

Sebastian Stuppan^{1,2}
 Markus Wilhelm^{1,2}
 Katrin, Bölsterli Bardy¹
 Markus, Rehm²

¹Pädagogische Hochschule Luzern
²Pädagogische Hochschule Heidelberg

Mit Clusteranalysen MINT-Aufgaben dem Lernprozessmodell zuordnen

Kurzfassung

Aufgaben können im schulischen Lernen als ein wichtiges Hilfsmittel zur Steuerung von Lehr-Lernprozessen betrachtet werden. Damit ein entsprechender Kompetenzaufbau bei den Lernenden effektiv gesteuert werden kann, treten Aufgabensets von aufeinander aufbauenden Aufgaben in den Fokus. Mit dem in der vorliegenden Studie vorgestellten kompetenzfördernden Lernprozessmodell lassen sich Aufgaben in fünf Aufgabentypen einteilen. Zur theoretischen Annahme, dass sich diese Aufgabentypen über bestimmte Qualitätsmerkmale definieren lassen, existiert derzeit kaum empirische Evidenz. Das Ziel des dargestellten Forschungsprojekts ist es, 58 MINT-Aufgaben mittels Clusteranalysen in Gruppen einzuteilen, um unterschiedliche Aufgabentypen zu eruieren. Als Clustervariablen dienen neun Skalen zur Aufgabenqualität des Aufgaben-Analyse-Instruments. Die Befunde dieser explorativen Studie zeigen, dass eine Zuordnung möglich ist, sich die Aufgaben-Gruppen jedoch nicht in allen Subskalen signifikant unterscheiden.

Theoretischer Hintergrund

Aufgaben können als Kernstück des Unterrichts bezeichnet werden (Abraham & Müller, 2009, S. 4). Dabei spielen Aufgaben bei der Planung und Gestaltung von Lehr-Lernprozessen eine wichtige Rolle, weil sie curriculare Ziel- und Inhaltsvorgaben konkretisieren und damit Lerngelegenheiten strukturieren (Jordan et al., 2006). Lehrpersonen setzen Aufgaben in ihrem Unterricht ein, um den Lernprozess zu initiieren, zu fördern und den Lernerfolg zu prüfen (Kleinknecht, 2019, S. 2). Die breite Diskussion um die Schulleistungsmessungen, welche vorwiegend mit PISA oder mit Tests für das Erreichen nationaler Bildungsziele verbunden werden, führt immer wieder zu neuen Aufgabenformaten. Aber auch die Forderung nach Individualisierung in der Binnendifferenzierung des Unterrichts stärkt den Diskurs um die Aufgabekultur. Aufgrund der immer detaillierteren Anforderungen an die Aufgabekultur wurden verschiedene Kriterien zur Aufgabenanalyse erarbeitet und erprobt (Blömeke et al., 2006; Jordan et al., 2006; Maier et al., 2010). Mit diesen Kriterien können Aufgaben u. a. nominal analysiert werden. Weitere Autor:innen wie Bender (2012) oder Thonhauser (2016) haben „Best Practice“-Ansätze von guten Lernaufgaben ausgearbeitet, mit denen Aufgaben konstruiert und erfasst werden können. Eine Verbindung zwischen Aufgabe und Funktion der Aufgabe im Lernprozess wurde hingegen nicht vorgenommen.

Für Leisen (2006) ist die Aufgabekultur mehr als die Art und Qualität der Aufgabe, sie umfasst auch die Einbettung in das Unterrichtsgeschehen. In Übereinstimmung mit Leisen (2006) nehmen mehrere Autor:innen (Adamina & Hild, 2019; Landwehr, 2018) bei der Definition guter Lernaufgaben Aspekte des Lernprozesses auf. Der Lernprozess ist jedoch in all diesen Fällen nicht mehr als ein Merkmal einer Aufgabe. In keinem Modell wurde berücksichtigt, dass sich die Merkmale der Aufgabentypen im Verlauf des Lernprozesses

verändern. Umgekehrt wird in den Modellen zum Unterrichtsablauf, wie sie Aebli (1959), Oser und Patry (1990) sowie Reusser (1999) vorschlagen, die geforderte Aufgabenkultur nur oberflächlich oder kaum erwähnt. Der Fokus liegt vielmehr bei der Klärung des Rollenverständnisses zwischen der Lehrperson und den Lernenden, den Unterrichtszielen und der Inhaltskultur.

Stäudel et al. (2012) haben in ihren Analysen zu Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht Teilaufgaben einzeln mit dem von Maier et al. (2010) entwickelten Kategoriensystem beurteilt. Bei der abschließenden Visualisierung wurden die Teilaufgaben gemeinsam in den einzelnen Merkmalen und Ausprägungen des Kategoriensystems dargestellt. Mit dieser Methode wurde das Potenzial von Aufgaben systematisch für den Unterrichtsprozess modelliert. Um die Brücke zwischen der Aufgabenqualität und dem Lernprozess explizit zu schlagen, haben Wilhelm et al. (2014) ein Lernprozessmodell entworfen, welches unterschiedliche Aufgabentypen und ihre jeweiligen Merkmalsausprägungen beschreibt. Mit dem kompetenzfördernden Lernprozessmodell lassen sich Aufgaben in fünf Aufgabentypen (Konfrontation, Erarbeitung, Übung, Synthese, Transfer) unterscheiden. In einem weiteren Schritt haben Stuppan et al. (in press) auf der Grundlage der Aufgabenqualitätsmerkmale von Wilhelm et al. (2014) ein Aufgaben-Analyse-Instrument (AAI) entwickelt. Dieses dient dazu, Aufgaben operationalisiert und valide mit Hilfe von neun Skalen (Kompetenzabbild, Lebensweltbezug, Lernendenvorstellung, Wissensart, Wissensaktivität, Repräsentationsform, Offenheit, Lernunterstützung und Lernweg) auf ihre Aufgabenqualität hin beurteilen zu können. Eine empirische Analyse, wie sich Aufgaben im Lernprozessmodell gruppieren lassen und welche Merkmale sie aufweisen, blieb bis jetzt aus (Luthiger et al., 2018).

Ziel und Fragestellungen

Das Ziel der Studie ist es, zu klären, ob sich auf der Grundlage des Lernprozessmodells unterschiedliche Aufgabentypen mittels Clusteranalyse identifizieren lassen. Als Clustervariablen dienen die neun Skalen aus dem AAI. Für eine erste Analyse werden von den Aufgabenautor:innen als Konfrontations- (Ka) und Übungsaufgaben (Üa) deklarierte Aufgaben aus dem Grundschulprojekt „MINT unterwegs“ anhand ihren Subskalenwerte in Cluster gruppiert werden. Ausgehend von dieser Zielsetzung ergeben sich folgende Fragestellungen.

- 1) Lassen sich mit den AAI-Skalen zur Aufgabenqualität, deklarierte Konfrontations- und Übungsaufgaben mittels Clusteranalyse gruppieren?
- 2) In welchen Skalenwerte unterscheiden sich die Aufgabengruppen signifikant?
- 3) Weisen die Clusterlösungen Skalenwerte auf, welche spezifischen Aufgabentypen aus dem Lernprozessmodell zugeordnet werden können?

Methode

In einem ersten Schritt wurde eine hierarchisch-divisive Clusteranalyse unter Verwendung euklidischer Distanzen als Distanzmass durchgeführt, um die Anzahl Cluster datenbasiert zu bestimmen. Anschließend konnte mit dem Clusterverfahren Partitioning Around Medoids (PAM) nach Kaufman und Rousseeuw (1990) die definitive Clustereinteilung bestimmt werden. Das Ziel der Methode ist es, die Unähnlichkeit zwischen den Objekten eines Clusters und seinem Medoid über alle Cluster hinweg zu minimieren. Zur Untersuchung der

Forschungsfrage – inwiefern sich die gruppierten Aufgaben in den gefundenen Clusterlösungen unterscheiden – wurden die Subskalenmittelwerte der Clusterlösungen mit Signifikanztests für unverbundene Stichproben gegeneinander geprüft.

Ausgewählte Ergebnisse

Die Clusteranalyse konnte mit einer Stichprobe von $N = 58$ MINT-Aufgaben durchgeführt werden. Jede Aufgabe wurde mit den 26 Subskalenwerte des AAI von Stuppan et al. (in press) vollständig von zwei geschulten Rater:innen beurteilt. Aufgrund der Voruntersuchungen mittels der hierarchisch-divisiven Clusteranalyse wurde beim anschließenden PAM Clusterverfahren eine Zwei-k-Clusterlösung gewählt. Der Cluster 1 der PAM beinhaltet rund 44 Aufgaben, die gemäß der MINT-Autor:innen als 13 Ka und 31 Üa deklariert wurden. Der Cluster 2 der PAM beinhaltet rund 14 Aufgaben. Es setzt sich gemäß der MINT-Autor:innengruppe aus 12 Ka und zwei Üa zusammen. Die Stabilität der gefundenen Clusterlösungen wurde mit dem Jaccard-Koeffizienten geprüft. Nach Jaccard-Bootstrap wurde beim Cluster 1 ein Index von .83 und beim Cluster 2 ein Index von .65 berechnet. Dies deutet darauf hin, dass die beiden Cluster die Daten zufriedenstellend abbilden und die Clusterlösungen stabil sind.

Diskussion

Die Ergebnisse der Analysen deuten darauf hin, dass sich Übungsaufgaben und Konfrontationsaufgaben aus den untersuchten MINT-Aufgabensets empirisch trennen lassen und typische Subdimensionen in der Mikrosystemebene aufweisen. Es zeigt sich, dass in dem Übungsaufgaben-Cluster die Subskalen: *Lernendenvorstellung – abgleichen* und *– reflektieren*; *Wissensart – Fakten*; *Wissensaktivität – reproduzieren* und *– transferieren*; *Lernunterstützung – Hilfestellung* sowie *Lernweg – kompensierend* signifikant höher eingeschätzt werden als bei dem Konfrontationsaufgaben-Cluster. Der Konfrontationsaufgaben-Cluster weist hingegen bei den Subskalen: *Lernendenvorstellung – erheben*; *Wissensaktivität – kreieren*; *Offenheit – Lösungsvorgehen frei* und *– Resultat vielfältig* sowie *Lernweg – selbstdifferenzierend* signifikant höhere Beurteilungen auf.

Somit können die beiden Aufgabentypen in den untersuchten Aufgabensets gefunden und getrennt werden. Wie bereits Schmit et al. (2014, S. 25) ausführten, bedarf es einer systematischen Auseinandersetzung mit dem Lernprozess und der entsprechenden Orchestrierung der Aufgaben. Kriterien für eine „gute“ (Bender, 2012) oder reichhaltige Lernaufgabe festzulegen (Adamina & Hild, 2019; Landwehr, 2018) genügt in der Aufgabenkultur nicht. Auch wenn als Kriterium bekannte didaktische Modelle (Aebli, 1959; DeHaan, 2009; Reusser, 1999) erwähnt und Aufgaben darin verordnet werden, greift dies zu kurz. Vielmehr muss bei den Lernaufgaben explizit auf die Position im Lernprozess und auf deren jeweiligen Qualitätsmerkmale geachtet werden. Sodass, wie die vorliegende Studie zeigt, Aufgaben am richtigen Ort im Lernprozess positioniert werden können. In Entwicklungsprojekten sollte stärker auf die Mikrosystemebene von Aufgaben geachtet und ggf. Instrumente wie das AAI zur Qualitätskontrolle eingesetzt werden, um eine reichhaltige Aufgabe am richtigen Ort im Lernprozess verordnen zu können.

Literatur

- Abraham, U., & Müller, A. (2009). Aus Leistungsaufgaben lernen. *Praxis Deutsch*, 36(214), 4–12.
- Adamina, M., & Hild, P. (2019). Mit Lernaufgaben Kompetenzen fördern. In P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1. - 9. Schuljahr* (3., erweiterte und aktualisierte Auflage). Haupt.
- Aebli, H. (1959). *Zwölf Grundformen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage* (12. Auflage). Klett-Cotta.
- Bender, U. (2012). Aufgabenkulturen in der Konsumbildung entwickeln. *Haushalt in Bildung & Forschung 1*, 3, 77–88. <https://doi.org/10.25656/01:18292>
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D., & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 34(4), 330–357.
- DeHaan, R. L. (2009). Teaching Creativity and Inventive Problem Solving in Science. *CBE—Life Sciences Education*, 8(3), 172–181. <https://doi.org/10.1187/cbe.08-12-0081>
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M., & Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben. Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (Hrsg.). (1990). Partitioning Around Medoids (Program PAM). In *Wiley Series in Probability and Statistics* (S. 68–125). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470316801.ch2>
- Kleinknecht, M. (2019). Aufgaben und Aufgabenkultur. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 12(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42278-018-00035-2>
- Landwehr, N. (2018). *Kompetenzorientierter Unterricht. Orientierungsraster für die Schulentwicklung und Schulevaluation an den Volksschulen*. Fachhochschule Nordwestschweiz, Pädagogische Hochschule, Institut Forschung und Entwicklung. Windisch.
- Leisen, J. (2006). Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 59(5), 260–266.
- Luthiger, H., Wilhelm, M., Wespi, C., & Wildhirt, S. (Hrsg.). (2018). *Kompetenzförderung mit Aufgabensets: Theorie – Konzept – Praxis* (1. Auflage). hep.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K., Schymala, M., & Bohl, T. (2010). *Entwicklung und Erprobung eines Kategoriensystems für die fächerübergreifende Aufgabenanalyse*. Univ., Lehrstuhl für Schulpädagogik.
- Oser, F., & Patry, J.-L. (1990). *Choreographien unterrichtlichen Lernens. Basismodelle des Unterrichts*. Universität Fribourg.
- Reusser, K. (1999). *KAFKA und SAMBA als Grundfiguren der Artikulation des Lehr-Lerngeschehens*. In: K. Reusser, Skript zur Vorlesung Allgemeine Didaktik. Zürich: Pädagogisches Institut der Universität Zürich.
- Schmit, S., Peters, S., & Kiper, H. (2014). Wissenserwerb durch Lernaufgaben. In P. Blumschein (Hrsg.), *Lernaufgaben—Didaktische Forschungsperspektiven* (S. 24–34). Klinkhardt.
- Stäudel, L., Bohl, T., Merk, S., & Rehm, M. (2012). Aufgaben im naturwissenschaftlichen Unterricht. Allgemeindidaktische, fachdidaktische und fachliche Expertise. *Journal für Lehrerinnen und Lehrerbildung*, 12, 26–32.
- Stuppan, S., Wilhelm, M., Bölsterli Bardy, K., & Künzle, R. (in press). Messinstrument zur Analyse und Kategorisierung von MINT-Aufgaben – Konstruktion und Validierung. *Proceedings Tagung Fachdidaktiken 2022*.
- Thonhauser, I. (2016). *Was macht gute Aufgaben für den Fremdsprachenunterricht aus? Charakteristik guter Aufgaben und Einsichten aus der Unterrichtsbeobachtung*. <https://orfee.hepl.ch/handle/20.500.12162/954>
- Wilhelm, M., Luthiger, H., & Wespi, C. (2014). *Kategoriensystem für ein kompetenzorientiertes Aufgabenset*. Luzern: Entwicklungsschwerpunkt Kompetenzorientierter Unterricht, Pädagogische Hochschule Luzern.