



Zur Digitalisierungsdebatte im Mathematikunterricht der Grundschule

von Günter Krauthausen

Dieser Beitrag¹ soll zeigen, dass viele der heute aktuellen Fragen nicht neu sind. Es gilt, aus den Erfahrungen mit der Einführung des PCs zu lernen und nicht a-historisch vorzugehen, wie es bzgl. der Tablets bisweilen geschieht.

Schlüsselwörter: Digitalisierung, Apps, Tablets, Grundschule

1 Vier relevante Player im Entwicklungsverlauf

Leider – wie könnte es auch anders sein – ist das Feld nicht eindimensional zu verstehen. Insbesondere vier Mitspieler sind so miteinander verflochten, dass man von einem systematischen Dilemma (s. 2) sprechen kann.

1.1 Erster Player: Technikentwicklung

Bei den heute weit verbreiteten Geräten, Apps und Nutzungsroutinen vergisst man leicht, dass das erste iPad 2010 auf den Markt kam. Features, die heute ganz selbstverständlich sind, waren vor wenigen Jahren nicht ansatzweise vorstellbar. Es darf wohl angenommen werden, dass es auch in Zukunft ähnlich sein wird.

Anfang der 1990er-Jahre (der PC war bis 1990 in Grundschulen offiziell verboten) erschien ein aus heutiger Sicht nahezu hellseherischer Text von Stephen Heppell (1993) über die wohl zu erwartende Entwicklung. Seine damalige Prognose ist in den allermeisten Fällen eingetreten, im Detail sogar noch übertroffen worden. Heppell benennt folgende Entwicklungsstufen des technischen Wandels (s. auch Abb.1):

- *Stufe 1 – Der Computer als Thema:* Die Vertrautheit mit der Hardware wurde als ein lohnender Selbstzweck verstanden und die Benutzung eines PC als per se angemessene Maßnahme.

¹ Diese Skizze bleibt naturgemäß lückenhaft. Ohne folgende Stichwörter ignorieren zu wollen, bleiben sie hier aus Platzgründen außen vor: (a) *Coding* (Programmieren), (b) sinnvolle Nutzungsformen von Anwendersoftware wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation (zu beidem gab es bereits seit den 1990er Jahren konkrete Beispiele und Diskurse in der Grundschule!) und (c) neue, offene Tools wie z. B. der Book Creator (2022; vgl. Krauthausen & Pilgrim, 2020).

- *Stufe 2 – Der Computer als Motivator:* Die motivationalen Anreize und die Interaktivität des PCs wurden zur Unterstützung für Lernprozesse genutzt. Die Software orientierte sich noch stark an Prinzipien des programmierten Lernens, auch wenn bunte Oberflächen und allerlei Gimmicks das zu verdecken versuchten. Es gehörte zum guten Ton, ausdrücklich zu bestreiten, dass man die Lehrperson ersetzen wolle. Dennoch wurde implizit genau das versucht: eine Lehrperson mit den (klischeehaften) Merkmalen eines traditionellen Lernverständnisses ›nachzubauen‹. Die Produkte lagen deutlich hinter dem fachdidaktischen Erkenntnisstand (auch weil die Fachdidaktik sich ihrerseits kaum ernsthaft damit befasste; vgl. 2.3.1).
- *Stufe 3 – Software als offene, kontextfreie Tools:* Signifikant höher entwickelte Anwendungssoftware wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Datenbanken, DTP, Grafik wurde zum selbstverständlichen Bestandteil der Arbeitswelt. Es mangelte aber an pädagogisch-didaktischen Einbettungen.
- *Stufe 4 – Modulare Tools zur spezifischen Kompetenzförderung:* In Abgrenzung zum Konzept ›Die ganze Mathematik der 3. Klasse auf 1 CD-ROM‹ handelt es sich hier um spezifische Werkzeuge für einen didaktisch gerahmten und bewusst begrenzten Inhalts-/Anwendungsbereich (s. 2.3.2).

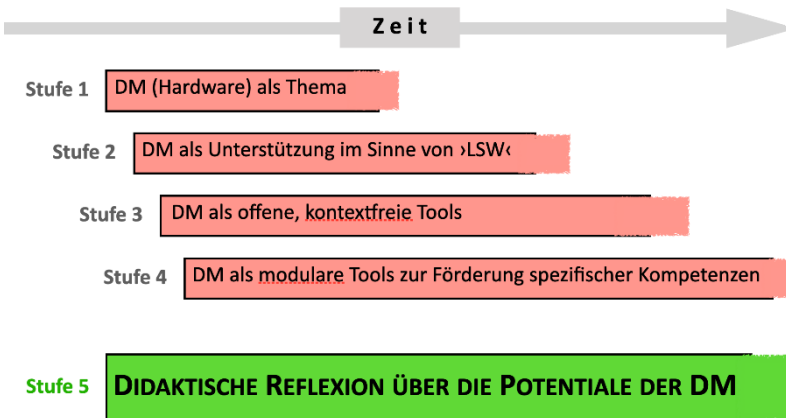


Abb. 1 Entwicklungsstufen digitaler Medien (DM; nach Heppell, 1993)

Im heutigen App-Angebot für die Grundschule dominiert weithin noch die Stufe 2. Bisherige Bestandsanalysen (z. B. Goodwin & Highfield, 2013; Larkin, 2014 & 2015) zeigen zudem eine thematische Dominanz von *Number and Algebra* bzw. der *Leitidee Zahlen und Operationen* sowie ein nach wie vor instruktives Design bei etwa $\frac{3}{4}$ des Angebots. Auch Walter (2022) fand in seiner Bestandsaufnahme des App-Stores unter 137 Apps kaum solche zu den weiteren Leitideen der KMK-Standards und ebenso wenig Apps, mit denen ausdrücklich auch die *allgemeinen, prozessbezogenen Kompetenzen* (KMK, 2005) adressiert werden. Eine noch umfangreichere, kriteriengeleitete Analyse (227 Apps) haben Walter & Schwätzer (2022) inzwischen vorgenommen und bereits in eine Datenbank einfließen lassen (<https://mapps.de>).

Eine aktuelle Situationsbeschreibung könnte wie folgt lauten: (1) Von didaktisch akzeptablen Entwicklungsbeispielen der Stufe 4 gibt es immer noch viel zu wenige. (2) Wir brauchen eine Stufe 5: Denn die *technischen* Möglichkeiten liegen heute (anders als 1993) vor. Wir wissen auch im Prinzip, was wir *didaktisch* wollen (oder wollen sollten). Die didaktische Bewusstheit, die in der Unterrichtrealität den digitalen Medien entgegengebracht wird, ist aber gleichwohl noch ausbaufähig – in der Breite wie in der Tiefe. Das betrifft sowohl ausgearbeitete Konzepte als auch didaktische *high-quality (HiQ)* Apps und *good practice*-Beispiele einer *integrativen* Nutzung von analogen und digitalen Medien – im Rahmen, und das scheint mir fundamental wichtig, eines auch *ansons-ten bereits professionellen guten* Unterrichts.

1.2 Zweiter Player: Bildungspolitik

Die hochgradig vage Textsorte bildungspolitischer Verlautbarungen, Vorgaben oder Maßnahmen macht sie zum einen spontan allgemein zustimmungsfähig: »Kluge Lernsoftware kann enorm viel dazu beitragen, dass man sehr stark auf ganz individuelle Schülerpersönlichkeiten eingeht« (Bildungsministerin Wanka in Fiebig, 2016); dagegen kann wohl niemand etwas haben! Aber wo sind diese »klugen« Applikationen? Und muss es wirklich »Lernsoftware« im klassischen Sinne sein? Differenzierung, Individualisierung und Heterogenität bedeuten für gut ausgebildete Lehrkräfte eine höchst anspruchsvolle Aufgabe.

Die genauere Betrachtung konkreter Beispiele lässt nicht vermuten, dass das von einer Maschine (besser) gelöst werden könnte (s. 1.3).

Und wenn die damalige Schulsenatorin aus Bremen meint: »Mit der richtigen Software kann jeder in seinem Tempo lernen und selbstständig Aufgaben bearbeiten. Schüler können zu Hause Lernvideos schauen, notfalls mehrfach, um den Stoff richtig zu durchdringen« (Olbrisch, 2016, S. 49), dann verwundert das Lernverständnis, demzufolge das mehrfache Anschauen von Lernvideos zur Durchdringung von Inhalten führen soll.

Bildungspolitischen Aussagen zum Thema stellen seit Ende der 1980er Jahre bis heute vielfach wahltaktisch motivierte Schlingerkurse dar und lassen aktuelle z. B. fachdidaktische Erkenntnisstände außer Acht. Notwendig wäre hier mehr Kontinuität, Nachhaltigkeit und Verlässlichkeit in den Ausrichtungen und Maßnahmen.

1.3 Dritter Player: Schulentwicklung

Schule als Institution ist – verglichen mit politischen Entscheidungen und erst recht der Technik – ein ›schwerfälliger Tanker‹, weder abrupt umzusteuern, noch sind in kurzer Zeit Innovationen mit großer Breitenwirkung zu erwarten. Von daher und bzgl. der Entwicklung didaktisch tragfähiger Konzeptionen kann man schmunzeln, wenn in der Tagespresse der Vorwurf suggeriert wird, warum denn nach zwei Jahren Distanzlernen-Erfahrung durch Corona die Digitalisierung der Schule ›immer noch nicht‹ funktioniere.

Zweifellos ist durch die Pandemie der bundesweite Rückstand bei der Digitalisierung besonders augenfällig geworden. Aber Schule kann noch so Wünschenswertes weder *ad hoc* realisieren, noch generell *selbst* entscheiden und gestalten, wie die *Problemkaskade der Erfordernisse* (Abb. 2) zeigt.

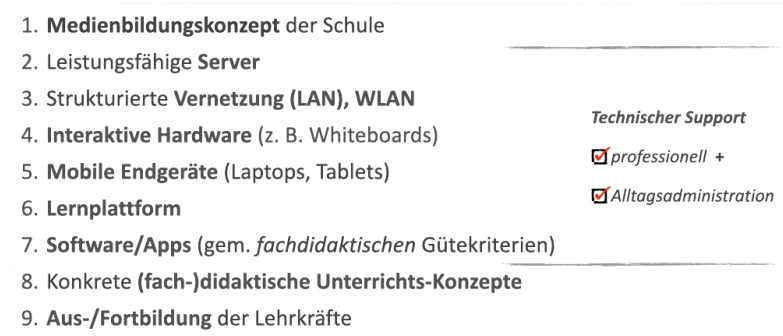


Abb. 2 Problemkaskade der Erfordernisse

Selbst gestalten kann die Schule im Prinzip nur bei 1. und 8. Und bei 2. bis 7. ist zweierlei Support vonnöten: professionell von extern (nicht von technik-affinen Kolleg:innen im ›Nebenamt‹ zu erledigen!) und eine verlässliche (schulinterne) Alltagsadministration.

Insbesondere aber muss (vgl. 1.1) eine 5. Stufe adressiert werden – eine Herausforderung, für die auch bereits Heppell (1993) prognostiziert hat, dass sie uns viele Jahre beschäftigen wird: »Die Frage ›Welche Vorstellungen haben wir von guten Lernumgebungen?‹ ist ein viel interessanterer, herausfordernderer und bedeutsamerer Fokus als die Fülle technischer Schwierigkeiten, die unsere bisherige Praxis des Einsatzes digitaler Medien in Bildungsumgebungen bisher geprägt haben (Heppell, 1993, S. 113; Übers. GK). Und diese Vorstellungen von wünschenswerten Lernumgebungen werden nicht zuletzt auch durch *Erwartungen der Lehrpersonen* geprägt, die sie (zurecht oder zu unrecht) gegenüber digitalen Medien hegen, z. B.:

- *Umgang mit Heterogenität*: Ein Lernangebot bereitzustellen, das für alle Kinder gleichermaßen optimale Lernchancen bietet, ist eine ausgesprochen anspruchsvolle Aufgabe. Es gibt analog wie digital ein schier unüberschaubares Angebot. Leider werden die Erwartungen allzu oft didaktisch enttäuscht. Nicht weil digitale Medien hier prinzipiell nicht hilfreich wären, sondern wenn ihnen ein Differenzierungsverständnis zugrunde liegt, das sich als unvollständig herausgestellt hat (vgl. Krauthausen & Scherer, 2022). Die meisten Apps arbeiten in oft naiver Weise mit quantitativer oder

qualitativer Differenzierung traditionellen Zuschnitts und ignorieren dabei die bekannten Probleme (ebd.). Die Versprechungen gerade bzgl. digitaler Medien und Individualisierung/Differenzierung können bis heute als die beharrlichsten und größten Lügen bezeichnet werden.

- *Öffnung des Unterrichts*: Viele Apps kommen mit bunten, lebendigen Oberflächen daher und suggerieren ›aktive‹ Kinder. Ihre Offenheit verführt aber allzu oft zu Beliebigkeit und führt zum Verschwinden des Sachanspruchs. Die Folgen wurden beschrieben: Offener Unterricht mit geschlossener Mathematik (Steinbring, 1999) oder Bürostil-Unterricht mit Kinderverdummungsaufgaben (Bartnitzky, 2009). Fachliche Rahmungen, erkennbare stoffdidaktische Analysen sind in aller Regel Fehlanzeige. So etwas kann aber nicht selbstwirksam in eine App implementiert und erst recht nicht an die Kinder selbst delegiert werden.
- *Motivation und spielerisches Lernen*, der Dauerbrenner seit den 1980er Jahren! Erst mit Tablets (wie zuvor der PC) werde Lernen ›endlich fun<?! Das ist ›Marketing-Sprech‹ ohne wirkliche Expertise, weder für das Lernen, noch für das Fach. Digitale Medien sind kein Zauberstab. Lernfreude, Motivation und auch Spaß sind notwendig, aber nicht hinreichend. Und sie sollen aus der Sache erwachsen, nicht aus der Verpackung. Dass Kinder etwas mit großer Motivation oder Hingabe tun, bedeutet ja noch nicht, dass es sie auch geistig beansprucht. Lernfreude kann auch vordergründig sein, z. B. wenn sich ein Kind gezielt einer anforderungsarmen Tätigkeit widmet, um echten Anforderungen aus dem Weg zu gehen.
- *Entlastung der Lehrpersonen*: Digitale Medien sind auch hier nicht grundsätzlich fehl am Platze. Problematisch wird es aber dort, wo die Grenzen der erhofften Unterstützung nicht respektiert und Verantwortlichkeiten ausgelagert werden, wie bei sog. Online-Systemen, die z. B. auf der Basis hochgeladener Schülerarbeiten eine Unterstützung bei der Diagnose & Förderung versprechen. »Für wie blöd halten die Verlage eigentlich die Lehrerinnen und Lehrer der Grundschule?« fragt Bartnitzky (2011, S. 14) und wirft den Anbietern fehlende Seriosität und irreführende Suggestionen vor.

1.4 **Vierter Player: Fachdidaktik**

Der Erkenntnisstand der Fachdidaktiken entwickelt sich – je nach Sichtweise – einerseits schneller, andererseits aber auch langsamer als Schule, wenn man die beeindruckende Nachhaltigkeit in den Blick nimmt. Denn klassische Konzepte und Publikationen der Vergangenheit (z. B. Kühnel, Oehl, Freudenthal, Winter, ...) werden auch heute noch referenziert! *Schnell* ist also nicht immer auch schon *gut*. Bewährtes, Tragfähiges braucht seine (auch Diskurs-)Zeit, um eben genau dazu – zu Bewährtem und Tragfähigen – werden zu können. Daraus kann der Fachdidaktik eine relevante Aufgabe erwachsen!

2 **Was tun ...? Der lange Weg zu High Quality**

Aus der Gemengelage dieser vier Player eine begründete und nachhaltige Konzeption für das Lernen mit digitalen Medien abzuleiten, ist keine triviale Aufgabe. Denn sie steht vor dem *systematischen* Dilemma, dass die Entwicklungen auf diesen vier Ebenen (a) selten parallel erfolgen, (b) wenig aufeinander abgestimmt sind – wg. offenkundig divergierender primärer Interessenslagen (nächster Wahltermin, Absatzzahlen am Markt, Belastungsgrenze von Schule durch immer mehr Aufgaben und Innovationen etc.) – und (c) mit gravierenden Geschwindigkeitsunterschieden und ›Sprüngen‹ ablaufen. Man kann weder einen dieser Akteure ausblenden, noch einfach einen an die anderen anpassen; Technikentwicklung wartet nicht auf Schule, und Schule lässt sich nicht beliebig beschleunigen.

Vielleicht sollte man daher auf die nachhaltigste Stufe setzen, ohne dabei die anderen, insbesondere ihre *Genese*, aus dem Auge zu verlieren! Dieser Vorschlag drängt sich auf, wenn man, wie der Autor, die Entwicklung der letzten 35 Jahre miterlebt und -gestaltet hat – theoretisch, unterrichtspraktisch und dreimal in der Entwicklerrolle.

Die Fachdidaktik böte eine solide Basis, unter anderem *weil* sie sich nicht sprunghaft oder hastig entwickelt hat, und Mittel und Werkzeuge bereithält, um mit gesellschaftlichen Innovationen angemessen umzugehen – authentisch, begründet und ihrem Bildungsauftrag entsprechend, auch im Hinblick auf das Lernen *über* und *mit* digitalen Medien. Insofern wäre hier (immer noch) zu Gelassenheit statt Aktionismus zu raten und zu einem wohlüberlegten Diskurs im Konkreten:

2.1 Welche Inhalte ...?

Die Grundschule sieht sich vor offizielle Erwartungen zur Nutzung digitaler Medien gestellt, der Handlungsdruck ist unübersehbar. Was aber soll mit den fünf Mrd. Euro des Digitalpakts geschehen, was soll gelernt werden? Die Kompetenzerwartungen (KMK, 2016; Medienberatung NRW, 2018) formulieren wohlklingende Keywords, deren Ausformulierungen weitgehend *fachunabhängige* Kompetenzerwartungen beschreiben. Diese sollen nicht in einem eigenen Fach Informatik, sondern in den bestehenden Fächern erworben werden, was zwingend eine Konkretisierung durch die Fachdidaktiken erfordert. Anderenfalls ist zu befürchten, dass externe Anbieter aus einem durchaus anderen Eigeninteresse die Initiative übernehmen:

So schwärmte auf dem Apple Special Education Event in Chicago (2018) Greg Joswiak, Vice President für Produkt Marketing, dass es im App Store nahezu 200.000 Apps (heute sind es bereits doppelt so viele!) für den Bildungsbereich gäbe: »They can do virtually anything we can imagine« (ebd.). Schaut man sich den Bereich *Education* näher an, dann fällt u. a. auf, dass es nahezu ausschließlich um Zeichnen, Fotografie, Video, Musik und Programmieren geht – und dies ausschließlich mit den hauseigenen Softwareprodukten. Statt Kerninhalte des (hiesigen) Curriculums findet man für die Grundschule nur klassische Lern-Apps mit einer Perpetuierung altbekannter didaktischer Mängel der frühen PC->Lernsoftware«.

2.2 Schulbuchverlage

Nach den Erfahrungen der PC-Ära haben die Verlage erneut erwartet, mit den Tablets gehe die digitale Revolution wirklich los. Im *Angebot* sind neben angereicherten eBooks digitale Unterrichtsassistenten, Lern-Apps, Online-Diagnose-Tools, Augmented Reality (AR) und Virtual-Reality-Anwendungen (VR), für Grundschulen aber eher keine (innovativen) Angebote für Kernaufgaben des Unterrichtsalltags.

Entweder wird nach wie vor zu traditionell (Lernsoftware, digitale Arbeitsblätter) oder zu exotisch (AR/VR) gedacht. Demgegenüber begrenzt sich die konkrete *Nachfrage* der Schule im Wesentlichen auf CD-ROMs mit Material, das zu Hause vorbereitet und ausgedruckt werden

kann, oder klassische Schulbücher als PDF, digital angereichert durch einen hinterlegten Videoclip oder ein interaktives Quizelement.

Wie werden Verlage in Zukunft (re-)agieren, auch weil im Bereich der Tablet-Apps die App Stores eine deutlich größere Rolle spielen? Aktuelle konkrete Verlags-Erfahrungen des Autors lassen befürchten: Aus Kosten- und Marketinggründen sind keine nennenswerten Investitionen in *innovative HiQ*-Apps zu erwarten, solange sich der *Primat der Didaktik* (Krauthausen, 1991; vgl. 2.3.1) durch die Autor:innen nicht durchsetzt. Im Gegenteil gar: Die Pandemie-Situation lässt einen Rückfall in Zeiten fertigungsorientierter Produkte der Kategorie digitale Arbeitsblätter erkennen.

2.3 Wünschenswerte Angebote

2.3.1 *Wo suchen und finden ...?*

Der auch heute noch extrem hohe Anteil didaktisch fragwürdiger Apps erklärt sich auch dadurch, dass eigentlich erst seit 2010 mit Erscheinen des iPads als neue Geräte-Kategorie auch die fachdidaktische Community ernsthaft begonnen hat, sich als relevante Instanz für die *Entwicklung* von *HiQ*-Apps zu verstehen. Und so sind in dieser Zeitspanne bereits einige wegweisende Produkte erschienen, die erkennbar auf fachdidaktischer Expertise beruhen (z. B. Kortenkamp, 2021; Etzold, 2015 & 2017; Urff, 2022; MLC, 2022; Ventura, 2022). Außerdem ist in der Mathematikdidaktik eine deutliche Zunahme der *Beforschung* von Apps und ihrer Integration in Unterricht unverkennbar (vgl. die Aktivitäten im einschlägigen GDM-Arbeitskreis www.pri-ma-medien.de oder auch DTS, 2015-2018).

Diese Entwicklung stimmt hoffnungsfroh. Der Autor, der sich bei seiner über 30 Jahre langen Befassung mit der Thematik als *kritischer Optimist* verstand, wurde hin und wieder gefragt, ob nicht das Kritische bei ihm überwiege und das Optimistische schwieriger auszumachen sei. Das lag aber nicht an einer persönlichen Aversion gegenüber digitalen Medien, sondern an seiner (ansonsten weniger vertretenen) *Konsequenz* beim Abwägen der Pro-/Contra-Argumente und dem Beharren auf einem Primat der Didaktik. Und bis zur ›Ära‹ der Tablets dominierte aus o. g. Grund eben leider das Kritikwürdige. Inzwischen aber

überwiegen der Optimismus und die Neugier des Autors auf zukünftige Entwicklungen (mit Blick auf die fachdidaktischen Potentiale; Walter, 2018), die sich erkennbar abzeichnen und verstärkt zu erwarten sind.

Angesichts von rund 400.000 Apps im strukturellen Chaos der App Stores wird für die Lehrkräfte aber das vorrangige Problem vorerst eine effektive Suchstrategie und das Mittel der Wahl die Mundpropaganda bleiben. Denn die Kategorien der App Stores sind viel zu unspezifisch: Wer kommt schon auf den Suchbegriff *Klipp Klapp* oder kennt den englischen Begriff *number rack* für Rechenrahmen? Von den häufig benutzten Fantasie-Namen ganz zu schweigen!

Im Internet kursieren zwar diverse Seiten mit App-Empfehlungen, allerdings wird meist nicht klar, was die Auswahlkriterien waren und wie ›vollständig‹ (im Sinne von die Breite weitgehend abdeckend) die Liste ist bzw. ob und wie sie auch weiterhin gepflegt wird. Die wenigsten lassen, z. B. durch die Autorenschaft eines mathematikdidaktischen Universitätsinstituts wie bei PIKAS digi (2022), die gebotene spezifische Expertise erkennen.

2.3.2 Unerschlossene Kategorie

Noch weitgehend unerschlossene Möglichkeiten für das Betreiben von Mathematik liegen in *Simulations- und Experimentierumgebungen*, in denen zeitbasierte Prozesse mit diversen Parametern als Stellschrauben für Veränderungen untersucht werden können, um daraus Muster, Strukturen oder Gesetzmäßigkeiten abzuleiten und begründen zu lernen. Beispiele dazu findet man eher im Zusammenhang physikalischer Phänomene (Edoki Academy, 2020) oder in Spielen (ZeptoLab, 2021), kaum hingegen in der Grundschulmathematik. Und auch die *allgemeinen* mathematischen Kompetenzen werden bislang von nahezu keiner App *explizit* gefördert und gefordert.

Dabei gab es bereits in der Vergangenheit Entwicklungen für den Grundschulunterricht mit solchen Optionen. Aus heutiger Sicht waren sie aber damals ihrer Zeit aus mehreren Gründen zu weit voraus und blieben folglich ohne nennenswerte Nachahmerprodukte.

Z. B. eine sog. Hypermedia-Arbeitsumgebung, hervorgegangen aus dem NRW Modellversuch Computer in der Grundschule (CompiG, Fischer/Fankhänel, 1993). Im Rahmen einer umfangreichen themenbezogenen und multimedialen Datenbank bot sie grundschulgemäße Werkzeuge zum Suchen & Finden (Boolsche Suchalgebra), Schreiben & Lesen (Textverarbeitung), Rechnen & Kalkulieren (Taschenrechner, Tabellenkalkulation), Zeichnen und Gestalten (Grafik-Tool) und Modellieren & Simulieren (ebd.). Wie auch beim Zahlenforscher (Krauthausen, 2006) und der gerade erst erschienenen App zum Nim-Spiel (Etzold, 2022; Etzold & Krauthausen, 2022) waren/sind in allen drei Produkten das Erkunden mathemathikhaltiger Zusammenhänge, das Experimentieren und die allgemeinen mathematischen Kompetenzen bewusst intendiert und »eingearbeitet«. Ebenso war/ist in diesen Fällen die bereits von Heppell (1993) propagierte Breite der *Funktionalitäten* bis zur ausgefeilten 3. Stufe realisiert:

- 1.) *Narrativ*: Heppell nennt es die »visuelle Grammatik des Fernsehens«, wenn eine App z. B. dem Überblick, der Einführung in einen Sachverhalt dient oder der (festigenden) Übung. Die dominierende »Aktivität« des Nutzers ist zuschauen, zuhören, Anweisungen folgen und ... man könnte prägnant sagen: Lerngehorsam zu praktizieren. Viele sog. Lernprogramme gingen und gehen heute nach wie vor kaum über diese Stufe hinaus.
- 2.) *Interaktiv*: Diese Stufe erlaubt das Blättern, Erforschen, Erkunden und Auswählen von Inhalten, die ein angebotener Datenbestand zur Verfügung stellt (»Enzyklopädie-Metapher«).
- 3.) *Partizipativ*: Dieses Funktionalitäts-Niveau bietet einen noch größeren Möglichkeitsraum: Nutzerinnen und Nutzer können hier Daten, Informationen oder Beispiele sammeln, (re-)organisieren, (re-)präsentieren, selbst produzieren, gestalten, teilen sowie (gemeinsam) Hypothesen bilden und prüfen.

3 Blick nach vorne: Wie kann es weiter gehen ...?

Das A & O bleibt weiterhin ein klares Bekenntnis der Schule zu didaktisch begründeten *HiQ*-Produkten. Das war schon in Blütezeiten sog. Lernsoftware von Schulbuchverlagen wichtig, auch wenn die Schule

ihr Kaufverhalten damals kaum als wirkmächtigen Einflussfaktor wahrgenommen hat. Gleichwohl bleibt es dabei, dass die Schule bestimmt, was für Unterricht akzeptiert wird – nicht zuletzt auch als Empfehlung für Eltern. Mit Blick auf die Historie digitaler Medien in der Grundschule sollen abschließend folgende Hoffnungen oder Wünsche formuliert werden:

- 1.) Als Leitlinie für Entscheidungen jenseits einer einseitigen Mehrwert-Fokussierung ist die *fachspezifische* Diskussion von Potentialen digitaler Medien hilfreich (Walter, 2018).
- 2.) Auch heute noch kann es sinnvoll sein, sich hin und wieder noch einmal *Grundsatzfragen* zu stellen: Wie (im Wortsinne) ›*notwendig*‹ ist der Einsatz digitaler Medien, welche Not der *Grundschule* wenden sie ab? Und wie *notwendig für was*? Oder: Welche didaktischen Abstriche muss eine Lehrperson in Kauf nehmen, wenn sie (aus welchen Gründen auch immer) auf digitale Medien in ihrem Mathematikunterricht teilweise oder ganz verzichtet?
- 3.) *Relationen* wahren! Es handelt sich um eine (wenn auch nicht-triviale) curriculare *Revision*, aber nicht um eine Revolution des Mathematiklernens in der Grundschule. Weder der Erkenntnisstand der Fachdidaktik noch das gewachsene Praxiswissen der Grundschule sind obsolet geworden.
- 4.) Den Kopf in den Sand zu stecken war zuvor schon keine Lösung und ist es heute erst recht nicht. Konstruktive Argumente und Entwicklungen sollten gezielter die *medienspezifischen* Vorteile nutzen, also die Stärken bei der Verarbeitung zeitbasierter Daten, durch einen Fokus auf *Prozesse* statt vorrangig auf Produkte.
- 5.) Diesbezüglich bislang vernachlässigte *innovative* Kategorien wie Experimentier- und Simulationsumgebungen könnten nutzbar gemacht werden für kreatives Mathematiktreiben, produktives Üben und allgemeine mathematische Kompetenzen; das schließt eine gleichzeitige Förderung von Basisfertigkeiten nicht aus.
- 6.) Die Fachdidaktik kann und sollte ihre Rolle bei der Entwicklung und Beforschung von *HiQ*-Apps und Implementierungskonzepte

ausbauen und hier *der* nennenswerte Akteur werden – als deutliche Alternative zu gefühlten, aber fachfremden ›Selbstberufenen‹.

- 7.) Zukunftsträchtiger als komplexe Softwarepakete scheint (nicht nur, aber auch aus Kostengründen) das Motto ›klein, aber fein‹ zu sein. Denn gebraucht wird nicht ›die ganze Mathematik der 3. Klasse auf 1 CD-ROM‹.

Die ›ganze Mathematik‹ möge bitte in einem professionellen zeitgemäßen Unterricht stattfinden, der *dann* (!) gerne durch qualitativ hochwertige digitale Medien unterstützt und angereichert werden darf. »Computer haben uns den Mythos ausgetrieben, dass wir die Originalität individueller Lernprozesse effektiv kontrollieren könnten« schrieb Heppell (1993, S. 113; Übers. GKr) schon sehr früh. Haben sie das tatsächlich ...? Der Versuch, Lernprozesse kleinteilig zu zerlegen, zu operationalisieren, zu kontrollieren und zu evaluieren, ist (nicht nur bzgl. digitaler Medien) durchaus noch vorhanden, auch befeuert durch die Versprechungen im Hinblick auf den Einsatz künstlicher Intelligenz.

Schule aber braucht – neben didaktischen *HiQ*-Apps und didaktischen Konzepten für ihren Einsatz – zunächst einmal wirklich verlässliche technische Voraussetzungen. Die enormen Investitionen werden vermutlich im Sande verlaufen, wenn die Technik von den Lehrkräften nicht absehbar als selbstverständlich wahrgenommen werden kann. Und das heißt: so selbsterklärend zu *installieren*, *aufrechtzuerhalten* und so selbsterklärend zu *verwalten*, wie z. B. der Overheadprojektor: Fiel der einmal aus, war ein Lampenwechsel schnell erledigt, und der Unterricht ging weiter. Wer schon einmal erlebt hat, wenn es im Zusammenspiel von Tablet, Apps, IWB oder WLAN hakt, der wird Verständnis dafür haben, wenn Lehrpersonen im Wiederholungsfall die Geräte beiseite legen und sich für einen erneuten Einsatz schwerlich motivieren lassen. Diese Reform wird daher nicht gelingen, wenn man nicht diejenigen mitnimmt, die sie vor Ort umsetzen sollen ...

Literatur

Bartnitzky, H. (2009). Wie Kinder selbstständiger werden können ... und wie ›modernistischer‹ Unterricht dies verhindert. In H. Bartnitzky & U. Hecker

(Hrsg.), *Allen Kindern gerecht werden. Aufgaben und Wege* (S. 206–221). Grundschulverband.

Bartnitzky, H. (2011). Von wegen: einfach und passgenau! Förderung ist eine didaktisch anspruchsvolle Aufgabe. *Grundschule aktuell*, (116), 14–17.

Book Creator (2022). <https://bookcreator.com>

DTS – Deutsche Telekom Stiftung (2015-2018): Digitales Lernen Grundschule. <https://www.telekom-stiftung.de/aktivitaeten/digitales-lernen-grundschule>

Edoki Academy (2020). Crazy Gears.

<https://apps.apple.com/de/app/crazygears/id967327312>

Etzold, H. (2015). Klötzchen.

<https://apps.apple.com/at/app/klötzchen/id1027746349>

Etzold, H. (2017). Klipp Klapp.

<https://apps.apple.com/at/app/klipp-klapp/id1157365733>

Etzold, H. (2022). Nim. <https://apps.apple.com/de/app/nim/id1590325148>

Etzold, H., & Krauthausen, G. (2022). *Nim-Spiel – Handreichung für Lehrerinnen und Lehrer (Version 1.0)*. <https://heiko-etzold.github.io/nim-material/de/1.0/>

Fiebig, U. (2016). *Vorstöß von Bildungsministerin Wanka: Fünf Milliarden fürs digitale Klassenzimmer*. <https://www.tagesschau.de/inland/wanka-bildung-103.html>

Fischer, T., & Fankhänel, K. (1993). *Handbuch zu den Hypermedia-Arbeitsumgebungen*. Landesinstitut für Schule und Weiterbildung.

Goodwin, K., & Highfield, K. (2013). A Framework for Examining Technologies and Early Mathematics Learning. In L. D. English & J. T. Mulligan (Hrsg.), *Reconceptualizing Early Mathematics Learning, Advances in Mathematics Education*, (S. 205–226). Springer Science+Business Media.

Heppell, S. (1993). Eyes on the horizon, feet on the ground. In C. Latchem, J. Williamson, & L. Henderson-Lancett (Hrsg.), *Interactive Multimedia. Practice and Promise* (S. 97–114). Kogan Page.

KMK – Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich*. Luchterhand Wolters Kluwer.

KMK – Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.). (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz*.

Kortenkamp, U. (2021). Stellenwerttafel. Das Zahlssystem erleben!
<https://apps.apple.com/de/app/stellenwerttafel/id568750442>

Krauthausen, G. (1991). Software im Mathematikunterricht: Eine Betrachtung aus fachdidaktischer Sicht. *Schulpraxis/Computer Bildung*, (5/6), 36–41.

Krauthausen, G. (2006). *Zahlenforscher 1. Zahlenmauern*. CD-ROM. Auer.

Krauthausen, G., & Pilgrim, A. (2020). Das Projekt APPSicht – Anregungen zur Förderung der Raumvorstellung. In G. Krauthausen, K. Michalik, C. Krieger, J. Florian, C. Metzler, A. Pilgrim, A. Schwedler-Diesener, & M. Thumel (Hrsg.), *Tablets im Grundschulunterricht. Fachliches Lernen, Medienpädagogik und informatische Bildung* (S. 17-36). Schneider.

Krauthausen, G., & Scherer, P. (2022). *Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht – Konzepte und Praxisbeispiele aus der Grundschule* (4. Aufl.). Kallmeyer.

Larkin, K. (2014). iPad apps that promote mathematical knowledge? Yes, they exist! *Australian Primary Mathematics Classroom (APMC)*, 19(2), 28–32.

Larkin, K. (2015). »An App! An App! My Kingdom for an App«: An 18-month quest to determine whether apps support mathematical knowledge building. In T. Lowrie & R. Jorgensen (Hrsg.), *Digital games and mathematics learning: Potential, promises and pitfalls* (S. 249–274). Springer Science+Business Media Dordrecht.

Medienberatung NRW (Hrsg.). (2018). *Medienkompetenzrahmen NRW*. Schulministerium NRW.

MLC – The Math Learning Center (2022). Math Apps.
www.mathlearningcenter.org/resources/apps

Olbrisch, M. (2016). »Handyverbote sind von gestern«. *DER SPIEGEL*, (46), 48–49.

PIKAS digi (2022). Software. <https://pikas-digi.dzlm.de/software>

Steinbring, H. (1999). Offene Kommunikation mit geschlossener Mathematik? *Grundschule*, (3), 8–13.

Urff, C. (2022). Digitale Lernmedien. Apps und mehr.
<http://www.lernsoftware-mathematik.de>

Ventura – Ventura Educational Systems (2022). iOS Apps Available for Apple iPad & iPhones. <https://www.venturaes.com/iosapps/index.html>

Günter Krauthausen

Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps. Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Springer Spektrum.

Walter, D. (2022). Durchblick im App-Dschungel. *Mathematik differenziert*, (3), 6–8.

Walter, D., & Schwätzer, U. (2022). Mathematikapps für die Grundschule analysieren. *Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis*. Manuskriptfassung, 33 S., im Review.

ZeptoLab (2021). Cut the rope. https://de.wikipedia.org/wiki/Cut_the_Rope

Prof. Dr. Günter Krauthausen
Universität Hamburg
Von-Melle-Park 8
20146 Hamburg
krauthausen@uni-hamburg.de