

## **Digitale Lernpfade im Mathematikunterricht: Auswirkungen auf die computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung von Schülerinnen und Schülern**

### **Theorie**

Der Beitrag beschäftigt sich mit digitalen Lernpfaden und der computerbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung (C-SWE). Dazu werden im Folgenden diese zentralen Begriffe und der Forschungsstand skizziert. Unter Lernpfaden werden nach der Definition von Roth (2015) computerbasierte Lernumgebungen verstanden, die Schüler\*innen strukturierte Pfade durch interaktive Materialien anbieten. Die Lernenden arbeiten eigenverantwortlich innerhalb eines Lernpfads und werden dabei durch verschiedene Aspekte, wie zum Beispiel Aufforderungen zum Protokollieren und Reflektieren ihrer Ergebnisse, unterstützt (Roth 2015). Das Konzept der SWE wurde von Bandura in den 1970er Jahren aufgestellt (Bandura, 1977). Es handelt sich dabei um ein psychologisches Konzept, welches die individuelle Überzeugung davon beschreibt, inwiefern die benötigten Fähigkeiten zur erfolgreichen Bewältigung einer Situation vorhanden sind (Bandura, 1977). Die C-SWE stellt eine bereichsspezifische Form der SWE dar (Spannagel & Bescherer, 2009). Sie bezieht sich auf die Einschätzung der eigenen Kompetenz im Umgang mit Computern und hat einen direkten Einfluss auf die Häufigkeit und Art der Computernutzung (Spannagel & Bescherer, 2009). In diversen Studien zur C-SWE hat sich herausgestellt, dass Erfahrungen im Bereich Computernutzung einen positiven Effekt auf die C-SWE haben kann (z. B. Cassidy & Eachus 2002, Spannagel & Bescherer, 2009). Es konnte außerdem festgestellt werden, dass die C-SWE auch durch kurze Auseinandersetzungen mit dem Computer signifikant positiv beeinflusst werden kann (Hertleif, 2017). Die Quantität der Computernutzung spielt im Vergleich zu ihrer Qualität eine geringfügigere Rolle (Cassidy & Eachus, 2002). Eine positive Atmosphäre und das Zuschreiben von mit der Computernutzung verbundenen positiven Erfahrungen zur eigenen Kompetenz werden hingegen als wichtige Einflussfaktoren beschrieben (Spannagel & Bescherer, 2009).

### **Untersuchung**

Im Zuge einer Interventionsstudie mit Prä- und Posttest, an der elf achte bzw. neunte Klassen von vier nordrhein-westfälischen Schulen teilgenommen haben ( $n = 303$ ), wurden verschiedene Aspekte, welche die Arbeit in einem Lernpfad beeinflussen können, in den Blick genommen. Bei den Schulen handelte es sich um drei Gymnasien und eine Gesamtschule. Unter anderem

wurden Daten zur C-SWE im Fach Mathematik erhoben. Im Rahmen der Intervention arbeiteten die Schüler\*innen in Zweiergruppen über sechs Schulstunden selbstständig in dem zur Verfügung gestellten digitalen Lernpfad. Sowohl im Prä- als auch im Posttest beantworteten die Schüler\*innen neben soziodemographischen Items, Items zur Erfassung der Mathematikleistung sowie zur Motivation, zu Vorkenntnissen im Bereich selbstständiges Lernen, zur Computernutzung und zur C-SWE. Es handelte sich bei den 17 Items zur C-SWE um eine gekürzte und angepasste Fassung des CUSE-D Fragebogens von Spannagel & Bescherer (2009) unter Einbezug eines Fragebogens zur mathematischen SWE von Tulis (2010). Ziel war es, die Testzeit auf eine Unterrichtsstunde zu beschränken und den Schüler\*innen ausreichend Zeit zur Bearbeitung des gesamten Testheftes zu geben. Für eine ausführliche Darstellung des Forschungsdesigns, der entwickelten Lernumgebung, sowie den Inhalten der Testhefte siehe Jedtke & Greefrath (akzeptiert). Im Zusammenhang mit den in der Theorie berichteten Forschungsergebnissen wird im Rahmen der Intervention eine positive Beeinflussung der C-SWE im Fach Mathematik erwartet. Um die Hypothese zu überprüfen, dass die C-SWE im Laufe der Intervention ansteigt, wurden die Daten kodiert und mittels SPSS und G\*Power ausgewertet.

## Ergebnisse

Zunächst werden einige deskriptive Informationen bezüglich der Stichprobe berichtet. Von den  $n = 303$  teilnehmenden Schüler\*innen, nahmen  $n = 256$  an beiden Testzeitpunkten teil und füllten den Fragebogen zur C-SWE aus. Etwas mehr als die Hälfte der Befragten gab an weiblich zu sein (55,9%), etwas weniger männlich (40,2%). Zehn Schüler\*innen gaben kein Geschlecht an (3,9%). Das Durchschnittsalter betrug 14 Jahre ( $M = 13,98$ ,  $SD = 0,58$ ). Ein Großteil der Schüler\*innen besitzt einen eigenen Computer (61,7%) oder hat Zuhause mindestens einen Computer zur Verfügung (36,7%). Allgemein wird der Computer Zuhause manchmal bis häufig genutzt (86,3%), jedoch nur von knapp einem Fünftel auch manchmal bis häufig für das Fach Mathematik (21,5%). Im Mathematikunterricht gaben die Schüler\*innen an, den Computer eher selten bis nie zu benutzen (92,5%). Bei der zu testenden Hypothese handelt es sich um eine gerichtete Unterschiedshypothese. Da es sich um eine Wiederholungsmessung handelt, liegt eine Abhängigkeit zwischen den Ergebnissen der beiden Messzeitpunkten vor. Die zu testende Nullhypothese besagt, dass der Mittelwert der C-SWE nach der Intervention niedriger bzw. unverändert zu der anfänglichen C-SWE ist. Da es sich um einen Mittelwertvergleich zwischen zwei Gruppen bzw. Messzeitpunkten handelt, bietet sich der t-Test für abhängige Stichproben als Signifikanztest an. Die C-SWE der Schüler\*innen wurde auf einer

vierstufigen Likert-Skala (1 = trifft nicht zu; 4 = trifft zu) abgefragt. Zwei Lernende füllten nicht genügend Items aus, um einen Mittelwert berechnen zu können. Der Mittelwert der C-SWE liegt zu beiden Messzeitpunkten im mittleren Bereich, wobei der Mittelwert zum zweiten Testzeitpunkt etwas geringer ausfällt. Die Mittelwertsdifferenz zwischen erstem ( $M = 2.84$ ,  $SD = 0.49$ ) und zweitem Messzeitpunkt ( $M = 2.46$ ,  $SD = 0.58$ ) konnte als höchst signifikant ( $t(253) = 12.014$ ,  $p < .001$ ) nachgewiesen werden. Da die Mittelwertsdifferenz die Richtung der Nullhypothese annimmt, kann diese somit nicht verworfen werden. Bevor jedoch die Alternativhypothese verworfen wird, werden die Effektstärke ( $d_z$ ) sowie die Teststärke ( $1-\beta$ ) für abhängige Stichproben in Abhängigkeit des Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) berechnet. Mithilfe der genannten Werte können Rückschlüsse auf die inhaltliche Bedeutsamkeit der nachgewiesenen statistischen Signifikanz gezogen werden. Die Mittelwerte der beiden Messzeitpunkte korrelieren positiv miteinander ( $r = 0.58$ ). Die daraus folgende Effektstärke deutet nach üblichen Konventionen auf einen mittleren Effekt hin ( $d_z = 0.75$ ). Mit einer Teststärke von Eins ( $1-\beta = 1$ ) sprechen alle Berechnungen somit für eine Annahme der Nullhypothese. Der Mittelwert der C-SWE bezogen auf das Fach Mathematik sinkt signifikant zwischen dem ersten und dem zweiten Messzeitpunkt.

## Diskussion und Ausblick

Das Ergebnis zur C-SWE im Bereich Mathematik widerspricht den zuvor angenommenen positiven Entwicklungen. Diese Vermutung ergab sich zum einen aus der Annahme, dass Schüler\*innen einer achten bzw. neunten Klasse im Allgemeinen über Erfahrung in der Computernutzung und die damit verbundene Medienkompetenz verfügen. Diese Vermutung wurde durch die allgemeine Nutzungshäufigkeit von weit über 80% der Schüler\*innen bestätigt. Gleichzeitig spielte der Computer im Mathematikunterricht nach Angaben der Schüler\*innen bisher kaum eine Rolle. Dies könnte einen Hinweis darauf geben, dass der in der Forschung beschriebene positive Effekt auf die C-SWE durch Erfahrungen im Bereich Computernutzung in der vorliegenden Stichprobe nicht zutrifft. Zum anderen ließen positive Effekte aus anderen, im Abschnitt „Theorie“ vorgestellten Untersuchungen darauf schließen, dass die C-SWE auch durch kurze Auseinandersetzung mit dem Computer positiv beeinflusst werden könnte. Beobachtungen aus Hospitationen während der Intervention ergaben im Allgemeinen eine positive, konzentrierte Arbeitsatmosphäre. Rückmeldungen der Lernenden zum Abschluss der Studie lassen jedoch darauf schließen, dass insbesondere die Bestätigung der Lehrkraft in Plenumsphasen vermisst wurde. Die dadurch angedeutete mangelnde Kompetenzerfahrung im fachlichen Bereich könnte auf die C-SWE übertragen worden sein. Weiterführende Zusammenhangs-

untersuchungen mit den Ergebnissen des vor der C-SWE Skala bearbeiteten Leistungstests sowie der abgefragten Selbsteinschätzung der Leistung lassen hier künftig vielleicht nähere Schlüsse zu. Die berichteten positiven Einflüsse wurden in allgemeineren Settings durchgeführt (Cassidy & Eachus, 2002) oder mit einer bereichs- bzw. programmspezifischen Skala erhoben (Hertleif, 2017). Aufgrund der Variabilität und Vielfältigkeit von Lernpfaden existiert bisher keine spezifische Skala. Deren Entwicklung wäre jedoch eine wünschenswerte Herausforderung für zukünftige Untersuchungen. Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse nicht auf alle Lernpfade übertragbar sind. Im Rahmen der Intervention handelte es sich um einen vergleichsweise langen Einsatz eines Lernpfads ohne Plenumsphasen. Außerdem wurde ein noch unbekanntes Thema selbstständig erarbeitet. Es wäre denkbar, dass sich eine schrittweise Heranführung an selbstständiges Arbeiten in einem Lernpfad und die damit einhergehende Erfahrung positiv auf die C-SWE auswirkt. Außerdem wäre es für zukünftige Untersuchungen interessant in einem Setting zu forschen, bei dem Schüler\*innen mittels eines Lernpfads mathematische Inhalte wiederholen. Auf diese Weise wären vermutlich keine bzw. weniger Unsicherheiten durch fehlendes Kompetenzgefühl im fachlichen Bereich vorhanden.

## Literatur

- Bandura, A. (1977): Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioural Change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Cassidy, S., Eachus, P. (2002): Developing the Computer User Self-Efficacy Scale. Investigating the Relationship between Computer Self-Efficacy, Gender and Experience with Computers. *Journal of Educational Computing Research*, 26(2), 133-153.
- Hertleif, C. (2017): Dynamic Geometry Software in Mathematical Modelling: About the Role of Programme-Related Self-Efficacy and Attitudes towards Learning with the Software. *Proceedings of the 13<sup>th</sup> ICTMT Conference*, 124 - 133.
- Jedte, E., & Greefrath, G. (akzeptiert). A Computer-Based Learning Environment about Quadratic Functions with different kinds of Feedback. Research Design and Pilot Study. In G. Aldon, J. Trgalova (Hrsg.), *Technology in Mathematics Teaching. Selected Papers of the 13<sup>th</sup> ICTMT Conference*, XX-XX, Springer.
- Roth, J. (2015): Lernpfade: Definition, Gestaltungskriterien und Unterrichtseinsatz. In J. Roth, E. Süß-Stepancik & H. Wiesner (Hrsg.), *Medienvielfalt im Mathematikunterricht. Lernpfade als Weg zum Ziel* (S. 3-25). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Spannagel, C., & Bescherer, C. (2009): Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung. *Notes on Educational Informatics - Section A: Concepts and Techniques*, 5(1), 23-43.
- Tulis, M. (2010): Individualisierung im Fach Mathematik: Effekte auf Leistung und Emotionen. In: F.W. Hesse (Hrsg.), *Wissensprozesse und digitale Medien*, Berlin: Logos.