

Rainer KAENDERS, Bonn

## **GeoGebra – eine der schönsten Nebensachen der Welt**

Die Verwendung digitaler Hilfsmittel in der MathematiklehrerInnenbildung hat einen doppelten Boden: einerseits geht es um das Lernen der angehenden Lehrkräfte selbst und andererseits ist sie Vorbild und Exempel für den Einsatz digitaler Hilfsmittel in der Mathematik, im Mathematikunterricht, in der Gesellschaft, im persönlichen Umgang und in der Wissenschaft.

### **1. „Digital first. Nachdenken second.“ (Christian Lindner)**

Die Digitalisierung steht bei der Politik zurzeit hoch im Kurs. Fünf Milliarden Euro werden vom Bund investiert um 40.000 Schulen bis 2021 mit Computern und WLAN auszustatten. Alle Parteien sehen die Digitalisierung als entscheidende Zukunftsinvestition an und haben dabei durchaus differenziertere Planungen als Lindners Slogan suggeriert. Der Wert dieser Maßnahmen wird bildungsökonomisch bemessen (vgl. Lankau 2017).

### **2. Heilsversprechen**

Die Digitalisierung wird begleitet von Heilsversprechen, die in der Regel den Entwicklungsbegriff undiskutiert lassen, in dem die Digitalisierung einen Fortschritt darstellen soll. Etwa der Journalist Jürgen Schaefer (2014) leitet seine Hymne auf die Digitalisierung ein mit den Worten „Mit Tablet-Computern und Online-Zugang haben Lehrer heute die Chance, ein neues Zeitalter der Bildung einzuleiten. Was dafür nötig ist? Beherrzte Pädagogen. Und entspannte Eltern. An vielen Schulen gelingt das schon!“ Keine Rede davon, welche Veränderung warum als besser zu verstehen sein sollte.

Beim Einsatz digitaler Medien wird in der Regel daran gedacht, die Lehrperson durch Computer zu ersetzen. Nicht wird daran gedacht, auch die Schüler zu ersetzen (so ein ironischer Vorschlag von Stephan Berendonk), wobei dies bildungsökonomisch sicher größere Lernerfolge zeitigen würde – frei nach Helmut Schulte: „Das größte Problem beim Fußball sind die Spieler. Wenn wir die abschaffen könnten, wäre alles gut.“

Wir versuchen eine kurze Einordnung digitaler Medien in der Lehrerbildung.

### **3. Output- und Kompetenzorientierung**

Die Digitalisierung trifft in Deutschland auf eine Situation, die durch 15 Jahre Output- und Kompetenzorientierung und ihre zugehörigen Allmachtsphantasien geprägt ist: „Bildungsstandards mit ihrem Bezug zu Schülerkompetenzen sind explizit so formuliert, dass sie mit Hilfe entsprechender Aufgaben bzw. Tests überprüft werden können. Diese Messbarkeit zeichnet sie

national und international aus, und bei aller Bescheidenheit ist es diese Eigenschaft, die es erlaubt, zu bestimmten Zeitpunkten festzustellen, ob und in welchem Ausmaß Schülerinnen und Schüler für das weitere Leben adäquat gerüstet sind bzw. ob Optimierungsbedarf besteht.“ (Blum et al. 2006, S. 9)

Inzwischen ist der Mathematikunterricht in einer ernsten Krise. Die Mathematik-Kommission Übergang Schule-Hochschule der DMV, GDM, MNU stellt fest (2017): „An deutschen Hochschulen verzeichnet man seit mehr als einer Dekade den alarmierenden Befund, dass einem Großteil der Studierenden bei Studienbeginn viele mathematische Grundkenntnisse und -fertigkeiten sowie konzeptuelles Verständnis mathematischer Inhalte fehlen.“

Trotz des gescheiterten Kompetenzexperiments hält die Kommission an der Kompetenzorientierung fest: „Es ist jedoch bei all dieser Kritik nicht zu bestreiten, dass mit den Bildungsstandards der richtige bildungspolitische Weg eingeschlagen wurde, der es ermöglicht, bundesweit bislang stark unterschiedliche Bestimmungen besser aufeinander abzustimmen.“ (ebd., S. 2)

Das sophistische anti-aufklärerische Begriffssystem der Kompetenzorientierung stammt aus der angewandten Psychologie, ignoriert jede Fachsystematik und ist in der Mathematik nicht einmal in der Lage ökonomisierte Ausbildung umzusetzen (vgl. Kaenders & Weiss 2017).

#### **4. Diskreditierter mathematischer Kalkül**

Eine Auswirkung der Kompetenzorientierung ist die Diskreditierung mathematischen Kalküls in Bezug auf seine Rolle für mathematische Entwicklung.

„Doch wie muss Unterricht gestaltet werden, um Kompetenzen effizient und nachhaltig zu fördern? Zeitgemäßer Unterricht muss sich – um sich nicht dem Vorwurf der Weltfremdheit auszusetzen – stetig weiter entwickeln und neue Erkenntnisse sowie Entwicklungen berücksichtigen. Dazu liefern die neuen Technologien einen erheblichen Beitrag, da sie das Lernen von Mathematik auf ein neues Fundament stellen: Weg vom Beherrschen von Kalkülen, hin zum verständnisorientierten Umgang mit Mathematik.“ (Barzel & Pallack 2007, Einleitung). Dies drückt den allgemeinen Ansatz aus. Auch wenn es keinen mathematisch befähigten Menschen gibt, der bei quadratischen Gleichungen auf Computeralgebra angewiesen wäre, sorgt die Illusion des *kalkülfreien Zugangs* zum „verständnisorientierten Umgang mit Mathematik“ dafür, dass – ebenfalls mit Segen der oben erwähnten Kommission – dies und viele vergleichbare Beispiele die Praxis des Mathematikunterrichts im Gymnasium prägen. Die Folge sind Erstsemesterstudierende ohne mathematische Vorbildung, wie sie nun vielfältig in allen MINT-Studiengängen dokumentiert sind. Vorkurse können die Defizite nicht mehr kompensieren und das Niveau an den Universitäten sinkt extrem ab.

## 5. Dataistisches Menschenbild

Auch ideologisch läuft der Übergang von der Kompetenzorientierung zur Digitalisierung ohne Brüche und wird teilweise – gefördert von der KMK – von denselben Protagonisten betrieben. Zu dem ökonomisierten Menschenbild tritt nun ein *dataistisches* im Sinne von Yuval Noah Harari (2017). Der Mensch wird als maschineller Algorithmus verstanden. Die theoretischen Bemühungen zur Digitalisierung in der Mathematikdidaktik fügen sich hier nahtlos ein. Dazu wird die *Cognitive Load-Theorie* in Stellung gebracht, die von einer „beschränkten Verarbeitungskapazität des menschlichen Arbeitsgedächtnisses“ ausgeht (vgl. Hillmayr et al. 2017, S. 6). Für multimediales Lernen kommen zusätzlich psychologische Lerntheorien zum Zug, bei denen Lerner „auditive und visuelle Informationen in unterschiedlichen kognitiven Strukturen verarbeiten“. Die schon in der Kompetenzorientierung als zentrale Weise des Erkennens installierte Mustererkennung wird ausgebaut, indem die Lerner konditioniert werden deskriptive und depiktionale Präsentationen eines Lerngegenstandes zu verbinden um den gewünschten Output hervorzubringen. Notwendige Problematisierungen ohne digitale Hilfsmittel (wie die des Tangentenbegriffs) werden ersetzt durch digitale Machbarkeit.

Wieder sucht man vergeblich Fachsystematik und Begriffsentwicklung vom Fach aus, wie die angeführten Beispiele in Hillmayr et al. (2017) zeigen.

## 6. Förderlicher Einsatz von GeoGebra

Digitale Lehr- und Lernmittel wie Taschenrechner, CAS und DGS sind lange schon zur Selbstverständlichkeit in jedem Mathematikunterricht geworden. Doch wie kann man ihren Beitrag zur Begriffsentwicklung einordnen?

Die Antwort ist einfach und mühsam zugleich. Digitale Instrumente beruhen auf Mathematik. Umgekehrt beruht die Mathematik nicht auf digitalen Instrumenten. Der Stoff, aus dem Mathematik gemacht ist, sind Begriffe.

Jedes Applet, jeder Taschenrechner mit und ohne CAS, Tabellenkalkulation, DGS, jede Software, jedes didaktische Spiel, jedes soziale Netzwerk, jedes Youtube Video, jeder Einsatz eines 3D-Druckers sollten aufgrund ihres Potentials für die Begriffsentwicklung aufgrund von Fachverstand eingeschätzt werden, wobei die erlernten Begrifflichkeiten am Ende in keiner Weise von diesen Hilfsmitteln abhängen darf. Allein bei der Entwicklung algorithmischen Denkens kommt dem aktiven Programmieren eine besondere Rolle zu.

## 7. Resümee

Schon Markus Hohenwarter (2006) hat in seiner Dissertation bemerkt: „Die Meinung, dass sich allein durch die Einführung neuer Technologien wie gra-

fikfähiger Taschenrechner und Computer der Mathematikunterricht verbessern würde, ist aus heutiger Sicht sicherlich verfehlt. Die Hoffnung, dass neue Medien Lernerfolge schlagartig erhöhen können, hat es auch früher schon gegeben - sie war stets vergebens. So haben zahlreiche Medien-Vergleichsstudien der letzten Jahrzehnte gezeigt, dass Lernerfolge de facto unabhängig vom verwendeten Medium sind. Die Medien haben an sich nur eine untergeordnete Bedeutung. Primär wichtig sind die an ihnen ausgeführten Aktivitäten. Medien, die nicht „bearbeitet“, sondern nur betrachtet werden können, haben daher nur sehr beschränkten Wert.“

In jedem Einzelfall müssen wir als Lehrerinnen und Lehrer mit unserem gesamten Fachverstand schauen, was ein digitales Hilfsmittel zur Begriffsentwicklung beitragen kann. Werkzeuge haben keinen Wert an sich. Mathematikunterricht beschäftigt sich mit der Entwicklung begrifflicher Systeme: erst lokal, dann global und dazu gehören Explorieren, Entdecken, Raten, Analogisieren, Begründen, Beweisen, Ordnen, Exemplarizität, klärende Beispiele, gute Probleme, usw.

Ab und zu ist GeoGebra oder vergleichbare Software hilfreich dabei. Zudem macht es Spaß und ist daher ... eine der schönsten Nebensachen der Welt!

## Literatur

- Barzel, B. & Pallack A. (2007): T<sup>3</sup>-Akzente: Aufgaben mit TI-Nspire™/ TI-Nspire™ CAS, 2. Auflage, WWU Münster: Zentrum für Lehrerbildung.
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Hrsg.) (2006): Vorwort der Herausgeber. Bildungsstandards Mathematik: konkret Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen. IQB. Berlin: Cornelsen Scriptor, S.9.
- Harari, Y.N. (2017): *Homo Deus. Eine Geschichte von Morgen*. Übersetzung aus dem Englischen von Andreas Wirthensohn. München: C.H.Beck.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017): *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe – Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann-Verlag.
- Hohenwarter, M. (2006): *GeoGebra – didaktische Materialien und Anwendungen für den Mathematikunterricht*. Dissertation, Paris-Lodron-Universität Salzburg.
- Kaenders R. & Weiss, Y. (2017). *Mathematische Schneeschmelze*. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 25(2), 82-89.
- Lankau, R. (2017). *Kein Mensch lernt digital – Über den sinnvollen Einsatz neuer Medien im Unterricht*. Weinheim: Beltz-Verlag.
- Mathematik-Kommission Übergang Schule-Hochschule der DMV-GDM-MNU (2017): *Zur aktuellen Diskussion über die Qualität des Mathematikunterrichts. Stellungnahme von DMV, GDM und MNU*. Mitteilungen der GDM 103, 37-38.
- Schaefer, J. (2014): *Lernen mit neuen Medien – Digital macht schlau!* Geo-Magazin, Digital macht schlau, 12/14.