

Simon BARLOVITS, Frankfurt & Matthias LUDWIG, Frankfurt

Mathematiklernen im Freien mit dem Smartphone: Erste Ergebnisse des MEMORI-Projekts

Schulmathematik in der eigenen Umwelt zu entdecken, ist ein Ziel sogenannter Mathtrails. Diese bestehen aus mehreren standortgebundenen Aufgaben, bei welchen Lernende interessante Objekte in ihrer Umwelt mathematisch untersuchen (Shoaf et al., 2004). Die Aufgaben im Freien werden von den Schüler*innen in Kleingruppen bearbeitet. Somit weist diese Methode des außerschulischen Lernens eine Nähe zur Stations- und Gruppenarbeit auf (Zender, 2019).

Die Bearbeitung von Mathtrails kann durch digitale Technologien unterstützt werden: Smartphone-Apps wie MathCityMap oder Actionbound strukturieren den Lösungsprozess durch Hinweise sowie eine unmittelbare Aufgabenvalidierung im Sinne eines korrektiven Feedbacks. Ferner kann eine Musterlösung aufgerufen werden (Ludwig & Jablonski, 2020; Buchholtz et al., 2021).

Forschungsstand zum Lernen mit Mathtrails

Dem klassischen Konzept des Mathtrails – die Aufgaben werden mit Papier und Stift ohne technische Unterstützung bearbeitet – werden nach Zender (2020) hauptsächlich positive affektive Einflüsse zugeschrieben: Mathtrails machen Spaß, sind motivierend und steigern das Interesse der Lernenden.

Auch für App-gestützte Mathtrails kann eine Förderung des mathematischen Interesses sowie der Motivation von Schüler*innen angenommen werden (Cahyono, 2018; Gurjanow, 2021). Auf inhaltlicher Ebene wird der Aufbau von Modellierungskompetenzen durch die Bearbeitung von Mathtrails hervorgehoben (Buchholtz, 2021; Ludwig & Jablonski, 2021; Poschkamp et al., 2021).

Hingegen existieren bisher nur wenige Arbeiten zum Lernerfolg bei der Bearbeitung von Mathtrails. Eine Ausnahme bildet die Studie von Zender (2019; $n=542$). Hier bearbeiteten Lernende der 9. Jahrgangsstufe (Gymnasium und Realschule) Mathtrails zum Themengebiet der Stereometrie. Unterstützt wurden sie dabei durch die MathCityMap-App. Beide Experimentalgruppen aus Gymnasium und Realschule wurden je mit einer echten Kontrollgruppe (kein Treatment) der gleichen Schulform verglichen. Während die Experimentalgruppe des Gymnasiums nach dem Treatment um einen mittleren Effekt besser abschneidet als ihre Kontrollgruppe, kann an der Realschule kein Unterschied zwischen Experimental- und Kontrollgruppe festgestellt werden.

Weiterhin weist die Studie von Zender (2019) einen positiven Langzeiteffekt der Mathtrailbearbeitung auf die Mathematikleistung bei Realschüler*innen hin. Aufgrund der geringen Stichprobe des Follow-up-Tests von $n=64$ muss diese Hypothese jedoch durch weitere Forschung überprüft werden.

Die MEMORI-Studie: Design und Methode

Die MEMORI-Studie (Mathematics Education by Mobile Outdoor Mathtrails) verfolgt das Ziel, den Lernerfolg von Schüler*innen bei der Bearbeitung von Mathtrails weiterführend zu untersuchen. Wurde bei Zender (2019) die Mathtrail-Methode an sich evaluiert, soll im Rahmen des MEMORI-Projekts der Einfluss des außerschulischen Lernens sowie des Einsatzes digitaler Medien bei Mathtrails untersucht werden. Hieraus ergeben sich zwei Forschungsfragen:

- FF1 – Rolle des außerschulischen Lernens: Welchen Einfluss hat das Lernen im Freien mit der Mathtrail-Methode auf den Lernerfolg von Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe?
- FF2 – Rolle digitaler Medien: Welchen Einfluss hat die Nutzung der MathCityMap-App auf den Lernerfolg von Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wird ein quasi-experimentelles Design mit drei Untersuchungsgruppen (je ca. 6 Klassen) gewählt:

- MathCityMap-Gruppe (EG I): Die Klassen bearbeiten Mathtrails mit Hilfe der MathCityMap-App inkl. Hinweisen, Antwortvalidierung, etc.
- Papier-&-Stift-Gruppe (EG II): Die Klassen bearbeiten klassische Mathtrails mit Papier und Stift. Die Funktionen der MathCityMap-App stehen nicht zur Verfügung.
- Anwendungsaufgaben-Gruppe (EG III): Die Klassen bearbeiten im Klassenraum Aufgaben analog zu den ersten Gruppen, lediglich der Prozess des Messens entfällt: Benötigte Messwerte sowie auch nicht benötigte Daten werden im Aufgabenbild dargestellt (überbestimmte Aufgaben). Die Bearbeitung erfolgt mit Hilfe der MathCityMap-App.

Es werden je zwei Treatments à 90 Minuten durchgeführt. Hierbei bearbeiten die Lernenden aller Untersuchungsgruppen Aufgaben zum Themengebiet der Linearen Funktionen. Die Bearbeitung erfolgt jeweils in Dreiergruppen. Vor dem Treatment wird der mathematische Lernstand der Schüler*innen durch einen Pre-Test erhoben. Nach dem zweiten Treatment schreiben die Lernenden einen 30-minütigen Test zu Linearen Funktionen (Post-Test). Jeder Leistungstest wird als Follow-up-Test nach ca. 15 Wochen wiederholt.

Für die Beantwortung der Forschungsfragen wird die Testleistung in Post- und Follow-up-Test von je zwei Untersuchungsgruppen verglichen:

- FF1 – Rolle des außerschulischen Lernens: Vergleich der EG I (draußen/digital) mit der EG III (drinnen/digital)
- FF2 – Rolle digitaler Medien: Vergleich der EG I (draußen/digital) mit der EG II (draußen/analog)

Befunde aus der Pilotierung

Eine Pilotierung der Studie erfolgte im Sommer 2021 mit vier Klassen. Je eine Klasse bearbeitete Mathtrails mit MathCityMap (EG I; 20 vollständige Datensätze) bzw. mit Papier-&-Stift (EG II; 16). Zwei Klassen arbeiteten im Klassenraum an Anwendungsaufgaben (EG III; 31).

Für jeden Testzeitpunkt werden im Folgenden die drei Untersuchungsgruppen miteinander verglichen. Hierbei ist zu beachten: Die Pilotierung wurde auch zur Weiterentwicklung der Testinstrumente genutzt. Daher sind die in der Pilotierung eingesetzten Tests – im Gegensatz zur Hauptstudie – nicht über die drei Untersuchungszeitpunkte hinweg vergleichbar. Folglich kann auf Basis der Pilotierung keine Aussage zur Entwicklung jeder Gruppe über die drei Testzeitpunkte hinweg gegeben werden. Stattdessen werden die drei Gruppen zu jedem Testzeitpunkt durch ANOVAs und ggf. durch anschließende Post-Hoc-Tests (Kontrastanalyse; Bonferroni-Korrektur) miteinander verglichen. Die Skalenwerte für Post- und Follow-up-Tests wurden nach Bonate (2000) korrigiert, um die Daten bzgl. ihrer Regression zur Mitte zu bereinigen. Alle notwendigen Voraussetzungen für die statistischen Tests waren erfüllt. Die Ergebnisse der Pilotierung werden nachfolgend dargestellt:

- In den Pre-Test-Leistungen unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant, $F(2, 64) = 2.032, p = .140$. Dies könnte allerdings durch das kleine Sample begründet sein: Das Effektstärkemaß ω^2 indiziert zumindest einen schwachen Effekt ($\omega^2=.030$).
- Dagegen unterschieden sich die Leistungen der drei Gruppen im Post-Test signifikant, $F(2, 64) = 4.538, p = .014$. In Bezug auf FF1 zeigte sich im anschließenden Post-Hoc-Test sich ein signifikant besseres Abschneiden der MathCityMap- im Vergleich zur Anwendungsaufgaben-Gruppe, $t(49) = 2.824, p = .019, d = .807$. Der Vergleich von MathCityMap- und Papier-&-Stift-Gruppe war nicht signifikant mit $t(34)=1.989, p = .153$, wies jedoch eine substantielle Effektstärke von $d = .667$ auf (FF2).
- Im Follow-up-Test bestanden keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den drei Gruppen, $F(2, 64) = 0.404, p = .669$.

Diskussion

In der Pilotierung wurde das Mathematiklernen von Schüler*innen der 8. Jahrgangsstufe im Freien mit dem Lernen im Klassenraum verglichen (FF1). Hierbei zeigte sich ein starker, kurzfristiger Effekt des Mathematiklernens zu Gunsten des Lernens im Freien (EG I vs. EG III). Ferner wurde der Einfluss digitaler Medien auf das Mathematiklernen im Freien untersucht (FF2). Hierbei kann ein substantieller Effekt der App-Nutzung im Vergleich zum „klassischen“ Mathtrail mit Papier und Stift angenommen werden (EG I vs. EG II). Im Hinblick auf einen langfristigen Lernerfolg konnten im Follow-up-Test der vorliegenden Pilotierung – anders als bei Zender (2019) – keine Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen festgestellt werden. Alle Befunde müssen allerdings aufgrund des kleinen Samples als vorläufig angesehen werden. Die Hauptstudie wird beginnend ab Februar 2022 mit ca. 18 Klassen durchgeführt. Erste Befunde werden auf der GDM 2022 präsentiert.

Literatur

- Bonate, P. L. (2000). *Analysis of pretest-posttest designs*. Chapman and Hall/CRC.
- Buchholtz, N. (2021). Students' modelling processes when working with math trails. *Quadrante*, 30(1), 140–157.
- Buchholtz, N., Orey, D. C. & Rosa, M. (2020). Mobile learning of mathematical modeling with math trails in Actionbound. *World Conference on Mobile and Contextual Learning*, 81–84.
- Cahyono, A. N. (2018). *Learning mathematics in a mobile app-supported math trail environment*. Springer.
- Gurjanow, I. (2021). *MathCityMap – Eine Bildungs-App für mathematische Wanderpfade* [Dissertation, Goethe-Universität Frankfurt].
- Ludwig, M. & Jablonski, S. (2020). MathCityMap-Mit mobilen Mathtrails Mathe draußen entdecken. *MNU Journal*, 1, 29–36.
- Ludwig, M. & Jablonski, S. (2021). Step by step: simplifying and mathematizing the real world with MathCityMap. *Quadrante*, 30(2), 242–268.
- Poschkamp, A.-K., Göller, R. & Besser, M. (2021). Entwicklung von Modellierungsaufgaben unter Rückgriff auf das Webportal „MathCityMap“ in einem fachdidaktischen Seminar für Lehramtsstudierende. In H. Humenberger & B. Schuppar (Hrsg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 7* (S. 143–153). Springer.
- Shoaf, M. M., Pollak, H. & Schneider, J. (2004). *Math Trails*. COMAP.
- Zender, J. (2019). *Mathtrails in der Sekundarstufe I: Der Einsatz von MathCityMap bei Zylinderproblemen in der neunten Klasse*. WTM.
- Zender, J. (2020). On the history of mathematics trails. In É. Barbin, K. Bjarnadóttir, F. Furinghetti, A. Karp, G. Moussard, J. Prytz & G. Schubring (Hrsg.), *„Dig where you stand“ 6: Proceedings of the Sixth International Conference on the History of Mathematics Education* (S. 369–382). WTM.