rahmen der beruflichen Ausbildung in ausgewählten kaufmännischen und gewerblich-technischen Berufen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik Beihefte*, 26, 113–137.
- Nickolaus, R. (2011). Die Erfassung fachlicher Kompetenzen und ihrer Entwicklungen in der beruflichen Bildung – Forschungsstand und Perspektiven. *Stationen Empirischer Bildungsforschung*, 331–351.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. *Leistungsmessungen in Schulen*, 17–32.