Joerg ZENDER & Matthias LUDWIG, Frankfurt am Main

Auswirkungen von Mathtrail-Aufgaben auf schriftliche Testergebnisse von Neuntklässlern zum Themenfeld Zylinder

Einleitung

Über die Lernform „Mathtrail“ ist seit Anfang der 80er Jahre berichtet worden (Lumb, 1980, Blair et. al. 1983). Es handelt sich dabei um einen Weg entlang dessen Mathematikaufgaben gestellt werden oder zumindest mathematische Fragestellungen entstehen. Seit der größeren Verbreitung dieser Idee durch Blane (1989) entwickelten sich mehrere Arten einen solchen Mathtrail durchzuführen. Eine größere Bekanntheit in diesem Zusammenhang erlangte Toliver (1993), die mit Schülerinnen und Schülern solche Mathtrails erstellt hat, damit die Schülerinnen und Schüler eine neue Perspektive auf ihre Umgebung und die Mathematik gewinnen konnten. Dieser Ansatz führt aber wahrscheinlich nicht zu einer Verbesserung der schulischen Leistung (Traylor, 2005). Hingegen konnte Cahyono (2017) zeigen, dass ein von Experten angelegter Mathtrail durchaus zu einer Steigerung der schulischen Leistung führen kann. Für Mathtrails als Lernform spricht zum einen die hohe Motivation der Schülerinnen und Schüler bei der Durchführung (Shoaf, Pollack, Schneider, 2004). Intrinsische Motivation steigert den Lernerfolg (Chiu & Xihua 2008), sie entsteht durch Autonomie, Kompetenzerleben und soziale Eingebundenheit (Ryan & Deci 2000). Alle drei Faktoren können bei einem Mathtrail vorkommen. Autonomie und soziale Eingebundenheit entstehen unterwegs auf dem Mathtrail durch das Arbeiten in Kleingruppen. Das Erleben der eigenen Kompetenz steht in starkem Zusammenhang mit der Fähigkeit, die Aufgaben entlang des Mathtrails zu lösen.

Darüber hinaus laufen die Schülerinnen und Schüler von Aufgaben zu Aufgabe, es tritt immer wieder eine Phase moderater Bewegung ein, die sich förderlich auf die kognitiven Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler auswirkt (Westman et. al. 2017). Schließlich werden die Schülerinnen und Schüler vor Ort aktiv: Sie messen, zählen, rechnen und diskutieren. Es entsteht ein unmittelbares Lernen mit allen Sinnen, dass von den Vertretern des problembasierten Lernens als sehr eindrücklich und nachhaltig hervorgehoben wird (Kovalik & Olsen 1994). Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die enaktive Repräsentationsebene nach Bruner (1971) mit solchen Aufgaben angesprochen wird. Als letztes sei noch angeführt, dass es für den Lernerfolg entscheidend für die Schülerinnen und Schüler sein kann, wenn Aufgaben mit Lebensweltbezug verknüpft sind (Nunes, Schliemann, Carraher, 1993), wie es bei einem Mathtrail natürlicherweise der Fall ist.

Studie

Im Jahr 2017 wurde eine Studie zum Lernerfolg von Mathtrails in Frankfurt durchgeführt (Zender & Ludwig 2018). Schulische Leistung wird vor allem über das Vorwissen beeinflusst (Schrader & Helmke, 2008), dieses wurde über einen gekürzten VERA8 Test erhoben und die Störvariable für die Studie damit parallelisiert. Andere Störvariablen wurden über die Anzahl der Teilnehmer (N = 632) randomisiert. Schülerinnen und Schüler der neunten Klasse sind im Rahmen ihrer Unterrichtseinheit anstelle von vier Schulstunden zu Zylindern in dieser Zeit zweimal einen Mathtrail abgelaufen (Treatmentgruppe) oder hatten Unterricht wie bisher (Kontrollgruppe). Im Anschluss wurde von beiden Gruppen derselbe Test zu Zylinder geschrieben. Der Mathtrail wirkte sich signifikant (t-Test, $p < ,01$) positiv mit mittlerem Effekt auf die Leistung im Test aus ($d = 0,5$). Als weitergehende Frage haben wir nun untersucht, welche Auswirkung die Aufgaben aus dem Mathtrail konkret auf die Leistung der Schülerinnen und Schüler hatten. Im Treatment wurden Smartphones der Arbeitsgruppe eingesetzt auf denen die App MathCityMap lief und die mitprotokolliert hat, welche Aufgaben die Schülerinnen und Schüler bearbeiteten. Diese Daten konnten wir zusammenführen mit den Testdaten. Dabei gibt es Mathtrail-Aufgaben die Testaufgaben entsprechen (siehe Abbildung 1 und 2, gesucht ist das Volumen).

7. Aufgabe: Steinkreis

Wie viele Kubikmeter Stein wurden benötigt, um die Mauer um den Baum herum zu bauen? Runde das Ergebnis auf eine Nachkommastelle.

Erste Schätzung:

Abbildung 1: Aufgabe „Steinkreis“ aus dem Mathtrail

Aufgabe 3
Wie viel Wasser passt in ein Trinkglas mit einer Höhe von 15 cm und einem Durchmesser von 6 cm? Gib das Ergebnis in Litern an.

Abbildung 2: Aufgabe „Glas“ aus dem Test

Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem Treatment (Aufgabe erfolgreich bearbeitet 1, nicht erfolgreich oder gar nicht bearbeitet 0) wurden in einer Kreuztabelle eingetragen gegen die Testergebnisse der jeweiligen Schülerinnen und Schüler (erfolgreich gelöst 1, nicht gelöst 0). Da jeder Testaufgabe mehrere Aufgaben im Mathtrail entsprochen haben, ergibt sich als Ergebnis Tabelle 1. Dabei wurden aufgrund der geringen Fallzahlen und der besseren Übersichtlichkeit alle Schülerinnen und Schüler mit zwei oder mehr erfolgreich bearbeiteten Aufgaben im Treatment zusammengefasst. Die anderen Tabellen sehen ähnlich aus und wurden aus Platzgründen weggelassen. In allen Tabellen ist kaum ein Unterschied vorhanden zwischen der Kontrollgruppe und den Schülerinnen und Schülern, die keine korrespondierende Aufgabe im Trail bearbeitet haben. Hingegen unterscheiden sich die Schüler mit korrespondierenden Aufgaben aus dem Treatment stark signifikant (X^2 Test, df=2, $p < ,001$) mit mittlerem Effekt ($V \approx 0,2$) von der vorgenannten Gruppe.

	Kontroll	Treatment		
		keine	eine	zwei oder mehr
Testaufgabe gelöst	32%	34%	47%	57%

Tabelle 1: Lösungshäufigkeiten für die Testaufgabe Glas im Vergleich zu der Bearbeitung entsprechender Aufgaben aus dem Treatment

Diskussion

Anhand der Tabelle 1 wird ersichtlich, dass der Erfolg eines Mathtrails in den Aufgaben begründet liegt. Das Bearbeiten von Mathtrail-Aufgaben führt zu einer signifikanten Veränderung der Lösungsquote bei mittlerer Effektstärke. Diese Schlussfolgerung wird durch das Studiendesign gestützt, da Kontroll- und Treatmentgruppe sich in ihrem Vorwissen als Leistungsdeterminante praktisch nicht unterscheiden. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit denen aus der Studie (Zender & Ludwig 2018), nachdem Schüler, die am Treatment teilnehmen insgesamt signifikant besser im Test abschneiden.

Mit der vorliegenden Auswertung ist es gelungen, den Erfolg des Treatments auf die Aufgaben als Ursache zurückzuführen. Dabei handelt es sich um keine besonderen Aufgaben. Aufgabenstellungen wie sie im Mathtrail zum Einsatz kamen, finden sich in ähnlicher Form in allen aktuellen Schulbüchern auch in Form von Textaufgaben. Der Unterschied besteht darin, dass Schülerinnen und Schüler selbst die benötigten Messdaten erheben müssen. Das bedeutet insbesondere, dass sie sich ein passendes Realmodell wählen müssen. Die Lernform Mathtrail wirkt scheinbar verstärkend, was durch die Theorien vom enaktiven Lernen nach Bruner (1971), die des problembasierten Lernens nach Kovalik (1994) oder die Bedeutung von Lebensweltbezug durch Nunez, Schliemann, Carraher (1993) gut erklärt werden kann.

Ebenfalls sehr interessant waren die Langzeiteffekte des Treatments. Jeweils zwei Schulklassen aus der Kontroll- und der Treatmentgruppe konnten für einen Follow-Up-Test ein halbes Jahr später gewonnen werden. Hier zeigte sich mit signifikant-starkem Effekt (gepaarter t-Test, $p < ,001$, $d = -0,79$), dass die Kontrollgruppe in ihren Testergebnissen nachließ, wohingegen die Treatmentgruppe stabil blieb (gepaarter t-Test, $p = 0,384$, $d = 0,03$).

Literatur

Blair, H., Dimbleby, B., Loughran, B., Taylor, I., & Vallance, J. (1983). From St Philip's to St Martin's: A Birmingham Maths Trail. Mathematics in School, 12(4), 14-15.

Blane, D. (1989). Mathematics trails. ICMI Papers on The Popularization of Mathematics. Leeds, UK

Bruner, J. S., Olver, R. R., Greenfield, P. M. et al. (1971). Studien zur kognitiven Entwicklung. Stuttgart: Klett.

Cahyono, A. N. (2017). Learning mathematics in a mobile app-supported math trail environment (Dissertation, Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main).

Chiu, M. M. & Xihua, Z. (2008). Family and motivation effects on mathematics achievement: Analyses of students in 41 countries. Learning and Instruction, 18 (4), 321–336.

Kovalik, S. & Olsen, K. (1994). ITI: The model. integrated thematic instruction. third edition. Covington Square, 17051 S.E. 272nd Street, Suite 18, Kent, WA 98042: Books for Educators.

Lumb, D. (1980). Mathematics trails in newcastle. Mathematics in School, 9 (2), 5–5.

Nunes, T., Schliemann, A. D., & Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge University Press.

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. Contemporary educational psychology, 25 (1), 54–67.

Schrader, F. W., & Helmke, A. (2008). Determinanten der Schulleistung. In *Lehrer-Schüler-Interaktion* (pp. 285-302). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Shoaf, M.-M., Pollak, H. O. & Schneider, J. (2004). Math Trails. COMAP, Incorporated.

Toliver, K. (1993). The kay toliver mathematics program. The Journal of Negro Education, 62 (1), 35–46.

Traylor, K. C. (2005). Effect of problem posing on eighth grade students' mathematical problem solving skills. Instructional Technology Monographs, 2 (2).

Westman, J., Olsson, L. E., Gärling, T. & Friman, M. (2017, 01. Nov). Children's travel to school: satisfaction, current mood, and cognitive performance. Transportation, 44 (6), 1365–1382.

Zender, J. & Ludwig, M. (2018). Einsatz von MathCityMap in der Sekundarstufe I - Eine Studie über den Leistungswachs bei Schülern aus Klasse 9. In: Beiträge zum Mathematikunterricht. Paderborn.