



Haus 8: Guter Unterricht



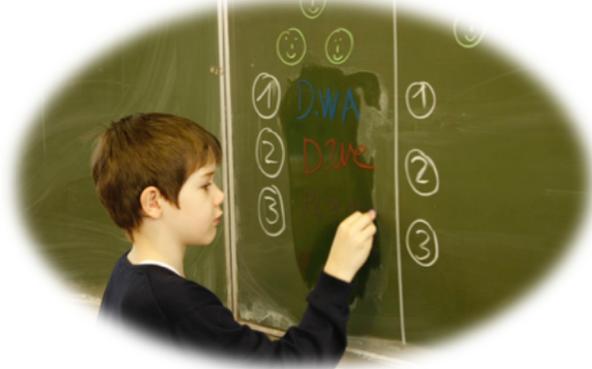
Modul 8.6 Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule



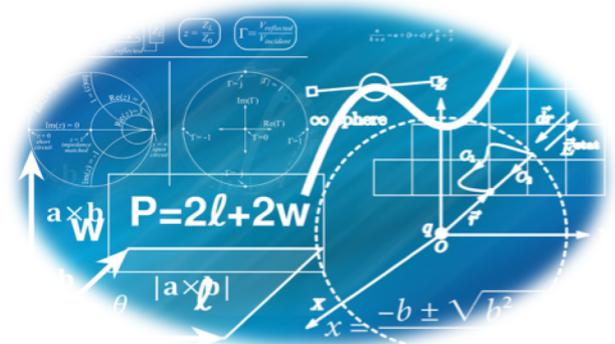


Mathematiklernen mit Medien

Kind

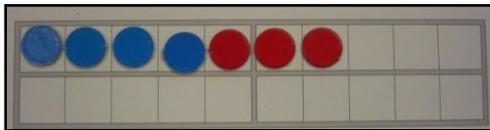


Mathematik



Medien
als Mittler

physisch



digital





Ziel

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 8.6

- 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



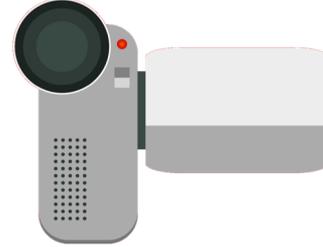
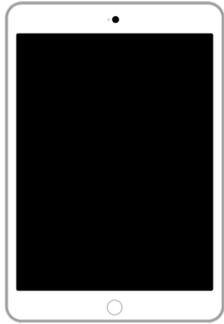
Aufbau des Fortbildungsmoduls 8.6

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

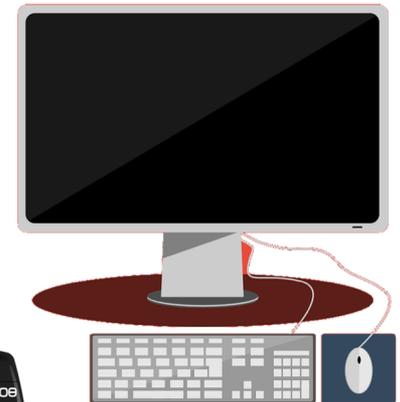
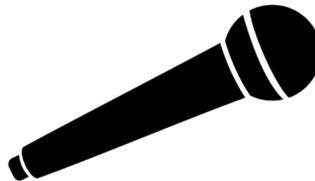
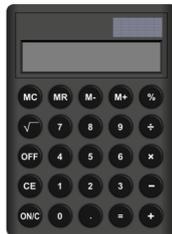


1. Ausgangslage



Was sind eigentlich ,digitale Medien‘?

„technische Geräte zur Darstellung
von digital gespeicherten Inhalten“
(Rauh, 2012, S.39)





1. Ausgangslage

Einige Überzeugungen zum ‚digitalen Lernen‘

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

Digitale Medien eignen sich
hervorragend für
individualisiertes Lernen

.... und viele mehr

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

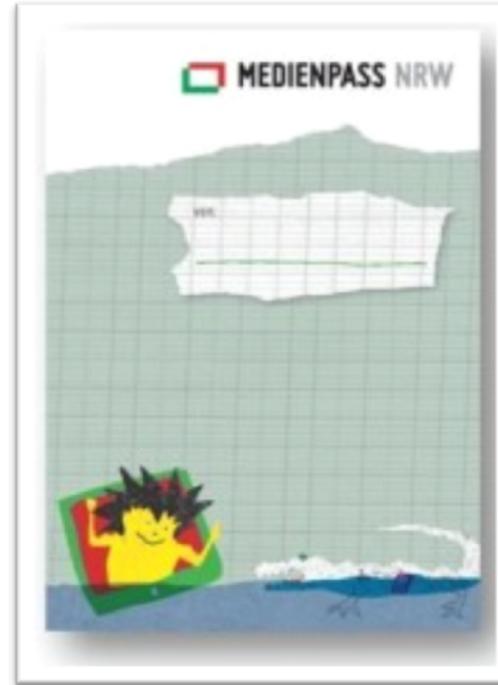
**Warum sollten wir uns mit Einsatzmöglichkeiten
digitaler Medien im MU (stärker) befassen?**



1. Ausgangslage

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)





1. Ausgangslage

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“

Digital first, Bedenken second.

Tablets, Räume und Labore.
Update für Münsters Schulen.

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





1. Ausgangslage

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 2016 § 11(3))

Bildungspolitische Vorgaben schreiben den Einsatz vor.

→ Sinnvolle Einsatzszenarien für den MU sind nötig



Aufbau des Fortbildungsmoduls 8.6

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!

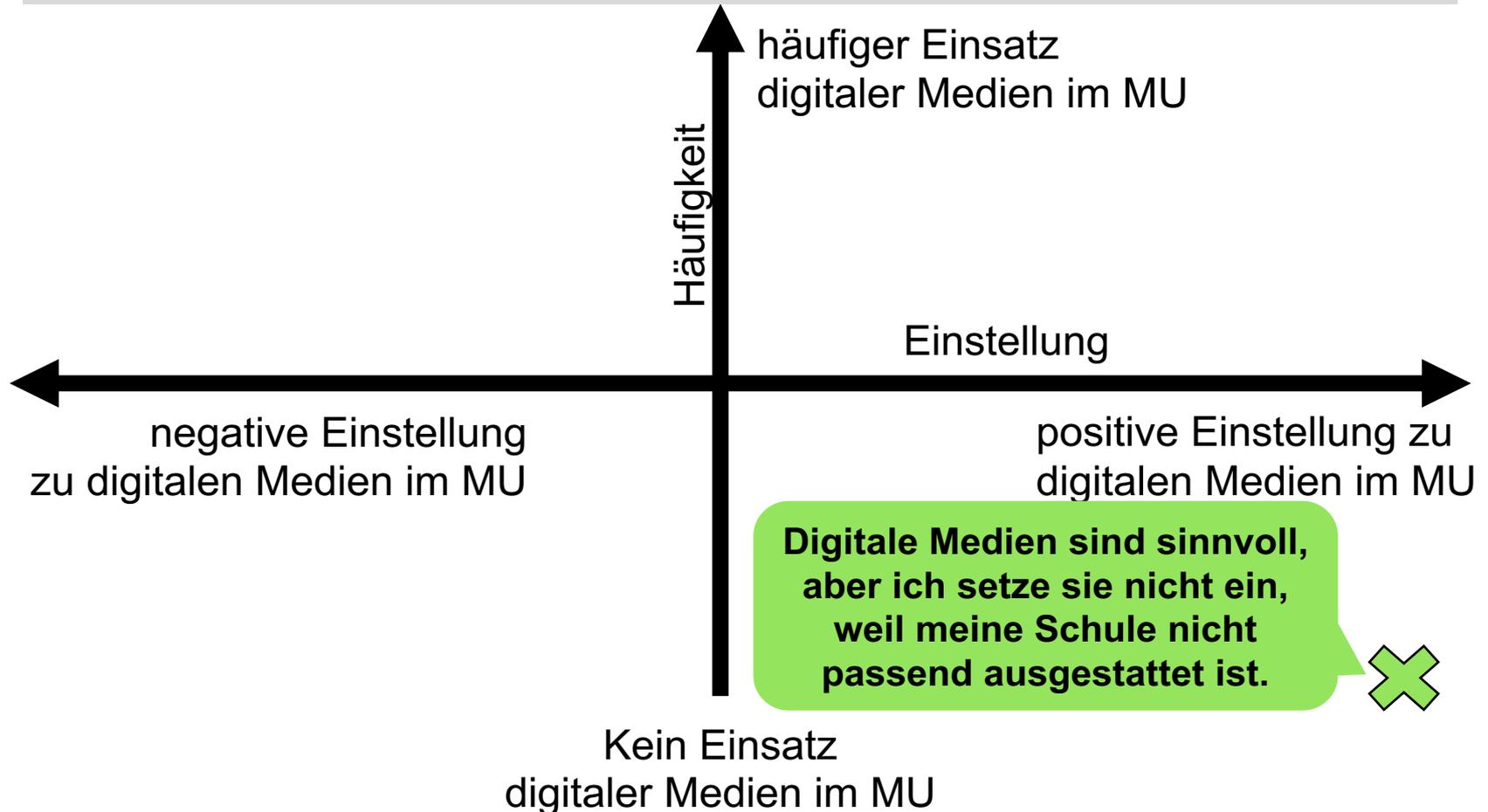


Warum halten Sie digitale Medien für eher sinnvoll oder eher weniger sinnvoll für den MU?



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

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





2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

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!



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

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



auf Vorurteilen, einem Gefühl der Unterlegenheit, Neid o. Ä. beruhende gefühlsmäßige, oft unbewusste Abneigung

Nie wieder
Rechenschwäche

Nie wieder
schlechte Noten

Bessere Noten
in 15 Minuten

Die Software
mit Versetzungsgarantie

„Verblödung“ durch
digitale Medien

Drohende Sprach-
und Lernstörungen

Ressentiments

Euphorien



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

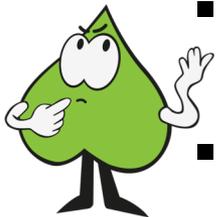
Ein (leider) sehr weit verbreiteter Softwaretyp



← 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 (vgl. Goodwin & Highfield 2013, 210f)

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



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

AWARE-Strategie

A nforderungen definieren

W arten können

A rgumente fordern

R essentiments vermeiden

E uphorien verhindern

(Krauthausen 1991)

Welche Position sollte man einnehmen?



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

Empfehlung aus der Fachdidaktik:

„Verblödung“ durch digitale Medien

Bessere Noten in 15 Minuten

Drohende Sprach- und Lernstörungen

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)



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

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 2016 § 11(3))

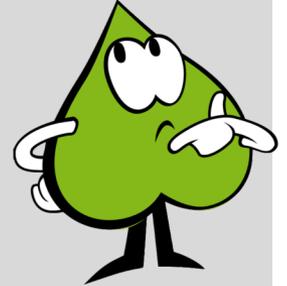
Vorgaben ‚von außen‘!

Welche (fach)didaktischen Gründe sprechen für den Einsatz?



2. Positionen zum Lernen mit digitalen Medien

Aktivität:



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



Aufbau des Fortbildungsmoduls 8.6

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



3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

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).

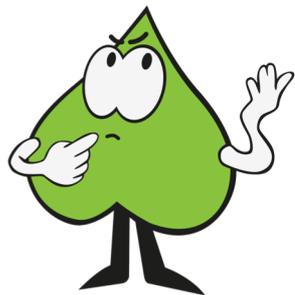
PIKAS spricht von ‚Potentialen‘ statt von einem ‚didaktischen Mehrwert‘ digitaler Medien!



3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

Unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien:

- unbegrenztes Material (z. B. Wendeplättchen)
 - komfortable Sicherung von Daten (Arbeitsblätter, Portfolios, ...)
 - boomendes Angebot an Software
 - Wiederholtes Abspielen von Videos, Tonaufnahmen
 - keine klassischen PC-Kenntnisse notwendig / intuitives Handling (bei Tablet-Computern)
 -
- (vgl. Krauthausen 2012)



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

Was sind mathematikdidaktische Potentiale?



3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

Mathematikdidaktische Potentiale digitaler Medien:

- Passung zwischen Handlung und mentaler Operation
- Kognitive Entlastung
- Synchronität und Vernetzung der Darstellungsebenen
- Strukturierungshilfen
- Multitouch-Technologie
- Informative Rückmeldung

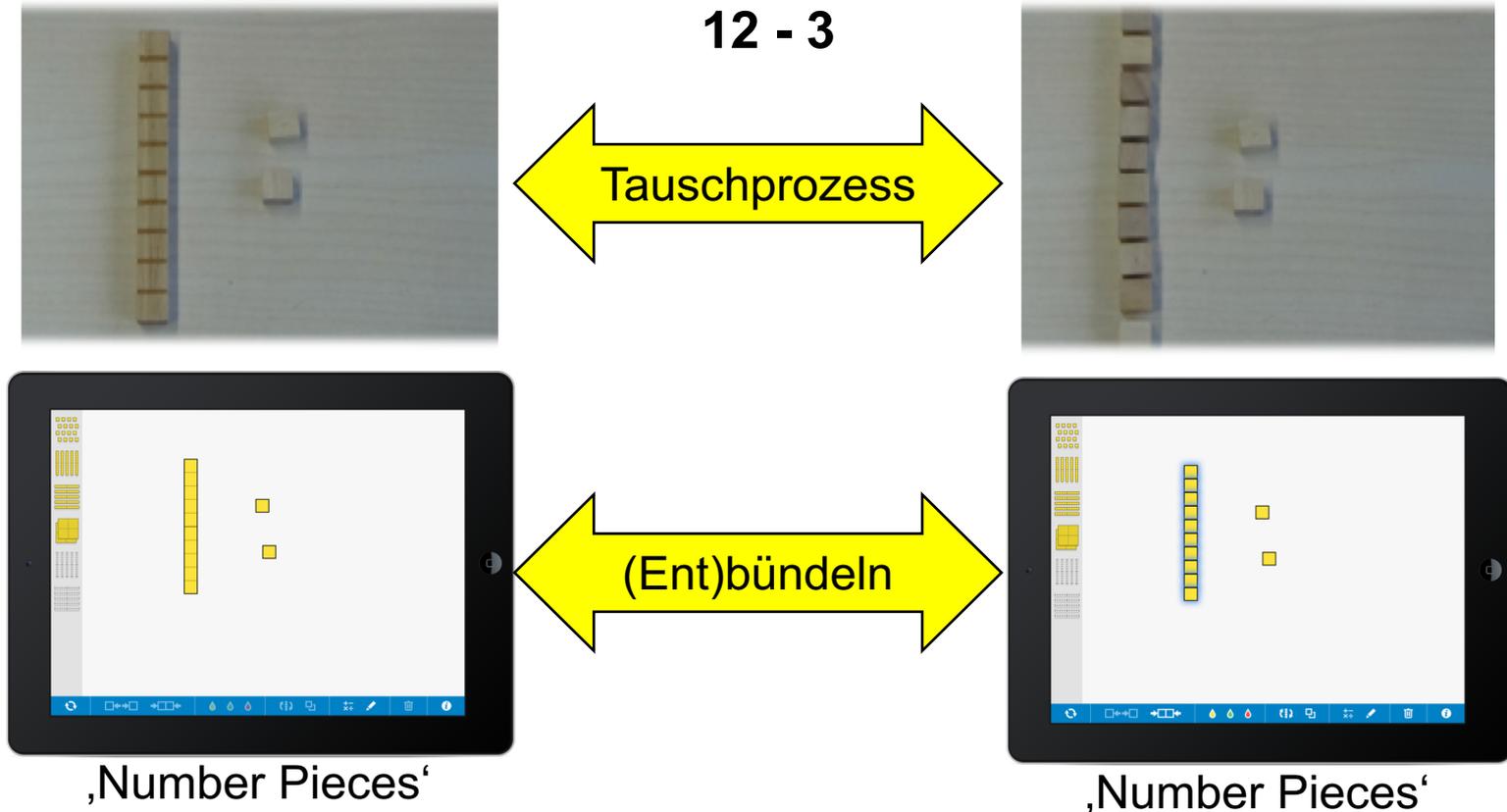


(Walter 2018; Schulz & Walter 2018)



3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

Passung zwischen Handlung und mentaler Operation



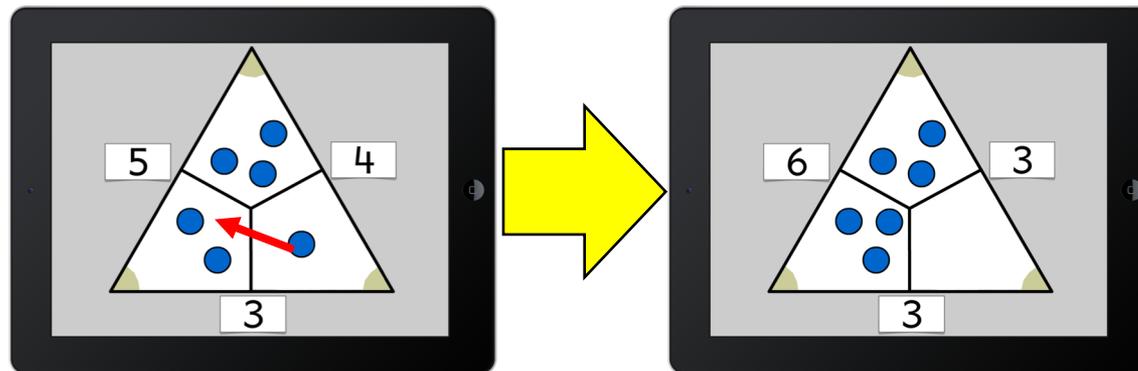
„Such actions are more in line with the mental actions that we want students to carry out.“ (Sarama & Clements 2006, S. 113).



3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

Kognitive Entlastung

- Kinder haben häufig Schwierigkeiten beim Begründen von mathematischen Zusammenhängen
- Durch das Delegieren sekundärer Aufgaben (z.B. reines Rechnen) können Kinder kognitive Ressourcen zur Erkundung von Zusammenhängen nutzen.
- Beispiel: ‚Interaktives Rechendreieck‘ – Wie verändern sich die Außenzahlen, wenn ich ein Plättchen in ein anderes Feld verschiebe? Warum ist das so?

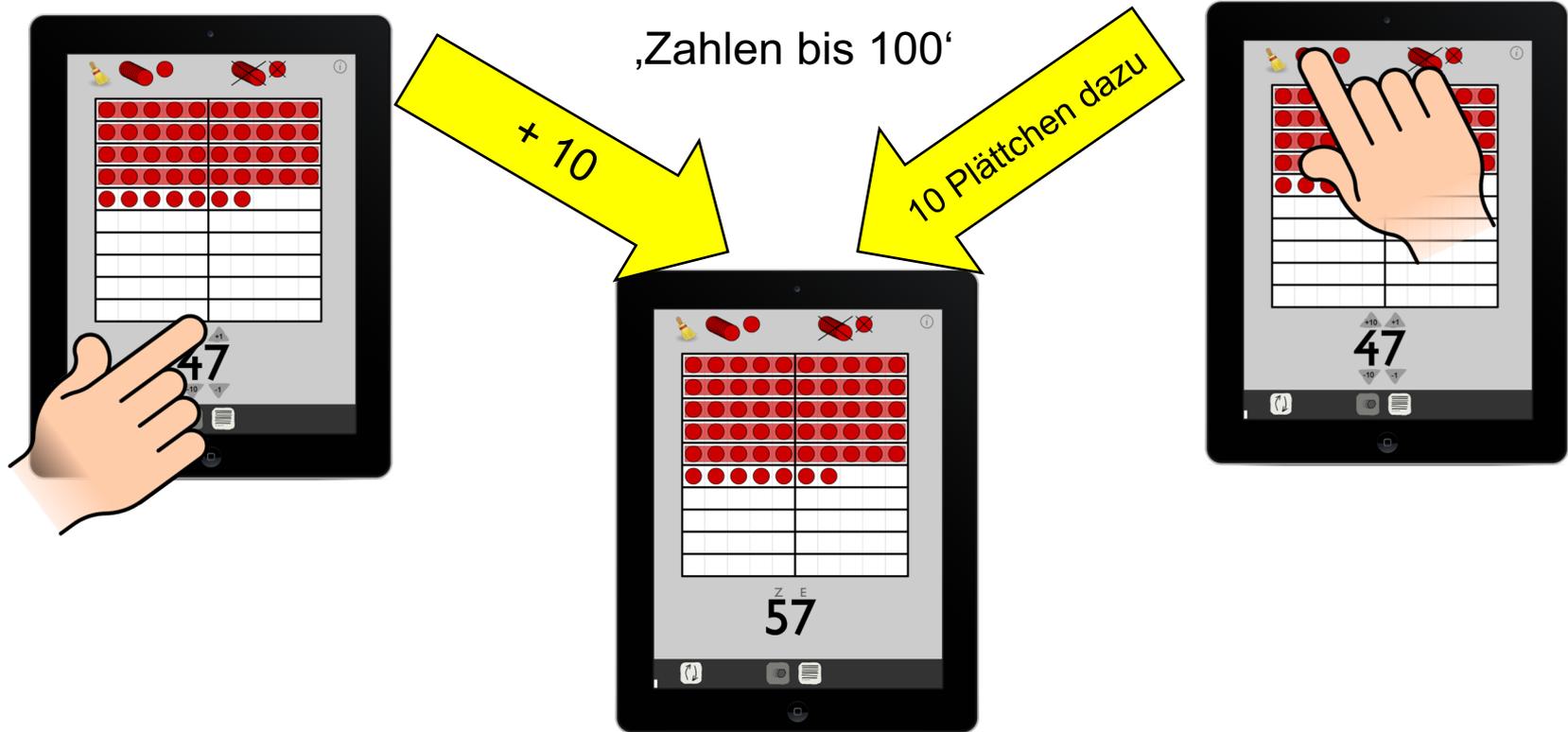


‚Interaktives Rechendreieck‘



3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

Synchronität und Vernetzung der Darstellungsebenen

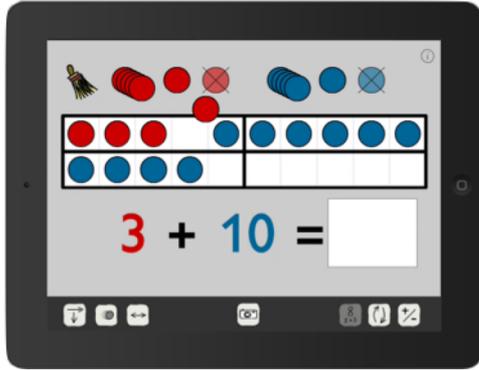


Potential, dass Kinder die Zusammenhänge zwischen Darstellungsebenen erkennen!

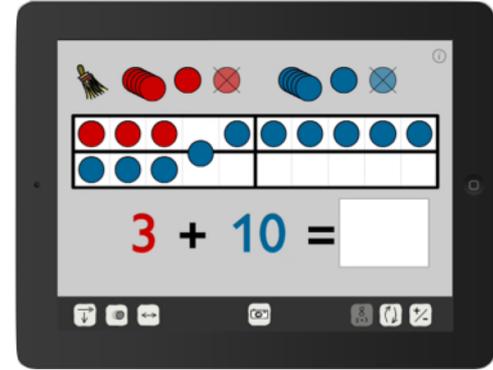
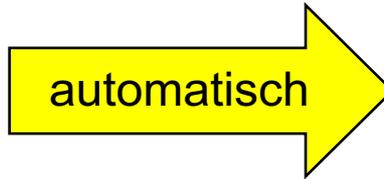


3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

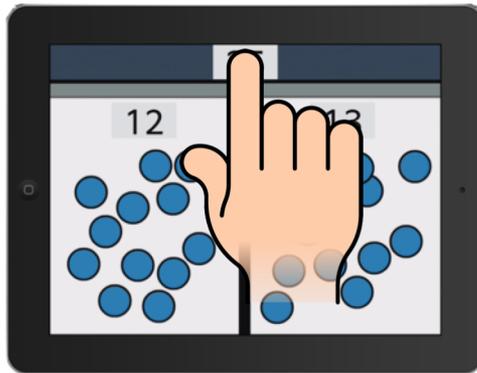
Strukturierungshilfen



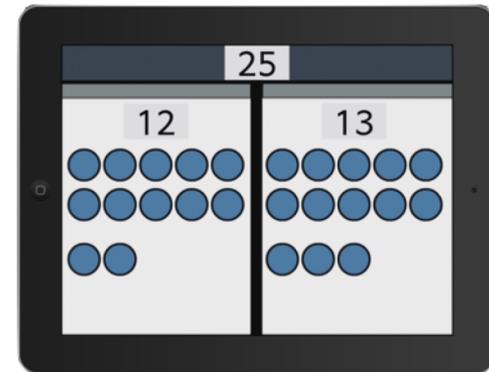
‘Virtuelles Zwanzigerfeld‘



‘Virtuelles Zwanzigerfeld‘



‘Rechentablett‘



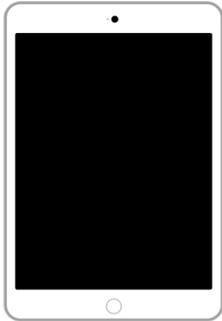
‘Rechentablett‘

Potential, um Kinder beim strukturierten Darstellen und Erfassen von Mengen zu unterstützen!

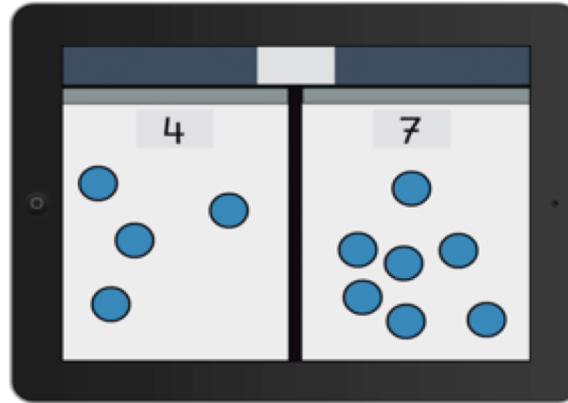


3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

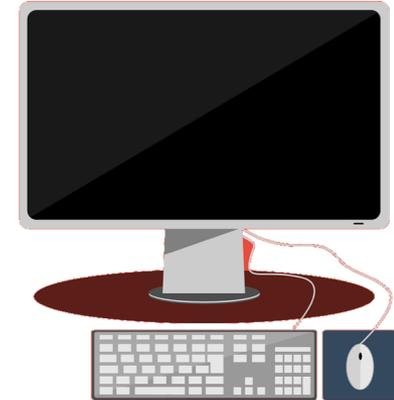
Multitouch-Technologie



Multitouch-Eingabe:
Mehrere Plättchen legen
- **Kardinalität** -



‘Rechentablett’



Mausbedienung:
Plättchen einzeln legen
- **Ordinalität** -

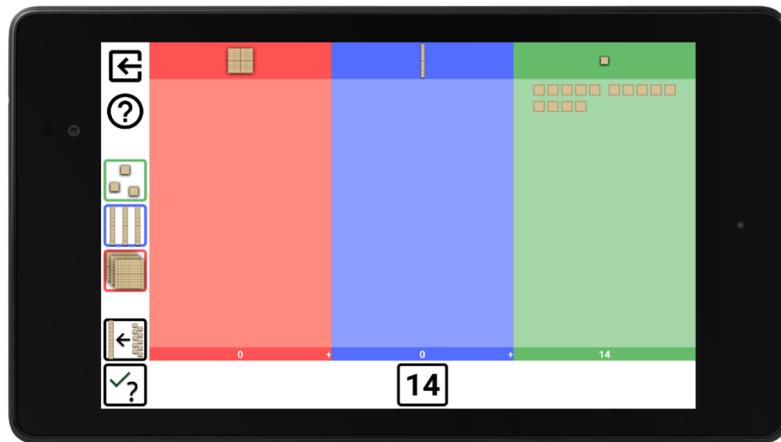
Potential, um Kinder
beim Erwerb des kardinalen Zahlbegriffs zu unterstützen!



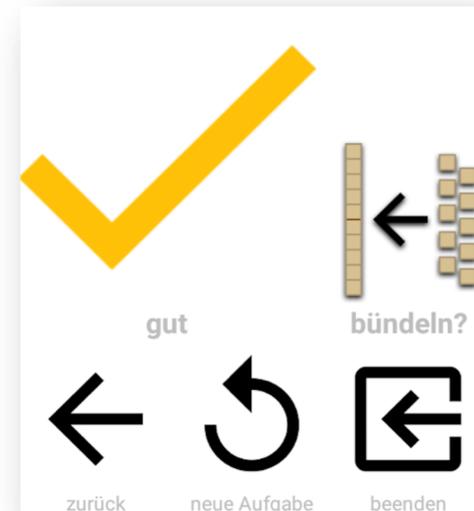
3. Mathematikdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale digitaler Medien

Informative Rückmeldung

- Ein häufiger – aber utopischer – Wunsch:
„Digitale Medien können jedem Kind die für den Lernstand passenden Aufgaben zuweisen.“
- Was ist möglich?
Die sog. **„informative Rückmeldung“** bietet das Potential, um Kindern Hinweise für eine konstruktive Weiterarbeit zu geben.
- Beispiel: Anregung zur vollständig gebündelten Zahldarstellung



„Stellenwerte üben“





Aufbau des Fortbildungsmoduls 8.6

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



4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Aktivität:



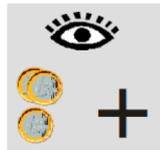
Mit der Perspektive auf ein verpflichtendes Medienkonzept an Ihrer Schule:

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. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

- 1. Internetrecherche**
- 2. Ton, Bild und Video**
- 3. Software zum Verstehen**
- 4. Software zum Üben**
- 5. Software zum Präsentieren und Dokumentieren**



4.1 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



4.2 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

1. Spontanaufnahme

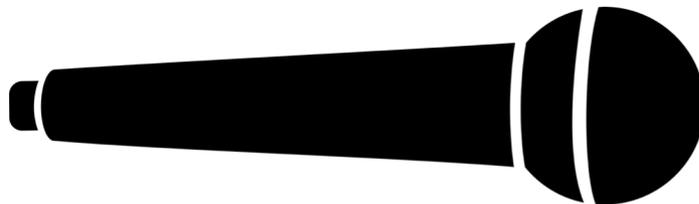
2. Drehbuch I

3. Rohfassung

4. Redaktionssitzung

5. Drehbuch II

6. PriMaPodcast



(vgl. Schreiber & Klose 2017)

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



4.2 Ton, Bild und Video

Beispiel 2: Entdeckerfilme / Stop-Motion-Technik

„Ein Entdeckerfilm ist ein kurzer, auf der Stop-Motion-Technik basierender Film, der einen mathematischen Inhalt mit Hilfe einer alltagsnahen Situation darstellt und zum Erkunden, Beschreiben, Begründen und Weiterdenken anregen soll.“ (Römer, i. V.)



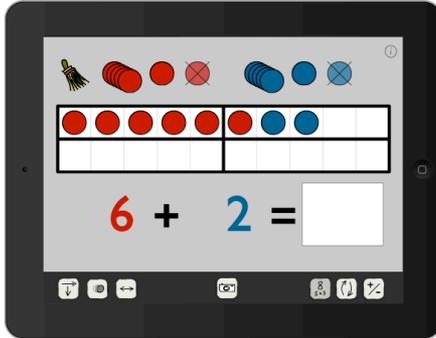
In der U-Bahn

entwickelt von Tabea Scheidler und Franziska Müller (TU Dortmund)

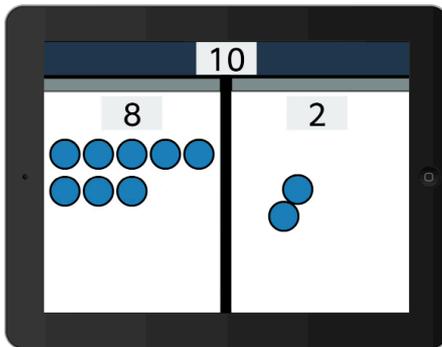


4.3 Software zum Verstehen

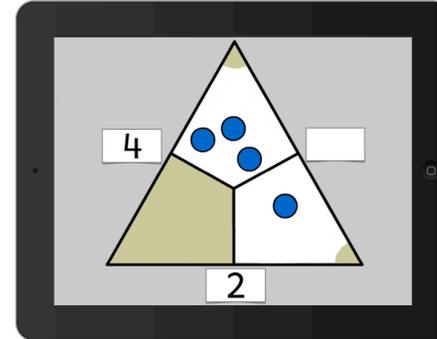
Viruelles Zwanzigerfeld



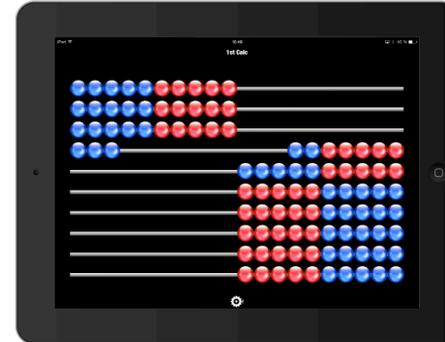
Rechentablett



Interaktives Rechendreieck



1st Calc (virtueller Rechenrahmen)



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



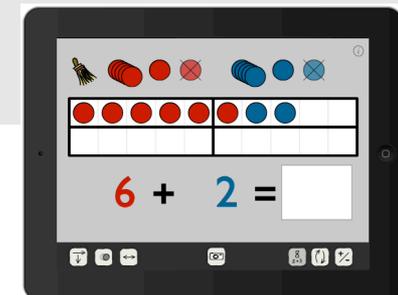


4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

Aktivität:



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





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~~

					Antippen – das Plättchen wendet sich				

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



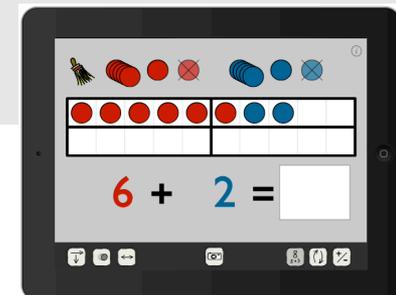


4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

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?





4.4 Software zum Üben

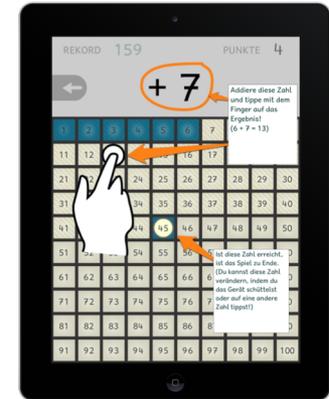
Blitzrechnen



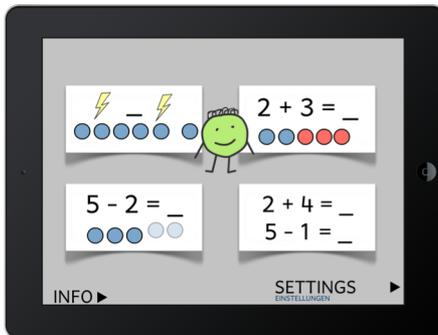
Fingerzahlen



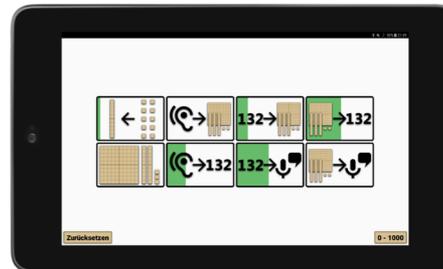
Zahlenjagd



Rechnen mit Wendi



Stellenwerte üben



Übungssoftware ist nur bedingt zum Verständnisaufbau geeignet. Sie sollte der Festigung verstandener Konzepte dienen!



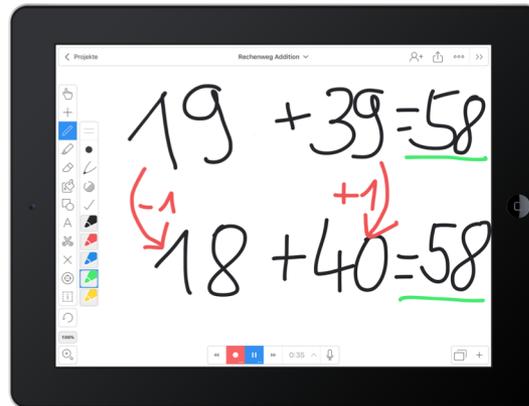


4. Digitale Medien und deren Einsatzmöglichkeiten

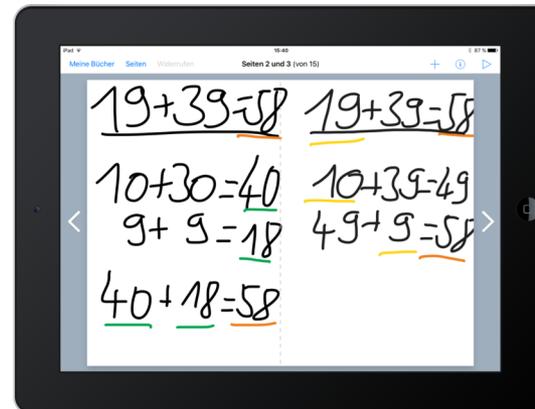
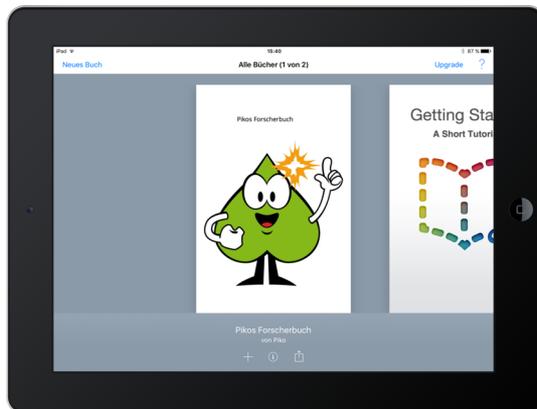


4.5 Software zum Präsentieren und Dokumentieren

- Vorgehensweisen beschreiben und begründen (Explain Everything)



- Vorgehensweisen digital dokumentieren mit dem Book Creator





Aufbau des Fortbildungsmoduls 8.6

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.

(vgl. Krauthausen & Lorenz 2011)



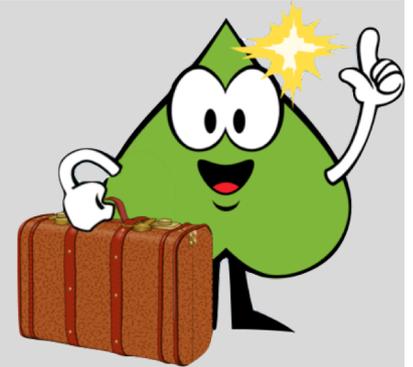
Das Wie entscheidet!



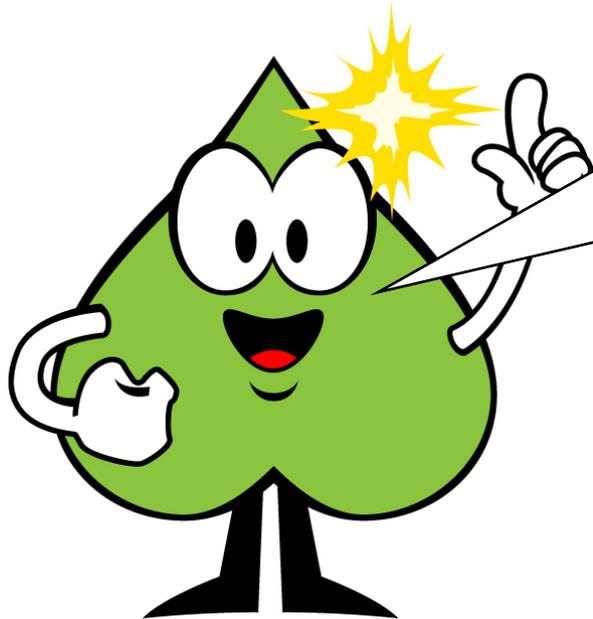


Zum Abschluss:

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!

Literaturverzeichnis



- 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*. Abgerufen von https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf
- 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* (S. 205–226). Dordrecht: Springer.
- Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (KMK). (2016). *Bildung in der digitalen Welt*. Abgerufen von <https://www.kmk.org/presse/pressearchiv/mitteilung/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>
- Krauthausen, G. (1991). Software im Mathematikunterricht: Eine Betrachtung aus fachdidaktischer Sicht. *Schulpraxis*, Heft 5/6, 36–41.
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- 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). Abgerufen von <https://www.schulministerium.nrw.de/docs/Recht/LAusbildung/Vorbereitungsdienst/OVP.pdf>
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2017). Arbeiten mit dem Medienkompetenzrahmen. Abgerufen von <https://www.medienpass.nrw.de/de/inhalt/arbeiten-mit-dem-medienkompetenzrahmen-nrw>
- 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* (S. 37–58). Hildesheim: Franzbecker.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2006). Mathematics, Young Students, and Computers: Software, Teaching Strategies and Professional Development. *The Mathematics Educator*, 9(2), 112–134.
- 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* (S. 1667–1670). Münster: WTM-Verlag.
- Schreiber, Chr. & Klose, R. (2017) Audio-Podcasts zum Darstellen und Kommunizieren. In Chr. Schreiber, R. Rink & S. Ladel (Hrsg.), *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Primarstufe – Ein Handbuch für die Lehrerbildung*. (Reihe Lernen, Lehren und Forsuchen mit digitalen Medien in der Primarstufe; 3). (S. 63-88). Münster: WTM.
- Spitzer, M. (2012). *Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*. München: Droemer.
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Hinweise zu den Lizenzbedingungen



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, soweit nicht anderweitig gekennzeichnet, 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, PIK AS als Urheber genannt und das neu entstandene Material unter den gleichen Bedingungen weitergegeben wird.
- 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>.