

Computer im Mathematikunterricht

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
29. Oktober 2003

Arne Madincea
Herder-Oberschule Berlin

Thesen

zum Computereinsatz im Mathematikunterricht



- Auf eine Taste zu tippen war noch nie eine mathematische Leistung
- Mathematik ist eine Geisteswissenschaft und keine Rechentechnik
- Der (strategische) Weg ist der Unterrichtsinhalt und nicht das Rechenergebnis

Computer im Mathematikunterricht

Thesenhafte Einstellungen zum Einsatz:

1. Der Computer als Werkzeug und Arbeitsmittel im Mathematikunterricht ermöglicht die Erstellung von Programmen (hoher Motivationsgrad). Über die Programmerstellung werden die mathematischen Inhalte vermittelt, denn: **Wer ein ablauffähiges Programm erstellen kann, der hat den mathematischen Inhalt voll durchdrungen!** Wünschenswertes Nebenergebnis ist die Förderung algorithmischen Denkens.
2. Mit Hilfe geeigneter Software (Lernprogramme) ist der Computer im Unterricht ein **Arbeitsmittel zum selbständigen Lernen**. Die Arbeit ist individuell, intensiv-ökonomisch, selbstkorrigierend, fördernd, wiederholend, etc., dem jeweiligen Lernprozess bzw. Lernzustand angepasst. Der Lehrer wird entlastet und kann gegebenenfalls individuell helfen.
3. Der Computer ist im Unterricht im wesentlichen ein **vom Lehrer eingesetztes Demonstrationsmedium**, etwa wie der OH-Projektor. Er unterstützt den Lernprozess durch seine vielfältigen Anschauungsmöglichkeiten und eröffnet dadurch neue Zugänge zu vielen traditionellen Inhalten.
4. Über den Einsatz fertiger Software ist der Computer im Unterricht ein (im wesentlichen vom Lehrer demonstrativ eingesetztes) **experimentelles Arbeitsmittel zur Untersuchung mathematischer Sachverhalte**. Insbesondere durch seine numerischen (und graphischen) Möglichkeiten werden komplexere Fragestellungen “**entdeckend**” zugänglich. →

Computer im Mathematikunterricht

Thesenhafte Einstellungen zum Einsatz:

3. Der Computer ist im Unterricht im wesentlichen ein *vom Lehrer eingesetztes Demonstrationsmedium*, etwa wie der OH-Projektor. Er unterstützt den Lernprozess durch seine vielfältigen Anschauungsmöglichkeiten und eröffnet dadurch neue Zugänge zu vielen traditionellen Inhalt.
4. Über den Einsatz fertiger Software ist der Computer im Unterricht ein (im wesentlichen vom Lehrer demonstrativ eingesetztes) *experimentelles Arbeitsmittel zur Untersuchung mathematischer Sachverhalte*. Insbesondere durch seine numerischen (und graphischen) Möglichkeiten werden komplexere Fragestellungen “entdeckend” zugänglich.

Wenn 3. oder 4., was sind die
didaktischen und methodischen
Konsequenzen ?

Wenn der Computer den traditionellen Unterricht nicht verbessert, dann ist er verzichtbar

Vorzüge:

- Veranschaulichung kinematischer Prozesse über die Graphik
- Gegenüberstellung (schnell verfügbar!) von Ergebnissen durch Variation von Parametern. (Lernen mathematischer Begriffe und Regeln durch diskrepantes Beispielmateriale).
- Erzeugung von Beweis- und Untersuchungsbedürfnissen mathematischer Fragestellungen durch ungenaue bzw. unzureichende Ergebnisse (Stichwort: Der Computer kann keine Analysis).
- Schnelle Überprüfung und Auswertung von Vermutungen bzw. Messergebnissen; Möglichkeit der Gegenüberstellung “thesenhafter” Ergebnisse mit Beurteilung der Konsequenzen.
- Verkürzung des zeitlichen Unterrichtsaufwandes (Ökonomie) für z.T. mathematisch nicht so inhaltsreiche, doch sonst zeitaufwendige Fragestellungen.

Wenn der Computer den traditionellen Unterricht nicht verbessert, dann ist er verzichtbar

Vorzüge:

- Reproduzierbarkeit von früheren Teilergebnissen (Unterrichtsstunden); Stützung des Lernprozesses bei Verständnisschwierigkeiten durch leichte Wiederholbarkeit bzw. Rückschritte; dabei: leichtes Aufgreifen des “**roten Fadens**” bzw. umgekehrt: verbesserte Möglichkeit des Herausfilterns von Kernfragen.
- Fähigkeit der Verarbeitung größerer Datenmengen bzw. rechnerische Bewältigung aufwendiger numerischer Probleme; damit Zugang zur unterrichtlichen Behandlung früher “**unmöglich**er” Inhalte.
- Über das Internet schneller Zugriff auf Informationen.
- Sicherung und Verständnisüberprüfung von Lernzielen durch schnelle Verfügbarkeit von Sachverhalten.
- (Verbesserte Unterrichtsvorbereitung durch ökonomische Überprüfung des angemessenen Beispielmaterials bzw. der angemessenen Problemstellung.)
- ?

Wenn der Computer den traditionellen Unterricht nicht verbessert, dann ist er verzichtbar

Nachteile / Gefahren:

- Der “Prozess” läuft zu schnell ab, Ergebnisse sind zu schnell verfügbar; das “inhaltliche Mosaik” wird für Schüler nicht nachvollziehbar zusammengesetzt. (Computer als Flimmerkiste/Flipperautomat)
- Potentielle Schwierigkeiten werden verdeckt, da der Computer auch komplexere Problemstellungen scheinbar mühelos bewältigt.
- Gefahr des überfordernden Beispielmaterials bzw. der überfordernden Problemstellung! **“Warum nicht gleich richtig schöne Mathematik, wo doch alles so leicht verfügbar ist?!”** (Fehlende Reduktion!)
- Der Schüler hat Mathematik **“gesehen”**, doch was hat er als Mitschrift im Heft? - Sicherung?
- Mathematik um den Computer einsetzen zu können, anstatt Computereinsatz, um besser vorgegebene mathematische Ziele zu erreichen bzw. um den Lernprozess zu verbessern. **“Mit dieser Software kann man noch Dieses und Jenes machen ...”**

Wenn der Computer den traditionellen Unterricht nicht verbessert, dann ist er verzichtbar

Nachteile / Gefahren:

- Gefahr der **Reduktion mathematischen Niveaus!** Begründungszusammenhänge, Beweise etc. werden ersetzt durch numerische oder graphische Plausibilität / Näherungs- (Teil-) ergebnisse.
- Frustration bei den Schülern! - **“Wozu das eigene Bemühen, wenn der Computer doch viel schneller zu präziseren, besseren Ergebnissen (auch in der Darstellung) kommt”**. (Reduzierung der Eigentätigkeit; Förderung rezeptiven Verhaltens!)
- Die Komplexität und Fülle von Informationen, die in kurzer Zeit über ein Programm vermittelt werden, verhindern oft die Reduktion auf den exemplarischen Kern, das mathematische Ziel.
- Computergläubigkeit; “Computer als Rechenkünstler.” (Ohne Taschenrechner “geht nichts mehr”!)
- ?

Fragen

Wie kann man die Vorzüge des Computers nutzen, ohne die Nachteile in Kauf nehmen zu müssen? Im Detail z.B.:

- Welche mathematischen Themen sind bezüglich welcher **Vorzüge** geeignet? (Funktion des Computers im Unterricht?)
- An welcher **Stelle (Phase)** des Unterrichts, mit welchem **Ziel** setzt man den Computer ein?
- Welche Forderungen sind dann an ein **geeignetes Programm** zu stellen? (Schüler-, Lehrer-Bedienung?) Reduktion der Information programmtechnisch auf das mathematisch Wesentliche!? (**Didaktik**)
- Wie ist die **Methodik** einer Unterrichtsstunde zu verändern? (Organisatorische Probleme!)
- Wie **überprüft** und **sichert** man Lernergebnisse?
- Wie stellen sich die **neu eröffneten Zugänge / Möglichkeiten** in der methodischen Umsetzung (Praxis) dar? (Z.B. “Stille Beweise” in der Geometrie) →

Unterrichtsbeispiele

zum Funktionsplottereinsatz:

- Funktionsbegriff: Klasse 8
- Quadratische Gleichungen / Parabeln: Klasse 9
- Trigonometrische Funktionen: Klasse 10
- Standardfunktionen (-scharen): Klasse 11
- Iterationsfunktionen: LK
- (Taylor-) Reihen: LK →

Unterrichtsbeispiele

zum Einsatz von Tabellenkalkulation:

- Zinsrechnung: Klasse 8
- Funktionswerttabellen
- Konvergenzuntersuchungen: (z.B. Klasse 11)
- “Wir basteln uns ein eigenes Nullstellenverfahren”: LK
- Stochastik →

Möglichkeiten und Probleme

bei Computereinsatz im numerischen Bereich:

- Lösungsmengenbestimmung von Gleichungen: z.B.: Heron, Regula Falsi, Bairstow, Iterationsfunktionen
- **Differenzenquotientenfolgen**
- Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten →

Möglichkeiten und Probleme

bei Computereinsatz mit “dynamischer” Graphik:

- “Stille Beweise”: Strahlensätze, Zentrische Streckung, Satz des Pythagoras, Körperberechnungen
- **Ableitung / Ableitungsfunktion**
- **Hauptsatz der Analysis**
- Riemannsummen
- Differentialgleichungen →

Mathematische “Lern-” Programme

Möglichkeiten selbstbestimmten Lernens:

Programme (z.B.):

“Anigra”, “Linalg”, “Invers”, “Bewegte Mathematik”;

Einfluß von Parametern, Stetigkeit, Funktionsterme raten;
Gauß-Verfahren

Gefahren von CAS

Ein extremes “Gegenbeispiel”:

Abitur- / Klausuraufgaben mit Derive:

- Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes
- Verlust von Begründungszusammenhängen
- Qualität der Graphiken
- Mangelhafte textliche Begleitung
-

Notwendige Veränderungen

von Mathematikunterricht durch Computereinsatz:

Didaktische und methodische Konsequenzen

- Neue “Aufgabenkultur”
- Neue didaktische Aspekte
- Verändertes Lehrerverhalten?
- Organisatorische Schwierigkeiten
- Forderungen der EPA →

Adressen:

- <http://www.madincea.privat.t-online.de>
- <http://www.herder-oberschule.de>
- Arne.Madincea@t-online.de
- madincea@mathematik.hu-berlin.de
- madincea@herder-oberschule.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!