

1 Sarah Stein, Potsdam

2 **ACAT-Review zur App „Klipp Klapp“**

3 **Allgemeine Angaben**

4 *App:* Klipp Klapp, Version 1.1 (veröffentlicht am 25.07.2017)

5 *Beschreibung im App Store:* Mit „Klipp Klapp“ ist es möglich, Raumvorstellungsaufgaben an
6 Würfelnetzen zu üben. So muss entschieden werden, ob ein Netz ein Würfel ist, es müssen
7 Netze durch Hinzufügen von Flächen zu Würfelnetzen ergänzt werden und es werden
8 Würfelnetze eingefärbt, so dass ein bestimmter Würfel entsteht. Bei all dem kann man sich
9 Sterne und Medaillen verdienen, je nachdem, wie gut man ist und wie viel Hilfe man sich beim
10 Zusammenfalten holt.

11 *Zusatzmaterial zur App:* In der App-Store-Beschreibung findet sich kein zusätzliches Material.
12 Allerdings gelangt man von dort auf die Seite des Projekts „Digitales Lernen Grundschule“ der
13 Universität Potsdam (dlgs.uni-potsdam.de). Dort findet man die App und einige weitere Apps
14 unter dem Bereich *Würfelwelten*. Diese Apps stellen weitere Raumvorstellungsübungen anhand
15 von Würfeln dar.

16 **1. Was ist das mathematische Objekt der App?**

17 Die mathematischen Objekte der App sind der Würfel und das Würfelnetz. Die App legt dabei
18 den Fokus auf die Beziehung der zwei- und dreidimensionalen Darstellungen zueinander.
19 Anhand dieser soll die Raumvorstellung der Nutzer geschult werden.

20 **2. Wie interagieren Schülerinnen und Schüler mithilfe der App mit dem** 21 **mathematischen Objekt?**

22 Die App bietet drei verschiedene Aufgabenbereiche. Im ersten Bereich soll man anhand eines
23 Netzes entscheiden, ob es sich um ein Würfelnetz handelt. Im zweiten Bereich wird der Nutzer
24 aufgefordert, ein Würfelnetz zu vervollständigen und im dritten Bereich soll er ein Würfelnetz
25 nach einer Vorlage einfärben. Der App-Bildschirm ist dabei immer in zwei Teile gegliedert. Im
26 linken Teil befinden sich die Aufgabenstellung, die Lösungs- bzw. Überprüfungsangabe der
27 Aufgabe und die Übersicht von Sternen und Medaillen, die man mit richtigen Antworten
28 sammeln kann. Auf dem rechten Abschnitt kann man sich mit dem zu betrachtenden Objekt
29 auseinandersetzen. Generell ermöglicht die App dem Nutzer die Interaktion mit dem Objekt
30 mittels verschiedener Operationen.

31 Im ersten Aufgabenbereich sieht der Nutzer ein leicht eingefaltetes Würfelnetz. Dieses kann
32 der Nutzer *drehen*, *vergrößern* und *verkleinern* und anhand eines Schiebereglers weiter
33 *zusammenfalten bzw. auseinanderfalten* lassen. Die Operation, welche das Drehen des
34 Würfelnetzes ermöglicht, ist das Wischen mit dem Finger auf dem Bildschirm. Dadurch kann
35 der Würfel von allen Seiten betrachtet werden. Um diese Operation durchzuführen, muss das

36 Würfelnetz nicht unbedingt selbst berührt werden, sondern es reicht, irgendeinen Punkt in der
37 rechten Hälfte des Bildschirms zu nehmen. Der Nutzer erlangt durch das Wischen eine
38 umfassende Perspektive des Objekts. Wenn man zwei Finger auflegt und diese
39 auseinanderzieht bzw. zusammenführt, vergrößert bzw. verkleinert sich das Objekt. Durch
40 diese Operation kann der Nutzer die für ihn optimale Position des Objekts während der
41 Betrachtung regeln. Sie ermöglicht, die für ihn „kritischen“ Bereiche heranzuzoomen oder das
42 Objekt zu verkleinern, um dadurch nochmals ein anderes Bild dessen zu erlangen. Die dritte
43 Operation ist das Bewegen des Schiebereglers, indem der Nutzer den Finger auf den Punkt legt
44 und den Finger dann nach rechts oder links bewegt. Damit ist es möglich, das Netz zu falten.
45 Bewegt man den Finger nach rechts, faltet sich das Netz zusammen, nach links wieder
46 auseinander. Der Einsatz des Schiebereglers bzw. das Zusammenfalten des Netzes ermöglicht
47 dem Nutzer, seine Raumvorstellung des Netzes zu erweitern und gibt Anregungen zum
48 gedanklichen Weiterfalten. Das Würfelnetz besitzt eine graue und eine weiße Seite. Wenn man
49 das Netz zusammenfaltet, liegt die graue Seite innen und die weiße außen. Je weiter man den
50 Schieberegler nach rechts schiebt, desto weiter faltet sich der vermeintliche Würfel zusammen
51 und desto weniger Punkte kann man für seine Antwort auf die Frage erreichen. Das gleiche gilt
52 auch für die andere Richtung. Die meisten Punkte gibt es, wenn der Nutzer den Schieberegler
53 nicht benutzt und bei dem Objekt in der Ausgangssituation die Antwort gibt. Dazu wird einfach
54 mit dem Finger auf JA oder NEIN gedrückt. Keinen Punktabzug gibt es beim Drehen oder
55 Vergrößern/Verkleinern des Objekts. Es gilt in allen Bereichen der App, dass es ohne Einsatz
56 des Schiebereglers die meisten Punkte gibt. Um so viele Punkte wie möglich zu sammeln, ist
57 der Nutzer motiviert, den Regler so wenig wie möglich zu bewegen und muss so intensiver
58 gedanklich mit dem Objekt arbeiten. Um eine neue Aufgabe zu bearbeiten, um die Lösung zu
59 überprüfen oder eine Antwortmöglichkeit auszuwählen, muss der Nutzer mit dem Finger auf
60 die dazugehörigen blauen Worte tippen. Im rechten Bildschirmabschnitt der App wird dann das
61 Zusammenfalten animiert. Hier zeigt eine Rotfärbung an, wenn sich zwei Seiten überlagern.
62 Der Nutzer hat nach der Überprüfung und Animation auch nochmals die Möglichkeit, den
63 Schieberegler zu bedienen und sich das Netz anzuschauen, um seinen möglichen Fehler
64 nachzuvollziehen. Wenn man eine bestimmte Anzahl von Sternen erreicht hat, bekommt man
65 dafür Medaillen. Insgesamt kann man vier Medaillen verdienen.

66 Im zweiten Aufgabenbereich der App geht es darum, ein Netz durch Einfügen einer Fläche zu
67 einem Würfelnetz zu ergänzen. Wenn das Quadrat nahe einer Kante ist, dann rutscht es passend
68 an das Netz an. An einigen Kanten ist es allerdings nicht möglich, das Quadrat anzulegen. Um
69 zu kontrollieren, ob man die Fläche richtig angelegt hat, drückt man auf Überprüfung. Es wird
70 dem Nutzer angezeigt, ob seine Lösung richtig war und im rechten Bildschirm der App dafür
71 eine Demonstration des Faltvorganges aufgezeigt. In diesem und auch im nächsten Bereich
72 liegt das Netz zweidimensional vor und ist nicht leicht eingefaltet. Es gilt im Bereich 2
73 außerdem, dass man die einzelnen Flächen erst anfügen kann, wenn das Netz vollkommen flach
74 ist. Der Bau des Würfelnetzes bedarf einer weiteren Operation. Durch Antippen,
75 Gedrückthalten und Ziehen des freien Quadrats an die richtige Position und letztendliches
76 Loslassen legt der Nutzer das freie Quadrat an das Netz an, sofern es möglich ist. Da es an
77 einigen Kanten unmöglich ist, das Quadrat anzulegen, wird der Nutzer gezwungen, sich mit

78 dem Objekt „Würfelnetz“ noch einmal genauer auseinanderzusetzen und die Regeln dessen zu
79 beachten.

80 Im dritten Bereich der App geht es um das Einfärben eines gegebenen Würfelnetzes. Dafür ist
81 links im Aufgabenstellungsbereich ein Würfel abgebildet. Diesen kann man in alle Richtungen
82 drehen (sowie vergrößern/verkleinern), um alle sechs Seiten des Würfels und deren Farben
83 betrachten zu können. Dazu nutzt man die gleichen Operationen wie im ersten Bereich. Es
84 ermöglicht dem Nutzer, die Perspektive des Würfels zu ändern. Im oberen Bereich sind sieben
85 verschiedene Farbkreise abgebildet. Um nun den Würfel richtig einzufärben, tippt der Nutzer
86 die verschiedenen Farben an und zieht mit dem Finger über den Bildschirm bis zur
87 Quadratfläche und hebt dann den Finger vom Bildschirm wieder ab. Auch hier kann man, wie
88 in den beiden Aufgabenbereichen zuvor, das Netz drehen und den Schieberegler betätigen, um
89 in die dreidimensionale Ansicht zu gelangen. Die Aufgabe für den Nutzer besteht nun darin,
90 die richtigen Farben auf die Quadrate zu ziehen. Nach Überprüfung ist es dem Nutzer möglich,
91 beide Würfel (im linken und im rechten Teil des App-Bildschirms) zu drehen, um
92 nachzuvollziehen, an welcher Stelle er einen Fehler gemacht hat.

93 Generell ist es dem Nutzer mithilfe der App möglich, sich ein umfassendes Bild des gegebenen
94 „Würfelnetzes“ bzw. Würfels zu machen. Mit den verschiedenen Handlungsoptionen kann er
95 demnach differenziert entscheiden, wie viel Hilfe er beim Lösen der Aufgaben benötigt. Die
96 App kann damit vom Nutzer verwendet werden, um mit dem Objekt zu interagieren, muss es
97 aber nicht, mit Ausnahme des Bildes bei der Aufgabenstellung im Bereich 3.

98 **3. Wie entwickelt sich die Interaktion?**

99 Die mathematische Handlung des Nutzers vollzieht sich vorwiegend im Kopf. Dabei muss der
100 Nutzer das Netz mental falten, um zu schauen, ob es ein Würfel ist oder wo die fehlende Seite
101 angelegt werden muss bzw. den gefalteten Würfel mental drehen, um die Farbe zuzuordnen zu
102 können. Die App motiviert zur Lösung kopfgeometrischer Aufgaben in Phasen, wie bei
103 Weigand (2013) beschrieben: (1) die Aufgabenstellung, (2) das räumliche Vorstellen und
104 Operieren im Kopf und (3) die Ergebnispräsentation. In Phase 1 und Phase 3 können die
105 Aufgaben über gestufte Hilfen auch vereinfacht werden. Die zweite Phase sollte aber ganz ohne
106 Hilfsmittel nur im Kopf stattfinden. Bei Vorstufen kopfgeometrischer Aufgaben bzw. zur
107 Vorbereitung von kopfgeometrischen Aufgaben können auch weitere Hilfestellungen durch
108 Gestikulieren, durch veranschaulichende Modelle oder durch die Bereitstellung von
109 Lösungsalternativen in Form von Abbildungen in der zweiten Phase gegeben werden.

110 Hier wird in der Phase der Aufgabenstellung zunächst das visuelle Bild des Netzes gegeben, an
111 dem man gleich die kopfgeometrische Bearbeitung absolvieren könnte. Der Nutzer kann sich
112 die Ausgangslage bewusst durch das Drehen und Verkleinern/Vergrößern nochmals
113 verdeutlichen, um dies als Ansatzstelle für die Operationen im Kopf zu nehmen. (Die Frage ist,
114 inwieweit diese Handlungen schon in die zweite Phase der Kopfgeometrie eingreifen, die
115 hilfsmittelfrei absolviert werden soll.) Wenn das Subjekt damit noch nicht in der Lage ist, die
116 Aufgabe zu bearbeiten, bietet die App interaktive Veranschaulichungen und wird somit zu einer
117 Vorstufe zum Lösen von kopfgeometrischen Aufgaben, indem man die geforderten mentalen

118 Operationen sichtbar macht. Durch die genannten Operationen werden den Subjekten
119 Visualisierungen aus verschiedenen Perspektiven geliefert, die sie mental abspeichern und so
120 beim nächsten Mal vielleicht ohne weitere Hilfe die Aufgabe lösen können. Auch wird nach
121 dem Tippen zur Überprüfung jedes Mal das Zusammenfallen animiert, um die zuvor im Kopf
122 stattgefundenen Operationen nochmals überprüfen zu können. Man kommt auch nach der
123 Überprüfung nicht sofort zur nächsten Aufgabe, ohne diese explizit anzuklicken. Somit ergibt
124 sich dort die Möglichkeit, die Handlungen und Operationen nochmals durchzuführen, um das
125 Ergebnis bestätigen zu können. Durch die App werden verschiedene Reize gegeben, an die das
126 mentale Operieren ansetzen kann. Daher dient die App als Weg zum Erlangen der Fähigkeit,
127 kopfgeometrische Aufgaben zu lösen.

128 **Mögliche Verbesserungen der App**

129 Bei der Aufgabe zum Bau eines Würfelnetzes kann man das Quadrat auf bzw. in das Netz legen.
130 Teilweise kommt es hierbei zu einem Flackern von sich überschneidenden Flächen. Für ein
131 besseres Verständnis wäre es sinnvoll die Flächen nicht überlappen zu lassen. An einigen
132 Flächen lässt sich das Quadrat nicht anlegen (wenn dadurch ein 2x2-Quadrat entstehen würde).
133 Dies ist zwar logisch, könnte aber bei den Schülerinnen und Schülern zu Irritationen führen.
134 Wenn der Nutzer das Quadrat an nicht mögliche Kanten anlegen möchte, wäre eine Animation
135 eine Möglichkeit, den Nutzer auf seinen Fehler aufmerksam zu machen. Dabei ließe sich das
136 Quadrat kurz „heranziehen“, würde aber dann sofort wieder „wegspringen“. So wird der Nutzer
137 nochmals dazu aufgefordert, über die Bedingungen eines Würfelnetzes nachzudenken.

138 Um die Handhabung im dritten Aufgabenbereich der App zu vereinfachen, könnte man anstatt
139 die Farben der Farbpalette anzutippen und mit dem Finger auf die Quadratfläche zu ziehen, um
140 diese anzufärben, die App dahingehend verändern, dass man erst die Farbe und dann die
141 anzufärbende Fläche einfach antippt, um sie zu färben. Beim Einfärben ist es egal, ob man von
142 innen oder von außen einfärbt. Allerdings lässt es sich für den Nutzer relativ schwer anhand
143 des eingefärbten Netzes unterscheiden, welches die Innenseite und welches die Außenseite des
144 gefalteten Würfels wird. Um hier Irritationen zu umgehen, sollte der Kontrast noch mehr
145 ausgearbeitet werden. Diese Aspekte wurden im Selbsttest mit verschiedenen Probanden
146 festgestellt, da beim Einfärben des Netzes vermehrt Probleme auftauchten.

147 **4. Ist die App für die Vermittlung des mathematischen Inhalts geeignet?**

148 Die App scheint sehr nützlich zur Förderung kopfgeometrischer Aufgaben und somit zur
149 Förderung der Raumgeometrie zu sein. Um mit Würfelnetzen zu arbeiten, veranschaulicht
150 besonders die Funktion des Zusammenklappens den Zusammenhang zwischen Netz und
151 Körper. Der Nutzer kann sein Wissen über Würfelnetze anwenden und überprüfen und dabei
152 seine Fähigkeiten vom mentalen Falten von Netzen und dessen räumlicher Vorstellung
153 erweitern. Daher bietet es sich an, die App in Übungsphasen einzusetzen. Somit sollte vor
154 Benutzung eine Einführung der Thematik zu Grunde liegen. Besonders wichtig ist es, diese
155 Fähigkeiten in der Klassenstufe 3/4 auszubilden, da hier die Grundlage für spätere Aufgaben
156 im Unterricht gelegt werden. So kommt es bspw. bei Oberflächenberechnungen von
157 zusammengesetzten Figuren (z. B. Quader mit aufgesetztem Zylinder) immer wieder zu

158 Schwierigkeiten. Es werden dabei oft einfach die Flächeninhalte der Netze addiert ohne
159 doppelte Flächen abzuziehen. Dies hat den Hintergrund, dass die Fähigkeit des räumlichen
160 Denkens oft nicht gut genug ausgebildet ist. Aus diesem Blickwinkel heraus betrachtet, bietet
161 die App eine Möglichkeit, von Beginn an diese Fähigkeit zu unterstützen und zu fördern.

162 Der Einsatz der App ermöglicht neue Herangehensweisen. Er stellt eine Ergänzung zum
163 Selbstschneiden und -basteln von Würfelnetzen dar. Die App kann den haptischen Weg zwar
164 nicht ersetzen, bietet aber die Möglichkeit einer Übung, die ausschließlich mit Würfeln und
165 Schachteln oder Bildern nicht möglich wäre (vgl. EIS-Prinzip nach Bruner, 1988).

166 Die App ist weiterhin so aufgebaut, dass differenziertes Lernen ermöglicht wird. Hier kann man
167 wieder Bezug zu den Phasen der Kopfgeometrie herstellen. In der Phase der Aufgabenstellung
168 wird ein Netz vorgegeben, an dem die jeweilige Arbeitsanweisung durch die App anzuwenden
169 ist. Besitzt man bereits ein hohes Maß an Fähigkeiten, kann man die Aufgaben durch
170 räumliches Vorstellen und Operieren im Kopf ohne weitere Hilfe lösen. Für diejenigen, die
171 noch Hilfe für die räumliche Vorstellung brauchen, bevor sie in die Kopfgeometrie wechseln,
172 dient die Drehung, die Vergrößerung und Verkleinerung des Objekts dazu, sich die
173 Ausgangssituation nochmals in einer anderen Perspektive vorzustellen. Reicht dies auch noch
174 nicht für die Lösung der Aufgabe aus, kann anhand des Schiebereglers die Schwierigkeit
175 individuell eingestellt werden. Somit dient die App dazu, die Kopfgeometrie der Nutzer zu
176 fördern und setzt dabei an den unterschiedlichen Fähigkeitsstufen an.

177 Somit ist die App gut geeignet für das Unterrichtsobjekt Würfelnetz und fördert die Fähigkeit
178 der Raumvorstellung der Nutzer, indem diese differenziert nach ihrem Fähigkeitsstand an den
179 Objekten arbeiten können.

180 **5. Wie kann die App in der Klassensituation verwendet werden?**

181 Für den Einsatz im Schulunterricht ergeben sich verschiedene Möglichkeiten. Die App kann in
182 Übungssequenzen in Einzelarbeit verwendet werden. Da die Aufgabenstellung durch die App
183 bereits vorgegeben ist, ermöglicht dies ein individuelles Arbeiten der Schüler mit den
184 Aufgaben. Die Lehrkraft braucht demnach keine weiteren Impulse geben, sondern kann gezielt
185 auf bestimmte Schülerinnen und Schüler, z. B. Lernschwächere, eingehen. Diese
186 Übungssequenzen könnten auch mehrmals im Schuljahr wiederholt werden, um eine Grundlage
187 für spätere Klassenstufen zu legen. Der Einsatz würde sich auch in einer Stationsarbeit zum
188 Thema Würfel anbieten. Hier könnten sich die Schülerinnen und Schüler in der Gruppe
189 zusätzlich über ihre jeweiligen Strategien austauschen. Durch den Einsatz der App lässt sich
190 nach einem Einstieg mit dem Herstellen von Schachteln etc. auch Zeit und Material sparen.

191 Allerdings ergeben sich bei der Verwendung der App im Schulunterricht auch einige
192 Schwierigkeiten. Bei einer Klassenstärke von 30 Schülerinnen und Schülern wird es schwer für
193 die Lehrkraft, auf die Probleme der Einzelnen einzugehen. Anhand der gesammelten Medaillen
194 kann die Lehrkraft leider auch keine Aussage über die Fähigkeiten der Schüler ableiten. Hier
195 ist deshalb auch die Bepunktung durch die Sterne und das Sammeln der Medaillen zu
196 kritisieren. Wenn der Nutzer Hilfe beim Bearbeiten in Anspruch nimmt, kann er nur gewisse
197 Anteile an Sternen sammeln. Da sich die Sterne dennoch auffüllen, lässt sich am Ende nicht

198 überprüfen, ob 20 Aufgaben mit Hilfe oder nur 10 ohne gelöst wurden, da beide Nutzer dann
199eine Medaille hätten. Besser wäre in dem Fall, wenn die App eine Diagnosefunktion hätte, die
200die Lehrkraft die noch vorhandenen Probleme einsehen lässt, so dass diese angemessen darauf
201reagieren kann. Wichtig wäre es auch, den Lernerfolg auf eine andere Weise festzuhalten. In
202Anbetracht dessen würde es aber einfach als zusätzliches Anschauungsmaterial bzw. als Übung
203für Zuhause dienen, mit der man sich aufgrund der spielerischen Eigenschaft gerne beschäftigt.

204 **Weitere Anmerkungen**

205 Da es insgesamt nur 11 verschiedene Würfelnetze gibt, könnte es passieren, dass der Nutzer
206 irgendwann alle Netze kennt und einfach nur die Lösung tippt ohne gedankliche Prozesse zu
207 durchlaufen. Dies soll zwar insbesondere durch das leichte Einfalten zu Beginn und der
208 zufälligen Anordnung der Netze vermieden werden, auszuschließen ist es jedoch nicht (vgl.
209 Huhmann, 2013). Eine Möglichkeit, die App zu erweitern, wäre die Ergänzung durch
210 Quadernetze. Durch die Erweiterung könnte man analoge Fragen stellen, um somit sicher zu
211 gehen, dass dies keine Antworten waren, die auf das Auswendiglernen zurückzuführen sind.
212 Auch bietet das gedankliche Falten von Quadernetzen weitere Aspekte, die betrachtet werden
213 müssen, wie beispielsweise unterschiedlich lange gegenüberliegende Seiten. Des Weiteren gibt
214 es 54 verschiedene Quadernetze und somit wird die Möglichkeit gelernter Netze noch weiter
215 reduziert.

216 Im zweiten Aufgabenbereich kann man das anzulegende Quadrattteilchen nur schwer bewegen.
217 Die Handhabung ist somit nicht optimal und sollte überarbeitet werden.

218 Auch wäre eine mögliche Weiterentwicklung, eine Funktion für Farbenblinde bzw. Nutzer mit
219 Farbschwäche einzubauen. Hierfür könnte man den sieben Farben jeweils noch ein eindeutiges
220 Muster zuordnen.

221 Die Bepunktung anhand der Medaillen macht für alleiniges Beschäftigen auch nicht wirklich
222 Spaß. Hat man erstmal alle vier Medaillen gesammelt, kommt man nicht mehr weiter. Hier
223 könnte man verschiedene Sterne vergeben (verschiedene Farben) oder ähnliches. Dies ist
224 allerdings auch abhängig davon, in welche Richtung es gehen soll (Diagnose vs. Punkte
225 sammeln).

226 Als letzter Punkt stellt sich noch die Frage, inwiefern es sinnvoll wäre, bereits beim Drehen des
227 Objekts einen Punktabzug zu geben. Im Sinne der Kopfgeometrie (zumindest nach Definition)
228 wäre dies eher nicht gestattet, allerdings trägt es zum besseren Verständnis der Situation bei.
229 Eine mögliche Idee hinter der App könnte es sein (vielleicht sogar erst für höhere
230 Klassenstufen), das Netz zu sehen und im Kopf alle weiteren Operationen durchführen zu
231 müssen. Bei korrekter Antwort gäbe es dann einen gelben Stern. Auf dem Weg bis dahin kann
232 das Drehen als wichtiger Ansatzpunkt gesehen werden und man bekäme für das richtige Lösen
233 nur damit einen vollständigen blauen Stern.

234 **Literatur**

- 235 Bruner, Jerome S. (1988): *Über kognitive Entwicklung*. In: Jerome S. Bruner, Rose R. Oliver
236 und Patricia Marks Greenfield (Hg.): *Studien zur Kognitiven Entwicklung*. 2. Auflage.
237 Stuttgart: Klett-Cotta, S. 21– 54.
- 238 Huhmann, T. (2013). *Welchen Einfluss können Computeranimationen auf die*
239 *Raumvorstellungsentwicklung haben?* Heidelberg: Springer Spektrum.
- 240 Weigand, H.-G. (2013). *Didaktik der Geometrie für die Sekundarstufe 1*. Heidelberg:
241 Spektrum Verlag