

Abbildung 5. Illustrationsvideo mit Untertiteln

sollen sowohl die Frage nach der Verwendung des Materials in verschiedenen Kontexten als auch die Erfahrungen aus der Produktion der Lernvideos thematisiert werden. Ferner soll der Workshop dem Austausch und der Vernetzung von Projekten dienen, die mit der Entwicklung mathematischer Erklärvideos befasst sind. Einschlägige Projekte können sich im Rahmen des Workshops vorstellen. In der Reihe der khdm-Reports ist im Nachgang eine Tagungsdokumentation geplant.

Literatur

- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S., & Wassong, T. (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse*. Springer Fachmedien. DOI:10.1007/978-3-658-03065-0
- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., & Wassong, T. (2014). VEMINT – Interaktives Lernmaterial für mathematische Vor- und Brückenkurse. In Bausch et al. (Hrsg.) *Mathematische*

Vor- und Brückenkurse (S. 261–276). Springer Spektrum.

DOI:10.1007/978-3-658-03065-0_18

- Gold, A., Fleischmann, Y., Mai, T., Biehler, R., & Kempen, L. (2021). Die Online-Lernmaterialien im Online-Mathematikvorkurs studiVEMINT: Konzeption und Ergebnisse von Nutzer- und Evaluationsstudien. In R. Biehler, A. Eichler, R. Hochmuth, S. Rach, & N. Schaper (Hrsg.), *Lehrinnovationen in der Hochschulmathematik: Praxisrelevant – didaktisch fundiert – forschungsbasiert* (S. 365–397). Springer. DOI:10.1007/978-3-662-62854-6_16

Rolf Biehler, Universität Paderborn
E-Mail: biehler@math.upb.de

Michael Liebendorfer, Universität Paderborn
E-Mail: michael.liebendoerfer@math.upb.de

Angela Schmitz, TH Köln
E-Mail: angela.schmitz@th-koeln.de

Argumentieren, Problemlösen & Co – Welche prozessbezogenen Kompetenzen werden durch den Einsatz digitaler Medien angesprochen? Ergebnisse einer Schulbuchanalyse zur 7. Jahrgangsstufe

Frederik Dilling, Marc Herrmann und David Timm

Mit der Einführung der bundesweit geltenden Bildungsstandards durch die Kultusministerkonferenz der Länder (kurz: KMK) in den Jahren 2003 und 2004 wurden für die Kernfächer, darunter auch die Mathematik, Kompetenzen festgelegt, welche die Lernenden bis zu festen Zeitpunkten innerhalb des

schulischen Lernens entwickeln sollten. Mit der Orientierung auf diese Kompetenzen wurde neben der Vermittlung von fachinhaltlichem Wissen auch die Vermittlung vernetzten Wissens und allgemeiner Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Bewältigung überfachlicher Herausforderungen in den Fokus

des Unterrichts gestellt. Der Begriff der Kompetenz bezeichnet hierbei die Fähigkeit, Wissen und Können in den jeweiligen Fächern zur Lösung von Problemen anzuwenden. Für das Fach Mathematik werden diese Kompetenzen in inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzen aufgeteilt. Innerhalb dieser Studie sind hierbei vor allem die prozessbezogenen Kompetenzen von Relevanz. Diese sind:

- Mathematisch argumentieren
- Mathematisch kommunizieren
- Probleme mathematisch lösen
- Mathematisch modellieren
- Mathematisch darstellen
- Mit mathematischen Objekten umgehen
- Mit Medien mathematisch arbeiten
(KMK 2022, S. 7)

Die letztgenannte Kompetenz wurde erst mit den neuen Bildungsstandards 2022 hinzugefügt, während die vorherigen sechs Kompetenzen in den Bildungsstandards von 2003 als allgemeine mathematische Kompetenzen bereits vorhanden waren (KMK, 2004, S. 8). Die Kompetenzen werden wie folgt expliziert:

K1 Mathematisch argumentieren: Zu dieser Kompetenz gehören sowohl das Entwickeln eigenständiger, situationsangemessener mathematischer Argumentationen (wie Begründungen, Beweise), als auch das Erläutern, Prüfen und Begründen von Lösungswegen und das begründete Äußern von Vermutungen (KMK 2022, S. 9).

K2 Mathematisch kommunizieren: Zu dieser Kompetenz gehören sowohl das Entnehmen von Informationen aus Texten, mündlichen Äußerungen oder sonstigen Quellen als auch das Darlegen von Überlegungen, Lösungswegen bzw. Ergebnissen in mündlicher und schriftlicher Form auch unter Verwendung einer adressatengerechten Fachsprache (KMK 2022, S. 10).

K3 Probleme mathematisch lösen: Diese Kompetenz beinhaltet, ausgehend vom Erkennen und Formulieren mathematischer Probleme, das Auswählen geeigneter Heuristiken sowie das Entwickeln und Ausführen geeigneter Lösungswege (KMK 2022, S. 11).

K4 Mathematisch modellieren: Beim mathematischen Modellieren geht es um das Lösen eines realen Problems mit Hilfe von Mathematik. Von besonderer Bedeutung dabei ist das Übersetzen zwischen Realsituationen und mathematischen Begriffen, Resultaten oder Methoden. Typische Teilschritte des Modellierens sind das Strukturieren und Vereinfachen gegebener Realsituationen, das Übersetzen realer Gegebenheiten in mathematische Modelle, das Arbeiten im mathe-

matischen Modell, das Interpretieren mathematischer Ergebnisse in Bezug auf Realsituationen und das Überprüfen von Ergebnissen sowie des Modells im Hinblick auf Stimmigkeit und Angemessenheit bezogen auf die Realsituation (KMK 2022, S. 11).

K5 Mathematisch darstellen: Diese Kompetenz umfasst das Erzeugen und Vernetzen von sowie das Umgehen mit mathematischen Darstellungen – der grafisch-visuellen, algebraisch-formalen, numerisch-tabellarischen, verbal-sprachlichen Darstellung. (KMK 2022, S. 12).

K6 Mit mathematischen Objekten umgehen: Diese Kompetenz beinhaltet das verständige Umgehen mit mathematischen Objekten wie Zahlen, Größen, Symbolen, Variablen, Termen, Formeln, Gleichungen und Funktionen sowie in der Geometrie Strecken, Winkeln und Kreisen mit und ohne Hilfsmittel. (KMK 2022, S. 13).

K7 Mit Medien mathematisch arbeiten: Mathematische Bildung in der digitalen Welt umfasst: Fachliche Kompetenzen digital zu fördern und digitale Kompetenzen fachlich zu fördern. Darüber hinaus sollte ein Beitrag geleistet werden zur digitalen personalen Bildung, um Mathematik für die kritische Rezeption von Alltagsmedien zu nutzen. Dazu gehört der Umgang analoger Medien [...] im Verbund mit digitalen Medien. (KMK 2022, S. 13).

Für jede dieser Kompetenzen werden die drei Anforderungsbereiche *Reproduzieren*, *Zusammenhänge herstellen* und *Verallgemeinern und Reflektieren* unterschieden. Der Bereich *Reproduzieren* umfasst die „Wiedergabe und direkte Anwendung von grundlegenden Begriffen, Sätzen und Verfahren in einem abgegrenzten Gebiet und einem wiederholenden Zusammenhang“ (KMK 2022, S. 9). Im Bereich *Zusammenhänge herstellen* werden das selbstständige Auswählen, Anordnen, Darstellen und Bearbeiten bekannter Sachverhalte durch die Verknüpfung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten gefordert (KMK 2022, S. 9). Die Bearbeitung komplexer oder unbekannter Sachverhalte durch die selbstständige Auswahl geeigneter Arbeitstechniken, mit dem Ziel zu eigenen Lösungen, Wertungen oder Interpretationen zu gelangen umfasst der dritte Anforderungsbereich. Die einzelnen Anforderungsbereiche werden in den Bildungsstandards auch jeweils für die einzelnen prozessbezogenen Kompetenzen expliziert.

Im Zuge gesellschaftlicher Entwicklungen gewannen digitale Medien in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung für den Mathematikunterricht. So weist die KMK auf die Unterstützung der Kompetenzentwicklung durch digitale Mathematikwerkzeuge hin (vgl. KMK 2012, S. 13) und

ergänzt in den neuen Bildungsstandards 2022 sogar die Kompetenz mit Medien mathematisch zu arbeiten (vgl. KMK 2022). Aufgrund dieser Forderungen nach stärkerer Nutzung digitaler Medien wäre daher zu erwarten, dass auch in Schulbüchern entsprechende Möglichkeiten zur Nutzung digitaler Medien aufbereitet werden. Da das Schulbuch für den Mathematikunterricht bereits seit Jahrzehnten als Leitmedium in Planung und Durchführung von Unterricht genutzt wird (vgl. Valverde, Bianchi, Wolfe, Schmidt & Houang 2002), stellen sich die Fragen, in welchem Maße und wie digitale Medien mit diesem vernetzt werden. Die Frage nach dem Maß der Repräsentation digitaler Medien wurde bereits in einer Vorstudie geklärt (vgl. Herrmann & Dilling erscheint), weshalb der Fokus dieser Studie auf einer genaueren Betrachtung der Art der Vernetzung liegt. Die zuvor beschriebenen prozessbezogenen Kompetenzen als ein grundlegendes Werkzeug zur Beschreibung der intendierten Kompetenzentwicklung bei Schüler:innen scheinen ein geeignetes Untersuchungswerkzeug für dieses Vorhaben. Es soll daher die Forschungsfrage untersucht werden, *welche prozessbezogenen Kompetenzen durch digitale Medien in Mathematikschulbüchern der siebten Jahrgangsstufe adressiert werden.*

Vorstudie

In einer Vorstudie wurden bereits allgemeine Strukturdaten der betrachteten Schulbücher, sowie das Auftreten digitaler Medien erhoben. Es wurden hierzu fünf aktuelle Schulbücher der Jahrgangsstufe 7 als Untersuchungsgegenstand gewählt:

- [SE] Sekundo Mathematik 7. *Differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen* (2020)
- [LS] Lambacher Schweizer 7. *Mathematik für Gymnasien – G9* (2020)
- [NW] Mathematik – Neue Wege 7 (2020)
- [EM] Elemente der Mathematik 7 (2020)
- [FM] Fundamente der Mathematik. Nordrhein-Westfalen – Gymnasium G9 – 7. Schuljahr (2019)

Alle Bücher wurden in der NRW-Fassung untersucht und bilden jeweils die aktuelle Version der Schulbuchreihe ab. Im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse wurden die charakteristischen Strukturelemente *Aufgaben, Kernwissen, Lehrtexte, Wiederholungsaufgaben* und *Musterbeispiele* (vgl. Herrmann & Dilling erscheint) auf der Mikroebene der Bücher (vgl. Rezat 2009) betrachtet. Die Anzahlen dieser Elemente wurden jeweils pro Seite erhoben und ermöglichen somit eine strukturelle Betrachtung der einzelnen Kapitel. Strukturelemente, in welchen auf digitale Medien verwiesen wird, wurden nochmal im Detail untersucht. So wurden hier die Art des digitalen Mediums und die übergeordnete mathematische Disziplin erhoben.

Die für dieses Forschungsvorhaben relevanten Ergebnisse der Studie sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. In Tabelle 1 sind die Anzahlen der Strukturelemente allgemein sowie die Anzahlen der Strukturelemente mit digitalen Medien angegeben. Auf struktureller Ebene wird ersichtlich, dass die überwiegende Menge der Strukturelemente Aufgaben sind, während ein jeweils ähnlicher Anteil auf Kernwissen, Wiederholungsaufgaben und Musterbeispiele anfällt. Während die Aufgaben jeweils ähnliche Anteile über die Schulbücher aufweisen, liegen bei den Kernwissen, Wiederholungsaufgaben und Musterbeispielen deutliche Unterschiede zwischen den Büchern vor. Bezogen auf die Anteile der Strukturelemente mit Verweis auf digitale Medien lässt sich im Mittel mit rund 4% ein geringer Anteil feststellen. Unter den Schulbüchern gibt es bei dem Anteil digitaler Medien zudem starke Schwankungen. So ist der Anteil für den Lambacher Schweizer mit rund 6.7% mehr als doppelt so hoch wie bei drei der anderen untersuchten Bücher. Auch bezogen auf die einzelnen Strukturelemente lassen sich deutliche Unterschiede feststellen. Während die Anteile bei den Aufgaben nur leicht vom Gesamtdurchschnitt abweichen, kommen digitale Medien in Wiederholungsaufgaben gar nicht und im Kernwissen kaum vor (2 von 363 Elementen). Für Musterbeispiele liegen abhängig vom jeweiligen Buch deutliche Unterschiede vor.

Tabelle 1. Anteile der Strukturelemente mit digitalen Medien an allen Strukturelementen der jeweiligen Kategorie nach Herrmann & Dilling (erscheint)

Schulbücher	Aufgabe	Kernwissen	Lehrtext	Wiederholungsaufgabe	Musterbeispiel	Gesamt pro Buch
EM	28/766	0/87	2/20	0/40	0/127	30/1040
FM	32/947	1/84	4/53	0/99	3/73	40/1256
NW	26/635	1/72	0/7	0/94	1/59	28/867
SE	50/968	0/82	1/9	0/106	0/72	51/1237
LS	53/849	0/38	1/36	0/61	16/68	70/1052
Gesamt pro Element	189/4165	2/363	8/125	0/400	20/399	219/5452

Tabelle 2. Anzahlen der Verweise auf digitale Medien, aufgeschlüsselt für die jeweiligen Medien nach Herrmann & Dilling (erscheint). Es wurden weitere Medien unter Sonstige zusammengefasst.

Medium	Tabellenkalkulation	Dynamische Geometriesoftware	Taschenrechner	Recherche	Sonstige	Gesamt
Anzahl	79	63	50	19	9	220

In Tabelle 2 sind die Verweise auf digitale Medien nach der Art des digitalen Mediums aufgeschlüsselt. Es wird ersichtlich, dass vor allem Tabellenkalkulation, Dynamische Geometriesoftware und der Taschenrechner im Vordergrund stehen. Aufgaben mit einer Internetrecherche, die Verwendungen eines Funktionenplotters oder Computer-Algebra-Systeme sind eher weniger stark vertreten. In der Tabelle wurden Elemente, welche mehrere digitale Medien enthalten für jedes digitale Medium gezählt. Die Gesamtzahl liegt daher leicht oberhalb der obigen.

Methodik

Vor dem Hintergrund des gewählten Forschungsvorhabens erscheint eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) eine geeignete Methode zu sein. Das ausgewählte Material wurde bereits im Rahmen der Vorstudie ausgewählt. Das Kategoriensystem wurde deduktiv aus den Definitionen der prozessbezogenen Kompetenzen der KMK entwickelt. Die Kompetenz „mit Medien mathematisch arbeiten“ wurde nicht betrachtet, da alle ausgewählten Aufgaben dieser Kategorie hätten zugeordnet werden können. Ansonsten wurden die Definitionen der KMK als Kategorien übernommen, ebenso wie die jeweiligen Definitionen für die drei Anforderungsbereiche. Für jedes der Strukturelemente mit digitalen Medien wurde eine Zuordnung zu einer oder mehreren Kompetenzen und Anforderungsbereiche vorgenommen. Eine Zuordnung erfolgte

nicht, wenn die Aufgabe zwar eine prozessbezogene Kompetenz anspricht, diese aber nicht mit dem Einsatz des digitalen Mediums in Verbindung steht, die Aktivität also zum Beispiel in einer Teilaufgabe ohne Bezug zum Medium erfolgt. Zusätzlich wurde für alle Strukturelemente erhoben, welches digitale Medium jeweils verwendet wurde. Wurden hierbei für ein Strukturelement mehrere digitale Medien angesprochen, so wurde es für jedes der Medien gezählt.

Ergebnisse

Im Folgenden stellen wir ausgewählte Zusammenhänge der untersuchten Daten vor. Es handelt sich hierbei um eine rein deskriptive Darstellung der Ergebnisse – mit der Erörterung möglicher Gründe für die Verteilung der Daten wird sich bewusst zurückgehalten, da dies meist nur mit einem hohen Grad an Spekulation erfolgen könnte.

In Abbildung 1 sind die Anzahlen der Strukturelemente je untersuchtem Schulbuch aufgeschlüsselt nach den prozessbezogenen Kompetenzen K1 bis K6 zu sehen. Als Referenz ist zusätzlich die Gesamtanzahl an Strukturelementen mit digitalen Medien für die einzelnen Schulbücher angegeben. Diese Gesamtanzahl, welche sich auch bereits in der rechten Spalte von Tabelle 1 aus der Vorstudie wiederfindet, unterscheidet sich stark in den einzelnen Schulbuchreihen. Entsprechend sind auch die absoluten Anzahlen an den von Strukturelementen ange-

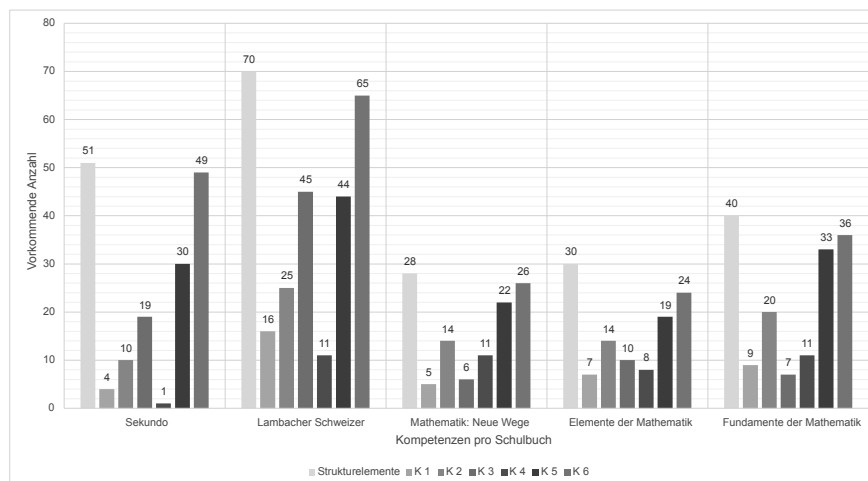


Abbildung 1. Anzahlen der Strukturelemente pro Schulbuch und Kompetenz

sprochenen prozessbezogenen Kompetenzen unterschiedlich. Betrachtet man nun die einzelnen Kompetenzen, so fällt auf, dass die Kompetenz K6 „Mit mathematischen Objekten umgehen“ in fast jedem der Strukturelemente angesprochen wird. Dies liegt daran, dass in der Definition der Kompetenz von einem „Umgehen mit mathematischen Objekten wie Zahlen, Größen, Symbolen, Variablen, Termen, Formeln, Gleichungen und Funktionen sowie in der Geometrie Strecken, Winkeln und Kreisen mit und ohne Hilfsmittel“ (KMK, 2022, S. 13) gesprochen wird. Zu diesen Hilfsmitteln zählen auch digitale Mathematikwerkzeuge wie die in dieser Studie untersuchten digitalen Medien. Die Kompetenz K5 „Mathematisch darstellen“ wird ebenfalls in vielen Strukturelementen durch den Medieneinsatz angesprochen. Die Spanne reicht bei den einzelnen Schulbüchern von 59 % der Strukturelemente bei Sekundo bis zu 82 % in den Fundamenten. Die Bedeutung der übrigen Kompetenzen schwankt zum Teil stark in den einzelnen Schulbüchern. Während Kompetenz K3 „Probleme mathematisch lösen“ im Lambacher Schweizer bei 64 % der Strukturelemente auftritt und damit eine bedeutende Kompetenz zu sein scheint, ist sie in den anderen Schulbüchern mit 18 % bis 37 % deutlich geringer vertreten. Kompetenz K1 „Mathematisch argumentieren“ spielt in vier der Schulbücher mit 18 % bis 23 % eine etwa gleich wichtige Rolle, während sie im Schulbuch Sekundo nur bei 8 % der untersuchten Elemente und damit deutlich weniger häufig auftritt. Die Kompetenzen K2 „Mathematisch kommunizieren“ und K4 „Mathematisch modellieren“ treten in den Neuen Wegen, den Elementen und den Fundamenten mit 47 % bis 50 % bzw. 27 % bis 39 % deutlich häufiger auf als in den Schulbüchern Sekundo und Lambacher Schweizer mit 20 % und 36 % bzw. 2 % und 16 %.

Die Daten zu den Häufigkeiten der einzelnen prozessbezogenen Kompetenzen wurden auch aufgeschlüsselt nach den mathematischen Teilgebieten Algebra, Stochastik und Geometrie erhoben (siehe Abbildung 2). Die Grundgesamtheit der Strukturelemente mit digitalen Medien ist in allen Gebieten mit 69 sowie zweimal 75 Elementen vergleichbar groß. Die Kompetenz K6 „Mit mathematischen Objekten umgehen“ tritt in allen Gebieten am häufigsten auf mit Anteilen zwischen 84 % und 96 %. Ebenfalls häufig tritt die Kompetenz K5 „Mathematisch darstellen“ auf. K5 lässt sich allerdings im Bereich der Geometrie mit 91 % der Strukturelemente deutlich häufiger identifizieren als in der Algebra und der Stochastik mit 57 % und 56 %. Dies könnte daran liegen, dass dem Darstellen in der durch Anschaulichkeit charakterisierten Geometrie eine höhere Bedeutung zukommt. Kompetenz K3 „Probleme mathematisch lösen“ ist mit 41 % und

48 % in Algebra und Stochastik bedeutender als in der Geometrie mit einem Anteil von 29 % der Strukturelemente. Kompetenz K2 „Mathematisch kommunizieren“ tritt hingegen in der Stochastik und der Geometrie mit 43 % und 46 % häufiger auf als in der Algebra mit nur 25 %. Die Kompetenzen K1 „Mathematisch argumentieren“ und K4 „Mathematisch modellieren“ treten mit 13 % bis 23 % sowie 14 % bis 25 % ähnlich selten in den Strukturelementen der drei mathematischen Teilgebiete auf.

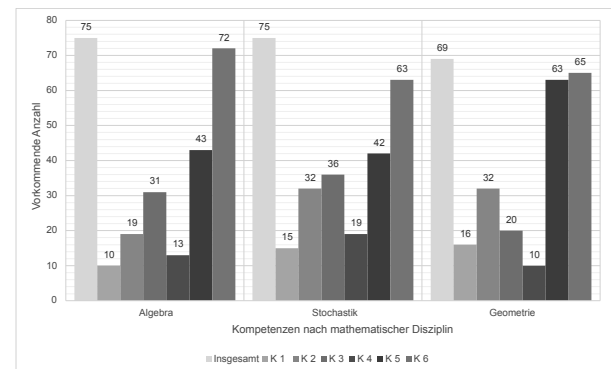


Abbildung 2. Anzahlen der Strukturelemente mit digitalen Medien nach mathematischen Disziplinen. Es wird jeweils nach den einzelnen Kompetenzen differenziert.

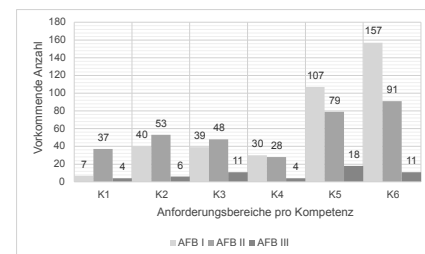


Abbildung 3. Anzahlen der Strukturelemente mit digitalen Medien differenziert nach Anforderungsbereichen und Kompetenzen

Neben den Verteilungen der Kompetenzen auf die Schulbücher und die mathematischen Teilgebiete wurde auch erhoben, in welchem Anforderungsbereich (I: Reproduktion, II: Zusammenhänge herstellen, III: Verallgemeinern und Reflektieren) die einzelnen Kompetenzen adressiert werden (siehe Abbildung 3). Bei den Kompetenzen K5 „Mathematisch darstellen“ und K6 „Mit mathematischen Objekten umgehen“, welche insgesamt am häufigsten durch Strukturelemente mit digitalen Medien angesprochen werden, fällt auf, dass der Anforderungsbereich I (108 und 158) häufiger auftritt als Anforderungsbereich II (80 und 92). Anforderungsbereich III wird hier in nur 18 und 11 Strukturelementen noch einmal deutlich seltener angesprochen. In den Kompetenzen K1 bis K3 (Mathe-

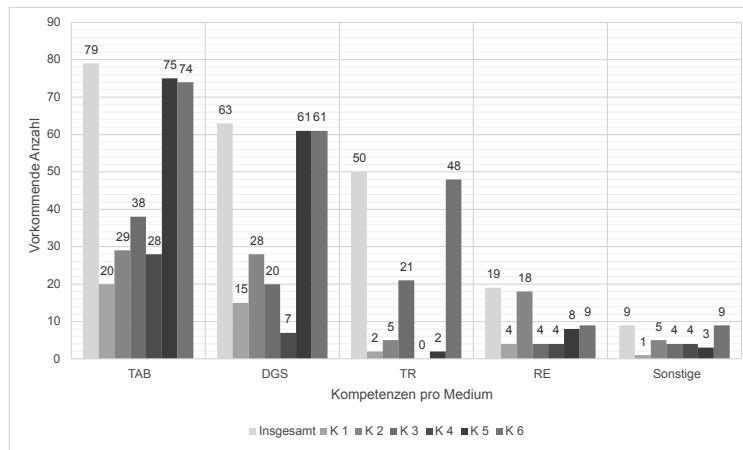


Abbildung 4. Anzahlen der Strukturelemente pro digitalem Medium differenziert nach Kompetenzen

matisch argumentieren, Mathematisch kommunizieren & Probleme mathematisch lösen) verhält es sich bei der Verteilung etwas anders. Hier wird der Anforderungsbereich II häufiger adressiert als der Anforderungsbereich I. Dieser Effekt ist am stärksten beim Kompetenzbereich des mathematischen Argumentierens zu beobachten, der nur siebenmal in Anforderungsbereich I, aber 37-mal in Anforderungsbereich II angesprochen wird. Diese Kompetenzen treten somit häufig bereits auf einem erhöhten Niveau auf, bei dem das Herstellen von Zusammenhängen gefragt ist und selten auf der Ebene der Reproduktion. Anforderungsbereich III wird bei K1 bis K3 nur in Einzelfällen adressiert (4, 6 und 11). In Kompetenz K4 „Mathematisch modellieren“ sind die Anforderungsbereiche I und II in etwa gleich oft vertreten (30 und 29), Anforderungsbereich III aber ebenfalls nur vereinzelt (4).

Die Anforderungsbereiche I und II werden durch die Strukturelemente mit digitalen Medien somit deutlich stärker angesprochen als der Anforderungsbereich III. Es sei an dieser Stelle aber angemerkt, dass eine ähnliche Verteilung der Anforderungsbereiche vermutlich auch in Strukturelementen ohne Bezug zu digitalen Medien auftritt.

Als letzter Zusammenhang sollen an dieser Stelle noch die Häufigkeiten der Kompetenzen aufgeschlüsselt nach den jeweils in den Strukturelementen vorkommenden digitalen Medien betrachtet werden (siehe Abbildung 4). Es lässt sich erkennen, dass die Kompetenz K6 „Mit mathematischen Objekten umgehen“, bei den wichtigsten Medien Tabellenkalkulation (TAB), Dynamische Geometriesoftware (DGS) und Taschenrechner (TR) mit einem sehr hohen Anteil zwischen 94 % und 97 % vertreten ist – lediglich bei der Internetrecherche (RE) ist der Anteil mit 47 % geringer. Der Unterschied könnte daran liegen, dass TAB, DGS und TR mathematikspezifische Werkzeuge sind, während die Internetrecherche ein allgemeines und fachunabhängiges

Medium darstellt. Die Kompetenz K5 „Mathematisch darstellen“ findet mit Anteilen von 95 % und 97 % verstärkt bei den digitalen Medien Tabellenkalkulation und Dynamische Geometriesoftware statt und wird beim Taschenrechner und der Internetrecherche mit 4 % und 42 % weniger häufig adressiert. Der besonders geringe Anteil beim Taschenrechner könnte darauf zurückzuführen sein, dass der in der Sekundarstufe I übliche wissenschaftliche Taschenrechner keine Grafikfunktion aufweist und daher nicht für grafische Darstellungen genutzt werden kann.

Die Kompetenz K4 „Mathematisch Modellieren“ tritt bei 35 % der Strukturelemente mit Tabellenkalkulation auf, bei 21 % der Internetrecherche-Strukturelemente, bei nur noch 11 % der Strukturelemente mit Dynamischer Geometriesoftware und schließlich bei keinen der Strukturelemente, welche auf einen Taschenrechner verweisen. Dies ist durchaus verwunderlich, da Taschenrechner ein sinnvolles digitales Hilfsmittel in Modellierungsaufgaben darstellen können, auf diese aber offenbar nicht explizit verwiesen wird. Die Kompetenz K3 „Probleme mathematisch lösen“ tritt ebenfalls mit einem hohen Anteil in den Strukturelementen mit Tabellenkalkulation (48 %) und Taschenrechnern (42 %) auf, gefolgt von Strukturelementen mit Dynamischer Geometriesoftware (32 %) und Internetrecherche (21 %).

Die Kompetenz K2 „Mathematisch kommunizieren“ ist wiederum bei 95 % der Internetrecherche-Strukturelemente zu finden, in 45 % und 37 % der Strukturelemente mit Dynamischer Geometriesoftware und Tabellenkalkulation sowie nur in 10 % der Strukturelemente mit Taschenrechner. Die Kompetenz K1 „Mathematisch argumentieren“ tritt bei Tabellenkalkulation, Dynamischer Geometriesoftware und Internetrecherche mit Anteilen zwischen 21 % und 25 % ähnlich häufig auf, allerdings nur mit einem Anteil von 4 % bei Aufgaben mit einem

Taschenrechner. Der Taschenrechner tritt somit im Schulbuch selten als ein Medium auf, welches die Grundlage für Kommunikations- und Argumentationsprozesse bildet.

Fazit

In diesem Beitrag wurde untersucht, welche prozessbezogenen Kompetenzen durch digitale Medien in Mathematikschulbüchern der siebten Jahrgangsstufe adressiert werden. Hierbei handelt es sich um eine relevante Fragestellung, da die Förderung von prozessbezogenen Kompetenzen ein wesentliches in den Curricula verankertes Ziel des Mathematikunterrichts darstellt und daher auch von einem sinnvollen Einsatz digitaler Medien angesprochen werden sollte. Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wurden quantitative empirische Daten aus einer Vorstudie zu Strukturelementen und Verweisen auf digitale Medien in fünf Schulbüchern der 7. Jahrgangsstufe herangezogen und um Daten zum Auftreten der prozessbezogenen Kompetenzen aus den Bildungsstandards ergänzt. Auf dieser Basis konnten statistische Aussagen zu den einzelnen Kompetenzen in den Strukturelementen mit Bezug zu digitalen Medien getroffen werden.

Zusammenfassend fällt auf, dass die Kompetenzen K5 „Mathematisch darstellen“ und K6 „Mit mathematischen Objekten umgehen“ in den Strukturelementen mit digitalen Medien deutlich häufiger auftreten als die anderen prozessbezogenen Kompetenzen. In den verschiedenen Schulbüchern, den mathematischen Teilgebieten sowie bezogen auf die auftretenden digitalen Medien lassen sich unterschiedliche Verteilungen der prozessbezogenen Kompetenzen ausmachen, welche in der obigen Ergebnisdarstellung ausführlich beschrieben wurden. Bei der Betrachtung der Anforderungsbereiche wird deutlich, dass Niveau I und II deutlich häufiger adressiert werden als Niveau III. Zudem liegt der Fokus je nach Kompetenz eher auf Kompetenzbereich I oder II.

Inwieweit sich die Auftretenshäufigkeiten der Kompetenzen in den Strukturelementen mit digita-

len Medien von den Strukturelementen ohne Bezug auf digitale Medien unterscheiden, lässt sich auf der Grundlage der vorliegenden Daten nicht beschreiben. Hierfür wäre eine umfassende Analyse der Strukturelemente ohne digitale Medien notwendig gewesen, welche nicht vorgenommen wurde, da das Forschungsinteresse in dem hier dargestellten Vorhaben nicht auf einen Vergleich abzielt. Die Ergebnisse der dargestellten empirischen Studie werden zurzeit durch die Autoren auf andere Jahrgangsstufen erweitert, um ein möglichst umfassendes Bild von dem Zusammenhang zwischen dem bedeutenden analogen Medium Schulbuch und dem Einsatz digitaler Medien zu bekommen. Dabei werden neben prozessbezogenen Kompetenzen auch weitere Parameter in den Blick genommen.

Literatur

- Rezat, S. (2009). *Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers. Eine Studie zur Schulbuchnutzung in den Sekundarstufen*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Herrmann, M. & Dilling, F. (erscheint). Ist die Nutzung digitaler Medien themenspezifisch? – Ergebnisse einer Schulbuchuntersuchung. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2022*. Münster: WTM.
- KMK (2004). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 4. 12. 2003. München: Wolters Kluwer.
- KMK (2022). Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA). Berlin, Bonn: KMK.
- Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H., & Houang, R. T. (2002). *According to the Book – Using TIMSS to Investigate the Translation of Policy into Practice through the World of Textbooks*. Dordrecht: Kluwer.

Frederik Dilling, Universität Siegen
E-Mail: frederik.dilling@uni-siegen.de

Marc Herrmann, Universität Siegen
E-Mail: marc.herrmann@student.uni-siegen.de

David Timm, Universität Siegen
E-Mail: david.timm@student.uni-siegen.de