

Will, Rebekka

Tippen und Wischen. Digitale Mathematiklehrwerke benutzen

Leicht, Johanna [Hrsg.]; Schreyer, Patrick [Hrsg.]; Breidenstein, Georg [Hrsg.]; Heinzel, Friederike [Hrsg.]:
Fachlichkeit und Interaktionspraxis im Unterricht. Ansätze und empirische Perspektiven. Bad Heilbrunn :
Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 188-206. - (Studien zu Unterrichtsinteraktion und fachlichem Lernen)



Quellenangabe/ Reference:

Will, Rebekka: Tippen und Wischen. Digitale Mathematiklehrwerke benutzen - In: Leicht, Johanna [Hrsg.]; Schreyer, Patrick [Hrsg.]; Breidenstein, Georg [Hrsg.]; Heinzel, Friederike [Hrsg.]: Fachlichkeit und Interaktionspraxis im Unterricht. Ansätze und empirische Perspektiven. Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2025, S. 188-206 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-343760 - DOI: 10.25656/01:34376; 10.35468/6192-09

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-343760>

<https://doi.org/10.25656/01:34376>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Tippen und Wischen

Digitale Mathematiklehrwerke benutzen

Zusammenfassung

Die aktuelle Entwicklung vom klassischen Schulbuch hin zum digitalen Lehrwerk im Mathematikunterricht der Grundschule wird häufig als sinnbildlich für modernen Unterricht angesehen. Während sich politische und gesellschaftliche Diskussionen dabei oft nur um die Frage der Beschaffung und Implementierung drehen, wird in diesem Beitrag die tatsächliche Ausgestaltung und Interaktion mit diesen Lehrwerken im Unterricht in den Blick genommen. Was bedeutet es, ein digitales Lehrwerk auf einem zusätzlichen Endgerät im Mathematikunterricht zu nutzen? Welche Praktiken und Interaktionen sind im Umgang mit einem Lehrwerk beobachtbar, welches ganz eigene Anforderungen an seine Nutzung stellt? Ethnografische Beobachtungen, die im Mathematikunterricht dreier Grundschulen protokolliert wurden, zeigen starke Ambivalenzen in der Anpassung des Schulbuchs auf die digitale Anwendung und der tatsächlichen Auseinandersetzung der Lernenden mit dem Artefakt. Dabei führt das Paradigma der Digitalisierung in der Schule zu anderen Nutzungspraktiken des Lehrwerks, in deren Beobachtung sich zeigt, dass damit sowohl Möglichkeiten als auch Einschränkungen für das Lehren und Lernen einhergehen. Insbesondere der fachliche Anspruch wirkt unter den Prämissen von Effizienz und individualisiertem Arbeiten fragwürdig. Das Konzept von digitalen Lehrwerken führt sowohl zu Abhängigkeiten als auch zu neuen Angeboten, die so umfassend sind, dass fast alle Bereiche des Mathematikunterrichts durchdrungen und beeinflusst werden.

Schlüsselwörter: Digitalisierung; Mathematiklehrwerke; Unterrichtsinteraktion

1 Vom analogen Schulbuch zum digitalen Lehrwerk

Der Mathematikunterricht ist traditionell die gesamte Schulzeit über stark von einem Schulbuch geprägt, mehr als jedes andere Fach (Johansson, 2006). Ins Buch zu schreiben war dabei allein aus Ressourcengründen zunächst nicht üblich. Aufgabenlösungen wurden daher außerhalb des Buchs notiert. Sowohl an den Neuveröffentlichungen und Überarbeitungen durch die Verlage als auch am konkreten Einsatz in der Schule lässt sich hier eine Entwicklung hin zu einem Arbeitsbuch oder -heft erkennen, in denen direkt im Buch gearbeitet wird. Insbesondere in den letzten Jahren, in denen allgemeine Digitalisierungsbestrebungen im Zuge von Online-Unterricht einen großen Schub bekamen, nahmen die Angebote an digitalen Lehrwerken stark zu.¹ Fast jede Ausgabe kann nun auch in einer E-Book-Version gekauft werden, digitale Unterrichtsassistenten versprechen eine unkomplizierte und moderne Unterrichtsplanung für Lehrkräfte und durch zahlreiche erweiternde Materialien soll jedes Leistungsniveau bedient werden. Da zum einen im digitalen Raum kein eigentliches Buch mehr für die Hand greifbar ist und zum anderen mit diesen Entwicklungen auch eine Explosion an Erweiterungen und Materialpaketen stattfand, nutze ich in diesem Rahmen den Begriff der Lehrwerke (folgend LW). Im Rahmen meiner Dissertationsforschung untersuche ich die Nutzung von LW im Mathematikunterricht der Grundschule und ihren Einfluss auf Interaktionen und fachliches Lernen. Die Beobachtungen aus diesem Projekt beinhalten Situationen, in denen die Transformation von analogen zu digitalen LW bereits sichtbar wird und sich die Frage nach Unterschieden im praktischen Umgang mit einem eigentlich so traditionell verankerten Artefakt stellt. In Anschluss an Pepin et al. (2017) fokussiert diese Analyse den Aspekt des fachlichen Lernens am und mit den LW und fragt nach der Anpassung des Felds an diese gesellschaftliche Entwicklung.

2 Feld und Design der Forschung

Die zugrundeliegenden Daten für diese Untersuchung sind in teilnehmenden Beobachtungen in sechs Klassen an drei Grundschulen in Sachsen-Anhalt in den Jahrgänge 1–4 erhoben worden, bei denen zwischen vier und zwanzig Wochen innerhalb eines Jahres Mathematikunterricht teilnehmend beobachtet wurde. In drei Klassen konnten zusätzlich in einigen Stunden einzelne Szenen gefilmt werden, in denen jeweils kürzere Interaktionen nah an der Arbeit

1 Verband Bildungsmedien e. V. (2024). *Digitale Schulbücher: Verband Bildungsmedien beklagt fehlende Zugänge für Lehrkräfte und Schülerinnen**. Abgerufen am [24.03.2024] von <https://bildungsmedien.de/presse/505-digitale-schulbuecher-verband-bildungsmedien-beklagt-fehlende-zugaenge-fuer-lehrkraefte-und-schuelerinnen>

der Kinder mit den LW aufgenommen wurden (angelehnt an Mohn, 2020). Der Fokus lag auf den Interaktionen und Dynamiken im Verhältnis der LW zu den menschlichen Teilnehmer*innen des Unterrichts und dem Fach Mathematik. Aus den entstandenen Protokollen habe ich für diese Untersuchung diejenigen ausgewählt, in denen mit Teilen eines digitalen LW gearbeitet wurde und eigene Analysen der LW mit einbezogen. Dabei wurde Unterricht mit dem Mathebuch (Höfling et al., 2021), MiniMax (Dietrich, 2020) und Welt der Zahl (Dingemans, 2020). beobachtet. Damit fließen Beobachtungen zu drei unterschiedlichen LW in die Analyse ein. Da nur in zwei Klassen einer Grundschule bereits flächendeckend Zugang zu digitalen LW bestand, ist der Großteil dieser Protokolle aus einer Schule, in den anderen beiden Schulen wurde nur punktuell und dann meistens eher für einzelne Kinder ein Zugang ermöglicht. Zusätzlich habe ich Lehrkräfte zu ihrer Lehrbuchauswahl und -nutzung interviewt und Gedächtnisprotokolle von Gesprächen zwischen Stunden mit den Lehrkräften angefertigt.

In der Aufbereitung des Datenmaterials lehne ich mich einerseits an ein sequenzanalytisches sowie kodierendes Vorgehen nach der Grounded Theory (Strauss & Corbin, 1996) an, um andererseits Phänomene in den Nutzungs- und Interaktionspraktiken innerhalb des Tetraeder-Modells von Mathematik mit dem Schulbuch (Rezat, 2009) zu fokussieren. Dabei wird das didaktische Dreieck, welches sich zwischen Lernenden, Lehrenden und dem fachlichen Gegenstand aufspannt, durch die Ergänzung des Punkts *Artefakt*, welcher mit allen anderen Eckpunkten verbunden wird, zur räumlichen Figur des didaktischen Tetraeders (siehe Abbildung 1). Setzt man hier nun das digitale LW als Artefakt ein, können die dadurch neu entstandenen Achsen *Lernende –LW*, *Lehrende –LW* und *Mathematik als fachlicher Gegenstand –LW* in den Blick genommen werden.

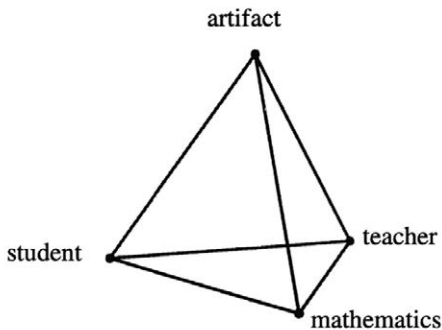


Abb. 1: Tetraedermodell der didaktischen Situation aus Rezat & Sträßer (2012, S. 645).

3 Empirische Analyse

Folgend werden die bisher vorläufigen Analysen der beobachteten Mikroprozesse und Phänomene beschrieben, die auf den Achsen Lernende – LW, Lehrende – LW und Mathematik – LW eingeordnet werden können, welche wiederum von zwei übergreifenden Phänomenen begleitet werden: der Durchdringung des Unterrichts durch das digitale LW und der entstehenden Abhängigkeit vom Tablet als Mittel zum Zweck. Ausgangspunkt ist dabei immer das digitale LW unter der Prämisse der tatsächlichen situativen Benutzung im Unterricht.

3.1 Durchdringung und Abhängigkeit

Die Uneindeutigkeit, was unter einem *Lehrwerk* im Mathematikunterricht der Grundschule zu verstehen ist, zeigt sich bereits im grundsätzlichen Auftreten: Mindestens ein Arbeitsheft und Zusatzmaterialien wie Bastelbögen gehörten zu allen LW, deren Einsatz ich beobachten konnte. Bezogen auf ihre Ausführung als digitales LW unterscheiden sich die Werke in einigen Punkten, z.B., ob es eine direkte Verbindung vom analogen zum digitalen LW, wie durch QR-Codes, gibt oder ob bereits alle analog verfügbaren Anteile eines LW auch digitalisiert wurden. Allen gleich war aber, dass das sogenannte „Materialpaket“ mit dem Schritt in die Digitalisierung nicht nur in der reinen Darstellungsform im Sinne eines digitalen E-Books umfangreicher wurde, sondern weitere Funktionen und Medien dazukamen. Ein in meinen Beobachtungen häufig vorkommendes Beispiel dafür waren Erklärvideos, die direkt dem LW zuzuordnen sind. So auch in der folgenden Szene, die nach einer Begrüßung die Stunde eröffnet:

Es wird ein Video zum Thema „Münzen bis 50ct“ auf dem interaktiven Whiteboard abgespielt. Die Lehrerin hat es in ihrer Tafelpräsentation eingebaut. Das Video ist nicht pausierbar, was die Lehrerin auch bemängelt. Es wird „deswegen“ noch einmal durch gezielte Fragen („Welche Münzen sehen kupferfarben aus?“) der Lehrerin und die entsprechenden Antworten durch die Kinder „nacherzählt“. (FP136)

Eine Erklärung oder eine Einführung wird hier nicht von der Lehrerin übernommen, sondern auf das LW übertragen. Die Digitalisierung von Klassenzimmern und LW ermöglicht das Abspielen von Videos deutlich unkomplizierter und individualisierter. Hier haben die Verlage in ihren digitalisierten Ausgaben der LW ihr Angebot an solchen Erklärvideos ausgebaut. Werden diese dann zur Einführung in ein Thema abgespielt, werden sie durchaus noch einmal nachbesprochen, Erklärungsmuster aus dem Video werden aber oft erneut verwendet oder es wird immer wieder auf das Video rekuriert. Dabei sind solche Erklärvideos offenbar ein sehr niedrigschwelliger Einstieg in die

Verwendung von digitalen Lehrwerksmaterialien, da sie selbst in Klassen, die bisher nur mit dem analogen LW arbeiteten, häufig verwendet wurden. Das scheint selbst dann der Fall zu sein, wenn sie technische Tücken aufweisen, die ihre Funktion aus Sicht der Lehrkraft einschränken, wie die nicht vorhandene Pause-Funktion. Einführungen und Erklärungen zu einem Thema zu geben, wird damit recht unauffällig und fließend an die Schulbuchverlage ausgelagert. Die Möglichkeit für Lernende, sich solche Videos unabhängig von der Planung der Lehrkraft auf den digitalen Endgeräten wiederholt anschauen zu können, verstärkt diesen Effekt zusätzlich.

Die grundsätzlich mögliche Nutzung des digitalen LW in nahezu allen Phasen des Unterrichts führt dazu, dass das Lehrwerk den Unterricht tief durchdringen kann. Besonders deutlich wurde das durch die Übernahme von ursprünglich von der Lehrkraft ausgehenden Interaktionen, bspw. Belohnungen und Lösungskontrollen. Eine weitere Entgrenzung des LW findet sich auch in der Möglichkeit, Inhalte anderer Quellen und eigenes Material in das digitale Lehrwerkspaket einzuspeisen, wodurch für die Lernenden die Arbeit mit dem LW letztlich fast alles sein kann, was digital darstellbar ist und von der Lehrkraft dafür ausgewählt wurde. Das digitale LW greift mit seinem umfangreichen Material, der Übernahme von Funktionen wie Erklärungen oder Kontrolle und der Bündelung von Aktivitäten auf ein einziges Artefakt potentiell stärker in die Gesamtheit des Unterrichts ein als ein analoges Schulbuch.

Auf einer anderen Ebene als das erweiterte Angebot des LW steht dessen Präsentation und Darstellung auf digitalen Endgeräten. Hier wird ein grundsätzlicher Unterschied zwischen digitalen und analogen LW offensichtlich: Während analoge LW mit ihrem Druck einsetzbar und als Artefakt im Unterricht nutzbar sein können, benötigen digitale LW dafür ein zusätzliches Gerät, auf dem sie darstellbar werden. In den von mir beobachteten Unterrichtsstunden waren dies interaktive Whiteboards, Fernseher und Tablets. Erstere wurden vor allem durch die Lehrkräfte genutzt, Tablets hingegen eher von den Lernenden zur Arbeit am LW:

Ich filme Lea und Ina. Beide sitzen nebeneinander, Lea hält das Tablet in der einen Hand, in der anderen hält sie einen Stift, der vorn aber wie ein breiter Filzstift aussieht und vermutlich für das Tippen auf das Tablet gedacht ist. Sie tippt gerade mit dem Finger auf die Tastaturanzeige des Tablets und scheint eine Zahl einzutippen. (FI315)

Deutlich wird hier, dass das Tablet noch weitere Artefakte mit sich bringt, z. B. den Tablet-Stift (der auf normalem Papier nicht funktionieren würde), im weiteren Verlauf auch eine Tablet-Hülle inklusive einer mechanischen Tastatur. Um ein LW digital zu nutzen, braucht man also sowohl das technische Zubehör als auch spezifische Kompetenzen: sowohl haptisch (im Schreiben

mit dem Tablet-Stift oder der Tastatur in Verbindung mit einem Bildschirm) als auch im technischen Wissen um die Bedienung eines Tablets. Ohne diese Artefakte und Kompetenzen existiert das LW im Unterricht nicht oder es wird zusätzlich wieder als analoge Ausgabe genutzt. Es entsteht eine Abhängigkeit von technischen Gegenständen und ihrer Funktionalität.

Eine solche Abhängigkeit geht aber damit einher, dass die Nutzung dieser technischen Artefakte neue Interaktionsformen zwischen dem Artefakt LW, den Lernenden und der Mathematik als fachlichen Gegenstand, z.B. durch eine Suchfunktion, die Prüfung von Kongruenz durch Übereinanderziehen von Flächen oder eine variable Anpassung von Niveauleveln, ermöglicht. Grundsätzlich ist die Nutzung von digitalen LW bisher durch die Schule bzw. die Lehrkraft selbst gewählt und es liegt auch in der jeweiligen Entscheidung, wann und in welchem Umfang es genutzt wird. Die Lehrerin entscheidet sich bspw. trotz eines noch vorhandenen Ausstattungsmaterials von Münzen im Materialpaket und der selbstverständlich ebenfalls zur Verfügung stehenden authentischen Repräsentation durch echte Münzen für ein Einführungsvideo, welches sie auch nur durch Nacherzählung ergänzt. In der Nutzung des digitalen LW kann allerdings teilweise beobachtet werden, dass sich aus solchen Entscheidungen Konsequenzen ergeben, die eher unbeabsichtigt sein dürften:

Mats: „Soll ich mal scannen?“ Er hebt das Tablet an, sodass ich kurz nicht sehe, was er dort sehen kann. Dann lässt er es wieder sinken und es hat sich eine Kameraperspektive geöffnet, mit einem Quadrat zum Scannen von QR-Codes. „Ich scanne.“ Dabei klingt er geradezu triumphierend. Mats hält das Tablet nun vor sich. Beide Jungen gucken begeistert auf den Bildschirm. Sie halten einen Moment still und grinsen, dann aber versucht Mats das Tablet noch weiter vorzuhalten. „Hier, ich krieg das...“ Carl unterbricht ihn: „Ich mach das!“ und lehnt sich vor und tippt auf das Tablet. „Warte, ich mach das.“ Er nimmt das Tablet in die Hand und hält es mit der Rückseite in Richtung Tafel. Beide gucken konzentriert auf den Bildschirm und lehnen sich immer weiter vor. Mats tippt mit dem Stift in die Mitte des Bildschirms, vermutlich um den Fokus zu setzen. Mats: „Warte...“ Carl: „Jetzt...Jetzt!“ Es scheint aber weiterhin nicht das zu passieren, was sie erwarten, denn sie bleiben in dieser Position. Nach 5 Sekunden sagt Mats: „Hä?“ Sie haben die Tafel auf ihrer Kameraperspektive, aber noch relativ weit weg gezoomt und versuchen die Tafel auf dem Bildschirm anzutippen. Mats sagt etwas, was ich nicht verstehen kann, dann: „du scanst das Tablet nicht... wir müssen mal ein bisschen nach vorne.“ (FP146)

Die Lehrerin arbeitet in dieser Stunde mit einem Arbeitsplan, der am Whiteboard digital angezeigt wird. Seitenzahlen im LW kann sie nur für das E-Book, nicht für das restliche Material anschreiben. Sie nutzt daher als Kommunikationsmittel QR-Codes, die von den Kindern eingescannt werden sollen, was wiederum bestimmte Kompetenzen auf Seiten der Lernenden erfordert. Die Aufgabe kann überhaupt erst bearbeitet werden, wenn dieses Einscannen auch funktioniert, was in obigem Beispiel aus verschiedenen Gründen nicht

der Fall ist: Sowohl das teils schnelle Abwechseln der beiden Jungen beim Tippen und Greifen auf das Tablet als auch ihre Sitzposition weit weg vom QR-Code sowie die Software, die zwar einen Fokus setzt, aber den QR-Code letztlich nicht findet, führen zu einem Misserfolg auf dem Weg zur Aufgabe. Sich für ein digitales LW zu entscheiden, heißt also unter anderem auch eine Anpassung von Verhalten und Raum an diese Geräte.

3.2 Das Tablet als Mittel zum Zweck?

Bisher habe ich das Tablet als notwendiges Artefakt für die Benutzung des digitalen Mathematiklehrwerks beschrieben und damit die Abhängigkeit menschlicher Akteur*innen von einem solchen Endgerät in den Fokus gerückt. Damit könnte es als Mittel zum Zweck gesehen werden, welches zwar dauerhaft anwesend ist, dem aber kein eigener Einfluss auf die Interaktionen und das fachliche Lernen im Mathematikunterricht zugesprochen wird. In von mir beobachteten Verlags-Fortbildungen für Lehrkräfte zu den LW wird dieses Bild auch bestätigt, da es dabei vor allem um das LW und seine „neuen Möglichkeiten“ an sich geht. Das Tablet wird dabei zwar erwähnt, aber eben als Darstellungsmittel, relevanter erscheint hier eher das richtige Betriebssystem. Im Netz von Interaktionen und Beziehungen zwischen Lehrende, Lernenden, mathematischen Inhalten und dem LW zeigen sich aber in meinen Beobachtungen, dass sich sowohl in der Entwicklung von digitalen Lehrwerksmaterialien als auch im Unterricht selbst ein *Eigenleben* des Tablets entwickelt hat, welches eigene Bedürfnisse zu haben scheint und entsprechende Anforderungen an die Nutzenden stellt:

Mats wiederholt die „33“ noch einmal, dann tippt er auf das Lösungsfeld und tippt dieses Mal mit Hilfe einer manuellen Tastatur am Tablet die „33“ ein. Dann scheint er das Feld am unteren Rand zu suchen, mit dem er die Lösung kontrollieren könnte. Das ist aber durch ein Anzeigefeld der Audioeinstellungen verdeckt. Dies tippt er immer wieder an, es verschwindet aber nicht. Carl merkt an, dass er jetzt dran sei, Mats aber klappt das Tablet erst einmal zu und wieder auf, wodurch sich die digitale Tastatur öffnet. Im Lösungsfeld steht nun aber „xy“. Mats stöhnt. Er tippt weiter auf das Lösungsfeld, es erscheint ein neues Fenster: „Eingeben widerrufen?“ mit den Auswahlmöglichkeiten „Abbrechen“ oder „Widerrufen“. Carl: „Alter, was ist das?“ Mats tippt unbeirrt immer weiter auf das Lösungsfeld darunter. Schließlich tippt er ohne weitere Pause auf „Widerrufen“. Dadurch öffnet sich die Tastatur erneut. Er gibt nun „33“ ein, schließt mit einem Tippen die Tastatur und tippt anschließend auf das Kontrollfeld. (FP146)

Das Tablet als technisches Gerät bedarf bestimmter Einstellungen (z.B. Audioeinstellungen) und bedient sich eigener Kommunikationsformen (z.B. Pop-Up-Fenster). Für die Nutzung bedeutet das, sich teilweise nicht den eigentlichen mathematischen Aufgaben widmen zu können oder dies zumindest gezwungenermaßen hintenanzustellen, wenn ein solches Fenster erst *beseitigt* werden muss. Das ist allerdings offensichtlich gar nicht immer intuitiv und schnell lösbar. Auch zeigt sich hier, dass die beiden Schüler sowohl mit dem Pop-Up-Fenster als auch mit der Anzeige zu den Audioeinstellungen nicht als Experten interagieren. Sie empfinden diese als Störung ihres Arbeitsprozesses, scheinen aber als Lösung dafür in erster Linie ein dauerhaftes, wiederholtes und lokal unverändertes Tippen zu wählen. Beide Male erzielen sie damit nicht das gewünschte Verschwinden der Fenster. Im ersten Fall führt ein Neustart zur Lösung: das Einklappen der Hülle auf den Bildschirm. Dadurch wird aber gleich ein neues Problem erzeugt, da sich die verhältnismäßig große digitale Tastatur öffnet und dabei wohl auch gleich einzelne Felder versehentlich berührt werden. Dabei werden unerwünschte Zeichen im Lösungsfeld eingetragen. Mats versucht es nun mit einer aus seiner Sicht normalerweise funktionierenden Lösung und tippt auf das Lösungsfeld, welches er korrigieren will. Weder für mich als Beobachterin noch für ihn als Nutzer ist nachvollziehbar, warum die Software hier anders reagiert als gewöhnlich und das Pop-Up-Fenster erscheint. Als auch diese *Störung* durch exzessives, schnelles Tippen auf das Lösungsfeld nicht verschwindet, tippt er einfach weiter, aber nun auf eine der beiden Auswahlmöglichkeiten. Das führt letztlich zum *Erfolg*, wobei es für den Schüler zweitrangig ist, das Problem oder dessen Lösung zu verstehen. Das Tablet scheint also einerseits in seiner Technik auf bestimmte Formen von Interaktionen ausgelegt zu sein, andererseits beim Einsatz als Benutzungsoberfläche für ein Grundschul-LW dabei an seine Grenzen zu stoßen.

Das Tablet bietet im Verhältnis zum jeweiligen analogen Werk eine viel geringere Benutzungsoberfläche. Grundsätzlich führt das für die Verlage zu einem Transformationsproblem zwischen zwei vorgegebenen Benutzungsoberflächen. Beim Anpassen des LW an die digitale Benutzung scheint es zwei Bereiche zu geben: Teile des LW, die nur digital existieren, und die größtenteils inhaltlich identische Version zum analogen Werk. Bei den Teilen wie Videos oder nur digital existierenden Übungen ist offensichtlich, dass sie für die Größe eines Tablets designet wurden: Es gibt normalerweise nur eine an das Tablet angepasste Aufgabe oder Darstellung.

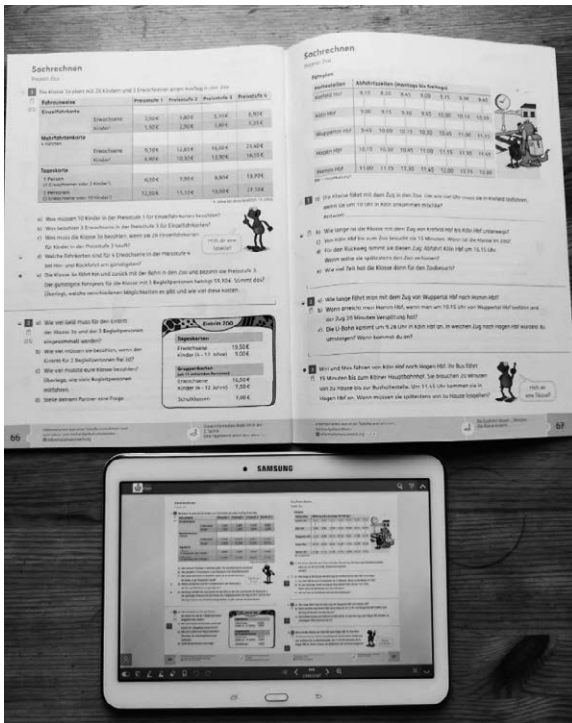


Abb. 2: Vergleich der Anzeige eines digitalen MiniMax mit dem analogen MiniMax aus Dietrich (2020, S. 66f.) (eigene Aufnahme, R. Will).

Bei der Transformation des analogen Buchs ins Digitale führt allein das Format des Tablets zu Problemen, die letztlich bisher über eine Zoom-Funktionen gelöst werden. Teilweise können auch Ausschnitte markiert und ausgeschnitten werden. Lässt man sich aber die komplette Doppelseite anzeigen, erscheint alles sehr klein, teilweise kaum lesbar (siehe Abbildung 2).

Beschränkt man sich auf eine Seite, so wird das zwar hochkant gehalten besser, entspricht aber trotzdem nicht der Schrift- und Bildgröße der bisherigen Bücher. Es entsteht für die Lernenden ein höherer Aufwand im Sichtbarmachen von Aufgaben, was aber in der Konsequenz auch heißt, dass es nun möglich ist, eine optische Fokussierung auf einzelne Aufgaben herzustellen, die vorher nicht möglich war.

Die bereits beschriebene Entgrenzung des digitalen LW liegt auch im Tablet als Gerät begründet. Wurde das analoge Buch oder Heft noch klar als Gegenstand des Mathematikunterrichts wahrgenommen, so geht das Tablet darüber weit hinaus: Neben anderen LW, die letztlich alle auf dem gleichen Gerät

bearbeitet werden, können zahlreiche andere Anwendungen genutzt werden, vom Internet-Browser mit all seinen Möglichkeiten über Spiele, Schreib- und Audioprogramme. Das lässt das LW in ein Konkurrenzverhältnis treten und teilweise als eine Anwendung unter vielen an Priorität verlieren.

Tablets verlangen von den Nutzenden einen anderen haptischen Umgang: Sie können nicht umgeblättert werden, wenn man auf ihnen schreibt, drückt man den Bildschirm nicht ein, es hinterbleibt auf der Oberfläche an sich keine Spur. Zwar gibt es einen Tablet-Stift, mit dem sowohl handschriftlich geschrieben als auch getippt werden kann, aber das Schreibgefühl unterscheidet sich von herkömmlichen Stiften. In vielen Szenen zeigt sich auch, dass *digital* letztlich von den Kindern in der Bedeutung *mithilfe des Fingers erfolgreich* ernst genommen wird: Sie verzichten komplett oder teilweise auf den Stift und nutzen ihren Zeigefinger zum Tippen, Wischen, Ziehen oder Schreiben. Das wiederum bedeutet einen geringeren Anspruch an die Feinmotorik als im analogen Werk. Die einzige Ausnahme bildet hier das Schreiben ins E-Book. Hier nutzen die Kinder, falls die digitalen Ziffern nicht zur Verfügung stehen, anscheinend lieber einen Stift als die Ziffern mit der Hand zu *zeichnen*. In den wenigen Szenen, in denen ich handgezeichnete Ziffern sehen konnte, wirkten diese sehr kantig und kaum erkennbar.

3.3 Digital lernen

Aus Perspektive der Lernenden scheint die Arbeit am digitalen LW in erster Linie zu bedeuten, mit dem Tablet zu arbeiten: So fordert die Lehrerin nicht dazu auf, das *Buch* oder *Heft* herauszuholen, sondern das Tablet. In einer Klasse, in der immer nur einzelne Lernende an einem Tablet arbeiten durften, da dort nur drei Stück vorhanden sind, gab es einen regelrechten Wettbewerb darum, wer diese nun nutzen durfte – während in einer Klasse, in der ein Klassensatz täglich benutzter Tablets vorhanden war, offensichtlich eine Normalität eingetreten war, die entsprechende Begeisterungstürme ausblieben ließ. Trotzdem scheint auch hier das Tablet eine höhere Anziehungskraft zu haben als andere Artefakte im Klassenraum, die in folgendem Beispiel ebenfalls vorhanden gewesen wären:

Die Klasse soll am Tagesplan weiterarbeiten, es sind noch 5 Minuten bis zur Pause. L: „Wer fertig ist, darf am Tablet Lernspiele spielen oder ihr sucht euch etwas anders aus.“ Einige Kinder stehen sofort auf und holen sich ein Tablet. Auch wenn aus meinen bisherigen Beobachtungen als Lernspiel auch einige Teile des Lehrwerks gelten, sehe ich auf den Bildschirmen überall nur ein Spiel, bei dem man Häuser und kleine Welten baut. Sie drehen dabei ständig die Ansicht dahin, wo sie gerade weiterbauen oder ihr Gebautes kontrollieren wollen. Nur Tamara holt sich ein Tangram-Spiel.² (FP315)

2 Legespiel aus verschiedenen großen Dreiecken, einem Quadrat und einem Parallelogramm, welches teilweise als Unterrichtsmaterial im Geometrieunterricht eingesetzt wird.

Es zeigt sich hier auch, dass das Tablet Möglichkeiten weit außerhalb des digitalen LW ins Klassenzimmer mit sich bringt, die auf die Lernenden anziehender wirken als das digitale LW. Dazu passt, dass sich in den digitalen Materialpaketen zunehmend Aufgabenformate wiederfinden, die einen Spiel-Charakter aufweisen. Bei der Handhabung des Tablets mit dem gewählten Spiel wirken die Lernenden routiniert und sicher; es werden viele *Bewegungen* auf dem Bildschirm ausgeführt, indem mit dem Finger über den Bildschirm gezogen oder zur Seite gewischt wird. Mit ganz anderen Problemen scheint die Arbeit am digitalen Lehrwerk verbunden zu sein, wie in der Beobachtung von Mats und Carls Arbeit am Tablet deutlich wird, in der sie mit Pop-Up-Fenstern, Reaktionsverzögerungen des Tablets und Unklarheiten zwischen mechanischer und Bildschirmtastatur zu kämpfen haben. Deutlich wird aber gerade hier: Die Arbeit am Lehrwerk auf dem Tablet ist eine Arbeit der Finger, weniger der ganzen Hand wie beim Schreiben. Es wird so schnell getippt, dass es kaum möglich ist, einzelne Handlungen oder Bilder auf dem Bildschirm überhaupt noch angemessen aufnehmen zu können. Die Geschwindigkeit einzelner Gesten und Handlungsentscheidungen nimmt massiv zu, wenn nicht mehr mit einem Stift geschrieben wird, nicht mehr mit der Hand umgeblättert wird. Gleichzeitig scheint die Aufmerksamkeit, die einer einzelnen Aufgabe gewidmet wird, abzunehmen.

Tim tippt innerhalb weniger Sekunden 20 Mal auf „leicht“ oder „schwer“, vor allem aber auf letzteres. Bei der ersten leichten Aufgabe, kommentiert Lui neben ihm mit: „Oh, die war geil, die war eben schwer geil.“ Tim klingt etwas abgelenkt durch sein Weitertippen: „Jaaa.“ Durch jedes Tippen wird eine neue Aufgabe angezeigt. (FP264)

Hier wird auch ein weiterer bedeutender Unterschied zum analogen LW deutlich: Es gibt jetzt nicht nur eine Funktion zur Generierung von Aufgaben in verschiedenen Schwierigkeitsgraden, sondern auch die Möglichkeit, diese nicht lösen zu müssen. Unter den angebotenen Möglichkeiten kann nun gewählt werden, es entsteht aber auch eine Beliebigkeit in der Aufgabenbearbeitung und eine nicht unbedeutende Zeitspanne, die für ebenjene Auswahl genutzt wird. Das wird durch die häufig von mir beobachtete Zusammenarbeit am Tablet von zwei Lernenden eher noch verstärkt, da dabei Aushandlungsprozesse dazukommen, ob denn eine Aufgabe tatsächlich so „geil“ wäre und wer dies nun entscheiden dürfe. Im Vergleich zum analogen LW, welches auch bei Partner*innenarbeit die immer gleichen Seiten aufweist, ist dies am Tablet nun nicht mehr der Fall. Zwei Tablets sind nicht miteinander verknüpft, wollen also zwei Kinder zusammenarbeiten, müssen sie sich ein Tablet teilen. Da diese allerdings noch kleiner als ein herkömmliches LW sind, führt dies zu gegenseitigem Behindern der Sicht und Körper. Auch eine gewisse Rivalität

darüber, wer jetzt „dran“ sei, scheint üblich. Trotzdem war die Arbeit in Paaren häufiger zu beobachten als Einzelarbeit, auf die die Arbeit am digitalen LW aber eher ausgelegt wäre.

Gibt es bei analogen LW immer wieder Szenen, in denen Aufgaben unklar sind oder Druckfehler auffallen und als Problem seitens des LW benannt werden, kommt dies bei der Arbeit an der digitalen Version nicht vor. Die Lernenden scheinen zwar regelmäßig von der Rückmeldung des Programms irritiert, probieren dann aber so lange andere Zahlen, bis der Smiley lächelt und sich grün färbt, das Zeichen für eine richtig gelöste Aufgabe. Dass auch ein digitales Artefakt Unrecht haben könnte, scheint hier viel schwerer vorstellbar.

3.4 Digital Lehren

Bereits die Entscheidung, welches LW für den Mathematikunterricht genutzt wird, liegt bei Lehrkräften bzw. der Schule. In den Gesprächen mit mir wurde die eigene Wahl stets mit einem doppelten Argument verbunden: Zum einem mit fachlichen Vorteilen oder Erfahrungen zu dem jeweiligen LW, zum anderen mit Gründen der Unterrichtsplanung oder der Passung zur jeweiligen Klasse. Anhand der Lehrwerksausgaben der letzten Jahre lässt sich der Übergang zum digitalen LW gut nachvollziehen: Während anfangs den Lehrkräften nur digitale Zusatzmaterialien (meist auf einer DVD) angeboten wurden, lassen sich später in fast allen analogen LW Verweise, z.B. in Form von QR-Codes finden, die damit auch den Lernenden zugänglich sind. Die aktuellsten Ausgaben werden nun auch für eine rein digitale Nutzung angeboten.

Dieser Schritt zum völlig digitalen LW geht für die Lehrkraft mit einem gewissen Risiko einher, wie die folgende Szene aus einem Gespräch im Vorbereitungsraum der Lehrkräfte zeigt:

Im Lehrkräftezimmer zeigt Frau B. mir den Ordner mit dem Begleitband für das Mathebuch 1 und merkt an: „Das ist halt echt dick und sehr viel Material, digital ist das natürlich etwas anderes.“ Ich werde von einer anderen Lehrerin gefragt, was ich eigentlich beobachten würde. Daraufhin entwickelt sich ein Gespräch über die Lehrbuchauswahl, vor allem im Hinblick auf das nächste Schuljahr. Frau B. erzählt mir, dass sie überlegt, komplett auf das E-Book umzusteigen, man sich hier im Kollegium aber noch dazu verständigen müsse. „Und das muss ja am Ende auch für alle funktionieren. Wir haben hier schon ganz gute Erfahrungen mit den Tablets gemacht, die meisten Kinder arbeiten da auch ganz gut dran. Aber es ist halt schon viel Vertrauen, was man da braucht und so ein paar Pappenheimer haben wir da natürlich auch, da musst du dann ganz genau hingucken, dass die nicht nebenbei am Spielen sind.“ Ihre Kollegin Frau D. merkt an, dass sie bisher auch die digitale Version für sich nutze und den Kindern eben nur teilweise Aufgaben daraus gebe, aber für manche in ihrer Klasse ein „richtiges“ Arbeitsheft eben auch wichtig sei. Frau B. ergänzt wieder: „Und die Technik darf uns dann halt auch nicht im Stich lassen.“ Alle lachen. (ZG171)

Die Verlässlichkeit und Materialität eines gedruckten Buchs wird nun von externen Faktoren wie vorhanden und funktionierenden Geräten abgelöst. Die meisten Lehrkräfte des von mir beobachteten Unterrichts können sich die Nutzung eines komplett digitalen LW zwar grundsätzlich vorstellen, haben aber Einwände technischer Art, vor allem die mangelnde Ausstattung, inklusive Wartung, für die sie nicht zuständig sein wollen. Auch kommt immer wieder zur Sprache, dass ein gewisses Misstrauen besteht, ob die Lernenden angemessen mit einem digitalen LW umgehen würden oder könnten. Grundsätzlich scheint ihr Bild von Digitalisierung im Mathematikunterricht der Grundschule von der Transformation des analogen auf ein digitales LW, meist in Benutzung auf dem Tablet geprägt zu sein.

Das ist in Anbetracht ihrer großen Bedeutung und weiten Verbreitung im Mathematikunterricht der Grundschule (Lepik et al., 2015) auch nicht verwunderlich. Allerdings scheint selbst die Lehrerin, in deren Unterricht bereits viele Szenen am digitalen LW stattfinden, Bedenken zu haben, dass dadurch etwas „verloren“ gehen könnte, wie z.B. Handschrift. Grundsätzlich kann auch auf einem Tablet mit der Hand geschrieben werden (was die gleiche Lehrerin auch täglich selbst tut), aber es bleibt ein Misstrauen, ob dies auch erlernbar wäre, ohne den Zwischenschritt über Papier gegangen zu sein. Dabei zeichnen die Lehrkräfte selbst ein Bild des Arbeitens mit einem digitalen LW, welches einerseits von der Zukunftsvorstellung *Digitalität als Moderne* gekennzeichnet ist, andererseits von der Sorge vor der *Blackbox*, die sie zwar nutzen (sollen), aber kaum selbst wirklich lenken und kontrollieren können, da sie die inneren Abläufe des Digitalen nicht wirklich durchschauen. Daraus schlussfolgern sie auch, dass der erwünschte Lernerfolg in Frage gestellt sei, da sie diesen weniger sichern können.

Die Nutzung des digitalen LW durch die Lehrkräfte wirft aber eine ältere Frage der Schulbuchforschung neu auf (Behm & Lloyd, 2012; Love & Pimm, 1996): Wie sehr lassen sich Lehrkräfte vom LW beeinflussen, nutzen sie es als Material und Unterstützung für ihren Unterricht oder führen sie es eher im Sinne eines *Plans* aus? Dabei ist eine ambivalente Haltung zu beobachten: Einerseits nutzen sie mit einer gewissen Begeisterung die neuen Möglichkeiten, die ihnen die digitale Version bietet. Sie können die Lehrbuchseiten relativ einfach für alle sichtbar in ihre Tafelpräsentation einbinden und diese sowohl beschreiben als auch in begrenztem Maße verändern und haben große Ressourcen an Übungsaufgaben. Auch die vereinfachte Suche nach passenden Materialien im LW wird häufig genutzt.

Die Verlage bewerben ihre Angebote als unterstützende Vereinfachung der Arbeit der Lehrkräfte mit Beschreibungen wie „Schneller, flexibler, leichter“³

3 Werbevideo des Mildenerberger-Verlags für Lehrkräfte:
<https://www.youtube.com/watch?v=U6JuM8OY7w8&t=419s>

oder „Intelligente Komponenten für Ihren smarten Unterricht“⁴. Obwohl hier die Lehrkraft weiterhin als Entscheidungsgewalt adressiert wird, wird bei genauerer Betrachtung der eigentlichen Angebote und deren Konzeption diese Rollenverteilung immer unklarer. Dadurch, dass bspw. sehr präsent verdeutlicht wird, dass noch weitere, individualisierte Angebote zu einer Lehrwerksseite existieren und ja nur *einen Klick* entfernt sind, erscheinen sie als Teil des Gesamtwerks, die man nicht *verpassen* sollte. Aufgabengeneratoren können schnell beliebige Aufgabenreihen entwerfen, in verschiedenen Schwierigkeitsgraden. Die Einschätzung, ob diese angemessen oder sinnvoll sind, würde aber eine Kontrolle erfordern, die Zeit kosten würde. Ein Video werden viele Lehrkräfte eher selten erstellen – wenn das Video des LW dann nicht pausierbar oder eventuell auch fachlich fragwürdig ist, wird das im Zweifelsfall meist hingenommen.

Bei den digitalen Angeboten geht die bewusste oder unbewusste Abgabe von Verantwortung an das LW noch ein Stück weiter, allein durch die Durchdringung des gesamten Unterrichts und den erhöhten Grad an Individualisierung. Die Lehrkräfte geben in meinen Beobachtungen in vielen Situationen aber nicht nur didaktische Entscheidungen oder Erklärungen an das digitale LW ab, sondern auch die Kontrolle über die konkreten Tätigkeiten und Lösungen der Lernenden. In sehr vielen Teilen des digitalen LW kann jede Aufgabe durch das Programm selbst erstellt und kontrolliert werden. Allerdings zeigt sich auch, dass Lehrkräfte versuchen, sich diese Steuerungsfunktion etwas zurückzuholen, bspw. durch QR-Codes im Wochenplan, durch die man direkt auf die richtige Aufgabe geleitet wird.

5.5 Mathematik auf dem Tablet

Die Anpassung des traditionellen Mathematiklehrwerks an die digitale Darstellung und Verwendung auf zumeist einem Tablet führt zu neuen Möglichkeiten, die sich auch auf das fachliche Lernen von Mathematik auswirken. In vielen Bereichen des digitalen LW kann ein Blättern oder Lösen anderer Aufgaben als vorgegeben von der Lehrkraft technisch zum Teil verhindert werden oder ist per se unmöglich. Das trifft z. B. zu, wenn Lösungsfelder technisch vorgegeben sind, wodurch Zwischenrechnungen oder Lösungswege keinen Platz haben. Im E-Book sind solche Notizen aber ähnlich dem analogen Werk am Rand oder in anderen Freiräumen möglich und können dann auch restlos wieder gelöscht werden (im Gegensatz bspw. zum Radieren), was das Ergebnis sauberer oder *ordentlicher* erscheinen lässt. Andererseits kann ein Lösungsweg, der sonst anhand solcher Notizen nachvollziehbarer

⁴ Themenwelt digital des Westermann-Verlags:
<https://www.westermann.de/digital/lehrkraefte-gs/>

gewesen wäre, nicht mehr zurückverfolgt werden. Die schlichte Tatsache, dass es sich selbst bei einer E-Book-Variante des Lehrbuchs nicht um ein greifbares Artefakt handelt, führt zu neuen Fragen der Strukturierung und Verknüpfung mathematischer Inhalte im LW. Das digitale LW bietet eine ganz neue Möglichkeit der schnellen Verknüpfung, die bei den E-Books an einem der Ränder angezeigt wird: Welche Übungen, welche Videos, welche Spiele, sind zu der jeweiligen Aufgabe bzw. Thema noch im LW enthalten? Mit einem Klick darauf kommt man direkt zu der jeweiligen Ressource. Dabei ist diese Verknüpfung für die Lehrkräfte umfassender, da nur ein bestimmter Anteil aller Angebote den Kindern direkt zur Verfügung steht. Auch ist für Lehrkräfte eine Erklärung oder ein didaktischer Hinweis schneller verfügbar als in herkömmlichen Begleitbänden. Durch die zahlreichen Verknüpfungen wird aber auch der ursprüngliche Aufbau eines LW mehr oder weniger irrelevant. Von jeder Übungsaufgabe, die als Verknüpfung zu einer Lehrwerksseite angeboten wird, kann man mit einem Klick auf das komplette Seitenauswahlmenü kommen oder aber zu anderen verknüpften Seiten – nicht unbedingt zur nächsten Seite in der numerischen Seitenfolge. Das macht die Struktur rein thematisch durchaus zusammenhängender, allerdings gibt es für die Kinder kaum noch einen Überblick, welche Themen bereits behandelt wurden, und Grundideen im Aufbau der Themen gehen verloren.

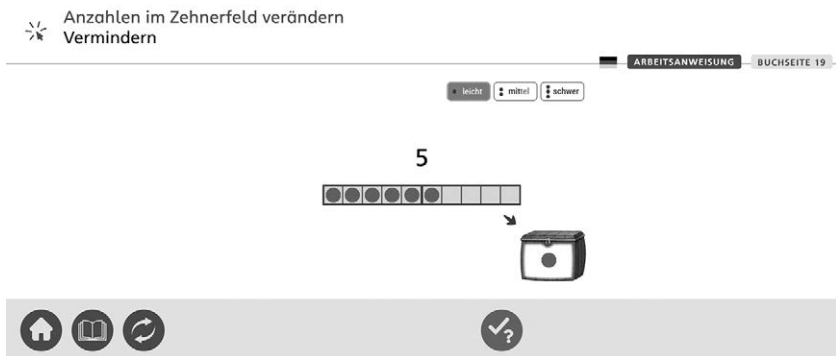


Abb. 3: Interaktive Übung zum Mathebuch 1 aus Höfling et al. (2021).

Ein Großteil der Übungsaufgaben wird als Einzel-Übungen außerhalb des E-Books angeboten und die Ergebnisse sind häufig nicht speicherbar. Es ist dadurch auch kein Lernprozess in Form von mehr oder schwierigeren gelösten Aufgaben im Nachhinein sichtbar. Die Bearbeitung dieser oft als *interaktiv* gestalteten Übungsaufgaben (siehe Abbildung 3) waren die von

mir am häufigsten zu beobachtenden Interaktionen von Kindern mit dem digitalen LW. Sie alle hatten gemeinsam, dass es sich jeweils um nur eine isoliert angezeigte Aufgabe handelte, die aber mit anderen Zahlen, Formen oder Beispielen beliebig oft wiederholbar war.

Die Aufgaben hatten alle eine Arbeitsanweisung, die sich die Kinder beim Antippen auch beliebig oft vorlesen lassen konnten, wobei diese Möglichkeit sehr selten genutzt wurde. Viel üblicher war, dass sie, war ihnen die Aufgabe nicht sowieso schon klar, einfach etwas herumprobierten oder ein anderes Kind kurz die Aufgabe erklärte:

Ben klickt die Erklärung sofort weg und bekommt das Bild eines Kindes angezeigt. Daneben sind vier weitere Bilder des Kindes, die sich aus meiner Entfernung alle sehr ähnlich sehen. Er tippt nun auf eines der anderen Bilder, es passiert aber nichts. Er tippt erneut auf das Bild und wirkt ungeduldig. Tobi blickt zu ihm rüber und greift auf sein Tablet: Er tippt auf ein rundes Feld unter das bisher von Ben angetippte Bild, welches so auch unter den anderen drei rechten Bildern ist. Damit scheint er das Bild ausgewählt zu haben, da dieses nun durch einen orangenen Kreis gefüllt ist. Ben tippt auch nochmal auf den Kreis und dann auf das Kontrollfeld. Dieses wird rot. Beide gucken einen Moment auf die Aufgabe. Tobi: „Da musst du genau..., das muss woanders hingucken.“ Er zeigt auf ein anderes Bild. Hier guckt das Kind in die entgegengesetzte Richtung. Ben tippt das Feld unter besagtem Bild an, erneut auf das Kontrollfeld und bekommt das Ergebnis bestätigt. (F1305)

In der Regel schienen alle Aufgaben so einfach verständlich zu sein, dass eine Erklärung obsolet war. Die schlicht gehaltene Nutzungsidee erweist sich in vielen Fällen als letztlich auch sehr schlicht gehaltener fachlicher Anspruch an die Kinder. Alle Aufgaben sind als Verknüpfung zur Lehrbuchseite nur noch als Übungen zu einem bekannten Thema gerahmt und weisen einen reproduzierenden Charakter auf. Das theoretisch mögliche Endlos-Üben ermöglicht einerseits, dass bei Bedarf nach mehr Übung nicht aus anderen Quellen Übungsaufgaben gesucht und kopiert werden müssen. Andererseits bleiben die Lernenden teils sehr lange in einer Übung, selbst wenn sie diese schnell und korrekt erledigen. Dabei gibt es bei den Übungen meist drei Schwierigkeitsgrade: leicht, mittel und schwer, die von den Kindern selbst ausgewählt werden können. Die Lehrerin hat hierauf keinen Einfluss. Während bei einem analogen LW ein Auslassen einer Aufgabe eine Lücke darstellt, kann bei diesen Lehrwerksübungen *unsichtbar* weitergeneriert werden. Hat man den mathematischen Inhalt aber offensichtlich verstanden, kommt selbst bei schweren Aufgaben sehr schnell der Punkt, an dem die Lösungen zur Routine werden. Eine direkte Weiterführung zu beispielsweise einem höheren Zahlenraum geschieht dann nicht, da die Anbindung an die konkrete Buchseite bestehen bleibt. Auch sind die Kriterien für die Einteilung in die Schwierigkeitsgrade nicht immer eindeutig. In der folgenden Szene sollen die Lernenden den

Wert einer Zusammenstellung an Münzen zwischen 1 ct und 50 ct eingeben. Beim Beobachten dieser Szene fiel auf, dass eine neue Aufgabe eine andere Schwierigkeitseinteilung haben konnte als die vorherige, was einen direkten Vergleich zuließ:

Die 20. Aufgabe ist eine einzelne 50 ct-Münze, die als „schwer“ galt. Das erscheint mir merkwürdig, galten doch Aufgaben mit teilweise 8 Münzen verschiedener Werte als „leicht“ (FP146)

In der Ergebnisdarstellung trat noch deutlicher als in analogen Werken zutage, dass hier nie Begründungen, Muster oder Strukturen beschrieben werden sollen. Die *Lösung* ist immer eine Zahl oder ein Bild, das mit einer einfachen Handlung (z. B. verschieben) verändert werden muss. Es gibt jeweils nur ein binäres *richtig-falsch*-Schema, welches entsprechend eindeutig vom Programm kontrolliert werden kann. Bei den wenigen Aufgaben, die aus kleineren Einzelaufgaben bestehen, wird die Lösung erst als richtig angezeigt, wenn alles gelöst ist, eine Teillösung wird als falsch markiert. Diese Übungen, in Verbindung mit ihrer teils unendlichen Wiederholbarkeit, bedeuten in der Konsequenz, dass der schon in analogen LW eher geringe Anteil an anspruchsvollen und komplexen Aufgaben weiter sinkt. Gleichzeitig fallen bestimmte handschriftliche Probleme, wie die Lesbarkeit (durch digitale Ziffern) oder Probleme beim Untereinanderschreiben von Stellen weg.

4 Anziehungskraft und fachlicher Anspruch des digitalen Lehrwerks

In der empirischen Analyse der Nutzung digitaler Mathematiklehrwerke in der Grundschule zeigt sich eine ausgeprägte Ambivalenz: Digitalisierung von LW steht hier geradezu paradigmatisch für modernen Unterricht, angepasst auch an die außerschulische Erfahrungswelt mit digitalen Endgeräten als Teil des Alltags und ein effizientes Arbeiten mit ständig verfügbaren Materialien. Für die Lernenden scheint das Tablet als Gerät eine Anziehungskraft auszuüben, die in Verbindung mit den digitalen Angeboten des LW, wie z. B. den geradezu unendlichen Übungsserien, für den Unterricht genutzt werden soll. Den Lehrkräften wird durch die an einer Stelle gebündelten Materialien ein Angebot unterbreitet, das ihnen sowohl das Zusammensuchen von Aufgaben aus unterschiedlichen Quellen als auch die Differenzierung erleichtern soll. Dabei ist das Angebot so umfassend und mit Erklärvideos und Hinweisen für die Lehrkräfte untersetzt, dass es sich auch explizit an fachfremd unterrichtende Personen richtet und auch für diese eine fachliche Angemessenheit sichern soll. Gleichzeitig scheinen die Effekte des Arbeitens mit digitalen LW diesen

Vorstellungen eher entgegenzustehen: Es entstehen neue Abhängigkeiten, und es scheint schwieriger zu werden, sich den Dynamiken seines Einsatzes zu entziehen. Ohne digitale Endgeräte wäre das digitale LW nicht nutzbar, dabei haben Artefakte wie Tablets ganz eigene Anforderungen an die menschlichen Teilnehmenden des Unterrichts und weisen dem fachlichen Lernen nur einen Platz im Rahmen des Umgangs mit diesen zu.

Das vermeintlich verlässliche Schulbuch wird als digitales LW zu einem relativ fragilen, nicht greifbaren Artefakt, dessen (technisches) Funktionieren jederzeit gefährdet erscheint. Um digital zu werden, wurden LW insbesondere an das Tablet angepasst, mit der Konsequenz, dass sie mindestens optisch, aber auch in ihrem fachlichen Anspruch entschlackt wurden. Diese Reduktion, bspw. durch das Anzeigen nur einer Aufgabe und der Begrenzung an Antwortformaten, geht in vielen Fällen auch mit einer eher geringen mathematischen Komplexität einher. Das führt zu einerseits sehr pragmatischen Interaktionen zwischen Artefakt und Nutzenden, andererseits zu einem Bild von hoher Geschäftigkeit mit sehr schnellem Tippen und Wischen der Lernenden bei gleichzeitig begrenzter mathematischer Auseinandersetzung. Die Lehrkräfte scheinen diese Option der Dauerbeschäftigung gut in ihre Unterrichtskonzepte einbauen zu können, verbleiben aber gleichzeitig in einer kritischen Distanz, in der sie digitale LW noch eher ausprobierend nutzen. Zu einer tiefergehenden Auseinandersetzung mit den fachlichen Konsequenzen kommt es bislang eher nicht, im Vordergrund scheinen derzeit die technischen Probleme zu stehen. Inwiefern technische genauso wie politische Entwicklungen hier zu einem flächendeckenderen Einsatz digitaler LW führen und wie sich langfristig mathematisches Lernen dadurch verändert, kann an dieser Stelle kaum vorausgesagt werden – ob aber der Anspruch an Modernität allein zu einem angemesseneren Einsatz führt, darf bezweifelt werden.

Literatur

- Behm, S. L., & Lloyd, G. M. (2012). Factors influencing student teachers's use. In J. T. Remillard, B. A. Herbel-Eisenmann, & G. M. Lloyd (Hrsg.), *Studies in mathematical thinking and learning. Mathematics teachers at work. Connecting curriculum materials and classroom instruction* (S. 205–222). Routledge.
- Dietrich, S. (2020). *MiniMax 3 Paket für Lernende (Verbrauchsmaterial und digitale Einzellizenz)*. Klett.
- Dingemans, S. (Hrsg.) (2020). *Welt der Zahl*. Westermann.
- Höfling, C., Hufschmidt, U., Kolbe, M., Michalke, J., & Walter, S. (2021). *Das Mathebuch 1*. Mildenberger.
- Johansson, M. (2006). *Teaching mathematics with textbooks. A classroom and curricular perspective*. [Dissertation, Luleå University of Technology]
- Lepik, M., Grevholm, B., & Viholainen, A. (2015). Using textbooks in the mathematics classroom – the teachers' view. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 20(3–4), 129–156.

- Love, E., & Pimm, D. (1996). 'This is so': a text on texts. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Hrsg.), *International Handbook of Mathematics Education* (S. 371–409). Kluwer International Handbooks of Education.
- Mohn, B. E. (2020). Kamera-Ethnographie. In A. Geimer, C. Heinze, & R. Winter (Hrsg.), *Handbuch Filmsoziologie* (S. 1–21). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10947-9_69-2
- Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: foundations for change. *ZDM*, 49(5), 645–661. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0879-z>
- Rezat, S. (2009). *Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers. Eine Studie Zur Schulbuchnutzung in den Sekundarstufen*. Vieweg+Teubner. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9628-5>
- Rezat, S., & Sträßer, R. (2012). From the didactical triangle to the socio-didactical tetrahedron: artifacts as fundamental constituents of the didactical situation. *ZDM*, 44, 641–651. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0448-4>
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Beltz.

Autorin

Will, Rebekka

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1890-2792>

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Zentrum für Schul- und Bildungsforschung

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Mathematikschulbücher im

Elementarbereich, Materialität und Interaktion im Mathematikunterricht