Wie können Lehrer die positive Einstellung der Schüler zu Informations- und Kommunikationstechnologien in besseres Lernen umsetzen?

Forschungsnotizen 12

Von Center for Technology in Learning, SRI International
Dezember 2007

Texas Instruments
Ihre Erfahrung. Unsere Technologie. Mehr Lernerfolg.

Wie können Lehrer die positive Einstellung der Schüler zu Informations- und Kommunikationstechnologien in besseres Lernen umsetzen?

Die heutigen Schüler sind offen gegenüber Neuer Technologien. Das heißt aber nicht, dass sie damit auch besser lernen. Um diese zu ermöglichen, können Lehrer ihren Schülern mehr Verantwortung für ihr eigenes Lernen übertragen und Schüler mit substantiellen mathematischen Problemen herausfordern.
Die Vorteile sind hierbei eine Erhöhung der Ausdauer für die Lösung von Problemen und eine größere Bereitschaft, anspruchsvollere Probleme anzugehen, die ein tieferes Verstehen erfordern.

Leistungsstarke Werkzeuge können die Einstellung von Schülern verbessern

Neue Technologien im Allgemeinen und Grafikrechner im Besonderen können dazu beitragen, die affektiven Reaktionen von Schülern in Bezug auf mathematische Lernaufgaben zu verbessern (Kaput, 1989).
Eine kürzlich durchgeführte Meta-Analyse, in der das einstellungsbezogene Verhalten von Schülern in 18 Klassenzimmerexperimenten untersucht wurde, zeigte, dass Schüler, die im Unterricht Taschenrechner benutzen, eine deutlich bessere Einstellung zur Mathematik haben als Schüler, die keine Taschenrechner benutzen (Ellington, 2003). Forscher gingen der Frage nach, wie groß dieser Effekt ist. Das Ergebnis war, dass Taschenrechner sich auf die Einstellung der Schüler in etwa genauso auswirken wie andere Unterrichtsmethoden, die immer wieder empfohlen werden.
Eine bessere Einstellung führt nicht automatisch zu besserem Lernen. Erfahrene Lehrer nutzen die positive Einstellung, um die Erwartungshaltung ihrer Schüler zu erhöhen. Natürlich gibt es viele Möglichkeiten, mit denen Lehrer versuchen, die Erwartungen ihrer Schüler zuerhöhen, aber nicht alle sind erfolgreich. Nach der Untersuchung des Verhältnisses zwischen einer positiven Einstellung und der Ausdauer bei mathematischen Aufgaben, möchten wir zwei forschungserprobte Ansätzehervorheben, die die Erwartungen erhöhen und das Lernen verbessern.

Eine positive Einstellung führt zu mehr Ausdauer bei mathematischen Aufgaben

Die Schaffung einer positiven Einstellung der Schüler zur Mathematik ist ein wichtiges Ziel des Mathematikunterrichts. Forschungen der letzten 20 Jahre haben gezeigt, dass sich eine positive Einstellung des Schülers auch auf das Interesse an einem weiterführenden Studium und einer beruflichen Laufbahn in Bereichen auswirkt, die mit der Mathematik in Verbindung stehen (Haladyna u.a., 1983; Maple und Stage, 1991; Trusty, 2002). So hat beispielsweise eine vor kurzem durchgeführte Untersuchung von Daten aus Kanada, Norwegen und den USA, die im Rahmen der Third International Maths and Science Study (TIMSS) aufgenommen wurden, gezeigt, dass die Einstellung zur Mathematik das beste Anzeichen für die Teilnahme eines Schülers an weiterführenden Mathematikkursen darstellt (Ercikan u.a., 2005).

Besonders in der Sekundarstufe ist es wichtig, die Einstellung der Schüler zur Mathematik, einschließlich Selbstvertrauen, Interesse, Durchhaltevermögen und Neugier zu fördern. Forscher haben berichtet, dass die Begeisterung der Schüler für die Mathematik in den unteren Jahrgangsstufen der Sekundarstufe deutlich nachlässt und sich die Schere zwischen Jungen und Mädchen bezüglich ihres mathematischen Selbstvertrauens weiter öffnet, wobei Jungen hier im Vorteil sind (Dossey u.a., 1988; Strutchens u.a., 2004; Seegers & Boekaerts, 1996). Damit die Schüler ihr Interesse an fortgeschrittener Mathematik behalten, muss der Lehrer nicht nur Wissen und Fähigkeiten entwickeln, sondern auch die positive Einstellung gegenüber Mathematik. Eine positive Einstellung schafft einen fruchtbaren Boden, in den der Lehrer die Saat für tieferes Lernen einpflanzen und eine unabhängige und zeitgemäße Einstellung zur Mathematik entwickeln kann.

Geben Sie Ihren Schülern mehr Verantwortung für ihr eigenes Lernen

Indem Lehrer ihren Schülern einen Grafikrechner geben, können sie ihnen gleichzeitig mehr Verantwortung für ihr eigenes Lernen übergeben. Schüler können unterschiedliche Darstellungen interaktiv untersuchen und die Bedeutung von Darstellungen und ihre Beziehungen erforschen. Sie können an interaktiven Untersuchungen arbeiten, Datenerfassung aus der realen Welt und selbst Nachforschungendurchführen. Außerdem können sie ihre Arbeit selbst einschätzen und Fehler selbst entdecken.

Eine wichtige Theorie der Schülerverantwortung zum Lernen nennt sich "Selbstregulierung". Selbstregulierende Lerner zeigen eine weiterentwickelte Fähigkeit, ihre Gedanken, Gefühle und Handlungen zur Unterstützung des Lernprozesses zu kontrollieren (Zimmerman, 1998; 2000). Schüler, die selbstreguliertes Lernen erfahren haben, denken, dass das Lernen von ihren eigenen emotionalen, kognitiven und reflektierenden Prozessen abhängt (und sind eher in der Lage, ohne die Anwesenheit eines Lehrers zu lernen) (Zimmerman, 1998). Bei der Lösung mathematischer Probleme analysieren diese Schülerinnen und Schüler ein gegebenes Problem sorgfältig, wählen eine geeignete Strategie aus und überwachen den Problemlösungsprozess, wobei sie eine interne Rückmeldung entwickeln, um den Erfolg ihres Arbeitsaufwands zu bewerten (Page & Smith, 2002). Außerdem wissen sie, wie sie bei auftretenden Schwierigkeiten mit Frustration umgehen und an der Lösung weiterarbeiten (Corno, 1993). Zusammengefasst ermöglicht selbstreguliertes Lernen sowohl den "Willen" als auch die "Fähigkeit" zum Lernen (Pintrich & DeGroot, 1990) und ihr Verhalten zur Lösung eines Problems ähnelt dem Verhalten von Experten (Schoenfeld, 1989). Je mehr Verantwortung Schüler für ihr eigenes Lernen übernehmen, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie selbst dazu beitragen, dass ihre Anstrengungen erfolgreich sind, was wiederum die Einsatzbereitschaft und Ausdauer erhöht (Hagen & Weinstein, 1995; Pintirch, 1994).

Forschungen im Klassenzimmer haben gezeigt, dass Selbstregulierung explizit unterrichtet werden kann und dass Schüler davon profitieren (De Corte u.a., 2000; Pape, Bell, & Yetkin, 2003). So wurden beispielsweise in einer Klassenzimmer-Untersuchung in Israel die Effekte einer Kombination aus selbstreguliertem Lernen und CAS-Systemen (Computer Algebra Systems), untersucht (Kramarski & Hirsch, 2003). Schüler wurden zufällig einer Gruppe zugewiesen, die nur mit CAS arbeitete, und einer anderen Gruppe, die mit CAS und SRL arbeitete, zugewiesen. Die CAS + SRL Gruppe hat Unterricht in Selbstregulierung erhalten (z.B. Fragen zum Verstehen eines Problems, zur Entwicklung von Beziehungen zwischen Bekanntem und Unbekanntem, zur Entwicklung von Strategien und zur Reflexion der Prozesse oder der Lösung). Obwohl die Anzahl der an der Studie beteiligten Schüler eher klein war (43 Schüler), hat die Studie eine signifikante Effektivität der Kombination aus CAS und SRL belegt: die CAS + SRL Schüler übertrafen die CAS Schüler im algebraischen Denken deutlich. Darüber hinaus waren die CAS + SRL Schüler in der Lage, selbstregulierte Fähigkeiten zur Lösung eines neuen Problems effizienter einzusetzen als die CAS Schüler.

Fordern Sie Ihre Schüler mit Problemen, Verwirrungen und tiefgründigen Fragen

Wenn Schüler stark motiviert sind (wie durch die Verwendung von Technologie im Mathematikunterricht), sind sie eher bereit, tiefergehende mathematische Herausforderungen anzunehmen. Problem-basiertes Lernen (PBL) ist eine erzieherische Strategie, die das Lernen rund um eine motivierende Frage herum anordnet und Schülern die Gelegenheit gibt, Problemlösungen, Entscheidungen und Untersuchungen zu entwickeln. Oft führt dies zu Produkten oder Präsentationen (Thomas, 2000). Forscher haben zwei Schlüsselfaktoren identifiziert, die erfolgreiches PBL erleichtern (Erickson, 1999; Roh, 2003; Thomas, 2000). Ein Ansatz für PBL, der speziell für den Mathematikunterricht empfohlen wird, ist die "Problematisierung von Matheaufgaben"— der Unterricht beginnt mit Problemen oder Fragen, für die die Schüler bisher keine bekannten Routinen bzw. Antworten haben, sodass die Schüler gezwungen sind, Probleme zu untersuchen, Hypothesen aufzustellen, nach Lösungen zu suchen und Nichtübereinstimmungen durch mathematisches Denken und Folgern zu lösen (Hiebert u.a., 1996).

Eine Langzeitstudie mit rund 300 britischen Schülern (11-13 Jahre) an zwei vergleichbarer Schulen, bei der neben Vor- und Nachtests auch Fallstudien durchgeführt wurden, ergab hierfür starke Beweise (Boaler, 1998, 1999). Die Studie untersuchte das Lernen von Schülern, das sich aus zwei gegensätzlichen Unterrichtsmethoden an zwei Schulen ergab— in einer Schule PBL mit dem Ziel, mathematisches Wissen und Fähigkeiten anzuwenden, während in der anderen Schule traditioneller Unterricht mit kurzen, in sich geschlossenen Übungen auf der Grundlage von Lehrbüchern erfolgte. Die Ergebnisse dieser nationalen Studie zeigen, dass Schüler der PBL Schule die Leistungen der Schüler der traditionellen Schule deutlich übertrafen, insbesondere bei Fragen zum Begriffsverständnis. Die Studie hat ebenfalls gezeigt, dass PBL Schüler ein flexibleres Wissen entwickelten, das sie in die Lage versetzte, neue Aufgaben erfolgreich zu lösen. Desweiteren hat die Mehrheit der befragten PBL Schüler keine Diskrepanzen zwischen der in der Schule unterrichteten Mathematik und der Mathematik in der "echten Welt" gesehen, während keiner der traditionell unterrichteten Schüler diese Ansicht vertrat. Die Forschung hat außerdem gezeigt, dass diverse Schülerpopulationen - Mädchen, Nicht-Muttersprachler und Schüler mit unterschiedlichen Leistungsständen— vom PBL-Ansatz profitieren und im Durchschnitt bessere Ergebnisse erzielen als beim traditionellen Mathematikunterricht (Boaler 1998; Mevarech & Kramarski, 1997; NCES 1996).

Quellen:

Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics approaches: student experiences and understandings. *Journal for Research in Mathematics Education, 29*, 41-62.

Boaler, J. (1999). Participation, Knowledge and Beliefs: A Community Perspective on Mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics, 40*, 259-281.

Corno, L. (1993). The best-laid plans: Modern conceptions of volition and educational research. Educational Researcher, 22(2), 14-22.

De Corte, E., Verschaffel, L. and Op't Eynde, P., 2000. Self-regulation: a characteristic and a goal of mathematics education. In: Boekaerts, M., Pintrich, P.R. and Zeidner, M., Editors, 2000. Handbook of self-regulation, Academic Press, San Diego, CA, pp. 687-726.

Dossey, J. A., Mullis, I. V. S., Lindquist, M. M., & Chambers, D. L. (1988). *The mathematics report card. Are wee measuring up? Trends and achievement based on the 1986 national assessment.* Princeton, NJ: Educational Testing Service.

Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*. *34*(5), 433-463.

Ercikan, K., McCreith, T., & Lapointe, V. (2005). Factors associated with mathematics achievement and participation in advanced mathematics courses: An examination of gender differences from an international perspective. School Science and Mathematics, 105(1), 5-14.

Erickson, D. K. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *Mathematics Teacher, 92*(6), 516-21.

Hagen, S. and Weinstein, C. E. (1995). Achievement goals, self-regulated learning, and the role of classroom context. In: P. R. Pintrich, *Editor, New directions for teaching and learning* (pp. 43-55). San Francisco: Jossey-Bass.

Haladyna, T., Shaughnessy, J., and Shaughnessy, J. M. (1983). A causal analysis of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 14*(1), 19-29.

Hiebert, J., Carpenter, T.P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A., & Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction.: The case of mathematics. *Educational Researcher 25*(4), 12-18.

Kaput, JJ (1989). Information technologies and affect in mathematical experiences. In DB McLeod & VM Adams (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving* (pp. 89-103). New York: Springer-Verlag.

Kramarski, C. Hirsch (2003) Using computer algebra systems in mathematical classrooms. *Journal of Computer Assisted Learning 19*(1), 35-45.

Maple, S. A., and Stage, F. K. (1991). Influences on the choice of math/science major by gender and ethnicity. American Educational Research Journal, 28(1), 37-60.

Page, S. and Smith, C. (2002). Self-regulating mathematics skills. *Theory Into Practice, 41*(2), 93-101.

Mevarech, Z. R., & Kramarsky., B. (1997). From verbal descriptions to graphic representations: stability and change in students' alternative conceptions. Educational Studies in Mathematics, 32(3), 229-262.

National Center for Education Statistics. (1996). *Pursuing Excellence: A Study of U.S. Eighth-Grade Mathematics and Science Teaching, Learning, Curriculum, and Achievement in International Context* (NCES 97-198). Washington D.C.: NCES.

Pape, S., C. Bell, et al. (2003). "Developing Mathematical Thinking and Self-regulated Learning: A teaching experiment in a seventh grade mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics 53*, 179-202.

Pintrich, P.R. (1994). Student motivation in the college classroom. In K.W. Prichard & R. McLaren Sawyer (Eds.), *Handbook of college teaching: Theory and applications* (pp. 23-44). Westport, CT: Greenwood.

Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 33-40.

Roh, K. H. (2003). Problem-based learning in Mathematics. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 472 725). Available at: http://www.ericdigests.org/2004-3/math.html.

Seegers, G., & Boekaerts, M. (1996). Gender-related differences in self-referenced cognitions in relation to mathematics. Journal for Research in Mathematics Education, 27, 215-240.

Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching mathematical thinking and problem solving. In L.B. Resnick & L.E. Klopfer (Eds.), *Toward the thinking curriculum: Current cognitive research* (pp. 83-103). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Strutchens, M. E., Lubienski, S. T., McGraw, R., and Westbrook, S. K. (2004). NAEP findings regarding race and ethnicity: Students' performance, school experiences, attitudes and beliefs, and family influences. In P. Kloosterman and F. K. Lester, Jr. (Eds.), *Results and interpretations of*