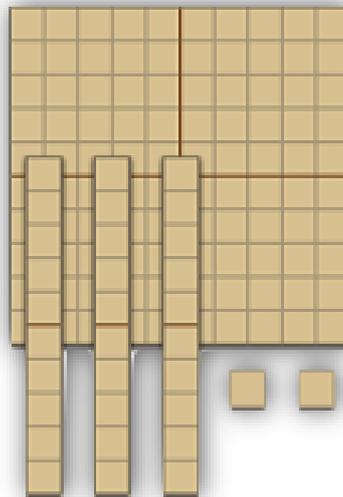


Stellenwerte üben



Didaktischer Kommentar für Lehrerinnen und Lehrer
zu einer Übungsapp für Android-Tablets

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	2
1. Mathematikdidaktischer Hintergrund	3
1.1. Stellenwertverständnis	3
1.2. Das virtuelle Material	4
2. Die Tablet-App ‚Stellenwerte üben‘	6
2.1. Übungsmodule	7
2.2. Bedienung und Funktionen	10
3. Technische Hinweise	15
Literatur	16

Dr. Axel Schulz
Universität Bielefeld
Institut für Didaktik der Mathematik
(IDM)
Universitätsstraße 25, Raum V6-235
D-33615 Bielefeld
Tel.: +49 521-106-2503
axel.schulz@uni-bielefeld.de

Dr. Daniel Walter
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Didaktik der Mathematik und
der Informatik (IDMI)
Fliegenerstraße 21, Raum 324
D-48149 Münster
Tel.: +49 251-83-33738
d.walter@uni-muenster.de

Vorbemerkungen

Ein gutes Stellenwertverständnis ist eines der wichtigsten und tragfähigsten Konzepte für das erfolgreiche Mathematiklernen. Das gilt sowohl für das Rechnen, für die Orientierung im Zahlenraum, aber auch später für eine verständnisbasierte Verwendung von Dezimalbrüchen (‚Kommazahlen‘). Mit der App ‚Stellenwerte üben‘ soll dieses Verständnis gefestigt werden.

Die App ‚Stellenwerte üben‘ ist dabei explizit *keine* ‚Selbstlern-App‘. Die App kann und sollte nur auf Grundlage eines bereits entwickelten Stellenwertverständnisses genutzt werden, um die Grundlagen dieses Verständnisses weiter zu festigen. Die Erarbeitung und Entwicklung eines tragfähigen Stellenwertverständnisses ist dabei Aufgabe des Mathematikunterrichts; die App ‚Stellenwerte üben‘ kann vor diesem Hintergrund in der Unterrichtsphase des Übens eingesetzt werden. Verstehendes Üben kann dabei nur gelingen, wenn die Übungsinhalte immer wieder gemeinsam aufgegriffen und reflektiert werden. Die Kommunikation über mathematische Inhalte ist durch eine App nicht zu ersetzen. Sie kann aber durch die App sinnvoll ergänzt werden.

Die Gestaltung der App ‚Stellenwerte üben‘ ist bewusst schlicht gehalten. Das Ziel ist die Fokussierung des mathematischen Kerns. Sowohl die App als auch der begleitende didaktische Kommentar wurden dabei auf der Grundlage mathematikdidaktischer Forschungserkenntnissen entwickelt. Eine ausführliche Darstellung der Literatur, auf die für die Entwicklung der App und das Verfassen dieses didaktischen Kommentars zurückgegriffen wurde, ist diesem Kommentar beigefügt. Im Textteil wird jedoch auf Quellverweise verzichtet.

I Mathematikdidaktischer Hintergrund

I.1 Stellenwertverständnis

Beim Stellenwertverständnis handelt es sich um ein wichtiges, aber sehr komplexes Konzept. Auf dem Weg zu einem flexiblen Stellenwertverständnis sind einige Aspekte zu beachten, die auch in ‚Stellenwerte üben‘ umgesetzt wurden:

Mengen bündeln: Grundlegend für das Stellenwertsystem ist das Prinzip der fortgesetzten Bündelung. Hierzu werden Mengen immer zu Bündeln gleicher Größe zusammengefasst, wobei a) solange weitergemacht wird, bis kein neues Bündel mehr voll wird, und b) werden fertige Bündel ihrerseits auch wieder zusammengefasst, wenn es mehr als zehn ihrer Sorte gibt. Aus Zehner-Bündeln entstehen auf diese Weise Hunderter-Bündel, aus diesen können Tausender-Bündel entstehen etc.

Zahlen schreiben: Zum eindeutigen Aufschreiben von Zahlen werden die oben beschriebenen Zehnerpotenz-Bündel sortiert: Die Einer werden ganz rechts positioniert, dann kommen links daneben die Zehnerbündel, links daneben die Hunderterbündel usw. Aufgrund dieser festgelegten und eindeutigen Sortierung müssen die jeweiligen Bündelungseinheiten beim Notieren von Zahlen nicht mehr dazugeschrieben werden (z. B. $8E+4H+3Z$), da die Position einer Ziffer ihren Stellenwert, ihre „Bündelgröße“, bestimmt.

Zahlen sprechen: Beim Sprechen von Zahlen werden die Teilmengen der betreffenden Zahl entsprechend ihrer Stellenwerte verbalisiert (zum Beispiel siebentausendachthundertfünfunddreißig). Dabei ist im Deutschen besonders auf die inverse Zahlwortbildung bei Zehnern und Einern hinzuweisen: Die Einer werden vor den Zehnern ausgesprochen (obwohl die Reihenfolge der notierten Stellenwerte eine andere ist).

Übersetzungen zwischen Darstellungsebenen: Eine tragfähige Grundvorstellung von (großen) Zahlen können wir dann annehmen, wenn ein Kind (oder Erwachsener) in der Lage ist, sicher zwischen dem notierten Zahlzeichen einer Zahl, dem dazugehörigen Zahlwort und der entsprechenden (vorgestellten) Menge flexibel hin und her zu übersetzen (vgl. Abb. 1). Ein tragfähiges Stellenwertverständnis zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass das Kind weiß und erklären kann, wie die einzelnen Ziffern des Zahlzeichens, die Bestandteile des Zahlwortes und die Anzahlen der einzelnen Bündelungseinheiten zusammenhängen: Die Zwei steht links von der Vier, weil das die zwei Zehner sind; die Zahl heißt vierundzwanzig, weil sie aus vier Einern und zwei Zehnern (also zwanzig) zusammengesetzt ist; im Zahlzeichen 777 werden die drei Siebenen unterschiedlich versprachlicht: siebenhundert, siebenzig, sieben. Gerade diese sechs möglichen Übersetzungen und das Erkennen und Nutzen der Zusammenhänge zwischen den drei verschiedenen Darstellungsebenen zeichnet ein tragfähiges Stellenwertverständnis aus.

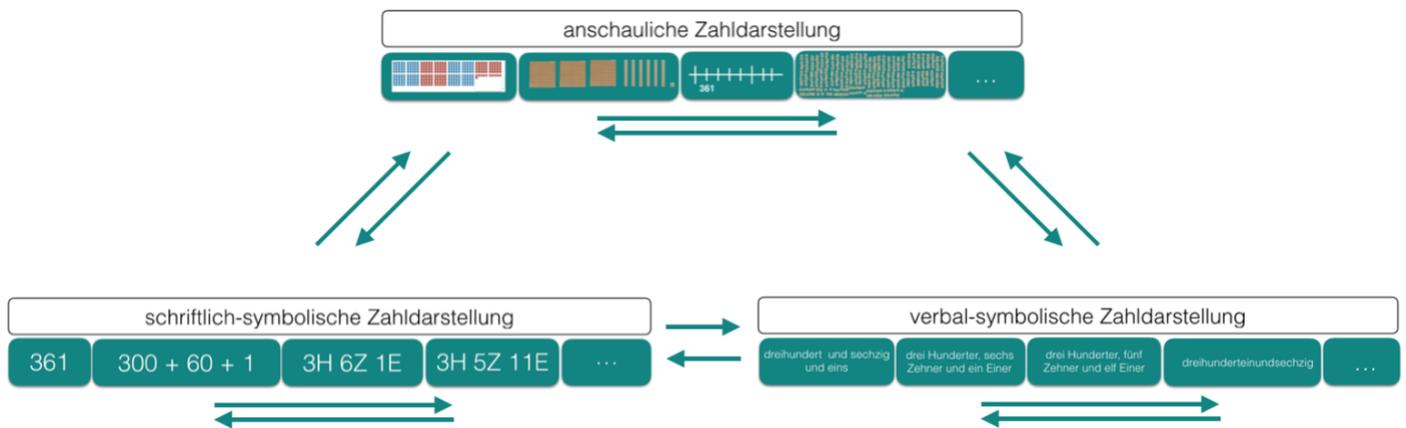


Abb. 1: Übersetzungen zwischen Zahldarstellungen am Beispiel der Zahl 361
(entnommen von: pikas-mi.dzlm.de)

1.2 Das virtuelle Material

Das in der Tablet-App ‚Stellenwerte üben‘ genutzte „virtuelle Material“ orientiert sich am *Zehnersystem-Material* (auch bekannt als *Mehrsystemblöcke* oder *Dienes-Material*, vgl. Abb. 2).

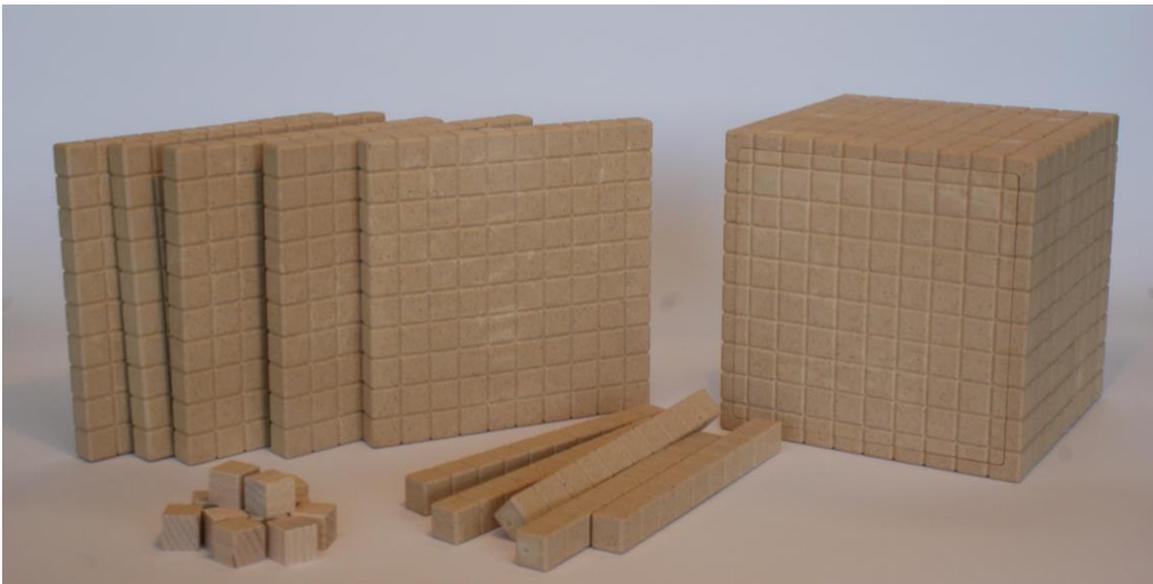


Abb. 2: Zehnersystem-Material

Die Nutzung der virtuellen Entsprechung dieses Materials und somit der strukturellen Ähnlichkeit zwischen realem und virtuellem Material hat mehrere Gründe:

- 1) Vielen Schülerinnen und Schülern ist das Zehnersystem-Material aus dem Unterricht und / oder dem Schulbuch bekannt. Es stellt für sie im Rahmen der Tablet-App keinen vollkommen neuen Lerninhalt dar.
- 2) Durch die jeweiligen Repräsentanten der Bündelungseinheiten (Hunderter, Zehner, Einer) wird einerseits die Mächtigkeit der einzelnen Bündelungseinheiten deutlich (z. B. „Wie viel ist ein Hunderter?“) und andererseits auch der Zusammenhang zwischen den einzelnen Bündelungseinheiten (z. B. „Ein Hunderter besteht aus zehn Zehnern.“).
- 3) Die verschiedenen Repräsentanten der Bündelungseinheiten ermöglichen ein stellengerechtes Darstellen und Auffassen von Zahlen: Hunderter werden links gelegt (notiert, gesehen), rechts davon die Zehner, rechts davon die Einer.

Begründet ist auch der Einsatz einer sog. Sortiertafel, in der die jeweiligen Repräsentanten (Hunderter, Zehner, Einer) stellengerecht dargestellt werden können.

- 4) Die Sortiertafel ist eine visuelle Unterstützung, durch die die Position der einzelnen Stellenwerte veranschaulicht wird.
- 5) Durch das Verschieben von Repräsentanten von einer Spalte in eine andere kann der Werterhalt einer Zahl gut veranschaulicht werden – sowohl beim Bündeln („Was passiert, wenn ich zehn Zehner bündele?“ – „Die zehn Zehnerstangen ‚ziehen‘ sich zu einem Hunderter ‚zusammen‘.“) als auch beim Entbündeln („Was passiert, wenn ich einen Zehner in die Einer-Spalte ziehe?“ – „Die Zehnerstange ‚zerfällt‘ in zehn Einer.“).
- 6) Die Farbgebung der Sortierspalten orientiert sich dabei an den Farben für Einer, Zehner und Hunderter im dekadischen Montessori-Material. Falls diese gängige Farbgebung auch im Unterricht genutzt wurde, können Analogien hierzu hergestellt werden.

Wichtig: Obwohl die Sortiertafel hinsichtlich der Anordnung der Bündelungseinheiten Gemeinsamkeiten mit einer Stellenwerttafel hat, sollte sie nicht mit dieser gleichgesetzt werden. Bei der Sortiertafel handelt es sich um ein Werkzeug, mit dem verschiedene Repräsentanten (Hunderterplatten, Zehnerstangen und Einerwürfel) geordnet werden können. Die Wertigkeit der Repräsentanten ist dabei vorbestimmt. Bei einer Stellenwerttafel ist die Wertigkeit der Objekte (z. B. Plättchen) hingegen von der Position in der Stellenwerttafel abhängig. Ein Plättchen in der Einerspalte hat den Wert ‚1‘, in der Zehnerspalte jedoch den Wert ‚10‘. Wird ein Plättchen in der Stellenwerttafel bspw. von der Zehner- in die Einerspalte verschoben, hat es einen anderen Wert. Bei der Tablet-App verändert sich der Wert jedoch nicht. Wird eine Zehnerstange in die Einer-Spalte verschoben, ‚spaltet‘ sich die Zehnerstange in zehn Einerwürfel auf. Der Wert der Repräsentanten bleibt erhalten.

2 Die Tablet-App ‚Stellenwerte üben‘

Ausgehend von dem beschriebenen Konzept eines fundierten Stellenwertverständnisses ist die gezielte Thematisierung *jeglicher* Übersetzungsmöglichkeiten zwischen Zahlwort, Zahlzeichen und (gebündelter) Mengendarstellung von großer Bedeutung. Daher ist die App ‚Stellenwerte üben‘ modular aufgebaut. Es besteht aus sechs einzelnen Übersetzungsmodulen. In jedem der sechs Module wird die Übersetzung einer Darstellung in eine andere aufgegriffen (z. B. vom Zahlzeichen zur Mengendarstellung).

Neben den *sechs Übersetzungsmodulen* (Spalten 2 bis 4 in Abb. 3) sind zusätzlich *zwei Grundlagenmodule* (Spalte 1 in Abb. 3) vorhanden. Diese acht Module werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

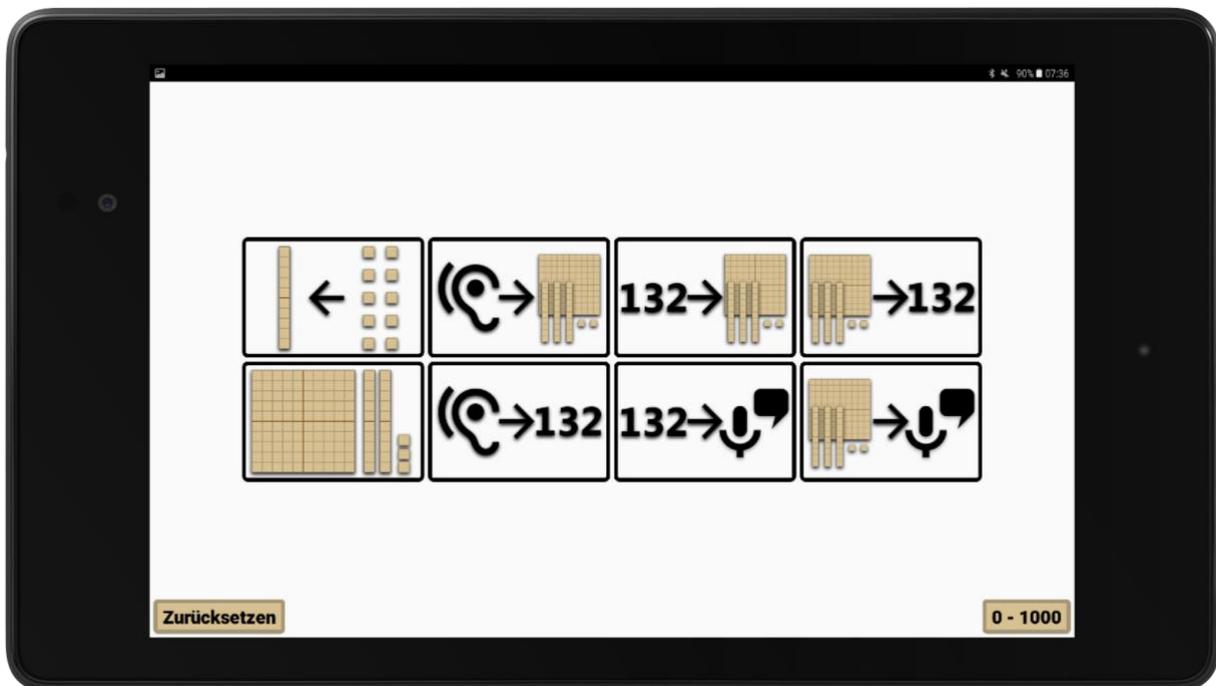


Abb. 3: Startbildschirm mit zwei Grundlagen- und sechs Übersetzungsmodulen

Auf dem Startbildschirm findet sich unten rechts ein Button, mit dem festgelegt werden kann, ob Zahlen aus dem Zahlenraum bis tausend ‚0-1000‘ oder bis hundert ‚0-100‘ zum Üben bereitgestellt werden. Die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben wird durch die schrittweise Einfärbung der jeweiligen Modul-Button dokumentiert; dieser Arbeitsfortschritt kann durch den Button unten links zurückgesetzt werden. Abbildung 3 zeigt hingegen den Bildschirm beim ersten Start der App, so dass die Module (noch) weiß hinterlegt sind.

Die Beschreibung der Module findet sich in Abschnitt 2.1, die Hinweise zur Bedienung der App in Abschnitt 2.2.

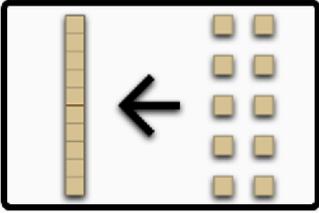
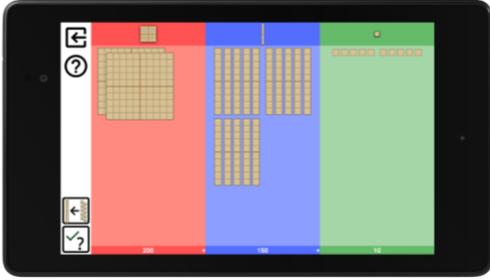
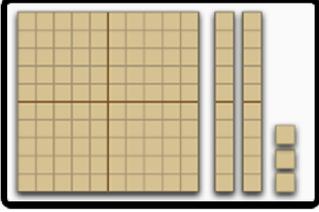
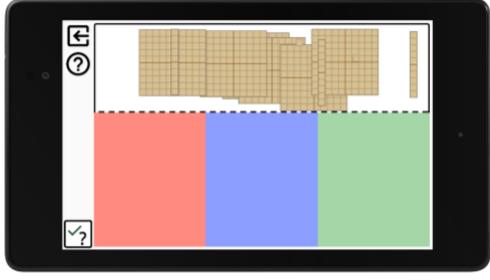
2.1 Übungsmodule

Die Tablet-App ‚Stellenwerte üben‘ besteht aus insgesamt acht Übungsmodulen, davon zwei *Grundlagenmodule* und sechs *Übersetzungsmodule*.

Grundlagenmodule

Zwei zentrale Prinzipien des Stellenwertverständnisses sind das *Bündeln* und das *Sortieren* von Repräsentanten. Damit Kinder diese Grundlagen zum Verstehen der Stellenwerte festigen, ist die vorherige Arbeit in den Grundlagenmodulen von großer Bedeutung.

Tabelle 1: Grundlagenmodule in ‚Stellenwerte üben‘

Modul und Symbol	Bildschirmoberfläche beim Start des Moduls	Arbeitsauftrag
<p>Bündeln</p> 		<p>Bündele! Zehn Einer sind ein Zehner; Zehn Zehner sind ein Hunderter!“</p>
<p>Sortieren</p> 		<p>Sortiere die Hunderter, Zehner und Einer in die Sortiertafel“</p>

Im ersten Grundlagenmodul wird das **Bündeln** thematisiert. Zunächst wird ein ungebündelter Materialsatz gezeigt. In obigem Beispiel besteht dieser aus 2 Hunderterplatten, 15 Zehnerstangen und 10 Einerwürfeln – eine unkonventionelle Darstellung der Zahl 360. Die Aufgabe der Kinder ist es, diesen Materialsatz nach Standardteilung zu bündeln, so dass 3 Hunderterplatten, 6 Zehnerstangen und kein Einerwürfel dargestellt sind. Dieses Modul regt die Kinder somit an, ungebündelte Materialsätze so lange zu bündeln, bis nicht weiter gebündelt werden kann.

Das zweite Grundlagenmodul befasst sich mit dem passenden **Sortieren** von Repräsentanten in einer Sortiertafel, die auch in den sechs Übersetzungsmodulen genutzt wird. Beim Start des Moduls wird ein unsortierter Materialsatz im oberen Teil des Bildschirms dargestellt. Das Kind hat die Aufgabe, die einzelnen Repräsentanten (Einerwürfel, Zehnerstangen und Hunderterplatten) entsprechend der jeweiligen Bündelungseinheiten (Einer, Zehner, Hunderter) in die Sortiertafel einzuordnen. Die Repräsentanten werden so

sortiert, dass die größte Bündelungseinheit (Hunderter) links steht, während die kleinste Bündelungseinheit (Einer) auf der rechten Seite der Sortiertafel platziert wird. Somit müssen die Hunderterplatten in das rote, die Zehnerstangen in das blaue und die Einerwürfel in die grüne Spalte einsortiert werden.

Es ist sinnvoll, die Grundlagenmodule vor den anderen Modulen zu bearbeiten. Die dort gefestigten mathematischen Ideen bilden die Grundlage für die Arbeit in den anderen Modulen.

Übersetzungsmodule

Es stehen sechs verschiedene Module bereit, die jeweils unterschiedliche Darstellungswechsel aufgreifen (vgl. Tab. 2). Der jeweilige Arbeitsauftrag wird nach dem Start des Moduls über die Lautsprecher des Tablets ausgegeben. Die Arbeitsaufträge müssen von den Kindern somit nicht selbst gelesen werden, worin für einige Kinder häufig schon eine Hürde besteht, bevor die einzelnen Aufgaben überhaupt erst bearbeitet werden.

Im Modul **Menge** → **Zahlwort** wird eine mit Repräsentanten dargestellte Menge (bspw. 4 Hunderterplatten, 2 Zehnerstangen, 3 Einerwürfel) gezeigt. Die Aufgabe in diesem Modul besteht darin, das dazu passende Zahlwort (hier: vierhundertdreiundzwanzig) einzusprechen. Die Spracherkennung wird über das Drücken des Mikrofonsymbols aktiviert.

Im Modul **Menge** → **Zahlzeichen** soll die mit Repräsentanten dargestellte Menge (bspw. 5 Hunderterplatten, 9 Zehnerstangen) als Zahlzeichen eingetippt werden. Die Kinder sollen eintragen, wie viele Hunderter, Zehner und Einer vorliegen und dadurch das zur Menge passende Zahlzeichen (hier: 590) bilden.

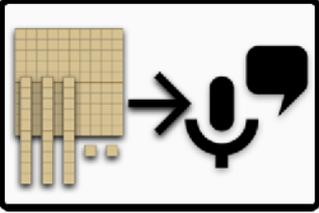
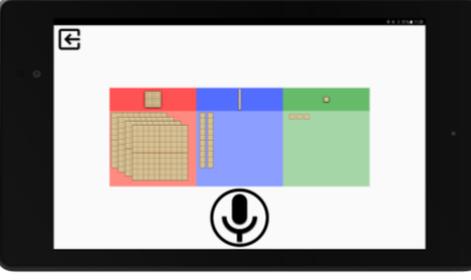
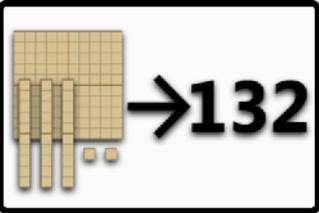
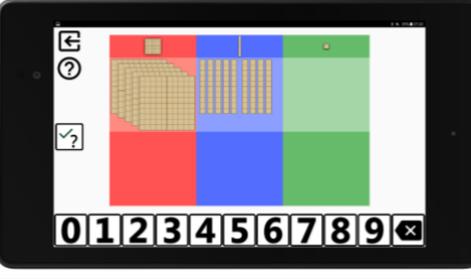
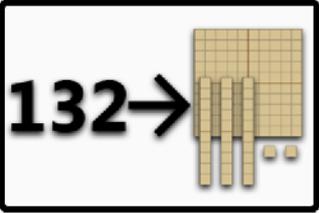
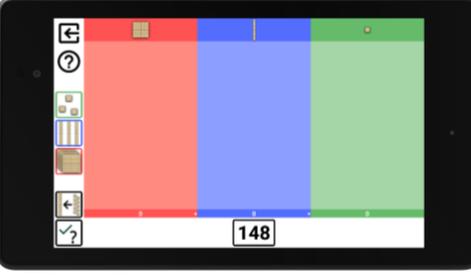
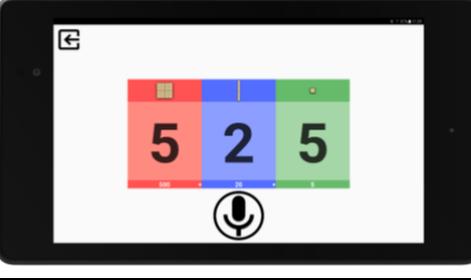
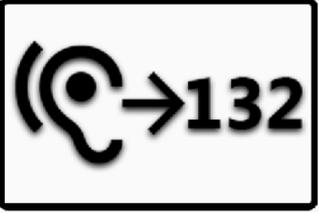
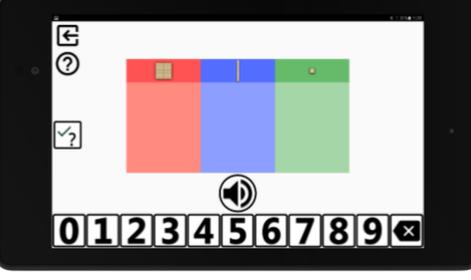
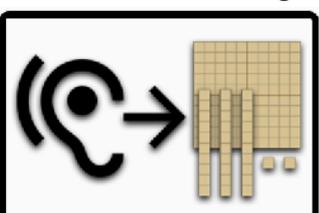
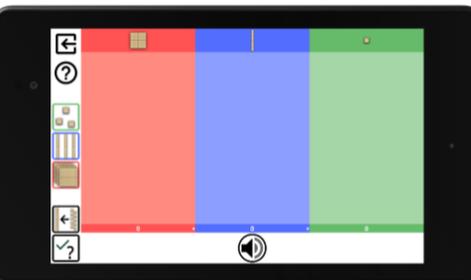
Im Modul **Zahlzeichen** → **Menge** wird ein Zahlzeichen gezeigt (z. B. 148). Diese Zahl soll mit virtuellem Zehnersystem-Material dargestellt werden. Dafür werden genauso viele Platten, Stangen und Würfel in die Sortiertafel gelegt, wie die Zahl Hunderter, Zehner und Einer hat (hier: eine Hunderterplatte, vier Zehnerstangen sowie acht Einerwürfel in den entsprechenden Feldern).

Im Modul **Zahlzeichen** → **Zahlwort** soll ein vorgegebenes Zahlzeichen (bspw. 525) mit Hilfe der Spracherkennung ausgesprochen werden. Die Kinder müssen somit eine nonverbal-symbolische in eine verbal-symbolische Darstellung übersetzen und das passende Zahlwort (hier: fünfhundertfünfundzwanzig) benennen.

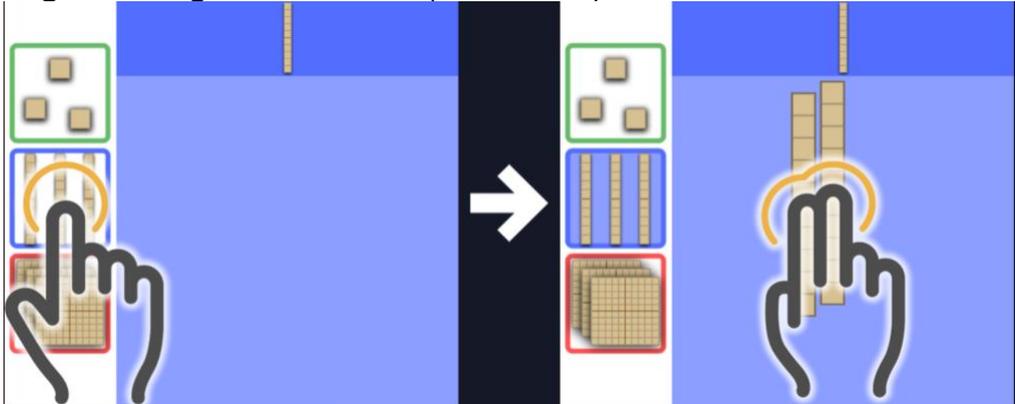
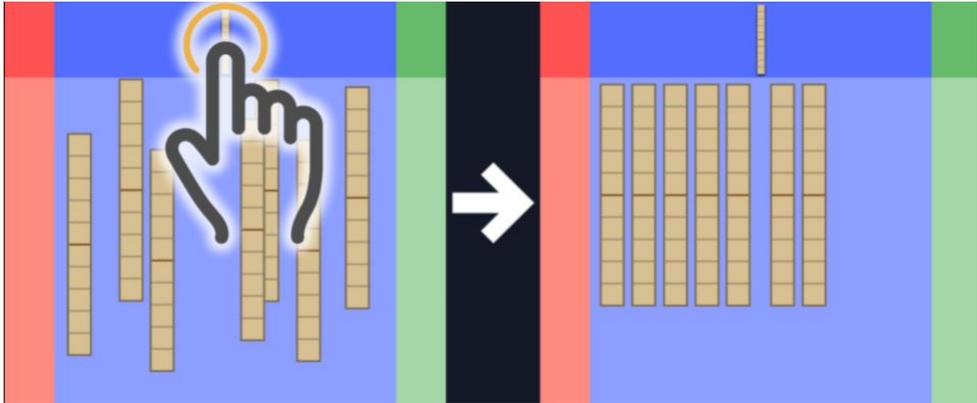
Im Modul **Zahlwort** → **Zahlzeichen** wird ebenfalls ein Zahlwort über die Lautsprecher des Tablets ausgegeben (bspw. einhundertvierundsechzig). Die Aufgabe besteht darin, das dazu passende Zahlzeichen zu bestimmen. Es muss angegeben werden, aus wie vielen Hundertern, Zehnern und Einern die Zahl zusammengesetzt ist (hier: 164).

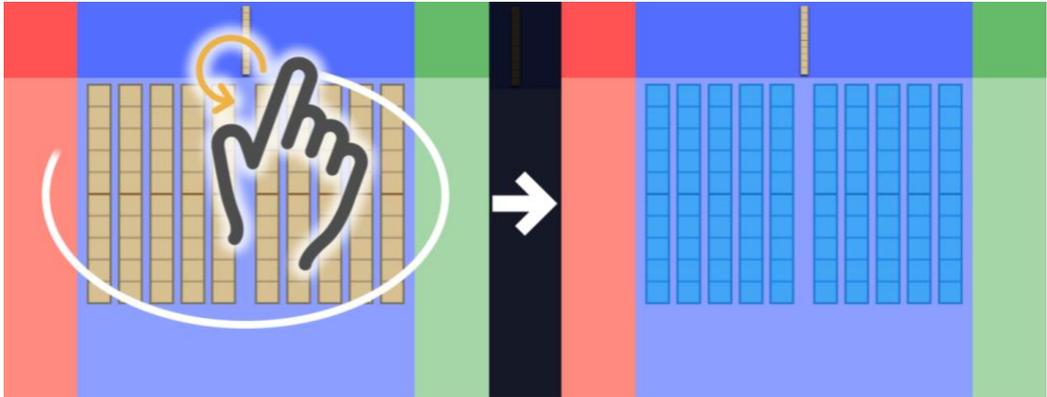
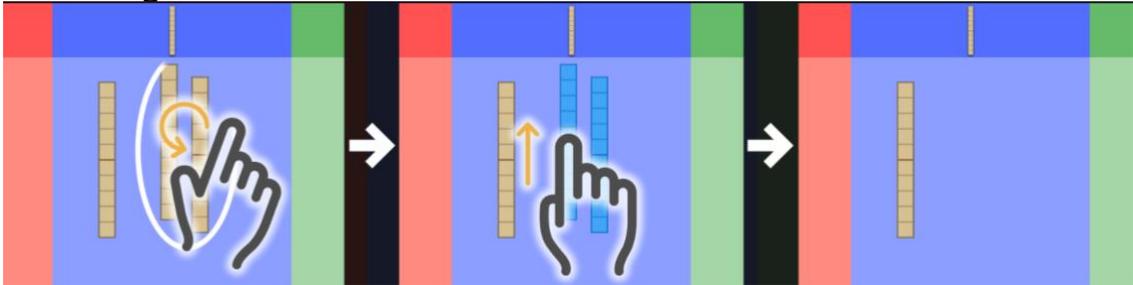
Im Modul **Zahlwort** → **Menge** wird eine Zahl genannt (bspw. „vierhundertdrei“). Die Aufgabe ist es, eine dazu passende Mengendarstellung in der Sortiertafel zu erzeugen (hier: vier Hunderterplatten und drei Zehnerstangen). Das gegebene Zahlwort kann durch eine Berührung des Lautsprechersymbols beliebig oft wiedergegeben werden.

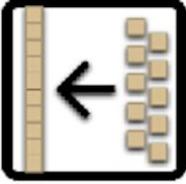
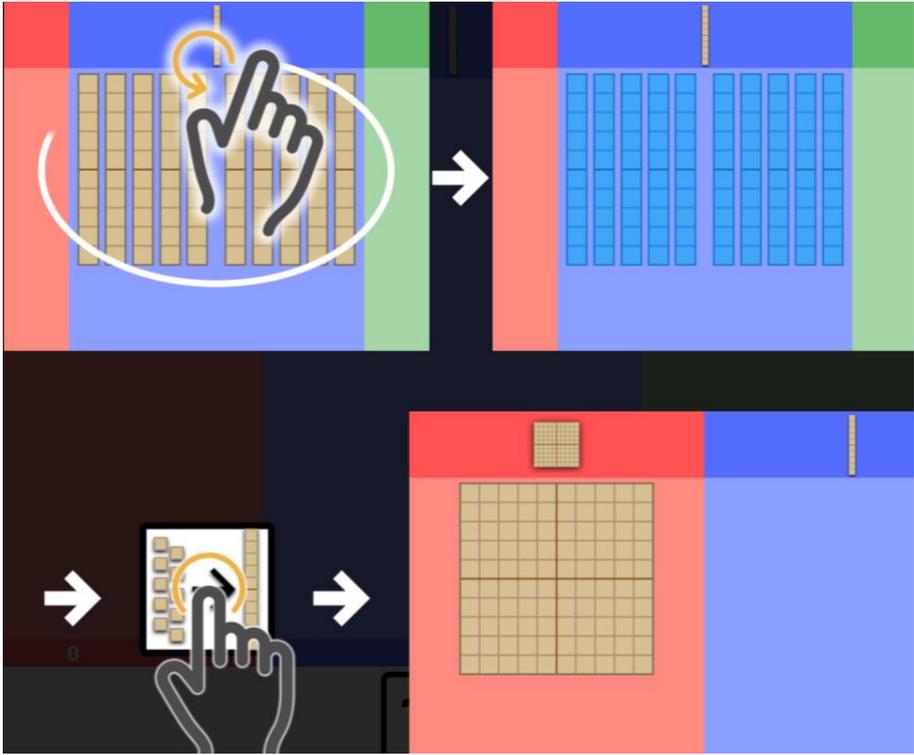
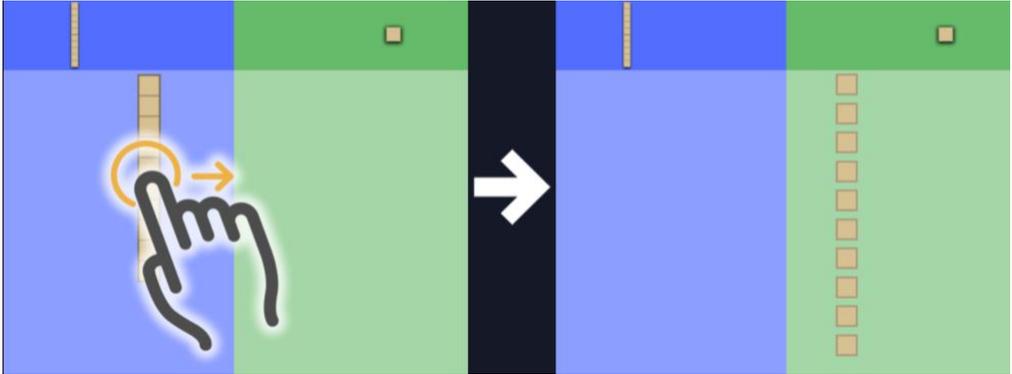
Tabelle 2: Übersetzungsmodule in ‚Stellenwerte üben‘

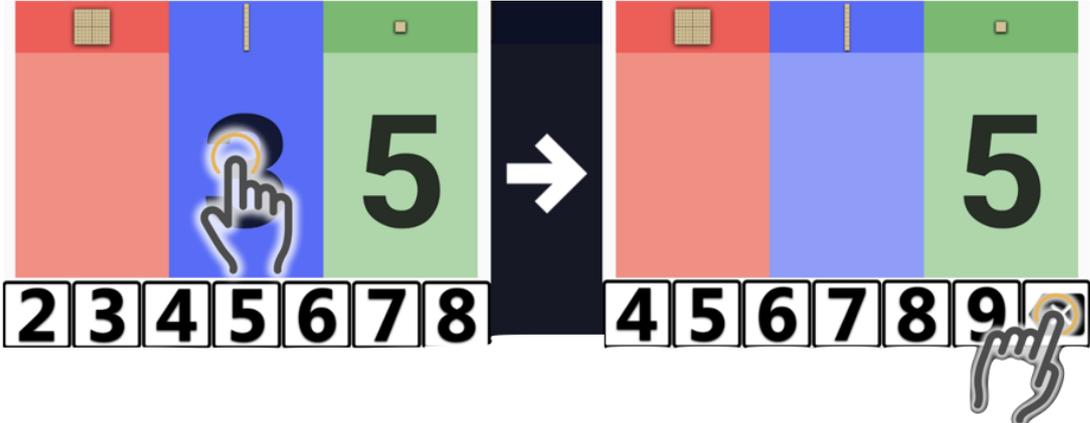
Modul und Symbol	Bildschirmoberfläche beim Start des Moduls	Arbeitsauftrag
<p>Menge → Zahlwort</p> 		<p>Hier liegt eine Zahl. Tippe auf das Mikrofon und sprich die Zahl!</p>
<p>Menge → Zahlzeichen</p> 		<p>Hier liegt eine Zahl. Wie viele Hunderter, Zehner und Einer siehst du? Tippe ein!</p>
<p>Zahlzeichen → Menge</p> 		<p>Hier siehst du eine Zahl. Wie viele Hunderter, Zehner und Einer hat die Zahl? Lege die Zahl in die Sortiertafel</p>
<p>Zahlzeichen → Zahlwort</p> 		<p>Hier siehst du eine Zahl. Tippe auf das Mikrofon und sprich die Zahl!</p>
<p>Zahlwort → Zahlzeichen</p> 		<p>Wenn du auf den Lautsprecher drückst, hörst du eine Zahl. Wie viele Hunderter, Zehner und Einer hat die Zahl? Tippe ein!</p>
<p>Zahlwort → Menge</p> 		<p>Wenn du auf den Lautsprecher drückst, hörst du eine Zahl. Wie viele Hunderter, Zehner und Einer hat die Zahl? Lege die Zahl in die Sortiertafel.</p>

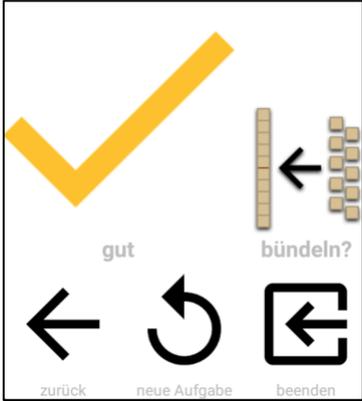
2.2 Bedienung und Funktionen

Funktion	Beschreibung
<p>Material legen</p> 	<p>Das Legen des virtuellen Materials muss über die Auswahlleiste am linken Bildschirmrand vorgenommen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Um Einer in der entsprechenden Spalte zu erzeugen, muss der grün umrandete Button für die Einerwürfel aktiviert werden. Dadurch wird dieser Button farblich stärker hervorgehoben. Erst dann können in die Einerspalte der Sortiertafel Einerwürfel hinzugefügt werden. Toucheingaben in das blaue oder rote Feld haben bei aktiviertem Einer-Button <i>keine</i> Auswirkungen. • Um Zehner zu legen, muss am linken Bildschirmrand das blau umrandete Feld mit den drei Zehnerstangen aktiviert werden. Erst dann können Zehner in der entsprechenden Spalte hinzugefügt werden. Die anderen Spalten sind dann nicht aktiv. • Für Hunderterplatten ist das Vorgehen analog. • Per Multitouch können auch mehrere Platten, Stangen oder Würfel hinzugefügt werden, indem der Bildschirm mit mehreren Fingern gleichzeitig berührt wird (siehe Abb.). 
<p>Material strukturieren</p>	<p>Hinzugefügte Repräsentanten sind in der Regel ungeordnet dargestellt. Eine Touchbedienung in der Kopfzeile der jeweiligen Spalte am oberen Bildschirmrand ordnet die Repräsentanten der entsprechenden Spalte. Die Strukturierung nutzt dabei die ‚Kraft der Fünf‘.</p> 

Funktion	Beschreibung
Material auswählen	<p>Sind (mehrere) Repräsentanten dargestellt, so können diese ausgewählt werden, um anschließend damit weiter zu arbeiten (bspw. um sie zu verschieben, zu löschen oder zu bündeln s. u.). Das Auswählen von Repräsentanten kann auf zwei Wegen vorgenommen werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Objekte einzeln nacheinander antippen. Nachdem die Objekte markiert wurden, sind sie blau eingefärbt. 2. Durch die Lasso-Funktion können mehrere Objekte ausgewählt werden. Hierzu muss der Nutzer die jeweiligen Objekte mit dem Finger umkreisen. Alle Repräsentanten, die sich innerhalb dieses Feldes befinden, werden anschließend blau eingefärbt. Um das Lasso nutzen zu können, müssen der Einer-, Zehner- und Hunderterbutton am linken Bildschirmrand deaktiviert sein. 
Material abwählen	<p>Es gibt es zwei Möglichkeiten, ausgewählte Repräsentanten wieder abzuwählen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Möchte der Nutzer genau ein angewähltes Objekt wieder abwählen, genügt eine Touchbedienung auf genau dieses Objekt. 2. Sollen alle angewählten Objekte in einer Spalte abgewählt werden, so kann dies mit einem „Doppelklick“ in einen leeren Bereich dieser Spalte umgesetzt werden.
Material löschen	<p>Sollen Repräsentanten gelöscht – also vom Bildschirm entfernt – werden, müssen diese an den oberen Bildschirmrand geschoben werden. Es können einzelne, aber auch mehrere Repräsentanten gleichzeitig nach vorheriger Auswahl gelöscht werden</p> 

Funktion	Beschreibung
<p>Bündeln</p> 	<p>Genau zehn Repräsentanten gleicher Art (z. B. 10 Einerwürfel) können gebündelt werden (z. B. zu einer Zehnerstange). Werden mehr oder weniger Repräsentanten ausgewählt und der Button betätigt, werden die Repräsentanten <i>nicht</i> gebündelt. Die Kinder sollen immer genau zehn Objekte gezielt auswählen, damit sie die Struktur des dezimalen Stellenwertsystems berücksichtigen!</p> 
<p>Entbündeln</p>	<p>Repräsentanten können nicht nur gebündelt, sondern auch entbündelt werden. Hierzu kann ein Repräsentant von einer Spalte der Sortiertafel in eine Spalte für eine kleinere Bündelungseinheit (also nach rechts) geschoben werden (siehe Abb.). Die Software entbündelt den Repräsentanten dann automatisch: Aus einer Zehnerstange werden zehn Einerwürfel und aus einer Hunderterplatte zehn Zehnerstangen. Darüber hinaus ist es auch möglich, eine Hunderterplatte in 100 Einerwürfel zu entbündeln, indem die Hunderterplatte in die grüne Spalte verschoben wird.</p> 

Funktion	Beschreibung
Ziffern eintippen	<p>Um eine Ziffer einzugeben, muss zunächst die entsprechende Spalte durch Antippen aktiviert werden (bspw. für die Anzahl der Zehner die hellblaue Spalte, siehe Abb.). Anschließend kann die passende Ziffer aus der Ziffernleiste ausgewählt werden. Auf dieselbe Weise ist die Zahl an der Hunderter- bzw. Einerstelle anzugeben: 1) Antippen des hellroten/hellgrünen Feldes und 2) Ziffer auswählen.</p> <p>Der Nutzer kann die jeweilige Hunderter-, Zehner- und Einerziffer in beliebiger Reihenfolge eingeben. Das bedeutet, dass man nicht gezwungen wird, das Zahlzeichen wie beim Taschenrechner von links nach rechts einzugeben.</p>  <p>Das Diagramm zeigt vier Schritte der Zifferneingabe:</p> <ol style="list-style-type: none"> Die hellblaue Spalte (Zehner) wird durch Antippen aktiviert. Die Ziffer 3 wird in der hellblauen Spalte eingegeben. Die hellgrüne Spalte (Einer) wird durch Antippen aktiviert. Die Ziffer 5 wird in der hellgrünen Spalte eingegeben.
Ziffern löschen	<p>Auf ähnliche Weise können einzelne Ziffern gelöscht werden. Zunächst muss das jeweilige Feld angewählt werden, um es anschließend über den Löschen-Button (rechts von der 9) zu löschen.</p>  <p>Das Diagramm zeigt zwei Schritte zum Löschen einer Ziffer:</p> <ol style="list-style-type: none"> Die Ziffer 3 in der hellblauen Spalte wird durch Antippen ausgewählt. Der Löschen-Button (rechts von der 9) wird durch Antippen gedrückt, um die Ziffer zu löschen.

Funktion	Beschreibung
<p>Eingabe bestätigen</p> 	<p>Durch eine Touchbedienung auf den Bestätigen-Button kann geprüft werden, ob die entsprechende Aufgabenstellung erfolgreich bearbeitet wurde. Die App gibt daraufhin direkt eine Rückmeldung. Die Rückmeldung der App beschränkt sich dabei nicht nur auf ‚richtig‘ oder ‚falsch‘. Im Falle einer fehlerhaften Angabe in denjenigen Modulen, in denen Materialdarstellungen erzeugt werden sollen, wird zusätzlich der Hinweis gegeben, ob ‚zu wenig‘ oder ‚zu viel‘ gelegt wurde (siehe Abb.). Ferner werden Kinder bei Materialdarstellungen, die noch nicht optimal gebündelt wurden, zum weiteren Bündeln angeregt (siehe Abb.).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>zu wenig</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">  <p>gut bündeln?</p> </div> </div> <p>Bei den beiden Modulen zum Einsprechen von Zahlen, gibt die App eine adaptive Rückmeldung, wenn ein fehlerhaftes Zahlwort genannt wurde. Die App gibt dann an, welches Zahlwort verstanden wurde.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-left: auto; margin-right: auto;">  <p>falsch (64 verstanden)</p> </div>
<p>Zurück</p> 	<p>Der Zurück-Button bricht die aktuelle Aufgabenstellung ab und führt zurück ins Hauptmenü.</p>
<p>Hilfe-Tutorials</p> 	<p>Eine Touchbedienung auf das eingekreiste Fragezeichen, das sich am oberen linken Bildschirmrand einiger Module befindet, führt den Nutzer zu einer Reihe von Tutorials. Kleine Bilderfolgen zeigen, wie das jeweilige Modul zu bedienen ist.</p>

3 Technische Hinweise

Hinweise zu den Hardware- und Systemvoraussetzungen:

- ‚Stellenwerte üben‘ kann nur auf Tablet-Computern mit Android-Betriebssystem verwendet werden.
- Es sollte mindestens das Betriebssystem Android 4.2 oder neuer installiert sein.
- Darüber hinaus sollte ausreichende Prozessorleistung vorliegen, damit die Animationen (Bündeln, Sortieren, etc.) genutzt werden können.
- Ansonsten kann eine reibungslose Verwendung der App ohne Systemabstürze nicht garantiert werden.
- Für Geräten mit niedriger Prozessorleistung wird es die Möglichkeit geben, einige Animationen zu deaktivieren. Damit wird möglichen Systemabstürzen vorgebeugt.

Technische Hinweise beim Start der Software:

- Stellen Sie vor dem Start der Software sicher, dass die Tonausgabe des Tablets nicht auf ‚stumm‘ geschaltet ist. Ansonsten können keine Arbeitsaufträge und Zahlworte durch die Software ausgegeben werden.
- Nach dem ersten Start der Software erscheint der Hinweis, das deutsche Sprachpaket auf dem Tablet-Computer zu installieren. Bitte folgen Sie dem angegebenen Link und installieren Sie das Sprachpaket. Es ist nötig, um auch im Offlinebetrieb die Spracheingabefunktion zu nutzen.

Sollten bei der Verwendung der App technische Schwierigkeiten oder Programmierfehler auftreten, können Sie uns diese gerne melden. Wir werden anschließend versuchen, diese in einem Softwareupdate zu beheben. Für weitere Anregungen sind wir ebenfalls dankbar.

Dr. Axel Schulz
Universität Bielefeld
Institut für Didaktik der Mathematik
(IDM)
Universitätsstraße 25, Raum V6-235
D-33615 Bielefeld
Tel.: +49 521-106-2503
axel.schulz@uni-bielefeld.de

Dr. Daniel Walter
Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Didaktik der Mathematik und
der Informatik (IDMI)
Fliegerstraße 21, Raum 324
D-48149 Münster
Tel.: +49 251-83-33738
d.walter@uni-muenster.de

Literatur

- Dehaene, S. (1993). Varieties of Numerical Abilities. In S. Dehaene (Hrsg.), *Numerical Cognition* (S. 1-42). Cambridge: Blackwell Publishers.
- Dienes, Z.P. (1970). *Aufbau der Mathematik*. Freiburg: Herder.
- Gaidoschik, M. (2003). Zehner und Einer: Die ersten Schritte. Anregungen für die Erarbeitung von Stellenwertverständnis im Zahlenraum bis 99. In F. Lenart, N. Holzer & H. Schaupp (Hrsg.), *Rechenschwäche, Rechenstörung, Dyskalkulie* (S. 182-189). Graz: Leykam.
- Gaidoschik, M. (2008a). *Rechenschwäche – Dyskalkulie. Eine unterrichtspraktische Einführung für LehrerInnen und Eltern*. 4. Auflage. Buxtehude: Persen.
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Lorenz, J. H. (2011). Anschauungsmittel und Zahlenrepräsentation. In A. S. Steinweg (Hrsg.), *Medien und Materialien* (S. 39-54). Bamberg: University of Bamberg Press.
- Moser Opitz, E. (2007). *Rechenschwäche / Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern*. Bern: Haupt.
- Padberg, F., & Benz, C. (2011). *Didaktik der Arithmetik. für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung* (4. Auflage). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Peltenburg, M., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doig, B. (2009). Mathematical power of special educational needs pupils: An ICT-based dynamic assessment format to reveal weak pupils' learning potential. *British Journal of Educational Technology*, 40 (2), 273-284.
- Rink, R. (2014). "Lass dir die Aufgabe doch vorlesen!" - Mit Audiodateien Schwierigkeiten beim Sachrechnen begegnen. In S. Ladel & C. Schreiber (Hrsg.), *Von Audiopodcast bis Zahlensinn* (S. 61-76). Münster: WTM-Verlag.
- Schipper, W., Ebeling, A., & Dröge, R. (2015). *Handbuch für den Mathematikunterricht 2. Schuljahr*. Braunschweig: Schroedel.
- Schulz, A. (2014). *Fachdidaktisches Wissen von Grundschullehrkräften*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Schulz, A. (2016). Inverses Schreiben und Zahlendreher – Eine empirische Studie zur inversen Schreibweise zweistelliger Zahlen. In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016*. Münster: WTM-Verlag.
- van de Walle, J. A. (2004). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally*. Boston: Pearson Educations.
- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Weigand, H.-G., & Weth, T. (2002). *Computer im Mathematikunterricht*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Wittmann, E. Ch. (1993). „Weniger ist mehr“: Anschauungsmittel im Mathematikunterricht der Grundschule. In K. P. Müller (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (S. 394-397). Hildesheim: Franzbecker Verlag.