

Silke Ladel, Ulrich Kortenkamp & Heiko Etzold (Hrsg.)



# Mathematik mit digitalen Medien – konkret

Ein Handbuch für Lehrpersonen  
der Primarstufe

WTM  
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien  
Münster

Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien 4

**Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen  
Medien in der Primarstufe**

Herausgegeben von  
Silke Ladel und Christof Schreiber

**Band 4**

**SILKE LADEL, ULRICH KORTENKAMP &  
HEIKO ETZOLD (HRSG.)**

**Mathematik mit digitalen  
Medien – konkret  
Ein Handbuch für Lehrpersonen  
der Primarstufe**

WTM  
Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien  
Münster

## **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese  
Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte Informationen sind im Internet über  
<http://www.dnb.de> abrufbar

Druck durch:  
winterwork  
04451 Borsdorf  
<http://www.winterwork.de>

Foto auf der Umschlagseite:  
Christian Dohrmann

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf  
ohne schriftliche Einwilligung des Verlags in  
irgendeiner Form reproduziert oder unter Ver-  
wendung elektronischer Systeme verarbeitet, ver-  
vielfältigt oder verbreitet werden.

© WTM – Verlag für wissenschaftliche Texte und  
Medien, Münster 2018 E-Book  
ISBN 978-3-95987-078-8

## Inhaltsverzeichnis

<i>Ulrich Kortenkamp, Silke Ladel &amp; Heiko Etzold</i> Vorwort der Herausgeber .....	3
<i>Dagmar Bönig &amp; Bernadette Thöne</i> Die Klötzchen-App im Mathematikunterricht der Grundschule – Potentiale und Einsatzmöglichkeiten .....	7
<i>Julie-Christin Becker</i> Tangram – Digitale und analoge Förderung geometrischer Kompetenzen .....	29
<i>Evelyn Süß-Stepancik &amp; Sabine Apfler</i> Stop-Motion-Filme zur Bearbeitung von Sachaufgaben im Anfangsunterricht nutzen.....	47
<i>Christina Bierbrauer</i> Tablet-App Book Creator im Mathematikunterricht – Digitale Bücher zu Sachaufgaben mit dem Tablet erstellen.....	63
<i>Maximilian Schaffer, Christof Schreiber &amp; Kristina Schulz</i> Mathematische Schnitzeljagd mit Actionbound – Mathematik in der Umwelt neu entdecken .....	77
<i>Heiko Etzold, Ulrich Kortenkamp &amp; Silke Ladel</i> ACAT-Review-Guide – Ein tätigkeitstheoretischer Blick auf die Beurteilung von Mathematik-Apps.....	91
<i>Lena Deßloch &amp; Lisa-Marie Hoffmann</i> ACAT-Review zur App „Shapes 3D“.....	99
<i>Marie Fuhrmann &amp; Lena Germann</i> ACAT-Review zur App „Pattern Shapes“ .....	111
<i>Sarah Stein</i> ACAT-Review zur App „Klipp Klapp“ .....	121
Zur Herausgeberin und den Herausgebern.....	129
Zu den Autorinnen und Autoren.....	131



## Vorwort der Herausgeber

„Neue Medien“ war über viele Jahre hinweg das Codewort für Computer, die den Einzug in den Schulunterricht schaffen sollten – wenn es nach den Befürwortern ging. Die Widerstände, gerade in der Grundschule, waren groß und vielfältig. Dabei drohte dem herkömmlichen Unterricht kaum Gefahr, denn die technische Ausstattung der Grundschulen erlaubte einen regelmäßigen oder gar flächendeckenden Einsatz der neuen technischen Geräte kaum. Doch auch pädagogische Gründe wurden – teils zu Recht, teils als Schutzbehauptung – vorgebracht. Es ist verständlich, dass kurz nach der spielerischen Heranführung an Bildung im Kindergarten, in einer Zeit in der die Schülerinnen und Schüler auch das soziale Miteinander einüben müssen und auch fein- und grobmotorische Fähigkeiten erwerben sollen, das vereinzelnde Sitzen vor einem Bildschirm nicht zu den obersten Prioritäten gehört – und auch unserer Meinung nach nicht gehören sollte.

Doch in den letzten Jahren hat sich der Begriff der neuen Medien verändert, und das, was bisher damit verbunden wurde, ist mit der „Digitalisierung“ nicht nur des Schulunterrichts, sondern des ganzen Lebens, zu einem Dreh- und Angelpunkt der Bildung geworden. Dazu hat nicht zuletzt der veränderte „Formfaktor“ beigetragen: Statt klobigen Computern mit Bildschirmen, die das Miteinander schon über die Ausstattung der Computerräume in die falsche Bahn lenken, haben mobile Geräte in der Hand der Schülerinnen und Schüler übernommen. Neben den Mobiltelefonen, die auch bei jüngeren Kindern meist schon „Smartphones“ sind, bieten Tablets heute alle Vorteile von Computern ohne den „Standortnachteil“. Schülerinnen und Schüler können gemeinsam an einem Gerät arbeiten, sie können direkt mit den Bildschirm-inhalten interagieren, sie können die Kameras, Mikrophone und Sensoren nutzen, um authentische Daten zu erfassen und zu verarbeiten, sie können auch außerhalb des Klassenraums oder der Schule damit arbeiten und haben inzwischen fast jederzeit das ganze Wissen des Internets mit dabei. Schwerpunkt dieses Bandes ist daher der Umgang mit Tablets und den darauf laufenden „Apps“ im Mathematikunterricht.

Der Beitrag von *Dagmar Bönig* und *Bernadette Thöne* exploriert, wie die App „Klötzchen“ in der Schule eingesetzt werden kann. Damit adressieren sie ein Grundproblem des Einsatzes digitaler Medien: Eine App allein macht noch keinen Unterricht, sondern es bedarf auch eines pädagogisch-didaktischen Konzepts. Nach einer Beschreibung der App und ihrer Potenziale schildern die Autorinnen ihre

Erfahrungen mit konkreten Unterrichtseinsätzen in ihren Erprobungen. Dabei zeigt sich, dass sich die vermuteten Potenziale tatsächlich entfalten und Kinder in der Lage sind, Aufgaben zu lösen, die sie ohne App-Einsatz vorher nicht lösen konnten. Neben diesen konkreten Hinweisen wird aber auch gezeigt, welche prinzipiellen Überlegungen für den Einsatz von Apps sprechen können. Der Wechsel zwischen realen Materialien und den virtuellen Gegenständen erlaubt es, die App als Kontrollmöglichkeit oder als Werkzeug zu verwenden. Die Systematisierung der Aufgaben und der Hinweis auf Schwierigkeiten beim Umgang mit der App, die durchaus zu Irritationen im Lernprozess führen können, runden den Beitrag ab.

*Julie-Christin Becker* widmet sich ebenfalls dem Thema „Raum und Form“, allerdings in einer Dimension niedriger. Das Legen von Tangram-Figuren an sich ist nicht nur ästhetisch und herausfordernd zugleich, sondern birgt auch die Möglichkeit, einige mathematische Kompetenzen zu erwerben. In ihrer Sachanalyse und der anschließenden didaktisch-methodischen Analyse zeigt sie, wie das Tangram-Spiel seinen Beitrag zur mathematischen Bildung leisten kann. Zur Umsetzung kann dann natürlich die analoge Variante des Spiels, also echte Legeplättchen, verwendet werden, wie die von ihr beschriebenen Unterrichts Anregungen auch zeigen. Digital spannend wird es dann durch eine Hardware-Erweiterung der Tablets. Mit „Osmo“ kann die analoge Welt mit der digitalen App verknüpft werden und so ergibt sich tatsächlich ein didaktischer Mehrwert. Die Ergänzung des analogen durch das digitale Medium ergibt in der Kombination einen Weg, geometrische Kompetenzen zu vermitteln und auszubilden – und das über selbsttätige Handlungen der Schülerinnen und Schüler.

Neben spezialisierten Apps für die Mathematik gibt es auch allgemeine Apps, die zunächst nicht speziell für das Lernen von Mathematik oder das Lernen überhaupt vorgesehen sind. *Evelyn Süss-Stepancik* und *Sabine Apfler* zeigen in ihrem Beitrag, wie man auch solche Apps gewinnbringend in den Unterricht integrieren kann. Mit der App „Stop Motion Studio“ können Filme aus Einzelbildern zusammengesetzt werden. Über die Kamera des mobilen Geräts werden diese Bilder aufgenommen. Die Autorinnen beschreiben, wie die didaktischen Aspekte des Sachrechnens durch solche Trickfilme unterstützt werden können. Die dem Sachrechnen zugrunde liegenden Situationsmodelle werden durch die Kinder als Filme umgesetzt und so durchdrungen. Die schriftlich niedergelegten Drehbücher helfen nicht nur bei der Realisierung der Filme, sondern tragen zur intensiven Auseinandersetzung mit dem Kontext bei. Die ausführlich dargestellten Unterrichts- und Projektbeispiele belegen

eindrücklich, dass der Einsatz der App zu einer vielschichtigen und tiefgreifenden Auseinandersetzung mit der Sachsituation führt.

Es muss aber nicht immer ein Film sein: *Christina Bierbrauer* beschreibt die App „Book Creator“, mit der elektronische Bücher zu Sachaufgaben hergestellt werden können – und zwar durch die Schülerinnen und Schüler, die dadurch nicht nur den Sachkontext besser durchdringen können, sondern auch ihre Medienkompetenz erweitern. Neben einer kurzen Vorstellung der App beschreibt die Autorin genau, wie digitale Bücher zu Sachaufgaben erstellt werden können, und wie dies über Hilfe-Karten – falls die Schülerinnen und Schüler nicht ohnehin die App direkt durchschauen – für den Unterricht erschlossen werden kann. Ein Strukturierungsvorschlag für solche Bücher inklusive einer Schritt-für-Schritt Anleitung wird an mehreren Beispielen illustriert.

Anschließend gehen *Maximilian Schaffer, Christof Schreiber & Kristina Schulz* auf Mathematische Schnitzeljagd. Mit der App „Actionbound“ können solche Schnitzeljagden erstellt und durchgeführt werden. Die Autoren erläutern nicht nur die technischen, sondern auch die didaktischen Grundlagen für gelungene „Bounds“, wie die Schnitzeljagden in der App heißen. Um die Lehrerinnen und Lehrer zu unterstützen, die ihren Unterricht um selbst erstellte Bounds anreichern wollen, wird auf mögliche (digitale) Stolpersteine hingewiesen. Zudem wird auch die Unterrichtsorganisation, die für ein solches Abenteuer wohl durchdacht sein sollte, erläutert. Eine Kurzanleitung zur Erstellung rundet den Beitrag ab.

Den Abschluss dieses Bandes bildet ein Leitfaden zur Beurteilung von Apps, den wir als Herausgeber erstellt haben. Auf der Grundlage tätigkeitstheoretischer Überlegungen wird damit die Interaktion von Schülerinnen und Schülern mit Apps analysiert. Dem „ACAT-Review-Guide“ liegt das ACAT-Modell zugrunde, welches das komplexe Gefüge von Schülerinnen und Schülern, Lerngegenstand, Medium, Mathematikdidaktik und Lehrkraft strukturiert. Ohne, dass das Modell komplett rezipiert werden muss, leiten fünf Grundfragen schnell zu den essentiellen Kriterien an Apps für den Unterrichtseinsatz, so dass Lehrkräfte selbst mit überschaubarem Aufwand entscheiden können, ob eine ihnen neue App tatsächlich sinnvoll und mit Mehrwert im Unterricht eingesetzt werden kann. Als Beispiele werden die Apps „Shapes 3D“, „Pattern Shapes“ und „Klipp Klapp“, am Leitfaden orientiert, von *Lena Deßloch & Lisa-Marie Hoffmann, Marie Fuhrmann & Lena Germann* sowie *Sarah Stein* analysiert.



Wir hoffen, dass Sie als Leserin oder Leser ebenso viel Freude an den Beiträgen haben wie wir. Wir denken, dass die vorgelegten Beispiele für den App-Einsatz und der ergänzende Leitfaden eine gute Grundlage für diejenigen bilden, die „Digitale Medien“ nicht nur als Modethema sehen, sondern sich für einen gewinnbringenden Einsatz dieser verknüpft mit traditionellen Medien interessieren. Der didaktische, methodische und fachliche Mehrwert lässt sich unserer Meinung nach nicht leugnen, wenn die Umsetzung mit Bedacht geplant wird!

Berlin, im August 2018

Ulrich Kortenkamp, Silke Ladel & Heiko Etzold

## **Die Klötzchen-App im Mathematikunterricht der Grundschule – Potentiale und Einsatzmöglichkeiten**

*Im Grundschulunterricht wird das Raumvorstellungsvermögen von Schülerinnen und Schülern ausgehend vom Handeln mit geometrischen Objekten gezielt weiterentwickelt. Auf dem Weg zum mentalen Manipulieren der Objekte kann die Klötzchen-App sinnvoll in den Unterricht integriert werden. In diesem Beitrag erläutern wir die Potentiale dieser App und stellen Aufgabenstellungen für den Einsatz in der Grundschule vor.*

*In primary mathematics education children develop spatial abilities on the basis of actions with geometrical objects. The app “Cubeling” can effectively help children in learning to represent and manipulate objects mentally. In this contribution we explain the potentials of this app and present tasks for using it in primary schools.*

### **1 Einleitung**

Die Förderung der Raumvorstellung ist ein zentrales Ziel des Mathematikunterrichts an Grundschulen (KMK 2005). Ausgehend von Handlungserfahrungen mit realen Objekten soll es Schülerinnen und Schülern allmählich gelingen sich diese mental vorzustellen und mit ihnen mental zu operieren. Digitale Medien bieten die Möglichkeit der Darstellung und Bewegung von Objekten, wodurch der angestrebte Prozess der Verinnerlichung sinnvoll unterstützt werden kann. Zudem laden sie aufgrund der schnellen Verfügbarkeit sowohl zu einem selbstständigen Experimentieren als auch zum Überprüfen von Lösungen ein.

In diesem Beitrag stellen wir exemplarisch die App Klötzchen (Etzold 2015) vor. Nach einer kurzen Einführung in die Funktionsweise arbeiten wir die Potentiale der App heraus und zeigen geeignete Möglichkeiten des Einsatzes im Mathematikunterricht der Schule auf. In diesem Zusammenhang gehen wir auch auf evtl. auftretende Schwierigkeiten ein.

### **2 Räumliches Vorstellungsvermögen**

Das räumliche Vorstellen bezieht sich auf die Fähigkeit, sich räumliche Objekte gedanklich vorzustellen und zu manipulieren. Dabei können grundlegend zwei Varianten unterschieden werden. Bezieht sich die mentale Veränderung auf die relati-

ve Veränderung der Position des Betrachters zu den Objekten in der Situation, wird diese Komponente als „räumliche Orientierung“ bezeichnet (vgl. Franke & Reinhold 2016, Merschmeyer-Brüwer & Schipper 2014). In solchen Situationen müssen gedankliche Perspektivwechsel vollzogen werden. Im anderen Fall tritt der Betrachter demgegenüber als ein unveränderlicher Bestandteil der Situation auf. Hier werden in der Literatur unterschiedliche Unterkategorien verwendet, wir orientieren uns in diesem Beitrag an der Unterteilung von Franke & Reinhold (2016, S. 84 – 86) in die beiden Unterkategorien „räumliche Beziehungen“ und „räumliches Veranschaulichen“. Der Bereich der „räumlichen Beziehungen“ bezieht sich dabei auf die Vorstellung statischer Relationen in räumlichen Objekten, während die „räumliche Veranschaulichung“ sich auf die Vorstellung räumlicher Veränderungen (wie z. B. Zerlegen, Falten, Drehen) bezieht. Mit der Nutzung der App werden beide Unterkategorien angesprochen, bei der „räumlichen Veranschaulichung“ steht das Drehen im Fokus.

### **3 Funktionsweise der App**

Die App Klötzchen ermöglicht das Erstellen von Würfelgebäuden in unterschiedlichen Darstellungen und Ansichten. Neben der 3D-Ansicht<sup>1</sup> kann ein Gebäude als Bauplan (bewerteter Grundriss), Zweitafelbild, Schrägbild in Kavalierprojektion und in isometrischer Darstellung abgebildet werden. Ausgehend von einem bewerteten Grundriss kann die App das entsprechende Zweitafelbild, das Schrägbild in Kavalierprojektion oder die isometrische Darstellung anzeigen. Welche Darstellung die App anzeigt, wird über Aktivierung der entsprechenden Möglichkeiten in den angezeigten zwei Fenstern gesteuert (vgl. Abb. 1a und 1b).

Das Erstellen eines Würfelgebäudes mithilfe der App ist einfach. Ein neuer Würfel wird durch Antippen eines Feldes auf der Oberfläche erzeugt, während anhaltendes Berühren eines Würfels dazu führt, dass er entfernt wird. Die Optionen können sowohl in der 3D-Ansicht (linkes Fenster) als auch im Bauplan (linkes oder rechtes Fenster) vorgenommen werden, die entsprechenden Änderungen werden dann simultan auf die anderen Darstellungsarten übertragen.

---

<sup>1</sup> Hier handelt es sich um eine Zentralprojektion, die den dreidimensionalen Eindruck verstärken soll.

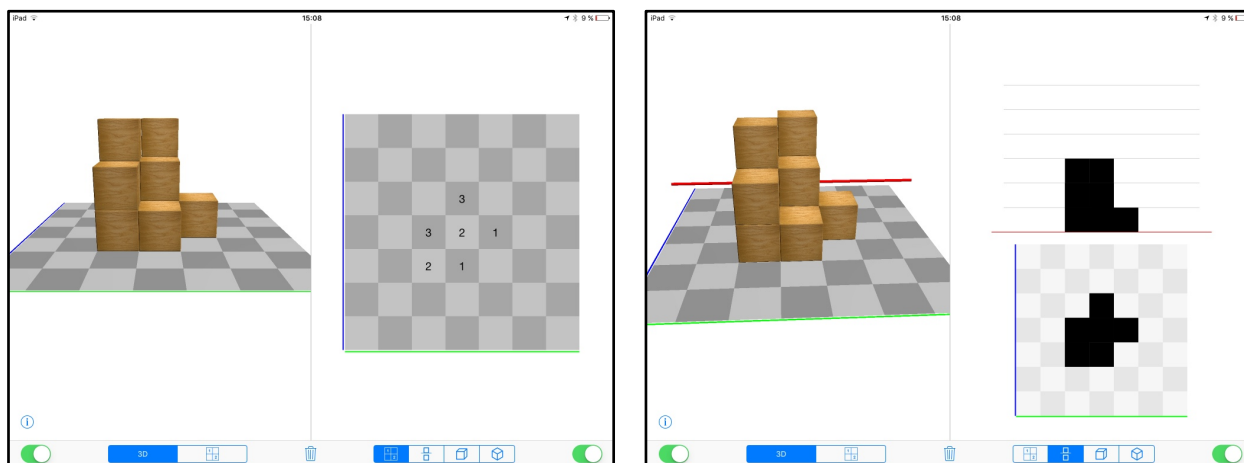


Abbildung 1a: 3D-Ansicht und Bauplan; Abbildung 1b: 3D-Ansicht und Zweitafelbild

Das Würfelgebäude ist zwar durch die quadratische Grundfläche begrenzt, Würfel können jedoch beliebig oft übereinandergestapelt werden. Dies führt allerdings zu deutlichen Verzerrungen, so dass die Gebäude in den verschiedenen Darstellungsformen – mit Ausnahme des bewerteten Grundrisses – kaum erfasst werden können. So ändert sich z.B. die Ansicht von vorn bei einem Turm von neun Würfeln nicht, wenn höher gebaut wird, weil der Turm über den oberen Bildschirmrand hinausragt. In der 3D-Ansicht verdecken bei höheren Türmen einzelne Würfel immer wieder mehrere Felder, wenn annähernd eine Ansicht von oben gewählt wird.

Die App verfügt über vier Einstellungsmöglichkeiten, die über die zentralen Einstellungen am iPad vorgenommen werden. Über *Zeige Achsen-Markierung* werden die Zeilen und Spalten des Grundfeldes auf beiden Feldern der App nummeriert, über *Zeige farbige Achsen* können die beiden Achsen in grün und blau angezeigt werden.

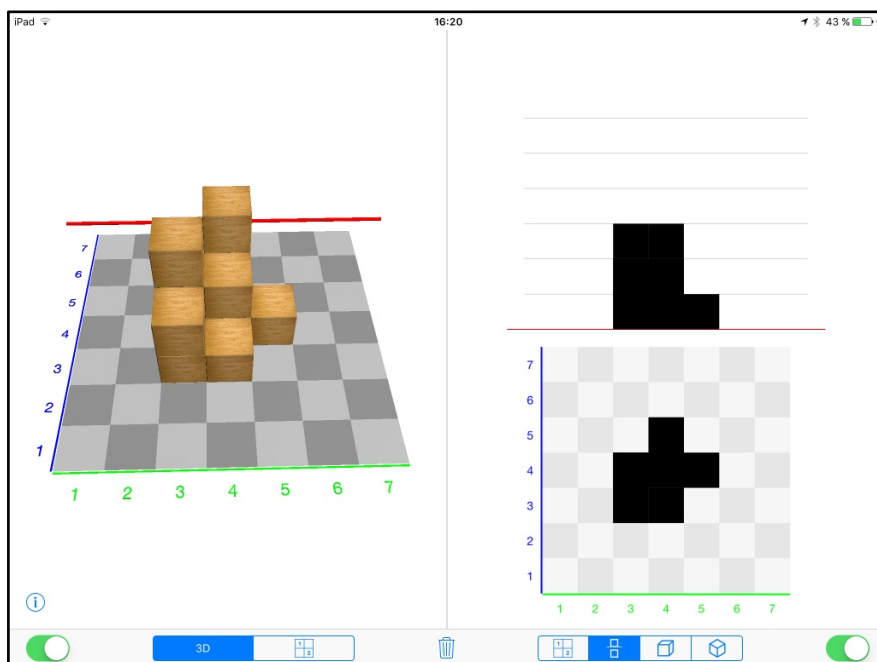


Abb. 2: Farbige Achsen und Achsenmarkierungen in der 3D-Ansicht und Zweitafelprojektion

Darüber hinaus kann die Grundfläche für das Bauen von Gebäuden variiert werden (von einem 3x3- bis zu einem 10x10-Feld) – erstellte Gebäude werden bei einer Veränderung dieser Einstellung allerdings gelöscht. Und schließlich kann anstelle von virtuellen Holzwürfeln auch mit virtuellen Steckwürfeln gebaut werden. Dies führt dazu, dass analog zum Bauen mit realen Steckwürfeln auch Gebäude mit „Lücken“ entstehen können (vgl. Abb. 3). Der angezeigte Bauplan entspricht dann nicht mehr dem bewerteten Grundriss. Aufgrund der fehlenden Eindeutigkeit im Bauplan kann mit Steckwürfeln ausschließlich in 3D-Ansicht gebaut werden.

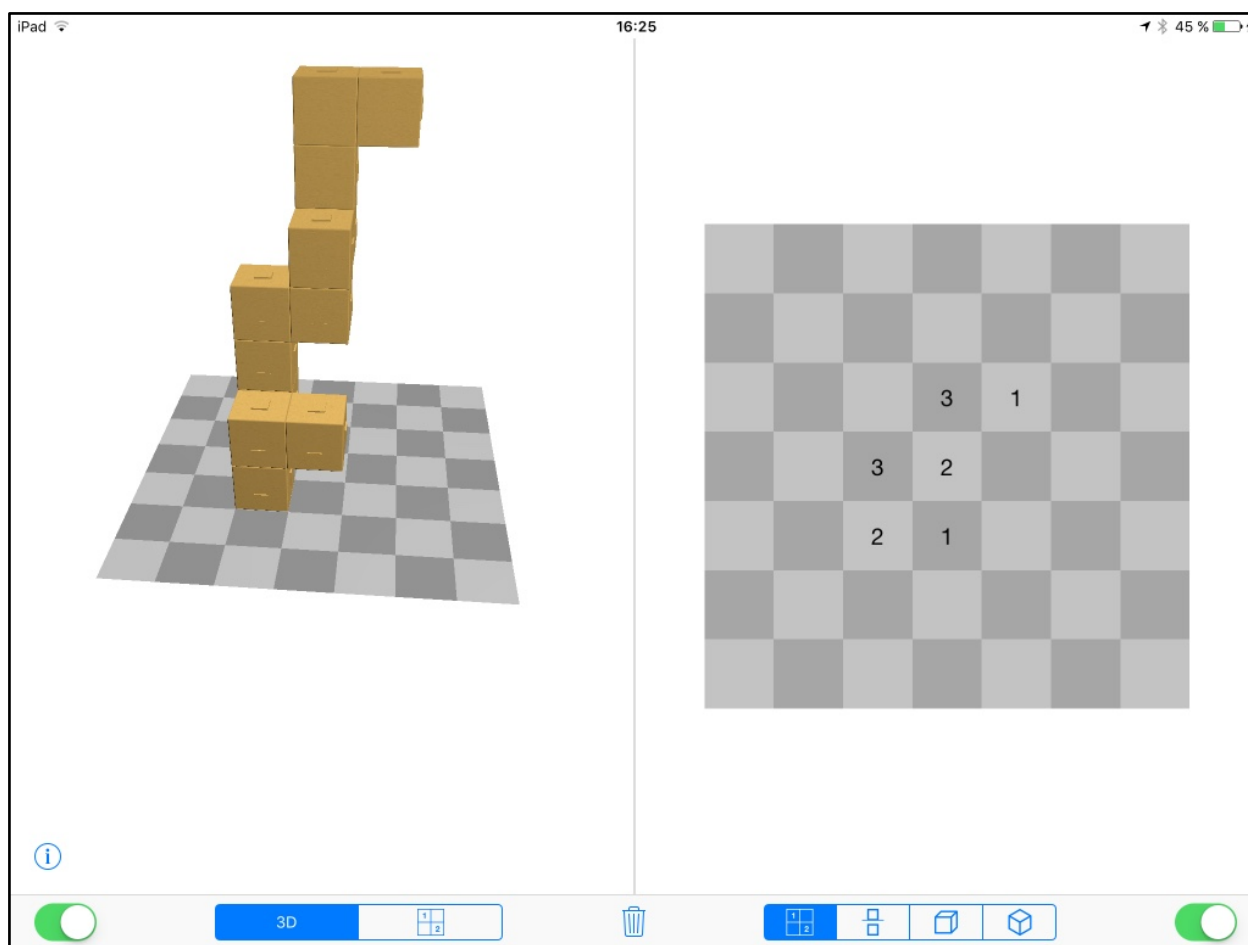


Abbildung 3: 3D-Ansicht eines Steckwürfelgebäudes und Bauplan

#### 4 Potentiale der App

Im Vergleich zum Bauen mit realen Würfeln liegt der wohl größte Vorteil der App darin, dass parallel zum Erstellen eines Bauwerks alle verfügbaren Ansichten angepasst werden und so ein schneller Wechsel zwischen diesen ermöglicht wird. Dies kann didaktisch bei Aufgabenstellungen zur Prognose der Veränderungen sowie bei Problemlöseaufgaben genutzt werden (s. Punkt 5). Einschränkend muss

allerdings ergänzt werden, dass das virtuelle Bauen auf die 3D-Ansicht und den bewerteten Grundriss begrenzt ist.

Darüber hinaus bietet die App die Möglichkeit der Drehung von Würfelgebäuden in der 3D-Ansicht um alle drei Raumachsen, was mit realen Würfelbauten nur funktioniert, wenn die Würfel z.B. wie bei Steckwürfeln fixiert werden können. Gerade diese Rotation kann die kindlichen Lernprozesse vom realen Handeln zum mentalen Bewegen sinnvoll unterstützen. Dies bietet zugleich eine geeignete Hilfe bei problemhaltigen Aufgabenstellungen – wie z.B. bei Herausfinden der minimalen bzw. maximalen Würfelanzahl bei einem Gebäude mit einer vorgegebenen Zweitafelprojektion (bzw. Schrägbilddarstellung, isometrische Darstellung). Hier schafft die Möglichkeit der Drehung des Objekts in der 3D-Darstellung eine spürbare kognitive Entlastung, so dass auch Kinder mit weniger stark ausgeprägten Raumvorstellungsfähigkeiten zur Lösung gelangen können. Die Kinder thematisieren die Möglichkeit der Drehung insbesondere im Vergleich zum Handeln mit realen Würfeln: „Auf dem iPad kann ich das Gebäude komplett umdrehen und von unten angucken, ohne dass die Würfel runterfallen“ (vgl. Abb. 4).



Abb. 4: Ein Kind dreht die 3D-Ansicht so, dass es das Würfelgebäude von unten betrachten kann

Mit Blick auf die Heterogenität der Lernenden ist zudem die oben bereits beschriebene Vielfalt der Einstellungsmöglichkeiten hervorzuheben. Neben dem einfachen Wechseln der Darstellungen können die Achsenmarkierungen (farbige Achsen, Nummerierung der Felder) als Hilfsmittel dienen. Dies ist insbesondere für einen Abgleich der unterschiedlichen Darstellungen (z. B. 3D-Ansicht und Zweitafelprojektion) hilfreich.