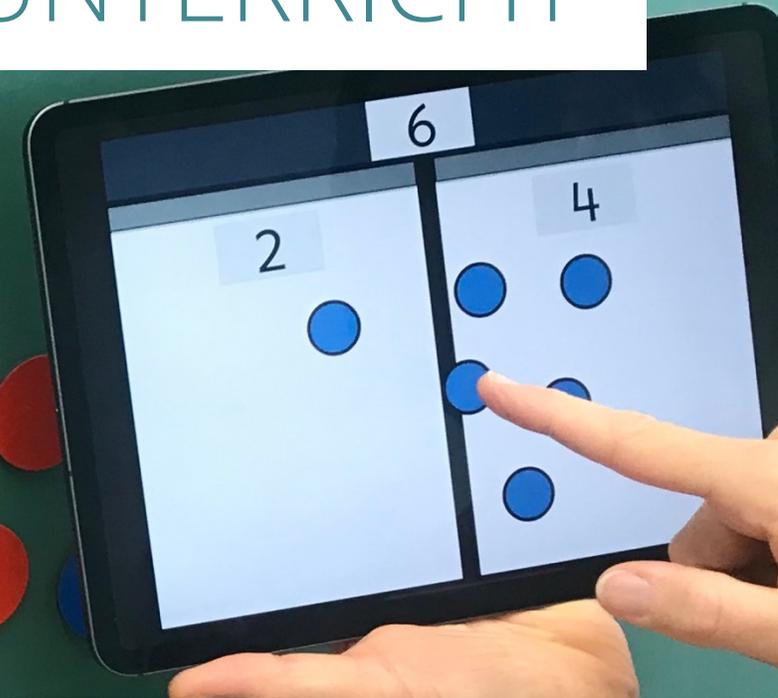




immer 6

DIGITALE MEDIEN IM MATHEMATIKUNTERRICHT

DER GRUNDSCHULE





Diese Folie gehört zum Material und darf nicht entfernt werden.



- Dieses Material wurde vom PIKAS-Team für das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM) konzipiert und kann unter der [Creative Commons Lizenz BY-SA: Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International](#) weiterverwendet werden.
- Das bedeutet: Alle Folien und Materialien können für Zwecke der Aus- und Fortbildung unter der Bedingung heruntergeladen, verändert und genutzt werden, dass alle Quellenangaben erhalten bleiben, PIKAS als Urheber genannt und das neu entstandene Material unter den gleichen Bedingungen weitergegeben wird.
- Von der Weitergabe ausgenommen sind Fotos, die erkennbar reale Personen zeigen.
- Bildnachweise und Zitatquellen finden sich auf den jeweiligen Folien bzw. in den Zusatzmaterialien.
- Weitere Hinweise und Informationen zu PIKAS finden Sie unter <http://pikas.dzlm.de>.



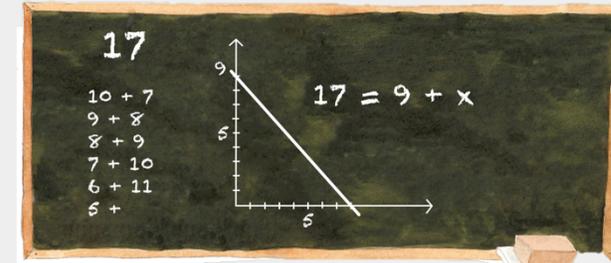
Mathematiklernen mit Medien

Kind



PIKAS digi. Lizenz: CC BY-SA 4.0

Mathematik



PIKAS digi. Lizenz: CC BY-SA 4.0

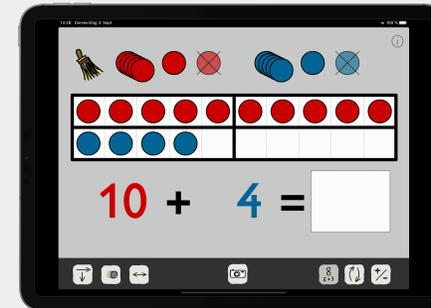
Medien als Mittler

physisch



PIKAS digi. Lizenz: CC BY-SA 4.0

digital



Screenshot App „Virtuelles Zwanzigerfeld“ © Christian Urff



Sensibilisierung für einen sinnvollen Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht der Grundschule auf der Grundlage einer kritisch-optimistischen, fachdidaktischen Bewertung von Software

Dafür ist es notwendig, ...

- eine starre Orientierung an der Technologie zu vermeiden.
- konsequent vom Fach Mathematik aus zu denken.
- fachdidaktische Potentiale digitaler Medien zu kennen.
- Unterschiede zu analogen/physischen Medien festzustellen.



AUFBAU DES FORTBILDUNGSMODULS

1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische
Potentiale digitaler Medien

4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung und Ausblick



AUFBAU DES FORTBILDUNGSMODULS

1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

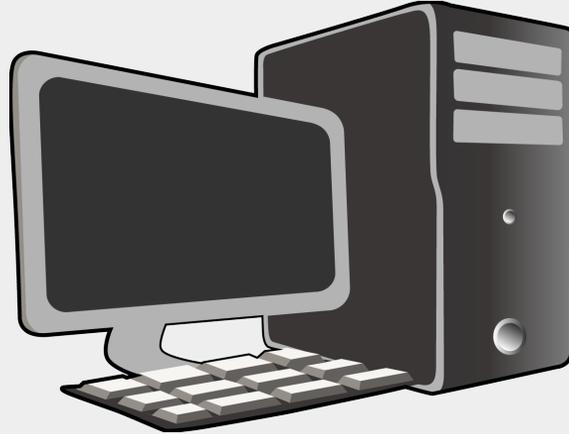
3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische
Potentiale digitaler Medien

4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung und Ausblick



1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)



Was sind eigentlich digitale Medien?



„technische Geräte zur Darstellung von
digitalen Inhalten“

(Rauh, 2012, S. 39)





1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

Einige Überzeugungen zum ‚digitalen Lernen‘

Digitale Medien
motivieren, Fächer zu
lernen, die Kinder sonst
nicht gerne lernen.

... und viele
mehr

Digitale Medien eignen
sich hervorragend für
individualisiertes
Lernen

Digitale Medien ermöglichen
es, unabhängig von Raum und
Zeit zu lernen.

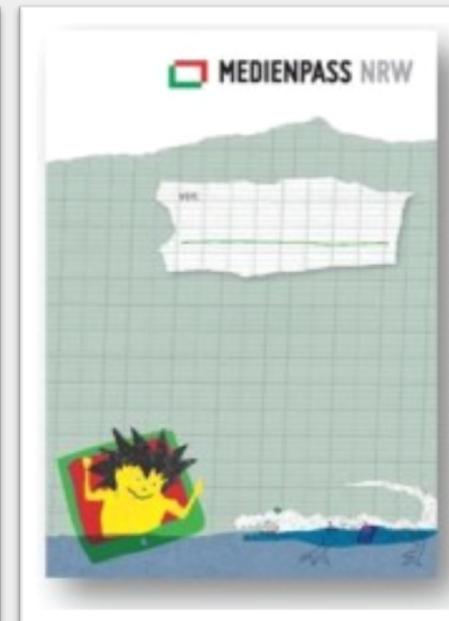
Warum sollten wir uns mit Einsatzmöglichkeiten
digitaler Medien im MU (stärker) befassen?



1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

Warum sollten wir uns mit Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien im MU (stärker) befassen?

- Verbindliche Kompetenzerwartungen zum Lernen mit digitalen Medien – auch im Fachunterricht (KMK, 2016; Medienpass NRW, 2017)





Warum sollten wir uns mit Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien im MU (stärker) befassen?

- Verbindliche Kompetenzerwartungen zum Lernen mit digitalen Medien – auch im Fachunterricht (KMK, 2016; Medienpass NRW, 2017)
- Umfangreiche Fördergelder (5 Milliarden € in den kommenden 5 Jahren) (BMBF, 2016)

Wir brauchen „eine „Digitale Bildungsoffensive“: Für Schüler, Auszubildende, Studenten und Lehrkräfte gleichermaßen“

Wir wollen Potenziale des digitalen Wandels für Bildung und Forschung [...] nutzen.

Digital first, Bedenken second.

Tablets, Räume und Labore.
Update für Münsters Schulen.





Warum sollten wir uns mit Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien im MU (stärker) befassen?

- Verbindliche Kompetenzerwartungen zum Lernen mit digitalen Medien – auch im Fachunterricht (KMK, 2016; Medienpass NRW, 2017)
- Umfangreiche Fördergelder (5 Milliarden € in den kommenden 5 Jahren) (BMBF, 2016)
- Verpflichtende Verwendung digitaler Medien im Referendariat in NRW (OVP NRW, § 11(3), 2016)

Bildungspolitische Vorgaben schreiben den Einsatz vor.

→ Sinnvolle Einsatzszenarien für den MU sind nötig



AUFBAU DES FORTBILDUNGSMODULS

1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische
Potentiale digitaler Medien

4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung und Ausblick



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

Beantworten Sie die Frage zunächst für sich selbst:

Halten Sie digitale Medien für eher sinnvoll oder eher weniger sinnvoll für den MU?

Wo ordnen Sie sich ein? Stellen Sie sich im Raum entsprechend auf!

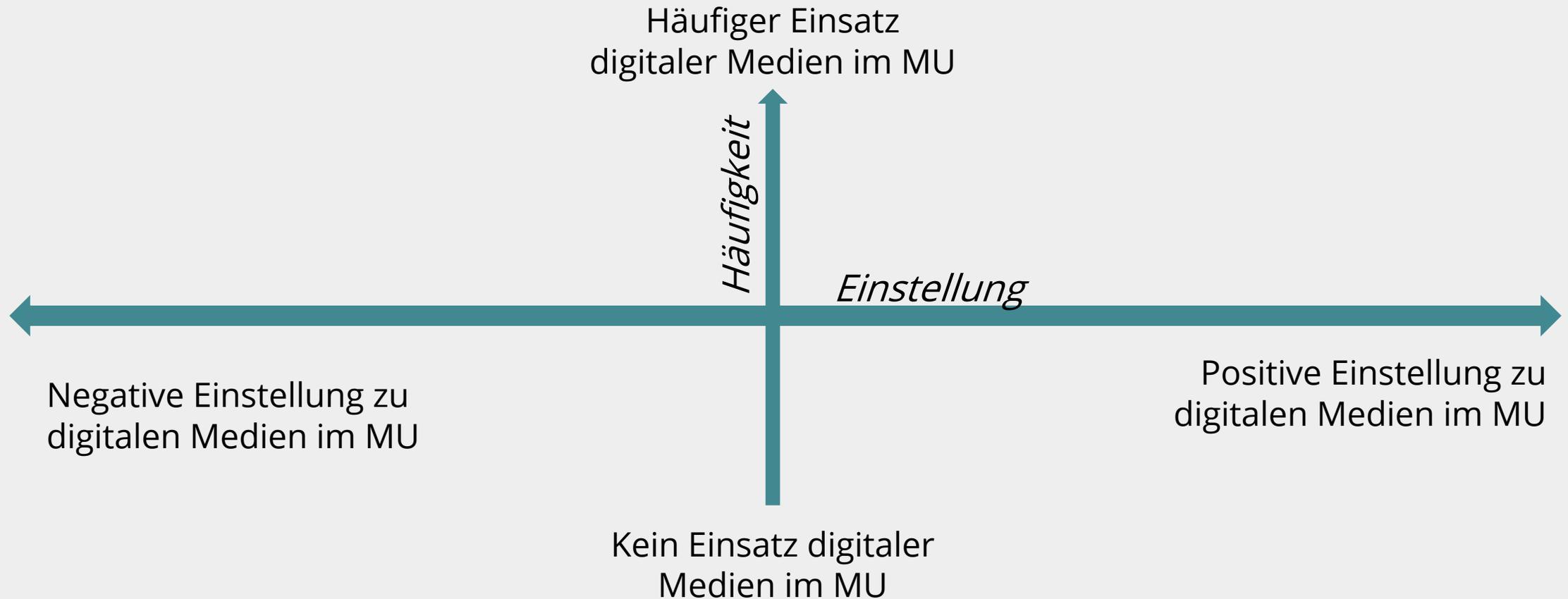


Warum halten Sie den Einsatz digitaler Medien für eher sinnvoll oder eher weniger sinnvoll für den MU?



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

Wie häufig nutzen Sie digitale Medien im MU? Ordnen Sie sich
entsprechend ein!





MURMELPHASE

Finden Sie Personen, die sich ähnlich wie Sie positioniert haben. Tauschen Sie sich aus: Welche Positionen vertreten Sie? Wie häufig nutzen Sie digitale Medien? Warum?

PLENUMSGESPRÄCH

Schildern Sie die wesentlichen Aspekte Ihrer Positionierung im Plenum!



Positionen „vom ungebremsten Medienenthusiasmus bis zum apokalyptischen Schwarzsehen“ (Barzel, Hußmann & Leuders, 2005, S. 20)

Verblödung durch
digitale Medien

Drohende Sprach- und
Lernstörungen

Nie wieder
Rechenschwäche

Nie wieder schlechte
Noten

Bessere Noten in 15
Minuten

Die Software mit
Versetzungsgarantie

Ressentiments

Euphorien



Ein (leider) sehr weit verbreiteter Softwaretyp



PIKAS digi. Lizenz: CC BY-SA 4.0

bunt ‚eingepackte‘ Mathematik

isolierte Aufgaben

Es zählt nur „richtig“ oder „falsch“

- Suchbegriff „Mathe Grundschule“ führt im AppStore zu einer Reihe solcher ‚drill & practice‘-Software
- 74% der Apps (n=360) sind drill & practice-Software (Goodwin & Highfield, 2013, S. 210f.)

‚Drill & Practice‘-Software ist keineswegs für den Aufbau
mathematischen Verständnisses geeignet!



AWARE-Strategie

A nforderungen definieren

W arten können

A rgumente fordern

R essentiments vermeiden

E uphorien verhindern

(Krauthausen, 1991)

Welche Position sollte man einnehmen?



Empfehlungen aus der Fachdidaktik:

Verblödung durch
digitale Medien

Drohende Sprach- und
Lernstörungen

Bessere Noten in 15
Minuten

Die Software mit
Versetzungsgarantie

Ressentiments

Kritischer Optimismus

Euphorien

„Kritisch, weil es nach wie vor [...] Probleme gibt. Optimistisch aufgrund der Zuversicht, dass sich Grundschule und Fachdidaktik nicht in die normative Kraft des Faktischen ergeben müssen, sondern gestalten können.“ (Krauthausen, 2012)



Warum sollten wir uns mit Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien im MU (stärker) befassen?

- Verbindliche Kompetenzerwartungen zum Lernen mit digitalen Medien – auch im Fachunterricht (KMK, 2016)
- Umfangreiche Fördergelder (5 Milliarden € in den kommenden 5 Jahren) (BMBF, 2016)
- Verpflichtende Verwendung digitaler Medien im Referendariat in NRW (OVP NRW, § 11(3), 2016)

Vorgaben ‚von außen‘!

Welche (fach)didaktischen Gründe sprechen für den Einsatz?



AKTIVITÄT

1. Welche fachdidaktischen Kriterien sprechen für den Einsatz digitaler Medien in Ihrem Mathematikunterricht?
2. Welche (inhalts- und prozessbezogenen) Kompetenzen glaube Sie, gut mit digitalen Medien aufbauen zu können? Begründen Sie.



AUFBAU DES FORTBILDUNGSMODULS

1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische
Potentiale digitaler Medien

4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung und Ausblick



Digitale Medien sollen nur dann eingesetzt werden, wenn ein „didaktischer Mehrwert“ (Dörr & Strittmatter, 2002) gegenüber physischen Medien vorliegen.

Eine fragwürdige These, weil ‚didaktischer Mehrwert‘...

- eine globale Überlegenheit bestimmter Medien suggeriert.
- begrifflich einem ‚didaktischen Minderwert‘ gegenübersteht.
 - Destruktives Konkurrenzdenken wird angeregt

„Man sollte sich von dem Anspruch frei machen, einen Computer nur dann einzusetzen, wenn er ein **besseres** Werkzeug darstellt als alle anderen“
(Selter, 2003, S. 143).

**PIKAS spricht von ‚Potentialen‘ statt
von einem ‚didaktischen Mehrwert‘ digitaler Medien!**



Unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

- Material nutzen (Anzahl nahezu unbegrenzt, leichte Organisation, ...)
- Inhalte & Ergebnisse veranschaulichen (schnelle und langfristige Verfügbarkeit, wiederholtes Abspielen, Sprachanpassung ,...)
- Lernprozesse dokumentieren (komfortable Sicherung von Daten, ...)

(in Anlehnung an Irion & Kammerl 2018; Krauthausen 2012; Ladel, 2018)

Vielversprechende Potentiale, aber:
Dies sind keine fachspezifischen Argumente für den Einsatz digitaler Medien
im Mathematikunterricht!

Was sind mathematikdidaktische Potentiale?



Fachdidaktische Potentiale digitaler Medien:

- Darstellungen vernetzen
- Darstellungen strukturieren
- Mentale Operationen virtuell darstellen
- Denk- und Arbeitsprozesse umlagern
- Informativ fachspezifisch zurückmelden

(in Anlehnung an Walter, 2018; Schulz & Walter, 2018)



Darstellungen vernetzen

Der flexible Wechsel zwischen Darstellungsformen (handelnd, bildlich, symbolisch) ist grundlegend für den Aufbau eines tragfähigen Zahl- bzw. Operationsverständnisses und für viele andere mathematische Inhalte (Ladel, 2009).



Darstellungen vernetzen

Der flexible Wechsel zwischen Darstellungsformen (handelnd, bildlich, symbolisch) ist grundlegend für den Aufbau eines tragfähigen Zahl- bzw. Operationsverständnisses und für viele andere mathematische Inhalte (Ladel, 2009).

- Zusammenhänge zwischen Darstellungsformen lassen sich verdeutlichen.
- Verschiedene Darstellungsformen (zu einem Objekt) können gleichzeitig angezeigt werden.
- Veränderungen einer Darstellung wirken sich automatisch auf andere Darstellungen aus (Schmidt-Thieme & Weigand, 2015).





Darstellungen strukturieren

Strukturen in der Mathematik helfen Inhalte zu durchdringen und bieten gleichzeitig vielfältige Erkundungsprozesse (Mathematik als Wissenschaft der Muster und Strukturen (Delvin, 1998)).



Darstellungen strukturieren

Strukturen in der Mathematik helfen Inhalte zu durchdringen und bieten gleichzeitig vielfältige Erkundungsprozesse (Mathematik als Wissenschaft der Muster und Strukturen (Delvin, 1998)).

- Virtuelle Repräsentanten (wie Plättchen oder Würfelmaterial) können *auf Anfrage des Nutzers* oder *automatisch* durch eine Software strukturiert werden (Walter, 2018).
- Lernende können dadurch beim strukturierten Darstellen und Erfassen von Mengen unterstützt werden.





Mentale Operationen virtuell darstellen

Für den Aufbau von tragfähigen Vorstellungsbildern ist sowohl das konkrete als auch gedankliche Durchführen und Nachvollziehen (aktiver) Handlungen an geeignetem didaktischen Material sinnvoll.



Mentale Operationen virtuell darstellen

Für den Aufbau von tragfähigen Vorstellungsbildern ist sowohl das konkrete als auch gedankliche Durchführen und Nachvollziehen (aktiver) Handlungen an geeignetem didaktischen Material sinnvoll.

- Durch ein digitales Medium können Materialhandlungen häufig besonders nah zur gewünschten mentalen Operation dargestellt werden.
- „Such actions are more in line with the mental actions that we want students to carry out.“ (Sarama & Clements, 2006, S. 113)





Denk- und Arbeitsprozesse umlagern

Cognitive Load Theory: Das menschliche Arbeitsgedächtnis ist nur begrenzt leistungsfähig (Chandler & Sweller, 1991; Sweller, 2005).



Denk- und Arbeitsprozesse umlagern

Cognitive Load Theory: Das menschliche Arbeitsgedächtnis ist nur begrenzt leistungsfähig (Chandler & Sweller, 1991; Sweller, 2005).

- Überlastung des Arbeitsgedächtnisses (Baddeley, 1992; Miller, 1994) kann verhindert werden.
- Zweitrangige Denk- und Arbeitsprozesse werden übernommen.
- Mathematisch reichhaltige Aktivitäten (wie bspw. dem Entdecken, Beschreiben und Begründen mathematischer Strukturen) können in den Fokus treten (Krauthausen & Lorenz, 2011).





Informativ fachspezifisch zurückmelden

Informative Rückmeldungen zu den individuellen Lernständen unterstützen den Lernprozess der Lernenden positiv.



Informativ fachspezifisch zurückmelden

Informative Rückmeldungen zu den individuellen Lernständen unterstützen den Lernprozess der Lernenden positiv.

- Unmittelbare Rückmeldungen nach der Aufgabenbearbeitung sind möglich.
- Die fachlich informative Rückmeldung geht über ein einfaches „falsch“ oder „richtig“ hinaus.
- Eigene Lernwege können so überdacht und umstrukturiert werden (Urff, 2010; Urff, 2014).





AUFBAU DES FORTBILDUNGSMODULS

1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische
Potentiale digitaler Medien

4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung und Ausblick



AKTIVITÄT

Mit der Perspektive auf ein verpflichtendes Medienkonzept an Ihrer Schule:

1. Inwiefern sind fachbezogene Aspekte im Medienkonzept verankert?
2. Welche digitalen Medien verwenden Sie derzeit in Ihrem Mathematikunterricht? Für welche Zwecke setzen Sie sie ein?
3. Was ist Ihre Wunschvorstellung für einen guten Mathematikunterricht mit digitalen Medien?



4.1 Apps für den Mathematikunterricht

4.1.1 Apps als Arbeitsmittel

4.1.2 Apps als Aufgabenformate

4.1.3 Apps zum Üben und Automatisieren

4.1.4 Apps zum Nachdenken und Knobeln

4.1.5 Weitere Apps

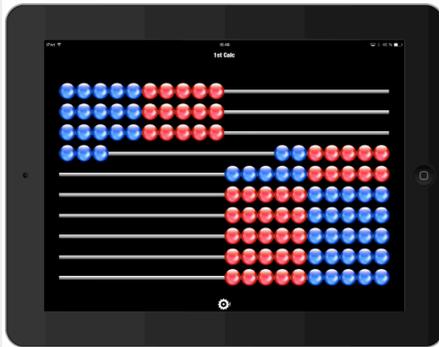
4.2 Internetrecherche

4.3 Ton, Bild und Video



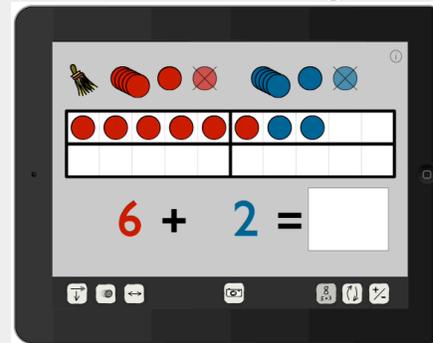
4.1.1 Apps als Arbeitsmittel

Virtueller Rechenrahmen



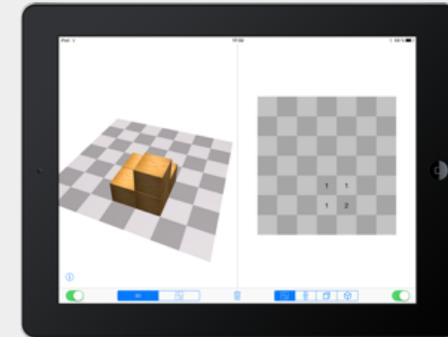
Screenshot App ‚Virtueller Rechenrahmen‘ ©
Medienwerkstatt Mühlacker Verlagsges.mbH

Virtuelles Zwanzigerfeld



Screenshot App ‚Zwanzigerfeld‘ © Christian Urff

Klötzchen (Würfelbauwerke)



Screenshot App ‚Klötzchen‘ © Heiko Etzold



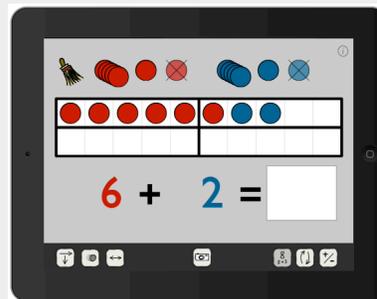
Diese virtuellen Arbeitsmittel brauchen unterrichtliche Rahmung!
Die Lehrkraft muss ‚gute‘ Aufgaben stellen!





AKTIVITÄT

1. Setzen Sie sich mit den Funktionsweisen der App auseinander.
2. Prüfen Sie, welche mathematikdidaktischen Potentiale in der App 'Virtuelles Zwanzigerfeld' einprogrammiert sind.



Screenshot App „Virtuelles Zwanzigerfeld“ © Christian Urff



Antippen – alle Plättchen werden entfernt



Antippen – 5 rote Plättchen werden hinzugefügt



Antippen – 1 rotes Plättchen wird hinzugefügt



Antippen – 1 rotes Plättchen wird entfernt



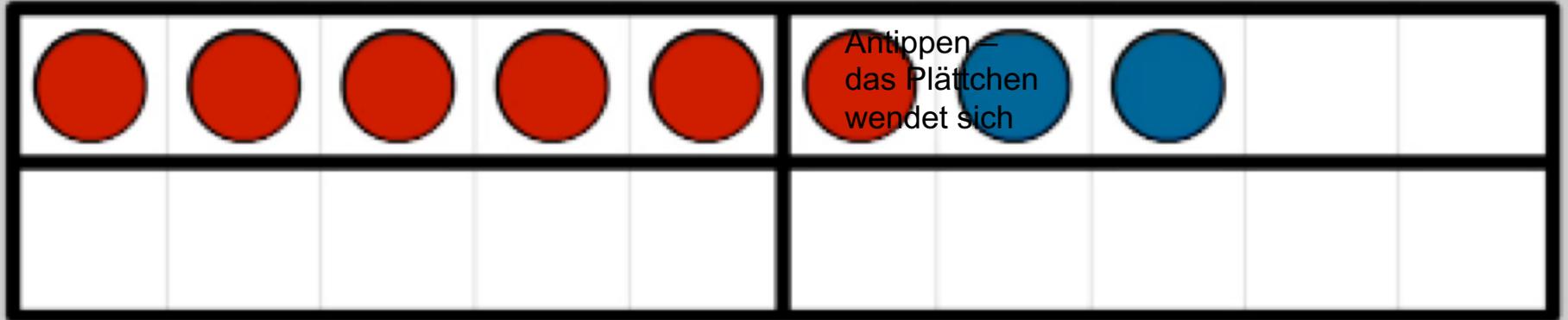
Antippen – 5 blaue Plättchen werden hinzugefügt



Antippen – 1 blaues Plättchen wird hinzugefügt



Antippen – 1 blaues Plättchen wird entfernt



$$6 + 2 =$$

Antippen eines Summanden – die Zahl kann um +1/-1 verändert werden

Das weiße Feld wird durch Berührung durchsichtig und zeigt die Summe. Es kann auch ganz beiseite geschoben werden.

Änderungsoptionen für die Darstellungen

Bildschirmfoto

Änderungsoptionen für die Aufgaben





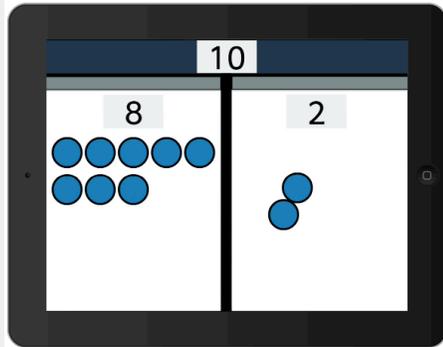
AKTIVITÄT

1. Setzen Sie sich mit den Funktionsweisen der App auseinander.
2. Prüfen Sie, welche mathematikdidaktischen Potentiale in der App 'Virtuelles Zwanzigerfeld' einprogrammiert sind.
3. Entwickeln Sie gute Aufgaben für den Einsatz der App. Begründen Sie, warum Ihre Aufgaben ‚gute‘ Aufgaben sind.
4. Wie würden Sie die Software im Klassenverband einsetzen? Wo sehen Sie Schwierigkeiten? Wo sehen Sie Chancen?



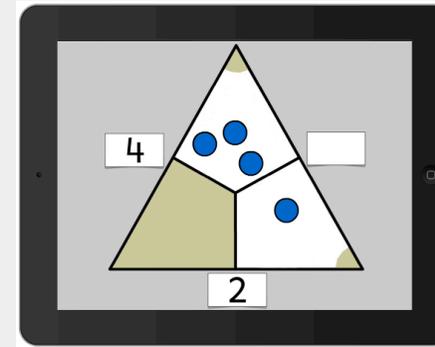
4.1.2 Apps als Aufgabenformate

Rechentablett



Screenshot App ‚Rechentablett‘ © Christian Urff

Rechendreieck



Screenshot App ‚Rechendreieck‘ © Christian Urff



Diese virtuellen Aufgabenformate brauchen unterrichtliche Rahmung!
Die Lehrkraft muss ‚gute‘ Aufgaben stellen!





4.1.3 Apps zum Üben und Automatisieren

Blitzrechnen



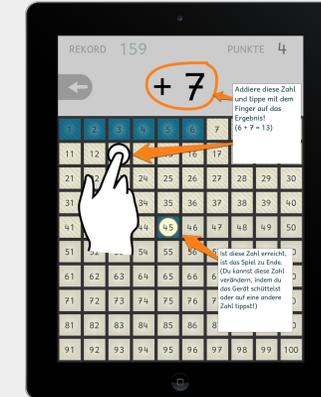
„Blitzrechnen“ © Ernst Klett Verlag GmbH, Stuttgart

Fingerzahlen



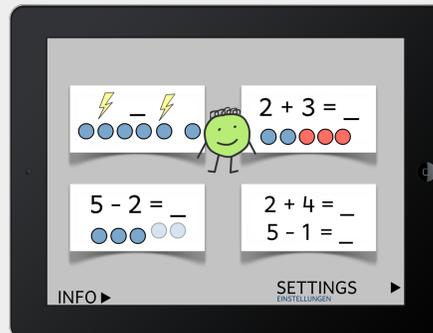
„Fingerzahlen“ © Christian Urff

Zahlenjagd



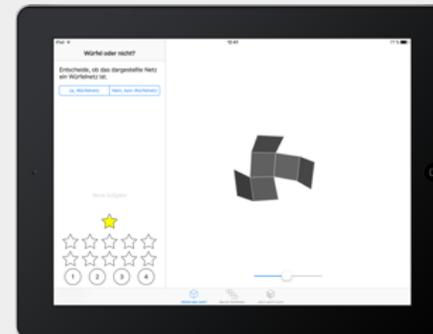
„Zahlenjagd“ © Christian Urff

Rechnen mit Wendi



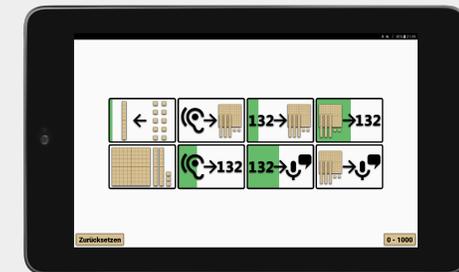
„Rechnen mit Wendi“ © Christian Urff

Klipp Klapp (Würfelnetze)



„Klipp Klapp“ © Heiko Etzold

Stellenwerte üben



„Stellenwerte üben“ © Axel Schulz, Daniel Walter



Nicht jede Übungssoftware ist zum Verständnisaufbau geeignet.





4.1.4 Apps zum Nachdenken und Knobeln



PIKAS digi. Lizenz: CC 4.0BY-SA



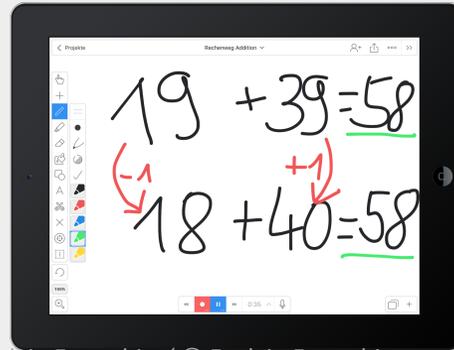
Eine sinnvolle unterrichtliche Integration dieser Apps ist unabdingbar, um die inhalts- als auch prozessbezogenen Kompetenzen hinreichend anzusprechen.





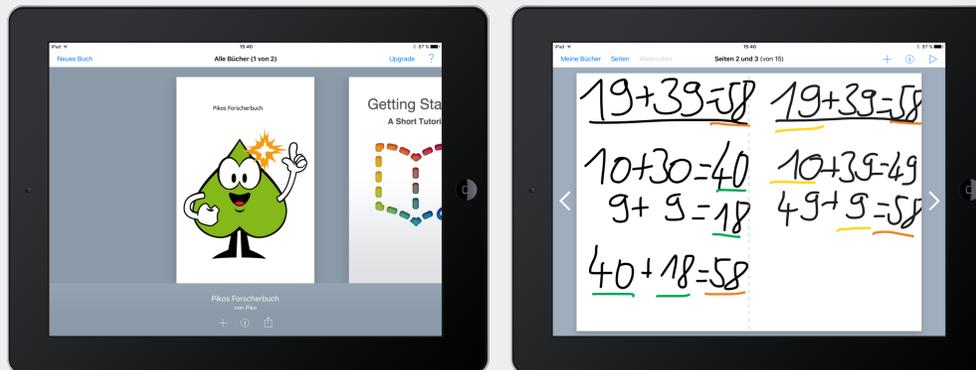
4.1.5 Weitere Apps

- Vorgehensweisen beschreiben und begründen (Explain Everything)



„Explain Everything“ © Explain Everything sp. z o.o.

- Vorgehensweisen digital dokumentieren mit dem Book Creator



„Book Creator“ © Red Jumper Limited



4.2 Internetrecherche

- Nutzung von Suchseiten für Kinder:
FragFinn
Blinde-Kuh
Helles-Koepfchen

Beispiel Mathematikunterricht:
Recherchieren zu offenen Sachaufgaben

Wie viele Noten werden in allen deutschen Schulen pro Jahr erteilt?

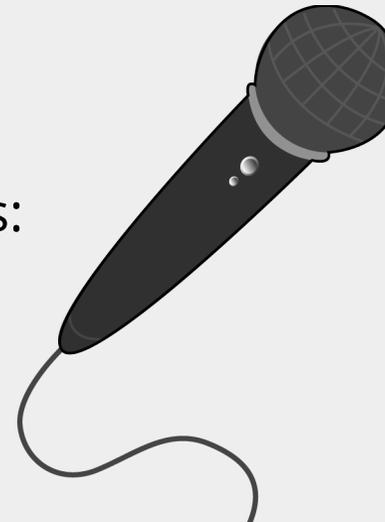
- Wichtig ist, den Kindern zunächst ein sicheres Suchen im Netz zu ermöglichen und bei der Orientierung zu helfen
- Heranführung an digital bereitgestellte Sammlungen von Texten und Bildern



4.3 Ton, Bild und Video

Beispiel 1: Audio-Podcasts in der Primarstufe (PriMaPodcasts)

- *Mündliches* Darstellen und Beschreiben mathematischer Begriffe
- Sechsschrittiger Ablauf im Erstellungsprozess:
- PriMaPodcasts eröffnen Chancen zum Lernen, zur Diagnose und zum Forschen



PIKAS digi. Lizenz: CC BY-SA 4.0



(Schreiber & Klose, 2017)

Eine umfangreiche Sammlung erstellter Podcasts und Drehbücher ist verfügbar unter: <http://www.inst.uni-giessen.de/idm/primapodcast>



4.3 Ton, Bild und Video

Beispiel 2: Entdeckerfilm / Stopp-Motion-Technik

- kurzer, auf der Stopp-Motion-Technik basierender Film
- mathematischer Inhalt wird mithilfe alltagsnaher Situationen dargestellt
- soll zum Erkunden, Beschreiben, Begründen und Weiterdenken anregen
(Römer & Nührenbörger, 2018)



In der U-Bahn

entwickelt und fotografiert im Rahmen einer Masterarbeit von
Tabea Scheidler und Franziska Müller (TU Dortmund)



AUFBAU DES FORTBILDUNGSMODULS

1. Ausgangslage zum Lernen mit digitalen Medien (im MU)

2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische
Potentiale digitaler Medien

4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Zusammenfassung und Ausblick



Digitale Medien...

- ... sollen zukünftig laut bildungspolitischer Vorgaben flächendeckend genutzt werden.
- ... werden häufig zu (un)kritisch bewertet.
- ... bieten sowohl unterrichtsorganisatorische als auch mathematikdidaktische Potentiale.
- ... können ein sinnvolles Ergänzungs- und Unterstützungsmedium für den Mathematikunterricht sein.



Bei allem kritischen Optimismus bitte beachten:

- die „Qual der Wahl“ – vor allem im AppStore
- die Fehleranfälligkeit der Geräte
- die nur bedingt zufriedenstellende Ausstattung der Schulen (zu wenig Hardware, fachdidaktisch unpassende Software...)
- die Notwendigkeit der zeitraubenden (inhaltlichen und administrativen) Einarbeitung in die ‚digitale Welt‘
- die vielfach reduzierte Nutzung von Übungsprogrammen mit dem Fokus auf die Automatisierung im Mathematikunterricht



Bei allem kritischen Optimismus bitte beachten:

- Der Computer ist **kein Zauberstab** und löst nicht die Alltagsprobleme des Lehrens und Lernens von alleine.
- Der Computer ist **kein Lernautomat**, der einfacheres, sicheres und effektives Lernen garantiert.
- Der Computer ist **kein Ersatz für kompetente Lehrkräfte** und kann Aufgaben der Lehrkraft nicht einfach ‚übernehmen‘.
- Der Computer ist **kein Motivationsautomat**, durch den alle Kinder zukünftig auf einmal nachhaltig mehr Freude am Lernen haben.

(Krauthausen & Lorenz, 2011)



Das Wie entscheidet!



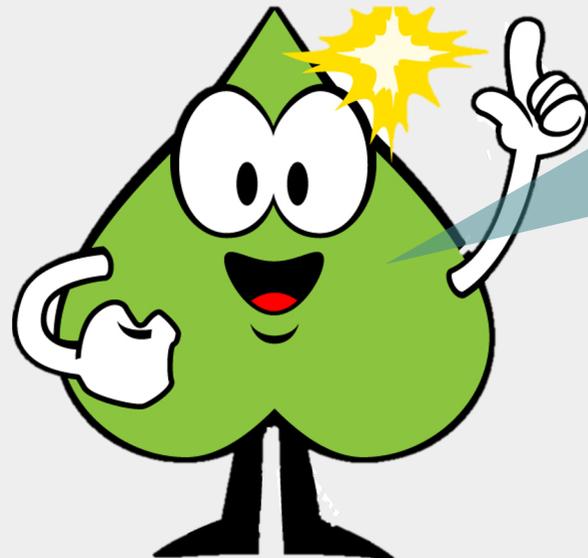
Abbildung von PIKAS digi. Lizenz: CC BY-SA 4.0



ZUM ABSCHLUSS

Bitte vervollständigen Sie den folgenden Satz:

1. Für meinen Mathematikunterricht nehme ich aus dieser Fortbildung mit ...
2. Was den Einsatz digitaler Medien im Mathematikunterricht angeht, hat sich meine Einstellung ..., weil ...



Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit!



- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 225, S. 556-559.
- Barzel, B., Hußmann, S., & Leuders, T. (Hrsg.) (2005). *Computer, Internet & Co. im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2016). *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft*. Verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf [21.01.2020].
- Bürgermeister, A., Klieme, E., Rakoczy, K., Harks, B. & Blum, W. (2014). Formative Leistungsbeurteilung im Unterricht: Konzepte, Praxisberichte und ein neues Diagnoseinstrument für das Fach Mathematik. In M. Hasselhorn, W. Scheider & U. Trautwein (Hrsg.). *Lernverlaufsdiagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 8 (4), S. 293-332.
- Devlin, K. (1998). *Muster der Mathematik*. Ordnungsgesetze des Geistes und der Natur. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- 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*. Dordrecht: Springer.
- Irion, T. & Kammerl, R. (2018). Mit digitalen Medien lernen - Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen. *Die Grundschulzeitschrift*, 307, S. 12-18.
- Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2016). *Bildung in der digitalen Welt*. Verfügbar unter <https://www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html> [21.01.2020].
- Krauthausen, G. (1991). Software im Mathematikunterricht: Eine Betrachtung aus fachdidaktischer Sicht. *Schulpraxis*. 5/6. S. 36-41.
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Krauthausen, G. & Lorenz, J. H. (2011). Computereinsatz im Mathematikunterricht. In G. Walther, M. van den Heuvel-Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Hrsg.). *Bildungsstandards für Grundschule: Mathematik konkret*. Berlin: Cornelsen.
- Ladel, S. (2009). *Multiple externe Repräsentationen (MERs) und deren Verknüpfung durch Computereinsatz*. Hamburg: Dr. Kovač.
- Ladel, S. (2018). Sinnvolle Kombination virtueller und physischer Materialien. In S. Ladel, J. Knopf & A. Weinberger (Hrsg.). *Digitalisierung und Bildung*. Wiesbaden: Springer.
- Miller, G. A. (1994). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 101(2), S. 343-352.
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2016). *Ordnung des Vorbereitungsdienstes und der Staatsprüfung für Lehrämter an Schulen (Ordnung des Vorbereitungsdienstes und der Staatsprüfung - OVP)*. Verfügbar unter <https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/LAusbildung/Vorbereitungsdienst/OVP.pdf> [21.01.2020].



- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2017). *Arbeiten mit dem Medienkompetenzrahmen*. Verfügbar unter <https://www.medienpass.nrw.de/de/inhalt/arbeiten-mit-dem-medienkompetenzrahmen-nrw> [21.01.2020].
- Moser Opitz, E. (2008). *Zählen – Zahlbegriff – Rechnen: Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen*. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt.
- Rauh, B. (2012). Höheres Lernen mit digitalen Medien - auch im Bereich der Arithmetik? In S. Ladel & C. Schreiber (Hrsg.). *Lernen, Lehren und Forschen in der Primarstufe*. Hildesheim: Franzbecker.
- Römer, S. & Nührenböcker, M. (2018). Entdeckerfilme im Mathematikunterricht der Grundschule – Entwicklung und Erforschung von videobasierten Lernumgebungen. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.) *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*. Münster: WTM.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2006). Mathematics, Young Students, and Computers: Software, Teaching Strategies and Professional Development. *The Mathematics Educator*. 9 (2). S. 112-134.
- Schmidt-Thieme, B. & Weigand, H.-G. (2015). Medien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.). *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Berlin und Heidelberg: Springer.
- Schulz, A., & Walter, D. (2018). Stellenwertverständnis festigen – Potentiale und Nutzungsweisen einer Software zum Darstellungswechsel. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*. Münster: WTM.
- Schreiber, Ch. & Klose, R. (2017). Audio-Podcasts zum Darstellen und Kommunizieren. In Ch. Schreiber, R. Rink & S. Ladel (Hrsg.). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Primarstufe – Ein Handbuch für die Lehrerbildung*. Münster: WTM.
- Spitzer, M. (2012). *Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*. München: Droemer.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Hrsg.). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Urff, C. (2010). Potentiale und Perspektiven digitaler Lernmedien für die Förderung grundlegender mathematischer Kompetenzen. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 61, S. 141-150.
- Urff, C. (2014). *Digitale Lernmedien zur Förderung grundlegender mathematischer Kompetenzen - Theoretische Analysen, empirische Fallstudien und praktische Umsetzung anhand der Entwicklung virtueller Arbeitsmittel*. Berlin: Mensch und Buch.
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Wartha, S. & Schulz, A. (2014). *Rechenproblemen vorbeugen*. Berlin: Cornelsen.