

Für Videos, die aktuell unter Zeitdruck von Lehrkräften erstellt werden, um ihren Schülerinnen und Schülern ein Lernen zu Hause überhaupt zu ermöglichen, müssen dafür weniger strenge Maßstäbe angesetzt werden als für YouTube-Kanäle, die ihr Angebot dauerhaft und zumeist mit kommerziellem Interesse anbieten.

Literatur

- Balcke, D. & Bersch, S. (2019). Mathematik lernen mit Open Educational Resources (OER): Exemplarische Analysen von Angeboten der Serlo-Lernplattform. In E. Matthes, T. Heiland & A. von Proff (Hrsg.), *Open Educational Resources (OER) im Lichte des Augsburger Analyse- und Evaluationsrasters (AAER): Interdisziplinäre Perspektiven und Anregungen für die Lehramtsausbildung und Schulpraxis* (S. 93–107). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Blum, W., Drüke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards Mathematik: konkret*. Berlin: Cornelsen.
- Blum, W., Vogel, S., Drüke-Noe, C. & Roppelt, A. (Hrsg.). (2015). *Bildungsstandards aktuell: Mathematik in der Sekundarstufe II*. Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlage.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Fey, C. (2017). Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien:

Eine Einführung. In: C. Fey & E. Matthes (Hrsg.), *Das Augsburger Analyse- und Evaluationsraster für analoge und digitale Bildungsmedien (AAER)* (S. 15–46). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- KMK (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. Verfügbar unter tinyurl.com/ydy59m4a
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. Aufl.). New York: Cambridge UP.
- Reich, K. (2006). *Systemisch-konstruktivistische Pädagogik* (3. Aufl.). Neuwied u. a.: Luchterhand.
- Renkl, A., Hilbert, T. & Schworm, S. (2009). Example-Based Learning in Heuristic Domains: A Cognitive Load Theory Account. *Educational Psychology Review*, 21(1), 67–78. doi:10.1007/s10648-008-9093-4
- Rittle-Johnson, B. & Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge in mathematics. In R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Hrsg.), *Oxford Handbook of Numerical Cognition* (S. 1102–1118). Oxford, UK: Oxford University Press.

Sabrina Bersch, Universität Augsburg
E-Mail: sabrina.bersch@math.uni-augsburg.de

Andreas Merkel, Universität Augsburg
E-Mail: andreas.merkel@math.uni-augsburg.de

Reinhard Oldenburg, Universität Augsburg
E-Mail: reinhard.oldenburg@math.uni-augsburg.de

Martin Weckerle, Universität Augsburg
E-Mail: martin.weckerle@math.uni-augsburg.de

Was lehrt uns das „Lernen zuhause“ im Hinblick auf den (zukünftigen) Einsatz digitaler Technologien im Mathematikunterricht?

Hans-Georg Weigand

Es kam plötzlich, unvermittelt und unerwartet. Von heute auf morgen mussten Lehrkräfte von ihrem gewohnten regulären, realen, „normalen“ Unterricht auf einen virtuellen Fernunterricht umstellen. Von heute auf morgen mussten Lehrkräfte völlig neue Fragen unmittelbar und sofort beantworten, etwa:

- Wie kann ich einen Unterricht gestalten, bei dem das individuelle Lernen im Vordergrund steht,

der aber nur aus der Ferne angestoßen und initiiert werden kann, und bei dem auch Rückmeldungen und Feedback digital zu organisieren sind?

- Wo finde ich Hinweise, Leitlinien oder Konzepte für das jetzige „digitale Unterrichten“¹ und von welchen Erfahrungen anderer kann ich profitieren?

¹ Hier soll der gegenwärtige Modeausdruck übernommen werden, auch wenn es eigentlich *Unterricht mit Hilfe digitaler Technologien* heißen müsste.

- Wie kann ich das über die Schule oder das Bundesland vielfach schon länger verfügbare – bisher aber eher selten oder nie genutzte – Lehr-Lern-System sinnvoll in einen virtuellen Unterricht integrieren (wobei man schnell feststellt, dass diese Systeme sehr bald an ihre Kapazitätsgrenzen stoßen)?
- Welche Einheiten eines traditionellen Unterrichts können beim Unterrichten mit Kommunikationssystemen wie ZOOM, WebEx oder MS Teams in gleicher oder ähnlicher Weise genutzt werden bzw. welche Neuansätze und Änderungen sind notwendig? Dabei stellt die Einarbeitungszeit in die technische Handhabung dieser Systeme nur eine geringe Hürde dar und spielt eine untergeordnete Rolle.
- Welche Voraussetzungen für eine Kommunikation auf digitaler Ebene sind bei mir als Lehrkraft gegeben, welche erwarte ich auf Seiten der Schülerinnen und Schüler und welche sind tatsächlich vorhanden?

Wohl wissend, dass die Problempalette bei einem „digitalen Unterrichten“ sehr groß ist und viele Aspekte des Unterrichts analysiert werden muss(t)en, werde ich mich hier auf den Einsatz digitaler Technologien beschränken, da er gerade jetzt in technischer Hinsicht eine neue Bedeutung erhält und damit auch methodische und didaktische Fragen – zumindest teilweise – neu gestellt und beantwortet werden müssen.

Die Rückständigkeit Deutschlands im digitalen Bereich

Jenseits der technischen Probleme und Schwierigkeiten fühlten sich viele Lehrkräfte vielfach bei der Beantwortung obiger Fragen hinsichtlich methodischer und didaktischer Strategien eines Online-Unterrichts alleine gelassen und überfordert. Dabei scheiterten didaktische Reflexionen über einen zielorientierten Online-Unterricht häufig bereits an den technischen Voraussetzungen. Nach dem Mitte Mai 2020 erschienen „Schul-Barometer“ vom Institut für Bildungsmanagement und Bildungsökonomie der Pädagogischen Hochschule Zug (Huber et al., 2020), bei dem 7000 Personen aus dem Bildungsbereich in Deutschland, Österreich und der Schweiz in den letzten beiden Monaten befragt wurden, erreichte nur die Hälfte der Schulen alle Schüler zumindest einmal technisch per Internet. Bei der technischen Ausstattung schneidet Deutschland – wieder einmal – gegenüber den Nachbarländern am schlechtesten ab. Über die Hälfte der Lehrkräfte in Deutschland sehen die technische Ausstattung als nicht ausreichend für webbasierte Lehre an. Zwei Drittel der befragten Schulen setzen nach wie vor auf Email als bevorzugtes Kommunikationsmedium.

Obwohl in den letzten Jahren immer wieder auf die Rückständigkeit Deutschlands im Hinblick auf die digitale technische Ausstattung hingewiesen wurde (vgl. www.gfdb.de/icils-2018/), schritt sie an den Schulen nur sehr langsam voran. Dazu trugen auch – wie in Deutschland üblich – Kompetenzstreitigkeiten zwischen Bund und Ländern bei. Nach mehrjährigem Anlauf wurde der *Digital-Pakt Schule* am 15. März 2019 vom Bundesrat (nach dem Bundestag) beschlossen, doch bis Anfang 2020 wurden nur verhältnismäßig wenig Mittel abgerufen. Hauptgrund waren angeblich die fehlenden Medienkonzepte der Schulen. Doch die Diskussion um die Weiterentwicklung einer digitalen Grundlage der Bildung reicht weiter zurück. Die von Bund und Ländern initiierte „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ stammt vom Herbst 2016. In ihrer Stellungnahme hierzu hat die GDM bereits 2017 auf die fachdidaktische Komponente des „Primats der Pädagogik“ und auf notwendige Qualitätsstandards beim Einsatz digitaler Technologien hingewiesen (vgl. tinyurl.com/yc2spsbm). Auch heute mangelt es nicht an Empfehlungen für digitale Medien, Werkzeuge und Internetseiten mit didaktisch-methodischen Hinweisen (vgl. www.bildungsmanagement.net/Schulbarometer/). Doch – wieder einmal – zeigt sich, dass die technischen Voraussetzungen notwendig aber nicht aus- oder hinreichend sind. Genauso wenig wie im Überfluss bereit gestellte Materialien nicht zu einer verstärkten Verwendung im Unterricht führen. Das Entscheidende im Hinblick auf die Unterrichtsgestaltung sind nach wie vor die eigenen Erfahrungen, die eine Lehrkraft in einer konstruktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten, der Situation und technischen Gegebenheiten gewinnt. Und dazu bedarf es vielfacher Unterstützungssysteme. Eines davon ist die Fachdidaktik.

Die Versäumnisse der letzten Jahre

Es besteht neben der berechtigten Forderung nach adäquater technischer häuslicher Ausstattung für Lehrkräfte und Lernende kein Mangel an Hinweisen auf die Notwendigkeit von „Online-Konzepten“ oder „Konzepten eines digitalen Lernens“. Gelegentlich wird auch bereits zum nächsten Schritt übergegangen, wie etwa in dem bildungsökonomischen Aufruf von 92 Ökonom/-innen in Deutschland: „Gleichzeitig müssten pädagogische Fachkräfte inklusive der Lehrer/-innen mit Blick auf die Konzeption digitalen Unterrichts und Lernens schnellstmöglich geschult werden“ (Danzer et al., 2020). Dem wird niemand widersprechen, doch es stellt sich die Frage, wo diese Konzeption digitalen Unterrichts sind. Sicherlich gibt es Erfahrungen von Fernuniversitäten (in Deutschland et-

wa seitens der Universität Hagen, der Virtuellen Hochschule Bayern oder in den USA der Khan Academy), es gibt zahlreiche MOOCs, die vor allem von amerikanischen Universitäten kostenlos angeboten werden (in der Praxis allerdings mit hohen Abbruchquoten zu kämpfen haben und deren Beliebtheit sinkt), und es gibt viele medienpädagogische Überlegungen zum Einsatz von Kommunikationssystemen (vgl. www.jff.de/kompetenzbereiche/digitaler-wandel/). Schauen wir aber auf den Mathematikunterricht, dann gibt es zwar zahlreiche, fast unüberschaubar viele Überlegungen zum Einsatz digitaler Technologien im Unterricht, die aber nur bedingt für die gegenwärtige Situation des „Lernens zuhause“ geeignet sind, die jedenfalls an die aktuelle Entwicklung angepasst, auf diese übertragen und damit auch entsprechend abgewandelt werden müssen. Das ist aber nicht in einem ad hoc Verfahren möglich, sondern erfordert grundsätzliche konzeptionelle Überlegungen und eine substanzielle Neuorientierung. Woran liegt es, dass gegenwärtig praktikable Konzepte für den Fernunterricht zumindest für den Mathematikunterricht (aber wohl auch in anderen Fächern) fehlen? Was sind die diesbezüglichen Versäumnisse der letzten Jahre? Bei einer durchaus auch selbstkritischen Reflexion sehe ich eine ganze Liste von Unzulänglichkeiten und Versäumnissen im Hinblick auf die aktuelle Situation:

- Der Unterricht mit digitalen Technologien, was bisher überwiegend Einsatz von Taschenrechnern und Taschencomputern bedeutete, war zu sehr auf den Präsenzunterricht im Klassenzimmer ausgerichtet. Das von vielen oder gar allen Schülerinnen und Schülern praktizierte individuelle Arbeiten mit Smartphones oder Tablets zuhause wurde von Lehrkräften nicht unterstützt, häufig gar nicht wahrgenommen, jedenfalls nicht als konstruktives Entwicklungspotenzial in den Unterricht integriert. Dabei gehört die Verwendung von Programmen oder Apps wie Math42 oder Photomath für viele Schülerinnen und Schüler zum täglichen (Kontroll-) Standard.
- Individuelle Entwicklungen und Möglichkeiten wurden im deutschen Schulsystem stets zugunsten der Gleichförmigkeit im Klassenraum vernachlässigt. Ein Beispiel ist die möglichst anzustrebende Ausstattung aller Schülerinnen und Schüler mit den gleichen Geräten. Individuelle Vielfalt ist nicht erwünscht. Der Aufruf „BYOD – Bring your own device“ ist weitgehend nur aus angelsächsischen Ländern bekannt.

- Der Einsatz digitaler Technologien war und ist sehr stark auf die Verwendung in Prüfungen fokussiert. Sie wurden zu wenig für das verwendet, was Fachdidaktiker/-innen immer wieder als zentral und wichtig herausstellen, für die Entwicklung adäquater Begriffsvorstellungen oder nachhaltiger Kompetenzen, etwa im Bereich des Begründens und Argumentierens oder Modellierens. Gerade jetzt können aber digitale Technologien beim eigenständigen Erarbeiten von neuen Inhalten dazu einen wichtigen Beitrag leisten. Dies erfordert aber Erfahrungen mit eigenständigem konstruktivem Arbeiten.
- Die Möglichkeiten des Internets und das Einbeziehen mathematischer Lernsoftware wurden zu wenig thematisiert und genutzt. Jetzt suchen Lehrkräfte, Eltern und Lernende nach entsprechender Unterstützung. Programme wie „Anton App“ oder „Sofatutor“ erfreuen sich großer Beliebtheit, wobei man sehr schnell feststellt, dass viele – gerade auch kostenpflichtig – auf dem Markt angebotene Programme nur partiell sinnvoll eingesetzt werden können und es vielfach fachkundiger Hinweise, Korrekturen und Erläuterungen bedarf.
- Die Konkurrenz der „Internetlehrer“ wurde ignoriert. Alternative im Internet zugängliche Lehrwege – rhetorisch gut dargeboten und technisch gut erstellt, aber doch meist oder häufig neuere (und vielleicht auch ältere) didaktische Erkenntnisse ignorierend –, wie etwa die Erklärvideos von Daniel Jung oder „Lehrer Schmidt“, erfreuen sich jetzt großer Beliebtheit. Sie waren schon immer (fast) allen Schülerinnen und Schülern bekannt, wurden von vielen regelmäßig angesehen. Partiiell wurde in der Fachdidaktik eine kritische Auseinandersetzung mit dieser Lehrform geführt, es fehlte und fehlt aber – sicherlich ist es auch nicht einfach – an konstruktiven Entwicklungen von „Best practice“-Beispielen.²
- Das – im Zusammenhang mit dem Erledigen von Hausaufgaben und im Hinblick auf Prüfungsvorbereitungen – Verwenden von Kommunikationssystemen wie Facebook oder WhatsApp seitens der Schülerinnen und Schüler war für viele Lehrkräfte im Hinblick auf den Unterricht nicht zielführend, störend und nicht unterstützenswürdig. Jetzt ist gerade die Kommunikation unter Lernenden auf dieser virtuellen Ebene ein wichtiger Pfeiler für sonst nicht vorhandenes Feedback.

² Ein hoher Standard, allerdings für Universitätsmathematik, ist www.3blue1brown.com/.

Überlegungen für die kommende Zeit – kurz- und langfristig

Das Aufzeigen von Versäumnissen ist noch kein konstruktiver Lösungsvorschlag. Aber es ist wichtig, um Erfahrungen und Erkenntnisse der Vergangenheit im Hinblick auf Neukonzeptionen für die Zukunft kritisch zu reflektieren, und es ist ein erster Schritt für zukunftsorientierte Überlegungen.

Bzgl. der gegenwärtigen Situation sehe ich zwei grundsätzlich unterschiedliche Ziele, ein *kurzfristig umzusetzendes* und ein langfristig *anzustrebendes* Ziel.

1. Lehrkräfte benötigen kurzfristig Hilfen beim „Lernen zuhause“, bei der Entwicklung und Gestaltung von Einheiten in virtuellen Lernumgebungen. Dabei ist davon auszugehen, dass die gegenwärtige Situation sich wohl partiell verändert, das „Lernen zuhause“ aber noch eine längere Zeit bedeutsam bleiben wird.
2. Lehrkräfte und Schulen – und hier ist insbesondere die Fachdidaktik gefordert – benötigen mittel- und langfristig Konzepte eines sinnvollen Einsatzes digitaler Technologien, die über den realen Unterricht hinaus auch für den virtuellen Unterricht tragfähig sind.

Zu 1

Die Konzepte bzgl. des 1. Ziels müssen pragmatisch ausgerichtet sein. Digitale Technologien sind als *technische Medien* die Voraussetzung für einen virtuellen Unterricht, sie sind aber auch *Unterrichtsmedien und Werkzeuge* zum Erreichen inhaltlicher Ziele des Unterrichts. In der gegenwärtigen Situation gilt es zunächst die Voraussetzungen zu schaffen, also den technischen Medienaspekt zu betonen. So bedarf es eines *asynchronen Systems*, im Allgemeinen eines Lehr-Lern-Managementsystems, mit dem vorausschauende Tages- und Wochenpläne übermittelt, Arbeitsblätter verteilt und schriftliche Rückmeldungen eingesammelt werden können. Es bedarf aber auch eines *synchronen Kommunikationssystems*, mit dem eine unmittelbare Ansprache der Schülerinnen und Schüler möglich ist. Unterricht ist ohne persönlichen Kontakt, ohne verbalen Austausch, ohne Feedback, ohne Bestätigungen, aber auch ohne konstruktiver Kritik nicht möglich. Wir wissen ja nicht erst seit der Hattie-Studie (Hattie, 2013), dass formativer Evaluation und konstruktivem Feedback zentrale Rollen im Hinblick auf den Unterrichtserfolg zukommen.

Technische Medien sind die Voraussetzung, auf der fachliche und didaktische Überlegungen in virtuellen Umgebungen aufbauen. Das Leitprinzip ist

und bleibt aber – ob realer oder virtueller Unterricht – die Gestaltung von Lernumgebungen, die zur kognitiven Aktivierung der Lernenden führen. Digitale Unterrichtsmedien, wie elektronische Lehrbücher, internetbasierte Apps und Lernpfade oder auch digitale Texte unterstützen diesen Prozess (z. B. adi.dzlm.de oder www.mathematik-digital.de), indem sie – wiederum ob realer oder virtueller Unterricht – zentrale, wichtige Unterrichtsziele und -prinzipien unterstützen. Länder und Verlage haben hier schnell reagiert: Unterstützende Unterrichtsmaterialien und -vorschläge für die Corona-Zeit gibt es mittlerweile von allen Bundesländern, das Angebot an Webinaren ist groß³, und es erscheinen neue Zeitschriften, wie etwa „digital unterrichten“. Insbesondere *digitale Werkzeuge*, also Computeralgebra-Systeme, Dynamische Geometriesoftware oder Tabellenkalkulation können und sollten wie im realen Unterricht eingesetzt werden. Allerdings benötigen Schülerinnen und Schüler hierzu die Fähigkeit, eigenständig und zielgerichtet damit zu arbeiten. Ein Ziel, das es im realen Unterricht anzubahnen gilt.

Zu 2

Die Entwicklung von Konzepten im Hinblick auf das 2. Ziel ist wesentlich komplexer. Hier gilt es über kurzfristige Hilfen hinaus, „durchdachte, stimmige didaktische Szenarien unter Nutzung moderner digitaler Technologien mit hohem Potenzial für alle relevanten Lehr-Lernprozesse“ (Reinmann, 2020) zu entwickeln. Jetzt geht es um das Design von Lernumgebungen und die Integration von Lehrmaterialien mit Hilfe digitaler Technologien wie Videos, Quizzes, Lernpfade, Erklärvideos, Online-Tests, digitaler Lehrbücher, Animationen und Simulationen. Hier geht es nicht darum, dass die einzelne Lehrkraft diese Materialien selbst entwickelt, aber es geht darum, Kriterien zu kennen, nach denen gute Materialien ausgewählt werden können. Digitale Technologien sind Werkzeuge und Unterrichtsmedien (die Grenzen sind hier fließend), – im wörtlichen Sinne von Medien – Mittler zwischen den „Ecken“ des didaktischen Dreiecks von Lehrkräften, Lernenden und Inhalten, die unter dem Primat des Ziels eingesetzt werden. Und dieses Ziel heißt Verstehen, Begreifen, Erklären, Anwenden und Probleme lösen können. Es geht um die Aktivierung der Lernenden im Sinne einer eigenständigen Wissenserschließung.

Vielleicht kommt gerade in der jetzigen virtuellen Situation Worten wie Unterrichten oder gar Vermitteln, die in vielen sog. konstruktivistischen Lernumgebungen häufig ignoriert oder als nicht-existent angesehen werden, wieder eine neue ver-

³ Siehe etwa dzlm.de/node/2393/, mathematik-lehr-netzwerk.de, t3deutschland.de/de/t3-europe.

stärkte Bedeutung zu. Vermitteln im Sinne von Auswählen, Abwägen, Vorstrukturieren, Erklären, Bereitstellen oder Vorausdenken. Ohne eine solche verstärkte Vorstrukturierung von Unterrichtseinheiten erscheint ein digitaler oder virtueller Unterricht kaum oder nicht möglich zu sein. Doch hier werden die Überlegungen spekulativ. Das ist der Ausgangspunkt für Forschungsfragen, die es dann zukünftig auf theoretischer und empirischer Ebene zu beantworten gilt. Erst auf dieser Basis ist dann die Frage zu beantworten, welche der in der Notsituation des virtuellen Unterrichts evtl. spontan und intuitiv entwickelten Ideen (im Hinblick auf den Einsatz digitaler Technologien) auch in der Nach-Corona-Zeit bestehen bleiben sollten, dann aber – hoffentlich – in enger Wechselbeziehung zum realen Unterricht.

Literatur

- Danzer, A. M., Danzer, N., Felfe de Ormeno, Ch., Spieß, K., Wiederhold, S., & Wößmann, L. (2020). *Bildung ermöglichen! Unterricht und frühkindliches Lernen trotz teilgeschlossener Schulen und Kitas, Bildungsökonomischer Aufruf*. Verfügbar unter tinyurl.com/yb7bjcfl.
- Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen*. Baltmannsweiler: Schneider.
- Huber, St. G., Günther, P. S., Schneider, N., Helm, Ch., Schwander, M., Schneider, J., & Pruitt, J. (2020). *COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung. Erste Befunde des Schul-Barometers in Deutschland, Österreich und der Schweiz 2020*. Münster, New York: Waxmann. Verfügbar unter tinyurl.com/yay4bray.
- Reinmann, G. (2020). *Digitalisierung in der universitären Lehre JETZT*. Verfügbar unter tinyurl.com/ya9po202.

Hans-Georg Weigand, Universität Würzburg
E-Mail: weigand@dmuw.de