

- Stoffels, G. (2020): *(Re-)Konstruktion von Erfahrungsbereichen bei Übergängen von empirisch-gegenständlichen zu formal-abstrakten Auffassungen*. Siegen: universi.
- Weigand, H.-G. (2020). Was lehrt uns das „Lernen zuhause“ im Hinblick auf den (zukünftigen) Einsatz digitaler Technologien im Mathematikunterricht. *Mitteilungen der GDM*, 109, 63–67.

- Frederik Dilling, Universität Siegen
E-Mail: dilling@mathematik.uni-siegen.de
- Felicitas Pielsticker, Universität Siegen
E-Mail: pielsticker@mathematik.uni-siegen.de
- Gero Stoffels, Universität Siegen
E-Mail: stoffels@mathematik.uni-siegen.de
- Ingo Witzke, Universität Siegen
E-Mail: witzke@mathematik.uni-siegen.de

Das Digitale als Bildungsherausforderung für den Mathematikunterricht? (Un-)Zeitgemäße Betrachtungen

Andreas Vohns

Wenn im Folgenden vom „Digitalen“ als Bildungsherausforderung gesprochen werden soll, so nehme ich das ganz wörtlich: Ich beginne mit einer kurzen begrifflichen Klärung, sage also so knapp als möglich, was ich unter „Bildung“ und dem „Digitalen“ verstehen möchte, das da die Bildung herausfordert.

Im Hauptteil „Konzepte und Herausforderungen“ stecke ich dann das Feld „Digitale Bildung“ ab, in dem ich mich kurz mit fünf (bzw. ggf. sechs) verschiedenen Konzeptionen digitaler Bildung auseinandersetze, die man, je nach Sichtweise, in das 2016er Papier „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft: Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung“ (BMBF, 2016) und seinen erweiterten Wiedergänger „Digitalisierung gestalten: Umsetzungsstrategie der Bundesregierung“ (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2020) herein bzw. aus ihnen herauslesen kann. Das Herein- oder Herauslesen ist dabei nicht nur das, was ich da persönlich heraus bzw. darin hereinlese, ich beziehe mich insbesondere auch auf offizielle Verlautbarungen von GDM und DMV, die bei diesem Thema zum Teil ungewohnt getrennt „marschieren“, wenn man diese militärische Metapher einmal bemühen darf.

Ich spitze dann die Überlegungen zu Bildungsherausforderungen zu sieben Thesen zu, die sich im Feld dieser fünf (bzw. sechs) Konzepte für Mathematikunterricht herauskristallisieren.

Bildung und Digitales: Begriffsklärung

Bildung

Bei der Bildung will ich mich kurz fassen, ich hatte da vor zwei Jahren im Arbeitskreis „Mathematik und Bildung“¹, schon einmal über deren „absoluten Kern“ spekuliert (vgl. Vohns, 2018), so hoch will ich das hier gar nicht hängen. Hier möchte ich *Bildung als pädagogische Kategorie* zumindest von zwei verwandten Begriffen jeweils durch ein charakteristisches Merkmal abgrenzen, ohne dessen Vorliegen ich die Verwendung der Vokabel „Bildung“ eigentlich für überflüssig halte, bzw. eben für „Etikettenschwindel“.

Ein gebräuchliches Einführungswerk in die Pädagogik (Seel & Hanke, 2015, S. 14) hält zur Erziehung fest:

Der Begriff der *Erziehung* beschreibt Prozesse, die Personen (in der Regel Kinder oder Jugendliche) *unter Anleitung anderer* durchlaufen, um ihre intellektuellen, emotionalen, geistigen, sozialen und physischen Fähigkeiten zu entwickeln (= *Personalisation*) und zu vollwertigen Mitgliedern der sozial-kulturellen Gemeinschaft zu werden, der sie angehören (= *Sozialisati-on/Enkulturation*).

Bei der Erziehung gibt es, so Volker Ladenthin (2014), immer diese asymmetrische Dyade von Erzieher*in und Zögling, Lehrperson und Schüler*in,

¹ Der vorliegende Text ist die nur geringfügig überarbeitete Fassung des Manuskripts eines Vortrags, der auf der Online-Herbsttagung dieses Arbeitskreises am 30. 10. 2020 gehalten wurde und (dem Thema angemessen) unter https://youtu.be/4G_RCu5b4G4 auch als Video angesehen werden kann.

Eltern und Kindern usw. und der Begriff der Erziehung beschreibt genau die Prozesse, die von außen auf die Person wirken.

Wenn es gut läuft, passiert dabei dann etwas mit den Zöglingen, Schüler*innen oder Kindern, was man als *Bildung* bezeichnen könnte. Bildung bezeichnet gemäß der oben genannten Quelle (Seel & Hanke, 2015, S. 14) im

Unterschied zur *Erziehung*, die als gezielte Einflussnahme auf die Sozialisation und Personalisation von außen nach innen wirken will, [...] *den in der Person ablaufenden Prozess* des Sichherausbildens eines Selbst- und Wertbewusstseins, das auf die Außenwelt gerichtet ist und zeitlich überdauernd das Handeln der Person in unterschiedlichen Lebensbereichen beeinflusst.

Man kann das auch ganz formelhaft und bündig so sagen: Man kann den Menschen wohl auch gegen seinen Willen erziehen, aber bilden kann er sich nur selbst. Zweiteres setzt stets einen bewussten, in aller Regel wohl auch selbstreflexiven Prozess voraus. Oder man sagt es noch etwas blumiger, wie Volker Ladenthin (2014, S. 287), der die Beziehung zwischen Erziehung und Bildung durch die Leitfrage bestimmt sieht, „wie man jemanden durch äußere Einwirkungen dazu bestimmen (kann), sich nicht durch äußere Einwirkungen bestimmen zu lassen“.

Bleiben wir noch kurz bei Ladenthin (2014, S. 287), der „Bildung“ hier im pädagogischen Sinne auch noch einmal von „Lernen“ abgrenzt, in dem er festhält:

Der Behaviorismus z. B. fragt, wie man Verhalten ändern kann: Das aber ist *nicht* die Frage der Pädagogik. Ihre Frage lautet: Wie kann man jemanden auffordern, sein Handeln nach dem zu richten, was er als richtig und gut selbst eingesehen hat, ohne die Aufforderung als *Geltungsgrund* anzusehen?

Bildung setzt also eine *einsichtsvolle Veränderung* von Verhalten voraus. Wenn es erlaubt ist, nicht völlig mit der idealistischen Tradition des Bildungsbegriffs zu brechen, dann würde ich diesen Anspruch noch etwas verschärfen und führe den üblichen Kronzeugen an: Bei Wilhelm von Humboldt (1809/2017, S. 134) heißt es, dass für die allgemeine Bildung jede Kenntnis oder Fertigkeit „tot und unfruchtbar“ sei,

die nicht durch vollständige Einsicht der streng aufgezählten Gründe, oder durch Erhebung zu einer allgemeingültigen Anschauung (wie die mathematische und ästhetische) die Denk- und Einbildungskraft, und durch beide das Gemüt erhöht.

Für die reine Ausbildung müsse man sich gemäß Humboldt (1809/2017, S. 134) „sehr oft auf in ihren Gründen unverstandene Resultate beschränken, weil die Fertigkeit da sein muss, und Zeit oder Talent zur Einsicht fehlt.“ Wobei Humboldt hinzufügt, dass es gerade eine Hauptaufgabe der Bildung sei spezielle berufliche Ausbildung „so vorzubereiten, dass nur für wenige Gewerbe noch unverstandene, und also nie auf den Menschen zurück wirkende Fertigkeit übrigbleibe.“

Bildung setzt also nicht nur voraus, dass man verstanden und akzeptiert hat, warum man sich selbst verändern, sich einem „Bild“ anformen soll, sondern setzt auch immer voraus, dass man die Verhaltensänderung selbst in ihren Konsequenzen soweit irgend möglich absehen, verstehen kann.

Mir scheint das ganz zentral: Zur Bildung gehört, dass man danach nicht nur etwas Neues kann oder sich anders verhält, sondern dass irgendetwas mit der Person als solcher passiert ist und das setzt notwendig voraus, dass man einen bewussten, selbstverantworteten, ja reflektierten Prozess durchlaufen hat.

Digitales / Digitalisierung

Verlassen wir die idealistischen Höhen und kommen zu etwas ganz Schnödem: Was soll *das Digitale* sein, über das hier geredet wird? Ich mache das hier total pragmatisch:

alle Werkzeuge und Medien, die Elektrizität „verbrauchen“² und, insofern sie sich unmittelbar an (sehende) Menschen richten, in der Regel auf eine grafikfähige Anzeige angewiesen sind und / oder insbesondere dort, wo sie das nicht tun, irgendetwas selbstständig leisten, von dem man dachte, dass es Menschen dafür benötigt.

Da fehlen jetzt rein auditive Medien, also etwa das gute alte Radio, und nicht-grafikfähige Taschenrechner fallen wohl auch heraus, aber sonst ist meines Erachtens eh alles dabei, was da herein gehört, insbesondere, aber nicht nur alle Formen von „Computern“ im weitesten Sinne und deren Zusammenschluss in Netzwerken.

² Physiker*innen werden mindestens monieren, dass Elektrizität ja nicht verbraucht wird, Informatiker*innen werden die Definition kritisieren, weil sie das Paar „digital“ vs. „analog“ nicht aufgreift. In beiden Fällen winde ich mich mit der Aussage heraus, dass es mir hier um den im gesellschaftlichen Sprachgebrauch typischen Begriffsinhalt und -umfang geht und nicht darum, was Spezialist*innen in ihren internen Diskursen schön säuberlich hergerichtet haben, denn das tangiert die gesellschaftlichen Diskurse bei einem „Scharnierbegriff“ wie Digitalisierung nur sehr bedingt.

„Werkzeuge“ und „Medien“ verwende ich im Wesentlichen wie Heymann (1996, S. 138/9): Ein *Werkzeug* ist etwas, mit dem man eine bestimmte Tätigkeit leichter ausführen kann, als wenn man es nicht hätte (also etwa ein Hammer, der das Nägel-Einschlagen erheblich vereinfacht), über ein *Medium* findet vorwiegend der Austausch von Informationen statt (Buch, Zeitung). Das ist wohl keine disjunkte Beschreibung, so ist etwa jedes Massenmedium potentiell auch ein hervorragendes Propagandawerkzeug.

Eine Ergänzung scheint mir dabei wichtig: Bei Digitalem wird zunehmend auch an „smarte Werkzeuge“ gedacht, also elektronische Geräte, die etwas ohne Zutun des Menschen leisten, bei dem man eigentlich gedacht hat, dass das ohne Mensch nicht geht. Maschinen also, die nicht einfach die Fähigkeiten des Menschen erweitern, sondern ihn ein Stück weit überflüssig machen (Roboter oder intelligente Maschinen im weitesten Sinne).

Digitalisierung bezeichnet dann meinem Verständnis nach gleichzeitig zwei Phänomene, die sich als Transformationsprozesse auffassen lassen:

- einerseits den Umstand, dass in der Gesellschaft oder einem gesellschaftlichen Teilsystem (auf Mikro-, Meso- oder Makroebene) zunehmend auf „das Digitale“ zurückgegriffen wird, sowie
- andererseits und insbesondere alle Folgeerscheinungen, die dadurch in der Gesellschaft oder einem gesellschaftlichen Teilsystem (auf Mikro-, Meso- oder Makroebene) hervorgerufen werden, unabhängig davon, ob intentional oder rein emergent.

Oder nochmal beispielgebunden: Digitalisierung bezeichnet *einerseits* den Umstand, dass in der Gesellschaft oder einem gesellschaftlichen Teilsystem egal in welchem Maßstab, sei es in einem einzelnen Betrieb oder gleichzeitig in allen Schulklassen in Deutschland die Bedeutung des wie oben verstandenen „Digitalen“ zunimmt, weil es jetzt auf einmal einen Roboter gibt, der die Arbeitsschritte von zehn langjährigen Mitarbeiter*innen im Betrieb überflüssig macht oder auf einmal alle Schüler*innen ihre Lehrperson nicht mehr im Zimmer vor sich stehen haben sondern getrennt durch zwei Bildschirmoberflächen miteinander kommunizieren.

Das macht schon deutlich, dass vielleicht entscheidender ist, dass zur Digitalisierung eben auch alle durch solche Umstellungen hervorgerufenen gesellschaftlichen Transformationsprozesse gehören bzw. mit dem Begriff immer schon mitgemeint sind, und zwar unabhängig davon, ob solche Transformationsprozesse bewusst gestaltet werden oder bloß emergieren.

Diesbezüglich ist schon hier festzuhalten, dass alle mir bekannten politischen Strategiepapiere zur

„Digitalisierung“ davon ausgehen, dass diese faktisch „alternativlos“ ist, sich jedenfalls gesamtgesellschaftlich betrachtet gar nicht verhindern lässt, sondern es nur um die Frage gehen kann, wie man sie bewusst gestalten kann. Im Sinne von Roland Fischer (2012) wäre eine *bewusst gestaltete Digitalisierung* automatisch schon ein gesellschaftlicher Bildungsprozess. Was natürlich noch in keiner Weise klärt, was in der Schule oder im Mathematikunterricht zu passieren hat. Und da gehen die Meinungen auch etwas auseinander, ob und wie nämlich Schule auf Digitalisierung außerhalb von Schule und Unterricht durch *bewusst gestaltete Digitalisierung von Schule und Unterricht* reagieren soll. Fokussieren wir unseren Blick also ganz auf den Mathematikunterricht.

Konzepte und Herausforderungen „digitaler Bildung“

Quelle meiner Überlegungen sind wie gesagt vor allem die deutschen bildungspolitischen Dokumente „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ (BMBF, 2016) und „Digitalisierung gestalten: Umsetzungsstrategie der Bundesregierung“ (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2020). Dazu nehme ich vor allem zwei Stellungnahmen her, die als Reaktion auf den ersten Text von GDM (2017) und DMV (2016) in trauter Zwietracht herausgegeben wurden. Ich ergänze das dann durch allgemeine Wahrnehmungen zur Mathematikdidaktik, bei denen ich mich nicht immer sklavisch an einen Zitierzwang gebunden fühle und wo dann Einspruch besonders leicht sein sollte.

Konzepte

Insgesamt würde ich die „Digitale Bildung“ derzeit mit Blick auf Mathematik in im wesentlichen fünf (ggf. auch sechs) Idealtypen repräsentiert sehen, die in recht unterschiedlichem Ausmaß mit der politischen Agenda konform gehen:

1. *Pragmatische digitale Grundbildung*
2. *Praktische Berufsvorbildung*
durch IKT-Training + ggf. Programmierung
3. *Theoretische Berufsvorbildung*
durch Mathematik (& Informatik)
4. *“Critical Digital Literacy”*
(\approx Algorithmische Mündigkeit)
5. *“Business as Usual”* (Aussitzen)

Erstens meint eine pragmatische digitale Grundbildung, vielleicht vergleichbar mit der mathematischen Grundbildung, wie sie PISA anstrebt oder wenigstens anzustreben behauptet, also etwas, dass allen Menschen entweder ganz privat im Alltag und/oder als Bürger*in unabhängig vom Beruf später einmal relativ unmittelbar nutzen können sollten.

Zweitens und drittens sind Konzeptionen, die deutlicher darauf abheben, dass Schule eben auch Vorqualifikation für die Ausübung von Berufen ist, Schule also auch auf die Arbeitswelt vorzubereiten habe, die ihrerseits durch Digitalisierung geprägt ist. Es geht dort auch ganz handfest darum, das Arbeitskräftepotential für Berufe im MINT-Bereich hinreichend groß zu bekommen, was üblicherweise auch gewisse genderspezifische Bemühungen nach sich zieht, da die Zuneigung zu diesen Feldern stark gegendert ist.

Darunter würde ich dann noch einmal unterscheiden wollen, wie mittelbar oder unmittelbar das durch stärkeren Einbezug des Digitalen in Schule und Unterricht selbst passieren soll, es geht nämlich einerseits (oben 2.) darum, eine Basisqualifikation im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (so Textverarbeitung, Präsentationssoftware, vielleicht noch etwas Tabellenkalkulation und Datenbanken) oder sogar Programmieren für alle Schüler*innen zu fordern, andererseits (oben 3.) wird auch argumentiert, man müsse die theoretischen Grundlagen des Digitalen erfassen können und da käme man eben letzten Endes auf Mathematik, allenfalls „echte“ Informatik, nicht bloß dieser IKT-Krimskrams.

Katja Lengnink hat uns letztes Jahr im Arbeitskreis „Mathematik und Bildung“ ihr Konzept „Algorithmischer Mündigkeit“ vorgestellt, welches ich mal unter eine Klasse von Bildungskonzeptionen subsumieren würde, die so etwas wie „critical literacy“ für Digitales und Digitalisierung etablieren wollen, also eine nicht rein pragmatische digitale Grundbildung, die bloß digitale Kompetenzen vermitteln will, sondern eine, welche die mit Digitalisierung mitgemeinten Transformationsprozesse selbst zum Bildungsgegenstand macht.

Während man Spurenelemente aller vier bislang genannten Konzeptionen auch in den politischen Strategiepapieren finden kann, kommt die fünfte dort nicht vor, nämlich das Aussitzen („business as usual“) bzw. die Position, dass man auf Digitalisierung am Besten dadurch reagiert, dass man eben nicht (proaktiv) agiert. Das klingt banal, aber das ist eine ganz interessante und meinem Eindruck nach auch unter Lehrpersonen recht verbreitete Position. Interessant deshalb, weil sich dort eher reformpädagogisch bewegte Pädagoginnen und Pädagogen offenbar genauso gut einfinden können, wie es stockkonservative Mathematiklehrende in technischen Studiengängen (nicht nur, aber besonders) an Fachhochschulen können.

Doch genug der Frotzelei, schauen wir mal, was die deutsche Bundesregierung hochhoffiziell zur Digitalisierung bzw. Digitalen Bildung verlautbart hat. Die Bundesregierung will,

dass alle Menschen die Chancen der Digitalisierung nutzen können. Sie sollen den digitalen Wandel selbstbestimmt mitgestalten und verantwortungsvoll mit den Risiken umgehen können. Deswegen müssen wir in die digitalen Kompetenzen der Menschen investieren. Dafür werden wir in allen Bereichen mehr Angebote bereitstellen und unser Bildungssystem noch stärker auf das digital geprägte Leben, die digitale Arbeits- und Wirtschaftswelt und die digitale Wissensgesellschaft ausrichten. (Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2020, S. 10)

Als *advocatus amicitii* will ich hier zunächst festhalten, dass diese Willensbekundung in der Tat Minimalanforderungen an ein Bildungskonzept genügt, wenn gefordert wird, dass alle Menschen *den digitalen Wandel selbstbestimmt mitgestalten und verantwortungsvoll mit den Risiken umgehen können* sollen.

Es handelt sich durch den zweiten Absatz dann erkennbar um ein *pragmatisch qualifizierendes* Bildungskonzept, es geht um den Aufbau von Kompetenzen, die in der digitalen Wissensgesellschaft gefordert sind. Auffällig ist, dass hier und an vielen anderen Stellen des Papiers zwar davon gesprochen wird, dass schulische Bildung sich *wegen der Digitalisierung* verändern müsse, damit man dann außerhalb von Schule besser mit der Digitalisierung zurecht käme. Digitalisierung als pädagogische Chance *sui generis*, also: weil man Ziele, die ohne Digitales eh auch wichtig gewesen wären, jetzt anders oder besser erreichen könnte, kommen hier nicht vor und bleiben auch sonst in beiden genannten Papieren sehr, sehr spärlich.

Tatsächlich wäre zu fragen, ob man nicht oben besser auch noch

6. *Digitales als Unterrichtstechnologie* (mit Prädikat „pädagogisch wertvoll“)

hätte aufnehmen sollen, denn wir werden später sehen, dass diese Denkfigur in den didaktischen Publikationen sehr wohl auftaucht und geradezu als Demarkationslinie zwischen pädagogisierter und politisierter Digitalisierung herhalten könnte. Auch hier bin ich aber zunächst bereit, den „benefit of the doubt“ gelten zu lassen und entschuldige das Fehlen von Digitalisierung als pädagogischer Maßnahme *sui generis* mal mit dem deutschen Bildungsföderalismus, der im „Digitalpakt Schule“ darauf hinausläuft, dass der Bund für die Finanzen, die Hardware und die Cloud zuständig ist und es die Länder dann erklärtermaßen pädagogisch und lehrer*innenbildnerisch richten sollen.

Mit der Referenz auf „die digitale Wirtschafts- und Arbeitswelt“ zeichnet sich im Zitat oben bereits ab, was auch den Rest dieses Papiers durch-

zieht, dass nämlich Digitalisierung in der Schule sehr deutlich auch als Berufsvorqualifikation für eine zunehmend digitalisierte Arbeitswelt gesehen wird. Woran per se erst einmal auch nichts Verwerfliches ist, was aber bei eher an idealistischen Bildungstraditionen anhängenden Menschen schnell zu Abwehrreaktionen führt.

Die Strategie der Bundesregierung modifiziert mit Blick auf die Bildungskonzeption allenfalls moderat das, was man schon 2016 im Strategiepapier zur „Bildungsoffensive digitale Wissensgesellschaft“ lesen konnte. Wobei man bis 2020 vielleicht sogar etwas Kreide gefressen hat, denn in BMBF (2016, S. 7) hieß es zwar auch, dass Bildung „ungeachtet der Veränderungen in Mediennutzung und Arbeitswelt“ (a. a. O.) bedeuten müsse, die „bekannte Herausforderung“ (a. a. O.) zu adressieren, zu klären, wie „Jugendliche wie Erwachsene müssen selbstbestimmt und verantwortungsbewusst handeln können“ (a. a. O.), dem werden aber unmittelbar zwei weitere Herausforderungen an die Seite gestellt, die deutlich handfester ökonomisch daher kommen:

- Sie [Jugendliche und Erwachsene – A. V.] müssen fortlaufend die Qualifikationen erwerben, die für eine sich wandelnde Arbeitswelt nötig sind.
- Aus-, Fort- und Weiterbildung müssen die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland sichern (BMBF, 2016, S. 7).

Spätestens mit dem letzten Punkt sind wir dann an einer Stelle, wo jetzt dann vielleicht doch nicht jede*r aus dem pädagogischen Milieu zuallererst dran denkt, wenn er oder sie „Bildung“ hört (zumindest die idealistisch vorbelasteten unter den Angehörigen des Milieus werden das beinahe als Antithese von Bildung empfinden).

Und jetzt spiele ich kompensatorisch gleich wieder *advocatus amicitii* und betone, dass dieses Papier an ganz prominenter Stelle hervorhebt, dass „in dem Maße, in dem Routinefähigkeiten automatisiert werden können, die Bedeutung kreativer und sozialer Fähigkeiten zunehme“. Auch das ist hier ganz beinhart ökonomisch gedacht: Wenn demnächst viele einfache Routinetätigkeiten durch Roboter und andere Automaten und Algorithmen übernommen werden, wir aber weiter alle Menschen in Lohn und Brot halten wollen, dann müssen wir schauen, dass die in den letzten Bastionen der Menschen, dem Sozialen und der Kreativität, etwas weiterbringen. Gleichzeitig soll es natürlich die Pädagog*innen in uns ansprechen, die von jeher erklärtermaßen die geistigen Kräfte des Menschen wecken, ihre Kreativität fördern und ihn zum sozialen Wesen sich entwickeln lassen wollten. Und

auch wir als Mathematikdidaktiker*innen fühlen uns angesprochen, die wir Mathematik für eine kreative Betätigung halten, die wir aus den Fängen der Aufgabendidaktik und der unverstandenen Rechenprozeduren zu befreien schon seit wenigstens 50 Jahren uns bemühen.

Herausforderungen: Sieben Thesen

Wird das nun alles leichter werden? Man darf sehr skeptisch sein, meines Erachtens werden die Herausforderungen eher größer, was ich im Folgenden anhand von sechs Thesen entfalten möchte.

These 1: Die organisierte deutschsprachige Fachdidaktik Mathematik rahmt „Digitale Bildung“ überwiegend als Problem der Potentiale und Grenzen digitaler Medien und Werkzeuge für fachspezifisches Lehren und Lernen – im politischen Diskurs spielt das (bestenfalls) eine untergeordnete Rolle.

Das ist jetzt erst einmal eine Feststellung und gar nicht unbedingt als Kritik gemeint. Dass sich Frau Merkel und ihr Kabinett jetzt nicht persönlich mit der Frage auseinandersetzen, ab welchem Schuljahr DGS oder CAS sinnvoll eingesetzt werden können und wie das das Lernen von Geometrie und Algebra verändert, ist ja an sich nicht weiter verblüffend. Und dass es umgekehrt den Mathematikdidaktiker*innen in erster Linie um das Lernen von Mathematik geht, das ist ja nur recht und billig.

Es besteht aber doch die Gefahr, dass man bezüglich der Digitalisierung aneinander vorbei redet bzw. dass es Zielinkongruenzen gibt, die potentiell auch zu Zielkonflikten führen können. Aber zunächst bin ich den Leser*innen einen Beleg für diese These schuldig. Zur Hälfte, nämlich bzgl. der Politik, sehe ich diesen schon als weitgehend erfolgt an: Digitalisierung in der Schule soll auf Digitalisierung in Gesellschaft und Arbeitswelt vorbereiten. Sie ist zwar pädagogisch zu gestalten, wie insbesondere das Bildungsministerium in seinem Papier nahezu gebetsmühlenartig wiederholt, sie ist aber in erster Linie keine rein pädagogische Maßnahme in dem Sinne, dass sie unabhängig von der Digitalisierung außerhalb von Unterricht einfach nur pädagogische Potentiale digitaler Medien und Werkzeuge für etwas erschließen wollte, was auch unabhängig von der Digitalisierung Bedeutung hätte.

Die von der GDM (2017) als Reaktion auf die Bildungsoffensive „digitale Wissensgesellschaft“ veröffentlichte Stellungnahme macht hingegen schon im Titel unmissverständlich klar, dass sie Digitalisierung zuvorderst als pädagogische Maßnahme versteht, sie begreift diese als (vielleicht letzte?) „Chance für den fachdidaktisch reflektierten Einsatz digitaler Werkzeuge“ GDM (2017, S. 39). Dieser Eindruck erhärtet sich in den zentralen „talking points“ des Papiers:

1. Digitale Kompetenzen seien „um spezifische Kompetenzen für ein gelingendes fachliches Lehren und Lernen mit digitalen Medien“ (GDM, 2017, S. 40) zu erweitern.
2. Man müsse dazu fachspezifische „Qualitätsstandards digitaler Lernmedien“ (a. a. O.) (insbesondere die von einigen kritisch, zum Teil wohl auch angesichts der Popularität neidisch beäugten oder als Konkurrenz empfundenen „open educational resources“) um die Analyse „ihre Potentiale und Grenzen für ein fachspezifisches Lehren und Lernen“ (a. a. O.) ergänzen.
3. „Sollen digitale Medien in Lernsituationen verwendet werden, dann sollten sie auch in Prüfungen – zumindest teilweise – verbindlich sein.“ (GDM, 2017, S. 41) – darauf gehe ich an späterer Stelle in einer eigenen These noch näher ein.
4. Bei allen Bemühungen müsse die Maxime lauten: „Der Einsatz digitaler Medien für den Fachunterricht ist immer *auch* daran zu messen, inwieweit er den verständigen Zugang zu mathematischen Begriffen und Verfahren befördert und festigt.“ (a. a. O.)

Wäre das ganze ein Deutschaufsatz und das BMBF eine gestrenge Lehrperson, so wäre nicht ganz auszuschließen, dass sie an den Aufsatz „Thema verfehlt, Sechs“ notiert hätte. Jedenfalls ist ein eigentümlicher Unwillen oder ein Unverständnis dafür spürbar, dass es der Politik um Digitalisierung als „Bildungs und Qualifikationsinhalt“ eigenen Rechts und eben nicht nur als Unterrichtstechnologie zur besseren Erreichung fachlicher Ziele geht. Darum geht es in diesem GDM-Papier allenfalls im „auch“ des letzten zitierten Satzes, welches zumindest indirekt anerkennt, dass Digitalisierung in der Schule auch andere Aspekte und Ziele haben könnte, als ein (offenbar ohnehin schon geklärtes) optimales fachliches Lernen zu unterstützen.

Wie gesagt: Man kann das inhaltlich und strategisch sogar verstehen, man sucht sich seine Nische, aber potentiell kann das auch konfliktbehaftet sein, denn man segelt da so ein Stück weit unter „falscher Flagge“ bzw. versucht etwas in die Digitalisierungsstrategie herein zu lesen, was in dieser eben gar nicht so direkt herinnen steht.

These 2: (Nicht nur, aber insbesondere) Fachmathematik und Mathematikdidaktik haben divergierende Einschätzungen dazu, in welchem Maße im Mathematikunterricht durch Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge „Routinetätigkeiten automatisiert werden können“ (bzw. sollen) und „die Bedeutung kreativer & sozialer Fertigkeiten“ zunimmt (bzw. zunehmen soll).

Hier würde ich, mit Blick auf die gerade präsentierte GDM-Stellungnahme, die Position der orga-

nisierten deutschsprachigen Fachdidaktik nämlich so sehen, dass diese eher geneigt ist, den Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge als Chance zu begreifen, besseren Mathematikunterricht zu machen. Und das heißt jedenfalls teilweise, das als tendenziell stupide empfundene, oft mit wenig Verständnis verbundene Einpauken von Routineverfahren, die insbesondere CAS-fähige Geräte in aller Regel nahezu vollständig übernehmen könnten, zu reduzieren, um mehr einsichtsvolles und kreatives Lernen und Arbeiten zu ermöglichen.

Wie sieht das die Deutsche Mathematiker Vereinigung (bzw. sah es im Jahr 2016)? Ich zitiere eine eilig zum Digitalisierungs-Gipfel der Bundesregierung herausgegebene Pressemitteilung (DMV, 2016), solche mit der heißen Nadel gestrickten Anlass-Papiere führen ja bisweilen dazu, dass man besonders pointiert und unzensuriert die ureigene Position kund tut:

Vollständig digital kompetent ist und bleibt auf lange Sicht nur, wer die theoretischen Grundlagen versteht.

Diese Grundlagen entstehen nicht als Nebeneffekt beim Lernen mit digitalen Medien, sondern müssen separat und fokussiert im Unterricht vermittelt werden. Digitale Medien können und sollten hierzu nur ergänzend eingesetzt werden. Nach Erfahrung der überwältigenden Mehrheit der Mathematikerinnen und Mathematiker weltweit sind Tafel, Papier und das direkte Unterrichtsgespräch meist viel besser geeignet.

Auch dürfen diese Grundlagen nicht allein Hochbegabten oder digital Affinen vorbehalten bleiben, sondern müssen Teil der Allgemeinbildung werden.

Lesen wir das gemeinsam noch einmal Schritt für Schritt: Der besondere „Spin“ der DMV liegt darin, Mathematik als „theoretische Grundlage“ der Digitalisierung, gewissermaßen als deren „Betriebssystem“ einzuführen. Auf lange Sicht sei nur digital kompetent, wer diese Grundlagen versteht. Ein solches Verständnis der Grundlagen stelle sich aber nicht schon durch den Gebrauch digitaler Medien ein, dieser sei allenfalls ergänzend sinnvoll. Und jetzt wird es spannend: „Nach Erfahrung der überwältigenden Mehrheit der Mathematikerinnen und Mathematiker weltweit sind Tafel, Papier und das direkte Unterrichtsgespräch meist viel besser geeignet, sich diese Grundlagen zu erarbeiten.“

Halten wir hier kurz inne. Ich würde diese Passage so interpretieren: Die DMV vertritt hier die Position, dass Digitalisierung zwar die Bedeutung der Mathematik (als deren Betriebssystem) erhöhe, setzt sich also mit dem auseinander, was bei Gellert und Jablonka (2007) „Mathematisation“ heißt,

glaubt aber offenkundig nicht daran, dass Digitalisierung den Bedarf an mathematischen Kompetenzen so verändern würde, dass irgendwo dann auch weniger oder andere Kompetenzen, etwa im Routinebereich, erforderlich wären, was bei Gellert und Jablonka „Demathemisation“ heißen würde.

Was meine ich bzw. meinen Gellert und Jablonka (2007) damit? Etwa auch Heymann (1996) hatte in seiner Bildungskonzeption argumentiert, dass der zunehmende gesellschaftliche Rückgriff auf Mathematik noch nicht notwendig dazu führen müsse, dass jeder einzelne von uns in seinem Alltag mehr Mathematik beherrschen müsste, eher noch sei das Gegenteil der Fall, woraus sich angesichts der gemäß großen Leistungsstudien verorteten *Effizienzkrise* des Mathematikunterrichts eben auch eine veritable *Legitimations- und Akzeptanzkrise* ergebe. Was uns die DMV hier verkaufen möchte, ist im Kontrast dazu die Argumentation, dass derjenige, der zum Navigieren keine Karte, sondern ein GPS benutzt, zwar unter Umständen weniger mathematische, in diesem Fall das räumliche Vorstellungsvermögen betreffende, Kompetenzen einsetzen müsse, man aber langfristig nur mathematisch kompetent sei, wenn man auch verstehen würde, wie so ein GPS auf mathematischer Ebene arbeitet. Und zwar wirklich *alle Menschen*, nicht nur die technisch Begabten und Interessierten, wie uns der letzte Satz noch einmal deutlich verklickern möchte. Das führt mich nahezu unmittelbar zu meiner dritten These:

*These 3: Es ist fraglich, ob „Mathematik als Betriebssystem des Digitalen“ ein für allgemeinbildenden Unterricht redliches Bildungskonzept und nicht eher „digitales Trittbrettfahrer*innentum“ darstellt.*

Das ist vielleicht nicht die ganz feine englische Art, der DMV Unredlichkeit zu unterstellen, aber de facto scheint mir das, was die DMV da denkt, nicht redlich an allgemeinbildenden Schulen umsetzbar. Roland Fischer hat einmal in einem Text sehr schön ausargumentiert, dass fachliches Wissen in vielen Fällen zu prinzipiell ist, als dass sich daraus dann schon Handlungsleitung oder Kompetenz für das Alltagsleben entwickeln könnten. Dass diejenigen, die etwa die Grundlagen der Mechanik verstanden haben, dann auch quasi automatisch die vorausschauenderen Autofahrer*innen werden, dürfte so als Automatismus wohl nicht gegeben sein.

Analog könnte man hier zuspitzen: Das, was ich den Schüler*innen mit vertretbarem Zeitaufwand in der Schule etwa an Zahlentheorie beibringen kann, wird wohl eher nicht dazu führen, dass diese dann so viel von Kryptographie und Cyber Security verstehen, dass sie dann auch alle brav bei Amazon, Twitch oder Snapchat die Zwei-Faktor-Authentifizierung aktivieren.

Deutlich redlicher wäre da etwa ein klares Bekenntnis zur Qualifikationsfunktion, wie es in den politischen Strategiepapieren enthalten ist: Wegen der Digitalisierung brauchen wir tendentiell mehr Menschen, die im MINT-Bereich arbeiten und diese Leute bekommen wir nur in vertretbarer Zeit ausgebildet, wenn die Schule sie hinsichtlich mathematischer „Basics“ fit gemacht hat. Alternativ könnte man ein Bildungskonzept verfolgen, das schlicht Mathematik als Kulturleistung eigenen Rangs und eigener Art von sich aus ein Potential zur Bildung des Menschen zugesteht.

Um es mal mit etwas Schmäh zuzuspitzen: Einfach zu proklamieren, Mathematik sei wegen dieser Digitalisierung da jetzt halt wichtiger als eh schon immer, deswegen müsse sich am Unterricht aber eh nichts ändern, aber es solle nun endlich einmal akzeptiert werden, dass Mathematik ja eh allgemein bildet, das ist halt doch a bisserl viel verlangt – keine Sorge, aus ausgleichender Gerechtigkeit haue ich jetzt dann mit These 4 auch wieder auf die organisierte Mathematikdidaktik hin.

These 4: Der Status digitaler Werkzeuge in Abschlussprüfungen ist Kulminationspunkt eines gestörten Verhältnisses der organisierten deutschsprachigen Mathematikdidaktik zum „Rechnen“ und zur „real existierenden“ Praxis des Mathematikunterrichts.

Das ist natürlich fast noch etwas frecher, wenn man jetzt den eigenen Kolleg*innen Gestörtheit unterstellt, wobei ich ja eh auch irgendwie dazu gehöre. Ganz so arg ist das aber nicht gemeint, ich bezeichne ja nicht uns als gestört, sondern ich vermeine im Herumlavieren um den Status der digitalen Hilfsmittel insbesondere in Abitur- bzw. Matura-Prüfungen eine Störung zu erkennen, die sich im Spannungsfeld unseres Verhältnisses zum Rechnen einerseits und zur real existierenden Praxis andererseits manifestiert.

Was ich nämlich nicht wirklich gut verstehe und in entsprechenden Stellungnahmen und Papieren für eher windig, wenn überhaupt ausargumentiert empfinde, ist der Umstand, dass i. W. dieselben Menschen

- zum Einen den verbindlichen Technologieeinsatz in (einem Teil der Abschluss-)Prüfungen verlangen, weil er sonst ja in Lernsituationen in dieser überaus störrischen Schulpraxis nämlich nicht Verwendung finden würde (etwas frei nach GDM, 2017),
- zum Anderen aber dann 2019 in ein zentrales gemeinsames Papier mit DMV und MNU hereinschreiben, es bräuchte, eine deutschlandweit einheitliche, hilfsmittelfreie Prüfung, die „sich auf das Wissen und Können der Sekundar-

stufe 1“ (Mathemattikkommission GDM, DMV, MNU, 2019) beziehe.

Wenn es so wäre, dass die digitalen Werkzeuge so ein großer Segen für das Lehren und Lernen von Mathematik sind, warum muss man dann einerseits die Lehrpersonen zum Einsatz dieser Werkzeuge dadurch „nudgen“, dass man die Werkzeuge in einem Teil der Prüfung vorschreibt, während man dann aber gleichzeitig auch die Schüler*innen an die Kandare nehmen muss, dass sie doch bitte das Wissen und Können von vor zwei oder drei Jahren aber bitte auch noch brav technologiefrei reproduzieren können.

Da stimmt offenkundig irgendetwas nicht, bzw. müsste mir das jemand mal genauer erklären. Meine vorläufige Erklärung packe ich in eine weitere These:

These 5: Die Praxis des Mathematikunterrichts bleibt (in der Breite, sehr konstant) durch Mechanisierung und Routine geprägt, die im Zweifel auch vor Einsicht Vorrang hat („Aufgabendidaktik“). Mathematikdidaktik ist nur bedingt bereit, sich mit der These der Funktionalität dieses Umstands auseinanderzusetzen.

Jetzt könnte eingewandt werden: Aber wenn das stimmt, wozu würde es dann überhaupt einen hilfsmittelfreien Prüfungsteil geben müssen? Ganz einfach: Weil in der Praxis der Technologieeinsatz in der Breite anscheinend nicht automatisch dazu führt, dass jetzt die Dinge verständnisvoller und nachhaltiger gelernt werden, sondern anscheinend eher dazu, dass Aufgaben, bei denen etwas händisch zu rechnen war, durch Aufgaben zum Eintippen in Geräte ersetzt werden.

Der Mathematikunterricht entwickelt mit oder ohne Computer offenbar in der Breite eben kein erhebliches intrinsisches Interesse daran, dass wirklich einsichtsvolles Lernen stattfindet, sondern scheint daran interessiert, den Großteil der Schüler*innen dahin zu bringen, Prozeduren zu reproduzieren, die korrekte Ergebnisse liefern. Das geht aber mit oder ohne Computer mehr oder weniger gleich gut oder schlecht.

Mir scheint, nur sehr wenige in der Mathematikdidaktik sind bereit, diesen Umstand nicht nur als „Versagen der Praxis“ zu framen, sondern als unter Umständen hochgradig *funktional* anzuerkennen. Hier würde ich etwa David Kollosche (2015) oder Sverker Lundin (2012) nennen, in deren Sinne man fragen könnte: Darf man es als *mathematisch bildend* denken, dass Heranwachsende im Mathematikunterricht eben nicht nur die Kraft der eigenen Erkenntnis erleben, sondern dass sie auch ganz bewusst erfahren, dass das Befolgen von Regeln, die man gar nicht völlig geistig durchdrungen hat, sehr wohl zu insgesamt sehr produktiven Ergebnissen führen kann.

Und wenn einem das von den Konsequenzen her zu radikal ist, könnte man immerhin noch mit Ralf Wiechmann (2019) fragen, ob die Mathematikdidaktik der letzten 20 Jahre sich vielleicht etwas zu wenig mit dem „Können als Apriori des Verstehens“ auseinandergesetzt hat und vielleicht etwas zu euphorisch war, wie viel Routine und Rechnen man auslagern kann, um dem Modellieren, dem Entdecken lassen und der Reflexion den ohne Frage auch wichtigen Raum im Mathematikunterricht zu geben.

Da ich bereits hart an der zulässigen Seitenzahl eines Diskussionsbeitrags schramme, erhöhe ich jetzt etwas die Taktzahl und bringe die nächsten beiden Thesen schlicht simultan:

These 6: Soziale Implikationen digitaler Lehr-Lernarrangements spielen in der (deutschsprachigen) Mathematikdidaktik (bis dato) eine vollkommen randständige Rolle.

These 7: Ob „critical digital literacy“ ein ausreichend konsensfähiges, hinreichend gehaltvolles und praktisch realisierbares Alternativ- oder Komplementärprogramm für den Mathematikunterricht darstellt, ist noch weitgehend ungeklärt.

Zu These 6: Diejenigen, die sich wie Michael Sertl (2007) mit der Soziologie des Unterrichts im Gefolge von Basil Bernstein auseinandersetzen, haben wiederholt davor gewarnt, dass offene Lernformen, die mehr Verantwortung für den Lernprozess an die Lernenden überantworten, sozial nicht neutral sind, sondern einseitig Kinder der Mittelschicht und höherer Schichten bevorzugen, weil diese im Elternhaus eben eine andere Unterstützung der Lernautonomie erfahren und mit den Anforderungen eines solchen Unterrichts besser klar kommen. Versteht man Digitalisierung auch als die Idee, künftig informationsvermittelnde Teile eher in die Eigenverantwortung der Lernenden zu legen, die sich diese durch interaktives, audiovisuelles Material selbsttätig erarbeiten sollen, so ist dies sicher nicht sozial neutral. Diesem Umstand ist schon bei der um sich greifenden Arbeitsblattisierung des Mathematikunterrichts seitens der Mathematikdidaktik eher wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden, ich habe nicht den Eindruck, dass die Digitalisierung daran viel ändert.

Zu These 7: Hier mache ich einen „cop out“ und gebe eine sehr dringende Leseempfehlung: „Ideological roots and uncontrolled flowering of alternative curriculum conceptions“ (Gellert & Jablonka, 2010). Der Text arbeitet sehr nachvollziehbar heraus, mit welchen prinzipiellen Problemen es Konzeptionen kritischer mathematischer Literalität zu tun haben, nahezu alles davon lässt sich fast 1:1 auf solche Konzepte übertragen, die sich um kritische *digitale* Literalität oder algorithmische Mündigkeit bezie-

hen. Meine grobe Einschätzung wäre, dass so ein Konzept für eher traditionelle Bildungsvorstellungen zum Fach Mathematik einerseits und zu einer eher pragmatisch-technisch gedachten digitalen Kompetenzorientierung eine wichtige Komplementarisierung, aber eben eher keine echte Alternativkonzeption darstellt. Aber das ist ja vielleicht auch gar kein Beinbruch – mit dieser vorsichtig optimistischen Einschätzung bin ich dann auch am Ende angelangt.

Literatur

- BMBF (Hrsg.). (2016). *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft: Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. <https://bit.ly/34xYmVl>
- DMV. (2016). *Inhalte statt Geräte: Presseinformation vom 15.11.2016*. <https://bit.ly/31O3ufC>
- Fischer, R. (2012). Bildung von Individuum und Gesellschaft. In R. Fischer, U. Greiner & H. Bastel (Hrsg.), *Domänen fächerorientierter Allgemeinbildung* (S. 262–267). Trauner.
- GDM. (2017). Die Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft: Eine Chance für den fachdidaktisch reflektierten Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, (103), 39–41. <https://bit.ly/31MuMDe>
- Gellert, U. & Jablonka, E. (Hrsg.). (2007). *Mathematisation and demathematisation: Social, philosophical and educational ramifications*. Sense Publ.
- Gellert, U. & Jablonka, E. (2010). Ideological roots and uncontrolled flowering of alternative curriculum conceptions. In U. Gellert, E. Jablonka & C. Morgan (Hrsg.), *Proceedings of the Sixth International Mathematics Education and Society Conference* (S. 21–39). MES. <https://bit.ly/3jHRq5Z>
- Heymann, H. W. (1996). *Allgemeinbildung und Mathematik*. Beltz.
- Humboldt, W. v. (2017). Der Königsberger und der Litauische Schulplan. In G. Lauer (Hrsg.), *Wilhelm von Humboldt: Schriften zur Bildung* (S. 110–142). Reclam Verlag. (Original erschienen 1809)
- Kollosche, D. (2015). *Gesellschaftliche Funktionen des Mathematikunterrichts: Ein soziologischer Beitrag zum kritischen Verständnis mathematischer Bildung*. Springer.
- Ladenthin, V. (2014). Bildung als absoluter Begriff. *Erwägen, Wissen, Ethik*, 25(2), 286–289.
- Lundin, S. (2012). Hating school, loving mathematics: On the ideological function of critique and reform in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1), 73–85. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9366-6>
- Mathematikkommission GDM, DMV, MNU. (2019). *Mathematik: 19 Maßnahmen für einen konstruktiven Übergang Schule – Hochschule*. <https://bit.ly/31Vg3Wu>
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hrsg.). (2020). *Digitalisierung gestalten: Umsetzungsstrategie der Bundesregierung* (5. Aufl.). <https://bit.ly/3kxFFjP>
- Seel, N. M. & Hanke, U. (2015). *Erziehungswissenschaft: Lehrbuch für Bachelor-, Master- und Lehramtsstudierende*. Springer.
- Sertl, M. (2007). Offene Lernformen bevorzugen einseitig Mittelschichtkinder! Eine Warnung im Geiste von Basil Bernstein. In M. Heinrich & U. Prexl-Krausz (Hrsg.), *Quo vadis? Eine Spurensuche nach „neuen Lernformen“ in Schulpraxis und LehrerInnenbildung* (S. 79–97). LIT Verlag. <https://bit.ly/2TyEkoe>
- Vohns, A. (2018). *Kann man (sinnvoll) einen „absoluten Kern“ des Bildungsbegriffs bestimmen und inwiefern könnte er (Mathematik-)Unterricht orientieren? Vortrag auf der Herbstagung des GDM AK „Mathematik und Bildung“, Hildesheim, 28.10.2018*. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16796.72323>
- Wiechmann, R. (2019). Können als Apriori des Verstehens. *mathematica didactica*, (42 (2)), 163–176. <https://bit.ly/31WnEEr>

Andreas Vohns, Universität Klagenfurt

Wir trauern um

Assoc. Prof. Dr. **Andreas Vohns**,

der am 19.1.2021 unerwartet im Alter von 45 Jahren verstorben ist. Wir haben mit Andreas Vohns einen Kollegen verloren, mit dem wir bis zu seinem Ausscheiden im März 2018 im Vorstand der GDM gerne und vertrauensvoll zusammengearbeitet haben.

Der Vorstand