

Daniel C. HEINRICH, Braunschweig &
Mathias HATTERMANN, Braunschweig

Zusammenhänge von Kommunikationsverhalten, Vorwissen und Lernerfolg in kollaborativen Lernsituationen

Das Projekt „mamdim“

Im Projekt mamdim (*Mathematik lernen mit digitalen Medien*), gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, wurden an fünf Standorten ca. 300 Studienanfänger*innen beim Lernen von Mathematik untersucht. Dabei bearbeiteten die Studierenden ein standortspezifisches digitales Lernmedium zum Thema der beschreibenden Statistik in verschiedenen Sozialformen (einzeln, in Dyaden), wobei sowohl die Lernenden als auch ihre Aktivitäten auf dem Bildschirm videographiert wurden. Um auf den Lernerfolg schließen zu können, legten die Studierenden an allen Standorten den gleichen Vorwissens- und Nachtest ab. Zusätzlich wurden in einem Fragebogen Daten unter anderem zur Bildungsbiografie abgefragt. Details über die Testinstrumente finden sich in Salle et al. (2021). Die folgenden Untersuchungen basieren auf Daten von insgesamt 126 Student*innen, die in 63 Dyaden an den Teilstudien an der Hochschule Pforzheim sowie der Universität Bielefeld (Psychologie und Lehramt Mathematik) teilnahmen.

Kollaborative Kommunikationsprozesse und das ICAP-Framework

(Verbale) Kommunikationsprozesse spielen bei kollaborativen Lernprozessen eine entscheidende Rolle und stehen daher im Fokus mathematikdidaktischer Forschung; eine Übersicht über das Forschungsfeld liefern Morgan et al. (2014). Insbesondere der Interaktion zwischen den Lernenden in einer solchen kollaborativen Situation kommt eine außerordentliche Bedeutung zu, da eben diese mögliche Interaktion den Vorteil gegenüber einzeln Lernenden ausmachen kann. Dementsprechend konnte die Lernförderlichkeit von kollaborativen Situationen in einer Reihe von Settings nachgewiesen werden (z.B. Slavin, 1995). Es finden sich allerdings auch Belege über nachteilige Effekte in der Literatur (z.B. Lou et al., 1996). Diese Diskrepanz lässt sich mittels des I(nteraktive)-C(onstructive)-A(ctive)-P(assive)-Framework von Chi und Wylie (2014) erklären.

Innerhalb einer Lernphase werden dabei zunächst die von außen beobachtbaren Lernaktivitäten der Lernenden identifiziert, die auf Interaktion mit dem Lernmaterial oder einem oder mehreren weiteren Lernenden beruhen. Bei diesen Aktivitäten wird nun zwischen *passivem* (z. B. Lesen eines Textes), *aktivem* (z. B. Erstellen von Markierungen im Text) und *konstruktivem* (z. B. Erstellen von eigenen Notizen) Verhalten unterschieden, wobei bei

diesen Verhaltensweisen eine aufsteigende Lernförderlichkeit angenommen wird; eine Hypothese, die von Chi und Wylie (2014) in ihrem Übersichtsartikel belegt wird. In kollaborativen Situationen ergibt sich zusätzlich die Kategorie einer *interaktiven* Lernaktivität, wenn sich beide Lernende konstruktiv verhalten und zusätzlich verbal mit dem/der Lernpartner*in interagieren, indem sie z. B. auf Äußerungen eingehen, Fragen beantworten oder aufwerfen. Diese Aktivitäten werden als lernförderlicher angenommen als rein individuelle Lernaktivitäten.

Auf Basis dieses Frameworks wurde ein Instrument zur Messung der Interaktivität der Lernprozesse innerhalb der Dyaden für die mamdim-Studie entwickelt, um Zusammenhänge zwischen Lernerfolg und Kommunikationsprozessen zu untersuchen. Dieses wird im Folgenden kurz vorgestellt; für Details: Heinrich et al. (2020).

Messung der Interaktivität (dialogue pattern score)

Mittels der timesampling-Methode, bei der die Videoaufzeichnungen der Interventionsphasen in 10-sekündige Abschnitte geteilt werden, wurden diese mithilfe von MAXQDA codiert und analysiert. Zunächst wurden alle Segmente identifiziert, in denen mindestens fünf Sekunden lang über mathematische Inhalte kommuniziert wurde. Dyaden, die nicht wenigstens fünf solcher Segmente aufwiesen, wurden aus der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Die Bewertung der Interaktivität innerhalb der Dyade erfolgte anhand der identifizierten Abschnitte mittels des folgenden Codierschemas. Die Definition der Niveaus folgt dabei einer Idee von Chi und Menekse (2015).

| Niveau | Beschreibung (An der Kommunikation im jeweiligen Segment...) |
|---------------|--|
| 1 | ... beteiligt sich genau ein Studierender. (<i>aktiv-passiv oder konstruktiv-passiv</i>) |
| 2 | ... sind beide Partner beteiligt, aber nicht interaktiv. (<i>aktiv-aktiv, konstruktiv-aktiv, konstruktiv-konstruktiv</i>) |
| 3 | ... sind beide Partner beteiligt und sie interagieren miteinander. (<i>konstruktiv-konstruktiv und interaktiv</i>) |

Der *dialogue pattern score* berechnet sich aus dem gewichteten arithmetischen Mittel aller vergebenen Codes (Chi & Menekse, 2015) und liegt daher zwischen 1 und 3, wobei ein Wert nahe 3 auf eine hohe Interaktivität der Dyade hindeutet. Werden z. B. 23 zehnssekündige Abschnitte codiert, davon fünf auf Niveau 1, sieben auf Niveau 2 und elf auf Niveau 3, so erhält die Dyade einen *dialogue pattern score* von $(5 \cdot 1 + 7 \cdot 2 + 11 \cdot 3) : 23 \approx 2,26$.

Messung des Lernerfolgs (normalised gain score)

Den Lernerfolg eines Individuums bzw. einer Dyade bestimmen wir mittels des *normalised gain scores*. Dazu werden zunächst die Lösungsquoten von Vor- und Nachtest der Studierenden gebildet und die tatsächlich erreichte Verbesserung in Prozentpunkten ins Verhältnis gesetzt zur maximal möglichen Verbesserung, die ein*e Lernende*r hätte erreichen können:

$$\text{normalised gain score} := \frac{\text{Vortest \%} - \text{Nachtest \%}}{100 \% - \text{Nachtest \%}}.$$

Als *normalised gain score* für eine ganze Dyade (im Gegensatz zu einem*r einzelnen Lernenden) werden die arithmetischen Mittelwerte der Testergebnisse der Dyadenpartner*innen zu Grunde gelegt.

Ergebnisse

Um der Frage nachzugehen, inwiefern der *normalised gain score* robust gegenüber typischen Lernerfolgsprediktoren wie dem Vorwissen beziehungsweise der allgemeinen mathematischen Leistungsfähigkeit ist, werden Korrelationsanalysen zwischen dem *normalised gain score* und dem Vortest sowie der letzten Zeugnisnote in Mathematik durchgeführt; zusätzlich wird das Nachtestergebnis als Benchmark betrachtet. Als Korrelationseffizient wird der nicht-parametrische Spearman-Rangkorrelationskoeffizient verwendet. Der Zusammenhang zwischen Nachtestergebnis und *normalised gain score* ist dabei sowohl stark als auch hochsignifikant ($\rho = 0,944$, $p < 0,01$), sodass dieser als brauchbares Lernerfolgsmaß betrachtet werden kann. Das Nachtestergebnis weist dabei Zusammenhänge zu den Vorwissensmaßen auf, die jedoch gerade nicht signifikant sind (Vortest: $\rho = 0,303$, $p = 0,08$; Zeugnisnote: $\rho = 0,320$, $p = 0,06$). Solche Zusammenhänge wurden bezüglich des *normalised gain score* nicht gefunden (Vortest: $\rho = 0,034$, $p = 0,85$; Zeugnisnote: $\rho = 0,189$, $p = 0,28$). Die beiden genannten Vorwissensmaße korrelieren signifikant ($\rho = 0,377$, $p = 0,03$).

Um zu beantworten, inwieweit ein Zusammenhang zwischen Dyadeninteraktivität und Lernerfolg existiert, wird eine Korrelationsanalyse zwischen den Variablen *dialogue pattern score* und *normalised gain score* durchgeführt. Diese zeigt an allen Standorten einen hochsignifikanten ($p < 0,01$) Zusammenhang:

| | Pforzheim | Bielefeld (Psychologie) | Bielefeld (Lehramt) |
|--------------------|------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Korrelation | 0.595** | 0.675** | 0.754** |

Um zu untersuchen, ob gerade die Lernenden stärker interagieren, die über viel Vorwissen und damit im Vorhinein über reichere Interaktionsgrundlagen verfügen, betrachten wie den Zusammenhang zwischen dem dialogue pattern score sowie dem Ergebnis des Vorwissenstests. Hier konnten keine Zusammenhänge nachgewiesen werden ($\rho = 0,124$, $p = 0,49$).

Zusammenfassung und Ausblick

Der normalised gain score hängt eng mit dem Nachtestergebnis zusammen, weist aber in unserem Setting einen weniger starken Zusammenhang mit typischen Leistungsprädiktoren wie schulischen Ergebnissen oder Vorwissenstests auf, sodass dieser sich als robustes Lernerfolgsmaß bewährt. Zusammen mit dem dialogue pattern score als Maß für die Interaktivität zwischen zwei Lernenden stellt sich heraus, dass ein hohes Maß an Interaktion in unserem Setting mit einem hohen Lernerfolg (gemessen durch den normalised gain score) einher geht. Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien, z. B. auch in nicht-digitalen Settings (Chi & Menekse, 2015).

Dadurch, dass das Interaktionsverhalten in unserem Setting nicht vom Vorwissen abhängig ist, aber hochsignifikant mit dem Lernerfolgsmaß korreliert, stellt sich die Frage, ob der dialogue pattern score einen signifikanten Faktor in einer Prädiktorenanalyse des Nachttestresultats darstellt. Ebenso stellt sich die Frage, ob das Interaktionsverhalten der Studierenden in Zusammenhang mit motivationalen Aspekten der Lernenden steht.

Literatur

- Chi, M.T.H. & Wylie, R. (2014) The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.
- Chi, M.T.H & Menekse, M. (2015). Dialogue Patterns in Peer Collaboration That Promote Learning. In L. B. Resnick, C. Asterhan & S. Clarke (Hrsg.), *Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue* (S. 263–274). American Educational Research Ass.
- Heinrich, D.C., Hattermann, M., Salle, A. & Schumacher, S. (2020). Learning collaboratively with digital instructional media: Students' communicational behaviour and its influence on learning outcome. In T. Hausberger, M. Bosch & F. Chellougui (Hrsg.), *IN-DRUM 2020* (S. 463–472). University of Carthage; INDRUM.
- Lou, Y., Abrami, P. C., Spence, J. C., Poulsen, C., Chambers, B. & d'Apollonia, S. (1996). Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 66(4), 423–458.
- Morgan, C., Craig, T., Schuette, M. & Wagner, D. (2014). Language and communication in mathematics education: an overview of research in the field. *ZDM Mathematics Education*, 46(6), 843–853.
- Salle, A., Schumacher, S. & Hattermann, M. (Hrsg.). (2021). *Mathematiklernen mit digitalen Medien – Ergebnisse des mamdim-Projekts*. Springer.