

Cross-Age Peer Tutoring: Lernerfolge in Elektrizitätslehre und Optik

Einleitung

Die vorliegende Untersuchung¹ beschäftigte sich mit der Evaluation der Unterrichtsmethode Cross-Age Peer Tutoring (CAPT) anhand exemplarisch ausgewählter Themen aus dem Unterricht der Sekundarstufe I in Physik. Im Zentrum der Untersuchungen stand der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Rollen, die die Schüler/innen während der CAPT Intervention innehatten (Tutoren, Doppelrolle als Tutees/Tutoren oder Tutees), den unterschiedlichen Voraussetzungen, die die einzelnen Klassen mitbrachten und dem Lernerfolg.

Theoretischer Hintergrund

Cross-Age Peer Tutoring ist eine Unterrichtsform, bei der ältere Jugendliche, die keine professionellen Lehrer/innen sind, mit jüngeren Lernprozesse gestalten und so selbst dazulernen (Gaustad, 1993; Topping, 1996). Als Gegenstand fachdidaktischer Forschung verlagerte sich der Forschungsschwerpunkt vermehrt von den Tutees auf die Tutoren, bei denen überraschende Lernzuwächse gefunden werden können (Robinson, Schofield, & Steers-Wentzell, 2005; Topping, 2005). Ebenso entwickelten sich die Anwendungsgebiete hin zu einer, den regulären Unterricht ergänzenden oder ersetzenden Lernform. Hattie (2009) bescheinigt in seiner Studie Peer und Cross-Age Peer Tutoring positive Effekte mit einer mittleren Effektstärke von 0,55 (*zone of desired effects*). Die empirische Forschung zu CAPT erläutert, wie man die Erfolge dieser Interaktionen maximieren kann: So berichten Fogarty und Wang (1982), dass der Altersabstand nicht zu groß sein sollte. Ebenso funktionieren gut strukturierte Programme, die auf *cross-age* Basis arbeiten, deren Interventionszeit nicht zu lange ist und die sich auf einfachere Aufgaben beschränken, besser (Cohen, Kulik, & Kulik, 1982; Topping, 2005). Aktuellere Metastudien (Robinson, et al., 2005; Rohrbeck, Ginsburg-Block, Fantuzzo, & Miller, 2003) weisen besonders auf Lernerfolge von Risikoschüler/innen hin. Allerdings sind Studien, die die 5. bis 8. Schulstufe betreffen, erstaunlich selten.

Inhaltlich sind Studien, die sich mit Mathematik befassen in der Mehrzahl (Cohen, et al., 1982; Fogarty & Wang, 1982; Robinson, et al., 2005). Rohrbecks Metaanalyse beschreibt „akademische“ Inhalte. Studien zur Eignung der Methode in den Naturwissenschaften sind hingegen rar (Howe, Tolmie, Greer, & Mackenzie, 1995; Zinn, 2009). Es bleibt weitgehend offen, ob sich diese Unterrichtsmethode wegen des notwendigen Konzeptwechsels (Duit & Treagust, 2003) auch zur Vermittlung physikalischer Inhalte eignet.

Daher ergeben sich die folgenden Forschungsfragen:

- Weisen die Schüler/innen der 5. bis 8. Schulstufe nach der CAPT Intervention in Optik und Elektrizitätslehre bessere Testergebnisse auf?
- Profitieren auch Tutoren von dieser Methode? Welche Unterschiede in den Posttestergebnissen kommen dadurch zustande, dass die Schüler/innen innerhalb des Tutoring-Prozesses unterschiedliche Rollen innehatten?
- Welche Prädiktoren können für die Modellierung der Posttestergebnisse im Rahmen einer MLR gefunden werden?

¹ Studie im Rahmen einer Forschungs-Bildungs-Kooperation (Sparkling Science Projekt), finanziert vom österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.

- Welche Einflüsse auf die Posttestergebnisse ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Klassenzugehörigkeiten?

Forschungsdesign

An einem Praetest-Posttest – Design nahmen neun Klassen, mit $n = 172$ (bzw. 174) Proband/innen, aus der Sekundarstufe 1 teil. Aus Gründen der Curriculumsvalidität wurde im ersten Studienjahr zur Elektrizitätslehre gearbeitet, im zweiten Studienjahr zur Optik (Schatten, Spiegel, abhängig von der Altersstufe der Tutees). Die Interventionen wurden jeweils auf Basis grundlegender Konzepte gestaltet.

Als Vorbereitung der Tutoren diente ein Mentoring, in einem zeitlichen Abstand von mindestens einer Woche erfolgte das eigentliche Tutoring. Einige Klassen durchliefen diesen Prozess zwei Mal (vgl. Korner, Urban-Woldron, & Hopf, 2013). So ergaben sich die drei möglichen Rollen für die Schüler/innen: die der Tutoren, die der Tutees und die Doppelrolle. Die Erhebung des jeweiligen Wissensstandes erfolgte durch ein Testinstrument zur Elektrizitätslehre (Urban-Woldron & Hopf, 2012). Im Bereich der Optik wurde ein Wissenstest zum Thema Schatten selbst konstruiert ($\alpha = 0,66$) und zum Thema Spiegel wurden Items nach Haagen-Schützenhöfer (2014) adaptiert ($\alpha = 0,62$).

Datenanalyse

Für die Analysen zur Elektrizitätslehre wurden die Praetests zunächst auf Homogenität in den Parametern Rollenverteilung, Schulform, Klassenzugehörigkeit und Jahrgangsstufe auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ als homogen getestet. Basierend darauf wurde ein Prae-Post-Vergleich mittels t-Test durchgeführt (Korner et al., 2013). Es konnte eine höchst signifikante Steigerung mit einer interessanten Effektstärke von 0,46 und einer Power von 0,99 nachgewiesen werden. Die Posttests stellten sich auf Basis einer ANOVA im Unterschied zu den Praetests als nicht homogen heraus. In tiefergehenden Kontrastanalysen konnte die Rolle als diskriminierender Faktor identifiziert werden: Schüler/innen in der aktiven Rolle (Tutoren, Doppelrolle) schnitten hochsignifikant besser ab als jene in der passiven Rolle, während die unterschiedliche *time-on-task* keinen statistisch bedeutsamen Einfluss hatte. Um die so gewonnenen Ergebnisse zusammenzufassen und ihre individuellen Beiträge zu quantifizieren, wurden verschiedene Multilineare Regressionsmodelle gerechnet. Jenes Modell, in das die Prädiktoren Praetest, aktive Rolle und Muttersprache eingingen, stellte sich mit einer aufgeklärten Varianz von 0,25 bei einer Effektstärke von 0,37 als geeignetstes heraus, um Posttestergebnisse zu modellieren. Interessant ist, dass das Geschlecht der Schüler/innen keinen nennenswerten Einfluss hatte.

Auch im Bereich der Optik konnten Prae-Post-Vergleiche höchstsignifikante Unterschiede mit Effektstärken von 0,62 (Spiegel) und 0,49 (Schatten) aufzeigen. Da das Sample jedoch in den Praetests sehr unterschiedlich war und obendrein zu den zwei unterschiedlichen Themen noch drei verschiedene Rollen hinzukamen, deren Einfluss ohnehin schon in der Elektrizitätslehre gezeigt werden konnte, boten sich hier klassenweise Analysen an. In einer zweifaktoriellen ANOVA mit Messwiederholung (gemischtes Design) wurden jeweils die Haupteffekte (HE) Testzeitpunkt und Klassenzugehörigkeit getestet. Für das Thema Schatten zeigte sich, dass der HE Testzeitpunkt höchstsignifikant und aufgrund der Wechselwirkungsdiagramme interpretierbar war, während das für die Klassenzugehörigkeit nicht der Fall war: aus unterschiedlichen Klassenzugehörigkeiten lassen sich nicht eindeutig unterschiedliche Posttestergebnisse folgern. Für das Thema Spiegel stellte sich die Lage etwas anders dar: Hier sind beide HE eindeutig interpretierbar, daher lassen unterschiedliche Klassenzugehörigkeiten auf Unterschiede in den Posttests schließen.

Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in der getesteten Altersstufe der Zehn- bis Vierzehnjährigen die CAPT Interventionen zu den drei Themen Elektrizitätslehre, Spiegel und Schatten zu höchstsignifikanten Verbesserungen der Posttests gegenüber den Praetests geführt hat. Die praktische Bedeutung kann an Effektstärken beurteilt werden, die nach Hattie (2009) als nennenswert zu klassifizieren sind. Eine eingehende Analyse der Rollen konnte zeigen, dass im Tutoring-Prozess die aktive Rolle für Lernfortschritte entscheidend ist, was für eine Implementierung in den Schulalltag wichtig erscheint. Dieses Ergebnis kann dahingehend interpretiert werden, dass CAPT als konstruktivistische Lernumgebung einen Konzeptwechsel unterstützt, wenn nicht sogar einleitet. Daher konnten Regressionsanalysen als entscheidende Prädiktoren die Praetests die Rolle und die Muttersprache identifizieren. Nicht aber scheint das Geschlecht von Bedeutung zu sein, was im Hinblick auf die Interessen der Mädchen im Physikunterricht (Häußler, Bündler, Duit, Gräber, & Mayer, 1998) eine vielversprechende Aussage ist. Das, wie auch ein möglicher Konzeptwechsel, wären sicherlich geeignete Untersuchungsgegenstände für zukünftige Studien. Was den Einfluss der Klassenzugehörigkeit auf die Wirksamkeit von CAPT betrifft, konnten zunächst keine einheitlichen Aussagen gemacht werden. Was die Subgruppen unterschied, waren die unterschiedlichen Anteile an Schüler/innen mit nicht-deutscher Muttersprache. In Abhängigkeit von der sprachlichen Schwierigkeit des gewählten Themas lässt sich vermuten, dass CAPT erst ab einem gewissen sprachlichen oder kognitiven „Mindestniveau“ wirkt. Auch ein derartiger Zusammenhang wäre eine lohnenswerte Fragestellung für eine Folgestudie.

Literatur

- Cohen, P. A., Kulik, J. A., & Kulik, C. L. C. (1982). Educational Outcomes of Tutoring - A Meta-Analysis of Findings. *American Educational Research Journal*, 19(2), 237-248.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual Change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Fogarty, J. L., & Wang, M. C. (1982). An Investigation of the Cross-Age Peer Tutoring Process: Some Implications for Instructional Design and Motivation. *The Elementary School Journal*, 82(5), 451-469.
- Gaustad, J. (1993). *Peer and Cross-Age Tutoring*. Oregon: ERIC Clearinghouse on Educational Management Eugene.
- Haagen-Schützenhöfer, C., & Hopf, M. (2014). Development of a two-tier test-instrument for geometrical optics. In C. Constantinou (Eds.), E-Book Proceedings of the ESERA 2014 Conference: Science Education Research for Evidence-based Teaching and Coherent Learning
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London, New York: Routledge.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W., & Mayer, J. (1998). *Naturwissenschaftsdidaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Howe, C., Tolmie, A., Greer, K., & Mackenzie, M. (1995). Peer collaboration and conceptual growth in physics: Task influences on children's understanding of heating and cooling. *Cognition and Instruction*, 13(4), 483-503.
- Korner, M., Urban-Woldron, H., & Hopf, M. (2013). *Cross-Age Peer Tutoring in Physik – Rolle und Lernerfolg*. Paper presented at the Jahrestagung der GDCP 2012 – Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen.
- Robinson, D. R., Schofield, J. W., & Steers-Wentzell, K. L. (2005). Peer and Cross-Age Tutoring in Math: Outcomes and Their Design Implications. *Educational Psychology Review*, 17(4), 327-362.
- Rohrbeck, C. A., Ginsburg-Block, M. D., Fantuzzo, J. W., & Miller, T. R. (2003). Peer-Assisted Learning Interventions With Elementary School Students: A Meta-Analytic Review. *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 240-257.
- Topping, K. J. (1996). The effectiveness of peer tutoring in further and higher education: A typology and review of the literature. *Higher Education*, 32(3), 321-345.
- Topping, K. J. (2005). Trends in Peer Learning. *Educational Psychology*, 25(6), 631-645.
- Urban-Woldron, H., & Hopf, M. (2012). Testinstrument zum Verständnis in der Elektrizitätslehre. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg.18.
- Zinn, B. (2009). Ergebnisse einer Pilotuntersuchung zur Unterrichtsmethode "Lernen durch Lehren". *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg 15, 325-329.