

H.-J. Elschenbroich, G. Greefrath (Hrsg.)

Mathematikunterricht mit digitalen Medien und Werkzeugen

Unterricht, Prüfungen und Evaluation

**Bericht von der Casio-Veranstaltung „Round Table“
vom 20. bis 21. März 2009**

2 Digitale Medien und Werkzeuge im Mathematikunterricht

Spricht man von „Mathematikunterricht mit digitalen Medien und Werkzeugen“, wirft dies gleich die Frage nach der Klärung der verwendeten zentralen Begriffe *digitale Medien* und *digitale Werkzeuge* auf. Gibt es Unterschiede oder handelt es sich um bedeutungsgleiche Begriffe?

Ein *Medium* ist im Allgemeinen als Träger oder Übermittler von Informationen zu verstehen. In didaktischer Sicht können Medien Lehr- und Lernprozesse vielfältig unterstützen, sowohl durch Informationsvermittlung zwischen Lehrkraft und Lernenden als auch als Werkzeug in Schülerhand. Digitale Medien sind durch rechnergestützte Handhabung, das digitale Vorliegen der Daten und Interaktivität im Umgang gekennzeichnet. Die Bandbreite geht von Computern und zugehöriger Software bis iPod, Digitalkamera, Handy, DVD-Player, Playstation, also sicher über den unterrichtlichen Bereich hinaus.

Ein *Werkzeug* ist ein Hilfsmittel, um auf etwas einzuwirken. Unter Werkzeug im unterrichtlichen Zusammenhang verstehen wir flexibel einsetzbare Hilfsmittel beim Lehren und Lernen. In diesem Sinne hat sich der Begriff des Lernwerkzeugs durchgesetzt. Im Unterrichtsalltag geht die Spannweite von Heft und Stift, Tafel und Kreide, Zirkel und Lineal bis zu Taschenrechnern und Computerprogrammen. Gute Lernwerkzeuge sorgen für eine Arbeitserleichterung und ermöglichen bzw. unterstützen wichtige Lernaktivitäten.

Entscheidend ist der Aspekt der (mehr oder weniger) universellen Einsetzbarkeit. Lernwerkzeuge sind nicht nur für einen speziellen Aspekt eines Themas hergestellt (ein Übungsprogramm zur Addition von Brüchen oder ein Arbeitsblatt fiele also z.B. nicht darunter), sondern können an vielen Stellen im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden. Schülerinnen und Schüler müssen dazu auch ggf. eine Wahl treffen, wann welches Werkzeug eingesetzt wird. Digitale Werkzeuge sind dann z.B. Computerprogramme, die flexibel im Mathematikunterricht eingesetzt werden können wie Tabellenkalkulation, Dynamische Geometrie-Software und Computeralgebra, aber auch allgemeine Software wie Textverarbeitung, Präsentations-Software, Internet-Browser, Mindmapping-Software etc.

In der Mathematik und im Mathematikunterricht werden Werkzeuge seit eh und je genutzt, angefangen mit Pflöck und Schnur, Zirkel und Lineal, Geodreieck, weiter mit Ellipsenzirkel und Pantographen oder Logarithmentafeln und Rechenmaschinen, um nur einige zu nennen. In den letzten Jahrzehnten ist diese Werkzeugpalette nur durch ‚neue‘, digitale Werkzeuge ergänzt worden. Mit den verfügbaren Werkzeugen ändert sich auch das Verständnis von Operationen. Waren früher einfache Additionen und Multiplikationen Grundoperationen, so machte der Taschenrechner beispielsweise das Berechnen von Wurzeln, das Potenzieren oder Logarithmieren zu Grundoperationen, der Funktionenplotter das Zeichnen von Funktionsgraphen, die Computeralgebra das Gleichungslösen, Differenzieren, Integrieren oder Matrizenrechnen. War früher mit Zirkel und Lineal das Zeichnen von Punkten, Geraden und Kreisen eine Grundoperation, so machte das Geodreieck das Konstruieren von Senkrechten und Parallelen zur Grundoperation. Dynamische Geometrie-Software (DGS), wie beispielsweise: DynaGeo, GeoGebra, Geonext, fügt das Konstruieren von Mittelsenkrechten, Winkelhalbierenden, das dynamische Messen von Abständen und Winkeln und das Zeichnen von Ortslinien hinzu.

Bei der Diskussion um den Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht geht es natürlich wesentlich um das Lehren und Lernen von Mathematik. Von den Vorstellungen der „Kunst des Beybringens“ ist man abgekommen. Heutzutage geht man davon aus, dass die Schüler nicht mit dem *Nürnberger Trichter* oder neuzeitlicher mit *Sender-Empfänger-Modellen* von den Lehrern

etwas ‚beigebracht‘ bekommen. Lernen wird nicht mehr vorrangig als Wissenstransfer vom Wissenden (Lehrer) zum Unwissenden (Schüler) verstanden, sondern als individueller Prozess des Kompetenzerwerbs in der aktiven Auseinandersetzung des erkennenden und handelnden Subjekts mit seiner äußeren Welt.

Digitale Werkzeuge können hier durch die dynamische Visualisierung einen besonderen Beitrag leisten. Der Begriff dynamische Visualisierung ist relativ neu, er hat sich erst in den 90er Jahren etabliert. Damit einher geht eine starke Gewichtung des (mehr oder weniger zielgerichteten) Experimentierens und des planmäßigen Erkundens. Dies passt zu den Ergebnissen der aktuellen Hirnforschung¹.

Der Einsatz von Medien zur Veranschaulichung von mathematischen Sachverhalten hat (nicht nur) in der Mathematik eine lange Tradition, die Rolle der Anschauung im Lernprozess wird z. B. schon von Pestalozzi betont. Die klassische Veranschaulichung im Sinne eines Bebilderns war noch lange von einem traditionellen Verständnis von Lehren und Lernen geprägt: Die Lehrkraft ist aktiv und veranschaulicht etwas, die Schülerinnen und Schüler sind eher passiv und konsumieren. Die Idee, neben statischen Bildern auch Bewegung andeutende Bilderfolgen zu nutzen, findet sich schon Anfang des 20. Jahrhunderts bei den fachdidaktischen Reformpädagogen Kusserow und Treutlein. Die Bedeutung von Handlungen wurde dann in den 50er Jahren von Piaget geklärt, der herausstellte, dass nicht Bilder alleine, sondern Handlungen für den Aufbau intelligenter Strukturen zentral sind.

Ein wesentlicher Fortschritt kam in den letzten beiden Jahrzehnten durch die Entwicklung dynamischer Software wie DGS und Tabellenkalkulation. Der Zugmodus macht Figuren beweglich und die Ortslinien-Funktion bei DGS macht Bewegung nachvollziehbar und sichtbar. Wo früher alle Schüler im Gleichschritt eine Konstruktion an der Tafel nachvollziehen mussten, können sie nun in eigenem Tempo und auf eigenen Wegen selber konstruieren, experimentieren und Vermutungen aufstellen. Die gängigen Sätze der Schulgeometrie können von den Schülern dabei im Zugmodus entdeckt werden.

Für die Tabellenkalkulation lässt sich Ähnliches feststellen durch automatische Berechnungen in Tabellen bei veränderten Eingabewerten, sofortige Umsetzung in Diagramme sowie Dynamisierung durch Schieberegler.

Computeralgebra ermöglicht z.B. Funktionen zweier Veränderlicher zu untersuchen und die 3D-Graphen in geeigneten Schnitten oder aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten.

Die sofortige und interaktive Umsetzung von Dynamik auf dem Bildschirm ermöglicht so den Aufbau entsprechender mentaler Vorstellungen. Bilder, Dynamik und (Schüler-) Handlungen sind dadurch zusammengekommen.

Damit eröffneten sich neue Möglichkeiten, aber - dies sei warnend gesagt - sicher kein neuer, digitaler ‚Königsweg‘ zur Mathematik. Es gibt ebenso wenig ‚Mathematik auf Knopfdruck‘ durch mathematische Software wie es ‚Literatur auf Knopfdruck‘ durch Textverarbeitung gibt.

Wohlverstandene dynamische Visualisierung ist nicht zu verwechseln mit multimedialen Animationen, bei denen die Betrachter perfekt unterhalten werden, aber geistig passiv bleiben! Auch wenn man visuell-dynamisch vorgeht, muss mathematisch experimentiert, vermutet, formuliert und argumentiert werden. Dazu ist Vorwissen nötig („Das Auge schläft, bis der Geist es mit einer Frage weckt“, sagt ein altes Sprichwort). Die Erkenntnis von F. E. Weierstrass „Je mehr einer weiß, um so mehr Wissen kann er aufnehmen und abrufen (Wissens-Paradox)“ trifft nach wie vor zu. Dynamische Visualisierung gibt Hilfen und Unterstützung, nimmt aber keine geistige Tätigkeit ab!

¹ „Es wird aber zu früh und zu schnell abstrahiert, es werden zu früh Regeln als Regeln vermittelt. Damit wird den Schülern die Möglichkeit genommen, aus den Beispielen die tragenden Muster selbst zu entwickeln und zu erkennen.“ (Spitzer)

Literatur

Elschenbroich, H.-J. (2009): Geometrie: dynamisch und schülerorientiert. In: Medienbrief 2/2009. LVR-Zentrum für Medien und Bildung, Düsseldorf.

www.mzr.lvr.de/medienangebote/medienbrief/

Elschenbroich, H.-J. (2009): Das methodische Dreieck: Medien-Methoden-Kompetenzen. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2009. Franzbecker

Elschenbroich, H.-J. (2007): Lernmittelkonzept Mathematik. Beratungshilfe für Fachkonferenzen und Kompetenzteams. Medienberatung NRW.

www.medienberatung.nrw.de/FachThema/Publikationen/Schriften/beratungshilfe_mathematik.htm

Elschenbroich, H.-J./ Heintz, G. (2008): Kompetenzen und Methoden. In: Elschenbroich/ Heintz: Medien – Methoden – Kompetenzen. Der Mathematikunterricht Heft 6/2008. Friedrich Verlag

Elschenbroich, H.-J./ Heintz, G./ Körber, H./ Schwarz, W. (2007): Medienkonzept
Studienseminare. Medienberatung NRW.

www.medienberatung.nrw.de/FachThema/Publikationen/Schriften/meko-seminare.htm