Warum TI-Nspire™? Welcher pädagogische Wert kann in Klassen im Vergleich zur früheren Grafikrechnertechnologie entwickelt werden?

Forschungsnotizen 9

Von Center for Technology in Learning, SRI International Dezember 2007



Ihre Erfahrung. Unsere Technologie. Mehr Lernerfolg.

Warum TI-Nspire™? Welcher pädagogische Mehrwert kann in Klassen im Vergleich zur früheren werden?

TI-Nspire[™]-Technologie erweitert die bisherige Grafikrechnertechnologie in Übereinstimmung mit Empfehlungen aus Forschung und Praxis. Zwei wichtige neue Möglichkeiten sind (1) dynamisch verknüpfte Darstellungen und (2) das Speichern und Abrufen von Schülerarbeitsblättern.

Dynamisch verknüpfte Darstellungen

Moderne Lehrmaterialien für den Mathematikunterricht bauen auf der Erkenntnis auf, dass Schüler mehr lernen (können), wenn mathematische Konzepte auf mehrere Arten dargestellt werden. Neue Technologien können über die Möglichkeiten von Büchern hinausgehen, indem sie es den Schülern ermöglichen, mit unterschiedlichen Darstellungen wie Diagrammen, Tabellen, symbolischen und geometrischen Darstellungen zu arbeiten. Wir wissen heute, dass ein angemessener Einsatz von Grafikrechnern im Klassenzimmer das Lernen von Schülern verbessern kann, dass Konzepte besser verstanden und Aufgaben besser gelöst werden können (Ellington, 2003). Dabei unterscheiden sich verschiedene Grafikrechner in der Qualität ihrer Darstellungen. Der TI-Nspire unterscheidet sich durch drei entscheidende Merkmale von seinen Vorgängern:

- Klare Darstellung. Der TI-Nspire zeigt Diagramme in höherer Qualität an und stellt mathematische Ausdrücke so dar wie in es in der Mathematik und in Lehrbüchern üblich ist (z. B. $\frac{1}{3}x^2$ anstatt 1/3 x^2).
- Greifen und Verschieben. Die Funktion "Greifen und Verschieben" des TI-Nspire ermöglicht es den Schülern eine Gerade, Kurve oder die Achsenposition zu verschieben und die Auswirkung der Veränderung sowie die mathematischen Beziehungen zu beobachten.
- Mehrere Darstellungen auf demselben Bildschirm. Der TI-Nspire zeigt bis zu vier Darstellungen algebraisch, graphisch, geometrisch, numerisch und textlich auf demselben Bildschirm. Diese Darstellungen können dynamisch verknüpft sein, so dass Änderungen bei einer Darstellung automatisch in die anderen Darstellungen übertragen werden. Änderungen können also gleichzeitig in mehreren Darstellungen verfolgt werden.

Es wird sicherlich noch vieler Untersuchungen bedürfen, um zu zeigen, wie die Möglichkeiten des TI-Nspire das Lernen verbessern. Lehrer werden auf einer breiteren Forschungsgrundlage sowohl stärkere pädagogische Einblicke als auch Hinweise auf die Effektivität ihres Unterrichts erhalten. Untersuchungen zeigen, dass Schüler Konzepte leichter verstehen (können), wenn diese in mehreren Darstellungsformen repräsentiert werden (Davis & Maher, 1997; Kaput, 1992; Kaput, Noss, & Hoyles, 2002). Eine kürzlich durchgeführte größere Untersuchung von SimCalc, die auf mathematischen Darstellungen auf Grafikrechnern basierte, gab Hinweise auf eine größere Effektivität (Roschelle et al., 2007). Mit der Einbeziehung von 95 Lehrern und mehr als 1600 Schülern war die Studie auf ein hohes Forschungsdesign ausgelegt. Eine weitere experimentelle Studie mit 128 Schülern im Alter von 12–14 Jahren ergab, dass Schüler, deren Unterricht die folgenden Aspekte betonte:

- (a) Darstellung mathematischer Aufgaben in mehreren Formaten,
- (b) Einbettung in aussagekräftige Kontexte und
- (c) kooperative Arbeitsformen nutzten,

in entsprechenden Tests deutlich besser abschnitten (Brenner, Mayer, Moseley, Brar et al., 1997). Darüber hinaus zeigte die Studie, dass durch die darstellungsorientierte Vermittlung unabhängig von der Muttersprache dieselben Lernerfolge erzielt wurde; spanischsprechende Schüler erzielten dieselben Lernerfolge wie englischsprechende Schüler.

Speichern und Abrufen der Arbeit der Schüler

Während Schüler ihre auf Papier erledigten Arbeiten aufbewahren und überarbeiten können, ist dies bei den meisten Grafikrechnern nicht möglich. Mit der TI-Nspire Technologie können Schüler und Lehrer eine Folge mathematischer Arbeitsschritte erstellen, bearbeiten und in einem Dokument speichern, das später erneut verwendet werden kann. Untersuchungen legen nahe, dass das Speichern und Abrufen sowohl das Lehren als auch das Lernen verbessern kann. Dies geschieht durch:

- Verbesserung der Reflexion. Schüler lernen mehr, wenn sie zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal über ihre Arbeit nachdenken und diese nachbearbeiten; Lehrer können gespeicherte Arbeiten als Ausgangspunkt für ein Unterrichtsgespräch sowohl mit einzelnen Schülern als auch für Gespräche mit der gesamten Klasse nutzen.
- Ermöglichen einer Leistungsbeurteilung. Durch das nachträgliche Besprechen gespeicherter Arbeiten mit den Schülern kann der Lehrer den Lernprozess der Schüler beobachten und seinen Unterricht entsprechend anpassen.
- Erhöhen der akademischen Lernzeit. Indem Schüler ihre Arbeit speichern und zu Hause, in einer anderen Unterrichtsstunde oder in einer Arbeitsgruppe fortsetzen, können sie länger an einer Aufgabe arbeiten. Lehrer können gespeicherte Arbeitsblätter einsammeln und durchsehen, wann es ihre Zeit ermöglicht; sie können auch Dokumente vorbereiten, damit die Schüler weniger Zeit mit der Konfiguration eines Bildschirms und damit mehr Zeit mit dem Lösen der Aufgaben verbringen können.

Das Reflektieren ist ebenso wie das Aufstellen von Hypothesen, Verallgemeinern, Abstrahieren oder Kritisieren ein wichtiger Bestandteil mathematischer Arbeitsweisen und ein zentraler Punkt beim tieferen Verstehen von Mathematik (Wheatley, 1992). Freudenthal (1983) geht davon aus, dass der Kern des mathematischen Arbeitens darin besteht, den eigenen Blickwinkel zu verändern, um einen tieferen Einblick zu gewinnen. In neuerer Zeit werden eigenreflektierte Aktivitäten wie z. B. durch den Lehrer unterstützte Diskussionen, in denen Schüler eigene Erklärungen erarbeiten, als für das Lernen erfolgversprechend erkannt (Grouws & Cebulla, 2000; The Access Center, 2006).

Leistungsbeurteilung fußt auf der Idee, dass sich der Lernerfolg eines Schülers durch eine frühe konstruktive Rückmeldung innerhalb des Lernprozesses verbessern lässt. Ein früherer Präsident der American Educational Research Association schrieb:

"Damit die Beurteilung eine nutzbringende Rolle bei der Lernunterstützung erhält, muss sie mehr in die Lehr- und Lernprozesses integriert werden, anstatt lediglich am Ende des Prozesses angehängt zu werden." (Shepard, 2000, S. 10)

Untersuchungen zeigen einen starken Zusammenhang zwischen einer Verlängerung der effektiven Lernzeit und einer Steigerung der Leistungen von Schülern (Wang, Haertel, & Walberg, 1993/1994). Gut ausgefüllte Lernzeit ist besonders für schwächere Schüler wichtig; die Verbesserung kommt vor allem daher, dass schwächere Schüler angeregt werden, mehr Zeit mit ihrer Tätigkeit zu verbringen und dabei Erfolge erfahren. Bei solchen Schülern verringert die Ausweitung der Lernzeit ihre Ängste und verbessert ihre Lernergebnisse (Cotton, 1989).

Quellen:

- Brenner, M., Mayer, R., Moseley, B., Barr, T., Durán, R., Smith Reed, B. et al. Learning by understanding: The role of multiple representations in learning algebra. American Educational Research Journal. 34 (4), 663-689.
- Cotton, K. (1989). Educational Time Factors. (School Improvement Series, Close-Up #8). Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory. Abgerufen am 31. März 2006 unter http://www.nwrel.org/scpd/sirs/4/cu8.html
- Davis, R. B., & Maher, C. A. (1997). How students think: The role of representations. In L. D. English (Hrsg.). Mathematical reasoning: Analogies, metaphors, and images (S. 93-115). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics Shepard, L. A. (2000). The role of assessment in a learning culture. Educational classes. Journal for Research in Mathematics Education. 34(5), 433-
- Freudenthal, H. (1983). Mathematics as an educational task. Dordrecht, Niederlande: Kluwer.
- Grouws, D., & Cebulla, K. (2000). Improving student achievement in mathematics. Part 1: Research findings. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. Verfügbar unter http://www.stemworks.org/digests/dse00-09.html
- Kaput, J. (1992). Technology and mathematics education. In D. Grouws (Hrsg.). A handbook of research on mathematics teaching and learning (S. 515-556). New York: MacMillan.

- Kaput, J., Noss, R., & Hoyles, C. (2002). Developing new notations for a learnable mathematics in the computational era. In L. D. English (Hrsg.). Handbook of international research on mathematics education (S. 51-75). Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- 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. Verfügbar unter: http://math.sri.com/publications/index.html.
- The Access Center. Strategy/implicit instruction and mathematics. Abgerufen am 2. Dezember 2007 unter $http://www.k8 access center.org/training_resources/documents/Mat$ hStrategy Instruction Application Final.pdf
- Researcher, 29(7), 4-14. Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1993/1994). Synthesis of research: What helps students learn? Educational Leadership, 51(4),
- Wheatley, G.H. (1992). The role of reflection in mathematics learning. Educational Studies in Mathematics, 23, 529-541.