



Auswahl von Software

Leitgedanken und Beispiele

In diesem Dokument erhalten Sie einen Überblick, nach welchen Kriterien Software (Computerprogramme/Apps) für den Mathematikunterricht ausgewählt werden können.

Überblick

Welche Aspekte sind bei der Auswahl von Software für den Mathematikunterricht von Bedeutung?

Der zielgerichteten Auswahl von Software kommt mit zunehmend besserer Ausstattung der Schulen eine immer größere Bedeutung zu. Aber: Für was entscheidet sich die Schule, wenn entsprechende Mittel zur Verfügung stehen? Die nachfolgenden Überlegungen sollen dabei unterstützen, eine Auswahl von Software für den Mathematikunterricht zu treffen.

Dabei geht es im Allgemeinen darum, die Aspekte zu berücksichtigen, die für jeden guten Mathematikunterricht gelten sollten. Wie sollte die Software gestaltet sein, damit sie den Unterricht im konstruktiven Sinne unterstützen kann? Außerdem ist die Frage nach Potentialen von digitalen Medien zu stellen. Welches Potential bietet ein Programm, eine App, etc. bei der Vermittlung von Lerninhalten? Dabei sprechen wir von einem Potential, wenn durch die Ausnutzung der besonderen Möglichkeiten eines digitalen Lernangebots, Grenzen des Analoges überwunden werden können und das Mathematiklernen durch die Berücksichtigung fachdidaktischer Aspekte unterstützt werden kann. Hierbei wird zwischen fachdidaktischen und unterrichtsorganisatorischen Potentialen unterschieden. Bei der Auswahl geeigneter Software für den Mathematikunterricht können insbesondere die fachdidaktischen Potentiale (Walter, 2018) eine wesentliche Rolle spielen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass nicht die Anzahl vorhandener Potentiale eine ‚gute‘ App ausmachen. Es kommt darauf an, ob der Einsatz des digitalen Lernangebots zu den Unterrichtszielen passt.





Inhaltsverzeichnis

ÜBERBLICK	1
LEITGEDANKEN ZUR SOFTWAREAUSWAHL	3
FACHDIDAKTISCHE UND UNTERRICHTSORGANISATORISCHE POTENTIALE	5
FACHDIDAKTISCHE POTENTIALE DIGITALER MEDIEN	5
UNTERRICHTSORGANISATORISCHE POTENTIALE	6
LEGITIMATION EINER SOFTWARE FÜR DEN EINSATZ IM MATHEMATIKUNTERRICHT	6
BEISPIEL ZUR ANWENDUNG DES LEITFRAGENKATALOGS ZUR AUSWAHL EINER APP FÜR DEN EIGENEN MATHEMATIKUNTERRICHT	8
BEISPIEL 1: ÜBUNGSAPP ZU ZAHLZERLEGUNGEN	8
SCHLUSSFOLGERUNGEN	10
.....	11
BEISPIEL 2: INTERAKTIVES RECHENDREIECK (CHRISTIAN URFF-IOS)	11
SCHLUSSFOLGERUNGEN	12
VERFÜGBARE MATERIALIEN	13
LITERATUR	13
MATERIAL	14





Leitgedanken zur Softwareauswahl

Bei der Auswahl von geeigneter Software für einen guten Mathematikunterricht sind unterschiedliche Aspekte in den Blick zu nehmen.

Einerseits gelten natürlich die Kriterien eines guten fachdidaktisch fundierten Mathematikunterrichts, andererseits sollten die besonderen Potentiale digitaler Medien beachtet werden, um deren Möglichkeiten fachdidaktisch sinnvoll zu nutzen.

Bevor die Besonderheiten des digitalen Mediums oder der Software genauer betrachtet werden, sollten daher erst einmal **Merkmale eines Mathematikunterrichts, in dem Schülerinnen und Schüler eine grundlegende mathematische Bildung erwerben können**, beachtet werden. Dafür sind folgende Vorüberlegungen zum Unterricht maßgeblich:

- Ermöglichte ich Phasen des entdeckenden Lernens?
- Fördere ich beziehungsreiches Üben durch entsprechende Aufgaben?
- Setze ich ergiebige Aufgaben ein?
- Nutze ich die Vernetzung verschiedener Darstellungsformen?
- Berücksichtige ich Anwendungs- und Strukturorientierung?

(Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2008, S. 55)

Diese Merkmale sollten auch weiterhin im Fokus stehen, wenn digitale Medien eingesetzt werden.

Überdies formuliert PIKAS digi einen Katalog an **Leitideen für den Einsatz digitaler Medien** (<https://pikas-digi.dzlm.de/node/31>), die ebenfalls in den Blick genommen werden sollten, wenn es um die Auswahl konkreter Software geht:

GUTEN MATHEMATIKUNTERRICHT MIT DIGITALEN MEDIEN GESTALTEN

- Sowohl das Medium als auch die Software sollte vor dem Hintergrund der anvisierten Ziele begründet ausgewählt werden – und nicht nur eingesetzt werden, weil es/sie zur Verfügung steht/stehen.
- Jedes Medium ist zugleich Hilfe aber auch Lernstoff (Schipper, 2005) und muss daher den Lernenden zunächst nahegebracht werden. Gleiches gilt für den Einsatz von Apps im Unterricht.
- Der Einsatz digitaler Medien schließt den Einsatz traditioneller Medien nicht aus. Es sollte ein dem Unterrichtsziel dienliches Zusammenspiel verschiedener konventioneller und digitaler Medien (Barzel & Schreiber, 2017) geprüft und geplant werden.

BEZIEHUNGSREICHES ÜBEN DURCH DIGITALE MEDIEN STÜTZEN

- Wie in jedem Mathematikunterricht gilt: Voraussetzung für (beziehungsreiches) Üben ist eine sichere Verständnisgrundlage der jeweiligen Lerninhalte, weshalb insbesondere Apps zur Automatisierung nicht zu früh eingesetzt werden sollten (Ladel, 2017).
- Fachdidaktisch fundierte Apps, die das beziehungsreiche und strukturierte Üben ermöglichen, sind sorgsam auszuwählen. Oft werden in Übungsapps lediglich beliebige unzusammenhängende Aufgaben



hintereinander ausgeworfen, welche die Ausnutzung und das Beachten von mathematischen Beziehungen und Mustern unmöglich machen (Krauthausen, 2012).

VERSTEHENSPROZESSE DURCH DIE POTENTIALE DIGITALER MEDIEN UNTERSTÜTZEN

- Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses geschieht durch den Aufbau von Konzepten und damit verbundenen mentalen Vorstellungsbildern (Wartha & Schulz, 2018). Hierbei können die besonderen Potentiale digitaler Medien (vgl. nächstes Kapitel) eine wesentliche Rolle spielen. Es gibt einige Apps, in welchen diese Potentiale ausgeschöpft werden.

PROZESSBEZOGENE KOMPETENZEN DURCH DIGITALE MEDIEN FÖRDERN

- Geeignete Programme und Apps bieten zahlreiche Gelegenheiten, zu argumentieren, darzustellen, Probleme zu lösen und zu modellieren (Ladel, 2012).
- Insbesondere das Problemlösen und das Modellieren weisen eine strukturelle Nähe zu Teilen des Programmierungsprozesses auf. Auch hier finden sich einige vielversprechende Apps.

Für den Einsatz jeder App gilt es zu bedenken, dass ein sinnvoller unterrichtlicher Rahmen gegeben werden muss.

Um Software zielorientiert für den eigenen Unterricht auszuwählen, ist es wichtig zu wissen, dass es unterschiedliche Arten von Apps und Programmen gibt, die in verschiedenen Phasen des Lernens besondere Bedeutung haben können:

- Apps als Arbeitsmittel
- Apps als Aufgabenformate
- Apps zum Üben und Automatisieren
- Apps zum Nachdenken und Knobeln
- weitere Apps

Genauere Informationen zu den einzelnen Typen der Apps und entsprechende Beispiele finden Sie unter <https://pikas-digi.dzlm.de/node/33>.

Für den Einsatz im Mathematikunterricht sollten Apps hinsichtlich ihrer **unterrichtsorganisatorischen** und **fachdidaktischen Potentiale** kritisch geprüft werden, damit das zentrale Anliegen des Mathematikunterrichts (...), das selbstständige, entdeckende Mathematiktreiben, das soziale Lernen und v. a. die allgemeinen mathematischen Kompetenzen (...)“ gefördert werden (Krauthausen, 2012, S. 165).

Bei entsprechender unterrichtlicher Einbettung unter Berücksichtigung der Merkmale guten Mathematikunterrichts und der Leitideen können sie ein sinnvolles Ergänzungs- und Unterstützungsmedium für den Mathematikunterricht sein.





Unterscheidung zwischen
**fachdidaktischen und
unterrichts-
organisatorischen
Potentialen digitaler Medien**

Fachdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale

Bei der Auswahl von Software kann uns die Frage helfen, ob eine Software die besonderen Potentiale des digitalen Mediums ausnutzt, um mathematische Lerninhalte zu vermitteln.

Fachdidaktische Potentiale digitaler Medien

Im Folgenden sind Potentiale von digitalen Medien aufgeführt, denen fachdidaktische Aspekte des Mathematikunterrichts zugrunde liegen.

Darstellungen vernetzen	Beispiel: Virtuelles Zwanzigerfeld Der Transfer zwischen verschiedenen Darstellungsebenen ist wesentliche Voraussetzung für Zahl- und Operationsvorstellungen. Die Synchronität zwischen verschiedenen Darstellungsebenen kann den Vorstellungsaufbau unterstützen.
Darstellungen strukturieren	Beispiel: Rechentablett Durch Strukturierungshilfen können z. B. unstrukturierte Mengen oder Darstellungen so angeordnet werden, dass sie nicht-zählend (quasi-simultan) erfasst werden können.
Mentale Operationen virtuell darstellen	Beispiel: Videosequenzen zu Operationen Dynamische Aspekte von Operationen (dynamischer Aspekt der Subtraktion, der Multiplikation) können dargestellt werden.
Denk- und Arbeitsprozesse umlagern	Beispiel: Interaktives Rechendreieck Wenn das Berechnen von Aufgaben Voraussetzung ist, um Entdeckungen machen zu können, kann das Unterstützen oder Übernehmen des Rechnens eine Möglichkeit bieten, auch weniger starke Rechner an Entdeckungsprozessen teilhaben zu lassen und so an gemeinsamen Inhalten zu arbeiten.
Informativ fachspezifisch zurückmelden	Beispiel: Stellenwerte üben Durch Fehlerkategorisierung kann der Nutzer eine Rückmeldung zu einer Eingabe erhalten, die es ihm ermöglicht, die Antwort zu korrigieren. Dabei geht diese Form der Rückmeldung deutlich über eine „Richtig vs. Falsch“ Rückmeldung hinaus.

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





Unterrichtsorganisatorische Potentiale

Im Folgenden werden weitere Potentiale vorgestellt, durch die der Mathematikunterricht organisatorisch bereichert werden kann.

Material nutzen	Beispiel: Rechentablett, Klötzchen, virtuelles Zwanzigerfeld Material, wie z. B. Wendepfättchen, 10er Systemmaterial, Würfel, etc. sind in unbegrenzter Anzahl verfügbar. Das Material ist leicht zu organisieren.
Inhalte und Ergebnisse veranschaulichen	Beispiel: Baiboard, Keynote, Foto- / Videofunktion Ergebnisse können schnell dargestellt und allen Lernenden angezeigt und zugesandt werden (Ergebnispräsentation). Ergebnisse sind langfristig verfügbar und können wieder aufgerufen werden (Whiteboards). Verändern von Wiedergabegeschwindigkeiten können dabei dienlich sein, Wahrnehmung von Inhalten zu unterstützen.
Lernprozesse dokumentieren	Beispiel Videoaufnahme, Explain Everything, Book Creator Selbstständiges Erstellen von Audio- Video- und Bildmaterial kann zur Reflexion des eigenen Lernens genutzt werden.

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

Legitimation einer Software für den Einsatz im Mathematikunterricht

Im Allgemeinen ist der Einsatz von entsprechenden Programmen auf digitalen Endgeräten dann zu legitimieren, wenn sie zum Erreichen fachdidaktischer Ziele dienlich sind. Insbesondere dann, wenn Verstehensprozesse ermöglicht, erleichtert oder unterstützt werden oder das Üben in sinnvoller Weise begleitet werden kann, ist der Einsatz von digitalen Medien als sinnvoll zu erachten.

Software und Apps, die fachlichen Ansprüchen genügen und fachdidaktische Potentiale ausschöpfen, sind außerdem in einen entsprechenden unterrichtlichen Kontext einzubinden. Solche Apps sind folglich meist auch nicht als reine „Übungsapps mit Selbstlerncharakter“ zu verstehen, die dabei helfen sollen, Verstandenes zu automatisieren. Apps, die fachdidaktische Potentiale ausschöpfen, ermöglichen gerade die Unterstützung von Verstehensprozessen und benötigen daher unbedingt eine entsprechende Begleitung im Unterricht. Wenn Apps als Werkzeug zum Lernen eingesetzt werden sollen, müssen Sie wie jedes andere Werkzeug auch eine sinnvolle unterrichtliche Rahmung erhalten. Grundsätzlich kann die Ausnutzung eines oder mehrerer fachdidaktischer Potentiale in einer Software ein Aspekt zur Legitimation für deren Einsatz sein.

Auch unterrichtsorganisatorische Potentiale verändern den (Mathematik-) Unterricht und können ihn bereichern. Hier ist jedoch ein kritischer Blick auf den Ertrag, den ein solches Material in seinem Einsatz bietet, notwendig.





**Kritische Betrachtung von
unterrichtsorganisatorischen
Potentialen digitaler Medien**

Es bleibt zu überlegen, ob durch den Einsatz weiterhin fachdidaktische Prinzipien eines guten Mathematikunterrichts erfüllt werden, oder ob das Material zu diesen gar konträr ist.

Aufgrund der bisher dargestellten Überlegungen zum Softwareeinsatz im Mathematikunterricht ergeben sich einige **Leitfragen**, die einerseits helfen können, Apps auszuwählen und andererseits Planungsentscheidungen für den Unterricht zu treffen.

Zuvor sollte eine Vorauswahl getroffen werden und eine oder zwei Apps in den Blick genommen werden, die im Sinne des verfolgten Unterrichtsziels vielversprechend erscheinen.

Es ist zu beachten, dass nicht alle Leitfragen positiv zu beantworten sind, um sich letztendlich für den Appeinsatz zu entscheiden, da abhängig vom jeweiligen Unterrichtsziel die Leitfragen auch unterschiedlich zu gewichten sind.

Um dies etwas deutlicher zu machen wird im folgenden Kapitel ein Beispiel zum Umgang mit dem Fragenkatalog zur Appauswahl gegeben.

Leitfragen zur Appauswahl

- Passt der gewählte Apptyp zum Unterrichtsziel?
(Soll verstanden/ geübt/ problemlösend gearbeitet/ ... werden?)
- Können durch den Einsatz der App Fortschritte im Verständnis der Kinder bezüglich des anvisierten Unterrichtsziels versprochen werden?
- Ermöglicht die App den Lernenden Entdeckungen zu machen und daran zu lernen?
- Stehen gestellte Aufgaben in einem strukturellen Zusammenhang und ermöglichen so beziehungsreiches Üben?
- Werden in der App verschiedene Darstellungsformen angeboten und synchron abgebildet?
- Bietet die App Strukturierungshilfen an, indem unstrukturierte Mengen oder Darstellungen automatisch geordnet werden können und quasi-simultane Zahlerfassung möglich wird?
- Werden Operationen durch Animationen sinnvoll veranschaulicht?
- Nimmt die App den Lernenden einfache (Rechen-)Tätigkeiten ab und ermöglicht ihnen so einen fokussierten Blick auf Veränderungen, Strukturen und mathematische Zusammenhänge?
- Bietet die App eine automatische Rückmeldung an, die über ein „falsch“ oder „richtig“ hinausgeht und den Lernenden fachliche Hilfestellungen oder Überarbeitungshinweise gibt?
- Bieten sich im Unterricht Möglichkeiten ergiebige Aufgaben zu stellen, die vor dem Hintergrund des Appeinsatzes von den Kindern bearbeitet werden können?
- Inwiefern benötigen die Lernenden Unterstützung, um mit der App eigenständig arbeiten zu können? Steht der Aufwand in einem guten Verhältnis zum erwünschten Ertrag?
- Inwiefern lassen sich Arbeitsergebnisse oder Prozesse für die spätere gemeinsame Reflexion dokumentieren?





Leitfragen zur unterrichtlichen Rahmung:

- Wie kann die Nutzung der App eingeführt werden? Welche Anleitungen und Hilfestellungen benötigen die Lernenden? Ist es möglich, die Funktionen selbstentdeckend erarbeiten zu lassen?
- Welche (ergiebigen) Aufgaben bieten sich für den Unterricht an?
- Welche prozessbezogenen Kompetenzen können angesprochen und gefördert werden?
- Welche Arbeits- und Reflexionsaufträge bieten sich an?
- Welche zusätzliche Unterstützung benötigen die Lernenden?
- Welche analogen Medien bieten sich gegebenenfalls für den parallelen Einsatz an?
- Wie können Arbeitsergebnisse festgehalten werden? Wie kann eine gemeinsame Reflexion organisiert werden?

Beispiel zur Anwendung des Leitfragenkatalogs zur Auswahl einer App für den eigenen Mathematikunterricht

Im Folgenden werden zwei Apps im Sinne der Leitfragen in den Blick genommen. Im Unterricht soll es um die Übung der Zahlzerlegung gehen. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Prinzip der Zahlzerlegung bereits im Wesentlichen verstanden wurde.

Beispiel 1: Übungsapp zu Zahlzerlegungen



Im Wesentlichen fordert die App dazu auf, Zerlegungen der Zahl 10 zu finden. Über den Fragezeichen-Button erhält man allgemeine Erklärungen zum Spiel/zur App. Über den Lautsprecher-Button kann der Lernende sich die Aufgabe vorlesen lassen.

Zur Eingabe der fehlenden Zahlen in den Fenstern der Häuser wird das entsprechende Fenster durch Tippen ausgewählt und durch Antippen einer der unten aufgelisteten Zahlen das Ergebnis eingetragen. Der „Zurück-Button“ löscht eingetragene Zahlen.

Nach dem Eintragen aller Ergebnisse kann über den Häkchen-Button (unten rechts) eine Überprüfung der Ergebnisse erfolgen. Falsche Ergebnisse werden rot eingefärbt, richtige Ergebnisse grün. Mit dem grünen Pfeil kann man zur nächsten Aufgabe springen.





Leitfragen zur Appauswahl und Antworten zum Beispiel „Übungsapp zur Zahlzerlegung“	
Passt der gewählte Apptyp zum Unterrichtsziel? (Soll verstanden/ geübt/ problemlösend gearbeitet/ ... werden?)	<input checked="" type="checkbox"/>
Da es sich hier um eine klassische aufgabengenerierende Übungsapp handelt, passt der Apptyp zum Ziel.	
Können durch den Einsatz der App Fortschritte im Verständnis der Kinder bezüglich des anvisierten Unterrichtsziels versprochen werden?	<input type="checkbox"/>
Die App ist nicht verständnisgenerierend aufgebaut. Es werden keine Darstellungswechsel und Veranschaulichungen angeboten und auch keine Hilfestellungen gegeben, die einem Kind mit Schwierigkeiten beim Rechnenlernen dabei helfen könnten, diese zu überwinden. (Obwohl Verständnisaufbau auch nicht das vorrangige Ziel dieser fiktiven Unterrichtseinheit ist, wären derartige Hilfestellungen in einer App sinnvoll, da Schülerinnen und Schüler mit Schwierigkeiten dadurch trotzdem gut gestützt werden könnten.)	
Ermöglicht die App den Lernenden Entdeckungen zu machen und daran zu lernen?	<input type="checkbox"/>
Nein, da zwischen den gegebenen Aufgaben keine strukturellen Zusammenhänge bestehen.	
Stehen gestellte Aufgaben in einem strukturellen Zusammenhang und ermöglichen so beziehungsreiches Üben?	<input type="checkbox"/>
Nein. Es werden zwar mehrere Zerlegungen zu einer Zahl abgefragt, diese sind aber unsystematisch geordnet und es gibt keine Möglichkeit, die Anordnung zu verändern. Damit bestehen kaum Chancen zum beziehungsreichen Üben.	
Werden in der App verschiedene Darstellungsformen angeboten und synchron abgebildet?	<input type="checkbox"/>
Es wird lediglich eine Darstellungsebene (symbolische Ebene) verwendet. Somit wird keine Synchronität verschiedener Darstellungen hergestellt.	
Bietet die App Strukturierungshilfen an, indem unstrukturierte Mengen oder Darstellungen automatisch geordnet werden können und quasi-simultane Zahlerfassung möglich wird?	<input type="checkbox"/>
Strukturierungshilfen von Materialien werden nicht angeboten, da keine Materialien/ ikonische Darstellungen zur Veranschaulichung eingesetzt werden.	
Werden Operationen durch Animationen sinnvoll veranschaulicht?	<input type="checkbox"/>
Es werden Ergebnisse zu Aufgaben abgefragt und nur auf symbolischer Ebene gearbeitet. Aspekte der Grundvorstellungen, die dynamisch dargestellt werden könnten, sind in dieser Übungsapp nicht vorhanden.	
Nimmt die App den Lernenden einfache (Rechen-)Tätigkeiten ab und ermöglicht ihnen so einen fokussierten Blick auf Veränderungen, Strukturen und mathematische Zusammenhänge?	<input type="checkbox"/>
Eine derartige Umlagerung von Denk- und Arbeitsprozessen kann dann sinnvoll sein, wenn dadurch weitere Ziele verfolgt werden (z.B. Entdeckungen an durchgeführten Operationen). Da die Aufgaben in keinem strukturellen Zusammenhang stehen, erscheinen Umlagerung von Denk- und Arbeitsprozessen hier nicht hilfreich.	
Bietet die App eine automatische Rückmeldung an, die über ein „falsch“ oder „richtig“ hinausgeht und den Lernenden fachliche Hilfestellungen oder Überarbeitungshinweise gibt?	<input type="checkbox"/>





Eine informative Rückmeldung ermöglicht dem Lernenden eine Korrektur seines Ergebnisses nach einem Hinweis, der sich auf seinen Fehler bezieht. In dieser – wie auch in vielen anderen Apps – gibt es keine informativen Rückmeldungen, sondern lediglich eine Angabe, ob das Ergebnis richtig oder falsch eingetragen wurde. So erhält das Kind nach einer Eingabe eines falschen Ergebnisses keine informative Rückmeldung, sondern lediglich eine Rückmeldung, ob die Eingabe richtig oder falsch ist,	
Bieten sich im Unterricht Möglichkeiten ergebnisreiche Aufgaben zu stellen, die vor dem Hintergrund des Einsatzes von den Kindern bearbeitet werden können?	<input type="checkbox"/>
Es lässt sich keine Aufgabenstellung finden, die alle Kinder gleichermaßen herausfordert, Lerngelegenheit bietet, mit der App bearbeitet werden kann und schließlich gemeinsam besprochen und reflektiert werden kann.	
Inwiefern benötigen die Lernenden Unterstützung, um mit der App eigenständig arbeiten zu können? Steht der Aufwand in einem guten Verhältnis zum erwünschten Ertrag?	<input checked="" type="checkbox"/>
Die App kann von Kindern schnell eigenständig bedient werden. Es muss nur die Bedeutung der Symbole im unteren Teil des Bildschirms geklärt werden. Fraglich ist hier eher der Ertrag des Einsatzes.	
Inwiefern lassen sich Arbeitsergebnisse oder Prozesse für die spätere gemeinsame Reflexion dokumentieren?	<input type="checkbox"/>
Das Veranschaulichen von Ergebnissen ist zwar durch beispielsweise einen Screenshot und dessen Weitergabe möglich, der Weg zur Ergebnisfindung kann innerhalb der App jedoch nicht dargestellt und damit nicht gewinnbringend weiterverwendet werden.	

Schlussfolgerungen

Die App bietet die Möglichkeit schnell und leicht verfügbar eine Vielzahl an Übungsaufgaben zur Verfügung zu stellen. Zudem erhalten die Lernenden nach dem Lösen einer jeden Aufgabe eine Rückmeldung. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Rückmeldungen nur in Form von „richtig“ und „falsch“ stattfinden. Wünschenswerte informative Rückmeldungen werden nicht geboten. Diese sind aber oft notwendig, damit Lernende Fehler erkennen und bestenfalls verständnisbasiert korrigieren können. Betrachtet man nun Leitideen des Übens, wie sie u. a. in den NRW Lehrplänen gefordert werden,

„Beziehungsreiches Üben dient der Geläufigkeit und der Beweglichkeit.

Es sichert, vernetzt und vertieft vorhandenes Wissen und Können.

Es fördert die Einsicht in Gesetzmäßigkeiten und Beziehungen, die Phänomene aus der Welt der Zahlen, Formen und Größen strukturieren.“

(MSW NRW, 2008, S. 55)

wird deutlich, dass die Grundideen des Übens zwischen Forderung des Lehrplans (und fachwissenschaftlicher Erkenntnisse) und dem Übungsangebot der App deutliche Differenzen aufweisen. Die App bietet Übungsaufgaben, die zusammenhanglos nebeneinanderstehen und die das vorhandene Wissen und Können nicht miteinander vernetzen lassen. Innerhalb der einzelnen Übungen bestehen keine erkennbaren Zusammenhänge, die aber von großer Bedeutung wären. Bereits Gelerntes kann nicht zur Lösung von Aufgaben herangezogen und somit nicht vernetzt und im mathematischen Kontext vertieft werden. Gesetzmäßigkeiten können weder entdeckt noch angewendet werden. Das





Übungsangebot einer solchen App ist somit nicht didaktisch legitimierbar. Die App kann somit nicht als geeignete Übungsapp eines guten Mathematikunterrichts bezeichnet werden.

Beispiel 2: Interaktives Rechendreieck (Christian Urff – iOS)



Das interaktive Rechendreieck bietet, angelehnt an die Idee des aus dem Mathematikunterricht bekannten Übungsformats „Rechendreieck“, die Möglichkeiten, die auch das analoge Pendant bietet. Innerhalb der drei Felder des Rechendreiecks können Plättchen per Multitouch mit den Fingern in den einzelnen Feldern platziert werden. Die Außenzahlen werden synchron zur Handlung in entsprechenden Feldern außerhalb des Dreiecks angezeigt. Alle Felder, Innen- wie auch Außenzahlen können separat verdeckt werden, sodass die Möglichkeit besteht, nach ausgewählten Zahlen des Rechendreiecks zu suchen. Auf www.lernsoftware-mathematik.de finden Sie einen ausführlichen Einblick in die Funktionen.

Leitfragen zur Appauswahl und Antworten zum Beispiel „Rechendreieck“	
Passt der gewählte Apptyp zum Unterrichtsziel? (Soll verstanden/ geübt/ problemlösend gearbeitet/ ... werden?)	<input checked="" type="checkbox"/>
Die App fällt unter den Typ „Aufgabenformate“. Sie ist damit zwar keine klassische Übungsapp aber gerade gute Aufgabenformate bieten sich an, um bereits erlernte Inhalte in neuen Zusammenhängen zu üben.	
Können durch den Einsatz der App Fortschritte im Verständnis der Kinder bezüglich des anvisierten Unterrichtsziels versprochen werden?	<input checked="" type="checkbox"/>
Durch das Üben der Zahlzerlegung in strukturellen Zusammenhängen kann das Verständnis vertieft werden.	
Ermöglicht die App den Lernenden Entdeckungen zu machen und daran zu lernen?	<input checked="" type="checkbox"/>
Ja, da die Felder im Rechendreieck in einem operativen Zusammenhang stehen und Veränderungen eines Wertes Veränderungen in anderen Feldern mit sich ziehen, die beobachtet und analysiert werden können.	
Stehen gestellte Aufgaben in einem strukturellen Zusammenhang und ermöglichen so beziehungsreiches Üben?	<input type="checkbox"/>
Die App generiert keine eigenen Aufgaben. Die Aufgaben müssen von der Lehrperson gestellt bzw. vom Lernenden eingegeben werden. Beim Rechendreieck bietet es sich besonders an, Werte systematisch zu variieren und Veränderungen zu beobachten. Wenn die Lehrperson entsprechende Arbeitsaufträge vergibt, sind die strukturellen Zusammenhänge demnach gegeben.	
Werden in der App verschiedene Darstellungsformen angeboten und synchron abgebildet?	<input checked="" type="checkbox"/>
Es besteht eine Synchronität zwischen virtuell-enaktiver (Plättchendarstellung) und symbolischer Ebene (Außenzahlen). Eine Veränderung der Anzahl der Plättchen einzelner Felder (durch Hinzufügen, Wegnehmen, Verschieben in ein anderes Feld) führt zu entsprechenden Veränderungen der Außenzahlen.	
Bietet die App Strukturierungshilfen an, indem unstrukturierte Mengen oder Darstellungen automatisch geordnet werden können und quasi-simultane Zahlerfassung möglich wird?	<input type="checkbox"/>



Strukturierungshilfen werden nicht angeboten, die geringe Menge der Plättchen erfordert dies aber auch nicht zwingend.	
Werden Operationen durch Animationen sinnvoll veranschaulicht?	<input type="checkbox"/>
Nein, es werden keine Animationen zur Veranschaulichung von Rechenoperationen angeboten.	
Nimmt die App den Lernenden einfache (Rechen-)Tätigkeiten ab und ermöglicht ihnen so einen fokussierten Blick auf Veränderungen, Strukturen und mathematische Zusammenhänge?	<input checked="" type="checkbox"/>
Zur Umlagerung von Denk- und Arbeitsprozessen können Außenzahlen automatisiert berechnet werden, um so Entdeckungen machen zu können (z. B. wie verändern sich die Randzahlen, wenn in jedes Feld 1,2,3 Plättchen dazugelegt werden?).	
Bietet die App eine automatische Rückmeldung an, die über ein „falsch“ oder „richtig“ hinausgeht und den Lernenden fachliche Hilfestellungen oder Überarbeitungshinweise gibt?	<input type="checkbox"/>
Eine Informative Rückmeldung findet nicht statt, da die App nicht auf das Erstellen von konkreten Lösungen (im Sinne einer Aufgabensammlung) ausgerichtet ist, sondern das Bearbeiten von problemstrukturierten Übungen ermöglichen soll.	
Bieten sich im Unterricht Möglichkeiten ergiebige Aufgaben zu stellen, die vor dem Hintergrund des Appeinsatzes von den Kindern bearbeitet werden können?	<input checked="" type="checkbox"/>
Für das Aufgabenformat Rechendreiecke lassen sich eine Vielzahl von ergiebigen Aufgaben finden (https://pikas-digi.dzlm.de/node/29). (Diese sind unabhängig vom Einsatz des digitalen Tools.)	
Inwiefern benötigen die Lernenden Unterstützung, um mit der App eigenständig arbeiten zu können? Steht der Aufwand in einem guten Verhältnis zum erwünschten Ertrag?	<input checked="" type="checkbox"/>
Die App kann von Kindern schnell eigenständig bedient werden. Die Funktionen werden in der Regel ohne weitere Erklärung von den Kindern erkannt und genutzt. Lediglich das Löschen aller abgelegter Plättchen durch Schütteln des Tablets wird für gewöhnlich nicht eigenständig entdeckt. Sollte das Aufgabenformat „Rechendreieck“ noch unbekannt sein, müssen die hier geltenden Regeln erst erarbeitet werden.	
Inwiefern lassen sich Arbeitsergebnisse oder Prozesse für die spätere gemeinsame Reflexion dokumentieren?	<input type="checkbox"/>
Die Ergebnissicherung kann durch Screenshots (und ggf. entsprechenden Druck) leicht hergestellt werden. Sichtbarmachen und Wiederholen eines getätigten Veränderungsprozesses (und dessen Auswirkungen und Besonderheiten) sind im Rahmen einer Bildschirmaufnahme möglich.	

Schlussfolgerungen

Anhand der Leitfragen werden viele positive Aspekte ersichtlich, die für den Einsatz dieser App sprechen. Damit die erkannten Potentiale nun gewinnbringend ausgeschöpft werden können, bedarf es allerdings noch einer entsprechend sinnvollen Einbettung der App in einen unterrichtlichen Kontext, der prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen berücksichtigt. Unter <https://pikas-digi.dzlm.de/unterricht> finden Sie Anregungen und Beispiele, wie ein solcher Einsatz aussehen könnte.





Verfügbare Materialien

- Den Leitfragenkatalog zur selbstständigen Analyse von unterrichtsrelevanter Software finden Sie im Anhang als Vorschau und auf <http://www.pikas-digi.dzlm.de/software> als PDF zum Download.
- Praxisbeispiele zum Einsatz der Rechendreiecke-App im Mathematikunterricht finden Sie unter <https://pikas-digi.dzlm.de/unterricht>.

Literatur

- Barzel, B. & Schreiber, Ch. (2017). Digitale Medien im Unterricht. In M. Abshagen, B. Barzel, J. Kramer, T. Riecke-Baulecke, B. Rösken-Winter & Ch. Selter (Hrsg.), **Basiswissen Lehrerbildung: Mathematik unterrichten**. Seelze: Kallmeyer.
- Irion, T. & Kammerl, R. (2018). Mit digitalen Medien lernen - Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen. **Die Grundschulzeitschrift**, 307, S. 12-18.
- Krauthausen, G. (2012). **Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule**. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Ladel, S. (2012). Förderung allgemeiner mathematischer Kompetenzen durch den Einsatz digitaler Medien in der Primarstufe. In M. Ludwig & M. Kleine (Hrsg.), **Beiträge zum Mathematikunterricht 2012** (S. 529-532). Münster: WTM-Verlag.
- Ladel, S. (2017). Ein TApplet für die Mathematik. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), **Tablets in Schule und Unterricht - Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien**. Wiesbaden: Springer.
- Ladel, S. (2018). Sinnvolle Kombination virtueller und physischer Materialien. In S. Ladel, J. Knopf & A. Weinberger (Hrsg.), **Digitalisierung und Bildung**. Wiesbaden: Springer.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008). **Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen**. Frechen. Ritterbach Verlag GmbH.
- Schipper, W. (2005). **Rechenstörungen als schulische Herausforderung. Beschreibung des Moduls 4 für das Projekt Sinus-Transfer Grundschule**. Verfügbar unter <http://www.uni-bielefeld.de/idm/serv/sinus-modul4.pdf> [04.06.2019].







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.

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.

Material

Vorschau Leitfragenkatalog

Software Potentiale digitaler Medien		Leitfragenkatalog zur Softwareauswahl für den Einsatz im Mathematikunterricht	
Dieser Leitfragenkatalog bietet Ihnen einen Überblick, nach welchen Kriterien Software (Computerprogramme/Apps) für den Mathematikunterricht ausgewählt und Planungsentscheidungen für den Unterricht getroffen werden können.			
Software / App			
Name der App			
Entwickler der App			
Plattform / OS			
Preis			
Leitfragen zur Appauswahl		Antworten	
<input type="checkbox"/>	Passt der gewählte App zum Unterrichtsziel? (Soll verstanden/ gelöst/ problemlösend gearbeitet/ ... werden?)		
<input type="checkbox"/>	Können durch den Einsatz der App Fortschritte im Verständnis der Kinder bezüglich des avisierten Unterrichtsziels versprochen werden?		
<input type="checkbox"/>	Ermöglicht die App den Lernenden Entscheidungen zu machen und daran zu lernen?		
<input type="checkbox"/>	Sind gestellte Aufgaben in einem strukturellen Zusammenhang und ermöglichen so beziehungsreiches Üben?		
<input type="checkbox"/>	Werden in der App verschiedene Darstellungsformen angeboten und synchron abgebildet?		
<input type="checkbox"/>	Bietet die App Strukturierungshilfen an, indem unstrukturierte Mengen oder Darstellungen automatisch geordnet werden können und quasi-simultane Zahlerfassung möglich wird?		
<input type="checkbox"/>	Werden Operationen durch Animationen sinnvoll veranschaulicht?		
<input type="checkbox"/>	Nimmt die App den Lernenden einfache (Rechen-)Fähigkeiten ab und ermöglicht ihnen so einen fokussierten Blick auf Veränderungen, Strukturen und mathematische Zusammenhänge?		
<input type="checkbox"/>	Bietet die App eine automatische Rückmeldung an, die über ein „falsch“ oder „richtig“ hinausgeht und den Lernenden fachliche Hilfestellungen oder Überarbeitungshinweise gibt?		
<input type="checkbox"/>	Bieten sich im Unterricht Möglichkeiten ergiebige Aufgaben zu stellen, die vor dem Hintergrund des Appensatzes von den Kindern bearbeitet werden können?		
<input type="checkbox"/>	Inwiefern benötigen die Lernenden Unterstützung, um mit der App eigenständig arbeiten zu können? Steht der Aufwand in einem guten Verhältnis zum erwünschten Ertrag?		
<input type="checkbox"/>	Inwiefern lassen sich Arbeitsergebnisse oder Prozesse für die spätere gemeinsame Reflexion dokumentieren?		
Leitfragen zur unterrichtlichen Rahmung		Antworten	
Wie kann die Nutzung der App eingeführt werden? Welche Anleitungen und Hilfestellungen benötigen die Lernenden? Ist es möglich, die Funktionen selbstentdeckend erarbeiten zu lassen?			
Welche (ergiebigen) Aufgaben bieten sich für den Unterricht an?			
Welche prozessbezogenen Kompetenzen können angesprochen und gefördert werden?			
Welche Arbeits- und Reflexionsaufträge bieten sich an?			
Welche zusätzliche Unterstützung benötigen die Lernenden?			
Welche analogen Medien bieten sich gegebenenfalls für den parallelen Einsatz an?			
Wie können Arbeitsergebnisse festgehalten werden? Wie kann eine gemeinsame Reflexion organisiert werden?			
Fazit:			
<div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>			
Anhand Ihrer Antworten können Sie erkennen, welche Möglichkeiten die App hinsichtlich eines Einsatzes im Unterricht bietet. Dabei muss bzw. kann selbstverständlich nicht jede App alle Kriterien erfüllen, um als „geeignet“ bewertet zu werden, da abhängig vom jeweiligen Unterrichtsziel die Leitfragen auch unterschiedlich zu gewichten sind. Weitere Ideen und Beispiele zur Einbindung von Apps in den Mathematikunterricht finden Sie unter http://www.pikas-digi.dzlm.de/unterricht .			
 September 2020 © PIKAS digi (pikas-digi.dzlm.de)		 September 2020 © PIKAS digi (pikas-digi.dzlm.de)	

