

within mathematics, i.e. in the manifold operations with them in calculations of all sorts and especially in proofs. For making this view more transparent Wittgenstein has proposed the notion of a language game or more specifically for mathematics that of a sign game. In a game like chess the meaning of the figures is determined by the rules of the game and likewise the meaning of the mathematical symbols is tantamount to the operation rules and all of their consequences. Thus he says that in a mathematical argument one cannot appeal to the meaning of the terms since this meaning is only developed within mathematics. A simple conclusion would then be that learning mathematics consists in genuinely and progressively taking part in the respective sign games. More specifically, learning arithmetic means learning to calculate and solve arithmetic problems of all sort. Likewise this holds for algebra and any other part of (school) mathematics. To understand what a mathematical term means is equated with the ability to use it in a correct way, i.e. according to the respective rules for operation.

This is a strong argument for a kind of mathematical training which possibly is analogous to the training necessary for becoming a fairly good chess player: to understand chess simply consists in being able to play it well. Wittgenstein also proposes the view that the signs of mathematics do not designate given objects like numbers from which their meaning derives. Here again the analogy with chess might help: a figure of chess, say the queen, does

not designate anything. Thus fundamental ideas do not by themselves elucidate the mathematical use of signs and possibly it is the other way round that the big ideas can only be understood from their instantiations within mathematics by formal models e.g. of linearity. Of course do have many mathematical sign games their genetic roots in practical problems. But they cannot be reduced to them and they always essentially transcend them. This becomes very clear already in the case of negative and of rational numbers.

Summarizing

To sum up: the positions taken by Peirce and Wittgenstein strongly oppose the current tendency to reduce or to neglect the role of symbolic mathematical activity. Even if the goal of school mathematics is rather the applications and a more general and superficial knowledge about some features of mathematics this goal will only be achievable when a genuine understanding of the mathematics involved is developed. And such an understanding according to Peirce and Wittgenstein presupposes familiarity with the mathematical diagrams and/or with the mathematical sign games. *In other words, there is no sensible mathematics without formulas.*

Willi Dörfler, Alpen-Adria-Universität Klagenfurt
Email: willi.doerfler@aau.at

„Digitale Bildung“ — ein Bildungskonzept?

Horst Hischer

Kein Mensch lernt digital. Es gibt weder digitalen Unterricht noch digitale Bildung [...].
Ralf Lankau, 2017

Ausgangslage

„Digitalisierung“ ist in aller Munde. So überboten sich in den Wochen vor der letzten Bundestagswahl viele Parteien mit oft dubios bleibenden Parolen zur Forcierung einer vorgeblich notwendigen „Digitalisierung“, als deren – höflich formuliert: – bedenklichste hier *„Digital first. Bedenken second.“* genannt sei.

Aber auch im Kontext von Bildung, Schule, Bildungspolitik und Didaktik finden wir – in den letz-

ten Jahren zunehmend, nun auch bis in die tagespolitische Berichterstattung von Presse und Fernsehen hinein – Fokussierungen auf „Digitalisierung“, die nun sogar Forderungen z. B. nach „Digitaler Bildung“ und „Digitalem Lernen“ nach sich ziehen. Und die *Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* (GDM) hat im Juli 2017 ein Positionspapier veröffentlicht, bei dem es expressis verbis u. a. auch um „digitale Bildung“ geht.¹

Aber können denn „Bildung“ und „Lernen“ digital sein? Wurde das bei der Wortwahl sorgsam

¹ ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/59/205

bedacht, oder begegnen wir hier einem weiteren lockeren, quasi selbstredenden (?) Umgang mit Sprache, wie er wohl im Alltag und oft auch in der Presse üblich ist?

Was also sollen oder können Termini wie „Digitale Bildung“ bedeuten? Und: Sind solche Bezeichnungen im erziehungswissenschaftlichen Bereich als verfehlt zurückzuweisen?

Ludwig Wittgenstein schreibt in §43 seiner 1953 posthum veröffentlichten *Philosophischen Untersuchungen*:

Man kann für eine große Klasse von Fällen der Benützung des Wortes »Bedeutung« – wenn auch nicht für alle Fälle seiner Benützung – dieses Wort so erklären: Die Bedeutung eines Wortes ist sein Gebrauch in der Sprache.

So sei zunächst anhand einiger Zitate aufgezeigt, wie derzeit Termini wie „Digitalisierung“ und z. B. „Digitale Bildung“ im *Bildungskontext* gebraucht werden. Medienpädagogische Aspekte führen dann zu einem Vorschlag, welche didaktische Rolle eine „Digitalisierung“ im Rahmen von Bildung und Allgemeinbildung spielen könnte und wohl auch sollte. Dazu ist es angebracht, vorab kurz die *informationstechnische Bedeutung* von „Digitalisierung“ zu erläutern, um dann Fehlinterpretationen in den Zitaten verdeutlichen zu können.

Digitalisierung und digitale Welten

Zur Wortherkunft von „digital“

„Digital“ geht auf das lateinische „digitus“ für „Finger“ zurück. Daher bedeutet „digital“ wörtlich „die (oder den) Finger betreffend“, und in diesem Sinn wird das Wort in der Medizin verwendet.

Weil uns nun Finger u. a. auch dem „Abzählen“ von wohlunterschiedenen Gegenständen dienen, erfuhr „digital“ im *informationstechnischen Kontext* diesbezüglich eine Konkretion: Und zwar tritt „digital“ als Synonym zu „diskret“ auf (von lat. „discretio“ für „Unterscheidung“), demgemäß mit „diskret“ der kontradiktorische Gegensatz zu „kontinuierlich“ bzw. „stufenlos“ (oder „zusammenhängend“ bzw. hier auch „analog“) gemeint ist. Ganz in diesem Sinn betrachtet man in der Mathematik eine *diskrete Topologie*, bei der nur „isolierte Punkte“ vorliegen, wie z. B. in $\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots\}$.

Solch eine Identifizierung von „digital“ und „diskret“ im informationstechnischen Kontext verweist auf ein *weites Verständnis* von „digital“ (und somit auch von „Digitalisierung“), wobei es daneben auch ein *enges Verständnis* gibt.

„Digitalisierung“ im weiten Verständnis

Bei Messinstrumenten bilden die Strichmarkierungen der „Ableseeskala“ (als endliche Menge) ei-

ne diskrete (und somit eine digitale, s. o.), nicht-injektive *Darstellung eines Ausschnitts* der kontinuierlich (also analog) gedachten „Realität“ – und zwar unabhängig davon, ob das Messinstrument digital oder analog misst. Bei „Messungen“ wird oftmals eine (kontinuierlich gedachte!) physikalische „Größe“ (wie z. B. Länge, Spannung, ...) diskret abgetastet (und zwar durch „Rasterung“ oder „Sampling“), und die so erhaltenen „Abtastwerte“ werden dann durch rundende „Quantisierung“ auf endlich viele vorgegebene Werte einer numerischen Skala abgebildet.

„Digitalisierung“ bezeichnet dann – als eine Diskretisierung, wohlgemerkt im informationstechnischen Kontext! – sowohl den Prozess als auch das Produkt einer wie oben beschriebenen, auf Messung basierenden Transformation eines Ausschnitts einer analog bzw. kontinuierlich gedachten Welt in einen neuen zu betrachtenden „Raum“: nämlich einen Ausschnitt einer diskret (also nicht-analog bzw. nicht-kontinuierlich) gedachten Welt. Dieser neue, diskrete Raum kann als eine „digitale Welt“ aufgefasst werden, die dann sowohl „digital betrachtet“ als auch „digital bearbeitet“ werden kann.

Eine solche Digitalisierung als Transformation von physikalischen Werten aus einer (gedachten) „analogen Welt“ in Werte aus einer digitalen Welt nennt man in der Audio-Technik „A/D-Wandlung“, wobei es auch Rücktransformationen von einer digitalen Welt in eine analoge Welt gibt, hier also eine „D/A-Wandlung“, etwa beim Abhören einer Audio-CD über Lautsprecherboxen.

„Digitalisierung“ im engen Verständnis

Im informationstechnischen Kontext tritt allerdings „Digitalisierung“ auch und vor allem (!) in einem engen Verständnis auf: nämlich für den *Sonderfall diskreter binärer Darstellungen*, also bei Skalen mit *binären Werten*, oft basierend auf dem Dualsystem mit dem „Alphabet“ $\{0, 1\}$ („binär“ bedeutet in diesem Kontext: zweier Werte fähig): Das führt zu „Welten aus Nullen und Einsen“, quasi als „Arbeitsgrundlage“ der Computer.

Aber: In einem etwas weiteren, aber dennoch engen Verständnis von „digital“ gehören hierhin neben binären Darstellungen auch auf anderen Zahlensystemen basierende, so z. B. Digitaldarstellungen im Oktal- und im Hexagesimalsystem, letztere etwa bei der Kodierung von Farbwerten in „digitalen Farbräumen“ über dem Alphabet $\{0, 1, 2, \dots, 9, A, B, C, D, E, F\}$. Und beispielsweise der *genetische Code* basiert auf einer quaternären Darstellung über dem Alphabet $\{A, C, G, T\}$.

Ergänzend sei nur angemerkt, dass „Digitalisierung“ bei dem erwähnten Fall aus der Audiotechnik sowohl im weiten als auch im engen Verständnis auftritt.

Probleme und Fragen

Im Kontext von Bildung und Pädagogik sei in Bezug auf Transformationen von digitalen in analoge Welten (und umgekehrt) auf mögliche, insbesondere z. B. philosophische, psychologische oder auch neurologische Probleme hingewiesen – dies mit Blick auf wohl noch erforderliche analytisch-konstruktive Untersuchungen: Was bedeutet es für das Individuum, wenn die Welt zunehmend (oder gar überwiegend?) mittels neuartiger informationstechnischer Systeme digital (diskret) „wahrgenommen“ wird? (Man beachte: „Wahrnehmen“ bedeutet „etwas für wahr nehmen“, nicht aber schon, dass es wahr ist!)

Aber rhetorisch sei gefragt: Ist das etwas Neues? Immerhin „beruht“ alles irdische Leben per DNA auf dem Digitalen.

Dazu passend lässt sich fragen: Sehen wir mit unseren Augen eigentlich analog oder diskret (digital)? Denn die Netzhaut des Auges besteht aus endlich vielen Sehzellen. – Und denken wir angesichts endlicher vieler Synapsen im Gehirn analog oder diskret?

Der klassische Kinofilm besteht nicht-kontinuierlich (also digital im weiten Verständnis) aus Einzelbildern, die jeweils ein analoges Bild eines Ausschnitts der „realen“ Welt darzustellen scheinen. Der klassische Kinofilm wäre damit zugleich digital und analog. Im Gegensatz dazu könnte ein heutiger digital aufgenommener Videofilm ggf. als „volldigital“ angesehen werden, denn er besteht wie der klassische Film aus einer digitalen Anreihung von Einzelbildern, wobei diese Einzelbilder (genannt „frames“) digitale Darstellungen je eines Ausschnitts der „realen“ Welt sind.

Das führt zu folgender Frage: Sind die durch Belichtung eines lichtempfindlichen Films entstandenen Negative oder Positive eigentlich analoge Darstellungen der Realität, oder sind diese Darstellungen eher digital bzw. diskret? Wegen der Körnigkeit des Filmmaterials könnte man geneigt sein, sie als digital anzusehen, wenn auch nicht als digital im engen Verständnis.

Ergänzend sei gefragt: Was ist eigentlich eine „Digitaluhr“? Gibt es mechanisch funktionierende „Analoguhren“? Funktioniert eine Sanduhr analog oder digital? ...?

Die mit diesen Fragen auftretenden Probleme legen es nahe, die weiteren Betrachtungen möglichst auf ein *enges Verständnis* von „Digitalisierung“ und „digital“ zu fokussieren, weil es im vorliegenden

Kontext vorrangig um die Bedeutung und Verwendung derartiger informationstechnischer Systeme geht.

Aktueller Gebrauch von „Digitalisierung“ und „digital“ im Kontext von „Bildung“

Einsatz digitaler Medien im Unterricht

Im September 2017 veröffentlichte die Bertelsmann-Stiftung den „Monitor Digitale Bildung“, und hier liest man auf der Startseite, die zu einem 64 Seiten umfassenden PDF-Dokument führt:²

Der „Monitor Digitale Bildung“ [...] schafft erstmals eine umfassende und repräsentative empirische Datenbasis zum Stand des digitalisierten Lernens in den vier Bildungssektoren in Deutschland – Schule, Ausbildung, Hochschule und Weiterbildung.

Und weiter heißt es a. a. O.:

Die Digitalisierung ist auch in den Schulen angekommen. Für den sinnvollen Einsatz im Unterricht fehlen aber vielerorts noch ausgereifte didaktische Konzepte.

Hier wird „digitale Bildung“ auf den pädagogisch befremdlichen Terminus „digitalisiertes Lernen“ reduziert, womit offenbar der *Einsatz* entsprechender, aktuell oft so genannter „digitaler Werkzeuge“ bzw. „digitaler Medien“ gemeint ist.

Ebenso wirbt die „Gesellschaft für digitale Bildung“ mit dem Eingangs-Slogan „*Gemeinsam stark für die digitale Bildung*“ unter der Überschrift „*Wir begleiten Sie auf dem Weg zur Tablet-Klasse*“ für geeignete Ausstattungen der Schulen und bietet dazu technische Unterstützung an.³ Unter der weiteren Überschrift „*Über uns*“ werden dann Ziele und Leistungen u. a. wie folgt skizziert:

Als Gesellschaft für digitale Bildung verstehen wir uns als Wegbereiter des modernen Unterrichts. Unser Ziel ist es, mit dem Thema „digitale Bildung“ in aller Munde zu sein und einen intensiven Austausch zwischen allen Interessengruppen von der Politik über die Schulträger bis hin zu den Eltern, Lehrern und Schülern zu fördern. Ob Kindergarten, Grundschule oder Universität – der digitale Wandel hat begonnen.

Doch wer oder was „wandelt“ sich hier „digital“?

Das „Netzwerk Digitale Bildung“ zeigt auf seiner Startseite u. a. folgendes Textfenster:⁴

² www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/monitor-digitale-bildung-9/

³ www.gfdb.de

⁴ www.netzwerk-digitale-bildung.de

Wie kommen Digitale Bildungslösungen in die Schulen? Wir bieten einen Überblick über verschiedene Ansätze und bieten Verantwortlichen Unterstützung an.

Was aber sind „Bildungslösungen“? Und wie kann oder soll bei der dargestellten Bedeutung von „digital“ eine Lösung digital (also diskret) sein?

Unabhängig davon geht es auch hier wieder um den Einsatz digitaler Medien (s. o.), wie man auf derselben Seite an späterer Stelle unter der Überschrift *„Eine Schule wird digital“* liest:

Bundesweit herrscht Aufbruchsstimmung in Sachen Digitale Bildung. Immer mehr Schulen staten ihre Klassenräume mit modernster Technik für die digitale Zusammenarbeit aus.

Hier wird „Digitale Bildung“ auf die Ausstattung der Schulen *„mit modernster Technik“* und auf deren Einsatz im Unterricht reduziert. Ferner: Was soll wohl *„digitale Zusammenarbeit“* bedeuten?

Im „Netzwerk Digitale Bildung“ (s. o.) wird betont, dass von der *„Vereinigung der Bayrischen Wirtschaft“* ein *„Aktionsrat Bildung“* ins Leben gerufen worden sei, und unter der dubiosen Überschrift *„Lernen muss digitaler werden“* wird dann auf ein Gutachten dieses Aktionsrates mit dem Titel *„Bildung 2030 – veränderte Welt. Fragen an die Bildungspolitik“* verwiesen, in dem *„mehr moderne Technik im Unterricht“* gefordert wird.⁵

Zwar wird (auch hier) nicht konkretisiert, was denn „Digitale Bildung“ substantiell ausmacht oder ausmachen soll, aber da es expressis verbis um *„mehr moderne Technik im Unterricht“* geht, wird – aus der Perspektive und Interessenlage der Wirtschaft – wiederum (nur) der Einsatz entsprechender Technik im Unterricht gemeint sein.

Eine solche, vorrangig ökonomisch orientierte Auffassung von „Bildung“ wird besonders deutlich an plakativen Feststellungen und Forderungen, wie sie im „Digitalen Bildungspakt“ unter der Überschrift *„Was wir in Zukunft brauchen?“* blumig formuliert werden:⁶

Die Digitalisierung als vierte industrielle Revolution transformiert unsere Wirtschaft und die Gesellschaft. [...]

Innovative Start-ups, Großunternehmen, Mittelstand und die öffentliche Verwaltung benötigen gut ausgebildete Mitarbeiter mit heraus-

ragenden digitalen Kompetenzen, um im beschleunigten globalen Wettbewerb zu bestehen. Dann wird die heute erfolgreiche Volkswirtschaft Deutschland zur erfolgreichen digitalen Volkswirtschaft.

Wir alle wissen: Bildung ist die Grundlage für eine erfolgreiche Gesellschaft, doch Deutschland hinkt im weltweiten Vergleich bei der digitalen Bildung hinterher. Deshalb brauchen wir jetzt einen Pakt für digitale Bildung [...].

Das wirkt im Kontext von Pädagogik, Didaktik und Bildungstheorie wiederum befremdlich oder gar abstoßend. Denn was sollen *„digitale Kompetenzen“* sein? Und welches merkwürdige Verständnis von „Bildung“ liegt hier vor? Wo bleiben wichtige individuelle Aspekte von „Bildung“ wie „Verantwortung“ und „Selbstbestimmung“?

In der Website *„News4Teachers – DAS BILDUNGSMAGAZIN“* wird eine dpa-Pressemeldung zitiert,⁷ in der in Bezug auf den o. g. *Digitalpakt* u. a. mitgeteilt wird, dass *„die Länder vom kommenden Jahr an vom Bund fünf Milliarden Euro bekommen, um die Klassenzimmer mit digitaler Technik auszustatten“*, und bis *„Ende des Jahres solle die nötige Bund-Länder-Vereinbarung erarbeitet werden. Dann soll der Digitalpakt unterrichtsreif sein.“* Auch hier geht es also vor allem um die technische Ausstattung der Schulen. Abschließend sei angemerkt, dass in SPIEGEL ONLINE am 14. September 2017 ein *„Bildungsbarometer“* mit der Überschrift *„Deutsche für mehr Digitalunterricht an Grundschulen“* erschien,⁸ wo u. a. mitgeteilt wird, dass die meisten Deutschen dafür plädieren würden, *„an Schulen stärker auf Digitalisierung zu setzen“*.

Die Ausführungen lassen vermuten, dass mit *„Digitalisierung“* ein Paket aus drei Bereichen gemeint ist: *„mindestens 30 Prozent der Unterrichtszeit für das selbständige Arbeiten am Computer“*, Vermittlung von *„Digital- und Medienkompetenzen“* (bereits in der Grundschule) und vor allem eine *„entsprechende Ausstattung der Schulen. So sprechen sich 80 Prozent dafür aus, dass der Bund alle Schulen mit Breitbandinternetzugang, WLAN und Computern ausstattet“*.

Dabei bleibt unklar, was die Befragten unter *„Digital- und Medienkompetenzen“* verstanden haben (ist das denn selbstredend?), sodass diese Befragung nicht sehr aussagekräftig ist. Und inhaltliche

⁵ www.netzwerk-digitale-bildung.de/news/lernen-muss-digitaler-werden/

⁶ <http://digitaler-bildungspakt.de>

⁷ www.news4teachers.de/2017/08/digitales-klassenzimmer-bildungsminister-tullner-will-konzept-vorlegen/ (dpa-Pressemeldung vom 15. 8. 2017)

⁸ www.spiegel.de/lebenundlernen/schule/ifo-bildungsbarometer-die-meisten-deutschen-finden-digitalisierung-positiv-a-1167615.html

Aspekte, die einen „Digitalunterricht“ ausmachen könnten, fehlen völlig. Doch was hat das – immerhin in einem „Bildungsbarometer“! – noch mit „Bildung“ zu tun?

Vor allem: Angesichts der eingangs skizzierten Bedeutung von „digital“ würde „Digitalunterricht“ einen verheerenden Beigeschmack bekommen: ein nicht zusammenhängender, also diskreter, aus isolierten Inseln bestehender Unterricht!?

„Digitalisierung“ als Thema im Unterricht

Einen recht zaghaften Übergang zu auch anderen Aspekten im Kontext von „Digitalisierung und Bildung“ (also nicht nur bezüglich „Digitaler Bildung“) findet man z. B. in Verlautbarungen des Bundesministeriums für Forschung und Bildung (BMBF), die über den sehr einseitigen Aspekt von Einsatz und Ausstattung etwas hinausweisen.

So liest man auf einer 2017 veröffentlichten Seite mit der Überschrift „Bildung digital“ u. a., dass der „Einsatz digitaler Medien [...] kein Selbstzweck“ sei, sondern „immer nur ein Mittel, um leichter, besser und erfolgreicher zu lernen“. ⁹ Das wird dann wie folgt konkretisiert (a. a. O., vgl. auch die ausführliche Darstellung in (BMBF 2016)):

Zu guter Bildung im 21. Jahrhundert gehören IT-Kenntnisse und der souveräne Umgang mit Technik und Risiken digitaler Kommunikation ebenso wie das Lernen mittels der vielen neuen Möglichkeiten digitaler Medien.

Und weiter heißt es näher erläuternd (a. a. O.):

Damit die Bürgerinnen und Bürger digitale Medien verantwortungsbewusst nutzen können, bedarf es einer spezifischen „Digitalen Bildung“. [...] Das Ziel digitaler Bildung ist deshalb im Kern kein anderes als das von Bildung allgemein: Sie soll Menschen befähigen, sich als selbstbestimmte Persönlichkeiten in einer sich beständig verändernden Gesellschaft zurechtzufinden und verantwortungsvoll ihre eigenen Lebensentwürfe zu verfolgen.

Hier werden mit „Verantwortungsbewusstsein“ und „Selbstbestimmtheit“ immerhin über den bloßen Einsatz digitaler Medien hinausgehende Aspekte einer „digitalen Bildung“ angedeutet!

Erfreulich konkret wird das dann in einer Mitteilung der Bundeszentrale für politische Bildung mit einem Hinweis auf eine gemeinsam mit der

Kultusministerkonferenz der Länder (KMK) veranstaltete Fachtagung am 15. November 2017 in Berlin zum Thema „Digitale Welt als Thema in Schule und Unterricht“. Hier liest man u. a.:¹⁰

Für die „Bildung in der digitalen Welt“ gewinnt neben „Lernen mit digitalen Medien“ das „Lernen über digitale Medien“ immer größere Bedeutung. Denn Medien sind längst nicht mehr nur Werkzeuge, sondern „digitale Akteure“. Im Kontext der Digitalisierung treffen Maschinen immer mehr eigenständige Entscheidungen. Der mit der Digitalisierung einhergehende soziale und kulturelle Wandel der Gesellschaft stellt auch für die Schule eine Herausforderung dar und wird sie verändern. Dabei stellen sich Fragen: Wie und mit welcher Schwerpunktsetzung soll Lernen über digitale Medien in der Schule möglich werden? Wie können Digitalisierungsprozesse und ihre Auswirkungen in der Schule thematisiert werden? Welche Erfordernisse ergeben sich aus der Digitalisierung für die Aus- und Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrern?

Bereits im Februar 2016 fand in Schloss Dagstuhl im Saarland ein von der Gesellschaft für Informatik (GI) veranstaltetes Seminar zum Thema „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ statt, dessen Ergebnisse am 7. März 2016 in der „Dagstuhl-Erklärung“ publiziert wurden. Hier wird „Digitale Bildung“ immerhin nur als Kurzform für „Bildung in der digitalen vernetzten Welt“ verwendet:¹¹

1. Bildung in der digitalen vernetzten Welt (kurz: Digitale Bildung) muss aus technologischer, gesellschaftlich-kultureller und anwendungsbezogener Perspektive in den Blick genommen werden.

Durch die Trias „technologisch, gesellschaftlich-kulturell, anwendungsbezogen“ wird hier deutlich Abschied genommen von den bisher dargestellten verkürzten Sichtweisen, die eine „digitale Bildung“ nur im Kontext des Einsatzes entsprechender Geräte im Unterricht als Lernhilfen verorten: Vielmehr wird hier gefordert, dass etwas (noch zu Konkretisierendes) in den Blick genommen werden müsse, also damit zum Unterrichtsthema wird!

Unter der Überschrift „Digitale Kultur und Bildung“ werden dann Zielsetzungen und Begründungen knapp formuliert, z. B. (a. a. O.):

[...] Ohne Verständnis der grundlegenden Konzepte der digitalen vernetzten Welt können Bil-

⁹ <https://www.bmbf.de/de/bildung-digital-3406.html>

¹⁰ www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/medienpaedagogik/257449/digitale-welt-als-thema-in-schule-und-unterricht

¹¹ <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklarung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html>

dungsprozesse heute nicht zukunftsfähig gestaltet werden.

Das passt zum Tenor des am 12.11.2015 publizierten, lesenswerten „Digital-Manifests“, auf das hier aus Platzgründen nicht eingegangen werden kann.¹² Und weiter heißt es in dieser Dagstuhl-Erklärung u. a. (a. a. O.):

Kernaufgaben der Allgemeinbildung wie Förderung von Verantwortungsbewusstsein, Urteilsfähigkeit, Kreativität, Selbstbestimmtheit, Partizipation und Befähigung zur Teilnahme am Arbeitsleben stellen sich unter den veränderten Bedingungen neu. [...]

Fragen nach der Digitalen Bildung betreffen auch die Nutzung von digitalen Medien als Werkzeug für das Lernen und die Schulinfrastruktur. [...]

Es sollte aufhorchen lassen, dass die „Nutzung von digitalen Medien als Werkzeug für das Lernen“ hier mittels „auch“ erst zum Schluss genannt wird, also nicht – wie sonst – im Vordergrund steht!

Sodann folgen Grundsatzpositionen unter der Überschrift „Perspektiven der Digitalen Bildung“, die hier nur auszugsweise zitiert seien (a. a. O.):

Um den Bildungsauftrag zu erfüllen und eine nachhaltige und strukturell verankerte Bildung für die digitale vernetzte Welt zu gewährleisten, müssen in der Schule daher die Erscheinungsformen der Digitalisierung unter verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Jede Erscheinungsform hat sowohl technologische, gesellschaftlich-kulturelle als auch anwendungsbezogene Aspekte, die sich gegenseitig beeinflussen. Daher kann nur deren gemeinsame didaktische Bearbeitung zu einer fundierten und nachhaltigen Bildung in der digitalen vernetzten Welt führen.

Diese umfassende Betrachtungsweise geht über die bisher oftmals praktizierte, isolierte Betrachtung einzelner Aspekte hinaus. [...]

Die Trias dieser drei erneut genannten Perspektiven wird in der Dagstuhl-Erklärung sowohl textlich als auch graphisch dargestellt, hier genüge die textliche Version (a. a. O.):

- Die technologische Perspektive hinterfragt und bewertet die Funktionsweise der Systeme, die die digitale vernetzte Welt ausmachen. [...]

- Die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive untersucht die Wechselwirkungen der digitalen vernetzten Welt mit Individuen und der Gesellschaft. [...]
- Die anwendungsbezogene Perspektive fokussiert auf die zielgerichtete Auswahl von Systemen und deren effektive und effiziente Nutzung zur Umsetzung individueller und kooperativer Vorhaben. Sie geht Fragen nach, wie und warum Werkzeuge ausgewählt und genutzt werden. [...]

Medialitätsbewusstsein als Bildungsziel

Der Terminus „Digitale Bildung“ ist zwar, wie manch anderer im Bildungsbereich, nicht glücklich gewählt (man denke an „Bildungsstandards“ und „Kompetenzen“), er wird aber wohl in Verlautbarungen der Presse, der Wirtschaft und generell in der Öffentlichkeit kaum auszurotten sein, so dass mit Blick auf Wittgenstein eigendynamisch neue, fachlich so nicht angedachte, quasi volkstümliche „Bedeutungen des Wortes“ in je gruppenbezogenen Sichtweisen entstehen bzw. schon entstanden sind.

Im Kontext von Wissenschaft ist „Digitale Bildung“ jedoch allenfalls zitierend in Anführungszeichen zu verwenden, nicht aber als wissenschaftlicher Terminus, denn „Bildung“ kann – wie skizziert – nicht „digital“ sein.

So schreibt (Lankau 2017, 25):

Unterricht ist sprachlogisch an Lehrende und Lernende gebunden. Fehlt ein Part, so sind es mediengebundene Selbstlernphasen. *Bildung* ist notwendig an ein Subjekt und an ein menschliches Bewusstsein gebunden. Bildung ist weder Speicherformat noch Objekt oder messbare Größe, sondern Merkmal einer Persönlichkeit. Der vom Subjekt losgelöste Bildungsbegriff (also die digitale Bildung) hingegen ist charakteristisch für eine Definition, die sich aus der industriellen Produktion und dem Qualitätsmanagement ableitet. Die Umdeutung des Bildungsbegriffs dient alleine der Kommerzialisierung und Privatisierung öffentlicher Einrichtungen.

Insbesondere ist zu vermeiden, im wissenschaftlichen Kontext beispielsweise von „digitalem Lernen“, „digitalisiertem Lernen“, „digitalen Bildungslösungen“, „Digitalunterricht“ u. s. w. zu sprechen.

Wohl aber ist es durchaus sinnvoll, etwa von „*Digitalisierung und Bildung*“ zu sprechen, wenn damit ein zu bearbeitendes didaktisches Spannungsfeld benannt wird, wie es z. B. gleichnamig im Titel

¹² www.spektrum.de/alias/dachzeile/das-digital-manifest/1376149 (Näheres dort.)

des 2017 von Silke Ladel et al. herausgegebenen Sammelbandes erscheint. Ähnlich passend findet man es in einer Einladung der GEW zu einer Tagung mit der Überschrift „*Bildung in der digitalen Welt*“ (siehe GEW 2017).

Jenseits jeglicher Wortklauberei ist jedoch vor allem wichtig, was jeweils inhaltlich mit dem gemeint ist, was die verfehlte Bezeichnung „Digitale Bildung“ betrifft: Hier ist nochmals zu betonen, dass man erst dann einem mit „Digitalisierung und Bildung“ benannten Themenkreis sowohl in der Wissenschaft als auch in der Schulpraxis gerecht werden kann, wenn berücksichtigt wird, was „Bildung“ und „Allgemeinbildung“ im bildungstheoretischen Verständnis ausmacht (und das sollte auch für die Bildungspolitik gelten). Überblicksartige Darstellungen zu „Bildung“ und „Allgemeinbildung“ finden sich beispielsweise in der „Enzyklopädie“ von www.madipedia.de.

Didaktische Konzepte bezüglich „Digitalisierung und Bildung“ dürfen sich also *nicht nur* auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht mit Blick auf ein gewünschtes effektiveres Lernen beziehen. Warum? Und was sonst?

In den letzten Jahren trifft man in mathematikdidaktischen Publikationen bezüglich der Rolle des Computers und der Möglichkeiten seiner Verwendung im Unterricht zunehmend auf die Bezeichnung „digitale Werkzeuge“, und das hat sogar zur Umbenennung des früheren GDM-Arbeitskreises „Mathematikunterricht und Informatik“ geführt. Diese Umbenennung ist angesichts der Tatsache, dass hier seit Langem im Wesentlichen die *Möglichkeiten zur Verwendung des Computers* im Fokus standen, zwar nachvollziehbar, jedoch drohen bei einer Beschränkung auf diese (durchaus wichtige) Schwerpunktbildung andere Aspekte ins Abseits zu geraten.

Dabei ist zu beachten, dass solche „digitalen Werkzeuge“ aus höherer Warte gesehen *Medien* sind, genauer: *technische Medien*, speziell „Neue Medien“ (groß geschrieben, weil sie zeitlos „neu“ sind und „neu“ hier also kein Adjektiv ist). Dieser Terminus „Neue Medien“ enthält bereits immanent einen *Bildungsanspruch*, der weit über den nur instrumentellen Einsatz als „Lernhilfe“ hinausweist (siehe dazu die ausführliche Analyse in [Hischer 2016, Kapitel 3]).

Neue Medien sollten nämlich aus der *Perspektive von Allgemeinbildung* in ihrer „medialen Rolle“ *nicht nur Werkzeug* sein, sondern sie müssen *auch Unterrichtsgegenstand* werden und dabei einer kritischen Betrachtung unterzogen werden, weil wir mittels Medien „wahrnehmen“ (worin sich eine allgemeine Eigenschaft von Medien zeigt).

Das verweist auf einen Zusammenhang von „Medien“ und „Bildung“, der dann auch zu einer

„Medienbildung“ führen sollte. Wagner propagiert dazu wohlbegründet „*Medialitätsbewusstsein als Bildungsziel*“, vgl. (Wagner 2016, 25):

Das naive Vertrauen in unsere unmittelbare Wahrnehmung ist im Alltag sinnvoll, um unsere Handlungsfähigkeit sicherzustellen. Der reflektierte Umgang mit Medien erfordert jedoch Medialitätsbewusstsein, da wir hier mit Konstruktionen von Wirklichkeit konfrontiert werden, die über unsere Wahrnehmungsmöglichkeiten hinausgehen bzw. sich grundsätzlich davon unterscheiden. Die Vermittlung von Medialitätsbewusstsein zielt auf die Einsicht, dass Medien nie Wirklichkeit, sondern nur jeweils medienspezifisch konstruierte und inszenierte Wirklichkeitsausschnitte liefern. Dabei geht es nicht um Abweichungen der „Medienrealität“ von der „Realität“, sondern um die jeweils spezifischen medialen Zugänge zur „Realität“.

Wagners Feststellung, dass „*Medien nie Wirklichkeit, sondern nur jeweils medienspezifisch konstruierte und inszenierte Wirklichkeitsausschnitte liefern*“, verdient im Kontext des Einsatzes digitaler Werkzeuge ganz besonders pädagogische Beachtung – sowohl im Unterricht als auch darüber hinaus im Alltag und im Beruf. Wagner bezieht sich hier u. a. auf Empfehlungen des Wissenschaftsrats, wo auch „Medialität“ definiert wird (vgl. [Wissenschaftsrat 2007, 76]):

Medialitätsforschung reflektiert ihre Gegenstände im Hinblick auf deren Medialität, d. h. sie fragt nach dem konstitutiven Anteil der Medien an der Generierung, Speicherung und Übermittlung von Information und Wissen, sie fragt – anders formuliert – danach, wie Medien dazu beitragen, das mit zu schaffen, was sie bloß zu vermitteln scheinen.

Das alles passt vorzüglich zur *Trias der Dagstuhl-Erklärung* mit den drei dort so genannten „Perspektiven“, wie sie ähnlich und allgemeiner im Konzept einer auch auf den Mathematikunterricht bezogenen „Medienbildung“ vorliegen. Dort wird zwischen den drei die *Medienpädagogik* konstituierenden Schwerpunkten *Medienmethodik* (früher „Mediendidaktik“ genannt), *Medienkunde* und *Medienreflexion* unterschieden, siehe (Hischer 2013) und (Hischer 2016):

Medienmethodik befasst sich mit den *Funktionen und Wirkungen von Medien in Lehr- und Lernprozessen* mit dem Ziel der *Förderung des Lernens durch geeignete Gestaltung* und methodisch wirksame Verwendung von Medien als „*Lernumgebungen*“.

Hier erscheint also „Medium“ als methodisch und situativ begründetes und so fungierendes *Unterrichtsmittel*. Damit werden zunächst – wie üblich –

Medien im engeren Sinn erfasst, zu denen „digitale Werkzeuge“ als „Neue Medien“ gehören. Zugleich werden hier aber mit Bezug auf die bei Wagner erwähnte „Medialität“ darüber hinaus Medien im weiteren Sinn erfasst, wozu dann z. B. auch die Lehrpersonen selber gehören – und sogar die Mathematik erweist sich aufgrund ihrer besonderen Sichtweise auf die Welt als ein Medium!

Medienkunde betrifft – gemäß den Möglichkeiten der jeweiligen Unterrichtsfächer – die Vermittlung von Kenntnissen über (ggf. auch technische) Grundlagen und Grundstrukturen allgemeinbildungsrelevanter Medien unter Einschluss ihrer historischen Entwicklung. Hierzu gehört auch eine angemessene Vermittlung von Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit solchen Medien zwecks Erwerbs praktischer Erfahrungen.

Hier steht also *nicht* mehr nur der (im Sinne von *Medienmethodik*) unterrichtsmethodisch begründete Einsatz von Medien zwecks Verbesserung oder Erleichterung des Erreichens bestimmter Unterrichtsziele im Fokus, sondern die Aufmerksamkeit gilt dem *vertiefenden Verständnis* der Medien und einem *pragmatischen Umgang* mit ihnen. Und dieses Verständnis schließt z. B. bei Neuen Medien grundlegende Einsichten in deren Funktionsweise und ihre Grenzen ein, womit insbesondere auch die MINT-Fächer gefragt sind.

Medienreflexion soll zu einer *reflektierten* bzw. *reflektierenden und kritischen Haltung* gegenüber (allgemeinbildungsrelevanten) Medien und zu einem verantwortungsvollen Umgang mit ihnen anleiten.

Auch dieser Aspekt ist *medienpädagogisch bedeutsam*, denn er geht einerseits über den „nur“ unterrichtsmethodisch bedingten Einsatz von Medien im Sinne medienmethodischer Aspekte weit hinaus, andererseits auch weit hinaus über „nur“ medienkundliche Aspekte des Kennenlernens und Handhabens etwa technischer Medien und des Erkundens und Verstehens ihrer mathematisch-informatischen Funktionsweise:

Denn bei der *Medienreflexion* liegt die Betonung auf einer *kritischen Reflexion* der Bedeutung von Medien für das Individuum und die Gesellschaft (so etwa bezüglich ihrer *Möglichkeiten zur „Wahrnehmung“*), was zugleich – wie skizziert – *verantwortungsethische Aspekte* einschließt.

Die nachfolgende Abbildung symbolisiert alles zusammenfassend. Zugleich wird die *bisherige* schwerpunktmäßige *Bedeutung Neuer Medien in der*

Mathematikdidaktik kritisch betont: Damit ist gemeint, dass Neue Medien in Bezug auf den Mathematikunterricht seit den 1970er Jahren vor allem im *medienmethodischen* Kontext (also bezüglich des „Computereinsatzes“) thematisiert wurden, dass jedoch medienkundliche Aspekte nur eine nachgeordnete Rolle spielten und dass schließlich medienreflektierende Aspekte fast gar nicht auftraten.



Eine vertiefende Betrachtung zeigt, dass es (zumindest) *zwei didaktische Perspektiven* gibt, unter denen (auch Neue) Medien erscheinen: ihre *fachdidaktischen* und ihre *medienpädagogischen* Rollen:

- **fachdidaktische Rollen:** Medien als *Unterrichtsmittel* oder *Unterrichtsthema*.
- **medienpädagogische Rollen:** Medien in *medienmethodischer*, *medienkundlicher* oder *medienreflektierender Sicht*.

Sowohl diese fachdidaktischen Rollen als auch die medienpädagogischen Rollen sind jeweils *nicht trennscharf*. Sie sollen Wagners Forderung von „*Medialitätsbewusstsein als Bildungsziel*“ theoretisch und praktisch *begleitend* beschreiben helfen. Dazu sei erläuternd bzw. z. T. wiederholend ergänzt:

1. *Medialität* bezieht sich auf den konstitutiven Anteil der Medien an der Generierung, Speicherung und Übermittlung von Information und Wissen.
2. *Medialitätsbewusstsein* soll die Aufmerksamkeit auf Medien als *Werkzeugen zur Weltaneignung* lenken, durch die unsere Zugänge zur Welt erweitert und verändert werden.
3. Die Vermittlung von Medialitätsbewusstsein zielt auf die Einsicht, dass Medien *nie Wirklichkeit*, sondern nur jeweils *medienspezifisch konstruierte und inszenierte Wirklichkeitsausschnitte* liefern.
4. Medien sollten auch dann als Gegenstand von Medialitätsbewusstsein in den Blick genommen

werden, wenn sie in Lehr- und Lernzusammenhängen nur als didaktische Mittler eingesetzt werden.

5. Die Vermittlung von Medialitätsbewusstsein betrifft alle Formen der Mediennutzung und -anwendung und ist im schulischen Kontext *für alle Fächer relevant*.
6. Mit der Forderung nach Vermittlung von Medialitätsbewusstsein wird kein *Auftrag von außen an Schule und Unterricht* herangetragen.

Ein pragmatischer Einstieg in ein solches Bildungskonzept könnte z. B. darin bestehen, dass zunächst „übliche“ technische Medien (wie Neue Medien) *medienpädagogisch* als *Unterrichtsmittel* eingesetzt werden (z. B. Funktionenplotter), um dann *medienkundlich* zum *Unterrichtsgegenstand* zu werden – und dann aber auch ggf. *medienreflektierend*.

Mit Blick auf *Medialitätsbewusstsein* als einem übergeordneten Ziel sollte dabei ein situativ entstehendes Nachdenklichsein bei den Schülerinnen und Schülern ernst genommen werden – bzw. ist dafür sogar provozierend *Raum* zu geben, damit eine solche Nachdenklichkeit erst entstehen kann.

Eine solche „Unterrichtskultur“ kann dann eine Keimzelle für künftige weitere Akzentuierungen des Unterrichts im Sinne von Medienbildung unter immanentem Einschluss der Entwicklung von Medialitätsbewusstsein werden. Ein Beispiel möge dies exemplarisch andeuten, mehr dazu in (Hischer 2016).

Ein Beispiel

Funktionenplottern kommt beim Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht große Bedeutung zu. Sie stehen seit Ende der 1980er Jahre in immer leistungsfähigerer Form zur Verfügung, sei es als eigenständige Werkzeuge, als Beigabe zu CAS, als Anwendung von Tabellenkalkulationssystemen oder von manchen Geometrieprogrammen oder in kombinierten Werkzeugen wie z. B. GeoGebra.

Doch warum sollten Funktionenplotter als mittlerweile selbstverständliche Werkzeuge im Rahmen der hier skizzierten medienpädagogischen Aspekte und im Kontext von „Medialitätsbewusstsein“ überhaupt erwähnenswert sein? Was gibt es hierzu im Mathematikunterricht über den pragmatischen Einsatz hinaus zu erkunden und zu reflektieren, so dass es noch (oder sogar gerade!?) in den Mathematikunterricht hineingehört?

So sollte im Unterricht (hoffentlich) die Frage entstehen bzw. zumindest provoziert werden, wie denn ein Funktionenplotter eigentlich das macht, was man dann sieht. Wie „arbeitet“ er?

Zunächst wird man erkennen, dass zwischen *termbasierten* (etwa bei einem CAS) und *punktbasierten* (bei Tabellenkalkulationssystemen) Funktionen-

plottern zu unterscheiden ist. Letztere interpolieren „irgendwie“ (was die Hersteller nicht verraten) die eingegebenen Punktkoordinaten, und erstere setzen einen Funktionsterm voraus. Solche termbasierten Plotter seien nun betrachtet:

So lässt sich plausibel vermuten, dass der Funktionenplotter (als Programm) zu dem angegebenen Term und dem gewünschten Ausschnitt des Koordinatensystems rechnerintern eine Wertetabelle anlegt und daraus dann Koordinaten für endlich viele „Bildschirmpunkte“ errechnet, die als „Pixel“ einen Ausschnitt des Funktionsgraphen zeigen, den man „Funktionsplot“ nennt.

Eine solche Betrachtung bietet die Gelegenheit, die für eine Digitalisierung typischen – auch hier auftretenden – Prozesse wie „Rasterung“ (bzw. „Abtastung“ oder „Sampling“) und „Quantisierung“ in ihren Grundprinzipien zu erörtern, was dann auch die prinzipielle Arbeitsweise etwa von Scannern und anderen digitalisierenden Instrumenten verständlich machen kann.

Das wäre also – neben einer verständigen, sachbezogenen Handhabung von Funktionenplottern – ein weiterer wichtiger Aspekt der *Medienkunde*.

Aber was sehen wir eigentlich auf dem Bildschirm? Ist es *der* (?) Funktionsgraph zu dem eingegebenen Funktionsterm? Was ist eigentlich ein Funktionsgraph? Ist denn ein händisch gezeichnetes Bild nicht etwa auch ein Funktionsgraph? Kann denn eine Funktion zu einem vorgegebenen Koordinaenausschnitt verschiedene Graphen haben?

Es bedarf also einer Definition, und in der Mathematik ist der *Funktionsgraph* zu einer Funktion f die Menge aller Paare $(x, f(x))$ – also so bezeichneten „Punkten“ – mit x aus einem gegebenen *Definitionsbereich*.

Schon sehen wir, dass sowohl jedes händisch gezeichnete Bild als auch jeder Funktionsplot nicht schon ein Funktionsgraph einer gegebenen Funktion ist, sondern dass dies nur (unterschiedliche) *Darstellungen* eines solchen sind. Das sollte dazu führen, den althergebrachten Terminus „Schaubild“ wiederbelebend für das zu nehmen, was wir sehen und was beim Funktionenplotter stets aus endlich vielen (!) „Punkten“ besteht.

Erkenntnis: Einen *Funktionsgraphen* können wir eigentlich *nur denken* („vorstellen“) und ihn uns mit Hilfe von „Schaubildern“ (auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlicher „Qualität“) *nur veranschaulichen*, also *darstellen*.

Ein Schaubild ist also *eine Darstellung des* (nur gedachten) Funktionsgraphen – wir müssen also zwischen *Darstellung* und *Vorstellung* unterscheiden!

So zeigt sich, dass medienkundliche und medienreflektierende Betrachtungen von Funktionenplottern zu *vertieften mathematischen Einsichten* füh-

ren können. Und in Bezug auf „Medialitätsbewusstsein“ sei ergänzt, dass Funktionenplotter durch *Aliasing* auch *falsche Bilder* (also kein Schaubild, oder doch?) liefern können, vgl. (Hischer 2016, 152 ff.) – können wir Neuen Medien trauen?

Das alles kann und muss dann zu „reflektierter bzw. reflektierender, kritischer Haltung gegenüber Medien und zu verantwortungsvollem Umgang mit ihnen“ führen und so einen Beitrag zur Medienreflexion liefern.

Fazit

Mathematik findet „eigentlich“ grundsätzlich immer im Kopf statt; Papier, Bleistift, Zirkel, Lineal, Computer, Bildschirm usw. liefern dabei nur „medienspezifisch konstruierte und inszenierte Wirklichkeitsausschnitte“ und zugleich Visualisierungen und also nur „Darstellungen“ der eigentlich nur gedachten bzw. denkbaren mathematischen Situationen, die wir uns subjektiv „vorstellen“.

Neue Medien bieten nun besondere Möglichkeiten, dieses deutlich werden zu lassen, indem *Prozesse der Digitalisierung* nicht nur unter medienmethodischen Aspekten des Einsatzes „digitaler Werkzeuge“ als „moderne“ Lernhilfe von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen werden (können).

Die vielfältigen Bemühungen und Vorschläge seitens der Didaktik der Mathematik, sinnvolle Möglichkeiten des Einsatzes Neuer Medien im Unterricht zu erörtern, werden damit aber keinesfalls abgewertet, sie sind jedoch für sich genommen noch nicht ausreichend angesichts der mit der „Digitalisierung“ vieler Lebensbereiche verbundenen Möglichkeiten und Probleme im Sinne von *Allgemeinbildung* (vgl. madipedia.de), nämlich einer

*Bildung für alle,
Bildung im Medium des Allgemeinen,
Bildung in allen Grunddimensionen menschlicher
Interessen und Fähigkeiten.*

Wenn der Bereich „*Digitalisierung und Bildung*“ dem mit dieser Bezeichnung verbundenen Anspruch gerecht werden will, sind *neben medienmethodischen* Aspekten notwendig *auch medienkundliche* und *medienreflektierende* zu berücksichtigen, um so zugleich die durch „Medialitätsbewusstsein als Bildungsziel“ charakterisierte Forderung anpeilen und vor allem auch erreichen zu können.

Die verfehlte Bezeichnung „digitale Bildung“ ist im wissenschaftlichen Kontext zu vermeiden. Sollte man jedoch davon nicht ablassen können, so darf sie inhaltlich nicht auf den *Einsatz* digitaler Medien reduziert werden.

Literatur

- BMBF (2016) (Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Digitaler Wandel in der Bildung): *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft*. Berlin: Oktober 2016. www.bmbf.de/pub/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf
- GEW (2017) (Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft): SCHULE 4.0. BILDUNG IN DER DIGITALEN WELT. https://sae23945a5d8ofda4.jimcontent.com/download/version/1508495755/module/11219786598/name/GEW_-_P%C3%A4Wo_2017.pdf
- Hischer, Horst (2013): Zum Einfluss der Informatik auf die Mathematikdidaktik. Weiterhin nur Computereinsatz und noch immer keine Medienbildung? In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, Heft 95, Juli 2013, 15–24.
- (2016): *Mathematik – Medien – Bildung. Medialitätsbewusstsein als Bildungsziel: Theorie und Beispiele*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Ladel, Silke & Knopf, Julia & Weinberger, Armin (Hrsg.) (2017): *Digitalisierung und Bildung*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Lankau, Ralf (2017): *Kein Mensch lernt digital*. Weinheim/Basel: Beltz.
- Wagner, Wolf-Rüdiger (2016): Medialitätsbewusstsein als Ziel von Medienbildung. In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, Heft 10, Februar 2016, 24–30.
- Wissenschaftsrat (2007): *Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Kommunikations- und Medienwissenschaften in Deutschland*. Oldenburg, 25. Mai 2007. www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/7901-07.pdf

Alle angegebenen Web-Links waren am 18. 11. 2017 gültig.

Horst Hischer, Universität des Saarlandes
Email: hischer@math.uni-sb.de