

Warum sollten Lehrer/innen Technologie in ihrem Klassenzimmer einsetzen?

Forschungsnotizen 8

Von Center for Technology in Learning, SRI International
Dezember 2007



Ihre Erfahrung. Unsere Technologie. Mehr Lernerfolg.

Warum sollten Lehrer/innen Neue Technologien in ihrem Klassenzimmer einsetzen?

*Neue Technologien können den mit langwierigen Berechnungen verbundenen Aufwand reduzieren und das Augenmerk der Schüler auf andere wichtige Aufgaben der Mathematik lenken. So ist es zentral und wichtig, dass sich Mathematik mit Neuen Technologien so darstellen lässt, dass die Schüler Begriffe und Konzepte leichter verstehen. Dies kann Lehrern helfen, besser zu lehren, **wie** und **was** Schüler lernen.*

Zwei Gründe für den Einsatz Neuer Technologien: Berechnung und Darstellung

Der Einsatz von Werkzeugen und Hilfsmitteln hat in der mathematischen Lehre eine lange Tradition. So werden beispielsweise in vielen Ländern die Grundrechenarten auch heute noch mit Hilfe eines Abakus eingeführt. Dies hat zwei Gründe: Erstens unterstützt der Abakus das Rechnen. Zweitens ist der Abakus geeignet, um Mathematik zu visualisieren, was den Schülern hilft, Begriffe und Verfahren besser zu verstehen.

Berechnung und Darstellung gehen Hand in Hand, sowohl historisch als auch in der Gegenwart. So verwenden zum Beispiel viele Lehrer in Grundschulen gegenständliche Hilfsmittel wie Geobretter (mit denen Kinder geometrische Figuren erzeugen können, indem sie Gummibänder über ein Nagelraster spannen) oder Stellenwerttafeln (mit denen Kinder ein physisches Modell zum Stellenwertsystem erhalten, in dem der Wert "473" vier Hunderter, sieben Zehner und drei Einer bedeutet). In weiterführenden Schulen werden dann fortgeschrittene Werkzeuge, insbesondere elektronische Werkzeuge eingesetzt. Diese helfen den Schülern beim Lernen, indem sie Berechnungen unterstützen und abstrakten Konzepten eine greifbarere Gestalt geben. Wir gehen heute davon aus, dass gegenständliche Lernhilfen die richtige Form für die Grundschule sind, für weiterführende Schulen aber IKT-basierte Werkzeuge eine gute Hilfe darstellen können (Kaput, 1992; Kaput 2007).

Viele Untersuchungen zeigen, dass IKTs (Informations- und Kommunikationstechnologien) das Lernen unterstützen können, sofern sie richtig in Lehrmethoden, Lehrpläne und Bewertungen eingebunden werden (Means & Haertel, 2004). Für besondere Themenbereiche sollten Lehrer die Möglichkeiten eines integrierten Einsatzes von IKT im Mathematikunterricht überlegen. In dieser Forschungsnotiz möchten wir zwei Elemente erfolgreicher Einbindung besprechen: das Fokussieren der Denkweise der Schüler und das Greifbarmachen von Begriffen und Konzepten.

Fokussieren der Denkweise der Schüler

Alle Menschen stoßen beim Lösen von Aufgaben an Grenzen, was die Anzahl der Ebenen oder Details angeht, die sie im Auge behalten können. Zusätzlich zur unvermeidlichen Schwierigkeit einer speziellen mathematischen Aufgabe können Schüler vor weiteren *kognitiven Belastungen* (z. B. Denkschwierigkeiten) in Bezug auf das verwendete Material oder Werkzeug stehen. Lehrer sollten Bereiche, die für das aktuelle Lernziel nicht im Mittelpunkt stehen, ausgrenzen und die Schüleraktivität auf Punkte lenken, die für das Lernziel zentral sind (Sweller, 1988). Neue Technologien können in dem Maß hilfreich sein, in dem sie das Denken des Schülers auf das Wesentliche konzentrieren.

Was wichtig und zentral ist, hängt vom mathematischen Thema und vom Alter des Schülers ab. In der Grundschule ist die flüssige Beherrschung der Grundrechenarten ein wichtiges Lernziel. Neue Technologien sind hier wohl nicht das geeignete Mittel, dieses Denken beim Schüler zu verankern. In der weiterführenden Schule haben die Schüler jedoch die Grundrechenarten erlernt und sollten sich auf weiterführende Tätigkeiten und Konzepte konzentrieren können. Hier können Hilfen zur fortgeschrittenen Berechnung von großer Bedeutung sein.

So kann es der Einsatz von Taschenrechnern, die den Schülern die Berechnung von Einzelheiten abnehmen, Lehrern ermöglichen, die Konzentration besser auf folgende Punkte zu lenken (Burrill et al., 2002; Ellington, 2003):

- Realistische Aufgaben
- Erforschen und Verstehen mit multiplen Darstellungen
- Entwicklung flexibler Strategien
- Mathematische Bedeutung stärker herausstellen

Moderne IKTs können nicht nur Berechnungen durchführen; sie können auch die graphische Darstellung ermöglichen, algebraische Termumformungen durchführen, geometrische Konstruktionen ermöglichen usw.

Konzepte greifbar machen

Nach Piaget entwickeln Kinder zunächst konkrete Vorstellungen und erst später abstrahieren sie davon (Piaget, 1970). Bei der Entwicklung neuer Lernumgebungen ist es oft hilfreich, diese Denk- und Handlungsebenen miteinander in Beziehung zu sehen: dem Schüler mit Hilfe konkreter Visualisierungen einen abstrakten Gedanken zu vermitteln. Beispielsweise ist es einfacher zu verstehen, wie die Variable m in $f(x) = mx + c$ die Steigung verkörpert, wenn der Graph der Funktion gezeichnet wird und der Schüler die Beziehung zwischen m und dem Kurvenverlauf (Steigung) untersuchen kann (Roschelle et al., 2007).

Obwohl Gedanken auch durch Zeichnungen auf Papier oder an der Tafel veranschaulicht werden können, sind solche Zeichnungen oft nicht geeignet, um mathematische Prinzipien zu vermitteln. So denken zum Beispiel viele Schüler, dass ein Dreieck gleichschenkelig ist, wenn es wie ein gleichschenkliges Dreieck aussieht, abstrahieren also nicht von einer gegebenen Zeichnung. Mit Dynamischer Geometriesoftware auf IKT-Basis können Schüler etwa eine Ecke einer geometrischen Dreiecks konstruktion „greifen“ und ziehen und beobachten, wie sich das Dreieck dabei verhält. Durch „Spielen“ mit dieser greifbaren Abbildung können Schüler ein Verständnis für den formalen Nachweis entwickeln, der wesentlich abstrakter ist.

Wenn abstrakte Konzepte mittels Technologie greifbar gemacht werden können, so können Lehrer einfacher (Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Roschelle u.a., 2001; diSessa, 2001)

- auf die vorhandenen Kenntnisse und Fähigkeiten der Schüler aufbauen,
- die Beziehungen zwischen mathematischen Konzepten hervorheben,
- Abstraktionen mit echten Szenarien in Verbindung setzen,
- auf häufige Missverständnisse eingehen,
- fortgeschrittenere Konzepte vorstellen.

Mathematik besser unterrichten und bessere Mathematik unterrichten

Wie bereits in anderen Forschungsnotizen dieser Serie besprochen, lässt sich der Mathematikunterricht durch die Integration Neuer Technologien in das Klassenzimmer verbessern. Außerdem können Lehrer Technologien einsetzen, um „bessere“ Mathematik in den Unterricht zu bringen (Roschelle u.a., 2000). So können Lehrer beispielsweise den Schwerpunkt vom Auswendiglernen reiner Fakten und Durchführen von Routineberechnungen auf das Entwickeln von Konzepten, Entdecken von Ideen, Begründen von Lösungen und Verstehen von Beziehungen – also das eigentlich Wichtige in der Mathematik – verlagern (Heid, 1988). Zusätzlich haben Lehrer die Möglichkeit, fortgeschrittene mathematische Themen früher im Unterricht zu behandeln. Beide Vorteile – sowohl das bessere Unterrichten von Mathematik als auch das Unterrichten besserer Mathematik – sollten bei der Planung des Technologieeinsatzes in Schulen und der beruflichen Entwicklung der Lehrer berücksichtigt werden.

Quellen:

- Bransford, J.D., Brown, A.L., and Cocking, R.R. (Eds) (1999). *How people learn: Brain, mind, experience and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Burrill, G., Allison, J., Breaux, G., Kastberg, S., Leatham, K., & Sanchez, W. (2002). *Handheld graphing technology in secondary school mathematics: Research findings and implications for classroom practice*. Dallas, TX: Texas Instruments. Available at <http://education.ti.com/sites/US/downloads/pdf/CL2872.pdf>.
- diSessa, A. A. (2001). *Changing minds: computer, learning, and literacy*. Cambridge (Mass.): The MIT Press.
- Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in pre-college mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(5), 433-463.
- Heid, M. K. (1988). Resequencing skills and concepts in applied calculus using the computer as a tool. *Journal for Research in Mathematics Education*, 19(1), 3-25.
- Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education. In D. Grouws (Ed.), *A handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 515-556). New York: Macmillan.
- Kaput, J. (2007). Technology becoming infrastructural in mathematics education. *Models & Modeling as Foundations for the Future in Mathematics Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Means, B., & Haertel, G. (Eds.). (2004). *Using technology evaluation to enhance student learning*. New York: Teachers College Press.
- Piaget, J. (1970). *Structuralism*. New York: Basic Books.
- Roschelle, J., Pea, R., Hoadley, C., Gordin, D., & Means, B. (2000). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The Future of Children*, 10(2), 76-101.
- Roschelle, J., Tatar, D., Shechtman, N., Hegedus, S., Hopkins, B., Knudsen, J., Stroter, A. (2007). *Can a Technology-enhanced Curriculum Improve Student Learning of Important Mathematics?* (SimCalc Technical Report 1). Menlo Park, CA: SRI International. Available at: <http://math.sri.com/publications/index.html>.
- Sweller, J., Cognitive load during problem solving: *Effects on learning, Cognitive Science*, 12, 257-285 (1988).