

Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik Zürich (HfH)  
Studiengang Sonderpädagogik  
Masterarbeit

## **SeaNumbers**

Eine App, um vorschulisches Mengen- und Zahlenwissen im Kindergarten zu trainieren



Eingereicht von:	Christine Gredig
Begleitung:	Barbara Weber

Datum der Abgabe:	15. Juni 2018
-------------------	---------------

**Abstract**

Studien zufolge ist vorschulisches Mengen- und Zahlenwissen im Kindergarten für den weiteren Schulerfolg zentral. In der vorliegenden Masterarbeit wurde eine Mathematik App für den Kindergarten entwickelt, mit der dieses Wissen trainiert werden kann. Die Entwicklungsarbeit gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil werden, ausgehend von theoretischen Grundlagen der Mathematik und digitaler Medien, mittels Inhaltsanalyse Anforderungen an eine App erarbeitet. Unter Einbezug des Lehrplans 21 bilden diese die Basis für die Konzeption. Eine Softwarefirma hat anschliessend die App programmiert. Im zweiten Teil wurde die App von zehn Testpersonen, einem Lernsoftwareexperten und der Autorin in der Praxis getestet. Nach der Auswertung der Fragebögen zeigte sich, dass sich die App in der Praxis hinsichtlich der Usability bezüglich Zielgruppe, Navigation und Gestaltung bewährt. Rückmeldungen der Testpersonen und Erkenntnisse der Autorin dienen nun der Optimierung, bevor die App auf dem Markt erhältlich ist.

**Dank**

Damit meine Idee von einer selber konzipierten Mathematik App in die Tat umgesetzt werden konnte, verdienen etliche Personen ein grosses Dankeschön.

Herzlich danke ich meiner Begleitperson, Barbara Weber, für ihre kompetente Begleitung und Unterstützung während des vergangenen Jahres.

Ebenfalls bedanke ich mich bei Maroje Ljubic. Ohne ihn wäre die App nicht so toll herausgekommen.

Danken möchte ich auch Felix Müller und allen SHPs, die die App im Unterricht getestet haben.

Besonders danken möchte ich Christian, der mir während des Schreibens motivierend und unterstützend zur Seite stand und mir mit seinen kritischen Anmerkungen stets weitergeholfen hat.

Zum Schluss möchte ich meiner Familie, meinen Freunden und meinen Arbeitskolleginnen danken, die mich beim Realisieren meiner Masterarbeit unterstützt haben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b>	<b>I</b>
<b>Dank</b>	<b>II</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Persönliche Begründung der Themenwahl</b>	<b>2</b>
1.1.1 Persönlicher Bezug zur Thematik	2
1.1.2 Persönliche Zielsetzungen	3
<b>1.2 Aufbau der Masterarbeit</b>	<b>3</b>
<b>2. Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Aktueller Stand in Bezug auf den Einsatz von Tablets in der Schule und im Kindergarten</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Aktueller Stand in Bezug auf Apps</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Aktueller Stand in Bezug auf Mathematik</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Aktueller Stand in Bezug auf den Lehrplan 21</b>	<b>7</b>
2.4.1 Medien und Informatik	7
2.4.2 Mathematik	8
<b>2.5 Umfeldanalyse bezüglich Tablets im Kindergarten im Kanton Zürich/Umfrage</b>	<b>8</b>
<b>2.6 Zielsetzungen der Entwicklungsarbeit</b>	<b>10</b>
<b>2.7 Forschungsabsicht</b>	<b>11</b>
2.7.1 Begründung der Fragestellungen	11
2.7.2 Eingrenzung des Themas	12
<b>2.8 Heilpädagogische Relevanz</b>	<b>12</b>
<b>3. Theoretische Grundlagen</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Bezugsrahmen Mathematik</b>	<b>14</b>
3.1.1 Begriffsklärung	14
3.1.2 Mengenerfassung	16
3.1.2.1 Protoquantitative Schemata nach Resnick	16
3.1.2.2 Anzahlerfassung von kleinen Mengen	17
3.1.3 Zahlbegriffserwerb	18
3.1.3.1 Das „Logical-foundations-Modell“ nach Piaget	19
3.1.3.2 Das „Skill-Integration-Modell“	20
3.1.4 Zählen und Zahlwortreihe	20
3.1.4.1 Entwicklung des Zahlwortgebrauchs nach Fuson	20
3.1.4.2 Zählprinzipien nach Gelman und Gallistel	21
3.1.5 Das Entwicklungsmodell der Zahl-Grössen-Verknüpfung (ZGV) nach Krajewski	22
3.1.6 Prädiktoren in Bezug auf die mathematische Entwicklung	25
3.1.6.1 Unspezifische Prädiktoren	26
3.1.6.2 Spezifische Prädiktoren	28
3.1.7 Relevante Darstellungen im Zahlenraum bis zwanzig	29
3.1.8 Zusammenfassung und Bezug zum Lehrplan 21	29
3.1.9 Bereits gewonnene Erkenntnisse	31
<b>3.2 Bezugsrahmen Medien</b>	<b>31</b>
3.2.1 Medienpädagogik	31
3.2.2 Medienerziehung	32
3.2.3 Medienkompetenz	32
3.2.4 Mediendidaktik	33
3.2.5 Medienaneignung - Aufwachsen in einer mediatisierten Welt	33
3.2.6 Digitale Medien	35
3.2.7 Tablets	35
3.2.8 App	36

3.2.9 Betriebssysteme .....	37
3.2.10 Usability .....	37
3.2.11 Computergestütztes Lernen .....	37
3.2.12 Gestaltung von Rückmeldungen .....	39
3.2.13 Zusammenfassung und bereits gewonnene Erkenntnisse .....	39
<b>4. Forschungsmethodisches Vorgehen .....</b>	<b>42</b>
4.1 Qualitatives Denken und Gütekriterien .....	42
4.2 Forschungsablauf .....	43
Teil 1: Entwicklung der Mathematik App .....	44
Teil 2: Evaluation der Mathematik App .....	44
<b>4.3. Forschungsdesign Teil 1: Entwicklung der Mathematik App .....</b>	<b>44</b>
4.3.1 Literaturrecherche .....	44
4.3.2 Literaturanalyse .....	45
4.3.3 Zusammenführen der Bereiche A und B .....	48
4.3.4 Auswahl der Softwarefirma und App-Programmierung .....	48
<b>4.4 Forschungsdesign Teil 2: Evaluation der Mathematik App .....</b>	<b>48</b>
4.4.1 Der Fragebogen .....	48
4.4.2 Entwicklung des Fragebogens .....	49
4.4.3 Auswahl der Stichprobe .....	50
4.4.4 Festlegung Setting und Testinstruktion .....	50
4.4.5 Auswahl Lernsoftwareexperte .....	51
4.4.6 Triangulation .....	51
4.4.7 Datenauswertung mittels Triangulation .....	52
<b>5. Auswertung und Ergebnisse Forschungsteil 1 .....</b>	<b>53</b>
5.1 Auswertung mathematische Anforderungen .....	53
5.2 Auswertung didaktische Anforderungen .....	54
5.3 Auswertung gestalterische Anforderungen .....	54
5.4 Einbezug Lehrplan 21 .....	55
5.5 Beantwortung der Fragestellung bezüglich Inhalt, Didaktik, Gestaltung und Lehrplan 21 .....	55
5.5.1 Mathematische Fähigkeiten und Lehrplan 21 (1. Unterfrage) .....	55
5.5.2 Didaktische Aspekte (2. Unterfrage) .....	56
5.5.3 Gestalterische Aspekte (3. Unterfrage) .....	56
5.5.4 Beantwortung der 1. Hauptfrage und weiterführende Überlegungen .....	57
<b>6. Produkt Mathematik App .....</b>	<b>59</b>
6.1 Zusammenfassende Beschreibung des Entwicklungsprozesses .....	59
6.2 Startansicht .....	60
6.3 Levelauswahl .....	60
6.4 Feedback .....	61
6.5 Beschreibung der einzelnen Lernumgebungen .....	61
6.5.1 Lernumgebung „gelber Fisch“ - Level 1 .....	62
6.5.2 Lernumgebung „gelber Fisch“ - Level 2 und Level 3 .....	62
6.5.3 Lernumgebung „Schatztruhe“ - Level 1 bis 3 .....	63
6.5.4 Lernumgebung „grüner Fisch“ - Level 1 bis 3 .....	64
<b>7. Auswertung und Ergebnisse Forschungsteil 2 .....</b>	<b>66</b>
7.1 Ausarbeitung der Items für den Fragebogen .....	66
7.2 Auswertung der Fragebögen .....	67
7.3 Beantwortung der Fragestellung in Bezug auf die Usability im Kindergarten .....	70
7.3.1 Eignung im Kindergarten (1. Unterfrage) .....	70
7.3.2 Navigation und Gestaltung (2. Unterfrage) .....	71
7.3.3 Einzelne Lernumgebungen (3. Unterfrage) .....	71

7.3.4 Änderungsvorschläge (4. Unterfrage).....	72
7.3.5 Beantwortung der 2. Hauptfrage.....	73
<b>8. Evaluation des Forschungsprozesses.....</b>	<b>74</b>
8.1 Reflexion des Forschungsprozesses.....	74
8.2 Herausforderungen und Erkenntnisse.....	74
8.3 Kritische Reflexion der Forschungsmethoden.....	75
8.3.1 Umfeldanalyse.....	75
8.3.2 Inhaltsanalyse.....	75
8.3.3 Fragebogen.....	76
8.4 Evaluation der Zielerreichung.....	77
8.4.1 Überprüfung Entwicklungsziel.....	77
8.4.2 Überprüfung Zielsetzungen der Entwicklungsarbeit.....	77
8.4.3 Überprüfung persönliche Zielsetzungen.....	77
8.5 Relevanz der Forschung aus heilpädagogischer Sicht.....	78
8.6 Relevanz der Forschung für die berufliche Praxis der Autorin.....	79
<b>9. Ausblick.....</b>	<b>80</b>
9.1 Weiterführende Forschungen.....	80
9.2 Weiterführung der Mathematik App.....	80
<b>Verzeichnisse.....</b>	<b>81</b>
Tabellenverzeichnis.....	81
Abbildungsverzeichnis.....	81
Literaturverzeichnis.....	81
<b>Anhang.....</b>	<b>87</b>
A Übersicht Lehrplan 21, Mathematik, 1. Zyklus.....	88
B Relevante Kompetenzstufen im Bereich Mathematik, 1. Zyklus.....	91
C Fragebogen Umfeldanalyse.....	92
D Säulen qualitativen Denkens nach Mayring.....	93
E Literaturkorpus: Mathematische Anforderungen.....	95
F Literaturkorpus: Didaktische und gestalterische Anforderungen.....	96
G Auswertung qualitative Inhaltsanalyse.....	98
H Beispiele App Konzept.....	105
I Designentwicklung.....	108
J Begleitschreiben.....	110
K Fragebogen.....	111
L Übersichtstabelle Fragebogenauswertung.....	113
M Auswertung der offenen Frage.....	116
N Foto aller Fragebögen.....	117

## 1. Einleitung

Bei der aktuellen Diskussion um Medieneinsatz in der Schule geht es nicht lediglich um neue Technologien wie Smartboards oder iPads, die alte Technologien wie Tafel, Film und Hefte ergänzen oder gar ablösen, sondern um einen Paradigmenwechsel. Denn diese Technologien stehen für einen technologischen und kulturellen Wandel, der dabei ist, unser Leben grundlegend zu verändern. (Thissen, 2015, S. 7)

Im Jahr 1986 schrieb Moser, es sei nicht zu erwarten, „dass der Computer als eigentliches Schulfach in naher Zukunft in die Primarschulen eingeführt wird“ (Moser, 1986, S. 134). Nach 30 Jahren wird dies mit der Einführung des Lehrplans 21 jedoch zur Realität. Neue Medien und digitales Lernen sind heutzutage aktuelle Schlagwörter und werden im Zusammenhang mit der Einführung des Lehrplans 21 diskutiert. Im Kanton Zürich wird der Lehrplan 21 auf das Schuljahr 2018/19 flächendeckend eingeführt und enthält neu einen Modullehrplan „Medien und Informatik“. Modullehrpläne dienen dazu, „fächerübergreifende Aufgaben der Schule zu beschreiben und für einen Kern dieser Aufgaben einen systematischen Aufbau von Kompetenzen zu gewährleisten“ (Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Modul Medien und Informatik, 2017, S. 2).

Nach der Erfindung des Alphabets und des Buchdrucks sind es heute die elektronischen Medien, die einen erneuten Leitmedienwechsel angestossen haben. Aufwachsen in der jetzigen Zeit bedeutet aufwachsen in einer Übergangszeit, in der das Buch immer mehr vom Internet als Leitmedium abgelöst wird (vgl. Stöcklin, 2012, S. 57-59).

Tablets im Kindergarten stossen aber nicht bei allen auf Begeisterung und Zustimmung, was der Autorin beim Recherchieren bewusst wurde. Entweder ist man gegenüber dieser Entwicklung aufgeschlossen und bereit, diese Medien im Kindergartenalltag einzusetzen, oder man setzt sich vehement für den Kindergarten als medienfreien Ort ein. Nach Ansicht Robooms (2017) wird dabei ausser Acht gelassen, dass Kindergartenkinder bereits überall in ihrem Alltag mit Medien konfrontiert werden (vgl. S. 10). Ein bekannter Kritiker ist Spitzer (2012), der in seinem Buch vor digitaler Demenz warnt. Spitzer ist der Auffassung, dass digitale Medien geistige Arbeit abnehmen und die Menschheit verlernt, selber zu denken. Das Gedächtnis lässt nach, was zur Folge habe, dass Nervenzellen absterben, weil sie nicht mehr gebraucht würden. Zu den wichtigsten Erkenntnissen der Neurobiologie gehört, dass sich das Gehirn durch seinen Gebrauch ständig ändert. Mittels bildgebender Verfahren können heute die neuronalen Auswirkungen von Lernprozessen sichtbar gemacht werden. Da das Gehirn immer lernt, hinterlässt auch der Gebrauch von digitalen Medien seine Spuren. Das hat, laut Spitzer, Auswirkungen auf kognitive Leistungen wie Aufmerksamkeit, Sprach- oder Intelligenzentwicklung (vgl. S. 14f.). Auch Lembke und Leipner (2016) sind der Auffassung, dass Kindern bis zwölf Jahren digitalfreie Zeit geschenkt werden soll, da durch Klicken durchs Internet keine Medienkompetenz aufgebaut werde. Kinder sollten lieber in der realen Welt Erfahrungen sammeln, die die natürliche Entwicklung fördern (vgl. S. 65-67). Die Autorin ist klar dagegen, dass die Menschheit das Denken dem Computer überlässt und erachtet es als äusserst wichtig, dass Kinder lernen, eigenständig zu denken, zu handeln und Dinge kritisch hinterfragen zu können. Das Mathematik Trainingsprogramm soll dem Kind nicht das Denken abnehmen, sondern im Gegenteil genau dieses soll durch die Lernumgebungen angeregt werden.

Wichtig bei der ganzen digitalen Entwicklung bleibt nach wie vor das Bewusstsein darüber, „was der Computer nicht ist, und was er sein kann“ (Krauthausen & Lorenz, 2011, S. 163). Für die Autorin ist ein Tablet ein Medium, das wie andere Medien im Unterricht pädagogisch sinnvoll eingesetzt werden kann. Sie teilt somit die Meinung von Krauthausen und Lorenz, dass eine sachgerechte Integration in den Unterricht wichtig ist.

Im Unterricht sollte der Medieneinsatz mit anderen Aktivitäten verknüpft werden. Den Einsatz eines Tablets zum Selbstzweck oder weil es zur Zeit in Mode ist, lehnen sie ab. Somit geht es in der Diskussion um digitale Medien im Bildungswesen oft weniger um den Lerninhalt als um das Medium selber. Sie plädieren für Gelassenheit, da die Nutzungsdauer digitaler Medien durch ein Kind im Unterricht viel kürzer als die bildschirmfreie Zeit ist (vgl. ebd. S. 182). Gemäss Ladel (2018) sollen Primärerfahrung mit physischen Arbeitsmaterialien die Grundlage für die Nutzung virtueller Arbeitsmaterialien bilden (vgl. S. 3). Bostelmann und Fink (2014) sind der Auffassung, dass Tablets im Kindergarten bei richtigem Einsatz sinnvoll sind. Ihre Verwendung bieten eine Reihe von Chancen, die Arbeits- und Lernqualität zu verbessern. Die neue Technik sei als Werkzeug zu sehen, das bei der Umsetzung der pädagogischen Ziele hilfreich sein soll (vgl. S. 5).

Zu den pädagogischen Zielen im Kindergarten gehört das Fördern numerischer Kompetenzen. In der einschlägigen Fachliteratur ist man sich einig, dass den numerischen Kompetenzen im Kindergarten für den späteren Mathematikerfolg eine entscheidende Rolle zukommt. Der Autorin ist es ein Anliegen, diese Kompetenzen zu fördern und so die Bildungschancen aller Kinder zu erhöhen. Ein Mehrwert, den die Autorin beim Einsatz von Lernprogrammen mit Tablets gegenüber anderen Aufgabenstellungen sieht, ist das unmittelbare Feedback nach dem Lösen einer Aufgabe, das nach neurowissenschaftlichen Erkenntnissen sehr bedeutsam ist.

Die Relevanz des Themas im heilpädagogischen Kontext und das Interesse am Einsatz von digitalen Medien im Unterricht zeigt sich auch an der wachsenden Anzahl von Masterarbeiten, die sich mit dem Thema bereits befassen haben. Mit der Herstellung einer Mathematik-App für den Kindergarten, die Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert, betritt die Autorin so weit ersichtlich Neuland.

## **1.1 Persönliche Begründung der Themenwahl**

### **1.1.1 Persönlicher Bezug zur Thematik**

Bereits nach dem 1. Schultag war für mich klar, dass ich später einmal Lehrerin werden möchte. Ich himmelte meine Unterstufenlehrerin regelrecht an und bewunderte sie für ihre Materialien, die sie im Unterricht einsetzte. Zu Hause spielte ich damals mit meinen Freundinnen „Schülerlis“ und ich kreierte selber Arbeitsblätter und Unterrichtsmaterialien. Die Begeisterung dafür ist bis heute geblieben. In meiner langjährigen Tätigkeit als Unterstufenlehrperson war mir der Einsatz von sinnvollem Material stets wichtig. Daran ändert sich auch nichts in meiner jetzigen Funktion als Heilpädagogin. Es ist wichtig, die Materialien sorgfältig auszuwählen, um individuell fördern zu können.

Ich liebäugelte schon länger damit, Schulmaterial zu entwickeln, aber leider fehlte mir neben dem Unterrichten stets die Zeit dazu. Dass es nun kein Lehrmittel in Form eines Buches oder einer Werkstatt wird, sondern eine App, hat sich aus aktuellem Anlass und Neugierde für das Produkt ergeben.

In diesem Schuljahr hat die Schule, an der ich unterrichte, das Ziel, Lehrpersonen im Umgang mit iPads fit zu machen und dieses Medium vermehrt im Unterricht einzusetzen, auch auf der Kindergartenstufe.

Mathematik war schon immer mein Lieblingsfach und es bereitet mir besonders Freude, Lerninhalte mit geeigneten Materialien zu vermitteln. Da ich seit letztem Schuljahr neu auf der Kindergartenstufe arbeite, wurde mir während des Mathematik Moduls an der Hochschule für Heilpädagogik erst richtig bewusst, wie bedeutsam das Trainieren der Vorläuferfertigkeiten für den weiteren Schulverlauf ist. In der 1. Klasse hatte ich oft Kinder, die mit zählen und Zahlen allgemein Mühe hatten und deshalb mit Schwierigkeiten den Erstklassstoff erlernen mussten. Mit der Entwicklung einer Mathematik App möchte ich einen Beitrag leisten, eine



qualitativ hochstehende App anderen Lehrpersonen anzubieten, die im Zuge der vermehrten integrativen Förderung in unterschiedlichen Settings zum Einsatz kommen kann.

### **1.1.2 Persönliche Zielsetzungen**

Im letzten Jahr ist die Idee entstanden, eine Mathematik App für den Kindergarten zu konzipieren, die Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert. Im Rahmen der Masterarbeit an der Hochschule für Heilpädagogik soll dieses Projekt nun realisiert werden. Es war für mich wichtig, etwas Praxisbezogenes herzustellen, das auch für andere Lehrpersonen von Nutzen ist. Da ich selber keine App programmieren kann, muss dieser Teil an eine Firma ausgelagert werden, die die App nach meinen Vorstellungen zeichnet und programmiert. Neben dem genannten Entwicklungsziel ist ein weiteres Ziel dieser Arbeit die Auseinandersetzung mit digitalen Medien. Da ich bis jetzt keine Erfahrung auf der Kindergartenstufe mit dem Einsatz von Tablets und Apps habe, möchte ich mir selber eine Meinung bilden, ob deren dosierte Verwendung im Kindergarten angebracht ist und wie die Kinder darauf reagieren. Weitere Ziele bestehen darin, die Theorie zum Zahlbegriffserwerb zu vertiefen, wissenschaftliches Arbeiten zu festigen und neue Forschungstechniken kennenzulernen.

### **1.2 Aufbau der Masterarbeit**

Am Anfang dieser Entwicklungsarbeit wird die Ausgangslage beschrieben. Daraus resultiert die Forschungsabsicht mit entsprechenden Fragestellungen. Die Heilpädagogische Relevanz schliesst dieses Kapitel ab (Kapitel 2). Der theoretische Bezugsrahmen gliedert sich in die zwei Teile: Mathematik und digitale Medien (Kapitel 3). Anschliessend wird das forschungsmethodische Vorgehen bezüglich Konzeption (Forschungsdesign 1) und Evaluation (Forschungsdesign 2) aufgezeigt (Kapitel 4). Die Auswertung des ersten Forschungsteils und die Beantwortung der entsprechenden Forschungsfrage steht im Zentrum des nächsten Kapitels (Kapitel 5). Im Anschluss wird das theoriegestützte Produkt beschrieben (Kapitel 6). Das nächste Kapitel widmet sich der Auswertung des zweiten Forschungsteils, d.h. die Fragebögen werden nach der Testphase ausgewertet. Folgend wird die zweite forschungsleitende Fragestellung beantwortet (Kapitel 7). Danach folgt die Evaluation des Forschungsprozesses (Kapitel 8). Die Arbeit wird mit dem Ausblick bezüglich weiterführenden Forschungen und Weiterführung des Produkts abgeschlossen (Kapitel 9).

## 2. Ausgangslage

In diesem Kapitel wird zuerst der aktuelle Stand in Bezug auf den Einsatz von Tablets in der Schule und im Kindergarten, bezüglich Apps allgemein und hinsichtlich der Mathematik dargestellt. Anschliessend wird der aktuelle Stand des Lehrplans 21 in den Bereichen Medien, Informatik und Mathematik aufgezeigt. Hierauf wird die Umfeldanalyse erläutert und es werden zentrale Aussagen präsentiert sowie Folgerungen für die Masterarbeit abgeleitet. Des Weiteren werden die Zielsetzungen und die Forschungsabsicht dargelegt. Abschliessend wird die heilpädagogische Relevanz ausgewiesen.

### 2.1 Aktueller Stand in Bezug auf den Einsatz von Tablets in der Schule und im Kindergarten

Seit der Lancierung des iPads von Apple im Jahr 2010 gibt es weltweit einige Projekte an Schulen, in denen im Unterricht systematisch mit iPads gearbeitet wird und die wissenschaftlich begleitet wurden. In Australien, im Bundesstaat Victoria, wurden vom Oktober 2010 bis Dezember 2011 mehr als 660 iPads an zehn verschiedene Schulen verteilt mit dem Ziel, die Schüler auf das 21. Jahrhundert vorzubereiten und den Nutzen von Tablets für den Unterricht zu erforschen. Zu den teilnehmenden Schulen zählten zwei Grundschulen, fünf weiterführende Schulen und drei Förderschulen. U.a. sollte geklärt werden, wie sich der Einsatz von Tablets in der Schule auswirkt und ob eine Verbesserung des Lernens aufgrund des Einsatzes der Geräte nachweisbar ist. Zur Evaluation wurden Fragebogen, Interviews und Unterrichtsbeobachtungen genutzt.

Eine andere Studie fand in Schottland an acht Schulen mit ca. 370 Tablets statt. Die fünf Grundschulen und drei weiterführende Schulen wurden wissenschaftlich begleitet.

Weitere Studien existieren aus den USA, Finnland, Deutschland und England. Vergleicht man diese Studien miteinander, sticht ins Auge, dass sich die Ergebnisse ähneln. Das deutet darauf hin, dass die Effekte von der Schulart und der Kultur unabhängig sind. In allen Schulen wird der Einsatz von Tablets grundsätzlich empfohlen. Ebenfalls weisen sämtliche Schulen den motivierenden Aspekt des Tablets nach. Durch den Einsatz von Tablets erleben sich die Schüler als eigenständig handelnd, die etwas erkunden oder produzieren können, was positive Emotionen auslöst. Die Bedienbarkeit der Geräte hat nur wenige Probleme bereitet. Auch die Kinder in den Förderschulen konnten die Geräte ohne Probleme bedienen. Die Ergebnisse zeigen auch eine Rollenveränderung auf Seiten von Lehrpersonen und Schülern. Lehrpersonen werden mehr zu Lernbegleitern und Schüler erleben eine höhere Autonomie. Es wird aber betont, dass beim Einsatz von Tablets die Pädagogik enorm wichtig ist. In den Studien, an denen Grundstufenklassen beteiligt waren, ergab sich, dass der Einsatz von Tablets ein Erfolg war. Insbesondere zeigte sich in der australischen Studie, dass der Nutzen in Grund- und Förderschulen eindeutig grösser war als an den weiterführenden Schulen und dass die Motivation und das Interesse am Lernen grösser waren (vgl. Thissen, 2015, S. 21-32).

In der Schweiz zeigte das im Kanton Solothurn durchgeführte Projekt myPad sehr ähnliche Effekte. MyPad ist das einzige Projekt, das sich über einen längeren Zeitraum mit dem Einsatz von Tablets in den Schulen befasst hat. Insgesamt waren im Kanton Solothurn von 2012-2014 250 Schülerinnen und Schüler von der 3. Klasse der Primarschule bis zur 3. Klasse der Sekundarschule sowie 45 Lehrpersonen beteiligt. Alle Schülerinnen und Schüler wurden mit einem iPad ausgestattet, welches sie auch privat nutzen konnten. Am Ende des Projekts gaben mehr als zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler an, die Schule sei mit dem Tablet spannender und abwechslungsreicher geworden. Durch das Tablet konnten sie schnell und unkompliziert auf Informationen zugreifen oder z.B. die Rechtschreibung eines Hefteintrags überprüfen. Tablets bieten kreative Möglichkeiten wie Musik machen, Bilder und Filme bearbeiten oder Präsentationen erstellen. Wie Lernspielapps sind dies Faktoren, die die Lernmotivation beeinflusst haben, was auch von den Lehrperso-

nen bestätigt wurde. Im Unterricht konnten Tablets variantenreich und vielfältig eingesetzt werden. Schülerinnen und Schüler sowie Lehrpersonen haben Tablets gegenüber Laptops eindeutig Vorteile: Sie sind handlicher, mobiler und leichter, haben eine lange Akkulaufzeit und schnelle Aufstartzeiten. Darüber hinaus finden die verschiedenen Funktionen wie Mikrofon, Kamera, Lautsprecher, Internet und die zahllose Apps Anklang. Zudem betonen Kinder und Lehrpersonen, dass das Tablet über den Touchscreen einfacher und intuitiver zu bedienen sei als ein Laptop. Das Projekt myPad zeigte, dass durch den Einsatz von Tablets der Unterricht spannender werden kann und Lernen als etwas Positives wahrgenommen wird (vgl. Roos & Schwab, 2015). Auch Grossbritannien oder die Niederlande setzen Tablets im Unterricht bereits in grossem Umfang ein (vgl. Scheiter, 2015, S. 54).

Wissenschaftliche Studien auf der Kindergartenstufe gibt es in der Schweiz bis jetzt keine. Es gibt aber bereits einige Kindergärten, die über erste Erfahrungen mit dem Einsatz von Tablets im Kindergarten berichten können. In Adliswil wurden drei Kindergärten mit iPads ausgerüstet. Rene Kappeler (2012), der ICT Verantwortliche der Schulgemeinde Adliswil, gibt in einem Blog Empfehlungen zum Einsatz mit Tablets im Kindergarten ab. Unter anderem soll das Tablet während des Freispiels angeboten und dadurch nicht als etwas Besonderes angesehen werden. Jedes Kind darf das iPad pro Woche 20 Minuten nutzen, so dass das Kind mit einem beschränkten Medienkonsum umzugehen lernt. Trotz der Gegenwart von digitalen Medien soll das Kind lernen, sich auf andere Dinge zu konzentrieren. Als Ziele nennt Kappeler:

- Die Kindergartenkinder können damit umgehen, dass Medienkonsum begrenzt ist. Sie erkennen, dass man auf den eigenen Medienkonsum Einfluss nehmen und diesen steuern und begrenzen kann.
- Die Kindergartenkinder erleben, dass elektronische Medien eine grosse Faszination ausüben und diese von andern Arbeiten ablenken können. Sie erkennen, dass man dieser Ablenkung widerstehen kann und es trotzdem möglich ist, an etwas anderem konzentriert und mit Freude zu arbeiten.

Zum Schuljahresstart 2017 erschien ein Artikel zum digitalen Aufrüsten in Zürcher Schulen. Die Schulgemeinde Regensdorf ist in Sachen moderne Medien kantonal an der Spitze: Jeder Viertklässler hat sein eigenes Tablet, zwei Erstklasskinder bekommen ein iPad zusammen und Kindergartenkinder haben begleiteten Zugang zum iPad (vgl. Eggli, 2017). Bei weiteren Recherchen ist die Autorin auf einen Artikel in der Zeitschrift „Kindergarten heute“ gestossen, der über den Einsatz von Tablets in schwedischen und dänischen Kitas und Kindergärten berichtet. Tablets werden dort als technisches Werkzeug im Alltag gesehen, das genauso benutzt wird wie Spielsachen oder Bücher. Das Tablet wird aber niemals ohne pädagogisches Ziel oder eine gut durchdachte Planung eingesetzt (vgl. Bostelmann, 2013, S. 28-30). Der Bezug von Tablets zum Lehrplan 21 wird unter 2.4.1 erläutert.

## **2.2 Aktueller Stand in Bezug auf Apps**

Da es eine Fülle von Apps gibt und der Markt dadurch ziemlich unübersichtlich geworden ist, ist es schwierig, für den Bildungsbereich geeignete Apps zu identifizieren. Krauthausen spricht sogar von einem „Qualitätsdilemma digitaler Lernumgebungen“ (Krauthausen, 2012, S. 49). Gemäss Scheiter (2015), die sich auf de.statistica.com beruft, stellten im Jahr 2014 die beiden Hauptanbieter für Apps, der Apple App Store für iPads sowie Google Play für Android Geräte, 1.2 bzw. 1.3 Millionen kostenfreie und kommerzielle Apps zur Verfügung. Dabei waren Bildungs-Apps im Apple Store die zweitbeliebteste Kategorie nach Spielen, was eine grosse Nachfrage nach Bildungsangeboten deutlich macht. Bei einer Vielzahl der Angebote handelt es sich aber um Apps mit unklarer didaktischer Eignung. Anders als bei professionellen Unterrichtsmaterialien etablierter Schulbuchverlage, die einem Qualitätsprozess unterliegen, bleibt es den Benutzern von Apps

(Lehrpersonen, Eltern, Kinder) selbst überlassen, eine Einschätzung der App in Bezug auf deren didaktische und fachliche Qualität vorzunehmen (vgl. S. 65).

In der vermeintlich paradiesischen App-Welt ist die Zahl der in Frage kommenden Apps dermassen gross, dass es für den Nutzer fast unmöglich ist, sie zu überschauen (vgl. Rösch & Maurer, 2014, S. 26). Apps, die von Mathematikern als geeignet eingestuft werden, geht es oft um mathematische Inhalte, die in der Schweiz gemäss Lehrplan in der Primarschule und nicht im Kindergarten vermittelt werden. Z.B. die Tablet Applikation „Virtuelles Zwanzigerfeld“ wurde zur Überwindung zählender Lösungsstrategien entwickelt (vgl. Walter, 2018, 148f.). Auch Urff (2013) analysiert einige App, die er als für die Primarstufe geeignet erachtet und in seiner Dissertation als Überblick in einer Tabelle darstellt (vgl. S. 354). Der Autorin wurde rasch klar, dass es nur sehr schwer möglich ist, sich einen Überblick zu verschaffen, welche Mathematik Apps für die Kindergartenstufe bereits auf dem Markt sind. Eine Vielzahl an Apps in deutscher Sprache haben die Erwartungen der Autorin nicht erfüllt. Viele Apps für die Vorschule enthielten bereits Additions- und Subtraktionsaufgaben, also Fähigkeiten, die vorwiegend in der 1. Klasse eingeführt, trainiert und gefestigt werden. Einige Apps generierten zwar Aufgaben, die durchaus Lerncharakter besitzen, z.B. zuordnen einer Zahl zu einer Menge, jedoch konnte die Lösung durch Trial und Error leicht herausgefunden werden, ohne dass dabei mathematische Überlegungen nötig waren. Bei einigen Apps entsprach die Schreibweise der Ziffern 4 und 9 nicht den gängigen Ziffern, die in der Schule verwendet werden, weshalb sie in den Augen der Autorin nicht anschlussfähig an die 1. Klasse sind. Bei vielen Apps konnte kein Level gewählt werden. Es kam auch vor, dass der Autorin schlicht und einfach das Design der App nicht gefallen hat, so etwa wenn eine App mit Animationen überladen daherkam. Auch störte die Autorin, wenn eine App In-App-Käufe enthielt, d.h. wenn während des Gebrauchs der App für eine erweiterte Form eines Spiels oder einer Übung oder für ein neues Level extra bezahlt werden muss.

Die Autorin testete auch einige Apps, die Werbung enthielten. Lembke und Leipner (2016) sind der Auffassung, dass Kindergartenkinder noch nicht über die Fähigkeiten verfügen, herauszufiltern, was Werbung bedeutet und welch crossmediales Marketing (Fernsehen, Zeitschrift, App etc.) sich dahinter versteckt. Als Beispiel eines crossmedialen Marketings nennen die genannten Autoren den Toggolino Club von Super RTL, den es als Fernsehsendung, als Website, App oder als Zeitschrift gibt und unter dem Deckmantel „Lernen und Bildung“ vermarktet wird (vgl. S. 44-55). Die Autorin teilt die Meinung, dass Kinder nicht für kommerzielle Zwecke missbraucht werden dürfen und Kinder-Apps deshalb keine Werbung enthalten sollen. So ist die Autorin auch gegen den Einsatz von Apps, in der eine Leitfigur wie z.B. Bob, der Baumeister oder Benjamin Blümchen vorkommen, also Figuren, die crossmedial vermarktet werden. Rösch und Maurer (2014) vertreten die Auffassung, dass in den laufend entwickelten und erprobten didaktischen Ansätzen mit Tablets und Apps riesiges Potenzial für zukünftige Bildungspraxis steckt, wenn es gelingt, die Überlegungen und Erfahrungen auszutauschen und zu systematisieren. Aber um dahin zu gelangen, ist sicher auch mehr Praxisforschung nötig (vgl. S. 29). Mit vorliegender Masterarbeit möchte die Autorin einen Beitrag dazu leisten, eine Mathematik App zu entwickeln, deren Inhalt auf theoretisch fundierten Erkenntnissen beruht und die frei von Werbung und In-App-Käufen ist.

### 2.3 Aktueller Stand in Bezug auf Mathematik

Der Thematik Mathematik im Kindergarten wird in der einschlägigen Fachliteratur seit Beginn des 21. Jahrhunderts eine grosse Bedeutung zugeordnet (vgl. Rathgeb-Schnierer, 2013, S. 37). Auch aus entwicklungspsychologischer Sicht steht die Notwendigkeit der Förderung numerischer Kompetenzen im Kindergarten

ausser Frage (vgl. Jörns et al., 2014, S. 244). Im Kanton Zürich und auch in den übrigen Kantonen herrscht durch den Lehrplan Einigkeit, welche mathematischen Kompetenzen im Kindergarten geübt werden müssen. Die Aufgabe des Anfangsunterrichts besteht darin, das Zahlbegriffsverständnis auszubauen, zu festigen und zu systematisieren (vgl. Krauthausen & Scherer, 2014, S. 8). Gemäss Keller, Brandenburg und Volery-Schroff (2014) werden im Kindergarten Grundlagen gelegt, die für die schulische Laufbahn eines Kindes bedeutsam sind (vgl. S. 2). Ebenfalls betonen Scherer und Moser Opitz (2012) die Wichtigkeit des Erwerbs früher mathematischer Kompetenzen, insbesondere die Zählkompetenz (vgl. S. 107). Auch Hasemann und Gasteiger (2014) messen dem Zahlbegriffserwerb im Kindergarten grosse Bedeutung zu (vgl. S.45). In Ihrer Längsschnittstudie konnte Krajewski (2003) nachweisen, dass das mengen- und zahlenbezogene Vorwissen als spezifische Vorläuferfertigkeit gilt.

Bereits im letzten Kindergartenjahr bestehen grosse Unterschiede in Bezug auf das Vorwissensniveau, die für den Schulerfolg der ersten zwei Schuljahre bedeutsam sind. Da diese Kompetenzen wiederum Einfluss auf mathematische Leistungen in viel höheren Klassen haben, sollte man sich der Bedeutsamkeit dieses vorschulischen Wissens bewusst sein (vgl. Krajewski, 2003, S. 211-214). Hess (2011) ist der Auffassung, dass die Kindergartenzeit für ein nachhaltiges mathematisches Lernen genutzt werden soll, um die Bildungschancen aller Kinder zu optimieren (vgl. S. 23). Eine flexible Zählfähigkeit ermöglicht Kindern einerseits, präzise Entscheidungen über Anzahlen zu machen und andererseits, diese Fähigkeit nutzen, um komplexere Anforderungen wie eine Addition oder eine Subtraktion durchzuführen (vgl. Krauthausen & Scherer, 2014, S. 12). Auch Schneider, Küspert und Krajewski (2016) betonen die Bedeutsamkeit der vorschulischen Mengen-Zahlen-Kompetenzen, die für einen späteren erfolgreichen Mathematikerwerb unerlässlich sind (vgl. S. 54). Zahl- und mengenspezifische Fähigkeiten sind zentrale Prädiktoren für die zukünftige Mathematikleistung (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2012, S.102f.).

Schulanfänger weisen hinsichtlich ihrer mathematischen Kompetenzen grosse Unterschiede auf. Einige Kinder sind in ihren Fähigkeiten ihrem Alter entsprechend voraus, während andere Kinder in ihrer Entwicklung zurückliegen. Mehrere Studien zeigen, dass sich Unterschiede in frühen Mengen-Zahlen-Kompetenzen schon im Kindergarten bemerkbar machen und darum Kinder mit Defiziten in diesem Bereich stärker in ihrem mathematischen Schulerfolg gefährdet sind. Dies lässt den Schluss zu, dass Kinder präventiv gefördert werden, um dieses Risiko möglichst klein zu halten (vgl. Krajewski, 2008, S. 91). In der Primarstufe unterscheiden sich unauffällige Kinder im erworbenen Wissen und ihren Fähigkeiten sehr deutlich von rechen-schwachen Kindern (vgl. Fritz & Ricken, 2005, S. 5). Der Bezug zum Lehrplan 21 wird unter 2.4.2 aufgezeigt.

## **2.4 Aktueller Stand in Bezug auf den Lehrplan 21**

### **2.4.1 Medien und Informatik**

Die rasche Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien hat nicht nur Auswirkungen in der Wirtschaft, Politik und Kultur, sondern immer mehr auch in der persönlichen Lebenswelt und der Gestaltung von Beziehungen. Die Bedeutung digitaler Medien ist weiterhin zunehmend und hat für die Schule Auswirkungen auf die Lebenswelt-, Berufs-, Bildungs- und Lehr- und Lernperspektive. Kinder kommen schon vor dem Eintritt in die Schule in Kontakt mit zahlreichen Medien. „Eine zentrale Aufgabe der Schule besteht darin, diesen vor- und ausserschulischen Mediengebrauch als Ressource und Erfahrungsfeld aufzugreifen und die Schülerinnen und Schüler zu einer vertieften Reflexion dieser Erfahrungen und Fähigkeiten zu führen“ (vgl. Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Modul Medien und Informatik, 2017, S. 3).

Aus der Lehr- und Lernperspektive bieten digitale Medien vielfältige Möglichkeiten für Lehr- und Lernprozesse, die aber entsprechende Unterrichtsmethoden bedingen. „Dazu gehört auch die didaktische Integration der neuen Medien in Schule und Unterricht. Eine Schule im Kontext der Informationsgesellschaft soll die Potenziale der neuen Medien auch selber situations- und stufengerecht als Lern- und Lehrwerkzeuge nutzen: Für neue Formen des Lesens und Schreibens, zur multimedialen Veranschaulichung von Sachverhalten, zur Aktivierung von Schülerinnen und Schülern beim Üben und Experimentieren, zur mediengestützten Kommunikation und Kooperation, zum Rechnen und Programmieren und zum Prüfen und zur Dokumentation des Gelernten“ (ebd., S. 4). Schulen und Lehrpersonen müssen sich in einem sich ständig wandelnden, durch vielfältige Medien geprägten Umfeld mit den neuen Entwicklungen auseinandersetzen. Der Modul Lehrplan wird darum als Ausgangspunkt für eine „offene Weiterentwicklung des Fachverständnisses *Medien und Informatik*“ verstanden. Er baut auf den vorschulischen und den im 1. Zyklus gemachten Kontakten mit digitalen Medien auf. Es wird ein bewusster Umgang mit digitalen Medien angestrebt. Bereits im 1. Zyklus des Lehrplans 21 eröffnen digitale Medien vielfältige und kreative Möglichkeiten, die aber nicht in Konkurrenz zu realen Erfahrungen stehen (vgl. ebd., S. 6).

### 2.4.2 Mathematik

Die Bildungslaufbahn der Volksschule beginnt mit dem Eintritt in den Kindergarten. Dabei weisen die Kinder bezüglich Wissen, Können und individuellem Entwicklungsstand sowie sprachliche Voraussetzungen eine grosse Heterogenität auf. Das Ziel besteht darin, alle Kinder in ihrer Entwicklung und ihrem Lernen anzuregen und zu fördern. Fällt es Kindern anfangs noch schwer, ihre Aufmerksamkeit auf von aussen vorgegebene Lerninhalte zu richten, gelingt ihnen das im Verlauf des 1. Zyklus immer mehr. Anfangs dominiert das durch Interesse geleitete Lernen in Alltags- und Spielsituationen. Zunehmend werden die Kinder nun fähig, mit vorgegebenen Aufgaben oder Aufträgen umzugehen und sich auf ein schulisch ausgerichtetes Lernen einzulassen. „Hinter mathematischen Leistungen stehen ein mengen- und zahlenbezogenes Vorwissen bzw. das Verstehen entsprechender Zusammenhänge. Dies ist eine notwendige Voraussetzung, damit Kinder Zählstrategien durch effizientere Operationen und Rechenstrategien ersetzen lernen“ (Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Grundlagen, 2017, S. 26). Spielmaterial und Lernumgebungen knüpfen dabei an die Interessen der Kinder an. Sie sollen aber auch Neugierde wecken und neue Interessen generieren und sich an den im Lehrplan formulierten Kompetenzen ausrichten (vgl. ebd.). Am Ende der Kindergartenstufe befindet sich der 1. Orientierungspunkt. Dieser Orientierungspunkt legt fest, welche Kompetenzstufen bis dahin verbindlich bearbeitet sein müssen (vgl. Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Überblick, 2017, S. 8). Der Lehrplan 21 zum 1. Zyklus im Bereich Mathematik ist im Anhang A zu finden.

### 2.5 Umfeldanalyse bezüglich Tablets im Kindergarten im Kanton Zürich/Umfrage

**Ziel:** Die Antworten sollen Aufschluss über bereits eingesetzte Tablets sowie deren Marke in den Kindergärten im Kanton Zürich geben. Weiter soll mittels der Umfrage herausgefunden werden, welche mathematischen Vorläuferfertigkeiten als wichtig erachtet werden und ob so eine Mathematik App generell als sinnvoll empfunden wird.

**Art der Erhebung:** Von der Autorin entwickelter Fragebogen. Sie entschied sich dafür, weil innert kurzer Zeit mehrere Personen gleichzeitig den Fragebogen ausfüllen können und somit rasch ein Ergebnis feststeht. Dieses war für die Weiterarbeit wichtig (s. Kap. 4.3.1). Die Auswahl zum Lerninhalt erfolgte ohne vor-

heriges Lesen einschlägiger Literatur (siehe Anhang C).

**Auswahl der Stichprobe:** Schulische Heilpädagogen (SHPs)<sup>1</sup>, SHPs in Ausbildung oder Lehrpersonen, die im Kanton Zürich auf der Kindergartenstufe für die integrative Förderung zuständig sind. Dazu wurden zufällig Gemeinden ausgesucht und die entsprechenden Schulleiter per Mail angeschrieben. Ebenfalls wurden Studierende der Hochschule für Heilpädagogik in Zürich angefragt. Schlussendlich dienen 10 Kurzfragebogen als Grundlage der Analyse. Die SHPs sind zwischen 26 und 52 Jahre alt und arbeiten insgesamt in 30 verschiedenen Kindergartenklassen. Es handelt sich somit um eine kriterienorientierte Zufallsauswahl.

### **Zentrale Aussagen der Umfeldanalyse:**

Den meisten der befragten SHPs stehen Tablets zur Verfügung. Die Anzahl variiert zwischen eins und drei. Alle Tablets stammen von der Marke „Apple“. Der zeitliche Einsatz dieser Tablets ist unterschiedlich und reicht von selten bis wöchentlich, wobei die Mehrheit der Klassen Tablets wöchentlich benutzt. Der Inhalt von bereits eingesetzten Apps ist mehrheitlich im Bereich Sprache und Mathematik. Mit Ausnahme einer SHP finden die anderen Befragten eine Mathematik App sinnvoll. Die Mehrheit würde die App während der Auffangzeit, in einer Werkstatt oder im Einzelsetting einsetzen. Die Hälfte könnte sich vorstellen, die App im Freispiel anzubieten. Eine SHP kann sich nicht vorstellen, die App einzusetzen und eine weitere würde sie am Nachmittag mit Kindern aus dem 2. Kindergartenjahr verwenden. Der vorgeschlagene Inhalt wird unterschiedlich gewichtet. Es kann jedoch gesagt werden, dass meistens mehr als die Hälfte der Befragten die vorgeschlagenen Bereiche als wichtig erachten. Nachfolgend sind die einzelnen Aussagen aufgelistet:

- 15 von 30 Klassen stehen Tablets zur Verfügung
- in 9 Klassen ist je ein iPad vorhanden
- in 2 Klassen sind je zwei iPads vorhanden
- in 4 Klassen sind je drei iPads vorhanden
- alle Tablets stammen von der Marke „Apple“
- in vier Klassen werden die iPads selten eingesetzt
- in vier Klassen werden die iPads monatlich eingesetzt
- in sieben Klassen werden die iPads wöchentlich eingesetzt
- folgende Apps werden bereits eingesetzt: Multidingsda, Number Magic 2, Montessori Zahlen, Heyduda! Zahlen lernen für Kinder, Aufmerksamkeit Übungen für Vorschule, LÜK, Book Creator und Wimmelbilder
- 9 von 10 Befragten finden eine Mathematik App, die Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert, sinnvoll
- sechs von zehn SHPs würden die App während der Auffangzeit, in einer Werkstatt oder im Einzelsetting einsetzen
- fünf von zehn SHPs würden die App im Freispiel einsetzen
- eine von zehn SHPs würde die App nicht einsetzen
- eine von zehn SHPs würde die App am Nachmittag mit den Grossen einsetzen
- wie die nachfolgende Grafik zeigt, wünschen sich...
  - ... neun SHPs Übungen zum Mengenvergleich
  - ... sieben SHPs Trainingsmöglichkeiten zu Zählübungen, simultane Anzahlerfassung und Seriation
  - ... sechs SHPs Übungen zur Klassifikation

---

<sup>1</sup> Aus Gründen der Lesbarkeit sind in vorliegender Arbeit mit Schulischen Heilpädagogen, folgend SHPs abgekürzt, sowohl Schulische Heilpädagoginnen als auch Schulische Heilpädagogen gemeint.

... fünf SHPs die Thematisierung der Kraft der fünf

... vier SHPs Übungen zur 10er-Bündelung

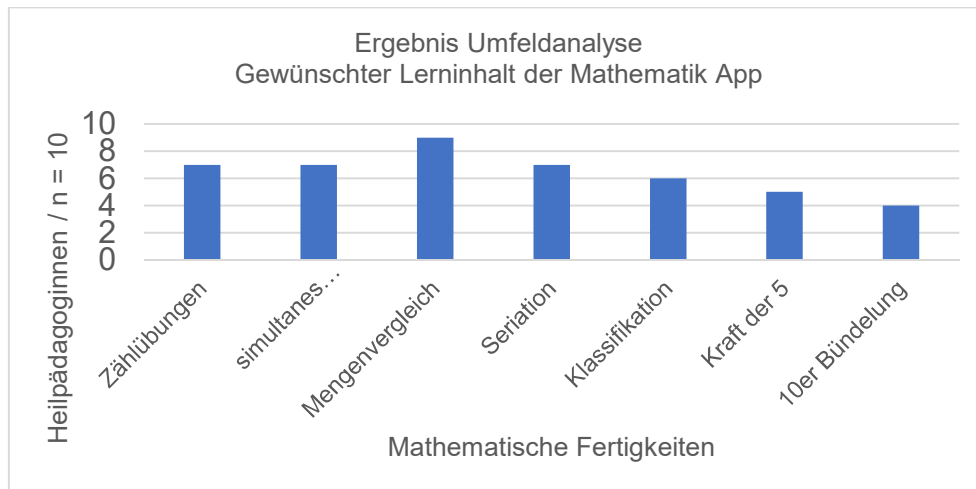


Abb. 1: Ergebnis Umfeldanalyse, gewünschter Lerninhalt für die Mathematik App (Gredig, 2017)

### Folgerungen für die Entwicklungsarbeit

Nach der Auswertung der Umfeldanalyse zeigt sich ein Bedarf einer Mathematik App für den Kindergarten, mit der zahlen- und mengenbezogenes Vorwissen trainiert werden kann. Lediglich jemand erachtet eine Mathematik App im Kindergarten als nicht sinnvoll. Somit kann die Autorin ihre Arbeit fortsetzen. Da alle Klassen, die mit Tablets arbeiten, ein iPad haben, beschloss die Autorin, eine App für iPads zu konzipieren. Was den Lerninhalt anbelangt, wird die Autorin nach dem Literaturstudium nochmals darauf zurückkommen und vergleichen, ob die Wünsche der SHPs mit den Anforderungen aus der Literatur kongruent sind.

### 2.6 Zielsetzungen der Entwicklungsarbeit

Mit der vorliegenden Masterarbeit soll ein praxistaugliches Produkt in Form einer Mathematik App entwickelt werden. Mit der App soll Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert werden können und sie richtet sich an Kinder im ersten und zweiten Kindergartenjahr. Die Umfeldanalyse hat gezeigt, dass mit Ausnahme einer SHP alle Befragten eine solche App als sinnvoll erachten (s. Kap. 2.5). Der Inhalt der Mathematik App soll auf einem Anforderungskatalog basieren, der aus einschlägiger Fachliteratur abgeleitet wird. Dabei soll aber nicht der ganze Mathematikstoff des Kindergartens abgedeckt werden, sondern lediglich ein ausgewählter Bereich. Dieser ausgewählte Bereich soll sich auch auf den Lehrplan 21 beziehen. Das Produkt soll schnell und einfach im Unterricht eingesetzt werden können. Zudem soll die App flexibel und der Einsatz in unterschiedlichen Settings möglich sein. Die SHPs sollen das Kind in die einzelnen Lernumgebungen zuerst einführen. Die Mathematik App soll weiter leicht zu bedienen und auf das Wesentlichste reduziert sein. Das bedeutet, die Lernaufgabe steht im Vordergrund und animierende Elemente lenken das Kind nicht ab. Da Kinder in diesem Alter über keine bis geringe Lesekompetenz verfügen, ist es wichtig, dass die App ohne Textinstruktion auskommt. Die Aufgabenstellungen müssen so konzipiert sein, dass sie möglichst selbsterklärend sind. Für Erwachsene soll es jeweils zu jeder Lernumgebung eine kurze schriftliche Anleitung geben, die in der App aufgerufen werden kann. Ebenfalls sollen Erkenntnisse aus den Recherchen zu didaktischen und gestalterischen Aspekten in das Design einfließen. Aus eigener Erfahrung weiss die Autorin, dass in einer Kindergartenklasse in Bezug auf die Zahlen- und Mengenvorwissen grosse Entwicklungsunterschiede



bestehen. Um dieser Heterogenität gerecht zu werden, soll die App verschiedene Schwierigkeitsstufen für jede Lernumgebung enthalten. Vorwiegend soll die SHP die Schwierigkeitsstufen, basierend auf diagnostischen Erkenntnissen, auswählen und den einzelnen Kindern zuteilen. Das Kind soll auf eine Aufgabe unmittelbar ein Feedback erhalten. Die App wird im Unterricht auf der Kindergartenstufe durch SHPs getestet. Ebenfalls soll ein Lernsoftwareexperte die App beurteilen. Anschliessend werden etwaige Anpassungen vorgenommen. Dadurch erhält das theoriegestützte Produkt einen Bezug zur Praxis.

## 2.7 Forschungsabsicht

Aus oben genannten Zielsetzungen dieser Entwicklungsarbeit leitet sich folgendes Entwicklungsziel ab:

### Entwicklungsziel:

Entwicklung einer theoriegestützten Mathematik App für Kindergartenkinder, mit der Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert werden kann.

Im Hinblick auf die Erreichung dieses Ziels ergeben sich folgende Fragestellungen:

### 1. Wie muss eine Mathematik App für Kindergartenkinder konzipiert sein?

1.1 Welche mathematischen Fähigkeiten sollen gemäss Fachliteratur und dem LP 21 gefördert werden?

1.2 Welche didaktischen Aspekte sollen berücksichtigt werden?

1.3 Welche gestalterischen Aspekte gilt es zu berücksichtigen?

### 2. Was zeigt sich bezüglich Usability der App nach der Testphase von 4 Wochen im Kindergarten?

2.1 Inwiefern eignet sich die App für die Zielgruppe der Kindergartenkinder hinsichtlich der Usability?

2.2 Was zeigt sich in der Usability in Bezug auf die Navigation und die Gestaltung?

2.3 Was zeigt sich spezifisch in Bezug auf die Usability der einzelnen Lernumgebungen?

2.4 Welche Änderungen ergeben sich aufgrund der Rückmeldungen der Testpersonen und eigenen Erkenntnissen der Autorin?

### 2.7.1 Begründung der Fragestellungen

Um das geplante, theoriegestützte Produkt zu entwickeln, ist das Erlangen von Fachwissen in den Bereichen Mathematik und digitaler Medien zentral. Neben der Berücksichtigung des Lehrplans 21 ist eine theoretische Auseinandersetzung mit der Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Vorschulalter wichtig, um herauszufinden, über welche Fähigkeiten ein Kindergartenkind vor dem Eintritt in die 1. Klasse verfügen soll (s. Kap. 3.1 und 5.2). Ebenso spielen neben den mathematischen Inhalten didaktische und gestalterische Aspekte eine Rolle, weil diese gewonnenen Erkenntnisse in die Konzeption einfließen sollen, damit ein auf Theorie basierendes Produkt entsteht (s. Kap. 3.2 und 5.3). Um zu diesen Erkenntnissen zu gelangen, ist das Lesen von Fachliteratur unumgänglich.

Da das entwickelte Produkt praxistauglich sein soll, sind die Einschätzungen von Testpersonen bezüglich der Benutzerfreundlichkeit erforderlich. Dazu gehören die Beurteilung der Eignung bezüglich der Zielgruppe, Gestaltung und die Navigation der Mathematik App. Weiter relevant sind das Erkenntnisinteresse hinsichtlich der einzelnen Lernumgebungen und Änderungsvorschläge für die überarbeitete Version.

### 2.7.2 Eingrenzung des Themas

Da die meisten Vorläuferfertigkeiten im Bereich „Zahl und Variable“ mit den Handlungsaspekten „Operieren und Benennen“, „Erforschen und Argumentieren“ und „Mathematisieren und Darstellen“ anzusiedeln sind, wird auf die anderen Bereiche gemäss Lehrplan 21 nicht weiter eingegangen. Dazu zählen „Grössen, Funktionen, Daten und Zufall“ sowie „Raum und Zeit“ (vgl. Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Mathematik, 2017). Die vorliegende Masterarbeit hat zum Ziel, das theoriegestützte Produkt, eine Mathematik-App zu entwickeln und diese hinsichtlich ihrer Benutzerfreundlichkeit zu evaluieren, weshalb die Wirksamkeit des Produkts nicht überprüft wird.

### 2.8 Heilpädagogische Relevanz

Namhafte Autoren vertreten die Auffassung, dass die Stunde „Null“ um Mathematik zu lernen, nicht erst beim Eintritt in die 1. Klasse erfolgt (s. Kap. 2.3). Auch Hepberger (2014) geht hiervon aus und beschreibt die Aufgabe der SHP nicht nur in der Begleitung von Kindern mit Entwicklungsverzögerungen, sondern auch im Erkennen und Fördern von sogenannten Risikokindern in Bezug auf Vorläuferfertigkeiten in Sprache und Mathematik (vgl. S. 2). Kindergartenkinder müssen auf dem Weg zu einem guten Zahlen- und Mengenverständnis mehrere wesentliche Prinzipien verstehen und miteinander verknüpfen. Einige Kindergartenkinder liegen aber in Bezug auf das Mengen- und Zahlenverständnis weit hinter ihren Altersgenossen zurück. Daraus resultiert, dass Fördermassnahmen frühzeitig in diesen Entwicklungsprozess eingreifen sollten, so dass es nicht zu Missverständnissen kommt. Dabei sollten die Fördermassnahmen leicht und schnell umsetzbar sein (vgl. Jörns et al., 2014, S. 244-246). Laut Krajewski (2005b) nennt Schulz bei Schuleintritt Entwicklungsunterschiede in der Mathematik von bis zu vier Jahren (vgl. S. 89). SHPs im Kindergarten können somit einen wichtigen Beitrag leisten, damit alle Kinder die Chance haben, beim Übertritt in die 1. Klasse die nötigen Voraussetzungen zu besitzen, die das Lernen in der Schule erleichtern. Grosse Klassen, heterogene Entwicklungs- und Lernvoraussetzungen der Kinder, Fremdsprachigkeit und (zu) wenig Ressourcen für die heilpädagogische Förderung erschweren aber das Erlangen dieser Chancengleichheit und stellen die Forderung nach Fördermassnahmen. Diese sollten einfach und flexibel im Kindergartenalltag einsetzbar sein. Eine Mathematik-Trainings-App, die zum Festigen des Zahlen- und Mengenverständnisses beiträgt und somit besonders für lernschwache Kinder von zentraler Bedeutung ist, sieht die Autorin dabei durchaus als eine Möglichkeit. Denn im Gegensatz zu einem Computer sind Tablets leichte mobile Geräte, die ohne Kabel überall in den Kindergartenräumen benutzt werden können. Sie sind schnell und unkompliziert einsetzbar und können deshalb ohne grossen zeitlichen Aufwand für einzelne Aufgaben im Unterricht eingesetzt werden. Daraus ergibt sich eine flexible Nutzung im Unterrichtsablauf und auch kurze Lerneinheiten können sinnvoll genutzt werden. Die Bedienung des Gerätes mittels Touchscreen ist über die haptische Gesten- oder Sprachsteuerung gerade auch für Kinder einfach (vgl. Scheiter, 2015, S. 56). Um ein Tablet zu bedienen, sind keine komplexen Fingerbewegungen nötig wie z.B. bei der Steuerung eines Computers über die Maus, weil der Touchscreen auf Berührungen sehr schnell reagiert. Zudem erzeugt die mittlerweile hohe Auflösung des Bildschirms ein klares Bild, so dass der visuelle Zugang gewährleistet ist. Dabei darf die App aber optisch nicht überladen sein, sondern soll auf das Wesentlichste reduziert werden, damit sich die Lernenden auf die eigentliche Aufgabe fokussieren können.

Ein gewichtiger Vorteil der Mathematik App ist die direkte Rückmeldung auf eine gelöste Aufgabe. Gemäss Gyseler (2015) ist aus der Hirnforschung bekannt, dass ein unmittelbares Feedback für den Lernprozess des Kindes enorm wichtig ist (vgl. S. 9).

Die durchwegs positiven Effekte, die bereits mit dem Einsatz von Tablets auf allen Stufen unter 2.1 aufgezeigt wurden, machen neugierig und veranlassen die Autorin, auf diesem Gebiet zu forschen. Thissen (2015) vertritt die Meinung, dass Neugier die Quelle allen Forschens und Weiterentwicklung ist (vgl. S. 13). Der motivationale Aspekt einerseits bei Kindern mit Aufmerksamkeitsschwierigkeiten, den die Autorin selber bei Erstklasskindern beobachten konnte, und andererseits bei lernschwachen Kindern, die mehr Training und Übungen brauchen als andere Kinder, darf nicht unterschätzt und muss als Vorteil angesehen werden. Ein weiterer Vorteil gegenüber anderen Fördermassnahmen sieht die Autorin in der Verknüpfung von Bild und Ton, was ein Lernen über mehrere Sinneskanäle ermöglicht.

Durch die einzelnen Lernumgebungen ist die Mathematik App für den individualisierten Einsatz im Kindergartenalltag geeignet und bietet durch die Auswahl verschiedener Levels innerhalb einer Lernumgebung der SHP die Möglichkeit zum Differenzieren. Die Mathematik App wird so vielseitig einsetzbar. Die SHP kann zum einen mit dem Kind den Lerninhalt thematisieren, so dass Lernwege und Lernstand des Kindes sichtbar werden z.B. welche Strategien wendet das Kind an, um eine Menge zu zählen oder welche arabischen Zahlen kann es bereits benennen? Zum anderen kann sie für das zu fördernde Kind eine Lernumgebung und ein Level nach Erfassung des Lernstandes aussuchen, so dass ein Trainieren und Üben auch in Abwesenheit der SHP möglich ist. Diese kann später das Feedback des Kindes auswerten und wichtige Schlüsse für die weitere Förderung ziehen.

Denkbar ist auch die Benutzung der Mathematik App mit einem anderen Kind zusammen, so dass in der Interaktion Lernen von- und miteinander ermöglicht wird.

Die Autorin sieht die entwickelte App als eine Ergänzung des bereits bestehenden didaktischen Repertoires und nicht als dessen Ersatz, um die mathematischen Kompetenzen im Kindergarten zu trainieren. Auch ist es ihr ein Anliegen zu betonen, dass neben den gewählten Inhalten der App weitere wichtige Inhalte im Unterricht zu thematisieren sind. So nennt Gasteiger geometrische Grundfähigkeiten oder Erfahrungen zu Grössen und Messen als ebenso wesentlich wie der Bereich Arithmetik (vgl. Gasteiger, 2017, S.11). Auch eine ausgewogene Förderung aller Sinne darf neben dem Einsatz von Tablets im Kindergarten nicht vernachlässigt werden. Die Autorin vertritt die Meinung, dass Tablets weder hochgejubelt noch verteufelt werden sollen, sondern als das angesehen werden, was sie in Wirklichkeit sind: Ein für das 21. Jahrhundert zeitgemässes Medium, das, wenn es didaktisch sinnvoll gewählt und methodisch überlegt eingesetzt wird, genauso seinen berechtigten Platz wie andere Medien hat.

### 3. Theoretische Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen und zentralen Begriffe beschrieben. Aufgrund des gewählten Themas gliedert sich der Theorieteil in zwei Hauptthemen. Nach der Klärung zentraler Begriffe befasst sich das erste Thema mit der Darlegung mathematischer Kompetenzentwicklung und Entwicklungsmodellen sowie deren Prädiktoren. Das zweite Thema erläutert zentrale Begriffe im Bereich digitaler Medien. Beide Themen werden durch Zusammenfassungen abgerundet.

#### 3.1 Bezugsrahmen Mathematik

##### 3.1.1 Begriffsklärung

*Vorläuferfertigkeiten, Vorläuferfähigkeiten, Mengen- und Zahlenvorwissen*

Die Verwendung verschiedener Begriffe in Bezug auf das mathematische Lernen hängt von der jeweiligen Forschungstradition ab. So wird die Bezeichnung *Vorläuferfähigkeit* in der Pädagogik verwendet während *Vorläuferfertigkeit* auf die Psychologie zurückzuführen ist. Die beiden Begriffe werden inhaltlich aber weitgehend synonym gebraucht. *Vorläuferfähigkeit* und *Vorläuferfertigkeit* werden gemäss Schuler (2013) von Faust-Siehl für schulische Lernprozesse verwendet. Der Zusatz *Vorläufer* weist auf die frühkindliche Bildung hin. Der Begriff *Fähigkeiten* wird nach Padberg vorwiegend in der Mathematik verwendet und beinhaltet operatives Üben, bewegliches Denken und Verständnis. Jüngst wird der Begriff nach Schuler von Steinweg auch mit prozessbezogenen Kompetenzen wie Argumentieren, Begründen oder Kommunizieren assoziiert (vgl. S. 29f).

„Mit mathematischen Vorläuferfertigkeiten werden ... die mathematischen Fähigkeiten beschrieben, die von den meisten Kindern bereits vor Schulanfang erworben werden und denen eine grosse Bedeutung für das schulische Mathematiklernen beigemessen wird“ (Peter-Koop & Grüssing, 2014, S. 6). Mathematikdidaktiker vertreten die Auffassung, dass sich Fertigkeiten aus Fähigkeiten entwickeln. Gemäss Schuler (2013) verwenden Rossbach (2004, S. 13), Lorenz (2005, S. 31) und Stern (2006, S. 96) Basiskompetenzen synonym für Vorläuferfertigkeiten (vgl. S. 30).

Krajewski (2003) nennt Mengen- und Zahlenvorwissen als spezifische Vorläuferfertigkeiten (vgl. S. 211). Der Begriff „Vorwissen“ besagt, dass Kinder bereits vor der 1. Klasse über mathematisches Wissen verfügen (vgl. ebd. S. 213). Mengenvorwissen beinhaltet die Bereiche Seriation, Mengenvergleich und Längenvergleich. Zahlenvorwissen umfasst die Bereiche Zählfertigkeiten, arabisches Zahlenwissen und Rechenfertigkeiten (vgl. ebd. S. 127).

##### *Kompetenz*

Der Kompetenzbegriff wird in den Sozial- und Erziehungswissenschaften vom Psychologen Franz Emanuel Weinert (2001) geprägt:

Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können (...). (S. 27)

Hasselhorn, Schneider und Marx (2005) beschreiben Kompetenzen als hypothetisches Konstrukt, welches ein nicht direkt beobachtbares relativ stabiles Leistungspotenzial einer Person meint (vgl. S. 3). Nach Hunziker (2017b) lässt sich zusammenfassend sagen, dass Kompetenz

- nie eine isolierte fachspezifische Fähigkeit oder Fertigkeit, sondern eine koordinierte Verbindung verschiedener personaler, sozialer, fachlicher, methodischer und handlungsbezogener Aspekte zu einer ganzen Handlung ist,
- nicht mit reinem Wissen gleichgesetzt werden kann, aber durch Wissen fundiert wird,
- immer nur hypothetisch vorhanden ist, sich erst in der Performanz, das heisst in sichtbarer Handlung zeigt und gemessen respektive beurteilt werden kann. (S. 37)

Bisher beschrieb der Lehrplan des Kantons Zürich die zu unterrichtenden Inhalte. Mit der Lancierung des Lehrplans 21 wird neu anhand von fachlichen und überfachlichen Kompetenzen beschrieben, was Schülerinnen und Schüler am Ende eines Unterrichtszyklus können und wissen sollten. Die Kompetenzorientierung nimmt zentrale Aspekte eines aktuellen Bildungs- und Lernverständnisses auf. Danach bedeutet schulische Bildung das stetige Aneignen von Wissen und Fähigkeiten durch die Unterstützung von Lehrpersonen und Lehrmittel. Mit der Beschreibung von Lernzielen anhand von Kompetenzen werden Kulturinhalte mit den zu erwerbenden fachlichen und überfachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten verbunden. Die Kompetenzorientierung des Lehrplans 21 basiert u.a. auf den Erläuterungen von Weinert. Wie bereits per Definition geschrieben, beinhalten nach ihm Kompetenzen nachfolgende inhalts- und prozessbezogene Aspekte: Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen, aber auch Bereitschaften, Haltungen und Einstellungen (vgl. Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Grundlagen, 2017, S. 6f.).

Resultierend aus den vorangehenden Erläuterungen verwendet die Autorin in der vorliegenden Masterarbeit die Begriffe Vorläuferfertigkeiten und Basiskompetenzen resp. Mengen- und Zahlenvorwissen synonym.

#### *Anzahl, Zahl und Ziffern*

Nach Duden (2013) werden „Zahl und Ziffer im allgemeinen Sprachgebrauch häufig unterschiedslos gebraucht. Ziffern sind die Zeichen, aus denen sich Zahlen zusammensetzen: Die Zahl 2013 besteht aus den Ziffern 2, 0, 1 und 3.

Die alte Unterscheidung, nach der „Zahl“ nur eine Gesamtmenge ausdrückt, „Anzahl“ dagegen einen Teil einer Menge, wird im heutigen Sprachgebrauch vor allem dann noch beachtet, wenn es auf eine präzise Aussage ankommt wie das folgende Beispiel aus dem Duden zeigt:

- Die Zahl der Zugezogenen lag bei ungefähr 800 Personen, darunter eine grössere Anzahl Studenten.

Gemäss Walz (2017a) wurden natürliche Zahlen von Giuseppe Peano im Jahr 1889 durch die Peano-Axiome definiert:

- 1 ist eine natürliche Zahl
- Zu jeder natürlichen Zahl  $n$  gibt es eine natürliche Zahl  $n'$ , den Nachfolger von  $n$
- Zwei verschiedene natürliche Zahlen haben verschiedene Nachfolger
- 1 ist nicht Nachfolger einer natürlichen Zahl
- Enthält eine Menge natürlicher Zahlen die 1 und mit jeder natürlichen Zahl auch deren Nachfolger, so enthält sie alle natürlichen Zahlen (S. 160)

Die Menge der natürlichen Zahlen wird mit  $N$  bezeichnet. Es sind die elementarsten Zahlen und „eine Abstraktion des Zählens von der Art der gezählten Dinge“ (Walz, 2017b, S. 435).

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Erwerb von Zahlen- und Mengenvorwissen im Zahlenraum von 1 bis 20.

### 3.1.2 Mengenerfassung

Wie erwähnt beginnt die „Stunde null“ des mathematischen Lernens nicht erst beim Eintritt in den Kindergarten, sondern Kinder beschäftigen sich bereits vorher mit Mengen und Zahlen. Die Fertigkeit des Zählens erwerben Kinder im Alter von zwei bis drei Jahren. Das mathematische Lernen wird durch informelle Erfahrungen im Elternhaus geprägt. Kinder vergleichen im Spiel Mengen und stellen fest, wer „mehr“ oder „weniger“ hat oder sie führen Aus- und Abzählreime durch. Das Aufsagen der Zahlenwortreihe geschieht am Anfang allerdings noch fehlerhaft später aber wird das Zählen automatisiert (vgl. Schneider et al., 2016, S. 14f). Schneider et al. (2016) nennen Studien von Wynn (1996) oder Xu und Spelke (2000), die belegen, dass bereits Säuglinge lange vor dem Einsetzen der Sprache über ein basales Mengeneigenschaftsverständnis verfügen (vgl. ebd.). Dies lässt die Annahme zu, dass wir bereits mit „einer Art intuitiver Mathematik auf die Welt kommen, welche durch unser kulturelles Umfeld weiterentwickelt und ausdifferenziert wird“ (Lambert, 2015, S. 15). Die Säuglingsforschung macht für ihre Untersuchungen Gebrauch vom „Habituations-Dishabituation-Paradigma“. Bei der numerischen Kompetenz werden vor allem drei wesentliche Aspekte unterschieden: Kardinalität, Ordinalität und die Fähigkeit, das Konzept von Addition und Subtraktion von sehr kleinen Mengen zu verstehen (vgl. ebd.).

Säuglinge im Alter von vier bis sechs Monaten wurden nun in den klassischen Studien von Wynn in Bezug auf ihre numerischen Kompetenzen anhand des „Habituations-Dishabituation-Paradigmas“ untersucht. Den Säuglingen wird also solange ein Stimulus (z.B. zwei Objekte) gezeigt, bis eine Gewöhnung stattgefunden hat und sich dadurch die Betrachtungszeit deutlich verkürzt. Wenn sich die Blickdauer nun beim Zeigen von drei Objekten deutlich erhöht, lässt dies darauf schließen, dass die Säuglinge diesen Mengenunterschied wahrgenommen haben. Xu und Spelke zeigten in ihrer Studie, dass Säuglinge auch die Veränderung von grösseren Mengen erkennen konnten, solange die Relation zwischen den Objekten im Verhältnis 2:1 standen. So war die Betrachtungszeit länger, wenn nach 16 Elementen 32 Elemente gezeigt wurden. Dieses Verhalten zeigte sich jedoch nicht, wenn nach 16 Elementen 12 Elemente gezeigt wurden. Es wird allerdings nach wie vor diskutiert, auf welcher Informationsbasis die Säuglinge ihre Entscheidungen treffen. Es scheint, dass sie die Unterschiede zwischen den Mengen eher an der räumlichen Ausdehnung der Objekte festmachen. In weiteren Studien nahmen die Säuglinge nämlich keinen Unterschied wahr, wenn sich diese zwar in der Anzahl nicht aber in Umfang und Fläche unterschieden. Schneider, Küspert und Krajewski sind der Auffassung, dass die Befundlage dieser Frage noch nicht ausreichend geklärt ist (vgl. Schneider et al., 2016, S. 15f.). Auch für Lambert (2015) bleibt die Frage offen, aufgrund welchen Wissens und Verständnisses die Ergebnisse zustande kommen und in welchem Umfang und welcher Art die numerischen Kompetenzen bei Säuglingen vorhanden sind. Fest steht jedoch, dass Säuglinge ein präverbales Mengenverständnis besitzen (vgl. S. 22).

Krajewski (2003) ist der Auffassung, dass, auch wenn die Existenz eines abstrakten Zahlkonzepts fraglich ist, aufgezeigt werden kann, dass Kinder, noch bevor sie sprechen können, über ein kognitives Schema des Vergleichens von Mengen verfügen (vgl. S. 56f.).

#### 3.1.2.1 Protoquantitative Schemata nach Resnick

Resnick (1989), dargestellt von Krajewski (2003), unterscheidet drei protoquantitative Schemata, die Voraussetzung von Mengenkonzepten sind. Protoquantitativ bedeutet, dass die Vorstellungen der Kinder noch keinen numerisch exakten Anzahlbezug aufweisen. Diese Schemata sieht Resnick als wichtigstes Fundament für die spätere Mathematikentwicklung. Nach ihren Annahmen kann ein echtes Zahlkonzept überhaupt

erst mit dem Erwerb der Sprache aufgebaut und mathematische Kompetenzen durch das Verknüpfen von Zählsequenz und protoquantitativen Schemata erreicht werden. Nachfolgend werden die drei Schemata gemäss Krajewski kurz erläutert (vgl. S. 56f.).

#### *Protoquantitatives Vergleichsschema*

Kinder können beim Betrachten von zwei unterschiedlichen Mengen diese miteinander vergleichen und dazu aussagen, welche Menge grösser ist als die andere. Es wird jedoch keine exakte Anzahlbestimmung vorgenommen.

#### *Protoquantitatives Zunahme-Abnahme-Schema*

Erst im Alter von etwa vier Jahren kann ein Kind die Reihenfolge der Zahlnamen mit dem vorausgegangenen Wissen verschmelzen. Dabei wird eine mentale Zahlenreihe aufgebaut, die es dem Kind erlaubt, ohne Zählen festzustellen, welche der zwei Zahlen „mehr“ darstellt. Zudem ist es dem Kind möglich, auch zeitlich versetzt, Aussagen über die Zu- oder Abnahme einer Menge zu machen. Dabei weiss das Kind auch, dass eine Menge gleich bleibt, wenn nichts weggenommen oder dazu gefügt wurde.

#### *Protoquantitatives Teil-Ganzes-Schema*

Im Alter von etwa vier bis fünf Jahren hat ein Kind das Verständnis, dass sich Mengen in Teilmengen zerlegen und auch wieder zusammenfügen lassen.

### **3.1.2.2 Anzahlerfassung von kleinen Mengen**

Untersuchungen zeigen, dass Kinder unstrukturierte Anzahlen bis drei oder vier auf einen Blick durch subitizing erfassen können (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2012, S. 96). Lorenz (2012) geht davon aus, dass Kinder kleine Anzahlen bis fünf überblickend erfassen und dabei auf zählen verzichten können. Das Wort leitet sich aus dem lateinischen Wort „subito“: plötzlich, sofort ab (vgl. S. 17f.). Grössere Anzahlen können durch Zerlegung in kleinere Anzahlen erfasst werden. Dabei muss die Anzahl visuell strukturiert sein, indem z.B. die Anzahl acht in zwei Vierergruppen oder als zwei Dreiergruppen und eine Zweiergruppe gesehen wird. Gemäss Scherer und Moser Opitz (2012) spricht Radatz dabei von der „quasi-simultanen“ Auffassung der Zahlen, da die simultane Erfassung nur mit Anzahlen bis vier möglich ist. Für Kindergartenkinder sind die bekannteste Anordnung solcher Strukturen Würfelbilder. Andere Anordnungen, die mit den Kindern erarbeitet werden müssen, bilden die Grundlage für die Ablösung vom zählenden Rechnen (vgl. S. 96-98). Bei Übungen zur quasi-simultanen Anzahlerfassung ist es wichtig, dass zuerst mit kleinen Anzahlen gearbeitet wird und die Kinder genügend Zeit haben ev. zuerst durch Zählen die Anzahl zu bestimmen und dann eine Strukturierung erkennen können. Kinder sollen dabei verbalisieren, welche Gruppierungen sie sehen. Dabei ist zu beachten, dass das Individuum die Struktur konstruiert und somit individuell angesehen haben muss. Was für eine Lehrperson z.B. offensichtlich ist, muss es für ein Kind noch lange nicht sein. Von der Anzahlerfassung kleiner Zahlen geschieht die Weiterführung idealerweise mit dem Zwanzigerfeld oder anderen strukturierten Materialien. Dabei wird der Vorstellung, dass Gruppierungen grösser als vier nur durch visuelle Gruppierungen erfasst werden, Rechnung getragen. Bei der Arbeit mit dem Zwanzigerfeld soll eine Balance gefunden werden zwischen eigenen Lernwegen und Vorgaben. Nach genügender Beobachtung kann z.B. mit einem Kind vereinbart werden, dass die Reihe jeweils von der linken Seite her gefüllt werden soll. Dabei sollen aber verschiedene Anwendungen zur Zahldarstellung verwendet werden. Z.B. kann die Zahl 12 als

voller Zehner in der oberen Zeile und zwei Punkte in der zweiten Zeile dargestellt werden oder als zwei Sechser untereinander. Die verbale Begleitung ist auch hier zentral (vgl. ebd.).

### 3.1.3 Zahlbegriffserwerb

Als Zahlbegriffserwerb wird in der Regel der Erwerb von numerischen Kompetenzen bezeichnet. Hierbei gibt es zu beachten, dass es nicht „den Zahlbegriff“ gibt, sondern dass das Verständnis verschiedener Zahlaspekte zu einem umfassenden Zahlbegriffsverständnis führt (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2012, S. 102). Nach Fritz und Ricken (2008) ist die Entwicklung des Wissens über Zahlaspekte mit der sprachlichen Entwicklung verknüpft. Die Zahlwörter müssen zuerst erworben werden. Im Unterschied zu anderen Sprachen gibt es im Deutschen einige Besonderheiten in der Zahlwortbildung, die eine Herausforderung darstellen. Es gibt das Zahlwort Dreizehn aber keine Zweizehn und man sagt nicht Zehnzwei sondern Hundertzwei. Ziffern sind die Symbole, um Zahlwörter darzustellen. Damit eine Zahl gelesen oder aufgeschrieben werden kann, muss das Zahlwort mit der Ziffer verknüpft werden (vgl. S. 29).

Zahlen kommen im Alltag in unterschiedlicher Bedeutung bzw. Verwendung vor. Die divergenten Verwendungssituationen natürlicher Zahlen werden zu verschiedenen Zahlaspekten zusammengefasst. Es wird zwischen folgenden Aspekten unterschieden (vgl. Padberg & Benz, 2011, S. 13-15):

#### 1. Kardinalzahlaspekt

Der Kardinalzahlaspekt wird zum Beschreiben von Anzahlen verwendet und bezeichnet somit die „Mächtigkeit“ einer er gibt Antwort auf die Frage: Wie viele sind es? z.B. 4 Äpfel, 6 Autos.

#### 2. Ordinalzahlaspekt

Jede Zahl hat ihren zugeordneten Platz in der Zahlwortreihe. Wird diese mit Objekten verbunden, dann hat jedes Objekt einen Platz in der Reihe und erhält eine Ordnungszahl. Es geht also um die Frage: An welchem Platz in der Reihe steht das Objekt? Z.B. die 3. Schublade, das 2. Haus.

#### 3. Masszahlaspekt

Damit kennzeichnet man den Anteil bzw. das Ausmass einer Grösse (Euro, Meter, Minuten, Stunden etc.) in Bezug zur Grundeinheit: 4m= das Vierfache eines Meters, 15 Minuten= ein Viertel einer Stunde. Es wird die Frage nach dem Anteil in Relation zur Einheitsgrösse beantwortet.

z.B. 5 Minuten, 20 Franken,

#### 4. Operatoraspekt

Zahlen dienen dazu, Vervielfachungen von Handlungen darzustellen und geben somit Antwort auf die Frage: Wie oft? Z.B. Noch dreimal schlafen bis zum Geburtstag.

#### 5. Rechenzahlaspekt

Bei diesem Aspekt werden Zahlen durch Ziffern verschriftlicht, um Rechenaufgaben zu lösen z.B. 3 Birnen + 2 Birnen = 5 Birnen.

#### 6. Codierungsaspekt

Zahlen sind auch Namen für Objekte bzw. Zeichen, um z. B. Häuser einer Strasse, Orte oder Papiergrössen voneinander zu unterscheiden z.B. Postleitzahl, Telefonnummer.



Der Kardinalzahlaspekt hat gemäss Hauser, Rathgeb-Schnierer, Stebler und Vogt (2017) im Kindergarten eine tragende Rolle und ist im Alltag eng verbunden mit dem konkreten Abzählen von Dingen und dem Gebrauch von Zahlen zum Zählen. Das zuletzt verwendete Zahlwort bezeichnet die Gesamtheit der abgezählten Menge. Beim Zählen ist die richtige Reihenfolge der Zahlen entscheidend, da jede Zahl ihren exakten Platz in der Reihenfolge hat. Beim Ordinalzahlaspekt werden Zahlen zum Zählen genutzt, die Zahlen geben Rangfolgen an und beschreiben, an welcher Rangfolge man sich befindet. Auch dem Masszahlaspekt und dem Codierungsaspekt begegnen Kindergartenkindern im Alltag. Wenn Zahlen zum Bezeichnen von Grössen gebraucht werden, spricht man vom Masszahlaspekt (vgl. S. 14f.).

„Erst im Laufe der Schulzeit werden die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Zahlaspekten deutlich und damit ein umfassender Zahlbegriff erarbeitet“ (Radatz & Schipper, 1983, S. 49).

Es lassen sich zwei frühe Modellvorstellungen in Bezug auf den Erwerb eines umfassenden Zahlbegriffes unterscheiden: Das auf Piaget zurückgehende „logical-foundation-Modell“ und das „Skill-integration-Modell“. Beide Modelle werden nachfolgend beschrieben (vgl. Schneider et al., 2016, S. 16-19).

### 3.1.3.1 Das „Logical-foundations-Modell“ nach Piaget

Gemäss Schneider et al. (2016) war Jean Piaget, ein Schweizer Entwicklungspsychologe, einer der ersten, der sich ausführlich mit dem Zahlbegriffserwerb beschäftigte. Durch seine umfangreichen Experimente kam er zum Schluss, dass sich der Zahlbegriffserwerb „auf der Basis logisch formaler Operationen entwickelt“. Als wesentliche Operationen gelten: Das Verständnis für den Erhalt und die Invarianz von Quantitäten, kardinale und ordinale Eins-zu-Eins-Zuordnungen sowie additive und multiplikative Kompositionen.

Mit Zahlinvarianz meinte Piaget, dass eine vorgegebene Anzahl Elemente einer Menge konstant bleibt, auch wenn man deren räumliche Ausdehnung ändert. Er sah das Erkennen und bewusste Verstehen der inneren Gesetze von Zahlen in dieser Fähigkeit begründet. Das Verständnis der Zahl begann für ihn demnach mit der Erhaltung des numerischen Ganzen. Hierfür sind Kompetenzen zur Klasseninklusion und zur Seriation bedeutungsvoll. Das Zuordnen einer Teilklasse in eine Gesamtklasse und somit das Ordnen ineinander verschachtelter Teil-Ganzes-Mengen wird als Klasseninklusion bezeichnet. Piaget war der Auffassung, dass diese Fähigkeit zum Kardinalzahlaspekt führt. Als Seriation bezeichnet er die Fähigkeit, Elemente der Grösse nach zu ordnen. Das erste Element ist kleiner als das zweite, das wiederum kleiner ist als das dritte Element usw. Diese Einsicht führt gemäss Piaget zum Ordinalitätsaspekt einer Zahl.

Beide Aspekte entwickeln sich etwa zeitgleich und sind Voraussetzung für das Zahlbegriffsverständnis. Das Zahlkonzept entwickelt sich beim Kind durch die Verknüpfung von Klasseninklusion und Seriation, weil so „das Kind die Zahl als Vereinigung ihrer kardinalen Funktion (Mengenbegriff) und ihrer ordinalen Funktion (Ordnungsbegriff) erwirbt“. Erst durch diese Verschmelzung sind Kinder im Alter von sechs bis sieben Jahren überhaupt erst in der Lage, natürliche Zahlen zu erfassen und mathematische Operationen wie eine Addition zu begreifen (vgl. S. 16-18). Nach Lambert (2015) ist Piaget der Auffassung, dass ein Kind den Zahlbegriff durch aktives Auseinandersetzen mit seiner Umwelt entwickelt und er nicht angeboren ist. Diese Entwicklung verläuft in aufeinanderfolgenden Stadien. Sobald ein Kind den Übergang von der präoperativen Stufe zur konkret-operativen Stufe vollzogen hat, wird der Zahlbegriff als erworben angesehen (vgl. S. 42f.). Gemäss Schuler (2013) geht dementsprechend Piagets Theorie davon aus, dass zum Erwerb des Zahlbegriffs ein Kind das Invarianzverständnis, die Eins-zu-Eins-Zuordnung, Seriation, Klassifikation und das Verständnis für das Teil-Ganzes-Konzept verstanden haben muss (vgl. S. 37). Obwohl Piagets Theorie sehr einflussreich bezüglich der Gestaltung des Mathematikunterrichts und der Auffassung über die Entwicklung

des Zahlbegriffs war, gibt es nach Moser Opitz (2008) einige Kritikpunkte. So arbeitete Piaget nicht mit standardisierten Forschungsmethoden und die sprachliche Verständlichkeit der Aufgaben sowie der Bezug zur Lebenswelt der Kinder zur Mengeninvarianz wird breit diskutiert. Heutzutage gilt es als allgemein anerkannt, dass Kinder schon früher fähig sind, Invarianz zu erfassen. Deshalb ist das Invarianzverständnis keine Voraussetzung für den Zahlbegriffserwerb. Ebenfalls wurde in verschiedenen Experimenten widerlegt, dass Kinder gemäss Piagets Theorie nicht erst im Alter von sechs bis sieben Jahren über numerische Kenntnisse verfügen. Zählübungen haben nach Piaget keinen operativen Wert und sind somit bedeutungslos für die Zahlbegriffsentwicklung. Er war der Auffassung, dass Zählen allein noch kein hinreichendes Wissen in Bezug auf die Funktion von Zahlen voraussetzt (vgl. S. 42-54). Krajewski (2003) konnte jedoch in ihrer Längsschnittstudie nachweisen, dass Zählkompetenzen und Kenntnis der Zahlwortreihe sehr wohl eine bedeutende Rolle beim Erwerb der Zahlbegriffsentwicklung spielen (vgl. S. 211).

### **3.1.3.2 Das „Skill-Integration-Modell“**

Nach Schneider et al. (2016) wurden aufgrund der Kritik an Piagets Theorie vor allem im angloamerikanischen Raum Modellvorstellungen generiert, die nach Clemens (1984) unter dem „Skill-Integration“-Modell zusammengefasst werden können. Bei diesem Modell wird davon ausgegangen, dass Kinder schon frühzeitig über wichtige mathematische Kenntnisse verfügen. Die Entwicklung des Zahlbegriffs wird somit als Integration unterschiedlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden. Die Arbeiten von Gelmann und Gallistel (1978), Fuson (1988) und Resnick (1983, 1989) haben diese Modellentwicklung stark geprägt (vgl. S. 18f.). Die protoquantitativen Schemata nach Resnick wurden bereits unter 3.1.2.1 erläutert. Auf die Arbeiten von Gelmann und Gallistel sowie Fuson wird in den nächsten Kapiteln eingegangen.

### **3.1.4 Zählen und Zahlwortreihe**

Wie bereits ausgeführt wurde dem Zählen im Zusammenhang mit dem Zahlbegriffserwerb aufgrund der Theorie von Piaget lange Zeit keine grosse Beachtung geschenkt. Nach Moser Opitz (2008) ist Zählen zwar nicht die einzige, aber eine sehr wichtige Voraussetzung, um numerische Konzepte aufbauen zu können (vgl. S. 63). Laut Hauser et al. (2017) konnte Krajewski am Anfang dieses Jahrtausends in ihrer zur mathematischen Entwicklung von Kindergartenkindern durchgeführten Längsschnittstudie aufzeigen, dass das Mengen- und Zahlenwissen sowie die Fähigkeit des Zählens am Ende der Kindergartenzeit gute Vorhersagen für die Mathematikleistung am Ende der 2. Klasse erlauben. Aus der Perspektive der Erwachsenen scheint das Abzählen einer Menge keine grosse Schwierigkeit darzustellen. Jedoch ist der Zählvorgang ein komplexer Vorgang, bei dem zwei Voraussetzungen nötig sind: Eine sichere Zahlwortkenntnis und das Einhalten der Abzählprinzipien. Abzählprinzipien gelten als Grundregeln des Abzählprozesses. Werden diese nicht eingehalten, kann die korrekte Anzahl einer Menge nicht erfasst werden. Gemäss Hauser et al. gilt es nach Kaufmann (2011) als nicht einheitlich geklärt, ob diese Prinzipien angeboren oder sich durch vielfältige Zählerfahrungen entwickeln (vgl. S. 18). Nachfolgend werden das Modell zum Erwerb der Zahlwortreihe nach Fuson und die fünf Zählprinzipien nach Gelman und Gallistel aufgezeigt.

#### **3.1.4.1 Entwicklung des Zahlwortgebrauchs nach Fuson**

Laut Scherer und Moser Opitz (2012) untersuchte Fuson (1988) den Prozess der Zählentwicklung ausführlich. Nach ihrem Modell beginnt ein Kind im Alter von ca. zwei Jahren die fünf Niveaustufen schrittweise zu durchlaufen. Die einzelnen Ebenen werden nachfolgend kurz erläutert (vgl. S. 105f.).

1. String Level (undifferenziertes Wortganzes) „einszweidreivierfünfsechssiebenacht“: Das Kind reiht die Zahlwörter wie einen Vers aneinander. Die Wortfolge kann nur in der gelernten Reihenfolge abgerufen und muss immer von Beginn an durchlaufen werden. Die Zahlen werden somit nicht getrennt voneinander wahrgenommen. Die Wörter werden nicht als Zählzahl benutzt, da sie keine Bedeutung haben. Es findet deshalb noch keine Eins-zu-Eins-Zuordnung (Zahlwort zu Objekt) statt. Diese kurze Phase kann schon bei zweijährigen Kindern beobachtet werden. Sie tritt allerdings nicht bei allen Kindern auf.

2. Unbreakable List Level (unzerbrechliche Wortkette) „eins-zwei-drei-vier-fünf-sechs-sieben-acht“: Die Zahlwortfolge wird immer noch bei eins beginnend aufgesagt. Sie werden aber als separate Wörter wahrgenommen, die aber immer noch unzertrennlich aneinandergereiht sind. Jedem Zahlwort wird beim Zählen genau ein Objekt zugeordnet, so dass korrektes Zählen möglich ist. Für die Gesamtmengeangabe wird das letztgenannte Zahlwort verwendet, der Kardinalwert der Kette wird somit bewusst. Vorgänger- und Nachfolgezahlen werden durch leises Aufsagen der Zahlwortreihe bestimmt.

3. Breakable Chain Level (aufgebrochene Wortkette) „sieben-acht-neun“ „neun-acht-sieben“: Im Alter von etwa vier Jahren kann das Kind beim Zählen jede beliebige Zahl als Startzahl benutzen. Dabei schliesst es die Teilmenge des Kardinalwerts der Startzahl bewusst mit ein. Die Zahlen werden als einzelne Zahlwörter wahrgenommen. Somit können Vorgänger- und Nachfolgezahlen unmittelbar bestimmt werden und auch das Rückwärtszählen wird nun möglich.

4. Numberable Chain Level (numerische Kette) „5 + 3 → fünf... sechs, sieben, acht“: Es zeigt sich ein erstes numerisches Verständnis. Die Zahlen werden als Mengenangabe erkannt. Durch Vorwärts- und Rückwärtszählen, auch mit den Fingern, werden einfache Additions- und Subtraktionsaufgaben gelöst. Da diese Form des Rechnens mit Hoch- und Herunterzählen gelöst wird, liegt dieser Handlung kein tieferes Operationsverständnis zugrunde.

5. Bidirectional Chain Level (Vorwärts-Rückwärts-Kette) „3 + 5 = 7 + 1 = 6 + 2 = 4 + 4 = 9 – 1“: Diese Ebene ist kaum vor dem Schuleintritt zu erwarten. Das Kind zählt von jeder Zahl aus vorwärts und rückwärts. Die Umkehrbarkeit von Additionen und Subtraktionen wird bewusst. Zahlen werden in beliebige Komponenten zerlegt und wieder zusammengesetzt (Teil - Ganzes - Schema). Als eine aber nicht einzige Rechenstrategie wird Zählen erkannt. Gemäss Krajewski spricht Fuson in diesem Fall von wahren numerischen Zählen.

Die ersten Wörter der Zahlwortreihe müssen auswendig gelernt werden, damit Kinder die Zahlwortreihe erwerben können. Dies trifft in der deutschen Sprache auf die Zahlwörter bis zwölf zu. Aufgrund ihrer unregelmässigen Bildung müssen die Zehnerzahlen ebenfalls gelernt werden. Alle weiteren Zahlwörter lassen sich durch Analogien erschliessen.

#### **3.1.4.2 Zählprinzipien nach Gelman und Gallistel**

Gleichzeitig zum verbalen Aufsagen der Zahlwortreihe entwickeln sich die fünf sogenannten Zählprinzipien, die einen sinnhaften Gebrauch der Zahlwortreihe erst möglich machen. Gemäss Schneider et al. (2016) müssen Kinder nach Gelman und Gallistel verschiedene Prinzipien verstanden haben, um den Zählakt ausführen zu können (vgl. S. 19f.). Nach Lambert (2015) gehen Gelman und Gallistel davon aus, dass diese Prinzipien angeboren sind und sich während des Kindergartenalters entwickeln. Im Gegensatz zu Fuson wird angenommen, dass bereits vor dem Erlernen der Zahlwortreihe bestimmte Zählprinzipien vorhanden

sind (vgl. S. 24).

Die verbale Zählkompetenz ist nach Scherer und Moser Opitz (2012) eine wichtige Voraussetzung, um Anzahlen und Zahlwörter miteinander in Verbindung zu bringen. Einsicht in die Zählprinzipien sind für den Aufbau der Zählkompetenz somit zentral (vgl. S. 105). Die Zählprinzipien werden nachfolgend erläutert (vgl. Hauser et al., 2017, S. 18):

#### 1. Prinzip der Eins-zu-Eins-Zuordnung

Das Kind kann einem Objekt genau ein Zahlwort zuordnen und damit beim fortlaufenden Zählen ein Objekt genau einmal antippen.

#### 2. Prinzip der stabilen Abfolge

Das Kind hat begriffen, dass jede Zahl nur einmal und immer in der gleichen Position der Zahlenfolge vorkommt.

#### 3. Kardinalitätsprinzip

Das Kind verwendet das letztgenannte Zahlwort als Mengenangabe für die Gesamtmenge.

Um die oben genannten Prinzipien wirklich verstanden zu haben, muss das Kind die beiden folgenden und übergeordneten Prinzipien anwenden können (vgl. Padberg & Benz, 2011, S. 9):

#### 4. Abstraktionsprinzip

Das Kind kann die Zählhandlung auf verschiedenartige Gegenstände anwenden, da es nicht zwischen der Art der Objekte unterscheidet.

#### 5. Prinzip der Irrelevanz der Anordnung

Das Kind hat verstanden, dass die Anordnung oder Verschiebung der Objekte das Zählergebnis nicht beeinflusst, solange jedes Objekt nur einmal gezählt wird.

### **3.1.5 Das Entwicklungsmodell der Zahl-Größen-Verknüpfung (ZGV) nach Krajewski**

Erst in jüngerer Zeit wurden Entwicklungsmodelle generiert, die die verschiedenen Einzelkonzepte unterschiedlicher Forschergruppen vereinen (vgl. Schneider et al., 2016, S. 23f.). Die numerische Entwicklung kann somit als eine „hierarchische Organisation von Konzepten, Prozeduren und einer wachsenden Anzahl von Verbindungen dazwischen beschrieben werden“ (Peuckert & Weisshaupt, 2017, S. 63).

Laut Schneider et al. (2016) entwickelte Krajewski das erste bedeutsame Modell im deutschsprachigen Raum, das den Erwerb von Mengen, Zahlen und Rechenoperationen im Vorschulalter beschreibt. Die Relevanz erlangte dieses Modell durch breit abgestützte Längsschnittstudien und es diente als Basis zur Erstellung der Testverfahren MBK-0 und MBK-1 zur Erfassung mathematischer Basiskompetenzen sowie des Trainingsprogrammes Mengen, zählen, Zahlen (vgl. S. 23f.).

Das Modell enthält drei Ebenen und vereint die sich entwickelnden Zählfertigkeiten, die von Fuson 1988 beschrieben wurden, und den Mengenbegriffen (protoquantitativer Schemata), wie sie Resnick, 1989 definiert hat (vgl. Urff, 2013, S. 46). Auf jeder Ebene gibt es Teilkompetenzen, die zuerst isoliert vorkommen und erst nach und nach zu Kompetenzen auf einer höheren Ebene gekoppelt werden (vgl. Garrote et al., 2015, S. 25).

Das Modell umfasst den gesamten mathematischen Kompetenzverlauf von der Geburt bis ins Grundschulalter. In dieser Zeitspanne durchlaufen Kinder verschiedene Phasen, auch Meilensteine genannt, in denen sie

Zahlwörter immer stärker mit Mengen und Zahlen koppeln (vgl. Schneider et al., 2016, S. 25). Der Entwicklungsprozess des kardinalen Zahlenverständnisses findet zuerst in einem kleinen Zahlenraum statt, wird dann aber auf höhere Zahlenräume ausgeweitet. Trotz der hierarchischen Darstellung versteht sich das ZGV-Modell nicht als starre Entwicklungslogik. Mitunter kommt es darauf an, in welcher Repräsentationsform die Aufgaben gestellt werden. Das erklärt, warum eine bestimmte Kompetenz handelnd bereits erworben ist, in einer abstrakten Darstellungsweise jedoch noch nicht (vgl. Garrote et al., 2015, S. 25f.).

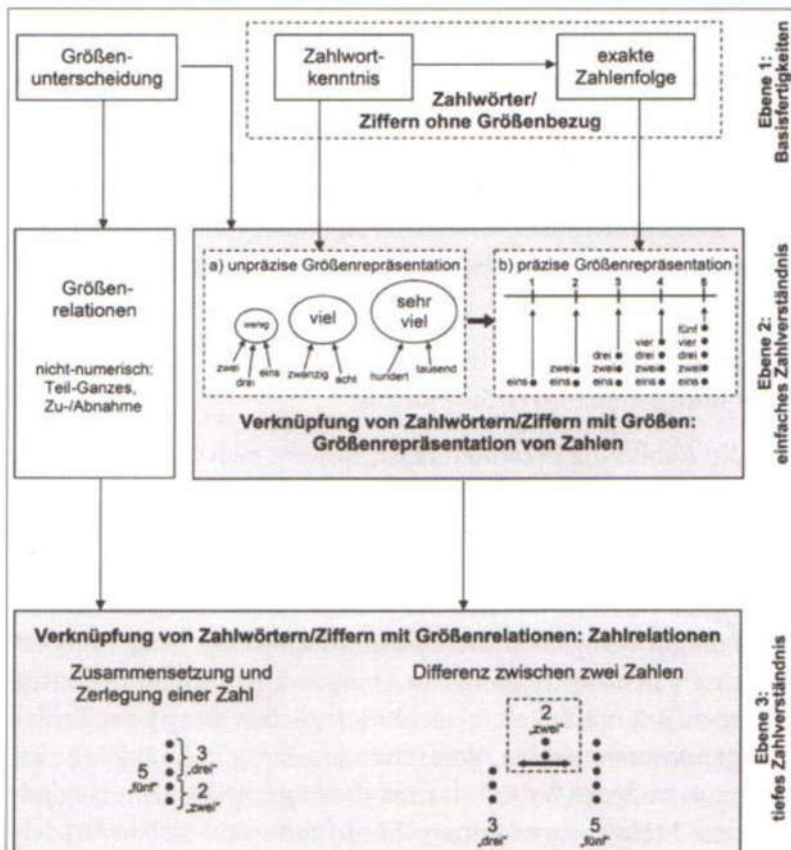


Abb. 2: Entwicklungsmodell der Zahl-Größen-Verknüpfung nach Krajewski (Schneider et al., 2016, S. 25)

### Kompetenzebene 1 Basisfertigkeiten: Zahlwörter und Ziffern ohne Mengen- und Größenbezug

Kinder verfügen seit der Geburt über numerische Basisfertigkeiten. So sind Babys in der Lage, Mengen zu unterscheiden. Dies geschieht aber nicht wie früher angenommen aufgrund diskreter Anzahlen, sondern eher aufgrund des unterschiedlichen Umfangs und der Ausdehnung der Mengen. Unabhängig davon beginnen Kinder ab zwei Jahren Zahlwörter aufzusagen, die sie später auch in der exakten Reihenfolge wiedergeben können. Die Zahlwörter werden dabei wie Buchstaben des Alphabets aufgesagt und es besteht noch keinen Bezug zu Mengen (vgl. Krajewski et al. 2008, S. 92). In dieser frühen Entwicklungsphase bringen die Kinder die benutzen Zahlwörter noch nicht mit Mengen in Verbindung, selbst dann nicht, wenn Kindern bereits die arabische Schreibweise der Ziffern bekannt ist. Die Zahlwortreihe ist lediglich eine auswendig gelernte Reihe von Zahlwörtern. Zunehmend können Kinder auch die Zahlen benennen, die in der Zahlwortfolge vor oder nach einer bestimmten Zahl kommen (Vorgänger / Nachfolger), oder sie können die Zahlwortfolge rückwärts aufsagen. Kinder verfügen also schon sehr früh über basale Fertigkeiten in Bezug auf das Auf-sagen der Zahlwortreihe und hinsichtlich Mengen- und Größenwahrnehmungen. Sie verstehen jedoch weder Zahl-Mengen-Bezüge noch können sie diese selber herstellen. Die Kompetenzebene 2 ist kennzeich-

nend für das Annähern dieser zwei Teilkompetenzen (vgl. Schneider et al., 2016, S. 26f.).

### **Kompetenzebene 2 Anzahlkonzept: Verknüpfung von Zahlwörtern und Ziffern mit Mengen / Grössen**

Auf dieser Ebene werden nun die beiden voneinander unabhängigen Basisfertigkeiten aus der ersten Ebene miteinander in Verbindung gebracht. D. h. ab dem Kindergartenalter verstehen Kinder, dass Zahlen Anzahlen repräsentieren, so dass ein Anzahlkonzept entsteht. Zuerst haben Kinder ein unpräzises Anzahlkonzept bzw. unpräzise Grössenrepräsentationen. Sie lernen, dass einige Zahlen mit dem Begriff „wenig“ in Verbindung gebracht werden und andere mit dem Begriff „viel“ oder „sehr viel“ assoziiert werden. Diese grobe Unterscheidung fällen Kinder aufgrund ihrer Erfahrungen beim Aufsagen der Zahlwortreihe. So merken sie, dass sie länger zählen müssen bis sie bei der Zahl acht angekommen sind als bei der Zahl drei. Bei nahe beieinanderliegenden Zahlen gelingt dieser Unterscheidung jedoch noch nicht, da die Kinder für beide Zahlen den gleichen Mengenbegriff verwenden. Sie können also noch nicht sagen, welche von zwei Nachbarzahlen mehr ist (vgl. Krajewski et al. 2008, S. 92f.). Bei aller Ungenauigkeit wie die Zahlen kategorisiert werden, ist hervorzuheben, dass sich Kinder bewusst werden, dass Zahlwörter nicht nur eine Abfolge von Wörtern sind, sondern dass Zahlen mit Grössen verknüpft sind (vgl. Schneider et al., 2016, S. 28). Erst später erwerben die Kinder ein *präzises Anzahlkonzept*, das ihnen eine Differenzierung auch innerhalb grober Kategorien ermöglicht (vgl. Krajewski et al. 2008, S. 92f.). Kinder merken aufgrund gemachter Erfahrungen mit Anzahlen zählen, dass innerhalb einer groben Kategorie ebenfalls differenziert werden kann. So wird ihnen bewusst, dass sie bis 18 länger zählen müssen als bis 17. Sie lernen nun, dass jede Zahl exakt mit einer Menge korrespondiert. Kinder verfügen nun über ein Kardinalzahlkonzept bzw. über präzise Grössenrepräsentationen. Sie können Anzahlen nun in eine korrekte Reihenfolge bringen und auch Nachbarzahlen können miteinander verglichen werden, da den Kindern bewusst ist, dass sich diese Anzahlen voneinander unterscheiden. Dies ist ein zentraler Schritt im Aufbau von mathematischen Kompetenzen, weil Mengen nicht mehr nur isoliert ausgezählt und mit einem Zahlwort verbunden werden können (Anzahlkonzept), sondern auch nahe beieinanderliegende Zahlwörter bezüglich ihrer Grösse zueinander in Beziehung gesetzt werden können (exakter Grössenvergleich von Zahlen) (vgl. Schneider et al., 2016, S. 28f.). Davon ausgehend, dass die spätere Grundschulmathematik sich dieses präzisen Anzahlkonzepts bedient, wird deutlich, dass hier ein entscheidender Schritt passiert, um einen „belastbaren und arithmetisch nutzbaren Zahlbegriff“ aufzubauen. Da Kindergartenkinder kleinere Mengen häufiger auszählen als grössere, entwickeln sie ein präzises Anzahlkonzept für kleinere Mengen vor einem solchen für grössere. Dementsprechend gelingt der Vergleich von zwei kleineren Zahlen auch früher als der Vergleich von zwei grösseren Zahlen. Dabei müssen die Kinder aber die Zahlenfolge sicher beherrschen. Vom Anzahlkonzept unabhängig entwickelt sich das Verständnis für Mengen und Grössen ohne Zahlbezug weiter. So sind Mengen in Teilmengen zerlegbar und können aus diesen Teilmengen auch wieder zusammengesetzt werden (Teil-Ganzes-Schema) oder Mengen können durch Hinzufügen oder Wegnehmen verändert werden. Auch wird verstanden, dass ohne Wegnehmen oder Hinzufügen die Anzahl der Menge gleich bleibt (Mengeninvarianz) (vgl. Krajewski et al. 2008, S. 92f.). In dieser Phase erfassen Kinder zwar Veränderungen oder Zusammensetzungen von Mengen und Grössen, die sie auch verbal mit „mehr als“ oder „weniger als“ beschreiben können, sie verknüpfen diese aber noch nicht mit Zahlen (vgl. Schneider et al., 2016, S. 28-30).

**Kompetenzebene 3 Anzahlrelationen: Verknüpfung von Zahlwörtern und Ziffern mit Mengen- und Grössenrelationen**

In dieser Phase geht es darum, dass Kinder die in Ebene 2 beschriebenen Relationen zwischen Mengen und Grössen in Zahlen ausdrücken können und daraus resultierend ein Verständnis für Beziehungen zwischen Zahlen entsteht. Im Alter von ca. vier Jahren, meistens aber mit sechs Jahren, gelingt dies bereits im kleinen Zahlenraum. Dies lässt sich feststellen, wenn sie eine Menge in zwei Teilmengen zerlegen und diese durch Zahlen benennen können (Ich teile meine acht Autos in zwei Häufchen auf. Nämlich fünf Autos und drei Autos. Wenn ich die fünf Autos und die drei Autos wieder zusammenführe, habe ich wieder acht Autos). Nach dem Verständnis von der exakten Zuordnung einer Menge zu einer Zahl und der Seriation dieser Anzahlen wird dem Kind nun bewusst, dass Zahlen zu einem Teil-Ganzen-Schema zugeordnet werden können und somit die Zahlzerlegung möglich wird. Nun verstehen Kinder, dass Zahlen auch Relationen zwischen Mengen und Grössen widerspiegeln. Sie begreifen, dass der Unterschied zwischen zwei Zahlen wieder eine Zahl ist und dass eine Zahl in andere Zahlen zerlegt oder aus diesen zusammengesetzt werden kann. Diese Kompetenzen ermöglicht es den Kindern, Zahlen zum Rechnen zu benutzen. Diese Kompetenzen sind somit Voraussetzung, dass Vergleichsaufgaben gelöst werden können. Zeigen Kinder bei solchen Aufgabenstellungen Schwierigkeiten, lässt es darauf schliessen, dass sie diesen Meilenstein noch nicht sicher erwerben konnten (vgl. Schneider et al., 2016, S. 30f.). Da auf dieser Ebene Rechenaufgaben gelöst werden können, werden die Ebenen eins und zwei als Vorläuferkompetenzen bezeichnet (vgl. Krajewski et al. 2008, S. 93f.).

**3.1.6 Prädiktoren in Bezug auf die mathematische Entwicklung**

Aus diversen Studien geht hervor, dass rechenschwache Kinder selbst in höheren Klassenstufen grundlegende mathematische Defizite aufwiesen, während unauffällige Kinder diese Kompetenzen bereits im Vorschulalter erworben haben. Daraus lässt sich schliessen, dass vorschulischen Mengen-Zahlen-Kompetenzen für den späteren Mathematikerfolg eine besondere Bedeutung zukommt. Gemäss Schneider et al. (2016) konnte in einer finnischen Studie von Aunola, Leskinen, Lerkkanen und Nurmi (2004) nachgewiesen werden, dass Kinder im letzten Kindergartenjahr, welche über stabile Zählfertigkeiten verfügten, einen steileren Anstieg ihrer mathematischen Kompetenzen zeigten als solche Kinder, die anfänglich über schwache Zählfertigkeiten verfügten. Das weist auf die zentrale Bedeutung des Vorschulalters hin. Denn Kinder mit spezifischem mathematischen Grundlagen haben weitaus höhere Chancen, das Vorwissen durch die Nutzung von Lerngelegenheiten und Erfahrungen im Alltag auszubauen, als Kinder, die über schwache Kompetenzen verfügen. Die Diskrepanz unterschiedlicher mathematischer Niveaus zeigt sich also nicht erst bei der Einschulung, sondern bereits im Kindergarten (vgl. S. 54). Auch Krajewski (2005a) weist auf die Bedeutung des Zahlen- und Mengenvorwissens hin, da dies entscheidend dazu beiträgt, wie die Leistungen in der Mathematik in der Schule ausfallen werden (vgl. S.64).

Nachfolgend werden spezifische und unspezifische Prädiktoren (Vorhersagemerkmale) erläutert. Letztere sind nicht nur für den mathematischen Bereich bedeutsam, sondern beeinflussen signifikant auch die schriftsprachlichen Kompetenzen. Diese Prädiktoren weisen demnach eine allgemeine Relevanz für den Schulerfolg auf. Spezifische Prädiktoren beziehen sich direkt auf einen bestimmten Bereich und sind relevant für dessen weitere Entwicklung (vgl. Schneider et al., 2016, S. 55). Fritz und Ricken (2005) bezeichnen die spe-

zifischen Prädiktoren gar als „Nadelöhre“, um sich mathematische Kompetenzen aneignen zu können (vgl. S.6).

### 3.1.6.1 Unspezifische Prädiktoren

#### *Intelligenz*

In Krajewskis (2003) Längsschnittstudie zeigte sich, dass bei Kindern, die durch ihre Leistungen im Kindergarten im Bereich Mengen- und Zahlenwissen auffällig waren, später häufiger eine Rechenschwäche beobachtet werden konnte, als bei Kindern, die durch unterdurchschnittliche Intelligenzleistungen auffielen (vgl. S. 209). Gemäss Schneider et al. (2016) konnte Stern in einer Studie zeigen, dass Kinder, welche eine höhere Intelligenz aufweisen, sich zwar mehr mathematisches Wissen aneignen können und dementsprechend bessere Leistungen erbringen. Das mathematische Vorwissen spielte dennoch eine wesentlichere Rolle als die Intelligenz. So können Defizite in der Intelligenz durch mathematisches Vorwissen kompensiert werden, Defizite im mathematischen Vorwissen jedoch nicht (vgl. S. 56f.).

#### *Kontextfaktoren*

Die Säuglingsforschung konnte zwar zeigen, dass Mengenunterscheidung angeboren ist (s. Kap. 3.1.2). Aber es ist unbestritten, dass erst durch Anregungen aus der Umwelt die mathematischen Kompetenzen weiterentwickelt werden. Der Anregungsgehalt wiederum wird vom soziökonomischen Status der Familie beeinflusst (vgl. Schneider et al., 2016, S. 57). Wesentliche Faktoren, die sich hemmend in Bezug auf Anregungen auswirken, sind Belastungen durch nicht optimale Familiensituationen und Lebensverhältnisse sowie kulturelle Unterschiede (vgl. Urff, 2013, S. 41). „Im Hinblick auf die Entwicklung früher basischnumerischer Kompetenzen kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der familiäre Anregungsgehalt sowie die Stimulierung des Interesses an Zahlen und Mengen durch die Erzieherinnen im Kindergarten bedeutsam sind“ (Schneider et al., 2016, S. 57). Ein deutlicher Zuwachs im numerischen Wissen ist zu beobachten, wenn Erzieherinnen besonders viel mathematische Anregungen gaben (vgl. ebd.).

#### *Geschlecht*

Genderunterschiede in Bezug auf Leistungen sind seit den Studien wie IGLU oder PISA bekannt. Dabei schnitten weibliche Grundschülerinnen und Jugendliche in der Regel etwas schlechter ab als männliche Grundschüler und Jugendliche. Die Unterschiede sind jedoch sehr klein und lassen sich auch nicht in allen in der Untersuchung einbezogenen Länder bestätigen. Bei einer Reanalyse der PISA Daten aus dem Jahr 2000 wurde der Intelligenzquotient (IQ) mitberücksichtigt. Dabei zeigten sich grössere Unterschiede im mathematischen Kompetenzbereich als bei konventioneller Betrachtung ohne den IQ. Gemäss Schneider et al. (2016) konnte Krajewski (2003) in einer Studie zeigen, dass Jungen in der Mitte des 2. Kindergartenjahres in Bezug auf die ersten beiden Kompetenzen im Modell nach Krajewski einen signifikanten Vorsprung aufwiesen. Vorteile zeigten sich bei den Knaben auch im Bereich visuell-räumlicher Vorstellung. Jedoch fielen die Unterschiede am Ende des letzten Kindergartenjahres und anfangs Grundschule deutlich geringer aus (vgl. 58f.).

#### *Phonologische Bewusstheit*

Die Phonologische Bewusstheit ist eine kognitive Fähigkeit, sich mit sprachlichen Struktureinheiten auseinanderzusetzen (vgl. Schnitzler, 2008, S. 5). „Phonologische Bewusstheit im weiteren Sinn bezeichnet die



metaphonologischen Leistungen in Bezug auf grössere lautstrukturelle Einheiten wie Silbe und Reim. Phonologische Bewusstheit im engeren Sinn bezeichnet metaphonologische Leistungen in Bezug auf kleinste Sprachsegmente, d.h. Phoneme“ (Hartmann & Dolenc-Petz, 2008, S. 6). Nach Schneider et al. (2016) deuten Studien von Schwenck und Schneider (2003) sowie Bradley und Bryant (1985) darauf hin, dass der Erwerb mathematischer Kompetenzen von der phonologischen Bewusstheit beeinflusst wird, womit letztere nicht nur für den Schriftspracherwerb bedeutsam ist. Eine verständliche Erklärung des Zusammenhangs zwischen phonologischer Bewusstheit und Mathematikleistung könnte mit einem indirekten Einfluss der phonologischen Bewusstheit auf die Mathematikleistungen über die Zählfertigkeiten erklärt werden. Die Zahlenfolge wird nicht mehr als undifferenziertes Wort angesehen (einszweidreivier), sondern die einzelnen Zahlen werden als einzelne Wörter erkannt (eins zwei drei vier). Die phonologische Bewusstheit erleichtert demnach die Sinndifferenzierung der Zahlenfolge. Somit wird davon ausgegangen, dass die phonologische Bewusstheit Einfluss auf den Erwerb basaler Zahlenkompetenzen, nicht aber auf höhere mathematische Kompetenzen wie Zahlen mit Mengenbezug hat (vgl. S. 64f.).

### *Arbeitsgedächtnis*

Gedächtnisfähigkeiten sind unerlässliche Stützfunktionen für den Zahlbegriffserwerb (vgl. Urff, 2013, S. 38). Die Relevanz des Arbeitsgedächtnisses in Bezug auf unterschiedliche Bereiche der mathematischen Kompetenz ist dementsprechend unstrittig. Laut Schneider et al. (2016) basiert das Modell des Arbeitsgedächtnisses nach Baddeley (1986, 2000) auf dem Zusammenwirken der drei Komponenten visuelles Arbeitsgedächtnis, phonologisches Arbeitsgedächtnis und der zentralen Exekutive. Die beiden ersten Komponenten sind modalitätsspezifische Subsysteme, während die zentrale Exekutive modalitätsübergreifend fungiert (vgl. S. 59). Die einzelnen Bereiche werden nachfolgend erläutert:

### *Visuelles Arbeitsgedächtnis*

Zur Aufgabe des visuellen Arbeitsgedächtnisses gehört das kurzfristige Speichern und Verarbeiten von visuell-räumlichen Informationen. Dies ist besonders beim Umgang mit konkreten Mengen wichtig. Beim Vergleichen von Mengen muss das Kind eine Menge so lange im visuellen Arbeitsspeicher behalten, bis es die zweite Menge betrachtet hat. Erst dann wird ein Vergleich möglich. Fällt aber die Information über die zuerst betrachtete Menge aus dem Arbeitsgedächtnis, wird ein Vergleichen der beiden Mengen unmöglich. Kann ein Kind deutlich mehr Informationen auf einen Blick wahrnehmen, fällt ihm die Beurteilung von Anzahlen und der Verknüpfung mit Zahlen wesentlich leichter. Somit ist es durchaus möglich, dass ein Kind mit einem schwachen visuellen Arbeitsgedächtnis Mühe beim Vergleichen von Mengen hat. Für diese Kinder wäre es hilfreich, wenn sie mit weniger komplexen Veranschaulichungsmaterialien arbeiten könnten. Zudem hilft diesen Kindern eine Versprachlichung mathematischer Inhalte (vgl. Schneider et al., 2016, S. 60f.).

### *Phonologisches Arbeitsgedächtnis*

Zahlwörter werden als sprachliche Einheiten gelernt, die auditiv aufgenommen werden. Dadurch wird auch die bedeutende Rolle phonologisches Arbeitsgedächtnis in Bezug auf die Mengen-Zahlen-Kompetenz sichtbar. Das Arbeitsgedächtnis fungiert als Zwischeninstanz zur Speicherung im Langzeitgedächtnis. So hat ein Kind mit einer guten kurzfristigen Speicher- und Verarbeitungskapazität deutliche Vorteile hinsichtlich des Lernens von Zahlwörtern. Das Speichern der exakten Zahlenfolge fällt diesem Kind wesentlich leichter als einem Kind mit einem schwachen phonologischen Arbeitsgedächtnis. Letzteres unterscheidet aufgrund sei-

ner schwächeren auditiven Kurzzeitspanne kaum zwischen der eigenen (fehlerhaften) Zahlenfolge und der richtigen Zahlenfolge eines Erwachsenen und wird somit beim Erwerb basaler mathematischer Kompetenzen benachteiligt sein (vgl. Schneider et al., 2016, S. 61).

#### *Zentrale Exekutive*

Die zentrale Exekutive ist für das Koordinieren von visuellen und auditiven Informationen zuständig. Sie fokussiert die Aufmerksamkeit und trifft und kontrolliert Entscheidungen. Somit ist sie für das erfolgreiche Operieren mit Zahlen und Ziffern auf allen Ebenen der Mengen-Zahlen-Kompetenzen zentral. Sie ist z. B. verantwortlich, dass die Zahlwortreihe korrekt aufgesagt wird, die gehörten Zahlwörter mit Ziffern verknüpft oder dass Zahlwörter mit Anzahlen richtig gekoppelt werden.

Das Arbeitsgedächtnis ist hinsichtlich des kurzfristigen Bereithaltens und Verarbeitens gehörter oder gesehener Inhalte von grosser Bedeutung und somit eine wichtige Instanz für funktionierende Informationsverarbeitung (vgl. Schneider et al., 2016, S. 61f.). Lernschwache Kinder haben oft Probleme im Arbeitsgedächtnis. Obwohl das Arbeitsgedächtnis und die Zugriffsgeschwindigkeit auf das Langzeitgedächtnis nur bedingt trainierbar sind und es somit sinnvoller ist, sich auf die Förderung von Vorläuferfertigkeiten zu konzentrieren, gibt es Möglichkeiten, den leistungslimitierenden Faktor des Arbeitsgedächtnisses zu berücksichtigen. Um Kindern mit geringer Gedächtniskapazität sowie Kindern mit Aufmerksamkeitsproblemen ein ressourcenorientiertes Lernen zu ermöglichen, ist es wichtig, Lernmaterialien und Lernsituationen so zu gestalten, dass unwichtige Informationen weggelassen werden und somit das Arbeitsgedächtnis entlastet wird (vgl. Krajewski & Ennemoser, 2010, S. 344).

#### **3.1.6.2 Spezifische Prädiktoren**

##### *Merkmale des Langzeitgedächtnisses*

Nach Krajewski und Ennemoser (2010) bedeuten Informationsverarbeitung im Arbeitsgedächtnis nicht nur Prozesse der Zwischenspeicherung, sondern es findet parallel auch ein Zugriff auf das Langzeitgedächtnis statt. Nach erfolgreicher Verarbeitung im Arbeitsgedächtnis werden die neu aufgenommenen Informationen ins Langzeitgedächtnis übertragen. Dieser Transfer findet somit nach der Verarbeitung neuer Informationen statt. Auf das Langzeitgedächtnis kann während der Informationsverarbeitung zurückgegriffen werden, wenn für die Verarbeitung der Informationen bereits gespeichertes Wissen aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen wird. Das Arbeitsgedächtnis kann also neue Informationen effektiver verarbeiten, je mehr und je schneller der Zugriff auf das Langzeitgedächtnis erfolgen kann. Somit ist die sichere und sofortige Verfügbarkeit basaler Begriffe wichtig, wenn es um die Verarbeitung neuer Informationen und um Wissenserwerb geht. Dabei ist der automatisierte Zugriff auf gelernte Informationen eine wichtige Voraussetzung, um vorhandene Geschwindigkeitspotenziale voll auszuschöpfen. Wenn relevantes Vorwissen automatisiert abrufbar ist, muss nicht im Langzeitgedächtnis „gesucht“ werden und das Arbeitsgedächtnis muss die jeweiligen Inhalte nicht aktiv konstruieren. Vorwissen führt dementsprechend zur Einsparung von Arbeitsgedächtnisressourcen, indem nicht relevante Informationen ausgeblendet werden und der Fokus somit auf relevante Informationen gerichtet werden kann. Einmal mehr zeigt sich die Wichtigkeit von Vorläuferfertigkeiten im Bereich Mengen-Zahlen-Kompetenz. Studien konnten nachweisen, dass die frühe Förderung spezifischer Basiskompetenzen die schulische Leistungsentwicklung in der Mathematik günstig beeinflusst (vgl. S. 339-341).

Rechenschwachen Kindern wird häufig attestiert, dass sie eine allgemeine Speicherschwäche hätten. Damit ist ein grundlegendes Defizit in Bezug auf Speicherung und Abruf aus dem Langzeitgedächtnis gemeint. In

verschiedenen empirischen Untersuchungen konnte aber aufgezeigt werden, dass rechenschwache Kinder oft nur im Bereich Mengen und Zahlen Probleme beim lexikalischen Zugriff zeigten. Bei anderen Bereichen wie z.B. sprachlich-semantischen Inhalten zeigten sie keine verminderten Benennungsschwierigkeiten. Das deutet somit auf einen beschränkten Zugriff nur in Bezug auf numerische Informationen hin (vgl. Schneider et al., 2016, S. 66). Erfolgt der Abruf nicht in erwarteter Geschwindigkeit, werden zwei Formen des Abrufdefizits unterschieden. Einerseits kann sich ein direktes Defizit beim Faktenabruf aus dem semantischen Netzwerk zeigen, d.h. es erfolgt ein langsamerer Zugriff auf Zahlen im Langzeitgedächtnis. Andererseits kann der Abruf nicht relevanter Assoziationen den Zugriff hindern, so dass das Kind aufgrund fehlender Inhibition keine korrekte Lösung nennen kann (vgl. Krajewski, 2008, S. 284f.).

### *Mengen-Zahlen-Kompetenz*

Die Entwicklung des präzisen Zahlverständnisses auf der 2. Ebene des ZVG-Modells (s. Kap. 3.1.5.1) ist zentral, denn dies ist Bedingung für den Erwerb der Grundoperationen und gilt als Vorhersagemerkmal für spätere Rechenleistungen (vgl. Garotte et al., 2015, S. 27). Folgende Erlebnisse sind im Bereich Zahlen und Operationen für Kindergartenkinder bedeutsam: Das Vergleichen von Mengen, das Aufsagen der Zahlwortreihe, das Abzählen von Dingen, das simultane oder quasi-simultane Erfassen von Anzahlen in Würfelbildern oder anderen Zahlenbildern, das Zerlegen und Zusammensetzen von Mengen und Dingen, das Aufbauen, Herstellen und Untersuchen der Zahlenreihenfolge, das Zuordnen von Anzahl- und Zahldarstellungen, das Erkennen von Zahleigenschaften und erstes Rechnen (vgl. Hauser et al., 2017, S. 16).

### **3.1.7 Relevante Darstellungen im Zahlenraum bis zwanzig**

Die Struktur eines Zehner- oder Zwanzigerfeldes geht auf die arithmetische Kernidee „Zählen“ zurück und ist auf den Kardinalzahlaspekt gerichtet. Zusätzlich verkörpert sie das Prinzip der Zehnerbündelung, das eines der Grundprinzipien des dezimalen Stellenwertsystems ist. Innerhalb dieser Zehner-Struktur kann durch stärkere Trennlinien in der Mitte die Fünferbündelung (Kraft der fünf) sichtbar gemacht werden. In allen einschlägigen Schulbüchern werden zur Veranschaulichung von Zahlen und Zahlbeziehungen, einschliesslich Rechenbeziehungen im Zahlenraum bis 20 Zehner- oder Zwanzigerfelder eingesetzt. Zehner- und Zwanzigerfelder können also didaktisch sehr unterschiedlich eingesetzt werden (z. B. zum Entdecken, exemplarisch Verdeutlichen, Üben etc.) und sie sind für Kinder relativ leicht verständlich. Die Entwicklung von Vorstellungsbildern, insbesondere hinsichtlich der Fünfer- und Zehnerbildung, wird durch die Fokussierung auf strukturierte Mengendarstellungen gefördert. Eine gewisse Problematik sieht Käpnick beim Zehnerübergang. Dabei müssen die Kinder wissen, dass nach der vollen ersten Reihe wieder links angefangen wird. Die Zahl zehn und elf liegen somit weit auseinander (vgl. Käpnick, 2014, S. 162f.).

### **3.1.8 Zusammenfassung und Bezug zum Lehrplan 21**

Folgend wird der Bezug zum Lehrplan 21 durch einen Verweis zur entsprechenden Kompetenzstufe aufgezeigt z.B. → *siehe MA.1.A.1a*. Relevante Kompetenzstufen sind im Anhang B ausformuliert.

In diversen Habituationsexperimenten mit Säuglingen konnte aufgezeigt werden, dass diese bereits über Fähigkeiten zur Mengenwahrnehmung und Unterscheidung verfügen. Ebenfalls ist ein gewisses Verständnis für das Vermehren und Vermindern vorhanden. Zudem bestehen erste Einsichten in das Teil-Ganze-Konzept (s. Kap. 3.1.2). Mit dem Erwerb dieser sogenannten protoquantitativen Schemata wird die Fähigkeit zur Mengenunterscheidung mit zunehmendem Alter weiter verfeinert und sie stellen eine essentielle Grund-

lage für den Zahlbegriffserwerb dar. Bei diesem Prozess spielen die Sprachentwicklung und der Erwerb der Zahlwortreihe eine wichtige Rolle (s. Kap. 3.1.2.1) → *siehe MA.1.A.1a*. Zudem konnte in Untersuchungen nachgewiesen werden, dass Kinder unstrukturierte Anzahlen bis drei oder vier auf einen Blick durch sogenanntes Subitizing erfassen konnten (s. Kap. 3.1.2.2) → *siehe MA.1.A.2b*.

Das Verschmelzen verschiedener Zahlaspekte führt zu einem umfassenden Zahlbegriff. Dabei werden die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Zahlaspekten erst im Laufe der Schulzeit erarbeitet (s. Kap. 3.1.3) Zwei frühe Modellvorstellungen erläutern den Erwerb des Zahlbegriffs. Im „logical - foundation“ - Modell geht Piaget davon aus, dass der Zahlbegriff erst mit dem Erwerb logisch formaler Operationen als vollständig erworben gilt. Als wesentliche Operationen nennt er das Verständnis für den Erhalt und die Invarianz von Qualitäten, kardinale und ordinale Eins-zu-Eins-Zuordnungen sowie additive und multiplikative Kompositionen. Zählübungen waren gemäss Piaget für den Zahlbegriffserwerb bedeutungslos (s. Kap. 3.1.3.1). Im Skill-integration-Modell nach Clemens wird der Erwerb des Zahlbegriffs als Integration unterschiedlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten verstanden. Forschungsarbeiten von Gelmann und Gallistel, Fuson und Resnick haben diese Modellvorstellung stark geprägt. Das Modell geht davon aus, dass Kinder schon früh wichtige mathematische Kenntnisse erwerben, die mit zunehmendem Alter nach und nach erweitert werden. Diese Fähigkeiten beinhalten Zählkompetenzen, Subitizing und das Vergleichen von Mengen → *siehe MA.1.A.1a, MA.1.A.2a, MA.1.A.2b und MA.1.C.1a*. Im Gegensatz zu Piaget ist also für Clemens die Zählkompetenz hinsichtlich des Zahlbegriffserwerbs bedeutend (s. Kap. 3.1.3.2).

Um numerische Konzepte aufbauen zu können, gilt Zählen als wichtige Voraussetzung → *siehe MA.1.A.2a, MA.1.A.2b und MA.1.C.1a*. Eine sichere Zahlwortkenntnis und das Einhalten der Abzählprinzipien sind für den Zählvorgang essentiell. Fuson hat sich eingängig mit dem Prozess der Zahlentwicklung auseinandergesetzt. In diesem Modell beginnt ein Kind mit etwa zwei Jahren die fünf Niveaustufen schrittweise zu erwerben (s. Kap. 3.1.4.1). Um den Zählakt überhaupt erst ausführen zu können, ist das Verstehen verschiedener Zählprinzipien notwendig. Gelmann und Gallistel gehen von fünf Zählprinzipien aus, die für den Aufbau der Zählkompetenz zentral sind (s. Kap. 3.1.4.2).

Entwicklungsmodelle vereinen die verschiedenen Einzelkonzepte unterschiedlicher Forschungsgruppen. Sie basieren auf theoretischen Grundlagen und sind empirisch belegt. Krajewskis Modell der Zahl-Grössen-Verknüpfung enthält drei Ebenen und vereint Zählfertigkeiten und protoquantitative Schemata. Auf jeder Ebene gibt es Teilkompetenzen, die zuerst isoliert vorkommen und erst nach und nach zu Kompetenzen auf einer höheren Ebene gekoppelt werden (s. Kap. 3.1.5). In diesem Modell kommen alle relevanten Kompetenzstufen des Lehrplans 21 vor.

Im Gegensatz zu unspezifischen Prädiktoren weisen sogenannte spezifische Prädiktoren einen direkten Bezug zu einem bestimmten Bereich auf und sind somit relevant für dessen weitere Entwicklung. Aus verschiedenen Studien lässt sich schliessen, dass vorschulische Mengen- und Zahlenkompetenzen für den späteren Mathematikerfolg bedeutsam sind und sich der Unterschied mathematischer Niveaus nicht erst bei Schuleintritt bemerkbar macht (s. Kap. 3.1.6). Obwohl der Zugriff auf das Langzeitgedächtnis und das Arbeitsgedächtnis nur bedingt trainierbar ist, gibt es in der Gestaltung von Lernmaterial Möglichkeiten, das Arbeitsgedächtnis zu entlasten und somit eine ressourcenorientierte Lernförderung zu generieren. Für Kinder mit begrenztem Arbeitsgedächtnis oder mit Aufmerksamkeitsschwierigkeiten ist ein Weglassen von nicht relevanten Inhalten bedeutsam, weil sie dann nicht mit hohem Ressourcenaufwand diese Informationen herausfiltern müssen (s. Kap. 3.1.6.1). Relevante Darstellungen im Zahlenraum bis 20 ist ein Feld mit einer Zehner- oder Zwanzigerstruktur, welches das Prinzip der Zehnerbündelung verkörpert *siehe* → *MA.1.C.1a*.

Durch Trennlinien in der Mitte einer Reihe kann die Fünferbündelung (Kraft der fünf) dargestellt werden. Zur Veranschaulichung von Zahlen und Zahlbeziehungen werden in Schulbüchern Zehner- oder Zwanzigerfelder eingesetzt (s. Kap. 3.1.7).

### 3.1.9 Bereits gewonnene Erkenntnisse

Nach der theoretischen Aufarbeitung im Bereich Mathematik wurde der Autorin einmal mehr bewusst, wie bedeutsam sich das Mengen- und Zahlenvorwissen bezüglich der mathematischen Schullaufbahn erweist. Eindrücklich fand die Autorin den Umstand, dass es sich beim Faktor Intelligenz um einen unspezifischen Prädiktor handelt, da weniger Intelligente Defizite mit vorhandenem mathematischen Wissen ausgleichen können.

Es zeigt sich, wie wichtig Differenzierung auch im Kindergarten ist, da sich die Kinder in unterschiedlichen Phasen der mathematischen Entwicklung befinden können. Das Anzielen der nächsten Entwicklungsstufe sieht die Autorin als unabdingbar. Die Erkenntnisse im Bereich Gedächtnisleistung und Arbeitsspeicherkapazität erachtet die Autorin besonders hinsichtlich der Gestaltung der Mathematik App als bedeutsam, weshalb sie in ihre Konzeption einfließen müssen. Des Weiteren kam bei der Autorin während des Literaturstudiums der Gedanke über ein für die 1. Klasse anschlussfähiges Produkt auf. Hierbei sollten die Zehner- und Zwanzigerstrukturen mit Hervorhebung der Kraft der fünf bereits im Kindergarten aufgenommen werden.

## 3.2 Bezugsrahmen Medien

### 3.2.1 Medienpädagogik

Der Begriff Medienpädagogik ist in der heutigen Gesellschaft sehr gebräuchlich und scheint schon immer existiert zu haben. Tatsächlich handelt es sich dabei eher um eine jüngere Disziplin, die sich in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts etabliert hat. Davor gab es aber bereits „pädagogische Bemühungen“, die sich mit den damals vorkommenden Medien auseinandersetzten und die sich durchaus als medienpädagogische Ansätze betiteln lassen (vgl. Süss et al., 2013, S. 61). Der Begriff Medienpädagogik „drückt die Zugehörigkeit zur Pädagogik respektive zu den Erziehungswissenschaften aus und umfasst im weiteren Sinne Theorien und Studien, welche sich mit der Rolle der Medien in Erziehung, Bildung und Sozialisation befassen. Pädagogik umfasst zwar auch die Erwachsenenbildung, dennoch wird mit dem Begriff tendenziell verbunden, dass es primär um Kinder und Jugendliche gehe“ (ebd., S. 15f.).

Gemäss Petko (2016) wird die Medienpädagogik zum einen als Wissenschaft verstanden, die sich „mit der Klärung von Prozessen des Lernens und Erziehens im Kontext Medien beschäftigt. Andererseits bezeichnet Medienpädagogik auch die Praxis, die sich auf die Förderung von Medienkompetenz bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen richtet“ (S. 156). Der Begriff Medienbildung wird häufig synonym verwendet. Dieser nimmt aber vermehrt das medienbezogene Wissen und Können in den Blick und fördert nicht nur die Nutzungskompetenz (vgl. ebd.).

Nach Baumann (2005) wird Medienpädagogik als eine Teildisziplin der Pädagogik angesehen, „die Sozialisationsprozesse in und mit Medien erforscht und aus ihren Ergebnissen Vorschläge für die Medienpraxis entwickelt“ (S. 25).

Six, Gimmler und Aehling (2007) sind der Auffassung, dass der Aufgabenbereich der Medienpädagogik sowohl die Förderung von Medienkompetenz als auch die Entwicklung hierfür geeigneter Praxiskonzepte beinhaltet (vgl. S. 21).

Wie die nachfolgende Grafik zeigt, umfasst Medienpädagogik die Teilbereiche Mediendidaktik und Medien-  
erziehung (vgl. Petko, 2014, S. 156). Diese Begriffe werden nachfolgend erläutert.

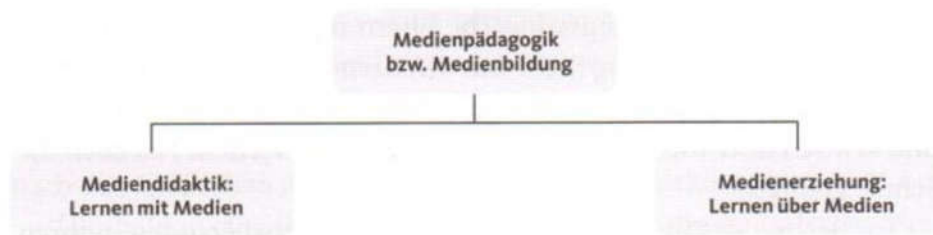


Abb. 3: Mediendidaktik und Medienerziehung als Teil der Medienpädagogik (Petko, 2014, S. 156)

### 3.2.2 Medienerziehung

Die praktische Umsetzung der Medienpädagogik findet sich in der Medienbildung, die auch Medienerziehung genannt wird, wenn sich die Zielgruppe auf Kinder und Jugendliche bezieht (vgl. Six et al., 2007, S. 23). „Unter diesem Begriff lassen sich alle Aktivitäten und Überlegungen in Erziehung und Bildung zusammenfassen, die das Ziel haben, ein humanes bzw. verantwortliches Handeln im Zusammenhang mit der Mediennutzung und Mediengestaltung zu entwickeln“ (Tulodziecki, 2008, S. 110). Neben dem Gebrauch von Medien für Lehr- und Lernprozesse ist die Medienerziehung ein wichtiger Gegenstandsbereich der Medienpädagogik (vgl. ebd.). Six et al. (2007) nennen als Hauptanliegen der Medienerziehung „die Vermittlung und Förderung von Kompetenzen für einen selbstbestimmten, reflektierten, selbstregulierten und funktionalen, gleichzeitig aber auch persönlich verträglichen und sozial angemessenen Medienumgang“ (S. 24).

### 3.2.3 Medienkompetenz

Medienkompetenz ist ein leitender Begriff und wesentliches theoretisches Konzept der Medienpädagogik und wird seit Anfang der 1990er Jahre diskutiert. Nach Hugger (2008) umfasst Medienkompetenz „die Wissensbestände über Medien sowie die Fähigkeit, Medien souverän zu bedienen, kritisch beurteilen und kreativ gestalten zu können. Sie kann eigenständig im Rahmen von Selbstsozialisationsprozessen erworben werden, sie wird aber auch mit Hilfe medienpädagogischen Handelns in formalen wie non-formalen Bildungssettings gefördert“ (vgl. S. 93). Laut Petko (2014) umfasst die klassische Definition von Medienkompetenz nach Baacke (1997) „die Fähigkeiten zu Medienkritik (analytisches, selbstreflektierendes und ethisches Nachdenken über problematische Aspekte von Medien), Medienkunde (Wissen um die Palette medialer Möglichkeiten und ihre Bedienung), Mediennutzung (Fähigkeit, sowohl rezeptiv als auch aktiv mit Medien umgehen zu können) und Mediengestaltung (d.h. Medien innovativ neu zu gestalten und zu verändern)“ (S. 130f.). Medienkompetenz ist zu einem Schlüsselbegriff in der Medienpädagogik geworden. Die Definition, was Medienkompetenzen beinhalten, variiert je nach Autor oder Autorin (vgl. ebd.). Zehn Jahre später haben Six und Gimmler (2007) in Anlehnung an Baackes Modell ein eigenes Modell entwickelt, das zehn Dimensionen von Medienkompetenz enthält. Diese wiederum lassen sich in vier Hauptdimensionen einteilen: Medienwissen und Technikkompetenz, Reflexions- und Bewertungskompetenzen, Nutzungs- und Verarbeitungskompetenzen sowie spezielle Kommunikatorkompetenzen (vgl. S. 26f.).

Für Hipeli (2014) beinhaltet der Begriff eine Reihe von Teilkompetenzen. Dabei geht es ebenso um das Sprechen über Medien, das Verständnis von Medien über ihre Absichten wie auch um den reflektierten, genussvollen, kreativen und sozial verantwortlichen Umgang mit Medien (vgl. S. 33).

So variantenreich die einzelnen Definitionen auch sein mögen, beziehen sie sich doch auf ein gemeinsames Ziel, nämlich digitale Medien nicht nur bedienen zu können, sondern sie auch kritisch, selbstbestimmt und verantwortungsvoll zu nutzen (vgl. Petko, 2014, S. 131).

### 3.2.4 Mediendidaktik

Bei der aktuellen Diskussion um Medieneinsatz in der Schule geht es nicht lediglich um neue Technologien wie Smartboards oder iPads, die alte Technologien wie Tafel, Film und Hefte ergänzen oder gar ablösen, sondern um einen Paradigmenwechsel. Denn diese Technologien stehen für einen technologischen und kulturellen Wandel, der dabei ist, unser Leben grundlegend zu verändern. (Thissen, 2015, S. 7)

Gemäss Petko (2014) definiert Tulodziecki Mediendidaktik als „die Theorie und Praxis des Lehrens und Lernens über Medien mit dem Ziel der Förderung von Medienkompetenz“ (S. 156). Petko ist der Auffassung, dass dies durchaus Sinn macht, denn in der Mediendidaktik soll es immer auch um die Vermittlung von Medienkompetenz und nicht nur um die Vermittlung von Lerninhalten gehen (vgl. ebd., S. 157). Mediendidaktik beschäftigt sich mit der Konzeption und Gestaltung von Medien für Lernprozesse sowie mit dem angemessenen Einsatz von Medien im Bildungsbereich. Dabei spielen pädagogische und didaktische Prinzipien ebenso wie kognitionspsychologische Erkenntnisse eine wichtige Rolle (vgl. Six et al., 2007, S. 22f.). Wie bereits unter Punkt 2.2. ausgeführt, besteht eine Nachfrage nach Bildungs-Apps, die aber oft didaktisch weniger geeignet sind (vgl. Scheiter, 2015, S. 65).

Rösch und Maurer (2014) schreiben, dass zum jetzigen Zeitpunkt Tablets Modernität und eine gewisse Wertigkeit ausstrahlen, die sich positiv auf das Lernverhalten der Kinder auswirkt. Weiter betonen sie aber, sich bei der Auswahl einer App für den Unterricht nicht blenden zu lassen, sondern dabei immer die didaktische Professionalität zu wahren und sich mit didaktischen Grundfragen stets auseinanderzusetzen. Im Zentrum des Unterrichtskonzepts soll nicht die App stehen, sondern diese wird, wenn erforderlich, in ein passendes Unterrichtssetting sinnvoll eingebettet (vgl. S. 26-29). Auch Roboom (2014) betont, dass das Tablet unbedingt ein ergänzendes Angebot sein soll und keinesfalls die wesentlichen Bausteine der pädagogischen Arbeit verdrängen darf (vgl. S. 24). Nach dem Modullehrplan „Medien und Informatik“ des Kantons Zürich (2017) stehe die Mediennutzung nicht in Konkurrenz zu realen Erfahrungen in der eigenen Umwelt, sondern ergänze diese (vgl. S.6).

Gemäss Bader (2015) sollen den Kindern in altersgemässiger Weise Medien zur Verfügung gestellt werden, die sie bei der aktiven Medienarbeit unterstützen (vgl. S. 220). Roboom (2014) plädiert für die spannende Auseinandersetzung mit dem Für und Wider des Einsatzes von Tablets im Kindergarten. Ein allgemeines Verteufeln sei weder zielgerichtet noch zeitgemäss. Kindergärten helfen Kindern dabei, sich in der Welt zurechtzufinden. In dieser Welt sind Medien und deren Inhalte längst zum Alltag geworden. Der sinnvolle und erfolgreiche Einsatz des Tablets im pädagogischen Alltag hängt weniger von der verwendeten App als vielmehr von der medienpädagogischen Kompetenz der Lehrperson ab (vgl. S. 27).

### 3.2.5 Medienaneignung - Aufwachsen in einer mediatisierten Welt

Gemäss Thissen (2015) vergleicht der amerikanische Literaturwissenschaftler Bill Rankin die aktuelle Situation mit der Zeit Gutenbergs im 15. Jahrhundert, als mit der Erfindung des Buchdrucks ein neues Zeitalter der Informationen eingeläutet wurde und damit kulturelle und politische Veränderungen auslöste, die aber auch die Entwicklung moderner Forschung enorm förderte (vgl. S. 7).

Nach dem Stand des Jahres 2014 werden pro Minute im Internet 250'000 Millionen E-Mails verschickt, ca. 600 neue Web Sites erstellt, über fünf Millionen Videos auf YouTube angesehen, ca. 80 Stunden Videos auf YouTube geladen, ca. 100'000 Gespräche über Skype geführt, über 1000 Fotos auf Flickr und ca. 67'000 auf Instagram geladen, ca. 4 Milliarden Suchanfragen bei Google gestellt, über 4 Millionen Tweets über Twitter gesendet und von Amazon weltweit 25'000 Pakete verschickt. (ebd., S. 9)

Leben im 21. Jahrhundert bedeutet leben in einer digitalisierten Gesellschaft. Digitale Technologien bestimmen die Kommunikation und die Information. Sie sind in fast allen gesellschaftlichen Bereichen zu finden und sind somit ein wesentlicher Bestandteil des heutigen Lebens. Vom ersten Lebenstag an sind Kinder von Medien umgeben und wachsen mit ihnen in einer für sie selbstverständlich gewordenen Weise auf (vgl. Demmler & Struckmeyer, 2015, S. 223). Bereits vor zehn Jahren hat Theunert (2007) geschrieben, dass die Kindheit als medienfreier Raum eine Illusion sei. Von Geburt an kommen Kinder mit Medien in Kontakt und kennen vor Schuleintritt die heute verfügbaren Medien. Die damit erreichten Medienwelten haben Auswirkungen auf ihr Denken und Handeln (vgl. S. 92). Semler (2016) ist der Auffassung, dass in Zukunft die Mensch-Computer-Interaktion noch wichtiger werden wird. Technologien werden erst durch den Menschen brauchbar gemacht, indem er diese Interaktion zwischen Mensch und Technik gestaltet (vgl. S. 13).

„Wenn wir das Heranwachsen von Kindern, die Nutzung von Medien durch Kinder und die Integration von Medien in den Alltag von Kindern betrachten, sprechen wir in der Medienpädagogik von Medienaneignung“ (Demmler & Struckmeyer, 2015, S. 223). Medienaneignung bedeutet einerseits die Erfassung von Nutzungsstrukturen, also wie oft und in welchen Situationen die Medienzwendung erfolgt. Andererseits erfasst sie „die Wahrnehmung, Bewertung und Verarbeitung von Medieninhalten und -aktivitäten, bei denen mediale Angebote und die Erfahrungen aus der eigenen Lebenswirklichkeit aufeinander bezogen werden“ (Theunert, 2005, 115f.) Bei der Medienaneignung spielen persönliche Faktoren und Lebensverhältnisse, kulturelle und soziale Hintergründe und das Bildungsniveau der Familie eine Rolle (vgl. ebd.). Demmler und Struckmeyer (2015) beschreiben zentrale Faktoren, die den Prozess der Medienaneignung beeinflussen. So erachten sie den Entwicklungsstand des Kindes, handlungsleitende Themen, die soziale Umwelt sowie die Bildungseinrichtung und das Angebot des Medienmarktes als relevant (vgl. S. 224). Auf dem Weg ins Medienleben durchlaufen Kinder vier Stationen:

- Erste Station Medien registrieren (Säuglingsalter): Von klein auf sind Kinder in den familiären Medienalltag integriert und kommen mit den üblichen Medien in Berührung, oft ohne dass sich die Eltern dessen bewusst sind. Die Mutter stillt beim Fernsehen, der Vater wiegt das Kind in den Schlaf, während er etwas im Internet nachschaut oder das ältere Geschwister passt auf das Jüngere auf und spielt dabei ein Computerspiel. Solche Situationen haben auf das spätere Nutzungsverhalten einen grossen Einfluss. In diesem Stadium ist es wichtig, dass Eltern sich bewusst sind, dass die Wahrnehmung von Medien durch Kinder und die Bedeutung von Medienkontakten für das Wohlbefinden und die Entwicklung eine wesentliche Rolle spielen. Die Eltern sollten ihr Medienverhalten immer wieder reflektieren und in Frage stellen.

- Zweite Station Medien entdecken (ab Kleinkindalter): Bereits ab zwei Jahren sind Medien nicht mehr nur eine Reizquelle, sondern die Kinder entdecken deren Funktionen und Inhalte. Mobile Geräte kommen ihnen dabei besonders entgegen. Wischen, drücken, ziehen und ausprobieren sind für Kinder in diesem Alter selbstverständlich, was aber nicht heisst, dass solche Geräte uneingeschränkt geeignet sind. Es ist wichtig, dass sie nicht als universeller Babysitter eingesetzt werden, sondern dass sich Eltern mit den Kindern gemeinsam über deren genutzte Inhalte unterhalten. Das Medienverständnis entwickelt sich insbesondere durch die Interaktion mit den Bezugspersonen (vgl. Demmler & Struckmeyer, 2015, S. 225f.). „Das Medien-



verständnis formt sich in enger Koppelung an die geistige und sozial-moralische Entwicklung. Es gilt: Was das Kind in der Realität nicht versteht, versteht es auch in den Medien nicht“ (Theunert, 2007, S. 101).

- Dritte Station: Medien in den Alltag integrieren (ab Kindergartenalter) Ab drei Jahren können die Kinder mediale Botschaften entschlüsseln. Das heisst sie verstehen nun im Fernsehen in einfach erzählten Geschichten Handlungen und orientieren sich an eindeutig formalen Gestaltungsmitteln. Neben dem Fernseher oder auditiven Geräten werden nun auch andere Medientätigkeiten wie spielen oder kreative Anwendungen immer zentraler. Medien werden spätestens im Vorschulalter zu einer regelmässigen Freizeitbeschäftigung. Nun liegt der pädagogische Ansatzpunkt nicht mehr nur in der Familie, sondern er betrifft auch den Kindergarten. Kinder sollten Angebote des aktiven, eigenständigen Gestaltens mit Medien und bereits erste Informationen zu Medien und Medieninhalten erhalten.

- Vierte Station: sich mit Medien artikulieren (ab Grundschulalter): Der Übergang zur letzten Stufe erfolgt fließend. Spätestens jetzt sind Medien im Alltag selbstverständlich geworden und sie werden immer mehr selbständig und aktiv genutzt. Das Kind kommt vor Schuleintritt mit dem Grossteil der heutigen Medien in Kontakt und hat vieles bereits selbst in Gebrauch genommen (vgl. Demmler & Struckmeyer, 2015, S. 226f.).

### 3.2.6 Digitale Medien

Nach Petko (2014) können mit digitalen Medien entweder technische Hardwaregeräte wie z.B. Computer, Notebooks, Beamer oder Mobiltelefone gemeint sein oder aber auch Software wie z.B. Computergames oder Office-Software bezeichnet werden. Auch bestimmte Medienformate wie z.B. Online-Zeitungen oder Online-Videos sowie deren Grundbausteine wie z.B. Text, Bild, Audio oder Video können damit gemeint sein. Der Begriff digitale Medien umfasst folglich ganz Unterschiedliches. Der Grund der Unschärfe des Begriffs liegt zum einen an der Unübersichtlichkeit und dem Tempo der Medienentwicklung und zum anderen an den vielen wissenschaftlichen Disziplinen, die sich mit Medien beschäftigen. Eine einheitliche Definition, die allgemein akzeptiert ist, gibt es nicht. Medien sind einerseits kognitive und andererseits kommunikative Werkzeuge zur Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von zeichenhaften Informationen (vgl. S.13).

Mit kognitiven und kommunikativen Werkzeugen wird Wissen aufgebaut, verarbeitet und verknüpft, so dass es bei Bedarf abgerufen und genutzt werden kann. Dabei kann zwischen „inneren“ und „äusseren“ Medien gesprochen werden. Die inneren Medien sind gedankliches Gut und bildhafte Vorstellungen, während mit den äusseren Medien eben solche Gedanken und Bilder ausgedrückt werden können. Dementsprechend sind beide Medien eng miteinander verknüpft. Der traditionelle Medienbegriff geht auf die Medientheorie zurück, wonach Medien zur Kommunikation von einem Sender zu einem oder mehreren Empfängern ausgerichtet sind. Digitale Medien sind demnach Informations- und Kommunikationstechnologien, die digital verarbeitet oder gespeichert werden und ebenfalls der Informations- und Kommunikationsverbreitung dienen (vgl. ebd. S. 13-15). Der Begriff der neuen Medien wird synonym für digitale Medien verwendet. Von „ICT“ spricht man häufig in pädagogischen Kreisen, wenn vom Einsatz digitaler Medien die Rede ist. „ICT“ ist englisch und steht für „information“, „competence“ und „technology“ also Information, Kompetenz und Technologie (vgl. Bostelmann & Fink, 2014, S. 6).

### 3.2.7 Tablets

Bostelmann und Fink (2014) bezeichnen ein Tablet als ein Werkzeug, das Kinder neugierig macht (vgl. S. 14).

Unter Tablets versteht man alle mobilen Geräte, die mit einem Betriebssystem ausgestattet sind, das für Smartphones entwickelt wurde (z.B. iOS, Android oder Windows 8). Weiterhin dient als Interface zur Benutzung der Software keine Maus, sondern ein Touchscreen, der mit Gestenkommunikation bedient wird. Zudem sind auch das Betriebssystem bzw. die Software und die Dateien für den Nutzer nicht sichtbar, sondern werden durch sog. Apps (Application = Anwendungen) gesteuert. Nicht zuletzt haben diese Geräte eine lange Akkulaufzeit und sind relativ leicht. Gegenüber den Smartphones bieten Tablets einen grösseren Bildschirm und damit auch einen besseren Umgang mit den Anwendungen. (Aufenanger & Schlieszeit, 2013, S.7)

Tablets sind mobile Geräte mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, die gegenüber den traditionellen Desktop-Computern und Laptops einige ansprechende Unterschiede aufweisen und sie damit für das Arbeiten besonders interessant erscheinen lassen. Tablets sind leicht und können unabhängig von einem Ort genutzt werden, so dass ein mobiles Lernen ermöglicht wird. Sie sind schnell einsatzbereit und die Laufzeit des Akkus beläuft sich auf bis zu zehn Stunden (vgl. Thissen, 2015, S. 16). Scheiter (2015) hebt hervor, dass die Bedienung über eine Berührung des Bildschirms erfolgt und das System dabei mehrere Finger erkennt und interpretiert, was die Nutzung gerade für kleine Kinder oder ältere Menschen intuitiv zugänglich macht. Mit den bordeigenen Mitteln bietet dieses Gerät verschiedene Funktionalitäten wie z.B. Nutzung und Erstellung unterschiedlichster Medien wie Ton, Bild, Text oder bewegtes Bild. Die grosse Stärke dieses Werkzeugs liegt in der enormen Vielfältigkeit (vgl. S. 56). Weiter bieten nach Thissen (2015) Tablets für den Einsatz im Unterricht folgende Möglichkeiten: Informieren, recherchieren, explorieren, trainieren, organisieren, kommunizieren, kollaborieren, präsentieren, reflektieren, kreativ sein, produzieren und dokumentieren (vgl. S. 17-20). Zudem sind Tablets weniger anfällig für Software-Probleme als Notebooks oder stationäre Computer (vgl. Scheiter, 2015, S. 56).

Das iPad von Apple wurde im Jahr 2010 auf den Markt gebracht und hat sich seitdem weltweit stark verbreitet. In Deutschland wurden bereits zwei Jahre nach dessen Einführung mehr Tablets als stationäre Computer verkauft und nochmals zwei Jahre später lassen Tablets auch Notebooks hinter sich. Inzwischen befinden sich auch Tablets von anderen Herstellern auf dem Markt. Informationen vom Konzern Apple zufolge wurden zwischen 2010 und 2015 weltweit über 308 Millionen iPads verkauft. Nicht bekannt ist, wie viele davon ihren Weg in die Schule gefunden haben. Trotz schrumpfenden Verkaufszahlen ist die Marktmacht des Unternehmens so gross, dass der Begriff iPad vielfach als Synonym für das Lernen und Lehren mit Tablets steht (vgl. Wellinger, 2017, S.17).

### 3.2.8 App

Das Wort „App“ leitet sich aus dem englischen Wort „Application“ ab und bedeutet „Anwendung“. „Eine App ist also ein Programm, das wir anwenden, um damit etwas Bestimmtes zu tun, zu rechnen, anzurufen, zu spielen, zu schreiben, Nachrichten zu versenden“ (Schilling, 2016, S. 7). Durch das Herunterladen von Apps können Programme wie z.B. Textverarbeitungsprogramme oder Internet-Browser, die man auch von anderen Computern her kennt oder Apps mit spezifischen Funktionen wie z.B. komponieren von Musik oder zum Lesen von eBooks installiert werden (vgl. Scheiter, 2015, S. 53). Durch das Hinzufügen von Apps lassen sich Tablets beliebig anpassen, so dass die Geräte noch vielseitigere Funktionen bieten und sich somit individualisierte Lernumgebungen erstellen lassen (vgl. Thissen, 2015, S. 17).

Eine App kann in einem oder mehreren App Stores verkauft werden. Diese sind in verschiedene Kategorien aufgeteilt und decken alle Bedürfnisse des Nutzers ab. Im Google Play Store gibt es zehn verschiedene Kategorien während es im App Store von Apple deren zwanzig sind (vgl. Semler, 2016, S. 54f.).

### 3.2.9 Betriebssysteme

Jedes Betriebssystem hat unterschiedliche Prinzipien und Merkmale. Google Android ist das verbreitetste Betriebssystem, gefolgt von Apples iOS und Microsofts Windows Phone, das jedoch weit abgeschlagen ist. Android ist ein Betriebssystem für Smartphones, Mobiltelefone, Netbooks und Tablets. Mittels Navigations-tasten oder durch Touchscreen werden Smartphones und Tablets bedient. Es wird zwischen Software- und Hardware-tasten unterschieden, welche mit unterschiedlichen Funktionen belegt sein können. Der Homescreen dient zum Starten von Applikationen, er wird auch Launcher genannt. Alle Applikationen sind im sogenannten App-Drawer zu finden und müssen deshalb nicht zwingend auf einem der Startbildschirme zu finden sein. Dieser kann sich je nach Android-Version an unterschiedlichen Stellen befinden. Im unteren Teil des Homescreens, dem sogenannten Dock, sind die vom Nutzer favorisierten Applikationen zu finden, die auf allen Seiten verfügbar sind. Am oberen Rand befindet sich die Suchleiste und darüber die Statusleiste, auf der unterschiedliche Zustände des Geräts dargestellt werden. Da mehrere Android-Versionen auf dem Markt existieren, erschwert dies die Entwicklung von Applikationen, die auf allen Versionen lauffähig sind.

iOS ist ein von Apple entwickeltes Betriebssystem für iPhone, iPad-Mini und Apple-TV-Produktreihen, das nur auf den Geräten von Apple lauffähig ist. Bedient werden iOS-Geräte wie beispielsweise das iPad über den Home-Button und den Multitouchscreen. Auf dem Hauptbildschirm werden alle Applikationen oberhalb des Docks angezeigt und können über Seiten verteilt in Ordnern abgelegt werden. Die Applikationen werden durch Berührung des App-Icons auf dem Hauptbildschirm gestartet. Dieses Bedienkonzept von iOS ist sehr einfach (vgl. Semler, 2016, S. 29-32). Apps werden in verschiedene Kategorien eingeteilt. Schilling unterscheidet zwischen Unterhaltung, Social, Tools und Produktivität, Bildung, Inhalte und Neuigkeiten sowie Kreativität (vgl. Schilling, 2016, S. 18f.).

### 3.2.10 Usability

Als Usability wird der Aufwand bezeichnet, der vom Nutzer benötigt wird, um das Produkt effektiv zu nutzen. Dabei spielen die Kriterien Effizienz und Effektivität eine wichtige Rolle. Usability stammt aus dem Englischen und setzt sich aus den Wörtern *to use* (benutzen) und *ability* (Möglichkeit) zusammen. Im Deutschen Sprachraum wird oft von der Gebrauchstauglichkeit gesprochen. Ein treffenderer Begriff in Bezug auf Apps ist jedoch Benutzerfreundlichkeit. Je intuitiver und einfacher ein Nutzer ein technisches Produkt, z.B. eine App, nutzen kann, desto benutzerfreundlicher ist es.

Usability ist seit den Anfängen der Computertechnologie ein Thema, für die breite Masse wurde der Begriff allerdings erst 1980 mit dem Einzug der ersten Personal Computer und der Softwareentwicklung bekannt. Inzwischen steht der Begriff Usability massgebend für die funktionierende Beziehung zwischen Nutzer und Computer. Gerade bei Smartphones und Tablets ist eine unkomplizierte und benutzerfreundliche Nutzung wesentlich und Usability ist ein entscheidendes Merkmal einer guten App. Eine hohe Usability bedeutet, dass eine App einfach zu bedienen ist und von Anwendern gerne eingesetzt wird (vgl. Semler, 2016, S. 125f.).

### 3.2.11 Computergestütztes Lernen

Unter computergestütztem Lernen oder multimedialem Lernen wird der beabsichtigte oder unbeabsichtigte Erwerbsprozess von Fähigkeiten und Fertigkeiten genannt, bei dem digitale Lernmittel beteiligt sind. Der

Begriff e-learning (englisch: electronic learning, also elektronisch unterstütztes Lernen) steht vorwiegend für netzbasiertes Lernen über das Internet (vgl. Urff, 2013, S. 103f.).

Computergestütztes Lernen findet mit speziell entwickelter Lernsoftware statt. Issing und Klimsa (2002) verstehen darunter:

„Software, die speziell für Lehr- und Lernzwecke konzipiert und programmiert wurde. Die didaktische Komponente liegt vor allem im Produkt d.h., in der Software selbst und zeigt sich im Programmdesign, in Gestaltung und Gliederung der Benutzeroberfläche, den vorgesehenen Feedback-Mechanismen und Interaktionsmöglichkeiten der BenutzerInnen“. (S. 558)

Nach Urff (2013) gibt es drei verschiedene Lernmodelle, die dementsprechend drei verschiedenen lerntheoretischen Positionen zugeteilt werden können: Behavioristische Ansätze, kognitionspsychologische Ansätze und konstruktivistische Ansätze. Beim behavioristischen Ansatz lässt sich das Lernen durch äussere Hinweisreize und Verstärkungen steuern und formen. Die Grundlage des Lernens sind Reiz-Reaktionsmuster. Ein Bild, eine Frage oder eine Aufgabenstellung könnte so ein Reiz sein. Das Kind soll darauf eine bestimmte Reaktion (behavior) zeigen. Korrektes Verhalten (z.B. die richtige Antwort auf die Frage) wird positiv bestärkt, indem es belohnt wird (z.B. Lob, Anerkennung). Behavioristische Lernmodelle sind häufig einfache Trainingsprogramme, die auch als Drill-and-Practice-Programme bezeichnet werden. Lernen passiert nach dem Reiz-Reaktionsmuster, das nach dem Schema „Übungsaufgabe-Eingabe einer Antwort-Rückmeldung“ abläuft. Die meisten auf dem Markt erhältlichen Programme lassen sich diesem Lernmodell zuordnen. Das ist sicher auch darauf zurückzuführen, dass solche Lernprogramme leichter zu programmieren sind. Laut Urff enthalten gemäss Weidenmann solche Programme mehrere oder alle der nachfolgenden Merkmale:

- Das Programm besitzt einen Aufgabenpool oder erzeugt Aufgaben selbst.
- Im Zufallsverfahren werden die Aufgaben ausgewählt und präsentiert.
- Der Lernende erhält ein sofortiges Feedback (z.B. Signalton, Richtig/Falsch) und Belohnung (z.B. Punkte) für seine Aufgabenlösung (vgl. S. 106f.).

Bei der kognitionspsychologischen Sichtweise bekommt der Lerner eine aktivere Rolle zugesprochen als bei den behavioristischen Lernmodellen. Das Lernen wird nicht nur durch äussere Reize gesteuert, sondern es muss die aktive Verarbeitung dieser Reize beachtet werden. Es wird unterschieden, ob durch das Lernmaterial eine Struktur des Wissens aufgebaut werden (z.B. eine bestimmte Vorgehensweise / Strategie) oder der Fokus auf der allgemeinen Problemlösefähigkeit liegen soll. Bei Letzterer geht es darum, den Lerner bei der entdeckenden Auseinandersetzung mit dem Lernmaterial zu unterstützen und ihm entsprechende Lernhilfen und Rückmeldungen zu geben. Oft bieten solche Systeme vor dem Üben die Möglichkeit, den Inhalt zu lernen, damit wird der starre Ablauf von Drill-and-Practice-Programmen durchbrochen und eine bessere Adaptierung an kognitive Prozesse erreicht wird. Dazu kommt die künstliche Intelligenz der Software, die Begriffe einführt, Antworten auswertet, Beispiele zeigt und passende Rückmeldungen generiert sowie den Instruktionsumfang, die Aufgabenschwierigkeit oder Hilfen an den Nutzer laufend anpasst. Im Idealfall bemerkt der Lerner solche Anpassungen gar nicht. Bei den konstruktivistischen Lernprogrammen besteht der Kerngedanke im individuellen, aktiven und selbstgesteuerten Wissensaufbau, der an soziale und situative Gegebenheiten gekoppelt ist. Laut Urff wird gemäss Mendl, Gruber und Renkel durch die Anbindung von Lernen und Situation dieses Lernen auch als situatives Lernen bezeichnet. Technologiegestützte Lernmedien sind nicht vorwiegend da, um Wissen und Kompetenzen aufzubauen, sondern dienen als anregende Lernumge-

bung. Der Nutzer bekommt genügend Spielraum für eigene Handlungen, um Lösungswege zu entwickeln. Simulationen und Mikrowelten werden diesen Ansprüchen gerecht (vgl. ebd., S. 109-112).

### 3.2.12 Gestaltung von Rückmeldungen

Es konnte nachgewiesen werden, dass sich Rückmeldungen im computergestützten Lernen positiv auf die Lernmotivation und Lernleistung auswirken. Es wurde allerdings nicht untersucht, welche Art dieser Rückmeldungen im Einzelfall lernförderlich war. Es gibt verschiedene Formen von Rückmeldungen. Urff (2013) bezieht sich auf acht Feedback-Kategorien, die von Mason und Bruning (2000) in empirischen Studien untersucht wurden:

- Kein Feedback
- Verifizierende Rückmeldungen (knowledge-of-response): Diese Form von Rückmeldung gibt Auskunft, ob die Aufgabe richtig oder falsch gelöst ist.
- Verifizierende Rückmeldungen bis zur korrekten Eingabe (Answer-until-correct): Die Aufgabe wird so lange wiederholt, bis die Eingabe richtig war.
- Rückmeldung durch Angabe der korrekten Lösung (knowledge-of-correct-response): Zur verifizierenden Rückmeldung wird zusätzlich die richtige Lösung angezeigt.
- Inhaltsbezogene Rückmeldungen (topic-contingent): Neben einer verifizierenden Rückmeldung soll der Lerner mittels zusätzlichen Informationen selber auf die richtige Lösung kommen.
- Aufgabenbezogene Rückmeldung (response-contingent): Neben der verifizierenden Rückmeldung wird zusätzlich eine aufgabenspezifische Rückmeldung gegeben. Es wird angegeben, warum eine Lösung korrekt oder eben nicht korrekt ist.
- Fehlerbezogene Rückmeldung (bug-related): Zusätzlich zur Verifikation wird auf spezielle Fehler eingegangen. Es werden Hilfen angeboten, um eigene Fehler zu identifizieren. So wird eine Selbstkorrektur unterstützt.
- Eigenschaftsbezogene Rückmeldung (attribute-isolation): Zusätzlich zur verifizierenden Rückmeldung werden wichtige Eigenschaften des Lernobjekts angezeigt. Diese Form der Rückmeldung ist eine Spezialform der inhaltsbezogenen, aufgabenbezogenen und fehlerbezogenen Rückmeldung. Die Rückmeldung wird direkt an den Lernobjekten durch hervorgehobene Eigenschaften der betreffenden Objekte erkennbar (vgl. S. 152-154).

Gemäss Urff (2013) konnte in einer Studie von Pridemor und Klein (1991) nachgewiesen werden, dass kein Feedback gegenüber verifizierendem Feedback keinen Unterschied ausmachte, allerdings konnte durch Angabe der korrekten Lösung oder durch aufgabenspezifisches Feedback sowie durch Verbindung beider Formen das Verständnis für das Lernmaterial verbessert werden (vgl. ebd.).

### 3.2.13 Zusammenfassung und bereits gewonnene Erkenntnisse

Der Begriff Medienpädagogik drückt einerseits die Zugehörigkeit zur Pädagogik und andererseits zu den Erziehungswissenschaften aus. Er beinhaltet Theorien und Studien über die Rolle der Medien in Erziehung, Bildung und Sozialisation, aber auch die Förderung von Medienkompetenz. Medienbildung wird häufig synonym verwendet. Mediendidaktik und Medienerziehung sind Teilbereiche der Medienpädagogik (s. Kap. 3.2.1). Medienerziehung resp. Medienbildung bei Erwachsenen als Zielgruppe verfolgt das Ziel, einen verantwortlichen Umgang mit Medien im Zusammenhang mit der Mediennutzung und Mediengestaltung zu

entwickeln. Die dafür notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten werden unter dem Begriff Medienkompetenz zusammengefasst (s. Kap. 3.2.2). Darunter wird je nach Autor oder Autorin etwas anderes verstanden. Die klassische Definition nach Baacke umfasst Fähigkeiten zu Medienkritik, Medienkunde, Mediennutzung und Mediengestaltung. Die verschiedenen Definitionen beziehen sich jedoch auf das gleiche Ziel, nämlich digitale Medien nicht nur bedienen, sondern diese auch verantwortungsvoll und kritisch nutzen zu können (s. Kap. 3.2.3). In der Mediendidaktik geht es einerseits um die Theorie und Praxis des Lehrens und Lernens sowie andererseits um die Förderung von Medienkompetenz. Mediendidaktik befasst sich mit der Gestaltung und Konzeption von Medien für Lernprozesse und mit dem sinnvollen Einsatz im Bildungsbereich (s. Kap. 3.2.4). In der heutigen Zeit aufzuwachsen bedeutet aufwachsen in einer digitalisierten Welt, in der digitale Technologien Kommunikation und Information bestimmen. Sie sind in fast allen gesellschaftlichen Bereichen zu finden und sind somit ein wesentlicher Bestandteil des heutigen Lebens. Kinder sind von klein auf von Medien umgeben und wachsen mit ihnen auf. Der Begriff Medienaneignung bedeutet die Erfassung von Nutzungsstrukturen und auch das Auseinandersetzen mit den Medien und deren Inhalten. Faktoren wie z.B. der Entwicklungsstand des Kindes, das soziale Umfeld und das Bildungsniveau der Eltern spielen eine Rolle. Auf dem Weg ins Medienleben durchlaufen Kinder vier Stationen: Medien registrieren, Medien entdecken, Medien in den Alltag integrieren und sich mit Medien artikulieren (s. Kap. 3.2.5).

Der Begriff „digitale Medien“ beinhaltet ganz Unterschiedliches. So gehören technische Hardwaregeräte wie z.B. Computer, Notebooks, Beamer oder Mobiltelefone ebenso dazu wie Software wie z.B. Computergames oder Office-Software. Auch bestimmte Medienformate wie z.B. Online-Zeitungen oder Online-Videos sowie deren Grundbausteine wie z.B. Text, Bild, Audio oder Video können damit gemeint sein. Diese Vielfalt ist auf das Tempo der Medienentwicklung und die vielen wissenschaftlichen Disziplinen, die sich mit den Medien beschäftigen, zurückzuführen. Der Begriff der neuen Medien wird synonym für digitale Medien verwendet. In der Pädagogik wird oft von „ICT“ also Information, Kompetenz und Technologie gesprochen (s. Kap. 3.2.6). Zu den digitalen Medien gehören ebenfalls Tablets. Darunter werden alle mobilen Geräte verstanden, die mit einem Betriebssystem ausgestattet sind, das für Smartphones entwickelt wurde (z.B. iOS, Android oder Windows 8). Bedient werden Tablets über einen Touchscreen, der im Vergleich mit jenen von Smartphones grösser ist. Tablets sind handlich und mobil und die Laufzeit des Akkus beträgt bis zu zehn Stunden. Tablets können im Unterricht vielfältig genutzt werden. Ein weltweit verbreitetes Tablet wurde 2010 von der Marke Apple auf den Markt gebracht: Das iPad. Die Marktmacht des Unternehmens ist so gross, dass der Begriff iPad vielfach als Synonym für das Lehren und Lernen mit Tablets steht. Das Betriebssystem bzw. die Software und Dateien sind für den Nutzer nicht sichtbar, sondern werden durch sogenannte Apps gesteuert (s. Kap. 3.2.7). Das Wort „App“ leitet sich aus dem englischen Wort „Application“ ab und bedeutet „Anwendung“. Heutzutage sind eine Vielzahl an Apps in den sogenannten App Stores erhältlich. Durch das Herunterladen von Apps mit spezifischen Funktionen wird das Tablet zu einem Endgerät mit individualisierten Lernumgebungen (s. Kap. 3.2.8). Damit ein Tablet überhaupt funktioniert, wurden dafür eigene Betriebssysteme entwickelt. Es wird zwischen den zwei Betriebssystemen Google Android und Apples iOS unterschieden, die jeweils spezifisch für die Endgeräte konzipiert wurden. Google Android ist das verbreitetste Betriebssystem. Android ist ein Betriebssystem für Smartphones, Mobiltelefone, Netbooks und Tablets, während iOS ein von Apple entwickeltes Betriebssystem für iPhone, iPad und Apple-TV-Produktreihen ist, das nur auf den Geräten von Apple läuft (s. Kap. 3.2.9). Usability stammt aus dem Englischen und setzt sich aus den Wörtern *to use* (benutzen) und *ability* (Möglichkeit) zusammen und bezeichnet den Aufwand, der vom Nutzer benötigt wird, um das Produkt effektiv zu nutzen. Im deutschen Sprachraum wird oft der Begriff Benutzerfreundlich-

keit verwendet. Eine App ist um so benutzerfreundlicher, je intuitiver und einfacher ein Nutzer ein technisches Produkt, z.B. eine App, nutzen kann (s. Kap. 3.2.10).

Als computergestütztes Lernen oder multimediales Lernen wird das Lernen mit digitalen Lernmitteln bezeichnet, das mit speziell entwickelter Lernsoftware stattfindet. Dabei zeigt sich die didaktische Komponente im Programmdesign, in Gestaltung und Gliederung der Benutzeroberfläche sowie den vorgesehenen Feedback-Mechanismen und Interaktionsmöglichkeiten der Nutzer. Bei Softwareprogrammen gibt es drei verschiedene Lernmodelle, die dementsprechend drei verschiedenen lerntheoretischen Positionen zugeteilt werden können: Behavioristische Ansätze, kognitionspsychologische Ansätze und konstruktivistische Ansätze (s. Kap. 3.2.11). Rückmeldungen, bei denen die korrekte Lösung angezeigt wird oder auf die Aufgabe spezifisches Feedback gegeben wird, wirken sich nachweislich positiv auf die Lernleistung und Lernmotivation aus (s. Kap. 3.2.12).

Nach der Aufarbeitung der Theorie in Bezug auf digitale Medien hat sich die Autorin einen guten Überblick über die zentralen Begriffe verschaffen können. Der in Fachkreisen geäußerte Wunsch nach geeigneten Apps für den Unterricht bestätigte die Autorin in ihrem Vorhaben, ein theoriegestütztes Produkt zu konzipieren. Da mit der Mathematik App Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert werden soll, erachtet die Autorin ein Drill-and-Practice-Programm als geeignet. Als wichtigen Aspekt betrachtet die Autorin das unmittelbare Feedback, das ein Kind auf eine Aufgabe bekommt (s. Kap. 2.8). Nach Urff soll dieses das Verständnis für das Lernmaterial verbessern, wenn die korrekte Lösung angezeigt wird oder die Rückmeldung aufgabenspezifisch ist oder beides. Wie die Autorin bereits geschrieben hat, soll die App auf iPads funktionieren (s. Kap. 2.5) und keine In-App-Käufe und Werbung enthalten (s. Kap. 2.2).

## 4. Forschungsmethodisches Vorgehen

In diesem Kapitel wird das forschungsmethodische Vorgehen für die theoriegestützte Produktentwicklung der Mathematik App und deren Evaluation bezüglich der Usability im Kindergarten beschrieben. Das Vorgehen gliedert sich in zwei Teile. Zum einen wird ein theoriegestütztes Produkt entwickelt und zum anderen wird genanntes Produkt in der Praxis getestet und evaluiert. Die beiden Teile unterscheiden sich aufgrund ihrer Forschungsmethoden, die jeweils kurz theoretisch erläutert werden. Bevor der Forschungsablauf beschrieben wird, befasst sich das folgende Unterkapitel mit qualitativem Denken und den Gütekriterien qualitativer und quantitativer Forschung.

### 4.1 Qualitatives Denken und Gütekriterien

Als Basis dieser theoriegestützten Entwicklungsarbeit dienen fünf der dreizehn Säulen qualitativen Denkens nach Mayring (2016): Offenheit, Methodenkontrolle, Introspektion, Forscher-Gegenstands-Interaktion und Problemorientierung. Alle Standards der dreizehn Säulen qualitativen Denkens sind im Anhang D aufgelistet und beschrieben. Auf die fünf relevanten Säulen wird nachfolgend kurz eingegangen.

Offenheit bedeutet, dass der Prozess gegenüber dem Forschungsgegenstand offen gehalten werden muss. Zusätzlich soll er transparent sein und die einzelnen Verfahrensschritte sind zu dokumentieren (Methodenkontrolle). Introspektion wird benötigt, um neue Erkenntnisse zu interpretieren und in das Produkt zu implementieren. Forscher und Forschungsgegenstand verändern sich im Laufe des Forschungsprozesses, was als Interaktion bezeichnet wird. Da es der Autorin ein Anliegen ist, ein praxistaugliches Produkt zu entwickeln, soll dort die praktische Problemstellung des Forschungsbereichs ansetzen (vgl. S. 24-39). Obwohl die vorliegende Arbeit keine empirische ist, sollen die dafür verwendeten qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden wissenschaftlichen Anforderungen genügen. Dafür müssen die Gütekriterien den Methoden angemessen sein (vgl. ebd. S. 142).

Zur Überprüfung der Ergebnisse der im ersten Forschungsteil (s. Kap. 4.2) angewendeten qualitativen Inhaltsanalyse stützt sich die Autorin auf die sechs allgemeinen Gütekriterien qualitativer Forschung (vgl. ebd., S. 144-148):

- **Verfahrensdokumentation:** In qualitativ orientierter Forschung ist das Vorgehen spezifisch auf den Forschungsgegenstand bezogen. Deshalb muss der Forschungsprozess genau dokumentiert werden, so dass er für andere nachvollziehbar ist.
- **Argumentative Interpretationsabsicherung:** Interpretationen spielen beim qualitativen Vorgehen eine entscheidende Rolle. Interpretationen lassen sich jedoch nicht beweisen. Damit eine Qualitätseinschätzung diesbezüglich vorgenommen werden kann, dürfen diese nicht einfach gesetzt, sondern müssen argumentativ begründet werden.
- **Regelgeleitetheit:** Qualitative Forschung muss sich, trotz seiner Offenheit dem Forschungsgegenstand gegenüber, an bestimmte Verfahrensregeln halten und das Material systematisch bearbeiten.
- **Nähe zum Gegenstand:** In der qualitativen Forschung wird der Nähe zum Gegenstand grosser Wert beigemessen. Dies wird vor allem durch die Anknüpfung der beforschten Subjekte an die Alltagswelt erreicht. Versuchspersonen werden nicht ins Labor geholt, sondern die Forschung wird in ihrer natürlichen Lebenswelt erhoben.



- **Kommunikative Validierung:** Die forschende Person zeigt den Beforschten die Ergebnisse und kann somit deren Gültigkeit überprüfen. Dies, weil das Wiederfinden der Beforschten in den Ergebnissen ein wichtiges Argument in der Absicherung derselben ist.
- **Triangulation:** Die Qualität der Forschung kann durch die Verbindung mehrerer Analysegänge erhöht werden. Dazu können unterschiedliche Datenquellen, verschiedene Interpreten, Theorienansätze oder Methoden herangezogen werden. Bei einer Triangulation wird versucht, unterschiedliche Lösungswege zu finden und Ergebnisse zu vergleichen. Mit dem Vergleich der Ergebnisse aus den unterschiedlichsten Perspektiven können die Stärken und Schwächen der jeweiligen Analysewege aufgezeigt werden.

Vier dieser Gütekriterien (Verfahrensdokumentation, Regelgeleitetheit, Nähe zum Gegenstand und Triangulation) können nach der Durchführung zur Überprüfung der Ergebnisse herangezogen werden.

Der Fragebogen als Forschungsinstrument im zweiten Teil der Arbeit (s. Kap. 4.2) enthält hauptsächlich geschlossene Fragen, die quantitativ ausgewertet werden. Lediglich die letzte Frage ist eine offene Frage, die qualitativ ausgewertet wird. Die Methode muss zuverlässig und unabhängig von den beteiligten Personen das messen, was sie messen soll. Letzterer Satz beinhaltet drei Gütekriterien quantitativer Untersuchungen:

1. Gültigkeit oder Validität: Die Methode misst nur das, was tatsächlich gemessen werden soll.
2. Verlässlichkeit oder Reliabilität: Was die Methode misst, sollte genau und zuverlässig gemessen werden.
3. Personenunabhängigkeit oder Objektivität: Die Methode sollte unabhängig von den beteiligten Personen messen (vgl. Hunziker, 2017a, S. 76f.).

Flick (2009) unterscheidet drei Formen der Objektivität: Durchführungsobjektivität bedeutet, dass Testergebnisse unabhängig vom Anwender des Tests sein sollten; dies wird vor allem durch die standardisierte Durchführung erreicht. Auswertungsobjektivität bezeichnet das unabhängige Auswerten und Klassifizieren der Antworten. Interpretationsobjektivität bedeutet, dass die Interpretation der Ergebnisse unabhängig von der auswertenden Person vorgenommen wird (vgl. S. 270).

Um die Gültigkeit der Ergebnisse des Fragebogens, insbesondere der offenen Fragestellung, zu überprüfen, wird die Auswertung den Befragten schriftlich vorgelegt, so dass die kommunikative Validierung gewährleistet ist (vgl. Mayring, 2016, S. 147). Nach Altrichter und Posch (2007) kann die Triangulation als eine Prüfmethode angesehen werden (vgl. S. 206). Diese ist ebenfalls bei der Überprüfung der Evaluation des Fragebogens relevant, da die Auswertung auf drei verschiedenen Ebenen geschieht (s. Kap. 4.4.6 und 4.4.7).

## 4.2 Forschungsablauf

Wie bereits erwähnt, gliedert sich der Forschungsablauf dieser Masterarbeit in zwei Teile. Die zwei Teile enthalten jeweils verschiedene Forschungsmethoden. Dementsprechend ergibt sich für jeden Teil ein eigenes Forschungsdesign. Die Inhalte beider Teile werden folgend überblicksartig erläutert. Das Forschungsdesign für den ersten Teil „Entwicklung der Mathematik App“ wird unter 4.3 grafisch dargestellt und die einzelnen Schritte anschliessend beschrieben. Das Forschungsdesign für den zweiten Teil „Evaluation der App“ wird unter 4.4 aufgezeigt und nach der grafischen Darstellung des Forschungsablaufs die aufeinanderfolgenden Schritte ausgeführt.

### Teil 1: Entwicklung der Mathematik App

Im ersten Teil werden anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse mathematische, didaktische und gestalterische Anforderungen an eine Mathematik App für den Kindergarten erarbeitet. Der Lehrplan 21 für den 1. Zyklus im Kompetenzbereich „Zahl und Variable“ beinhaltet den mathematischen Lernstoff vom Kindergarten bis zur 2. Klasse. Dieser ist somit zu umfassend für die vorliegende Masterarbeit, die sich mit vorschulischem Mengen- und Zahlenwissen beschäftigt. Deshalb sollen aus dem Lehrplan 21 die dafür relevanten Kompetenzstufen herausgefiltert werden. Mit diesen Erkenntnissen kann anschliessend die Mathematik App konzipiert werden. Darauf folgend wird die Hauptfragestellung mit ihren drei Unterfragen betreffend Inhalt, didaktische und gestalterische Anforderungen beantwortet.

### Teil 2: Evaluation der Mathematik App

Im zweiten Teil wird die theoriegestützte Mathematik App in der Praxis getestet und evaluiert. Hierzu erhalten ausgewählte SHPs einen von der Autorin erarbeiteten Fragebogen, um die App während einer Zeitdauer von vier Wochen mindestens sechs Mal im Unterricht zu testen und anschliessend zu evaluieren. Weiter wird ein Lernsoftwareexperte die App beurteilen und den gleichen Fragebogen ausfüllen. Damit für die Auswertung eine Triangulation erfolgen kann, wird die Autorin die App in der Praxis testen und evaluieren. Abschliessend kann die Forschungsfrage mit entsprechenden Unterfragen beantwortet werden.

#### 4.3. Forschungsdesign Teil 1: Entwicklung der Mathematik App

Die folgende Abbildung zeigt den Ablauf des ersten Forschungsdesigns (s. Kap. 4.2). Die erarbeiteten mathematischen, didaktischen und gestalterischen Anforderungen bilden die Grundlage für die Konzeption der App, welche anschliessend von einer Firma programmiert wird.

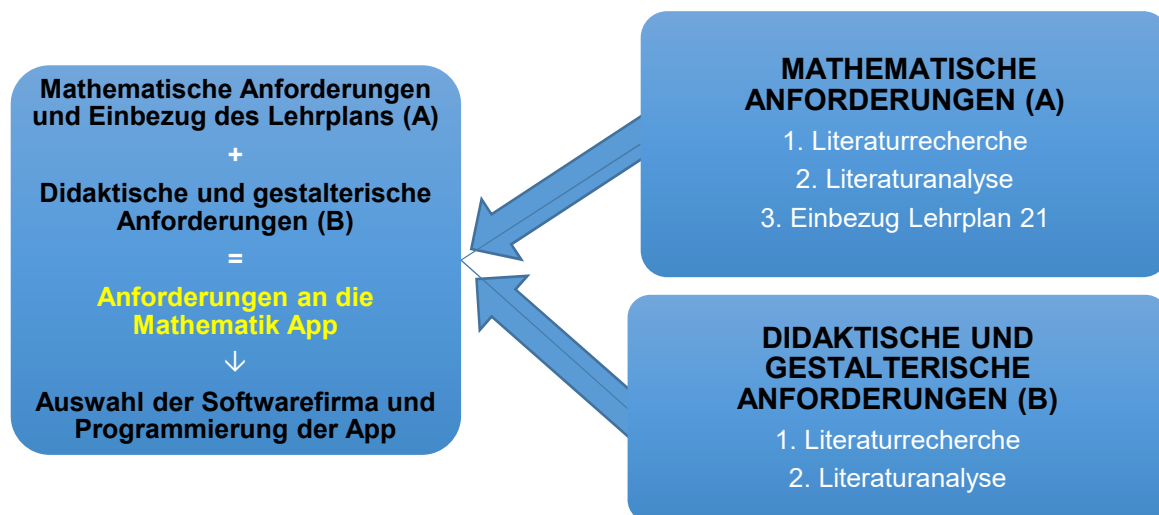


Abb. 4: Eigene Darstellung des Forschungsablaufs Teil 1 (Gredig, 2017)

##### 4.3.1 Literaturrecherche

Für die vorliegende theoriegestützte Entwicklungsarbeit ist die Literaturrecherche ein wesentlicher Bestandteil.

„Eine gewissenhafte Sichtung der recherchierten Literatur ist für wissenschaftliche Arbeiten unverzichtbar“ (Voss, 2017, S. 93). Bei der Quellenbewertung von Büchern, Fachzeitschriften oder Internetquellen, die zur Entwicklung des Produkts oder zur Beantwortung der Fragestellung als relevant erschienen, orientierte sich die Autorin an der von Voss illustrierten Bewertungscheckliste. „Je mehr der Checkkriterien angekreuzt werden können, desto höher treffender ist die Quelle - vor allem auch in wissenschaftlicher Hinsicht“ (ebd.).

Tabelle 1: Checkliste für die Auswahl wissenschaftlicher Quellen, Voss, 2017

Ja	Fragen
✓	Hat der Titel bzw. der Untertitel der Quelle etwas mit ihrem zu bearbeitenden Thema gemein?
✓	Befinden sich im Titel, Untertitel oder Inhaltsverzeichnis wissenschaftliche Schlüsselwörter (z.B. Theorie, Methode, Studie, Untersuchung)?
✓	Lässt sich im Vorwort, Abstract oder der Einleitung ein direkter Bezug zur anvisierten wissenschaftlichen Arbeit ziehen?
✓	Ist der Autor oder Herausgeber wissenschaftlich sachverständig (akademischer Titel, Mitarbeit an einer wissenschaftlichen Institution)?
✓	Wird der Autor in verschiedenen Werken zum Thema öfters zitiert?
✓	Handelt es sich um eine Doktorarbeit, ein ausgewiesenes wissenschaftliches Fachbuch, einen Aufsatz in einem wissenschaftlichen Buch oder einer Fachzeitschrift?
✓	Ist das Buch oder das Sammelwerk in einem wissenschaftlichen Verlag erschienen?
✓	Erfolgt eine Bezugnahme auf Forschung bzw. Forschungsergebnisse?
✓	Ist die Quelle aktuell? Liegt die letzte Auflage vor?
✓	Erfolgen Zitate, sind Abbildungen und Tabellen nachgewiesen?
✓	Ist ein umfangreiches Literaturverzeichnis dokumentiert?

Die folgenden Schlagwörter waren beim Suchen von deutschsprachigen Texten für den Bereich A hilfreich:

- Mathematik im Kindergarten
- Mathematik in der Vorschule
- frühe mathematische Bildung
- Vorläuferfertigkeiten
- Basisfertigkeiten Mathematik
- mathematische Kompetenzen
- Mathematische Bildung für 4 bis 7-jährige Kinder
- Prädiktoren für mathematischen Schulerfolg
- Entwicklung des Zahlbegriffs und der Zählkompetenz
- Lehrplan des Kanton Zürichs im Bereich Mathematik

Folgende Schlagwörter waren bei der Auswahl für den Bereich B zielführend. Dabei beschränkte sich die Autorin auf deutschsprachige Texte, suchte jedoch auch im Internet nach App Kriterienlisten:

- Appdesign
- Gestaltung einer App
- Benutzerfreundlichkeit
- Usability
- Kriterien einer guten Kinder App
- App Kriterienliste
- Didaktische Aspekte einer Mathematik App
- Mathematik App für Kindergarten
- Mathematik App für Vorschule

#### 4.3.2 Literaturanalyse

Die Autorin orientierte sich bei der Literaturanalyse an der zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Qualitativ deshalb, weil bei der Auswertung keine Zahlbegriffe für mathematische Operationen, sondern sprachliche Textstellen verwendet wurden (vgl. Mayring, 2015, S. 17). Gemäss Mayring ist die Inhaltsanalyse eine Auswertungsmethode, bei welcher nicht erst Material durch eine Datenerhebung ge-

schaffen werden muss, sondern es wird bereits fertiges sprachliches Material weiterverarbeitet (vgl. ebd., S. 54). Mayring unterscheidet drei Grundformen qualitativer Inhaltsanalyse: Zusammenfassung, Explikation und Strukturierung. Um die erste Hauptfragestellung zu beantworten, entschied sich die Autorin für die zusammenfassende Inhaltsanalyse, die als Ziel das Reduzieren des Materials auf das Wesentlichste hat (vgl. Mayring, 2016, S. 115). Um eine Inhaltsanalyse vorzunehmen, ist ein systematisches und regelgeleitetes Vorgehen wichtig, damit ein zweiter Forscher die Analyse ebenfalls durchführen kann. Dazu wird vorab ein Ablaufmodell mit den aufeinanderfolgenden Analyseschritten festgelegt. Die Inhaltsanalyse ist jedoch kein Standardinstrument, sondern muss an den konkreten Gegenstand angepasst und auf die jeweilige Fragestellung abgestimmt werden. Weiter sollen inhaltsanalytische Einheiten vorher bestimmt werden, damit das Material systematisch analysiert werden kann. Nach Mayring kann es bei der induktiven Kategorienbildung sinnvoll sein, die inhaltsanalytischen Einheiten offen zu halten. Das Kategoriensystem ist das zentrale Instrument einer Analyse, welches ebenfalls den Ablauf nachvollziehbar macht (vgl. Mayring, 2015, S. 50f.). Die nachfolgende Grafik zeigt das eigene Ablaufmodell der Autorin. Dieses wird anschliessend, angepasst an das konkrete Material, schrittweise für die Bereiche A (mathematische Anforderungen) und B (didaktische und gestalterische Anforderungen) erläutert.

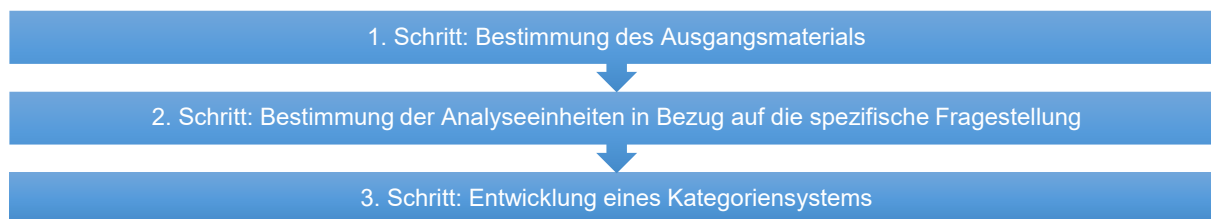


Abb. 5: Eigene Darstellung Ablaufmodell Inhaltsanalyse in Anlehnung an Mayring (Gredig, 2017)

### Konkretes Vorgehen:

#### 1. Schritt: Bestimmung des Ausgangsmaterials

Nach Mayring (2015) muss zuerst festgelegt werden, welches Material der Literaturanalyse zugrunde liegen soll (vgl. S. 54). Nach der Literaturrecherche (s. Kap. 4.2.1) entschied sich die Autorin betreffend den Bereich A (mathematische Anforderungen) für die Bücher gemäss Anhang E. Dies weil sie einerseits den entsprechenden Autorinnen und Autoren wiederholt begegnete und sie andererseits die meisten Bücher bereits für die Aufarbeitung der Theorie verwendet hatte.

Das Festlegen des Ausgangsmaterials für den Bereich B (didaktische und gestalterische Anforderungen) gestaltete sich schwieriger, weil die Autorin nicht viel Literatur dazu fand. Sie weitete deshalb ihre Suche auf das Internet aus und nahm einige Internetseiten als Quelle dazu. Schlussendlich dienten 15 Bücher oder Artikel und 9 Internetseiten als Material für die Analyse der Anforderungen im didaktischen und gestalterischen Bereich (s. Anhang F).

#### 2. Schritt: Bestimmung der Analyseeinheiten in Bezug auf die spezifische Fragestellung

Aufgrund des Entwicklungsziels dieser Masterarbeit lautet die spezifische Fragestellung (vgl. 2.7):

##### 1. Wie muss eine Mathematik App für Kindergartenkinder konzipiert sein?

1.1. Welche mathematischen Fähigkeiten sollen gemäss Fachliteratur und dem Lehrplan 21 gefördert werden?

1.2. Welche didaktischen Aspekte sollen berücksichtigt werden?

1.3. Welche gestalterischen Aspekte gilt es zu berücksichtigen?

Gemäss Mayring (2016) muss vor der Analyse ein Selektionskriterium definiert werden (vgl. S. 115f.). In vorliegender Masterarbeit legte die Autorin für den Bereich A mathematische Kompetenzen fest, über die ein Kindergartenkind vor dem Eintritt in die 1. Klasse verfügen sollte. Im Bereich B wurden „didaktische Aspekte“ und „gestalterische Aspekte“ als Selektionskriterien festgelegt.

### 3. Schritt: Entwicklung eines Kategoriensystems

Zur Entwicklung eines Kategoriensystems muss, wenn zum ersten Mal eine passende Textstelle zu einem Selektionskriterium gefunden wird, dafür eine Kategorie definiert werden. Dabei dient ein Begriff oder Satz, der möglichst nahe am Material formuliert ist, als Kategorienbezeichnung. Wird nun wieder eine passende Textstelle gefunden, wird sie ebenfalls dieser Kategorie zugeteilt. Erfüllt hingegen die neue Textstelle das Selektionskriterium, passt aber nicht zu den bereits induktiv gebildeten Kategorien, wird entsprechend eine neue Kategorie formuliert. Das so gesammelte Kategoriensystem wird nach einem Teil des Materialdurchgangs überarbeitet, d.h. es wird geprüft, ob das System logisch aufgebaut ist und es keine Überlappungen gibt (vgl. Mayring, 2016, S. 116f.).

Bezogen auf die vorliegende Masterarbeit schrieb die Autorin passende Textstellen für den Bereich A und B auf Post-its. Dabei übernahm sie die Begriffe aus den passenden Textstellen. Ähnliche oder identische Textstellen wurden nun der gleichen Kategorie zugeordnet. Erfüllte eine Textstelle zwar das Selektionskriterium, konnte aber nicht zu einer bestehenden Kategorie zugeordnet werden, wurde eine neue Kategorie eröffnet. Anschliessend wurde für jede Gruppe von Post-its ein passender Oberbegriff formuliert, der den Inhalt dieser Aussagen prägnant zum Ausdruck bringt. So wurden die Kategorien induktiv abgeleitet, ohne sich bereits auf bestehende Theorienkonzepte zu beziehen. Das so entstandene Kategoriensystem überprüfte die Autorin auf Überschneidungen und leitete abschliessend aus den einzelnen Kategorien Anforderungen an die Mathematik App ab. Passende Textstellen, die nur einmal erwähnt wurden, hat die Autorin im Bereich A als Kategorie gestrichen. Im Bereich B jedoch zählten auch Textstellen, die nur einmal gefunden wurden, da sonst die Ausbeute der Anforderungen zu knapp gewesen wäre. Das Kategoriensystem der mathematischen Anforderungen umfasst schlussendlich zehn, das der didaktischen Anforderungen sieben und das der gestalterischen Anforderungen acht Kategorien. Aus nachfolgender Tabelle ist ersichtlich, wie die Oberbegriffe der einzelnen Kategorien definiert wurden:

Tabelle 2: Übersicht der Oberbegriffe zu den einzelnen Kategorien

Mathematische Anforderungen	Didaktische Anforderungen	Gestalterische Anforderungen
zählen	Blick auf das Wesentliche	Farbgebung
erkennen/benennen	Feedback	Schriftgrösse
bestimmen/bilden	Verschiedene Levels	Bedienelemente
ordnen/einordnen	Verschiedene Aufgaben	Ohne Text
Zuordnen	Sinne	Programmaufbau
Erfassen	Einsatz im Unterricht	Altersgerecht
Vergleichen	Struktur	Intuitive Nutzung
Verknüpfen		Selbständig benutzbar
zerlegen/zusammensetzen		
Rechnen		

Die abgeleiteten Anforderungen werden als Ergebnisse im Kapitel 5 dargestellt. Die gesamte Auswertung der Analyse wird im Anhang G aufgezeigt.

#### 4.3.3 Zusammenführen der Bereiche A und B

Die mathematischen, didaktischen und gestalterischen Anforderungen, welche aus der Literatur abgeleitet wurden, werden nun als mögliche Anforderungskriterien im Kapitel 5 zusammengeführt. Damit der Bezug zum Lehrplan 21 hergestellt ist, sollen die für diese Masterarbeit relevanten Kompetenzstufen aus dem Kompetenzbereich „Zahl und Variable“ dargestellt werden (s. Anhang B). All dies fließt nun in die Konzeption ein.

#### 4.3.4 Auswahl der Softwarefirma und App-Programmierung

Der Autorin war schon von Anfang an klar, dass sie die Gestaltung und Programmierung der App in versierte Hände geben wollte. Sie machte sich nun daran, jemanden zu finden, der für dieses Vorhaben geeignet war. Zuerst hörte sie sich im Freundes- und Bekanntenkreis um, doch erfolglos. Dann schaltete sie auf dem Marktplatz der Eidgenössisch Technischen Hochschule ein entsprechendes Inserat. Leider blieb auch dieses unbeantwortet. Als nächstes kam die Autorin auf die Idee, das Offertenportal „Gryps“ einzuschalten, welches nach ihren Wünschen und Bedürfnissen drei Firmen in der Nähe von Zürich suchen sollte. Unter den Firmen, die sich für den Auftrag interessierten, war auch die Firma The Swiss Digital mit Sitz in Bern und Zürich. Maroje Ljusic, der Firmeninhaber, überzeugte die Autorin mit seiner Offerte, worauf sie ihm den Auftrag erteilte. In der Folge wurde die App gemäss den Vorgaben der Autorin programmiert, welche wiederum den erarbeiteten mathematischen, didaktischen und gestalterischen Anforderungen an eine Mathematik App für den Kindergarten entsprechen (s. Kap. 4.2). Die App wird im Kapitel 6 beschrieben.

#### 4.4 Forschungsdesign Teil 2: Evaluation der Mathematik App

Die nachfolgende Abbildung zeigt die einzelnen Schritte des zweiten Teils des Forschungsdesigns (s. Kap. 4.2), welche anschliessend beschrieben werden.

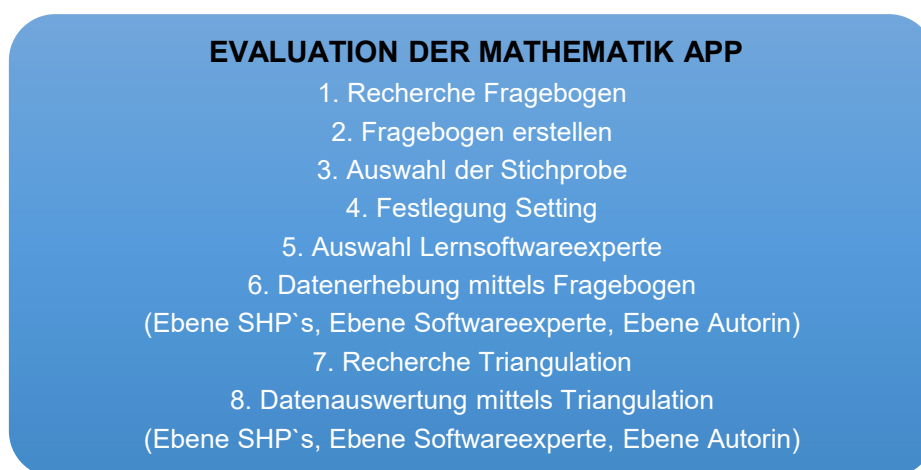


Abb. 6: Eigene Darstellung des Forschungsablaufs Teil 2 (Gredig, 2017)

##### 4.4.1 Der Fragebogen

Nach Altrichter und Posch (2007) ist die schriftliche Befragung eine Form von formalisiertem Interview. Der wesentlichste Unterschied zum Interview zeigt sich darin, dass der Fragende auf die Antworten der Befragten nicht sofort reagieren kann. Ein Nachfragen oder Präzisierungen der Fragen sind bei einem Fragebogen

nicht möglich. Daraus resultiert, dass die Brauchbarkeit eines Fragebogens entscheidend von der Qualität der Fragen abhängt. Im Vorfeld sollte darum möglichst genau überlegt werden, wozu die Antworten dienen, welche Antworten erwartet werden können und was mit ihnen angefangen werden soll. So kann der Fragebogen auch stärker strukturiert sein. Sind die Vorüberlegungen eher vage, sollte mit offenen Fragen gearbeitet werden. Die Auswertung wird dadurch aber schwieriger und zeitaufwändiger. Ebenfalls wird empfohlen, dass bereits bei der Erstellung des Fragebogens an die Auswertung gedacht wird. So wird verhindert, dass ein „Datenfriedhof“ entsteht und man nicht weiss, was mit den gesammelten Daten anzufangen ist (vgl. S. 167-169).

Nach Porst (2011) lautet die Definition eines Fragebogens wie folgt:

Ein Fragebogen ist eine mehr oder weniger standardisierte Zusammenstellung von Fragen, die Personen zur Beantwortung vorgelegt werden mit dem Ziel, deren Antworten zur Überprüfung der Fragen zugrundeliegenden theoretischen Konzepte und Zusammenhänge zu verwenden. Somit stellt ein Fragebogen das zentrale Verbindungsstück zwischen Theorie und Analyse dar. (S. 14)

Die Frageformulierungen, die Antwortkategorien und die Art der Fragen müssen geeignet sein. Die angezielten Informationen müssen zuverlässig und gültig zu erfassen sein (vgl. ebd., S. 15). Vorteile der Datenerhebung mittels Fragebogen sind die Einfachheit der Verteilung der Fragebogen, die Anzahl von Personen, die die Evaluation gleichzeitig ausführen können sowie die Offenheit gegenüber den Fragen, wenn die Ergebnisse anonymisiert präsentiert werden. Als Nachteil zeigt sich, dass bei Verständnisproblemen keine Fragen gestellt werden können. Bei der Fragestellung ist darauf zu achten, dass jede Frage nur eine Aussage enthält, da die Antworten so eindeutiger interpretierbar sind und die Fragen leicht verständlich formuliert sind. Zudem dürfen keine Suggestivfragen gestellt werden (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 170-175).

Hunziker (2017a) weist darauf hin, dass beim Erstellen eines Fragebogens folgende Punkte beachtet werden sollten:

- Erklären oder Weglassen von Fachausdrücken
- Wenn möglich, Kästchen zum Ankreuzen verwenden
- Ein Fragebogen sollte ein vertrauenerweckendes und motivierendes Begleitschreiben beinhalten
- Die Fragen so formulieren, dass man die Antwort (ein Kreuz) richtig interpretieren kann
- Keine Suggestivfragen stellen (vgl. S. 92)

Es wird zwischen geschlossenen und offenen Fragen differenziert. Geschlossenen Fragen enthalten eine begrenzte und definierte Anzahl möglicher Antwortkategorien. Der Vorteil von geschlossenen Fragen liegt in der einfacheren Datenauswertung. Es kann aber auch sein, dass die Testperson zu einer Frage keine Aussage macht, da sie die Antwort keiner Kategorie zuteilen kann. Hingegen drückt die Testperson bei offenen Fragen die Antwort in ihren eigenen Worten aus (vgl. Porst, 2011, S. 51f.).

#### **4.4.2 Entwicklung des Fragebogens**

Die Datenerhebung zum Produkt mittels Fragebogen hat das Ziel, das entwickelte Produkt zu evaluieren und Verbesserungen anzubringen, damit ein verkaufsfertiges Produkt entsteht. Nach Altrichter und Posch ist es hilfreich, sich von Beispielen inspirieren zu lassen, so dass man nicht immer einen Fragebogen selber kreieren muss. Wenn aber kein solches Instrument vorliegt, ist es besser, ein eigenes Instrument zu konstruieren, das auf die entsprechende Situation angepasst ist (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 169).

In der Meinungsforschung werden eher gerade Skalen ohne Mitte eingesetzt (vgl. Hunziker, 2017a, S. 93f.). Da die Autorin die Meinung der befragten SHPs interessiert, hat sie sich für eine Skala von einer geraden Anzahl Skalenpunkten, insgesamt vier, entschieden. Nach einer Begründung wird gefragt, wenn C oder D gewählt wurde.

Die einzelnen Fragen oder Aussagen eines Fragebogens werden Items genannt (vgl. Roos & Leutwyler, 2011, S. 233). Die Items werden mit folgender Skalierung unterlegt:

A Trifft zu <input type="checkbox"/>	B Trifft eher zu <input type="checkbox"/>	C Trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	D Trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	Kommentar, wenn C oder D gewählt wird
--------------------------------------------	-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	---------------------------------------

Abb. 7: Eigene gewählte Skalierung für den Fragebogen (Gredig, 2017)

Der Fragebogen enthält am Schluss eine offene Frage, die dazu dient, ein persönliches Feedback abzugeben und Aussagen über Verbesserungen oder Anpassungen des Produkts zu machen. Der Fragebogen wurde per Mail an die Testpersonen versendet, diese konnten ihn von Hand oder mit dem Computer ausfüllen.

Auf die Erarbeitung des Fragebogens bereits an dieser Stelle wird verzichtet, da die Autorin der Meinung ist, die einzelnen Items gezielter formulieren zu können, wenn die Mathematik App fertig programmiert ist. Der Entwicklung des Fragebogens ist ein eigenes Kapitel nach der Produktentwicklung gewidmet (s. Kap. 7).

#### 4.4.3 Auswahl der Stichprobe

„Der Begriff „Stichprobe“ bezeichnet eine kleine Teilmenge der sogenannten Grundgesamtheit, deren Auswahl nach bestimmten Kriterien erfolgen sollte, um verallgemeinerbare Aussagen treffen zu können“ (Raab-Steiner & Benesch, 2012, S. 18). Vorliegend wurden hierfür zehn SHPs, die im Kindergarten für den integrativen Unterricht und oder für die Förderung für Kinder mit besonderen Bedürfnissen im Kanton Zürich unterrichten, ausgewählt, um die App zu testen und zu evaluieren. Dabei handelt es sich um neun SHPs, die sich bereits bei der Umfeldanalyse für eine spätere Testung zur Verfügung gestellt hatten (s. Kap. 2.5 und Anhang C) sowie um eine weitere SHP.

Die Stichprobe ist eine kriterienorientierte Auswahl und die App sollte vorzugsweise an Kindern, die Förderbedarf im Bereich Mathematik aufweisen, getestet werden.

Die erhobenen Daten werden anonymisiert, so dass keine Rückschlüsse auf die jeweilige Person gemacht werden kann.

#### 4.4.4 Festlegung Setting und Testinstruktion

Im Rahmen der Stichprobe wurde die Mathematik App während vier Wochen im Zeitraum zwischen Januar 2018 und April 2018 mindestens sechs Mal von zehn SHPs getestet. Dabei spielte es keine Rolle, ob immer das gleiche Kind die App oder mehrere Kinder die App testeten. Als Testinstruktion erhielten alle Teilnehmenden von der Autorin eine Mail, in der das Setting beschrieben wurde (s. Anhang H). Nach einer Zusage erhielten anfangs Januar alle einen Code, mit dem die Mathematik App im App Store während eines Monats heruntergeladen werden konnte. Auf Instruktionen, wie die einzelnen Lernumgebungen funktionieren, wurde bewusst verzichtet, da diese auf die Usability getestet werden sollte.



#### 4.4.5 Auswahl Lernsoftwareexperte

Im Begriff des Experten steckt die lateinische Sprachwurzel „expertus: erprobt, bewährt.“ Dieses „expertus“ leitet sich von einem Verb her, das es nur in der Passivform gibt, nämlich „experiri: prüfen, ausprobieren.“ In Lexika werden Experten gewöhnlich als Sachverständige, Fachleute, Kenner charakterisiert. Der Experte ist jemand, so heisst es in der *Encyclopedia Britannica*, der sachkundig ist und über Spezialwissen verfügt. (Bogner et al., 2014, S.9)

Bogner, Littig und Menz (2014) sind der Auffassung, dass das Besondere am Expertenwissen nicht nur in dessen besonderer Reflexivität, Kohärenz oder Gewissheit besteht, sondern dass dieses Wissen eine besondere Bedeutung in Bezug auf die Praxiswirksamkeit hat und damit richtungsweisend für andere Personen ist (vgl. S. 13f.).

Barbara Weber, die Begleitperson, hat Felix Müller als Lernsoftwareexperten vorgeschlagen. Felix Müller ist Primarlehrer, SHP und Schulleiter. Er hat des Weiteren die Firma MUELICOM gegründet, die diverse Weiterbildungen im Bereich Informatik für Schulen anbietet. Auch hat er bereits selber Computerprogramme entwickelt und auf den Markt gebracht. Somit bringt er mehrjährige Erfahrung mit der Arbeit mit Kindern mit, hat selber Computerprogramme entwickelt und eine Kriterienliste für Lernsoftware erstellt. Felix Müller kennt sich sowohl mit Kindern als auch im Umgang mit Lernsoftware aus.

Die Anfrage des Experten erfolgte per Mailkontakt. Felix Müller erklärte sich sofort bereit, die Mathematik App zu testen und zu beurteilen. Es wurde vereinbart, dass die Autorin ihm die App anfangs Dezember zuschickt, damit er sich ein Bild machen und den Fragebogen ausfüllen kann. Die Autorin besuchte Felix Müller in seiner Firma, um sich mündlich über seine Einschätzungen bezüglich des Fragebogens auszutauschen. Zusätzliche Anregungen durch Felix Müller wird die Autorin bei der Auswertung der einzelnen Items einfließen lassen.

#### 4.4.6 Triangulation

Gemäss Flick (2011) bezeichnet der Begriff Triangulation, dass ein Forschungsgegenstand von mindestens zwei Punkten aus betrachtet wird (vgl. S. 11). Roos und Leutwyler (2011) verstehen unter Triangulation den „Einbezug verschiedener Zugänge zur Beantwortung einer Fragestellung (z.B. verschiedene Personengruppen, Zeitpunkte und / oder Methoden) (vgl. S. 151). Für Altrichter und Posch (2007) besteht Triangulation meist aus der Verbindung von Beobachtung und Interview, wobei zu ein und derselben Situation Daten aus drei Perspektiven („Ecken“) gesammelt werden. Die Methode der Triangulation hilft Wahrnehmungen und Interpretationen miteinander zu vergleichen. Durch den Vergleich können Widersprüche entdeckt werden. Diese Diskrepanzen dienen als Anhaltspunkte, um die Deutung einer Situation weiterzuentwickeln und auf Erfahrung zu stützen. Stimmen jedoch die unterschiedlichen Perspektiven überein, so erhöht sich die Vertrauenswürdigkeit der Interpretationen (vgl. S. 178).

Die Vorteile der Triangulation zeigen sich darin, dass ein ausgewogeneres Bild der beobachteten Situation entsteht und durch die Diskrepanz der verschiedenen Perspektiven zu tiefgründigeren Interpretationen angeregt wird. Auch werden alle drei Perspektiven als gleichwertig angesehen (vgl. ebd., S. 180).

Wie aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich wird, ergibt die Triangulation bezüglich der Datenauswertung des Fragebogens folgende drei Perspektiven: Perspektive der befragten SHPs, Perspektive des Lernsoftwareexperten und Perspektive der Autorin. Wie die Auswertung genau erfolgt, beschreibt das nächste Unterkapitel.

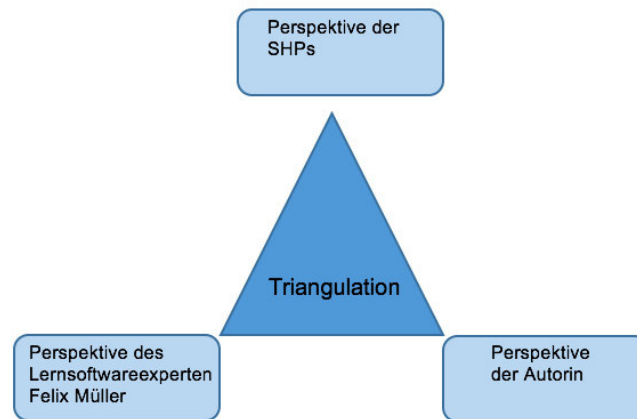


Abb. 1: Eigene Darstellung der Triangulation zur Einschätzung der App bez. Usability (Gredig, 2017)

#### 4.4.7 Datenauswertung mittels Triangulation

Die Auswertung der Fragebögen erfolgt, wie untenstehender Tabelle zu entnehmen ist, aus drei Perspektiven (s. Abb. 6). Die Einschätzung von Felix Müller, dem Softwareexperten, wird separat gewertet. In der Tabelle wird Felix Müllers Einschätzung mit den Initialen FM in grüner Farbe gekennzeichnet. Die Einschätzungen der insgesamt zehn SHPs werden schwarz dargestellt. Die Zahl rechts davon gibt an, wie viele von diesen zehn SHPs den Buchstaben A, B etc. gewählt haben. Die Einschätzung der Autorin wird mit den Initialen CG in blauer Farbe dargestellt. Eine Übersichtstabelle der Auswertung ist im Anhang L zu finden. Die Ergebnisse werden in einem Fliesstext erläutert und interpretiert (s. Kap. 7.2).

Tabelle 1: Beispiel Fragebogenauswertung

Übersichtstabelle Auswertung Fragebogen						
	Item	A Trifft zu □	B Trifft eher zu □	C Trifft eher nicht zu □	D Trifft nicht zu □	Kommentar, wenn C oder D gewählt wird
1.		SHPs 7 CG	FM SHPs 3			

## 5. Auswertung und Ergebnisse Forschungsteil 1

Dieses Kapitel widmet sich der Auswertung des ersten Forschungsteils, welcher unter 4.2 beschrieben wurde. Nachdem nun die drei Analysen zu den Bereichen „Mathematische Anforderungen“, „Didaktische Anforderungen“ und „Gestalterische Anforderungen“ durchgeführt wurden, können die erhobenen Daten ausgewertet werden. Das Ausgangsmaterial wurde bereits unter 4.2.2 bestimmt und die Literatur ist im Anhang E und F aufgelistet. Alle drei Inhaltsanalysen sind im Anhang G vollständig ersichtlich. Die abgeleiteten Anforderungen sind jeweils nummeriert (letzte Spalte), so dass im Folgenden darauf verwiesen wird (Zahlen in Klammern). Anschliessend an die Auswertung wird die erste forschungsleitende Fragestellung beantwortet.

### 5.1 Auswertung mathematische Anforderungen

Während der Aufarbeitung der Theorie begegnete die Autorin schon Hauser et al. (2017), die dem Zählen im Kindergarten eine tragende Rolle beimessen (s. Kap. 3.1.3). Nach der Analyse stellte sich heraus, dass alle ausgesuchten Autoren das Zählen als eine wichtige Kompetenz erachten. Diese Kategorie hat dementsprechend auch die meisten Quellenangaben (M1). Dabei ist nicht nur zentral, dass ein Kind vorwärts zählen kann, sondern mehrere Autoren nennen das vor- und rückwärts zählen als wichtige Kompetenz. Schuler (2013) erachtet gar ein flexibles Zählen als bedeutsam. Nach der Zählentwicklung nach Fuson (s. Kap. 3.1.4.1) bedeutet dies, von einer beliebigen Zahl aus weiter- oder rückwärts zu zählen. Die zweite Anforderung an die App knüpft an die oben genannte an. In sechs Büchern fand die Autorin, dass nicht nur das Zählen, sondern auch das Erkennen und Benennen von Zahlen dazu gehört (M2). Ein Kind muss aber nicht nur die Zahlwortreihe aufsagen, sondern damit auch Objekte/Anzahlen abzählen können, d.h. die Zahlwortreihe sinnhaft gebrauchen (s. Kap. 3.1.4.2). Daraus ergibt sich die Anforderung (M4). Ebenfalls finden es Schneider et al. (2016) und Hauser et al. (2017) bedeutsam, dass ein Zahlwort zu einer Anzahl oder umgekehrt zugeordnet werden kann (M7). Wie bereits erwähnt, bedeutet flexibel zu zählen, von einer x-beliebigen Zahl aus vor- oder rückwärts zu zählen. Dabei muss je nachdem der Vorgänger oder der Nachfolger einer Zahl bestimmt werden (M3). Dies erachten Urff (2014), Fritz und Ricken (2005), Krajewski (2005a), Hauser et al. (2017), Jordan et al.; zitiert nach Lambert (2015) sowie Schuler (2013) als wichtig. Schneider et al. (2016), Krajewski (2005a), Schuler (2013), Scherer und Moser Opitz (2012), die sich auf verschiedene Autoren beziehen und Jordan et al.; zitiert nach Lambert (2015) finden es zudem relevant, Zahlen miteinander vergleichen zu können (M10). All die genannten Kompetenzen fördern das Bilden der Zahlwortreihe (M6), welches besonders Hauser et al. (2017) und auch Schuler (2013) als eine zentrale Fertigkeit betrachten. Gemäss Scherer und Moser Opitz (2012) ist die simultane Anzahlerfassung bis vier möglich. Wenn mehr als vier Objekte zu erfassen sind, spricht man von quasi-simultaner Anzahlerfassung (s. Kap. 3.1.2.2). Autoren wie Schuler (2013), Urff (2014), Hauser et al. (2017) und Schneider et al. (2016) sind der Meinung, dass eben genannte Kompetenz bedeutsam ist (M8). Obwohl die Säuglingsforschung zeigen konnte, dass Mengenunterscheidung angeboren ist (s. Kap. 3.1.2), gilt es als unbestritten, dass erst durch Anregungen aus der Umwelt die mathematischen Kompetenzen weiterentwickelt werden (s. Kap. 3.1.6.1). Deshalb gehört auch das Vergleichen von Mengen dazu (M9). Wie wichtig das Verknüpfen von Mengen- und Zahlenwissen ist, zeigt Krajewski in ihrem Entwicklungsmodell (s. Kap. 3.1.5.1). Auch Schneider et al. (2016) und Hauser et al. (2017) kommen zum Schluss, dass eine solche Verknüpfung für die mathematische Entwicklung relevant ist (M11). Ebenfalls verknüpft werden sollen nach Hauser et al. (2017) und Urff (2014) die verschiedenen Ebenen (enaktiv, symbolisch und ikonisch), da dabei wichtige Lernerfahrungen gemacht werden (M12). In ihrem Entwicklungsmodell beschreibt Krajewski u.a. auf der 2. Ebene, dass Mengen in Teilmengen zerlegt

und wieder zusammengesetzt werden können (s. Kap. 3.1.5.1). Diese Kompetenz erachten auch Schneider et al. (2016), Schuler (2013) und Hauser et al. (2017) wichtig (M13). Wenn Kinder das Teil-Ganze-Konzept verstanden haben, sind sie in der Lage zu verstehen, dass Zahlen auch Relationen zwischen Mengen und Grössen widerspiegeln. Sie begreifen, dass der Unterschied zwischen zwei Zahlen wieder eine Zahl ist (s. Kap. 3.1.5.1). Schneider et al. (2016), Schuler (2013) und Hauser et al. (2017) erachten diese Kompetenz ebenfalls als bedeutungsvoll (M5). Abschliessend betrachten Urff (2014), Schneider et al. (2016), Scherer und Moser Opitz (2012), die sich auf verschiedene Autoren beziehen und Jordan et al.; zitiert nach Lambert (2015) bereits erste Rechenfähigkeiten in Form von einfachen Additions- und Subtraktionsaufgaben als durchaus bedeutsam (M14). Alle beschriebenen mathematischen Anforderungen sind unter 5.5.1 aufgelistet.

## 5.2 Auswertung didaktische Anforderungen

Nach der Analyse zeigt sich, dass verschiedene Bereiche bei der Konzeption zu beachten sind. Ein zentraler Punkt ist die Entlastung des Arbeitsgedächtnisses, damit Kindern mit geringer Gedächtniskapazität sowie Kindern mit Aufmerksamkeitsproblemen ein ressourcenorientiertes Lernen ermöglicht wird. Dies geschieht nach Krajewski und Ennemoser (2010) durch die Gestaltung von Lernmaterialien, indem unwichtige Informationen weggelassen werden und somit das Arbeitsgedächtnis entlastet wird (s. Kap. 3.1.6.1). Auch Krauthausen und Lorenz (2011), Urff (2014), Müller (2017), Liebal und Exner (2011) vertreten diese Meinung, woraus die erste Anforderung resultiert (D1). Dies erachtet auch die Autorin als wichtig, vor allem, nachdem ihr nicht wenige überladene Apps begegnet sind (s. Kap. 2.2). Wie bereits im Kapitel Heilpädagogische Relevanz (s. Kap. 2.8) beschrieben wurde, ist laut Gyseler (2015) das unmittelbare Feedback für den Lernprozess sehr wichtig. Neben Gyseler erachten diesen Punkt auch Müller (2017), Liebal und Exner (2011) sowie das Medien Literacy Lab<sup>2</sup> (2013) als bedeutsam (D2). Dabei konnte gemäss Urff (2014) in einer Studie von Pridemor und Klein (1991) durch Angeben der korrekten Lösung das Verständnis für das Lernmaterial verbessert werden (s. Kap. 3.2.12). Neben Urff (2014) führt auch Müller (2017) diesen Punkt als wichtig auf (D3). Weiter sollte gemäss diesen zwei Autoren die App unterschiedliche Schwierigkeitsstufen enthalten. Auch auf einer Internetseite, die Eltern Tipps für eine gute Kinder App gibt, wurde die Autorin diesbezüglich fündig (D4). Die Autorin hat diesen Punkt bei der Darlegung der heilpädagogischen Relevanz erwähnt (s. Kap. 2.8). Neben den verschiedenen Levels sollte die App nach Müller (2017) auch unterschiedliche Aufgabentypen enthalten (D5) und Sinneswahrnehmungen berücksichtigen (D6). Das Arbeiten mit der App soll flexibel, einfach umsetzbar und in kurzen Zeitintervallen möglich sein (D7). Mit dem Lehrplan 21 rückt die Kindergartenstufe näher an die 1. und 2. Klasse heran, da diese Stufen den 1. Zyklus bilden. Das Ziel einer anschlussfähigen App an die 1. Klasse ist deshalb umso zentraler. Dies sollte durch Verwendung von strukturgleichen Fünfer-, Zehner- und Zwanzigerstrukturen, wie sie Käpnick (2014) und Scherer und Moser Opitz (2012) beschreiben, gewährleistet sein (D8). Alle didaktischen Anforderungen sind unter 5.5.2 dargestellt.

## 5.3 Auswertung gestalterische Anforderungen

Hinsichtlich der Gestaltung einer App ergaben sich nach der Analyse zwölf Punkte, die es zu beachten gilt. Es stellte sich heraus, dass die Farbgebung wichtig ist (G1). Zudem sollte auf eine angemessene Schriftgrösse geachtet werden, damit die verwendeten Zahlen gut lesbar sind (G2). Nach Semmler (2016) und Liebal und Exner (2011) ist zu berücksichtigen, dass die Navigationselemente genügend weit auseinander

---

<sup>2</sup> Medien Literacy Lab (MLL) ist ein Kriterienkatalog zur Bewertung von Apps für Kinder, der 2013 vom Institut für Erziehungswissenschaft an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz herausgegeben wurde.

platziert werden (G3). Diese sollten zudem gemäss Liebal und Exner (2011), dem Medien Literacy Lab (2013) und einer Internetseite klar erkennbar (G5) und angemessen gross sein (G6). Farben und bekannte Symbole können die Erkennung erleichtern (G10). Die Bedienelemente sollen jeweils nur eine Funktion beinhalten und in den einzelnen Lernumgebungen wiedererkannt werden (G4). Da es sich um eine App für Kindergartenkinder handelt, muss die App ohne Text auskommen (G7). Gemäss Feil (2014), Müller (2017), Liebal und Exner (2011), Richter (2013), dem Medien Literacy Lab (2013) und zwei Internetquellen muss der Aufbau des Programms ebenfalls kindgerecht und einheitlich sein (G8, G9). Durch einen solchen Aufbau wird eine intuitive (G11) und selbständige Nutzung (G12) ermöglicht. Alle gestalterischen Anforderungen werden unter 5.5.3 präsentiert.

#### 5.4 Einbezug Lehrplan 21

Eine Übersicht des Lehrplans 21 für den 1. Zyklus im Bereich „Zahl und Variable“ ist im Anhang A zu finden. Wie bereits unter 4.1 erwähnt, ist dieser zu umfassend, da er alle Kompetenzstufen vom Kindergarten bis zur 2. Klasse enthält. Die Autorin suchte nun alle relevanten Kompetenzstufen, die sich mit Mengen- und Zahlenvorwissen beschäftigen, heraus. Stellenwertsystem, Grundrechenoperationen (plus, minus, mal und geteilt) und die dazugehörigen Symbole, Zahlen zerlegen und alle Kompetenzstufen, die den Zahlenraum bis 100 beinhalten, werden somit weggelassen. Die für diese Arbeit bedeutsamen Kompetenzen und Kompetenzstufen sind im Anhang B dargestellt.

#### 5.5 Beantwortung der Fragestellung bezüglich Inhalt, Didaktik, Gestaltung und Lehrplan 21

Nach der Auswertung wird die erste forschungsleitende Fragestellung beantwortet. Zuerst werden die Antworten zu den einzelnen Unterfragen aufgeführt, bevor anschliessend die Hauptfrage beantwortet wird. Wie unter Punkt 2.7 aufgeführt, lautet diese:

##### 1. Wie muss eine Mathematik App für Kindergartenkinder konzipiert sein?

- 1.1 Welche mathematischen Fähigkeiten sollen gemäss Fachliteratur und dem LP 21 gefördert werden?
- 1.2 Welche didaktischen Aspekte sollen berücksichtigt werden?
- 1.3 Welche gestalterischen Aspekte gilt es zu berücksichtigen?

##### 5.5.1 Mathematische Fähigkeiten und Lehrplan 21 (1. Unterfrage)

Die 1. Unterfrage lautet:

- 1.1 Welche mathematischen Fähigkeiten sollen gemäss Fachliteratur und dem LP 21 gefördert werden?

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Inhaltsanalyse durchgeführt wurde, können nun die Anforderungen an die App präsentiert werden, bei deren Erfüllung mathematische Fähigkeiten trainiert werden. Anschliessend werden die relevanten Kompetenzstufen des Lehrplans 21 dargestellt. Alle relevanten Kompetenzen und Kompetenzstufen sind im Anhang B ersichtlich, die vollständige Inhaltsanalyse aller Bereiche befindet sich im Anhang G.

Tabelle 4: Mathematische Anforderungen

Mathematische Anforderungen gemäss Fachliteratur	
<b>M 1</b>	Das Vorwärts- Weiter oder Rückwärtszählen wird trainiert.

<b>M 2</b> Das Erkennen und Benennen von Zahlen wird trainiert.
<b>M 3</b> Das Bestimmen von Vorgänger- und Nachfolgerzahl wird trainiert.
<b>M 4</b> Das Bestimmen von Anzahlen wird trainiert.
<b>M 5</b> Das Bilden von Differenzen zwischen Mengen oder Zahlen wird trainiert.
<b>M 6</b> Zahlenreihenfolge bilden wird trainiert.
<b>M 7</b> Das Zuordnen von Zahlwort zu einer Anzahl und umgekehrt wird trainiert.
<b>M 8</b> Simultane und quasi-simultane Anzahlerfassung wird trainiert.
<b>M 9</b> Das Vergleichen von Mengen wird trainiert.
<b>M 10</b> Das Vergleichen von Zahlen wird trainiert.
<b>M 11</b> Mengen- und Zahlenwissen wird verknüpft.
<b>M 12</b> Verschiedene Repräsentationsformen werden verknüpft.
<b>M 13</b> Die App bietet Einsicht in das Teil-Ganzes-Schema.
<b>M 14</b> Die App bietet die Möglichkeit, erste Rechenfähigkeiten anzueignen.

Tabelle 5: Für die Konzeption relevante Kompetenzstufen aus dem Lehrplan 21

<b>Relevante Kompetenzstufen</b> Die Schülerinnen und Schüler ...
<b>(MA.1.A.1a)</b> ... können Anzahlen mit verschiedenen angeordneten Elementen vergleichen und die Begriffe ist/wird grösser/kleiner; ist/wird mehr/weniger; sind gleichviele; am meisten; am wenigsten verwenden.
<b>(MA.1.A.2a)</b> ... können bis zu 20 Elemente auszählen und im Zahlenraum bis 10 von jeder möglichen Zahl aus vor- und rückwärtszählen.
<b>(MA.1.A.2b)</b> ... können im Zahlenraum bis 20 von beliebigen Zahlen aus vorwärts und rückwärts zählen. ... können Fingerbilder von 1 bis 10 spontan zeigen sowie Anzahlen bis 5 ohne Zählen erfassen.
<b>(MA.1.B.2a)</b> ... können Aussagen zu Anzahlen und Zahlenpositionen an konkretem Material überprüfen (z.B. ein Turm mit 3 Klötzen ist höher als einer mit 2).
<b>(MA.1.C.1a)</b> ... können zeigen, wie sie zählen.
<b>(MA.1.C.2a)</b> ... können Anzahlen verschieden darstellen (z.B. mit Punkten oder Strichen) und verschieden anordnen (z.B. auf einer Linie und in der Fläche verteilt.)

### 5.5.2 Didaktische Aspekte (2. Unterfrage)

Die 2. Unterfrage lautet:

1.2 Welche didaktischen Aspekte sollen berücksichtigt werden

Nach der Auswertung der qualitativen Inhaltsanalyse (s. Kap. 5.2) können folgende acht Anforderungen bezüglich der didaktischen Konzeption präsentiert werden:

Tabelle 6: Didaktische Anforderungen

<b>Didaktische Anforderungen</b>
<b>D 1</b> Zusätzliche Elemente/Animationen lenken nicht von der eigentlichen Aufgabe ab.
<b>D 2</b> Das Kind erhält unmittelbar ein Feedback.
<b>D 3</b> Nach zwei falschen Versuchen wird die richtige Lösung angezeigt.
<b>D 4</b> Es gibt verschiedene Schwierigkeitsstufen.
<b>D 5</b> Es gibt verschiedene Aufgabentypen.
<b>D 6</b> Es werden verschiedene Sinneswahrnehmungen angesprochen.
<b>D 7</b> Einfache und flexible Nutzung in kurzen Sequenzen möglich.
<b>D 8</b> Die Verwendung von Fünfer-, Zehner- und Zwanzigerstrukturen ermöglichen eine strukturgleiche Fortsetzung in der 1. Klasse.

### 5.5.3 Gestalterische Aspekte (3. Unterfrage)

Die 3. Unterfrage lautet:

1.3 Welche gestalterischen Aspekte gilt es zu berücksichtigen?

Nachdem nun auch die dritte und letzte Analyse durchgeführt wurde (s. Kap. 5.3), kann gesagt werden, dass die Mathematik App in Bezug auf gestalterische Anforderungen folgende zwölf Punkte berücksichtigen sollte:

*Tabelle 7: Gestalterische Anforderungen*

<b>Gestalterische Anforderungen</b>
<b>G 1</b> Die App enthält kontrastreiche Farben.
<b>G 2</b> Die Zahlen sind gut lesbar.
<b>G 3</b> Navigationselemente sind genügend weit auseinander platziert.
<b>G 4</b> Navigationselemente sind so gestaltet, dass sie immer nur eine Funktion haben und in den einzelnen Lernumgebungen wiedererkannt werden.
<b>G 5</b> Die Navigationselemente sind klar erkennbar.
<b>G 6</b> Interaktionselemente sind genügend gross.
<b>G 7</b> Die App enthält für die Zielgruppe keinen Text.
<b>G 8</b> Die Navigation ist einheitlich und kindgerecht gestaltet.
<b>G 9</b> Die App ist altersgerecht gestaltet.
<b>G 10</b> Es werden möglichst der Zielgruppe bereits bekannte Icons/Farben verwendet.
<b>G 11</b> Die Gestaltung der App ermöglicht eine intuitive Nutzung.
<b>G 12</b> Die App kann selbständig bedient werden.

#### 5.5.4 Beantwortung der 1. Hauptfrage und weiterführende Überlegungen

Die 1. Hauptfrage lautet:

##### **1. Wie muss eine Mathematik App für Kindergartenkinder konzipiert sein?**

Damit die drei Unterfragen beantwortet werden konnten, wurden ausführliche Inhaltsanalysen durchgeführt, die dann zu Anforderungen bezüglich einer Mathematik App für den Kindergarten geführt haben. Nun kann die Hauptfrage beantwortet werden.

Aus der Literaturanalyse ergeben sich 14 Anforderungen an die App im Zusammenhang mit vorschulischem Mengen- und Zahlenwissen. Also jenes Wissen, das als spezifischer Prädiktor in Bezug auf die mathematische Schullaufbahn eines Kindes gilt, welches im Theorieteil unter 3.1.6.2 erläutert wurde. Auch die anfänglich durchgeführte Umfeldanalyse hat ergeben (s. Kap. 2.5), dass die befragten SHPs Übungen zum Zählen und Mengenvergleich sowie das simultane Erfassen von Würfelbildern als besonders bedeutsam erachten. Dies entspricht den Anforderungen aus der Fachliteratur. Eine Mathematik App sollte sich dementsprechend inhaltlich darauf beziehen. Bei didaktischen Aspekten sollten Animationselemente nicht von der eigentlichen Aufgabe ablenken. Die App sollte so programmiert werden, dass auf eine gelöste Aufgabe unmittelbar ein Feedback erscheint. Als besonders lernwirksam hat sich das Anzeigen der richtigen Lösung nach zwei falschen Lösungen herausgestellt. Eine App sollte zudem mehrere Schwierigkeitsstufen und verschiedene Aufgabentypen enthalten. Die Möglichkeit, auditive Elemente einzubauen, sollte beachtet werden, da dies ein Vorteil gegenüber anderen Medien ist und weil mehrere Sinne angesprochen werden können. Überdies sollten die Aufgaben so aufbereitet werden, dass eine kurze Nutzung der App während des Unterrichts möglich ist und dabei verschiedene Repräsentationsformen miteinander verknüpft werden. Bei der Entwicklung der App ist zu bedenken, dass sie bezüglich der Verwendung von Fünfer-, Zehner und Zwanzigerstrukturen zur 1. Klasse hin anschlussfähig ist. Ein Rezept hinsichtlich des Farbkonzepts gibt es nicht, das Gesamtkonzept muss stimmig und bezogen auf die Zielgruppe hin ruhig kontrastreich und farbenfroh sein. Ebenfalls ist die Zielgruppe in diesem Bereich bezüglich Grösse der Schrift und der Interaktionselemente ausschlaggebend. Zu beachten gilt es weiter, dass die Zielgruppe noch nicht lesen kann. Ein besonderes Augenmerk

sollte dem Programmaufbau geschenkt werden. Dieser muss einheitlich und kindgerecht gestaltet sein, so dass die App auch ohne Hilfe von Erwachsenen benutzt werden kann. Bei den Navigationselementen ist zu beachten, dass diese gut erkennbar und genügend weit voneinander platziert werden und immer nur eine Funktion beinhalten. Bei der ganzen Konzeption muss das Alter der Zielgruppe immer im Auge behalten werden.

Nachdem die Kompetenzstufen des Lehrplans 21 im Kompetenzbereich „Zahl und Variable“ von der Autorin unter dem Aspekt Mengen- und Zahlenvorwissen herausgefiltert wurden, ergaben sich noch sechs Kompetenzstufen, auf welchen die App Bezug nehmen soll (s. Kap. 5.5.1).

Es können nicht alle abgeleiteten mathematischen Anforderungen berücksichtigt werden, sondern es soll eine sinnvolle Auswahl erfolgen. Dafür sollen aber möglichst alle didaktischen und gestalterischen Anforderungen in die Konzeption der App einfließen. Einzig beim Einbauen eines differenzierten Feedbacks sieht die Autorin den finanziellen Aspekt als Stolperstein.

Die Autorin ist sich bewusst, dass der Anforderungskatalog sehr ausführlich ist und einige Anforderungen zusammengefasst werden könnten. Sie hat sich aber gegen eine Materialreduktion entschieden, da ihr der umfassende Katalog für die Konzeption der App genau so hilfreich war.

Die Zielgruppe der App sind Kindergartenkinder im Alter von vier bis sechs Jahren. Die App soll ansprechend gestaltet und in eine Themenwelt eingebettet sein. Die Autorin überlegte sich, welche Themenwelten für Kindergartenkinder ansprechend sein könnten. Ihre Ideen besprach sie mit verschiedenen Kindergartenlehrpersonen. Folgende Themenwelten kamen in die engere Auswahl: Bauernhof, Zoo, Dschungel, Unterwasser und Weltall. Die Autorin entschied sich schlussendlich für die Themenwelt Unterwasser. Wasser übt auf die Kinder eine grosse Faszination aus und jedes Kind hat schon diverse Erfahrungen damit gemacht. Zum Thema Meer existieren zahlreiche Bilderbücher. Ein sehr bekanntes Bilderbuch ist „Swimmy“ von Leo Lionni (2008). Aus eigener Erfahrung konnte die Autorin beobachten, wie sich die Kinder für den kleinen Fisch Swimmy und die anderen Tiere aus dem Meer interessierten.

Letztlich soll es sich bei der App um ein einfaches Trainingsprogramm handeln, das nach dem Schema „Übungsaufgabe-Eingabe einer Antwort-Rückmeldung“ abläuft, auch bekannt unter dem Namen Drill-and-Practice-Programme (s. Kap. 3.2.11). Die App soll als Ergänzung zu den sonst üblichen Materialien zum Trainieren von Mengen- und Zahlenvorwissen im Kindergarten gesehen werden und ersetzt diese nicht. Dabei soll bereits vorhandenes Wissen gefestigt werden. Der Bedarf nach einer solchen App und die heilpädagogische Relevanz wurden unter 2.8 bereits erläutert.



## 6. Produkt Mathematik App

Aus dem oben aufgeführten Anforderungskatalog und unter Bezugnahme auf den Lehrplan 21 konzipierte die Autorin drei verschiedene Lernumgebungen, die anschliessend an die zusammenfassende Beschreibung des Entwicklungsprozesses erläutert werden. Es wird dabei auf die mathematischen, didaktischen und gestalterischen Anforderungen verwiesen (s. Kap. 5.5.1 bis 5.5.3).

### 6.1 Zusammenfassende Beschreibung des Entwicklungsprozesses

Nachdem sich die Autorin für die Zusammenarbeit mit der Firma Swiss Digital AG, Zürich, entschieden hatte, gab es anfangs Juli 2017 ein erstes Treffen mit Maroje Ljutic, CEO und Partner der Firma. An diesem Treffen ging es darum, die Ideen der Autorin für die drei Lernumgebungen zu besprechen. Diese hatte sie vorgängig von Hand auf Papier gezeichnet. Aufgrund dieser Skizzen wurde seitens der Firma ein erstes Konzept erstellt, das die Autorin dann als Powerpoint Präsentation per E-Mail zugeschickt bekam. Hierauf vermerkte sie ihre Kommentare in der Präsentation und schickte das Konzept an die Firma zurück. So wurde nun in unzähligen E-Mails und Telefonaten die Version überarbeitet und daran gefeilt (s. Anhang H). Hierbei wurden die Ideen der Autorin immer wieder aufs Neue umgesetzt. Parallel zur Konzeption ging es darum, ein passendes Design zu finden. Gleichzeitig zeichnete ein Designer der Firma die Skizzen der Autorin als Bilder. Auch diese wurden per Mail hin und her geschickt, so dass die Autorin ihren Kommentar dazugeben konnte. Eine passende Gestaltung zu finden, erachtete die Autorin als etwas vom Schwierigsten am ganzen Prozess. Die Zeichnungen des Designers gefielen der Autorin aufgrund des Farbkonzepts oder der Formen der Gestaltungselemente (Fische, Schatztruhe, Korrekturbutton etc.) nicht. Das Design musste schlicht sein, damit ein ablenkungsfreies Durchführen möglich wird (s. Kap. 6.2). Ebenfalls wollte die Autorin klare, einfache Formen ohne Schnörkel. Auch Maroje Ljutic war mit den Zeichnungen nicht so zufrieden. Deshalb schlug er vor, einen neuen Designer, der über einen anderen Zeichnungsstil verfügt, auszuprobieren. Die Autorin war von seinen ersten Designs sofort begeistert. Der letzte Schliff in Sachen Formen brauchte dann aber doch noch einige Versuche, bis z. B. die Fische die jetzige Form hatten, die der Autorin gefielen (s. Anhang I). Auch in Sachen Farbkonzept brauchte es einen regen Austausch, bis alle Elemente die passende Farbe hatten. Maroje Ljutic schätzte es, dass die Autorin engagiert war und klare Vorstellungen von Konzept und Design hatte.

Nach unzähligen Stunden, die von beiden Seiten in das Projekt investiert worden waren, war die finale Version der Konzeption Ende Oktober 2017 fertig erstellt und konnte nun programmiert werden. Laut Maroje Ljutic wurde die App mit der Entwicklungsumgebung Unity3D programmiert. Heute ist Unity3D eine der am weitest verbreiteten Spiele-Entwicklungssoftware, welche insbesondere für Gelegenheitsspiele (*casual games*) auf mobilen Geräten geeignet ist. Eine grosse Entwicklerzahl und Community sorgt dafür, dass Unity3D ständig weiterentwickelt wird und sich somit auf dem neusten Stand für alle Betriebssysteme befindet. Als Hauptvorteil nennt Maroje Ljutic die Unterstützung von mehreren Plattformen wie Android, iOS und weitere, d.h. es muss einmal entwickelt werden und Unity3D exportiert dann auf die verschiedenen Betriebssysteme und Geräte mit einem einheitlichen Benutzererlebnis (vgl. Swiss Digital AG, Offerte Zahlenlern App für Kindergarten Kinder, 2017). Die Autorin machte sich zur Namensgebung immer wieder Gedanken. Schlussendlich standen die Namen 1to20basic und SeaNumbers zur Auswahl, wobei sich die Autorin aus dem Bauch heraus für letzteren entschied.

Die Fertigstellung der App dauerte zwei Wochen länger als geplant, so dass diese Ende Dezember 2017 beim App Store von Apple zur Prüfung eingereicht werden konnte, welche sie erfolgreich bestand.

## 6.2 Startansicht

Die Startansicht ist die erste Ansicht nach dem Öffnen der App. Von hier aus können die drei Lernumgebungen mit verschiedenen Aufgabentypen gestartet werden (D5). Die zwei Fische und die Schatztruhe sind leicht animiert und dienen als Buttons zum Auswählen der Lernumgebung. Auf Text wurde aufgrund der Zielgruppe verzichtet (G7). Standardmässig kann zwischen den beiden Sprachen Deutsch oder Englisch gewählt werden. Über die Aufnahmefunktion können die Zahlen zudem in einer beliebigen anderen Sprache selber aufgenommen werden.



Abb. 9: Startansicht, Sprachauswahl und Informationen über die App

## 6.3 Levelauswahl

Nach dem Auswählen der Lernumgebung erscheint die Ansicht zur Levelauswahl mit Hilfe von Symbolen. Je mehr Symbole gezeichnet sind, umso schwieriger ist das Level. Ein Symbol bedeutet bei allen Lernumgebungen, dass die App Aufgaben im Zahlenraum von 1 bis 6 generiert. Zwei Symbole entsprechen dem Zahlenraum von 1 bis 10 und drei Symbole jenem von 1 bis 20. Nach Schneider et al. (2016) durchlaufen Kinder verschiedene Phasen, in denen sie Zahlwörter immer stärker mit Mengen verknüpfen (vgl. S. 25). Der Entwicklungsprozess des kardinalen Zahlenverständnisses findet zuerst in einem kleinen Zahlenraum statt und wird dann auf höhere Zahlenräume ausgeweitet (vgl. Garrote et al., 2015, S. 25f.). Kindergartenkinder zählen kleinere Mengen häufiger als grössere. Deshalb gelingt ihnen ein präzises Anzahlkonzept für kleinere Mengen früher als für grössere Mengen (Schneider et al., 2016, S. 28f.). Gemäss der Zählentwicklung nach Fuson müssen flexibel zählende Kinder bereits auf der 3. Niveaustufe sein, weil sie sonst immer wieder bei eins zu zählen anfangen (s. Kap. 3.1.4.1). Würfelbilder sind für Kindergartenkinder die bekannteste Anordnung von strukturierten Mengen (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2012, S. 97). All die genannten theoretischen Aspekte, die bereits im Kapitel 3 beschrieben wurden, waren für die Einteilung der Levels ausschlaggebend. Auch im Kindergartenalltag kann die Autorin beobachten, dass Kinder zuerst in kleinen Zahlenräumen zählen und erst, wenn sie die Zahlenfolge beherrschen, einen Schritt weiter gehen (D4).

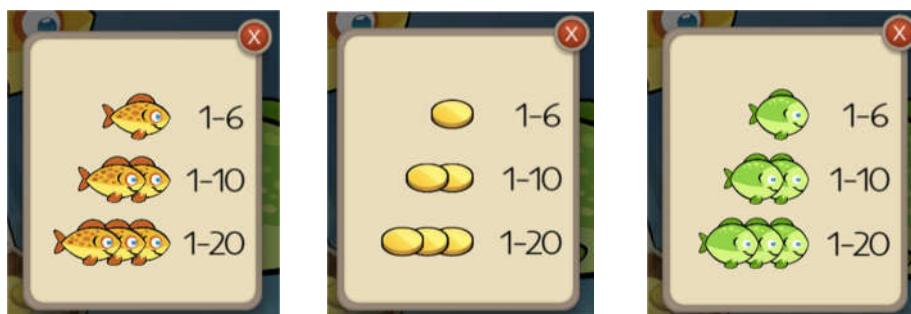


Abb. 10: Levelauswahl der drei Lernumgebungen

### 6.4 Feedback

Jede Lernumgebung enthält zehn Aufgaben. Nach jedem Lösen einer Aufgabe wird am unteren Bildschirmrand eine anfangs leere Muschel farbig ausgefüllt. Bei den zehn Muscheln ist die Fünferstruktur gut erkennbar, da sich zwischen der 5. und 6. Muschel ein Abstand befindet (D8).




Hat das Kind die zehn Aufgaben gelöst, kann es entscheiden, ob es die gleiche Übung nochmals machen will oder ob es zum Hauptmenu zurückkehrt. Es ist auch möglich, die Übung zu beenden, bevor alle Aufgaben gelöst wurden (D7).



Abb. 11: Beispiel zehn Muscheln in einer Lernumgebung, Home-Button oder die Aufgabe nochmals lösen

Aus der Hirnforschung ist bekannt (s. Kap. 2.8), dass ein unmittelbares Feedback für den Lernprozess sehr wichtig ist (D2). Wie bereits unter 3.2.12 beschrieben, wird durch das Angeben der korrekten Lösung das Verständnis für das Lernmaterial verbessert. Auch Müller erachtet diesen Aspekt als wichtig (s. Kap. 5.2). Die App gibt dem Kind drei verschiedene Arten von Feedback (s. Tabelle 8). Wenn die Aufgabe beim ersten Mal richtig gelöst wurde, erscheint die lachende Muschel mit dem offenen Mund. Brauchte das Kind einen zweiten Versuch, erscheint die lachende Muschel mit geschlossenem Mund. Wurde die Aufgabe zweimal falsch gelöst, erscheint die rote Muschel (D3). Aus Sicht der Autorin assoziieren die Kinder die Farben rot und grün automatisch mit richtig und falsch (G10).

Tabelle 8: Verschiedene Feedbackformen

	Aufgabe beim 1. Mal richtig gelöst.
	Aufgabe beim 2. Mal richtig gelöst.
	Aufgabe beim 2. Mal falsch gelöst; wenn es die Aufgabenstellung erlaubt, wird die richtige Lösung eingeblendet.

### 6.5 Beschreibung der einzelnen Lernumgebungen

Bei der Konzeption der einzelnen Lernumgebungen war der Autorin wichtig, dass sich das Kind auf die eigentliche Aufgabe konzentrieren kann und nicht durch zusätzliche Animationen abgelenkt wird (D1). In den Lernumgebungen 1 und 3 werden die Zahlen durch Bildschirmberührung hörbar, so dass mehrere Sinne angesprochen werden (D6). Überdies wurden die gestalterischen Anforderungen G1-G12 berücksichtigt.

Zur Beschreibung der einzelnen Lernumgebungen wird nachfolgend zuerst tabellarisch dargestellt, was mit der App trainiert werden kann und der Bezug zum Lehrplan wird aufgezeigt (die Kompetenzstufe MA.1.C.1a gilt nicht beim alleinigen Benutzen der App). Anschliessend wird jede Lernumgebung mit Fotos illustriert und erläutert. Die mathematischen Anforderungen M5 und M10 konnten nicht berücksichtigt werden.

### 6.5.1 Lernumgebung „gelber Fisch“ - Level 1

Mit dem ersten Level der Lernumgebung „gelber Fisch“ kann die simultane und quasi-simultane Anzahlerfassung, das Erkennen und Benennen von Ziffern und das Festigen der Zahlenfolge trainiert werden. Dabei werden verschiedene Repräsentationsebenen miteinander verknüpft (Würfelbild-Zahl-Anzahl Fische). Simultane Anzahlerfassung wurde in der Umfeldanalyse von sieben SHPs gewünscht (s. Abb.1, S. 9).

Tabelle 9: Übersicht Lernumgebung 1, Level 1, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21

Lernumgebung 1	Anforderung	Bezug zum Lehrplan 21 Die Kinder können...
<b>Level 1</b> 1 bis 6	<b>M 2</b> Das Erkennen und Benennen von Ziffern wird trainiert. <b>M 7</b> Das Zuordnen von einer Zahl zu einer Anzahl und umgekehrt wird trainiert. <b>M 8</b> Simultane und quasi-simultane Anzahlerfassung wird trainiert. <b>M 11</b> Mengen- und Zahlenwissen wird verknüpft. <b>M 12</b> Verschiedene Repräsentationsformen werden verknüpft.	<b>(MA.1.A.2a)</b> ... bis zu 20 Elemente auszählen und im Zahlenraum bis 10 von jeder möglichen Zahl aus vor- und rückwärts zählen. <b>(MA.1.A.2b)</b> ... (...) Anzahlen bis 5 ohne Zählen erfassen. <b>(MA.1.C.1a)</b> ... zeigen, wie sie zählen.

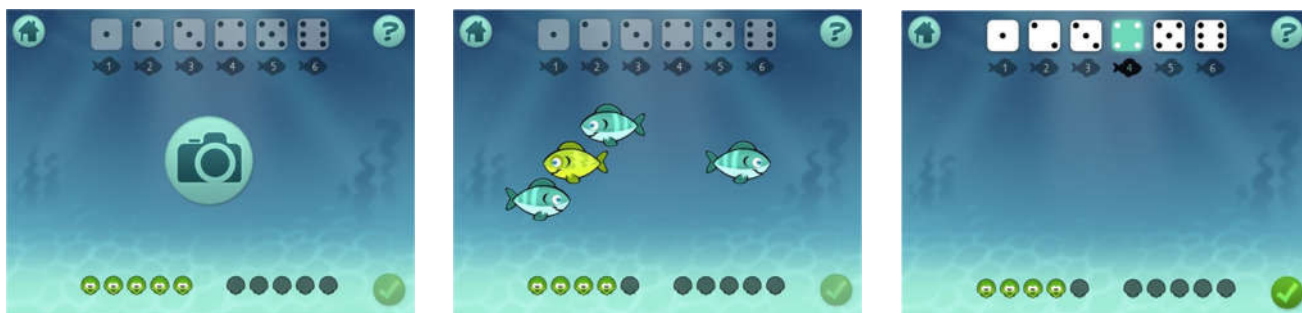


Abb. 12: Beispiel Lernumgebung „gelber Fisch“, Level 1

Tabelle 10: Anleitung Lernumgebung 1, Level 1

1. Das Kind drückt auf den Fotoapparat.
2. Für einen Augenblick erscheint eine strukturierte Menge Fische.
3. Das Kind aktiviert nun durch Drücken den Würfel oder die Zahl, der zu der zuvor aufgeleuchteten Anzahl Fische passt.
4. Das Kind bestätigt die Eingabe mit dem Korrekturbutton.
5a. Wurde der richtige Würfel oder die richtige Zahl aktiviert, erscheint erneut ein Fotoapparat und es beginnt von Neuem.
5b. Wurde der falsche Würfel oder die falsche Zahl aktiviert, erscheint diese Aufgabe für einen 2. Versuch nochmals.
5c. Hat das Kind beim 2. Versuch die Aufgabe nochmals falsch gelöst, wird die richtige Lösung eingeblendet und anschliessend erscheint der Fotoapparat für eine neue Aufgabe.

### 6.5.2 Lernumgebung „gelber Fisch“ - Level 2 und Level 3

Die Levels 2 und 3 der Lernumgebung „gelber Fisch“ trainieren vor allem das Vorwärtszählen, das Erkennen von Zahlen, das Bestimmen von Anzahlen sowie die Verknüpfung von Mengen- und Zahlenwissen und von verschiedenen Repräsentationsformen. Wird diese Übung in Begleitung einer Lehrperson gelöst, kann das 20er-Feld benutzt werden, um Einsicht in das Teil-Ganze-Schema zu geben und um sich erste Rechenfähigkeiten anzueignen M13 und M14. Zählübungen wurden in der Umfeldanalyse von sieben SHPs gewünscht (s. Abb.1, S. 9).

Tabelle 11: Übersicht Lernumgebung 1, Level 2 und 3, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21

Lernumgebung 1	Anforderung	Bezug zum Lehrplan 21 Die Kinder können...
<b>Level 2 + 3</b>	<b>M 1</b> Das Vorwärts- Weiter oder Rückwärtszählen wird trainiert. <b>M 2</b> Das Erkennen und Benennen von Zahlen wird trainiert. <b>M 4</b> Das Bestimmen von Anzahlen wird trainiert. <b>M 11</b> Mengen- und Zahlenwissen wird verknüpft. <b>M 12</b> Verschiedene Repräsentationsformen werden verknüpft. <b>M 13</b> Die App bietet Einsicht in das Teil-Ganze-Schema. <b>M 14</b> Die App bietet die Möglichkeit, sich erste Rechenfähigkeiten anzueignen.	<b>(MA.1.A.2a)</b> ... bis zu 20 Elemente auszählen (...). <b>(MA.1.C.1a)</b> ... zeigen, wie sie zählen. <b>(MA.1.C.2a)</b> ... Anzahlen verschieden darstellen (...) und verschieden anordnen (...).

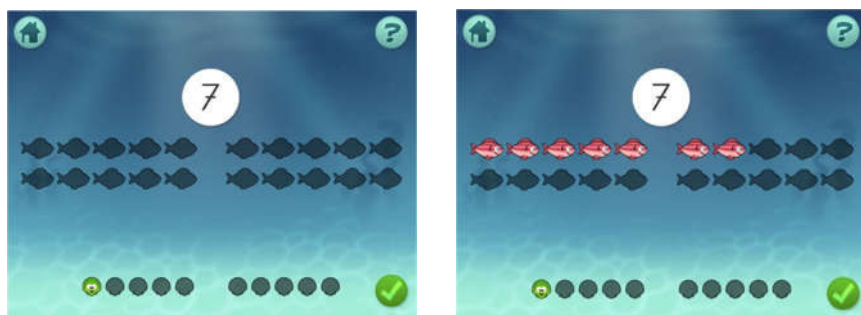


Abb. 13: Beispiel Lernumgebung „gelber Fisch“, Level 2

Tabelle 12: Anleitung Lernumgebung 1, Level 2 und 3

1. Im Kreis erscheint je nach Level eine Zahl. Durch Antippen wird diese Zahl auditiv wiedergegeben.
2. Durch Anklicken oder Wischen soll nun diese Anzahl Fische im Zwanzigerfeld markiert werden.
3. Eingabe Bestätigungsbutton.
4a. Ist die richtige Anzahl Fische markiert, wird eine neue Zahl eingeblendet.
4b. Stimmt die Anzahl Fische nicht, erscheint dieselbe Aufgabe erneut und das Kind hat einen 2. Versuch.
4c. Hat das Kind die richtige Anzahl markiert jedoch nicht nach den Regeln des Zwanzigerfeldes angeordnet, gilt die Aufgabe als richtig gelöst. Es wird jedoch noch die korrekte Platzierung der Fische angezeigt.
4d. Hat das Kind beim 2. Versuch die Aufgabe nochmals falsch gelöst, wird die richtige Lösung eingeblendet und es erscheint eine neue Aufgabe.

### 6.5.3 Lernumgebung „Schatztruhe“ - Level 1 bis 3

In dieser Übung geht es hauptsächlich um das Vergleichen von Mengen. Mengenvergleich wurde in der Umfeldanalyse von neun SHPs gewünscht (s. Abb.1., S. 9). Dazu müssen zuerst die einzelnen Anzahlen in den Schatzkisten bestimmt werden (durch Zählen oder bei kleineren Mengen durch simultane oder quasi-simultane Anzahlerfassung). Verschiedene Repräsentationsformen werden dabei miteinander verknüpft (Goldstücke-Zahl).

Tabelle 13: Übersicht Lernumgebung 2, Level 1 bis 3, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21

Lernumgebung 2	Anforderung	Bezug zum Lehrplan 21 Die Kinder können...
<b>Level 1-3</b>	<b>M 1</b> Das Vorwärtszählen wird trainiert. <b>M 8</b> Das Bestimmen von Anzahlen wird trainiert. <b>M 9</b> Das Vergleichen von Mengen wird trainiert. <b>M 12</b> Verschiedene Repräsentationsformen werden verknüpft.	<b>(MA.1.A.1a)</b> ... Anzahlen mit verschiedenen angeordneten Elementen vergleichen und die Begriffe (...) mehr/weniger (...) verwenden. <b>(MA.1.B.2a)</b> ...Aussagen zu Anzahlen (...) überprüfen (z.B. In der Schatzkiste mit 5 Goldstücken hat es mehr drin als in der mit 4.) <b>(MA.1.C.1a)</b> ... zeigen, wie sie zählen.



Abb. 14: Beispiel Lernumgebung „Schatztruhe“, Level 1

Tabelle 14: Anleitung Lernumgebung 2, Level 1 bis 3

1. In jeder Schatztruhe erscheint je nach Level eine andere Anzahl Goldstücke.
2. Die beiden Säcke „mehr“ oder „weniger“ sollen den beiden Schatztruhen zugeordnet werden.
3. Eingabe Bestätigungsbutton.
4a. Hat das Kind die Säcke richtig zugeordnet, erscheint die jeweils passende Zahl zur Anzahl Goldstücke und eine neue Aufgabe beginnt.
4b. Hat das Kind die Säcke falsch platziert, hat es einen zweiten Versuch.
4c. Hat das Kind beim 2. Versuch die Aufgabe nochmals falsch gelöst, wird die richtige Lösung eingeblendet und es erscheint eine neue Aufgabe.

#### 6.5.4 Lernumgebung „grüner Fisch“ - Level 1 bis 3

In dieser Übung geht es um Zahlenreihenfolgen bilden. Das Bestimmen von Vorgänger- und Nachfolgerzahl kann durch Vorwärts- oder Rückwärtszählen geschehen. Seriation und Zählübungen wurden in der Umfeldanalyse von je sieben SHPs gewünscht (s. Abb.1., S. 9).

Tabelle 15: Übersicht Lernumgebung 3, Level 1 bis 3, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21

Lernumgebung 3	Anforderung	Bezug zum Lehrplan 21 Die Kinder können...
<b>GRÜNER FISCH</b>  <b>Level 1-3</b>	<b>M 1</b> Das Vorwärts- Weiter oder Rückwärtszählen wird trainiert. <b>M 2</b> Das Erkennen und Benennen von Zahlen wird trainiert. <b>M 3</b> Das Bestimmen von Vorgänger- und Nachfolgerzahl wird trainiert. <b>M 6</b> Zahlenreihenfolge bilden wird trainiert.	<b>(MA.1.A.2)</b> ...bis zu 20 Elemente auszählen und im Zahlenraum bis 10 von jeder möglichen Zahl aus vor- und rückwärts zählen. <b>(MA.1.A.2b)</b> ... im Zahlenraum bis 20 von beliebigen Zahlen aus vorwärts und rückwärts zählen. <b>(MA.1.C.1)</b> ... zeigen, wie sie zählen.





Abb. 15: Beispiel Lernumgebung „grüner Fisch“, Level 2

Tabelle 16: Anleitung Lernumgebung 3, Level 1 bis 3

1. Je nach Level erscheint eine Reihe Fische. Einige Fische sind am richtigen Platz in der Zahlenreihenfolge.
2. Die sich ausserhalb der Reihe befindenden Fische, sollen in die korrekten Platzhalter geschoben werden.
3. Eingabe Bestätigungsbutton.
4a. Sind alle Fische richtig platziert, erscheint eine neue Aufgabe.
4b. Sind nicht alle Fische richtig positioniert, bleiben die richtigen Fische und alle falsch platzierten Fische werden von der Zahlenreihenfolge entfernt. Das Kind soll erneut versuchen, die falsch platzierten Fische richtig zu ordnen.
4c. Hat das Kind beim 2. Mal nicht alles richtig, erscheint die korrekte Lösung und eine neue Aufgabe wird generiert.

## 7. Auswertung und Ergebnisse Forschungsteil 2

Dieses Kapitel befasst sich mit der Evaluation der App bezüglich der Usability in der Praxis. Damit die Evaluation durchgeführt werden kann, muss zuerst ein Fragebogen entworfen werden, welcher von den Testpersonen ausgefüllt wird. Nachfolgend wird aufgezeigt, wie dieser entstanden ist. Danach werden die einzelnen Items ausgewertet und abschliessend die zweite forschungsleitende Hauptfrage beantwortet.

### 7.1 Ausarbeitung der Items für den Fragebogen

Damit die Hauptfragestellung mit ihren vier Unterfragen bezüglich der Usability der Mathematik App im Kindergarten beantwortet werden können, entschied sich die Autorin, hierfür spezifisch einen Fragebogen zu erarbeiten (s. Kap. 4.3.2). Nachdem geklärt war, welche Datenerhebungsmethode geeignet war, ging es darum, die einzelnen Items auszuarbeiten. Diese müssen gut überlegt ausgewählt werden, damit daraus aussagekräftige Daten entstehen (s. Kap. 4.3.1), welche wiederum der Beantwortung der Fragen zielführend sind. Die aus der Literaturanalyse gewonnenen Erkenntnisse dienten dabei als Grundlage. Zu den didaktischen und gestalterischen Anforderungen leitete die Autorin jeweils passende Items ab. Die mathematischen Anforderungen wurden bewusst weggelassen, da der Inhalt der App nicht evaluiert wird.

In der folgenden Tabelle sind die didaktischen und gestalterischen Anforderungen an die App aufgelistet. Gleich anschliessend werden die abgeleiteten Items für den Fragebogen kursiv und fett gedruckt aufgeführt. Die blau eingefärbten Anforderungen wurden nicht explizit evaluiert, da die Autorin diese als gegeben erachtete. Der Fragebogen ist im Anhang K ersichtlich.

Tabelle 17: Ableitung der Items für den Fragebogen

Didaktische Anforderungen
D1 Zusätzliche Elemente/Animationen lenken nicht von der eigentlichen Aufgabe ab. <b>- Die Gestaltung der App erlaubt ein ablenkungsfreies Durchführen der Aufgaben.</b>
D2 Das Kind erhält unmittelbar ein Feedback. <b>D3 Nach zwei falschen Versuchen wird die richtige Lösung angezeigt.</b> <b>- Die Kinder verstehen die Bedeutung des Feedbacks (drei verschiedene Muscheln).</b>
D4 Es gibt verschiedene Schwierigkeitsstufen. D5 Es gibt verschiedene Aufgabentypen. <b>- Die Wahlmöglichkeiten betr. Anpassung des Schwierigkeitsgrades und Aufgabentyps eignen sich für eine heterogene Klasse.</b>
D6 Es werden verschiedene Sinneswahrnehmungen angesprochen. <b>- Die Audiofunktion, um die Zahlen zu hören, ist hilfreich.</b>
D7 Einfache und flexible Nutzung in kurzen Sequenzen möglich. <b>- Die App kann in verschiedenen Settings ohne grossen Zeitaufwand (App starten, Level auswählen) eingesetzt werden.</b> <b>- Das Aufnehmen der gesprochenen Zahlen durch die SHP im gewünschten Dialekt ist einfach.</b> <b>- Die Anleitungen zu den einzelnen Lernumgebungen sind verständlich formuliert.</b> <b>- Ein Aufgabenblock von je 10 Aufgaben ist angemessen.</b>
<b>D8 Die Verwendung von Fünfer-, Zehner- und Zwanzigerstrukturen ermöglichen eine strukturgleiche Fortsetzung in der 1. Klasse.</b>
Gestalterische Anforderungen
<b>G1 Die App enthält kontrastreiche Farben.</b>
G2 Die Zahlen sind gut lesbar. <b>- Die Zahlen in den Lernumgebungen sind gut lesbar.</b>
G3 Navigationselemente sind genügend weit auseinander platziert. G4 Navigationselemente sind so gestaltet, dass sie immer nur eine Funktion haben und in den einzelnen Lernumgebungen wiedererkannt werden. G5 Die Navigationselemente sind klar erkennbar. G6 Interaktionselemente sind genügend gross. G10 Es werden möglichst der Zielgruppe bereits bekannte Icons/Farben verwendet.



<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Navigationselemente sind selbsterklärend gestaltet.</b></li> <li>- <b>Die Kinder verstehen die Bedeutung der Säcke in der Lernumgebung Schatztruhe.</b></li> <li>- <b>Navigationselemente sind ausreichend weit voneinander entfernt.</b></li> <li>- <b>Alle relevanten Navigationselemente sind jederzeit gut auffindbar.</b></li> <li>- <b>Gestaltungselemente (Fische, Goldstücke...) sind klar erkennbar.</b></li> </ul>
<p><b>G7</b> Die App enthält für die Zielgruppe keinen Text.</p> <p><b>G8</b> Die Navigation ist einheitlich und kindgerecht gestaltet.</p> <p><b>G9</b> Die App ist altersgerecht gestaltet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Die Navigation ist einheitlich gestaltet.</b></li> <li>- <b>Die App eignet sich für Kinder aus dem 1. Kindergartenjahr.</b></li> <li>- <b>Die App eignet sich für Kinder aus dem 2. Kindergartenjahr.</b></li> <li>- <b>Die App eignet sich für Kinder mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik.</b></li> <li>- <b>Die App entspricht den motorischen Fähigkeiten der Zielgruppe.</b></li> <li>- <b>Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „gelber Fisch“ durchschnittlich: _____ Minuten</b></li> <li>- <b>Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „Schatztruhe“ durchschnittlich: _____ Minuten</b></li> <li>- <b>Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „grüner Fisch“ durchschnittlich: _____ Minuten</b></li> <li>- <b>Die Zeitdauer der eingeblendeten Fische in der Lernumgebung 1 (Hauptmenu gelber Fisch) ist angemessen.</b></li> </ul>
<p><b>G11</b> Die Gestaltung der App ermöglicht eine intuitive Nutzung.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Die Gestaltung der App ist benutzerfreundlich.</b></li> <li>- <b>Die App ist intuitiv zu bedienen.</b></li> </ul>
<p><b>G12</b> Die App kann selbständig bedient werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Die Kinder können nach einer Einführung eine Übung, die von der SHP ausgesucht wurde, bezüglich des Ablaufs selbständig durchführen.</b></li> </ul>

## 7.2 Auswertung der Fragebögen

Die Daten zur Produktevaluation stammen aus dem selbstentwickelten Fragebogen (s. Anhang K). Den Fragebogen haben zehn SHPs, ein Lernsoftwareexperte sowie die Autorin ausgefüllt. Diese werden nun nach der Testphase ausgewertet, verglichen und analysiert (s. Kap. 4.3.6 und 4.3.7). Eine Übersichtstabelle der Fragebogenauswertung und die Auswertung der offenen Frage ist im Anhang L und M sowie ein Foto aller Fragebögen im Anhang N zu finden. Den Fragebogen haben zehn SHPs, ein Lernsoftwareexperte und die Autorin ausgefüllt. Insgesamt wurde die App von 118 Kindern getestet (s. Kap. 8.5).

Neun SHPs, Felix Müller und die Autorin sind der Meinung, dass sich die App für Kinder aus dem 1. Kindergartenjahr eignet (Item 1). Lediglich eine Person war nicht dieser Meinung, da die Testkinder ein geringes Interesse an Zahlen und Mengen zeigten. Ein ähnliches Bild ergab sich bezüglich der Eignung im 2. Kindergartenjahr. Hier waren mit Ausnahme einer Person der Auffassung, dass die App für Kinder aus dem 2. Kindergarten geeignet ist. Diese Testperson stufte dieses Item lediglich als eher zutreffend ein, da die App für leistungsstarke Kinder schnell zu einfach wurde (Item 2).

Von den befragten Testpersonen waren sieben SHPs, Felix Müller und die Autorin der Meinung, dass sich die App für Kinder mit Lernschwierigkeiten in Mathematik eignet. Drei SHPs stuften dieses Item als eher zutreffend ein (Item 3).

Eine Befragte findet das Item 4 eher zutreffend, während alle anderen Testpersonen finden, dass die Kinder nach einer Einführung eine Übung selbständig durchführen können (Item 4).

Ebenfalls fand die Mehrheit (neun SHPs und Felix Müller), dass die App den motorischen Fähigkeiten der Zielgruppe entspricht. Eine SHP und die Autorin erachten dieses Item als eher zutreffend. Die Autorin und die SHP konnten beobachten, dass in der einen Lernumgebung der Doppelklick, um eine Zahl zu hören, für einige Kinder schwierig war (Item 5).

Eine erste Streuung lässt sich beim 6. Item hinsichtlich des Verständnisses des Feedbacks erkennen. Hier war die Hälfte der SHPs der Ansicht, dass die Kinder dessen Bedeutung verstehen. Drei SHPs, Felix Müller und die Autorin stufen dieses Item als eher zutreffend ein und zwei SHPs finden, dass das Feedback eher nicht klar verständlich ist, da sich die zwei grünen Muscheln sehr ähnlich sind. Eine SHP schlägt darum vor, drei verschiedene Muschelfarben zu gebrauchen (grün, gelb und rot). Felix Müller würde das Feedback anders gestalten und den Vorteil des Tablets diesbezüglich noch mehr ausnützen, damit mit dem Computer etwas passiert, das auf dem Papier eben nicht möglich ist. So wie das Feedback jetzt gestaltet ist, zeigt die App nach zwei Fehlversuchen die richtige Lösung. Das Kind soll aber zuerst die Möglichkeit haben, selber herauszufinden, was nicht richtig war. Wenn ein Kind nun die Aufgabe gelöst hat und auf den Korrekturbutton klickt, soll beim falschen Lösen nicht eine rote Muschel erscheinen, sondern das Kind soll ein auditives Feedback bekommen z.B. „Zähl nochmals“ oder „Ups, da stimmt etwas nicht“ oder „Schau nochmals genau“. Nach dem Verbessern soll dann entweder eine grüne (beim 2. Mal richtig gelöst) oder eine rote Muschel (beim 2. Mal falsch gelöst) angezeigt werden. Falls das Kind die Aufgabe auch beim 2. Mal nicht richtig gelöst hat, bedarf es weiterer Überlegungen, wie das Zeigen der richtigen Lösung gestaltet werden soll. Aktuell werden z.B. alle Fische in der Lernumgebung „grüner Fisch“ (Zahlenreihen) gleichzeitig an die richtige Stelle platziert. Hier könnte ein Fisch nach dem anderen platziert werden (Item 6).

Die Mehrheit der Testpersonen (acht SHPs, Felix Müller und die Autorin) fand die Audiofunktion, um Zahlen zu hören, hilfreich, eine davon meinte, dass dies jedoch manchmal etwas nervig war. Eine SHP erachtete dies als eher zutreffend und eine SHP fand, dass dies im Kindergarten zu laut war und sie deshalb den Ton ausgeschaltet hat (Item 7).

Ebenfalls ist die Mehrheit (acht SHPs, Felix Müller und die Autorin) der Auffassung, dass die App in unterschiedlichen Settings mit geringem Zeitaufwand eingesetzt werden kann. Zwei SHPs finden dies lediglich eher zutreffend (Item 8).

Das Aufnehmen der Zahlen im gewünschten Dialekt beurteilten zwei SHPs und die Autorin einfach. Zwei SHPs stufen dieses Item als eher zutreffend ein und sechs SHPs und Felix Müller haben diese Funktion nicht ausprobiert. Letzterer findet diese Funktion hilfreich. Eine SHP gab den Hinweis, dass aus Qualitätsgründen die Zahlen laut und deutlich gesprochen werden müssen (Item 9).

Nicht einig waren sich die Testpersonen bezüglich der Aussagekraft des Feedbacks nach einem gelösten Aufgabenblock. Für sechs SHPs war das Feedback hilfreich, vier SHPs und die Autorin stufen dieses Item lediglich als eher zutreffend ein. Felix Müller meint, dass dieses Item eher nicht zutrifft, da mit dem Feedback lediglich ersichtlich wird, wie viele Aufgaben ein Kind falsch oder richtig gelöst hat. Bei falschen Aufgaben seien die Schwierigkeiten nicht ersichtlich, dafür müsste die SHP während dem Lösen der Aufgaben direkt neben dem Kind sitzen (Item 10).

Bei der Einschätzung in Bezug auf die Wahlmöglichkeiten betreffend Anpassung Schwierigkeitsgrad und Aufgabentyp waren sich alle Testpersonen einig, dass diese für eine heterogene Klasse geeignet sind (Item 11). Die meisten SHPs meinen, dass die Anleitungen der einzelnen Lernumgebungen verständlich formuliert sind. Dies ist ebenfalls die Ansicht von Felix Müller. Zwei SHPs schätzen dieses Item als eher zutreffend ein und eine SHP hat die Anleitungen nicht gefunden (Item 12).

Nach dem Ausprobieren im Unterricht beurteilten alle Testpersonen die App als intuitiv bedienbar (Item 13). Neun SHPs finden nach dem Testen der App, dass die Navigation einheitlich gestaltet ist. Eine SHP und die Autorin meinen, dass dies eher zutrifft und Felix Müller beurteilt dieses Item mit eher nicht zutreffend. Er fände es gut, wenn im Infokästchen auf der Startansicht ein Überblick stünde, was die App alles kann, so

dass der Nutzer dies nicht selber herausfinden muss. Die Autorin hätte gerne für die Lernumgebungen drei verschiedene Symbole und nicht zwei Fische und eine Schatztruhe. Felix Müller fand diesen Vorschlag gut (Item 14). Fast alle sind der Auffassung, dass die Navigationselemente jederzeit gut auffindbar sind. Lediglich zwei SHPs meinen, dass dies lediglich eher zutrifft (Item 15).

Auch hinsichtlich der Platzierung der Navigationselemente ergibt sich keine grosse Streuung. Alle ausser eine SHP sind der Ansicht, dass diese ausreichend weit voneinander angeordnet sind (Item 16).

Alle Befragten erachteten die Gestaltung als benutzerfreundlich (Item 17).

Fast alle Testpersonen beurteilten die Gestaltung der App bezüglich eines ablenkungsfreien Durchführens der Aufgaben als gut. Lediglich eine SHP stuft dies als eher zutreffend ein (Item 18).

Die Mehrheit der Befragten ist der Ansicht, dass die Navigationselemente selbsterklärend gestaltet sind. Dem schliessen sich auch Felix Müller und die Autorin an. Zwei SHPs beurteilten dieses Item als eher zutreffend und eine SHPs als eher nicht zutreffend, da sie lange nicht wusste, dass die Schatztruhe auch ausgewählt werden kann. Sie schlägt vor, diese Elemente besonders hervorzuheben, z.B. durch wackeln (Item 19).

Hingegen sind alle befragten Personen der Meinung, dass die Gestaltungselemente (Goldstücke, Fische etc.) klar erkennbar sind (Item 20).

Neun SHPs sind der Meinung, dass die Zahlen in den Lernumgebungen gut lesbar sind. Eine SHP und die Autorin finden, dass dies eher zutrifft. Felix Müller ist der Ansicht, dass die Zahlen in der Lernumgebung „grüner Fisch“ eher klein sind (Item 21).

Zehn Aufgaben für eine Lernumgebung finden die meisten der befragten SHPs angemessen. Eher zutreffend finden dieses Item drei SHPs und die Autorin. Für Felix Müller ist dies nicht relevant, da er eine allgemeine zeitliche Begrenzung sinnvoller findet, egal wie viele Aufgaben ein Kind in dieser Zeit lösen konnte. Das Kind sollte in seinem Arbeitstempo die Aufgaben lösen können (Item 22).

Bei der Einschätzung der Zeitdauer der eingeblendeten Fische in der Lernumgebung „gelber Fisch“ gab es eine breitere Streuung. Vier SHPs finden die jetzige Zeitdauer angemessen, genauso viele und Felix Müller beurteilen die Zeitdauer als eher unpassend. Die Autorin und zwei SHPs fanden die Zeitdauer eher nicht angemessen. Für viele war sie entweder zu kurz oder zu lang. Den Vorschlag der Autorin, einen Zeitregler einzubauen, fand der Lernsoftwareexperte sinnvoll (Item 23).

Nach der Testphase zeigte es sich, dass nicht alle Kinder die Bedeutung der Säcke in der Lernumgebung „Schatztruhe“ verstanden haben. Die Schülerin von Felix Müller brauchte eine Erklärung. Er schlägt vor, dass vorgängig zuerst mit konkretem Material gearbeitet werden könnte. Vier SHPs und die Autorin fanden hingegen, dass die Kinder die Bedeutung mehrheitlich verstanden haben und sechs SHPs beurteilten dies als kein Problem (Item 24).

Bei den Items 25 bis 27 mussten die Testpersonen einschätzen, wie lange die Kinder durchschnittlich für einen Aufgabenblock brauchten. Drei SHPs konnten dies nicht beurteilen, da die Kinder die App im Freispiel oder während der Auffangzeit mehrheitlich selbständig benutzt haben. Eine SHP fand es schwierig einen Durchschnittswert anzugeben, da sich alle Kinder im Tempo während der Testphase steigern konnten.

Wie bereits oben beschrieben, findet es Felix Müller nicht aussagekräftig, wie lange ein Kind für einen Aufgabenblock gebraucht hat. Er schlägt vor, ein Zeitintervall vorzugeben, in dem die Kinder in ihrem Tempo so viele Aufgaben wie möglich lösen. Sieben SHPs konnten jedoch eine durchschnittliche Zeitdauer ermitteln. Es zeigte sich bei allen Lernumgebungen, dass diese mit zwischen 2 Minuten und 20 Minuten stark variieren. Die Zeitangaben der Autorin befinden sich diesbezüglich im unteren Drittel (Item 25 bis 27).

Alle Testpersonen haben die letzte Frage genutzt, um Lob, Kritik oder sonstige Bemerkungen anzubringen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass alle befragten Personen die Mathematik App als gelungen betrachten und sie bei den Kindern gut angekommen ist. Hervorzuheben ist auch der Aspekt der Motivation, der mehrmals genannt wurde. Eine SHP konnte die App nicht herunterladen, da dafür ein iPad mit einer hohen Displayauflösung nötig ist; dies wurde als Kritikpunkt angemerkt. Zwei SHPs gaben Tipps, wie sie die App im Unterricht gebraucht haben. Es gab auch einige Anregungen zur Konzeption (s. Kap. 7.3.4).

### 7.3 Beantwortung der Fragestellung in Bezug auf die Usability im Kindergarten

Nach der Evaluation der Fragebögen wird nun die zweite forschungsleitende Fragestellung beantwortet. Zuerst werden die Antworten zu den einzelnen Unterfragen aufgeführt bevor anschliessend die Hauptfrage beantwortet wird. Wie unter Punkt 2.7 aufgeführt, lautet diese:

#### 2. Was zeigt sich bezüglich Usability der App nach der Testphase von 4 Wochen im Kindergarten?

2.1 Inwiefern eignet sich die App für die Zielgruppe der Kindergartenkinder hinsichtlich der Usability?

2.2 Was zeigt sich in der Usability in Bezug auf die Navigation und die Gestaltung?

2.3 Was zeigt sich spezifisch in Bezug auf die Usability der einzelnen Lernumgebungen?

2.4 Welche Änderungen ergeben sich aufgrund der Rückmeldungen der Testpersonen und eigenen Erkenntnissen der Autorin?

#### 7.3.1 Eignung im Kindergarten (1. Unterfrage)

Die 1. Unterfrage lautet:

2.1 Inwiefern eignet sich die App für die Zielgruppe der Kindergartenkinder hinsichtlich der Usability?

Aufgrund der erhobenen Daten kann grundsätzlich nach der vierwöchigen Testphase gesagt werden, dass sich die App für die Zielgruppe Kindergartenkinder bezüglich der Usability eignet. Die Kinder konnten nach einer kurzen Einführung die App mehrheitlich aufgrund ihres einfachen Aufbaus selbständig und intuitiv bedienen. Die App ist schnell einsatzbereit und kann in kurzen Sequenzen zum Training eingesetzt werden.

Die Mehrheit der befragten Personen findet, dass die App sowohl bei Kindern aus dem 1. und 2. Kindergartenjahr nutzbar eingesetzt werden kann. Mit Wahlmöglichkeiten betreffend Aufgabentyp und Level kann die App an unterschiedliche Voraussetzungen der einzelnen Kinder anknüpfen, was gerade für Kinder mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik ein grosser Vorteil ist. Bedingung bei den Kindern im 1. Kindergartenjahr ist das Interesse an Zahlen und Mengen. Für leistungsstarke Kinder im 2. Kindergartenjahr wird die App jedoch schnell zu einfach. Mehrere Testpersonen gaben an, dass die Kinder sehr motiviert waren, mit der App zu trainieren und dass diese Motivation bis am Schluss der Testphase angehalten hat.

Es zeigte sich, dass die App prinzipiell den motorischen Fähigkeiten der Zielgruppe entspricht und die Kinder keine Mühe mit Klicken, Wischen oder Ziehen hatten. Lediglich der Doppelklick bei der Lernumgebung „grüner Fisch“ zum Abruf der Audiofunktion, stellte für einige Kinder eine Herausforderung dar.

Weiter zeigte sich nach der Auswertung, dass die SHPs mit der Grösse der Zahlen zufrieden waren und diese als gut leserlich einstufen. Für den Lernsoftwareexperten waren die Zahlen in der Lernumgebung „grüner Fisch“ und „Schatzkiste“ eher zu klein.

Die Audiofunktion, um Zahlen zu hören, wird mehrheitlich als hilfreich bewertet und ist gerade für diese Zielgruppe relevant. Hier gilt es weitere Überlegungen anzustellen, wie diese Funktion besser ersichtlich gemacht werden kann, da sich eine Person darüber längere Zeit nicht bewusst war.

Aufgrund der Einschätzung aller Testpersonen zeigt sich im Bereich Feedback ein Optimierungsbedarf. Mehrheitlich verstanden zwar die Kinder die Bedeutung des Feedbacks. Für einige Kinder war jedoch der Unterschied zwischen der Muschel mit dem offenen Mund und der Muschel mit dem geschlossenen Mund nicht klar verständlich. Zudem bietet das Feedback in seiner jetzigen Form dem Kind keine Möglichkeit, seine Eingabe selber zu korrigieren, sondern dies wird von der App übernommen.

### 7.3.2 Navigation und Gestaltung (2. Unterfrage)

Die 2. Unterfrage lautet:

2.2 Was zeigt sich in der Usability in Bezug auf die Navigation und die Gestaltung?

Basierend auf der Auswertung der Fragebögen zeigt sich, dass die Mehrheit der Befragten die Navigation als einheitlich einstufen und somit mit dem Aufbau der App zufrieden sind. Damit die App noch benutzerfreundlicher wird, fände es der Lernsoftwareexperte jedoch gut, wenn im Infokästchen auf der Startansicht ein Überblick stünde, was die App alles kann, so dass der Nutzer nicht unnötig Zeit braucht, um dies selber herauszufinden. Nach der Testphase finden fast alle befragten Personen, dass die Navigationselemente ausreichend weit voneinander platziert, in jeder Lernumgebung gut ersichtlich und selbsterklärend gestaltet sind. Lediglich einer Testperson war es lange nicht bewusst, dass die Schatztruhe auch eine Lernumgebung ist.

Hinsichtlich der Gestaltung gab es viele Komplimente seitens der Testpersonen. Durch das schlichte aber doch ansprechende Design ist ein ablenkungsfreies Üben ohne unnötige Animationen möglich. Die Gestaltungselemente wie z.B. Fische oder Goldstücke sind klar erkennbar. Dafür dürfte nach Felix Müller die Grösse der Zahlen in der Lernumgebung „grüner Fisch“ grösser sein, damit diese auch für Kinder mit Einschränkungen im Sehen gut lesbar sind. Alle waren sich einig, dass die App intuitiv zu bedienen ist und stuften sie mehrheitlich als selbsterklärend ein. Ebenso waren alle der Meinung, dass die Gestaltung der App benutzerfreundlich ist. Die Anleitungen zu den einzelnen Lernumgebungen sind verständlich formuliert. Die App lässt sich ohne grossen zeitlichen Aufwand starten und ist somit in verschiedenen Settings einsetzbar.

Diejenigen Testpersonen, die das Aufnehmen der Zahlen im gewünschten Dialekt ausprobiert hatten, fanden, dass die Sprachaufnahme einfach zu bewerkstelligen war.

### 7.3.3 Einzelne Lernumgebungen (3. Unterfrage)

Die 3. Unterfrage lautet:

2.3 Was zeigt sich **spezifisch** in Bezug auf die Usability der einzelnen Lernumgebungen?

**Lernumgebung „gelber Fisch“:** Nach dem Einsatz der App in der Praxis zeigte sich, dass im Level 1 die aktuelle Anzeigedauer der eingeblendeten Fische für die wenigsten Kinder passend ist. Für viele Kinder war die Zeitdauer entweder zu kurz oder zu lang. Zudem kam manchmal die gleiche Anzahl Fische gleich hintereinander nochmals, was die Kinder verwirrte. In den Levels 2 und 3 zeigte sich das gleiche Problem. Im

gleichen Aufgabenblock kamen manchmal mehrmals die gleichen Zahlen vor, manchmal sogar hintereinander.

**Lernumgebung „Schatzkiste“:** Hier wurde ersichtlich, dass die meisten Kinder die Bedeutung „mehr“ oder „weniger“ anhand der beiden verschieden gefüllten Säcke verstanden haben. Es gab aber auch Kinder, die dafür erst eine Erklärung brauchten und vor dem Trainieren mit dem Tablet mit konkretem Material in die Aufgabe eingeführt werden mussten.

**Lernumgebung „grüner Fisch“:** Wie bereits unter 7.2 beschrieben, war der Doppelklick in allen Levels, um die Audiofunktion abzuhören für einige Kinder eine Herausforderung. Zudem verwirrte es einige Kinder, dass bei den Fischen ohne Zahlen keine Audiofunktion hinterlegt ist. Sie wussten dann nicht, ob sie diesen Fisch mitzählen mussten oder nicht. Zudem merkten einige Kinder schnell, dass die Reihen immer entweder mit der Zahl 1 oder mit der Zahl 10 beginnen und es war für sie zu leicht, die Fische richtig zu platzieren.

### 7.3.4 Änderungsvorschläge (4. Unterfrage)

Die 4. Unterfrage lautet:

2.4 Welche Änderungen ergeben sich aufgrund der Rückmeldungen der Testpersonen und eigenen Erkenntnissen der Autorin?

Aus den Rückmeldungen der befragten Testpersonen und aus den Erkenntnissen/Überlegungen der Autorin ergeben sich konkrete Änderungsvorschläge für die Optimierung der App, die nachfolgend aufgelistet werden.

#### Allgemeine Änderungsvorschläge

- Der Home Button soll schneller reagieren.
- Bei einem Aufgabenblock dürfen nicht zweimal hintereinander oder fast hintereinander die gleichen Zahlen erscheinen. Diesbezüglich soll auch geprüft werden, ob es möglich ist, dass ein Niveau einfach anfängt und dann schwieriger wird.
- Das Feedback soll gemäss den Vorschlägen von Felix Müller angepasst werden (s. Kap. 9.1).
- Nur die SHP soll das Niveau auswählen können.
- Im Infobutton auf der Startseite soll nicht nur stehen, wer die App konzipiert und programmiert hat, sondern es soll überblicksartig dargestellt werden, was die App alles kann.
- Die Autorin fände es überlegenswert, der Idee eines eigenen Logins nachzugehen und so die Möglichkeit zu prüfen, mit den gelösten Aufgaben Punkte zu sammeln, die dann auf der persönlichen Eingangsseite z. B. in Form von Meerestieren eingelöst werden könnten (z.B. 10 Punkte = 1 Schildkröte, 20 Punkte = 1 Hai etc.).
- Andere Lernumgebungen zum Mengen- und Zahlenvorwissen

#### Änderungsvorschläge Lernumgebung 1 „gelber Fisch“

- Ein Zeitregler soll bei der Aufgabe zur simultanen Anzahlerfassung (gelber Fisch, Niveau 1) eingebaut werden, um die Anzeigedauer der Fische für jedes Kind individuell anzupassen.
- Simultane Anzahlerfassung: Mehr Möglichkeiten programmieren.

**Änderungsvorschläge Lernumgebung 2 „Schatzkiste“**

- Zahlen sollen grösser sein.
- Mengenunterschied soll bei der Schatztruhe nicht zu eindeutig sein.
- Die beiden Säcke in der Lernumgebung „Schatzkiste“ sollen mit einer Audiofunktion („mehr“ oder „weniger“) hinterlegt werden.

**Änderungsvorschläge Lernumgebung 3 „grüner Fisch“**

- Zahlen sollen grösser sein.
- Der Zahlenraum des 3. Levels soll ev. bis 25 oder 30 gehen.
- Fische, auf denen keine Zahlen stehen, sollen ebenfalls mit einer entsprechenden Audioaufnahme hinterlegt werden.
- Zudem könnten Überlegungen angestellt werden, ob es sinnvoll wäre, im Niveau 2 und 3 jeweils nur einen Ausschnitt der Zahlenreihe zu zeigen und nicht wie jetzt immer von 1 bis 10 oder von 10 bis 20. So wäre eine Aufgabe z. B. im Niveau 2 von 4 bis 8 und die nächste Aufgabe von 5 bis 9. Das Kind müsste dann pro Aufgabe nur etwa 2 Fische richtig platzieren anstatt wie jetzt deren 5. Wenn es programmiertechnisch möglich wäre, wäre ein Anbieten beider Varianten am besten.
- Der Doppelklick soll durch einen einfachen Klick ersetzt werden.
- Es soll geprüft werden, ob der grüne Fisch als Symbol durch das Seepferd ersetzt werden kann, so dass drei verschiedene Symbole für je eine Lernumgebung stehen. Die Zahlenreihen würden dann nicht mehr durch Fische, sondern durch Seepferdchen gebildet.

**7.3.5 Beantwortung der 2. Hauptfrage**

Die 2. Hauptfrage lautet:

2. Was zeigt sich bezüglich Usability der App nach der Testphase von 4 Wochen im Kindergarten?

Einerseits zeigt sich, dass die auf theoretischen Erkenntnissen basierende App in dieser Form bereits im Kindergarten praxistauglich wäre und sich für Kinder mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik eignet. Andererseits gibt es konkrete Hinweise/Vorschläge, was optimiert werden könnte. Besonders die Anregungen bezüglich des Feedbacks von Felix Müller (s. Kap. 9.3) fand die Autorin sehr hilfreich, damit der Vorteil eines Tablets noch mehr hervorgehoben werden kann. Die Items bezüglich des Feedbacks (Item 6 und 10) zeigten auch bei den SHPs eine Streuung, was auf dessen Optimierungsbedarf hindeutet. Besonders gefreut hat sich die Autorin, dass alle ausser einer Testperson (sie stufte dieses Item als eher zutreffend ein) der Meinung sind, dass mit der App ein ablenkungsfreies Üben möglich ist, da sie auf diesen Punkt bei der Gestaltung grossen Wert gelegt hatte. Wie bereits unter 3.1.6.1 aufgezeigt, kann so Kindern mit geringer Gedächtniskapazität sowie Kindern mit Aufmerksamkeitsproblemen ein ressourcenorientiertes Lernen ermöglicht werden, indem Lernmaterialien so gestaltet sind, dass unwichtige Informationen weggelassen werden und somit das Arbeitsgedächtnis entlastet wird (vgl. Krajewski & Ennemoser, 2010, S. 344). Eher überraschend war, dass nur wenige die Aufnahmefunktion ausprobiert haben. Möglicherweise war dies zu kompliziert oder den Testpersonen genügte die Hochdeutsche Version im Kindergarten, da doch das Abhören der Zahlen von den Allermeisten als hilfreich eingestuft wurde. Erfreulich war auch die positive Einschätzung aller Testpersonen in Bezug auf die intuitive Bedienung, Levelauswahl/Aufgabentyp und die Rückmeldungen bezüglich des Designs der App. Letzteres wurde der Autorin entweder schriftlich (Item 28) oder mündlich mitgeteilt.

## 8. Evaluation des Forschungsprozesses

Dieses Kapitel ist der Evaluation des Forschungsprozesses gewidmet. Dieser wird zuerst reflektiert und anschliessend werden Herausforderungen und Erkenntnisse beschrieben. Bevor die Zielerreichung und die persönlichen Zielsetzungen überprüft werden, findet die kritische Reflexion der Forschungsmethoden statt. Darauf folgend findet die kritische Reflexion der Forschungsmethoden statt. Die Darlegung der Bedeutung der Forschung aus heilpädagogischer und aus Sicht der Autorin rundet dieses Kapitel ab.

### 8.1 Reflexion des Forschungsprozesses

Während des gesamten Forschungsprozesses war qualitatives Denken bedeutsam. Von den dreizehn Säulen qualitativen Denkens nach Mayring (s. Kap. 4.2) konnten die für diese Arbeit relevanten fünf Säulen in die Vorgehensweise dieser Entwicklungsarbeit einbezogen werden. Der Forschungsprozess war von Anfang an darauf ausgerichtet, eine praxistaugliche Mathematik App für den Kindergarten zu konzipieren. Trotz oder gerade wegen dieser klaren Ausrichtung blieb die Autorin dem Forschungsgegenstand gegenüber immer offen. Dies zeigt sich insbesondere in der kritischen Interpretation der Ergebnisse nach der Testphase, da die Autorin eine noch bessere Version ihrer Mathematik App anstrebte. Bereits bei der Konzeption der App war die Autorin stets bemüht, Ideen zu entwickeln, die deren Optimierung dienten. Hierfür war eine Interaktion zwischen Forscherin und Forschungsgegenstand unerlässlich. Je mehr Erkenntnisse aus der Introspektion gewonnen wurden, desto bessere Ideen konnten für die Konzeption entwickelt werden. Dies war nach Ansicht der Autorin eine der wichtigsten Aspekte dieser Arbeit. Sie ist der Meinung, dass zwischen der Offenheit, der Introspektion und der Forscher-Gegenstands-Interaktion Wechselwirkungen bestehen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben, da sich das qualitative Denken gegenseitig beeinflusst hat. Schlussendlich wurden die einzelnen Verfahrensschritte im ganzen Forschungsprozess in vorliegender Arbeit sorgfältig und für den Leser nachvollziehbar dokumentiert. Inwieweit die gewählten Forschungsmethoden und deren Ergebnisse den Anspruch auf Gültigkeit und Objektivität erfüllen, wird unter 8.3 aufgezeigt.

### 8.2 Herausforderungen und Erkenntnisse

Im Frühling des letzten Jahres kam der Autorin der Gedanke, eine eigene Mathematik App zu konzipieren und entwickeln zu lassen. Von dieser Idee bis zur praxistauglichen App war es ein intensiver Weg und der Entstehungsprozess vorliegender Arbeit dauerte ein Jahr. In dieser Zeit wünschte sich die Autorin manchmal, sie hätte sich keine Entwicklungsarbeit ausgesucht, da es aufwändig war, die Konzeption zu erstellen, das Produkt entwickeln zu lassen und anschliessend in der Praxis zu testen und zu evaluieren. Da die Autorin so begeistert von dem Produkt und dessen Entstehung war, nahm sie diesen Mehraufwand gerne in Kauf. Die Abhängigkeit von anderen Personen empfand die Autorin zeitweise herausfordernd. So war sie etwa darauf angewiesen, dass die App zum vereinbarten Zeitpunkt fertig entwickelt ist und dass Ergebnisse der Testpersonen rechtzeitig vorliegen.

Des Weiteren musste darauf vertraut werden, dass die Testpersonen die Vorgabe der Testphase einhielten. Da sich die Fertigstellung der App verzögerte, konnte sie den Testpersonen nicht wie angekündigt Mitte Dezember, sondern erst anfangs Januar zum Testen zugesandt werden. Eine SHP merkte erst relativ spät, dass sie den Code auf ihrem iPad nicht herunterladen konnte. Die Autorin musste für sie einen Ersatz suchen und deshalb das Rücklaufdatum der Evaluation entsprechend verlängern. Diese Erfahrung machte auch die Autorin in den beiden Testkindergärten. Auf die dortigen iPads konnte die App nicht geladen werden, da die Displayauflösung zu klein war. Deshalb mussten neuere iPads von der Schule ausgeliehen wer-



den. Zwei SHPs, die sich bereit erklärten, die App zu testen, hatten kein iPad, so dass die Autorin ihr persönliches iPad ausleihen musste. Bei einigen SHPs lief der Code ab und so mussten beim Entwickler neue Codes angefordert werden, die von diesem auch immer postwendend zugeschickt wurden.

Eine Erkenntnis, zu der bereits andere Schulen mit dem Einsatz von Tablets auch gekommen sind (s. Kap. 2.1), ist der Aspekt der Motivation. Die Autorin konnte selber beobachten, wie motiviert die Kinder mit dem iPad geübt haben. Viele Testpersonen bestätigten dies in ihrer Rückmeldung, wonach die Motivation mit der App zu trainieren bis am Ende der Testphase hoch geblieben sei.

Am meisten erstaunt hat die Tatsache, dass aus den anfänglich angefertigten Skizzen wirklich eine App entstanden ist. Nach wie vor versetzen die technischen Möglichkeiten die Autorin ins Staunen. Zu allen Ideen der Autorin sagte der CEO der Entwicklerfirma, es sei kein Problem, dies könne so umgesetzt werden. Dieser Umstand zeigt das riesige Potenzial dieses Mediums auf, wenn einerseits das technische Knowhow mit dem pädagogisch-didaktischen Wissen zusammenfließt. Die Autorin ist überzeugt, dass dieses Zusammenführen hinsichtlich der Entwicklung digitaler Medien im Bildungsbereich an Bedeutung gewinnen wird, da das Potenzial diesbezüglich noch nicht ausgeschöpft ist. Auch die Autorin gelangt zur Erkenntnis, dass die Feedbackmöglichkeiten in der jetzigen Version der App noch nicht vollständig ausgenutzt werden und deshalb in der überarbeiteten Version verbessert werden sollen.

Erst das Zusammenspiel von Erkenntnisgewinn durch Lesen von Fachliteratur mit Erfahrungen aus der Praxis während des Forschungsprozesses ermöglichte die Entstehung dieser theoriegestützten Mathematik App.

### **8.3 Kritische Reflexion der Forschungsmethoden**

Nachfolgend werden die eingesetzten Methoden kritisch reflektiert.

#### **8.3.1 Umfeldanalyse**

Die anfangs durchgeführte Umfeldanalyse machte die Autorin vor ziemlich rund einem Jahr. Die Ergebnisse betreffend Sinnhaftigkeit einer solchen App, Wahl des Betriebssystems sowie auch gewünschter Inhalt waren richtungsweisend für die weitere Arbeit. Die Autorin wollte die Umfeldanalyse vor den Sommerferien durchführen, so dass sie in den Ferien die Ergebnisse auswerten und mit der Arbeit beginnen konnte. Deshalb fehlte vor dem Erstellen der Analyse die Zeit, sich ausreichend Fachwissen im Bereich Mathematik anzueignen. Ein anderes Mal würde die Autorin bezüglich der Frage nach dem Inhalt mit einer offenen Frage arbeiten, so wie dies Altrichter und Posch vorschlagen, wenn die Vorüberlegungen, in diesem Fall das Vorwissen, noch undifferenziert sind (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 167-169).

#### **8.3.2 Inhaltsanalyse**

Die Auswahl des Literaturkorpus im Bereich Mathematik war einfacher als im Bereich App Design, da zu Ersterem bereits viel Literatur vorhanden ist, die den Ansprüchen der Quellenbewertung genügen (s. Kap. 4.3.1). Im Bereich App Design gab es nicht so viel Literatur, was bei der eher jüngeren Thematik durchaus einleuchtend ist. Die Autorin musste deshalb auch auf Internetseiten ausweichen, so dass der wissenschaftliche Aspekt eher weniger berücksichtigt werden konnte, dafür war die Aktualität der Quellen gegeben. Umso erfreulicher fand die Autorin das Ergebnis der Anforderungen in diesem Bereich. Auch merkte die Autorin, dass in den Bibliotheken Literatur zum Bereich App Design und Tablets im Unterricht sehr gefragt war. Diese Bücher waren häufig ausgeliehen oder wurden gerade wieder reserviert. Beim Anfertigen der Exzerpte auf

Zetteln war es wichtig, die genaue Quellenangabe zu notieren, so dass beim Handhaben derselben immer klar war, woher die Quelle kam. So konnte vermieden werden, dass unnötige Zeit mit Suchen der entsprechenden Textstelle in den Büchern verbracht wurde. Das konkrete Vorgehen bei der Inhaltsanalyse war für die Autorin hilfreich. Nach dem Erstellen des Ablaufmodells konnte so schrittweise vorgegangen werden. Dies bedingte ein gutes Einlesen in die Methode. Das Definieren eines Oberbegriffs für eine Kategorie fiel der Autorin anfangs schwerer, im Laufe der Zeit wurde sie aber immer geübter. Hilfreich war ihr dabei der Hinweis ein Begriff oder Satz, der möglichst nahe am Forschungsgegenstand formuliert ist, als Kategorienbezeichnung zu nehmen (vgl. Mayring, 2017, S. 116f.).

Wie unter 4.2 beschrieben, können zur Einschätzung der Ergebnisse vier der sechs allgemeinen Gütekriterien qualitativer Forschung herangezogen werden. Die Verfahrensdokumentation kann als erfüllt angesehen werden, da die Methode unter 4.3.2 ausführlich dokumentiert ist. Einerseits wird die Methode erläutert und andererseits das konkrete Vorgehen spezifisch für diese Masterarbeit beschrieben. Durch dieses schrittweise Vorgehen zur systematischen Bearbeitung des Materials wird das Kriterium der Regelgeleitetheit erfüllt. Die Nähe zum Gegenstand kann insofern als erfüllt angesehen werden, da nur Datenmaterial bearbeitet wurde, das für die Konzeption des Produkts relevant war. Das Kriterium der Triangulation kann dahingehend als erfüllt angesehen werden, da für die Analysen Material von verschiedenen Autoren bearbeitet wurde (vgl. Roos & Leutwyler, 2011, S. 151).

### 8.3.3 Fragebogen

Die Autorin fand den Fragebogen als Forschungsinstrument geeignet, da mit den Ergebnissen die zweite forschungsleitende Fragestellung beantwortet werden konnte. Der Fragebogen konnte per Mail an die Testpersonen verteilt werden, die nun gleichzeitig die Evaluation durchführen konnten. Da keine Testperson nachfragte, wie ein Item gemeint sei, geht die Autorin davon aus, dass es bei deren Einschätzung keine Verständnisprobleme gab. Durch das vorgängige Einlesen in die Theorie konnten bei der Erstellung wichtige Aspekte einfließen, wie z. B. keine Suggestivfragen stellen, Kästchen zum Ankreuzen verwenden, erklären oder weglassen von Fachausdrücken (vgl. Hunziker, 2017a, S. 92). Hilfreich fand die Autorin die Kommentare der Testpersonen, wenn C (trifft eher nicht zu) gewählt wurde. Bei einem erneuten Durchführen würde die Autorin einige Items zusammenfassen, so dass schlussendlich weniger Items zu beantworten wären. Des Weiteren wäre darauf zu achten, dass jedes Item nur eine Aussage enthielte (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 170-175). Die Autorin hat in den Items 8 und 11 jeweils zwei Aussagen verpackt. Die Antworten auf die offene Frage fand die Autorin sehr aufschlussreich. An dieser Stelle könnten ein anderes Mal noch mehr offene Fragen bezüglich Lob, Kritik und Optimierungsvorschlägen gestellt werden, so dass mehr Befragte auf alle Kategorien eine Antwort schreiben und die qualitative Auswertung dadurch noch gehaltvoller wird. Bezüglich der Einschätzung der Gütekriterien zeigt sich, dass der Fragebogen nur Items enthält, die für die Beantwortung der forschungsleitenden Fragestellung relevant sind, da die aus der qualitativen Inhaltsanalyse abgeleiteten Anforderungen als Grundlage dienten (s. Kap. 8.1). Die Validität ist somit erfüllt. Das Kriterium der Reliabilität kann als Schwachpunkt zur Überprüfung der Ergebnisse angesehen werden. Es kann durchaus sein, dass eine SHP mit anderen Kindern zu einem späteren Zeitpunkt zu einer anderen Einschätzung gekommen wäre. Das wird insofern relativiert, als die Testdauer über vier Wochen betrug und die Antworten insofern keine Momentaufnahme darstellen. Die Durchführungs- und Auswertungsobjektivität sind durch die Standardisierung der Durchführung und durch die Skalierung der Items erfüllt. Die Interpretationsobjektivität ist aus Sicht der Autorin erfüllt, auch wenn eine gewisse Nähe zum Untersuchungsgegenstand

nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Die Autorin war sich dessen bewusst und versuchte, objektiv zu interpretieren. Schliesslich ist es ihr ein grosses Anliegen, eine praxistaugliche App zu konzipieren. Um die Gültigkeit der Ergebnisse des Fragebogens, insbesondere der offenen Fragestellung, zu überprüfen, wurden die Auswertung und die Änderungsvorschläge allen Befragten schriftlich vorgelegt, so dass die kommunikative Validierung gewährleistet wurde (vgl. Mayring, 2016, S. 147). Die Triangulation kann als gelungen angesehen werden, da die Einschätzung der App auf den drei Ebenen Lernsoftwareexperte, SHPs und Autorin erfolgte.

#### 8.4 Evaluation der Zielerreichung

Nachfolgend wird die Zielerreichung bezüglich Entwicklungsziel, Zielsetzungen der Entwicklungsarbeit und persönliche Zielsetzungen überprüft.

##### 8.4.1 Überprüfung Entwicklungsziel

Das Entwicklungsziel dieser Masterarbeit kann nun überprüft werden.

**Entwicklungsziel:**

Entwicklung einer Mathematik App für Kindergartenkinder, mit der Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert werden kann.

Das unter 2.7 beschriebene Entwicklungsziel ist klar erreicht. Das theoriegestützte Produkt, eine Mathematik App für Kindergartenkinder, ist konzipiert und entwickelt worden. Die App hat die Prüfung durch den App Store erfolgreich bestanden. Ausgesuchte Personen konnten die App im App Store im nicht öffentlichen Bereich mit einem Code herunterladen. Die zehn Testpersonen, der Lernsoftwareexperte und die Autorin haben die App erfolgreich im Unterricht einsetzen können.

##### 8.4.2 Überprüfung Zielsetzungen der Entwicklungsarbeit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die am Anfang unter 2.6 gesetzten Ziele erreicht wurden.

Die entwickelte Mathematik App, mit der Zahlen- und Mengenvorwissen im Kindergarten trainiert werden kann, basiert auf mathematischen, didaktischen und gestalterischen Anforderungen, die aus der Literatur mittels Inhaltsanalyse abgeleitet wurden. Zudem ist der Bezug zum Lehrplan 21 hergestellt worden. Die App wurde von zehn SHPs, einem Lernsoftwareexperten und der Autorin selbst in der Praxis getestet. Nach der Testphase zeigte sich, dass das Produkt einfach und schnell in verschiedenen Settings im Unterricht eingesetzt werden kann. Des Weiteren zeigte sich, dass die App intuitiv zu bedienen ist und ohne Text für die Zielgruppe auskommt. Bezüglich Gestaltung ist die App auf das Wesentlichste reduziert und sie enthält verschiedene Aufgabentypen in jeweils drei Leistungsniveaus. Das Kind erhält auf eine Aufgabe unmittelbar ein Feedback.

##### 8.4.3 Überprüfung persönliche Zielsetzungen

An dieser Stelle werden die persönlichen Ziele evaluiert (s. Kap. 1.1.2). Es ist mir gelungen, ein theoriegestütztes Produkt zu konzipieren, das mit professioneller Hilfe realisiert werden konnte. Aus den Rückmeldungen der Fragebögen kann entnommen werden, dass die Mathematik App in der Praxis für Lehrpersonen von Nutzen ist. Die Auseinandersetzung mit digitalen Medien passierte einerseits mit der Aufarbeitung der

Theorie und andererseits durch den Einsatz in zwei Kindergärten mit insgesamt 34 Kindern. Durch das Beobachten dieser Kinder während des Gebrauchs konnten wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Es zeigte sich, dass Tablets sehr wohl schon auf dieser Stufe erfolgreich eingesetzt werden können. Alle Kinder reagierten mit Neugier auf die App und arbeiteten stets motiviert damit. Dabei stand aber nicht das Arbeiten mit dem Tablet im Mittelpunkt des Kindergartenalltags, sondern den Kindern war das Spielen miteinander oder alleine weiterhin wichtig. Diese Erkenntnis bestätigte die Autorin in der Annahme, dass ein Tablet ein zeitgemässes Medium ist, das genauso seinen berechtigten Platz wie andere Medien hat (s. Kap. 2.8).

Damit die App konzipiert werden konnte, war die Auseinandersetzung mit der Theorie zum Zahlbegriffserwerb und somit ein Wissenszuwachs unvermeidlich. Auch im Bereich wissenschaftliches Arbeiten konnte bereits Bekanntes gefestigt und neues Wissen dazu erworben werden, letzteres hinsichtlich Aufbau einer Masterarbeit und in der Arbeit verwendete Forschungsmethoden.

### **8.5 Relevanz der Forschung aus heilpädagogischer Sicht**

Beschreibung der Kinder, welche die App testeten: Eine SHP setzte die App zur Prävention ein, da sie keine Kinder mit Förderbedarf in der Mathematik hatte. Die anderen neun SHPs hingegen testeten die App vorwiegend an Kindern mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik. Der Förderbedarf zeigte sich in den Bereichen vor- und rückwärts zählen, flexibel zählen, Zahlen ordnen, Mengen vergleichen, simultane Anzahlerfassung, Eins-zu-Eins-Zuordnung, Mengen abzählen, Würfelaugen erkennen und Zahlen benennen können. Eine SHP liess zwei Kinder mit Down Syndrom aus einer 3. Klasse die App testen. Nach Angaben dieser SHP übten beide Kinder begeistert damit.

Der Lernsoftwareexperte testete die App mit einer Sonderschülerin aus der 3. Oberstufe.

Ein Kindergarten, in dem die Autorin als SHP unterrichtet, setzte die App als Posten in einer Mathematikwerkstatt ein. Im anderen Kindergarten probierten alle Kinder die App während dem Freispiel aus. Insgesamt konnten 34 Kinder, darunter 8 Kinder mit Förderbedarf in der Mathematik, beobachtet werden. Die Schwierigkeiten dieser Kinder zeigten sich vor allem im Bereich Zählen, simultane Anzahlerfassung, Eins-zu-Eins-Zuordnung und Zahlenfolgen bilden.

Mehrere SHPs schrieben als Rückmeldung, dass sie positiv überrascht waren, wie ausdauernd und motiviert Kinder mit Aufmerksamkeitsschwierigkeiten mit der App trainierten. Dies konnte auch die Autorin beobachten. Der Faktor Motivation wurde mehrmals genannt und scheint ein grosser Vorteil digitaler Medien zu sein, ebenso wie das unmittelbare Feedback nach dem Lösen einer Aufgabe. Die Autorin konnte beobachten, dass sich die Kinder über das positive Feedback sehr freuten. Wenn das Feedback für die neue Version nach den Empfehlungen von Felix Müller überarbeitet wird, kann die App Kinder diesbezüglich noch gezielter unterstützen. Die App ist überdies selbsterklärend und intuitiv zu bedienen, so dass ein Kind selbständig in seinem Lerntempo damit arbeiten kann.

Ein weiterer wichtiger Punkt aus heilpädagogischer Sicht ist die Prävention. Die Autorin kann sich gut vorstellen, dass die App eingesetzt werden kann, um Risikokinder frühzeitig zu erkennen.

Insgesamt haben 118 Kinder, davon 46 mit ausgewiesenem Förderbedarf in der Mathematik, die App getestet. Die Autorin ist sich bewusst, dass mit dieser Stichprobe keine repräsentativen Aussagen gemacht werden können. Es lässt sich aber durchaus eine qualitative Tendenz erkennen. Daraus folgend kann gesagt werden, dass die heilpädagogische Relevanz der entwickelten Mathematik aufgrund der gemachten Erfahrungen und Rückmeldungen der Testpersonen ausgewiesen ist.

**8.6 Relevanz der Forschung für die berufliche Praxis der Autorin**

Aufgrund der positiven Erfahrungen und den Beobachtungen, welche die Autorin während der Testphase im Umgang mit dem iPad machen konnte, wird sie dieses Medium auch zukünftig in ihrem Unterricht einsetzen. Die einfache Handhabbarkeit und der selbstverständliche Umgang der Kinder überzeugte die Autorin neben den herausragenden Vorteilen der individuellen, an die Lernvoraussetzungen angepassten Einsatzmöglichkeiten. Die vielen unterschiedlichen didaktischen Settings, die sich durch den Gebrauch von Tablets ergeben, machen Lust, diesbezüglich mehr auszuprobieren und konkrete Lernmaterialien mit Apps zu kombinieren. Alle Kinder arbeiteten mit dem iPad stets motiviert und ein positives Feedback war ihnen wichtig. Kinder, die sonst mehrheitlich Unterstützung bei einzelnen Arbeitsaufträgen brauchen, konnten mit der App selbständig trainieren, was sie sichtlich stolz machte.

Wie bereits am Anfang des Forschungsprozesses unter 2.8 geschrieben, vertritt die Autorin auch nach der Testphase die Meinung, dass Tablets weder hochgejubelt noch verteufelt werden sollen, sondern als das angesehen werden, was sie in Wirklichkeit sind: Ein für das 21. Jahrhundert zeitgemässes Medium, das, wenn es didaktisch sinnvoll gewählt und methodisch überlegt eingesetzt wird, bereits auf der Kindergartenstufe genauso seinen berechtigten Platz wie andere Medien hat.

## 9. Ausblick

Zum Schluss wird in den folgenden Abschnitten ein Ausblick zu weiterführenden Forschungen und konkret auf die Mathematik App bezogen, aufgezeigt.

Abschliessend werden Ideen für weitere Forschungen beschrieben und des Weiteren die konkreten Schritte bezüglich der Weiterführung der entwickelten Mathematik App aufgezeigt.

### 9.1 Weiterführende Forschungen

In vorliegender Entwicklungsarbeit ist eine auf theoretischen Erkenntnissen basierende Mathematik App für die Kindergartenstufe entstanden, die hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit erfolgreich in mehreren Kindergärten getestet wurde. Aus eigenem Erkenntnisinteresse fände es die Autorin äusserst spannend, der Frage nach der Wirksamkeit der App nachzugehen. Dies könnte z. B. im Rahmen einer grösser angelegten Studie mit einem Pre- und Posttestsetting geschehen. Eine solche Wirksamkeitsstudie könnte auch in einer Sonderschule mit Kindern mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik durchgeführt werden. Die Rückmeldungen einiger Testpersonen diesbezüglich machen neugierig. Zudem wäre die Autorin sehr interessiert, digitale Medien und deren Einsatz oder die Wirksamkeit im Unterricht zu erforschen.

Eine weitere Forschungsfrage könnte im Zusammenhang mit dem Einsatz der Mathematik App in der Primarschule bestehen. Die Autorin fände es spannend zu erforschen, inwiefern die App bei Kindern in einer 1. Klasse oder auch zu Hause einsetzbar wäre. Sie könnte sich gut vorstellen, dass gerade am Schulanfang die App hilfreich ist, wenn es darum geht, den Zahlenraum bis 20 zu festigen.

Der Autorin hat es viel Freude bereitet, diese App zu konzipieren und fand die Zusammenarbeit mit der Softwarefirma sehr spannend. Sie könnte sich durchaus vorstellen, ein neues Projekt in einem anderen Bereich in Angriff zu nehmen. Einige Ideen wären dazu bereits vorhanden.

### 9.2 Weiterführung der Mathematik App

Die Autorin wird die aus der vorliegenden Arbeit gewonnen Erkenntnisse und Ideen mit dem Entwickler besprechen (siehe Abschnitt 7.3.4). Die Änderungsvorschläge sollen so bald als möglich umgesetzt werden, damit die überarbeitete Version im App Store allen Interessierten zur Verfügung steht. Weiterer Überlegungen bedarf die Bekanntmachung der App. Die Autorin würde sich natürlich sehr darüber freuen, wenn die App auf breite Zustimmung stiesse und in möglichst vielen Klassen zum Einsatz käme.

## Verzeichnisse

### Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Checkliste für die Auswahl wissenschaftlicher Quellen, Voss, 2017 .....	45
Tabelle 2: Übersicht der Oberbegriffe zu den einzelnen Kategorien .....	47
Tabelle 3: Beispiel Fragebogenauswertung .....	52
Tabelle 4: Mathematische Anforderungen .....	55
Tabelle 5: Für die Konzeption relevante Kompetenzstufen aus dem Lehrplan 21 .....	56
Tabelle 6: Didaktische Anforderungen .....	56
Tabelle 7: Gestalterische Anforderungen .....	57
Tabelle 8: Verschiedene Feedbackformen .....	61
Tabelle 9: Übersicht Lernumgebung 1, Level 1, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21 .....	62
Tabelle 10: Anleitung Lernumgebung 1, Level 1 .....	62
Tabelle 11: Übersicht Lernumgebung 1, Level 2 und 3, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21 .....	63
Tabelle 12: Anleitung Lernumgebung 1, Level 2 und 3 .....	63
Tabelle 13: Übersicht Lernumgebung 2, Level 1 bis 3, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21 .....	64
Tabelle 14: Anleitung Lernumgebung 2, Level 1 bis 3 .....	64
Tabelle 15: Übersicht Lernumgebung 3, Level 1 bis 3, Anforderungen und Bezug zum Lehrplan 21 .....	64
Tabelle 16: Anleitung Lernumgebung 3, Level 1 bis 3 .....	65
Tabelle 17: Ableitung der Items für den Fragebogen .....	66

### Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ergebnis Umfeldanalyse, gewünschter Lerninhalt für die Mathematik App (Gredig, 2017) .....	10
Abb. 2: Entwicklungsmodell der Zahl-Grössen-Verknüpfung nach Krajewski .....	23
Abb. 3: Mediendidaktik und Medienerziehung als Teil der Medienpädagogik (Petko, 2014, S. 156) .....	32
Abb. 4: Eigene Darstellung des Forschungsablaufs Teil 1 (Gredig, 2017) .....	44
Abb. 5: Eigene Darstellung Ablaufmodell Inhaltsanalyse in Anlehnung an Mayring (Gredig, 2017) .....	46
Abb. 6: Eigene Darstellung des Forschungsablaufs Teil 2 (Gredig, 2017) .....	48
Abb. 7: Eigene gewählte Skalierung für den Fragebogen (Gredig, 2017) .....	50
Abb. 8: Eigene Darstellung der Triangulation zur Einschätzung der App bez. Usability (Gredig, 2017) .....	52
Abb. 9: Startansicht, Sprachauswahl und Informationen über die App .....	60
Abb. 10: Levelauswahl der drei Lernumgebungen .....	60
Abb. 11: Beispiel zehn Muscheln in einer Lernumgebung, Home-Button oder die Aufgabe nochmals lösen .....	61
Abb. 12: Beispiel Lernumgebung „gelber Fisch“, Level 1 .....	62
Abb. 13: Beispiel Lernumgebung „gelber Fisch“, Level 2 .....	63
Abb. 14: Beispiel Lernumgebung „Schatztruhe“, Level 1 .....	64
Abb. 15: Beispiel Lernumgebung „grüner Fisch“, Level 2 .....	65

### Literaturverzeichnis

- Altrichter, H. & Posch, P. (2007). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht: Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung* (4. Aufl.). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Bader, R. (2015). Medienarbeit als Spiel. Entwicklungspsychologische Voraussetzungen für die aktive Medienarbeit mit Kindern. In G. Anfang (Hrsg.), *Wischen klicken knipsen. Medienarbeit mit Kindern* (S. 211-222). München: Kopaed.
- Baumann, T. (2005). *Medienpädagogik, Internet und eLearning: Entwurf eines integrativen medienpädagogischen Programms*. Zürich: Pestalozzianum.
- Bildungsdirektion Kanton Zürich (2017). *Lehrplan Volksschule. Grundlagen*. Zürich: Bildungsdirektion.
- Bildungsdirektion Kanton Zürich (2017). *Lehrplan Volksschule. Modul Mathematik*. Zürich: Bildungsdirektion.
- Bildungsdirektion Kanton Zürich (2017). *Lehrplan Volksschule. Modul Medien und Informatik*. Zürich: Bildungsdirektion.
- Bildungsdirektion Kanton Zürich (2017). *Lehrplan Volksschule. Überblick*. Zürich: Bildungsdirektion.

- Bogner, A., Littig, B. & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung* (Qualitative Sozialforschung). Wiesbaden: Springer VS.
- Bostelmann, A. (2013). Digitale Medien sind Alltag. *Kindergarten heute*, 10, 28-30.
- Bostelmann, A. & Fink, M. (2014). *Digital Genial: Erste Schritte mit Neuen Medien im Kindergarten* (1. Aufl.). Berlin: Bananenblau.
- Demmler, K. & Struckmeyer K. (2015). Medien entdecken, erproben und in den Alltag integrieren. Null- bis Zwölfjährige in der Medienpädagogik. In G. Anfang (Hrsg.), *Wischen klicken knipsen. Medienarbeit mit Kindern* (S. 223-231). München: Kopaed.
- Duden Sprachwissen*. (2013). Ravensburg: Munzinger-Archiv GmbH.
- Eggli, M. (2017). Wie Zürcher Schulen digital aufrüsten. Zugriff am 21.8.2017 unter <https://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/region/wie-zuercher-schulen-digital-aufruesten/story/16974399>
- Feil, C. (2014). Eine App muss auch herausfordern. Ein Interview mit Christine Feil. *merz. medien + erziehung*, 3, 53-56.
- Flick, U. (2009). *Sozialforschung: Methoden und Anwendungen: Ein Überblick für die BA-Studiengänge*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Flick, U. (2011). *Triangulation: Eine Einführung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Fritz, A. & Ricken, G. (2005). Früherkennung von Kindern mit Schwierigkeiten im Erwerb von Rechenfertigkeiten. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen: Tests & Trends* (S. 5-27). Göttingen: Hogrefe.
- Fritz, A. & Ricken, G. (2008). *Rechenschwäche*. München: E. Reinhardt.
- Garrote, A., Moser Opitz, E. & Ratz, C. (2015). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung: Eine Querschnittstudie. *Empirische Sonderpädagogik*, 1, 24-40.
- Gasteiger, H. (2017). Frühe mathematische Bildung - sachgerecht, kindgemäss, anschlussfähig. In S. Schuler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule* (S. 9-26). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gyseler, D. (2015). Neuropädagogik – die neue Heilpädagogik? Interview mit Dominic Gyseler. *Konferenz der Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen*, 34, 9-11.
- Hartmann, E. & Dolenc-Petz, R. (2013). *Olli, der Ohrendetektiv. Test und Förderverfahren zur phonologischen Bewusstheit in Vorschule und Schule* (3. Aufl.). Donauwörth: Auer Verlag.
- Hasemann, K., & Gasteiger, H. (2014). Anfangsunterricht Mathematik (3., überarbeitete und erweiterte Auflage ed., Mathematik Primar- und Sekundarstufe I + II). Berlin: Springer.
- Hasselhorn, M., Schneider, W. & Marx, H. (2005). Diagnostik von Mathematikleistungen, -kompetenzen und -schwächen. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen: Tests & Trends* (S. 1-4). Göttingen: Hogrefe.
- Hauser, B., Rathgeb-Schnierer, E., Stebler, R & Vogt, F. (2017). *Mehr ist mehr: Mathematische Frühförderung mit Regelspielen* (2. Aufl.). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Hepberger, B. (2014). Schulisches Lernen baut auf Vorläuferfertigkeiten auf. *Heilpädagogik aktuell*, 13, 2.
- Hess, K. (2011). Kompetenzorientierung im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern - Eine Anregung zum Aufbau einer mathematischen Strategie-Bewusstheit. In M. Lüken & A. Peter-Koop (Hrsg.), *Mathematischer Anfangsunterricht: Befunde und Konzepte für die Praxis* (S. 22-37). Offenburg: Mildnerberger.
- Hipeli, E. (2014). Medien-Kids: *Bewusst umgehen mit allen Medien - von Anfang an* (Ein Ratgeber aus der Beobachter-Praxis). Zürich: Beobachter-Edition.



- Hugger, K.U., (2008). *Medienkompetenz*. In U. Sander (Hrsg.), Handbuch Medienpädagogik (S. 93-99). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hunziker, A. (2017a). *Spass am wissenschaftlichen Arbeiten: So schreiben Sie eine gute Semester-, Bachelor- oder Masterarbeit* (7. Aufl.). Zürich: Verlag SKV.
- Hunziker, D. (2017b). *Hokuspokus Kompetenz?* Kompetenzorientiertes Lehren und Lernen ist keine Zauberei. Bern: Hep der bildungsverlag.
- Issing, L. (2002). *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis* (3. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Jörns, C., Schuchardt, K., Grube, D. & Mähler, C. (2014). Spielorientierte Förderung numerischer Kompetenzen im Vorschulalter und deren Eignung zur Prävention von Rechenschwierigkeiten. *Empirische Sonderpädagogik*, 3, 243-259.
- Kappeler, R. (2012). iPad im Kindergarten. Blogeintrag, Bildung und ICT. Zugriff am 21.8.2017 unter <http://archiv.edu-ict.ch/blog/ipad-im-kindergarten-empfehlungen-aufgrund-erster-erfahrungen>
- Käpnick, F. (2014). *Mathematiklernen in der Grundschule*. Berlin: Springer Spektrum.
- Keller, B. Brandenberg, M. & Volery-Schroff, C. (2014). *Kinder begegnen Mathematik. Mathematik für Kinder ab 4 Jahren* (5. Aufl.). Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.
- Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Krajewski, K. (2005a). *Vorschulische Mengenbewusstheit von Zahlen und ihre Bedeutung für die Früherkennung von Rechenschwäche*. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), Diagnostik mathematischer Kompetenzen: Tests & Trends (S. 49-70). Göttingen: Hogrefe.
- Krajewski, K. (2005b). Vorläuferfertigkeiten mathematischen Verständnisses und ihre Bedeutung für die Früherkennung von Risikofaktoren und den Umgang damit. In T. Guldemann & B. Hauser (Hrsg.), *Bildung 4- bis 8-jähriger Kinder* (S. 89-102). Münster: Waxmann Verlag.
- Krajewski, K. (2008). Vorschulische Förderung mathematischer Kompetenzen. In F. Petermann (Hrsg.). *Angewandte Entwicklungspsychologie* (S. 275-304). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Krajewski K., Renner A., Nieding G. & Schneider W. (2008). *Frühe Förderung von mathematischen Kompetenzen im Vorschulalter*. In H.-G. Rossbach (Hrsg.), Frühpädagogische Förderung in Institutionen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 11, 91-103.
- Krajewski, K. & Ennemoser, M. (2010). Die Berücksichtigung begrenzter Arbeitsgedächtnisressourcen in Unterricht und Lernförderung. In H.P. Trollenier & W. Schneider (Hrsg.), *Brennpunkte der Gedächtnisforschung: Entwicklungs- und pädagogisch-psychologische Perspektiven* (S. 337-365). Göttingen: Hogrefe.
- Krauthausen, G. & Lorenz, J.H. (2011). Computereinsatz im Mathematikunterricht. In G. Walther, M. van den Heuvel – Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret*. (6. Aufl.) (S. 162-183). Berlin: Cornelsen.
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule (Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II)*. Berlin: Springer Spektrum.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2014). Einführung in die Mathematikdidaktik (3. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Ladel, S. (2018). Sinnvolle Kombination virtueller und physikalischer Materialien. In S. Ladel, J. Knopf & A. Weinberger (Hrsg.), *Digitalisierung und Bildung*. (S. 3-22). Wiesbaden: Springer.
- Lambert, K. (2015). *Rechenschwäche: Grundlagen, Diagnostik und Förderung*. Göttingen: Hogrefe.

- Lembke, G. & Leipner, I. (2016). *Die Lüge der digitalen Bildung: Warum unsere Kinder das Lernen verlieren*. München: Redline Verlag.
- Lionni, L. (2008). *Swimmy*. Weinheim: Beltz & Gelberg.
- Liebal, J. & Exner, M. (2011). *Usability für Kids: Ein Handbuch zur ergonomischen Gestaltung von Software und Websites für Kinder*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Lorenz, J.H. (2012). *Kinder begreifen Mathematik: Frühe mathematische Bildung und Förderung* (Entwicklung und Bildung in der frühen Kindheit). Stuttgart: Kohlhammer.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz.
- Mayring, P. (2016). *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (6., überarbeitete Aufl.). Weinheim: Beltz.
- MILL - Media Literacy Lab (2013). *Kriterienkatalog zur Bewertung von Apps für Kinder. Gute Apps für Kinder*. Mainz: Media Literacy Lab.
- Moser, H. (1986). *Der Computer vor der Schultür: Entscheidungshilfen für Lehrer, Eltern und Politiker*. Zürich: Orell Füssli.
- Moser Opitz, E. (2008). *Zählen, Zahlbegriff, Rechnen: Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen* (3. Aufl.). Bern: Haupt.
- Müller, F. (2017). *Lernsoftware – Evaluation. Computerunterstütztes Lernen und Arbeiten an Primarschulen*. Rümlang: MUELiCOM.
- Padberg, F. & Benz, Ch. (2011). *Didaktik der Arithmetik: Für Lehrerbildung und Lehrerfortbildung* (4. Aufl.). Heidelberg: Spektrum.
- Peter-Koop, A. & Grüssing, M. (2014). *Elementar Mathematisches Basis Interview: KIGA*. Offenburg: Mildenerberger Verlag GmbH.
- Petko, D. (2014). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Weinheim: Beltz.
- Peuckert, S. & Weisshaupt, S. (2017). Entwicklung frühen numerischen Wissens. In A. Fritz, S. Schmidt & G. Ricken (Hrsg.), *Handbuch Rechenschwäche: Lernwege, Schwierigkeiten und Hilfen bei Dyskalkulie* (3., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl.) (S. 47-65). Weinheim: Beltz.
- Porst, R. (2014). *Fragebogen: Ein Arbeitsbuch* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer.
- Radatz, H. & Schipper, W. (1983). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Hannover: Schroedel Schulbuchverlag.
- Raab-Steiner, E. & Benesch, M. (2012). *Der Fragebogen: Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung*. Wien: Facultas.wuv.
- Rathgeb-Schnierer, E. (2013). Kleiner Kinder spielen und lernen mit bunten Perlen. Einblicke in das Potenzial für die frühe mathematische Bildung. In J. Sprenger (Hrsg.), *Mathematik lernen, darstellen, deuten, verstehen: Didaktische Sichtweisen vom Kindergarten bis zur Hochschule* (S. 37-51). Wiesbaden: Springer.
- Richter, A. (2013). Digitale Medien im Grundschulunterricht - Orientierungshilfen für ihre Nutzer. In: Matthes, E., Schütze, S. & Wiater, W. (Hrsg.), *Digitale Bildungsmedien im Unterricht* (S.191-203). Bad Heilbrunn: J. Klinkhardt.
- Roboom, S. (2014). Mobile Alleskönner? Tablets & Apps im Kindergarten. *KiTa aktuell spezial*, 1, 23-27. Zugriff am 10.10.15 unter [http://www.blickwechsel.org/images/artikel/Artikel\\_mobile\\_alleskoenner\\_pdf.pdf](http://www.blickwechsel.org/images/artikel/Artikel_mobile_alleskoenner_pdf.pdf)
- Roboom, S. (2017). *Mit Medien kompetent und kreativ umgehen: Basiswissen & Praxisideen* (1. Aufl.). Weinheim: Beltz.

- Roos, M. & Leutwyler, B. (2011). *Wissenschaftliches Arbeiten im Lehramtsstudium: Recherchieren, schreiben, forschen*. Bern: Huber.
- Roos, M. & Schwab, S. (2015). *myPad im Kanton Solothurn. Kurzfassung zum Schlussbericht des Projekts myPad*. Solothurn: Fachhochschule Nordwestschweiz. Zugriff am 8.8.2017 unter [https://www.so.ch/fileadmin/internet/dbk/dbk-vsa/Schulbetrieb\\_und\\_Unterricht/Informatische\\_Bildung/myPad/Schlussbericht\\_myPad.pdf](https://www.so.ch/fileadmin/internet/dbk/dbk-vsa/Schulbetrieb_und_Unterricht/Informatische_Bildung/myPad/Schlussbericht_myPad.pdf)
- Rösch, E. & Maurer, B. (2014). Apps in der Schule. *merz. medien + erziehung*, 3, 25-30.
- Scheiter, K. (2015). Besser Lernen mit dem Tablet? In *Digitale Medien in der Schule?* (S. 53-66). Stuttgart: Raabe.
- Schneider, W., Küspert, P. & Krajewski, K. (2016). *Die Entwicklung mathematischer Kompetenzen*. Paderborn: Schöningh.
- Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2012). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schilling, K. (2016). *Apps machen: Der Kompaktkurs für Designer: Von der Idee bis zum klickbaren Prototyp*. München: Carl Hanser Verlag.
- Schnitzler, C. (2008). *Phonologische Bewusstheit und Schriftspracherwerb*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Schuler, S. (2013). *Mathematische Bildung im Kindergarten in formal offenen Situationen: eine Untersuchung am Beispiel von Spielen zum Erwerb des Zahlbegriffs*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.
- Semler, J. (2016). *App-Design: Alles zu Gestaltung, Usability und User Experience*. Bonn: Rheinwerk.
- Six, U., Gimmler, R. & Aehling, K. (2007). *Die Förderung von Medienkompetenz im Kindergarten: Eine empirische Studie zu Bedingungen und Handlungsformen der Medienerziehung*. Berlin: Vistas.
- Spitzer, M. (2012). *Digitale Demenz: Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*. München: Droemer.
- Stöcklin, N. (2012). Von analog zu digital: die neuen Herausforderungen für die Schule. In E. Blaschitz (Hrsg.), *Zukunft des Lernens: Wie digitale Medien Schule, Aus- und Weiterbildung verändern* (S. 57-74). Glückstadt: Hülsbusch.
- Süss, D., Lampert, C. & Wijnen, Ch. (2013). *Medienpädagogik: Ein Studienbuch zur Einführung* (2., überarb. und akt. Aufl.). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Swiss Digital AG (2017), *Offerte Zahlenlern App für Kindergarten Kinder*. Unveröffentlichtes Dokument.
- Theunert, H. (2005). Medienkonvergenz - eine neue Herausforderung für die medienpädagogische Forschung. In H. Kleber (Hrsg.), *Perspektiven der Medienpädagogik in Wissenschaft und Bildungspraxis* (S. 111-124). München: Kopaed.
- Theunert, H. (2007). *Medienkinder von Geburt an: Medienaneignung in den ersten sechs Lebensjahren*. München: Kopaed.
- Thissen, F. (2015). Mobiles Lernen. In *Digitale Medien in der Schule?* (S. 7-34). Stuttgart: Raabe.
- Tulodziecki, G. (2008). Medienerziehung. In U. Sander (Hrsg.), *Handbuch Medienpädagogik* (S. 110-115). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Urf, C. (2014). *Digitale Lernmedien Zur Förderung Grundlegender Mathematischer Kompetenzen: Theoretische Analysen, Empirische Fallstudien und praktische Umsetzung anhand der Entwicklung virtueller Arbeitsmittel*. Berlin: Mensch und Buch Verlag.
- Voss, R. (2017). *Wissenschaftliches Arbeiten ... leicht verständlich!* (5. Aufl.). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH.

- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Walz, G. (2017a). *Lexikon der Mathematik: Band 4: Moo bis Sch*. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Walz, G. (2017b). *Lexikon der Mathematik: Band 5: Sed bis Zyl*. Berlin Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Weinert, F.E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-31). Weinheim und Basel: Beltz.
- Wellinger, S. (2017). Methods matter. Methodisch - methodologische Perspektiven für die Forschung zum Lernen und Lehren mit Tablets. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht: Forschungsmethoden und -perspektiven zum Einsatz digitaler Medien* (S. 15-36). Wiesbaden: Springer VS.

**Anhang**

<b>A Übersicht Lehrplan 21, Mathematik, 1. Zyklus .....</b>	<b>88</b>
<b>B Relevante Kompetenzstufen im Bereich Mathematik, 1. Zyklus .....</b>	<b>91</b>
<b>C Fragebogen Umfeldanalyse .....</b>	<b>92</b>
<b>D Säulen qualitativen Denkens nach Mayring .....</b>	<b>93</b>
<b>E Literaturkorpus: Mathematische Anforderungen.....</b>	<b>95</b>
<b>F Literaturkorpus: Didaktische und gestalterische Anforderungen .....</b>	<b>96</b>
<b>G Auswertung qualitative Inhaltsanalyse .....</b>	<b>98</b>
<b>H Beispiele App Konzept.....</b>	<b>105</b>
<b>I Designentwicklung.....</b>	<b>108</b>
<b>J Begleitschreiben .....</b>	<b>110</b>
<b>K Fragebogen .....</b>	<b>111</b>
<b>L Übersichtstabelle Fragebogenauswertung.....</b>	<b>113</b>
<b>M Auswertung der offenen Frage .....</b>	<b>116</b>
<b>N Foto aller Fragebögen .....</b>	<b>117</b>

## A Übersicht Lehrplan 21, Mathematik, 1. Zyklus

Nachfolgend werden die Kompetenzen im Bereich Mathematik des 1. Zyklus mit den jeweiligen Kompetenzstufen aufgezeigt. Die Darstellungen der Kompetenzstufen wurden dem Lehrplan 21, Mathematik (2017) entnommen.

### Kompetenzbereich MA.1: Zahl und Variable

#### Handlungs- Themenaspekt A: Operieren und Benennen

1. Die Schülerinnen und Schüler verstehen und verwenden arithmetische Begriffe und Symbole. Sie lesen und schreiben Zahlen.

MA.1.A.1 Die Schülerinnen und Schüler ...	
<b>1</b>	a » können Anzahlen mit verschiedenen angeordneten Elementen vergleichen und die Begriffe ist/wird grösser/kleiner; ist/wird mehr/weniger; sind gleich viele; am meisten; am wenigsten verwenden.
	b » verstehen und verwenden die Begriffe plus, minus, gleich und die Symbole +, -, =.
	c » verstehen und verwenden die Begriffe mal, grösser als, kleiner als, gerade, ungerade, ergänzen, halbieren, verdoppeln, Zehner, Einer und die Symbole ·, <, >. » können natürliche Zahlen bis 100 lesen und schreiben.
	d » verstehen und verwenden den Begriff durch und das Symbol :.

2. Die Schülerinnen und Schüler können flexibel zählen, Zahlen nach der Grösse ordnen und Ergebnisse überschlagen.

MA.1.A.2 Die Schülerinnen und Schüler ...	
<b>1</b>	a » können bis zu 20 Elemente auszählen und im Zahlenraum bis 10 von jeder möglichen Zahl aus vor- und rückwärts zählen.
	b » können im Zahlenraum bis 20 von beliebigen Zahlen aus vorwärts und rückwärts zählen. » können in 2er-Schritten vorwärts zählen, von 2 bis 20. » können Fingerbilder von 1 bis 10 spontan zeigen sowie Anzahlen bis 5 ohne Zählen erfassen.
	c » können im Zahlenraum bis 100 in 1er-, 2er-, 5er- und 10er-Schritten vorwärts zählen. » können im 100er-Raum Zahlen ordnen (z.B. auf dem Zahlenstrahl und auf der 100er-Tafel).
	d » können im Zahlenraum bis 100 von beliebigen Zahlen aus vorwärts und rückwärts zählen. » können im Zahlenraum bis 100 von beliebigen 10er-Zahlen aus in 2er-, 5er- und 10er-Schritten vorwärts und rückwärts zählen.

3. Die Schülerinnen und Schüler können addieren, subtrahieren, multiplizieren, dividieren und potenzieren.

MA.1.A.3 Die Schülerinnen und Schüler ...	
<b>1</b>	a » können im Zahlenraum bis 20 ohne Zählen verdoppeln, halbieren, addieren und subtrahieren.
	b » können bis 100 ohne 10er-Überträge addieren und subtrahieren ohne Zählen (z.B. $35 + 13$ ) » können auf den nächsten 10er ergänzen. » können bis 100 verdoppeln (5er- und 10er-Zahlen) und halbieren (10er-Zahlen). » können zweistellige Zahlen in 10er und 1er zerlegen (z.B. 25 in zwei 10er und fünf 1er).
	c » können im Zahlenraum bis 100 verdoppeln, halbieren, addieren und subtrahieren. » kennen Produkte aus dem kleinen Einmaleins mit den Faktoren 2, 5 und 10. » können Produkte aus dem kleinen Einmaleins in Faktoren zerlegen (z.B. $36 = 6 \cdot 6 = 4 \cdot 9$ ).



4. Die Schülerinnen und Schüler können Terme vergleichen und umformen, Gleichungen lösen, Gesetze und Regeln anwenden.

MA.1.A.4 Die Schülerinnen und Schüler ...	
1	a » können unterschiedliche Anzahlen einander angleichen (z.B. 8 und 4 Knöpfe ? 6 und 6 Knöpfe).
	b » können Zahlen bis 20 verschieden zerlegen (z.B. $5 = 1 + 4 = 3 + 2 = 3 + 1 + 1$ ) und umformen (Kommutativgesetz: z.B. $5 + 3 = 3 + 5$ ).
	c » können die Addition als Umkehroperation der Subtraktion nutzen (z.B. $18 - 15 = 3$ , weil $15 + 3 = 18$ ). » können Beziehungen zwischen Additionen mit dem Kommutativgesetz (z.B. $2 + 18 = 18 + 2$ ) und dem Assoziativgesetz (z.B. $17 + 18 = 17 + 3 + 15 = 20 + 15$ ) nutzen.
	d » können Beziehungen zwischen Produkten nutzen (z.B. $6 \cdot 8$ ist um 8 grösser als $5 \cdot 8$ oder mit dem Kommutativgesetz: z.B. $8 \cdot 3 = 3 \cdot 8$ ).

### Kompetenzbereich MA.1: Zahl und Variable

#### Handlungs- Themenaspekt B: Erforschen und Argumentieren


1. Die Schülerinnen und Schüler können Zahl- und Operationsbeziehungen sowie arithmetische Muster erforschen und Erkenntnisse austauschen.

MA.1.B.1 Die Schülerinnen und Schüler ...	
1	a » können Muster mit Anzahlen bilden, sich Muster einprägen, abdecken und weiterführen (z.B. rot, gelb / rot, rot, gelb, gelb / rot, gelb).
	b » können Additionen bis 20 systematisch variieren, Auswirkungen beschreiben bzw. mit Anschauungsmaterial aufzeigen (z.B. $8 + 8 = 16$ , $8 + 9 = 17$ ; die Summe erhöht sich um 1, weil der zweite Summand um 1 zunimmt). » können Zahlenfolgen (figurierte Zahlen) bilden, weiterführen und verändern (z.B. 1, 2, 3 / 2, 3, 4 / 3, 4, 5 / 4, 5, 6).
	c » können Summen und Differenzen bis 100 systematisch variieren und Auswirkungen mit Hilfe von Anschauungsmaterial austauschen (z.B. Basiszahlen einer Zahlenmauer variieren; $25 + 11$ , $35 + 11$ , $45 + 11$ , ... untersuchen).
	d » können Produkte systematisch variieren und Auswirkungen beschreiben bzw. mit Anschauungsmaterial zeigen (z.B. $3 \cdot 3$ , $6 \cdot 3$ ; $3 \cdot 4$ , $6 \cdot 4$ ; $3 \cdot 5$ , $6 \cdot 5$ ). » suchen eigene Lösungswege und tauschen sie aus.

2. Die Schülerinnen und Schüler können Aussagen, Vermutungen und Ergebnisse zu Zahlen und Variablen erläutern, überprüfen, begründen.

MA.1.B.2 Die Schülerinnen und Schüler ...	
1	a » können Aussagen zu Anzahlen und Zahlpositionen an konkretem Material überprüfen (z.B. ein Turm mit 3 Klötzen ist höher als einer mit 2).
	b » können Summen und Differenzen mit Anschauungsmaterial überprüfen.
	c » können Produkte mit einer Summe überprüfen (z.B. $3 \cdot 4 = 4 + 4 + 4$ ). » können Differenzen mit der Umkehroperation überprüfen (z.B. $27 - 6 = 21 \rightarrow 21 + 6 = 27$ ).
	d » können Quotienten mit der Umkehroperation überprüfen (z.B. $21 : 3 = 7 \rightarrow 7 \cdot 3 = 21$ ).

## 3. Die Schülerinnen und Schüler können beim Erforschen arithmetischer Muster Hilfsmittel nutzen.

MA.1.B.3 Die Schülerinnen und Schüler ...	
1	
	a » können Anschauungsmaterialien beim Erforschen arithmetischer Muster nutzen (z.B. 20er-Feld und Plättchen).
	b » können Punktefeld, 100er-Tafel und Zahlenstrahl beim Erforschen arithmetischer Muster nutzen (z.B. die Positionen der 9er-Reihe auf der 100er-Tafel).

**Kompetenzbereich MA.1: Zahl und Variable****Handlungs- Themenaspekt C: Mathematisieren und Darstellen**

## 1. Die Schülerinnen und Schüler können Rechenwege darstellen, beschreiben, austauschen und nachvollziehen.

MA.1.C.1 Die Schülerinnen und Schüler ...	
1	a » können zeigen, wie sie zählen.
	b » können Summen darstellen und Darstellungen nachvollziehen (z.B. auf dem 20er-Feld oder auf dem Zahlenstrahl).
	c » können Rechenwege zu Additionen und Subtraktionen darstellen und nachvollziehen (z.B. $18 + 14$ mit Hilfe des Rechenstrichs).
	d » erkennen in grafischen Modellen multiplikative Beziehungen, insbesondere Verdoppelungen und $1 \cdot$ mehr bzw. $1 \cdot$ weniger (z.B. $3 \cdot 4$ und $6 \cdot 4$ in einem Punktefeld als Verdoppelung).

## 2. Die Schülerinnen und Schüler können Anzahlen, Zahlenfolgen und Terme veranschaulichen, beschreiben und verallgemeinern.

MA.1.C.2 Die Schülerinnen und Schüler ...	
1	a » können Anzahlen verschieden darstellen (z.B. mit Punkten oder Strichen) und verschieden anordnen (z.B. auf einer Linie und in der Fläche verteilt).
	b » können Anzahlen bis 20 strukturiert darstellen (z.B. an 5ern und 10ern orientiert: $9 = 5 + 4$ ; $12 = 10 + 2$ ). » können Additionen und Subtraktionen mit Handlungen, Rechengeschichten und Bildern konkretisieren.
	c » können die Bedeutung der Ziffern im Stellenwertsystem darstellen (z.B. 5 10-er-Stäbe und 7 1er-Würfel stellen 57 dar). » können Beziehungen in und zwischen Additionen und Subtraktionen zeigen oder beschreiben (z.B. in einer systematischen Aufgabenfolge die Veränderung der Summen aufzeigen).
	d » können Grundoperationen mit Handlungen, Sachbildern, Rechengeschichten und grafischen Strukturen veranschaulichen und Veranschaulichungen interpretieren. » können Beziehungen in und zwischen Grundoperationen zeigen und beschreiben (z.B. die Veränderung der Produkte $1 \cdot 3$ , $2 \cdot 4$ , $3 \cdot 5$ , $4 \cdot 6$ , ...).



## B Relevante Kompetenzstufen im Bereich Mathematik, 1. Zyklus

Im Anhang A wurde der gesamte Lehrplan für den 1. Zyklus im Kompetenzbereich Zahl und Variable dargestellt. Der 1. Zyklus umfasst den mathematischen Inhalt vom Kindergarten bis zur 2. Klasse und ist somit zu umfassend für die vorliegende Masterarbeit, die sich mit vorschulischem Mengen- und Zahlenwissen beschäftigt. Nachfolgend werden nur die für die Zielgruppe relevanten Kompetenzen und Kompetenzstufen dargestellt.

			Kompetenz	Kompetenzstufe
				Die Schülerinnen und Schüler...
MA.1 Zahl und Variable	Handlungs-/Themenaspekt	A Operieren und Benennen	1. Die Schülerinnen und Schüler verstehen und verwenden arithmetische Begriffe und Symbole. Sie lesen und schreiben Zahlen.	(MA.1.A.1a) ... können Anzahlen mit verschiedenen angeordneten Elementen vergleichen und die Begriffe ist/wird grösser/kleiner; ist/wird mehr/weniger; sind gleichviele; am meisten; am wenigsten verwenden.
			2. Die Schülerinnen und Schüler können flexibel zählen, Zahlen nach der Grösse ordnen und Ergebnisse überschlagen.	(MA.1.A.2a) ... können bis zu 20 Elemente auszählen und im Zahlenraum bis 10 von jeder möglichen Zahl aus vor- und rückwärtszählen.
				(MA.1.A.2b) ... können im Zahlenraum bis 20 von beliebigen Zahlen aus vorwärts und rückwärts zählen. ... können Fingerbilder von 1 bis 10 spontan zeigen sowie Anzahlen bis 5 ohne Zählen erfassen.
			2. Die Schülerinnen und Schüler können Aussagen, Vermutungen und Ergebnisse zu Zahlen und Variablen erläutern, überprüfen, begründen.	(MA.1.B.2a) ... können Aussagen zu Anzahlen und Zahlenpositionen an konkretem Material überprüfen (z.B. ein Turm mit 3 Klötzen ist höher als einer mit 2).
	C Mathematisieren und Darstellen		1. Die Schülerinnen und Schüler können Rechenwege darstellen, beschreiben, austauschen und nachvollziehen.	(MA.1.C.1a) ... können zeigen, wie sie zählen.
			2. Die Schülerinnen und Schüler können Anzahlen, Zahlenfolgen und Terme veranschaulichen, beschreiben und verallgemeinern.	(MA.1.C.2a) ... können Anzahlen verschieden darstellen (z.B. mit Punkten oder Strichen) und verschieden anordnen (z.B. auf einer Linie und in der Fläche verteilt.)

**C Fragebogen Umfeldanalyse**

Name:

Alter:

Email:

Schulhaus und Ort:

1. In wie vielen Klassen unterrichtest Du? \_\_\_\_\_

2. Stehen diesen Klassen Tablets zur Verfügung?

☐ nein → weiter bei Frage 7

☐ ja → weiter bei Frage 3

3. Wie viele Tablets sind pro Klasse vorhanden? \_\_\_\_\_

4. Welche Marke? \_\_\_\_\_

5. Wie oft werden diese eingesetzt?

☐ täglich      ☐ wöchentlich      ☐ monatlich      ☐ sonstiges \_\_\_\_\_

6. Welche Apps brauchst Du im Kindergarten oder werden von der Kindergärtnerin gebraucht?

---

7. Welche Fertigkeiten sollen mit der Mathematik-App geübt werden?

☐ Zählübungen      ☐ simultanes Erfassen der Würfelbilder      ☐ Mengenvergleich

☐ Seriation      ☐ Klassifikation      ☐ 10er Bündelung      ☐ Kraft der 5      ☐ sonstiges

8. Findest du so eine Mathematik-App sinnvoll, die Vorläuferfertigkeiten trainiert?

☐ ja      ☐ nein

9. In welchen Settings würdest Du die Mathematik-App einsetzen?

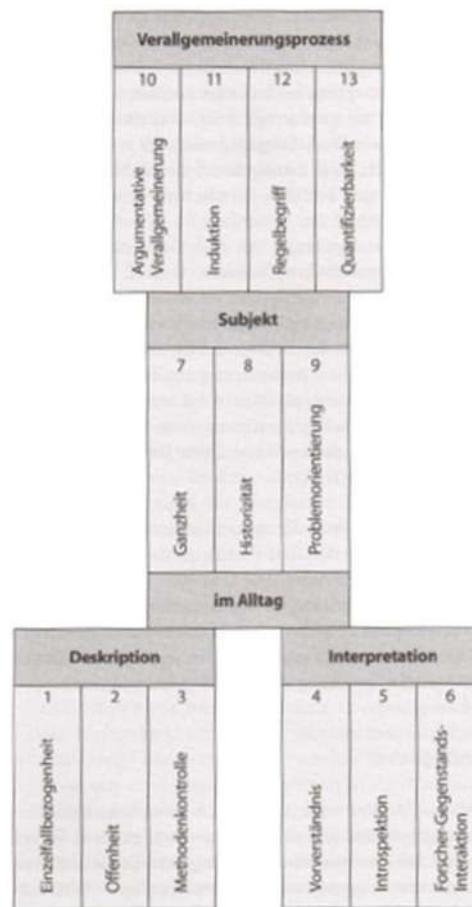
☐ Auffangzeit      ☐ Werkstatt      ☐ Freispiel      ☐ Einzelförderung      ☐ sonstiges \_\_\_\_\_

10. Würdest Du Dich allenfalls zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stellen, die entwickelte App zu testen?

☐ ja      ☐ nein

## D Säulen qualitativen Denkens nach Mayring

Nachfolgend werden die Standards der dreizehn Säulen qualitativen Denkens nach Mayring zitiert (vgl. Mayring, 2016, S. 24-38). Diese werden anhand folgender Abbildung zuerst übersichtlich dargestellt.



### Deskription

1. Einzelfallbezogenheit: Im Forschungsprozess müssen immer wieder Einzelfälle mit erhoben und analysiert werden, an denen die Adäquatheit von Verfahrensweisen und Ergebnisinterpretation laufend überprüft werden.

2. Offenheit: Der Forschungsprozess muss so offen dem Gegenstand gegenüber gehalten werden, dass Neufassungen, Ergänzungen und Revisionen sowohl theoretischen Strukturierungen und Hypothesen als auch der Methoden möglich sind, wenn der Gegenstand dies erfordert.

3. Methodenkontrolle: Der Forschungsprozess muss trotz seiner Offenheit methodisch kontrolliert ablaufen, die einzelnen Verfahrensschritte müssen expliziert, dokumentiert und nach begründeten Regeln ablaufen.

### Interpretation

4. Vorverständnis: Die Analyse sozialwissenschaftlicher Gegenstände ist immer vom Vorverständnis des Analytikers geprägt. Das Vorverständnis muss deshalb offen gelegt und schrittweise am Gegenstand weiterentwickelt werden.

5. Introspektion: Bei der Analyse werden auch introspektive Daten als Informationsquellen zugelassen. Sie müssen jedoch als solche ausgewiesen, begründet und überprüft werden.

6. Forscher-Gegenstands-Interaktion. Forschung wird als Interaktionsprozess aufgefasst, in dem sich Forscher und Gegenstand verändern.

### **Subjekt**

7. Ganzheit: Analytische Trennungen in menschliche Funktions- bzw. Lebensbereiche müssen immer wieder zusammengeführt werden und in einer ganzheitlichen Betrachtung interpretiert und korrigiert werden.

8. Historizität: Die Gegenstandsauffassung im qualitativen Denken muss immer primär historisch sein, da humanwissenschaftliche Gegenstände immer eine Geschichte haben, sich immer verändern können.

9. Problemorientierung: Der Ansatzpunkt humanwissenschaftlicher Untersuchungen sollen primär konkrete, praktische Problemstellungen im Gegenstandsbereich sein, auf die dann auch Untersuchungsergebnisse bezogen werden können.

### **Verallgemeinerungsprozess**

10. Argumentative Verallgemeinerung: Bei der Verallgemeinerung der Ergebnisse humanwissenschaftlicher Forschung muss explizit, argumentativ abgesichert und begründet werden, welche Ergebnisse auf welche Situationen, Bereiche, Zeiten hin generalisiert werden können.

11. Induktion: In sozialwissenschaftlichen Untersuchungen spielen induktive Verfahren zur Stützung und Verallgemeinerung der Ergebnisse eine zentrale Rolle, sie müssen jedoch kontrolliert werden.

12. Regelbegriff: Im humanwissenschaftlichen Gegenstandsbereich werden Gleichförmigkeit nicht mit allgemein gültigen Gesetzen, sondern besser mit kontextgebundenen Regeln abgebildet.

13. Quantifizierbarkeit: Auch in qualitativ orientierten humanwissenschaftlichen Untersuchungen können – mittels qualitativer Analyse – die Voraussetzung für sinnvolle Quantifizierungen zur Absicherung und Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse geschaffen werden.

**E Literaturkorpus: Mathematische Anforderungen**

Bildungsdirektion Kanton Zürich, Lehrplan Volksschule, Mathematik, 2017.

Fritz, A. & Ricken, G. (2005). Früherkennung von Kindern mit Schwierigkeiten im Erwerb von Rechenfertigkeiten. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen: Tests & Trends* (S. 5-27). Göttingen: Hogrefe.

Hauser, B., Rathgeb-Schnierer, E., Stebler, R & Vogt, F. (2017). *Mehr ist mehr: Mathematische Frühförderung mit Regelspielen* (2. Aufl.). Seelze: Klett Kallmeyer.

Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Dr. Kovac.

Krajewski, K. (2005a). *Vorschulische Mengenbewusstheit von Zahlen und ihre Bedeutung für die Früherkennung von Rechenschwäche*. In M. Hasselhorn, H. Marx & W. Schneider (Hrsg.), *Diagnostik mathematischer Kompetenzen: Tests & Trends* (S. 49-70). Göttingen: Hogrefe.

Krajewski, K. (2005b). Vorläuferfertigkeiten mathematischen Verständnisses und ihre Bedeutung für die Früherkennung von Risikofaktoren und den Umgang damit. In T. Guldemann & B. Hauser (Hrsg.), *Bildung 4- bis 8-jähriger Kinder* (S. 89-102). Münster: Waxmann Verlag.

Lambert, K. (2015). *Rechenschwäche: Grundlagen, Diagnostik und Förderung*. Göttingen: Hogrefe.

Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2012). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Schneider, W., Küspert, P. & Krajewski, K. (2013). *Die Entwicklung mathematischer Kompetenzen*. Paderborn: Schöningh.

Schuler, S. (2013). *Mathematische Bildung im Kindergarten in formal offenen Situationen: eine Untersuchung am Beispiel von Spielen zum Erwerb des Zahlbegriffs*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Urf, C. (2014). *Digitale Lernmedien Zur Förderung Grundlegender Mathematischer Kompetenzen: Theoretische Analysen, Empirische Fallstudien und praktische Umsetzung anhand der Entwicklung virtueller Arbeitsmittel*. Berlin: Mensch und Buch Verlag.

**F Literaturkorpus: Didaktische und gestalterische Anforderungen**

- Feil, C. (2014). Eine App muss auch herausfordern. Ein Interview mit Christine Feil. *merz. medien + erziehung*, 3, 53-56.
- Gyseler, D. (2015). Neuropädagogik – die neue Heilpädagogik? Interview mit Dominic Gyseler. *Konferenz der Schulischen Heilpädagoginnen und Heilpädagogen*, 34, 9-11.
- Hauser, B., Rathgeb-Schnierer, E., Stebler, R & Vogt, F. (2017). *Mehr ist mehr: Mathematische Frühförderung mit Regelspielen* (2. Aufl.). Seelze: Klett Kallmeyer.
- Jörns, C., Schuchardt, K., Grube, D. & Mähler, C. (2014). Spielorientierte Förderung numerischer Kompetenzen im Vorschulalter und deren Eignung zur Prävention von Rechenschwierigkeiten. *Empirische Sonderpädagogik*, 3, 243-259.
- Käpnick, F. (2014). *Mathematiklernen in der Grundschule*. Berlin: Springer Spektrum.
- Krajweski, K. & Ennemoser, M. (2010). Die Berücksichtigung begrenzter Arbeitsgedächtnisressourcen in Unterricht und Lernförderung. In H.P. Trollenier & W. Schneider (Hrsg.), *Brennpunkte der Gedächtnisforschung: Entwicklungs- und pädagogisch-psychologische Perspektiven* (S. 337-365). Göttingen: Hogrefe.
- Krauthausen, G. & Lorenz, J.H. (2011). Computereinsatz im Mathematikunterricht. In G. Walther, M. van den Heuvel – Panhuizen, D. Granzer & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret*. (6. Aufl.) (S. 162-183). Berlin: Cornelsen.
- Liebal, J. & Exner, M. (2011). *Usability für Kids: Ein Handbuch zur ergonomischen Gestaltung von Software und Websites für Kinder*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- MILL - Media Literacy Lab (2013). *Kriterienkatalog zur Bewertung von Apps für Kinder. Gute Apps für Kinder*. Mainz: Media Literacy Lab.
- Müller, F. (2017). *Lernsoftware – Evaluation. Computerunterstütztes Lernen und Arbeiten an Primarschulen*. Rümlang: MUELiCOM.
- Richter, A. (2013). Digitale Medien im Grundschulunterricht - Orientierungshilfen für ihre Nutzer. In: Matthes, E., Schütze, S. & Wiater, W. (Hrsg.), *Digitale Bildungsmedien im Unterricht* (S.191-203). Bad Heilbrunn: J. Klinkhardt.
- Scheiter, K. (2015). Besser Lernen mit dem Tablet? In *Digitale Medien in der Schule?* (S. 53-66). Stuttgart: Raabe.
- Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2012). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schilling, K. (2016). *Apps machen: Der Kompaktkurs für Designer: Von der Idee bis zum klickbaren Prototyp*. München: Carl Hanser Verlag.
- Semler, J. (2016). *App-Design: Alles zu Gestaltung, Usability und User Experience*. Bonn: Rheinwerk.
- Urf, C. (2014). *Digitale Lernmedien Zur Förderung Grundlegender Mathematischer Kompetenzen: Theoretische Analysen, Empirische Fallstudien und praktische Umsetzung anhand der Entwicklung virtueller Arbeitsmittel*. Berlin: Mensch und Buch Verlag.
- <https://www.internet-abc.de/eltern/familie-medien/spiele-onlinespiele-apps-konsolen/gute-apps-fuer-kinder-woran-zu-erkennen/was-macht-eine-gute-lern-app-fuer-kinder-aus/> letzter Zugriff am 28.5.2018
- <http://www.handbuch-usability.de/farben.html> letzter Zugriff am 28.5.2018
- <https://www.pcwelt.de/ratgeber/Testkriterium-1-Benutzerfreundlichkeit-Gute-Apps-schlechte-Apps-1527015.html> letzter Zugriff am 28.5.2018

<https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/>  
letzter Zugriff am 28.5.2018

<http://www.handbuch-usability.de/erwartungskonformitaet.html> letzter Zugriff am 28.5.2018

<http://www.handbuch-usability.de/selbstbeschreibungsfaehigkeit.html> letzter Zugriff am 28.5.2018

<http://www.handbuch-usability.de/lernfoerderlichkeit.html> letzter Zugriff am 28.5.2018

<http://www.handbuch-usability.de/checkliste-usability-experte.html> letzter Zugriff am 28.5.2018

### G Auswertung qualitative Inhaltsanalyse

Nachfolgend wird die Auswertung der qualitativen Inhaltsanalyse in den Bereichen mathematische, didaktische und gestalterische Anforderungen dargestellt. Die aus der Literatur herausgeschriebenen Textstellen sind in der zweiten Spalte aufgelistet und bereits der jeweiligen Kategorie zugeordnet (1. Spalte). Die dritte Spalte zeigt jeweils die Quelle an. In der 4. Spalte sind die abgeleitete Anforderungen an die App bezüglich Mathematik (M), Didaktik (D) und Gestaltung (G) ersichtlich.

Mathematische Anforderungen			
Kategorie	Passage aus Quellen	Quellenangabe	Anforderung an App
zählen	Kenntnis der Zahlwortfolge vorwärts und rückwärts	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M1 Das Vorwärts- Weiter oder Rückwärtszählen wird trainiert.</b>
	Zählwissen	Krajewski, 2003, S. 204	
	Vorwärts- weiter und rückwärtszählen	Fritz und Ricken, 2005, S. 19	
	Aufsagen der Zahlwortreihe vorwärts und rückwärts	Hauser et al., 2017, S. 57	
	Aufsagen der Zahlwortreihe	Schuler, 2013, S. 48	
	Flexibles Vorwärts-, Rückwärts- und Weiterzählen der Zahlwortreihe	Schuler, 2013, S. 48	
	Kenntnis der Zahlwortreihe	Krajewski, 2005b, S. 98	
	Zählen	Aunola et al., 2004; Koponen et al., 2007; zitiert nach Lambert, 2015, S. 157f.	
	Zählen	Jordan et al., 2007 zitiert nach Lambert, 2015, S. 158	
	Weiterzählen oder Rückwärtszählen	Aunola et al., 2004; Koponen et al., 2007; zitiert nach Lambert, 2015, S. 157f.	
	Zählen	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 103	
	Zählen	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 103 (Desoete et al. 2009; Jordan et al., 2007,; Krajewski 2003; Krajewski und Schneider, 2009; Lembke und Foegen, 2009)	
	Sicheres Aufsagen der Zahlwortreihe (vorwärts und rückwärts)	Urff, 2014, S. 38	
	Einsicht in Zählprinzipien	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 105	
erkennen / benennen	Zahlwort- und Ziffernkenntnis	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M2 Das Erkennen und Benennen von Zahlen wird trainiert.</b>
	Arabisches Zahlwissen	Krajewski, 2003, S. 205	
	Ziffern erkennen	Fritz und Ricken, 2005, S. 19	
	symbolische Zahlzeichen	Hauser et al., 2017, S. 59	
	Benennen von Zahlen	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 103 (Desoete et al. 2009; Jordan et al., 2007,; Krajewski 2003; Krajewski und Schneider, 2009; Lembke und	



		Foegen, 2009)	
	Erkennen von Zahlbildern	Urff, 2014, S. 38	
<b>bestimmen / bilden</b>	Vorgänger / Nachfolgerzahl bestimmen	Urff, 2014, S. 38	<b>M3 Das Bestimmen von Vorgänger- und Nachfolgerzahl wird trainiert.</b>
	Vorgänger und Nachfolger	Fritz und Ricken, 2005, S. 19	
	Bestimmen von Vorgänger und Nachfolger	Krajewski, 2005a, S. 67	
	- Nachbarzahlen (Vorgänger / Nachfolger) bestimmen	Hauser et al., 2017, S. 63	
	Bestimmen von Vorgänger und Nachfolger	Schuler, 2013, S. 44	
	Vorgänger / Nachfolger	Jordan et al., 2007 zitiert nach Lambert, 2015, S. 158	
	Bestimmen der Position in der Zahlwortreihe (kommt vorher, kommt nachher)	Schuler, 2013, S. 44	
	Anzahlbestimmung durch Zählen	Schuler, 2013, S. 48	<b>M4 Das Bestimmen von Anzahlen wird trainiert.</b>
	Bestimmen von Anzahlen durch Abzählen von Dingen	Hauser et al., 2017, S. 58	
	Anzahl einer Menge kann durch Zählen bestimmt werden und mit Hilfe der Zahlen angegeben werden kann	Krajewski, 2005a, S. 67	
	Der Unterschied zwischen zwei Zahlen ist wieder eine Zahl	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M5 Das Bilden von Differenzen zwischen Mengen oder Zahlen wird trainiert.</b>
	Anzahlrelationen	Schneider et al., 2016, S. 67	
	Bestimmen der Differenz zwischen Mengen (durch zählen oder paarweises Zuordnen)	Schuler, 2013, S. 45	
	Bilden von Differenzen zwischen Zahlen	Schneider et al., 2016, S. 67	
	Unterschied zwischen zwei Zahlen erkennen	Hauser et al., 2017, S. 63	
<b>ordnen / einordnen</b>	Ordnen der Zahlen nach Grösse (Seriation)	Schuler, 2013, S. 44	<b>M6 Zahlenreihenfolge bilden wird trainiert.</b>
	Zahlen der Grösse nach Ordnen (vorwärts und rückwärts)	Hauser et al., 2017, S. 58	
	einzelne Zahlen in die Zahlenreihenfolge einordnen	Hauser et al., 2017, S. 63	
	Erkennen, dass zur nächsten Anzahl immer eins dazu kommt	Hauser et al., 2017, S. 63	
	Bestimmen der genauen Position einzelner Zahlen in die Zahlenreihenfolge	Hauser et al., 2017, S. 63	
	Zwei Zahlen, die als Ziffern dargestellt sind, in Bezug auf ihre Grösse in Beziehung setzen	Hauser et al., 2017, S. 63	
<b>zuordnen</b>	Zuordnung von Zahlen zu Mengen und umgekehrt	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M7 Das Zuordnen von Zahlwort zu einer Anzahl und umgekehrt wird trainiert.</b>
	Zuordnung einer Menge zu einem vorgegebenen Zahlzeichen	Hauser et al., 2017, S. 60	
	Zuordnung eines Zahlzeichens zu einer vorgegebenen Menge	Hauser et al., 2017, S. 60	
<b>erfassen</b>	Simultane Anzahlerfassung/	Schuler, 2013, S. 48	<b>M8 Simultane und quasi-</b>

	Quasi-Simultanerfassung		<b>simultane Anzahlerfassung wird trainiert.</b>
	Simultane Anzahlerfassung	Hauser et al., 2017, S. 59	
	Erfassen kleiner Anzahlen	Urff, 2014, S. 37	
	Schnelle Abschätzung von Mengen/Subitizing	Schneider et al., 2016, S. 68	
	Quasi – simultane Anzahlerfassung	Hauser et al., 2017, S. 59	
	quasi-simultane Anzahlerfassung	Urff, 2014, S. 37	
<b>vergleichen</b>	Vergleich durch Eins-zu-Eins-Zuordnung	Hauser et al., 2017, S. 57	<b>M9 Das Vergleichen von Mengen wird trainiert.</b>
	Mengen unabhängig ihrer räumlichen Anordnung vergleichen können (mehr/weniger)	Urff, 2014, S. 37	
	Vergleichen von Mengen	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 103 (Desoete et al. 2009; Jordan et al., 2007;; Krajewski 2003; Krajewski und Schneider, 2009; Lembke und Foegen, 2009)	
	Überblicken oder Schätzen von Mengen (mehr/weniger/gleichviel)	Hauser et al., 2017, S. 57	
	Mengenvergleich	Fritz und Ricken, 2005, S. 19	
	Mengenvergleich	Krajewski, 2005b, S. 98	
	Vergleichen von Mengen (mehr, weniger, gleich)	Schuler, 2013, S. 44	
	Vergleichen von Anzahlen	Hauser et al., 2017, S. 57	
	Vergleich von Zahlen	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M10 Das Vergleichen von Zahlen wird trainiert.</b>
	Zahlenvergleich	Krajewski, 2005a, S. 67	
	Vergleichen von Zahlen	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 103 (Desoete et al. 2009; Jordan et al., 2007;; Krajewski 2003; Krajewski und Schneider, 2009; Lembke und Foegen, 2009)	
	Grösser-Kleiner-Vergleiche	Jordan et al., 2007 zitiert nach Lambert, 2015, S. 158	
	Vergleichen von Zahlen hinsichtlich ihrer Grösse (grösser, kleiner, gleich)	Schuler, 2013, S. 44	
<b>verknüpfen</b>	Verknüpfung von Mengen und Zahlen	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M11 Mengen- und Zahlenwissen wird verknüpft.</b>
	Mengen- und Zahlenverknüpfung	Krajewski, 2005a, S. 67	
	Verknüpfung von Mengen und Zahlen	Hauser et al., 2017, S. 61	
	Einsicht, dass hinter Mengen (An-) Zahlen stehen	Krajewski, 2005a, S. 67	
	Verknüpfung verschiedener Repräsentationsformen	Urff, 2014, S. 50	<b>M12 Verschiedene Repräsentationsformen werden verknüpft.</b>
	Zuordnung verschiedener Repräsentationsformen	Hauser et al., 2017, S. 63	
<b>zerlegen, zusammensetzen</b>	Anzahlen lassen sich in kleinere Anzahlen zerlegen und wieder zusammensetzen	Schneider et al., 2016, S. 67	<b>M13 Die App bietet Einsicht in das Teil-Ganzes-Schema.</b>
	Zusammensetzen von Mengen aus Teilmengen	Schuler, 2013, S. 48	

	Zerlegen von Mengen in Teilmengen	Schuler, 2013, S. 44	
	Zerlegen von Anzahlen in Teilmengen	Hauser et al., 2017, S. 60	
	Zusammensetzen von Teilmengen zu einer Gesamtzahl / Anzahl der Gesamtmenge ermitteln	Hauser et al., 2017, S. 60	
<b>rechnen</b>	Erste Rechenfähigkeiten im Umgang mit konkretem Material	Urff, 2014, S. 38	<b>14 Die App bietet die Möglichkeit, erste Rechenfähigkeiten anzueignen.</b>
	Erste Rechenfertigkeiten	Schneider et al., 2016, S. 67	
	Erzählen und Bearbeiten von Rechengeschichten	Scherer und Moser Opitz, 2012, S. 103 (Desoete et al. 2009; Jordan et al., 2007,; Krajewski 2003; Krajewski und Schneider, 2009; Lembke und Foegen, 2009)	
	Erste Rechenfähigkeiten	Krajewski, 2003, S.204	
	Einfache Additions- und Subtraktionsaufgaben	Jordan et al., 2007 zitiert nach Lambert, 2015, S. 158	
	Leichte Textaufgaben	Jordan et al., 2007 zitiert nach Lambert, 2015, S. 158	

<b>Didaktische Anforderungen</b>			
<b>Kategorie</b>	<b>Passage aus Quellen</b>	<b>Quellenangabe</b>	<b>Anforderung</b>
<b>Blick auf das Wesentliche</b>	Das Programm beinhaltet keine störenden Animationen.	Müller, 2017	<b>D1 Zusätzliche Elemente/Animationen lenken nicht von der eigentlichen Aufgabe ab.</b>
	Auf unrelevante Gestaltungselemente und Informationen soll möglichst verzichtet werden	Urff, 2014, S. 162f	
	Während der Nutzung keine allzu langen Animationen, die vom eigentlichen Inhalt ablenken	Liebal und Exner, 2011, S. 146	
	Lernmaterialien so gestalten, irrelevante Informationen weglassen werden	Krajewski und Ennemoser, 2010, S. 344	
	Inhalt steht im Vordergrund und nicht die „Rahmenhandlung“	Krauthausen und Lorenz, 2011, S. 167	
<b>Feedback</b>	Die SchülerInnen erhalten differenzierte Rückmeldungen.	Müller, 2017	<b>D2 Das Kind erhält unmittelbar ein Feedback.</b>
	Das Kind erhält eine angemessene Rückmeldung	MILL <sup>3</sup> , 2013	
	Feedback ohne Verzögerung geben	Liebal und Exner, 2011, S. 170	
	Unmittelbares Feedback sehr wichtig	Gyseler, 2015	
	Das Angeben der korrekten Lösung verbessert das Verständnis für das Lernmaterial	Urff, 2014, S. 162f	<b>D3 Nach zwei falschen Versuchen wird die richtige Lösung angezeigt.</b>
	Falsche Antworten werden berichtigt.	MILL, 2013	

<sup>3</sup> MILL steht für Medien Literacy Lab und ist ein Kriterienkatalog zur Bewertung von Apps für Kinder

<b>Verschiedene Levels</b>	Der Schwierigkeitsgrad lässt sich individuell anpassen.	Müller, 2017	<b>D4 Es gibt verschiedene Schwierigkeitsstufen.</b>
	Adaptierbarkeit der Aufgaben	Urff, 2014, S. 162f	
	Durch verschiedene Schwierigkeitsstufen finden Kinder Aufgaben, die ihrer Leistung entsprechen.	<a href="https://www.internet-abc.de/eltern/familie-medien/spiele-onlinespiele-apps-konsolen/gute-apps-fuer-kinder-woran-zu-erkennen/was-macht-eine-gute-lern-app-fuer-kinder-aus/">https://www.internet-abc.de/eltern/familie-medien/spiele-onlinespiele-apps-konsolen/gute-apps-fuer-kinder-woran-zu-erkennen/was-macht-eine-gute-lern-app-fuer-kinder-aus/</a>	
<b>Verschiedene Aufgaben</b>	Innerhalb des Themas bietet das Programm unterschiedliche Aufgabentypen.	Müller, 2017	<b>D5 Es gibt verschiedene Aufgabentypen.</b>
<b>Sinne</b>	Verschiedene Sinneswahrnehmungen (visuell, auditiv, taktil)	MILL, 2013	<b>D6 Es werden verschiedene Sinneswahrnehmungen angesprochen.</b>
<b>Einsatz im Unterricht</b>	Arbeitssequenzen in kurzen Intervallen möglich	Müller, 2017	<b>D7 Einfache und flexible Nutzung in kurzen Sequenzen möglich.</b>
	Leicht und schnell umsetzbare Fördermassnahmen	Jörns et al., 2014	
	Flexible Nutzung im Unterricht	Scheiter, 2015	
<b>Struktur</b>	Struktur eines Zehner- oder Zwanzigerfeldes, Zehnerbündelung	Käpnick, 2014, S. 163	<b>D8 Die Verwendung von Fünfer-, Zehner- und Zwanzigerstrukturen ermöglichen eine strukturgleiche Fortsetzung in der 1. Klasse.</b>
	strukturgleiche Fortsetzung in den erweiterten Zahlenraum	Scherer & Moser Opitz, 2012, S. 87f.	
	Fünferbündelung (Kraft der 5) sichtbar machen	Käpnick, 2014, S. 163	

<b>Gestalterische Anforderungen</b>			
<b>Kategorie</b>	<b>Passage aus Quellen</b>	<b>Quellenangabe</b>	<b>Anforderung</b>
<b>Farbgebung</b>	Ausreichender Kontrast bei der Farbgebung	Semler, 2016, S. 153	<b>G1 Die App enthält kontrastreiche Farben.</b>
	Bunte Farbgebung bei Kindern	<a href="http://www.handbuch-usability.de/farben.html">http://www.handbuch-usability.de/farben.html</a>	
	Kinder Apps sind oftmals knallbunt	Semler, 2016, S. 399	
<b>Schriftgrösse</b>	Angemessene Schriftgrösse	Semler, 2016, S. 153	<b>G2 Die Zahlen sind gut lesbar.</b>
	Schriftgrösse an Zielgruppe anpassen	Liebal und Exner, 2011, S. 138	
	Hoher Kontrast zwischen Hintergrund und Text.	Liebal und Exner, 2011, S. 139	
<b>Bedienelemente</b>	Elemente, die nicht zusammengehörig sind, sollten entsprechend voneinander abgegrenzt werden.	Liebal und Exner, 2011, S. 142	<b>G3 Navigationselemente sind genügend weit auseinander platziert.</b>
	Interaktionselemente sollen genügend weit auseinander liegen, damit die Bedienung einfacher ist	Semler, 2016, S. 104	
	Einheitliche Bedienelemente	Semler, 2016, S. 148	<b>G4 Navigationselemente sind so gestaltet, dass sie immer nur eine Funktion haben und in den einzelnen</b>
	Ein Navigationselement hat immer nur eine Funktion	Liebal und Exner, 2011, S. 161, 165	
	Wiedererkennung der Navigationselemente (Homebutton, Korrekturzeichen etc.)	Semler, 2016, S. 148	

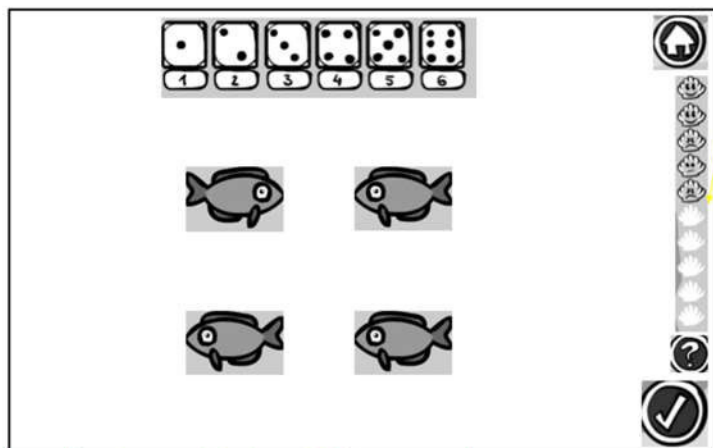
	Navigationselemente sind bei der Orientierung behilflich, Zielsichere Navigation	<a href="http://www.handbuch-usability.de/selbstbeschreibungsfahigkeit.html">http://www.handbuch-usability.de/selbstbeschreibungsfahigkeit.html</a>	Lernumgebungen wiedererkannt werden.
	Relevante Navigationselemente sind immer gut auffindbar	MILL, 2013, S.9	G5 Die Navigationselemente sind klar erkennbar.
	Auffindbarkeit der Bedienelemente	<a href="https://www.pcwelt.de/ratgeber/Testkriterium-1-Benutzerfreundlichkeit-Gute-Apps-schlechte-Apps-1527015.html">https://www.pcwelt.de/ratgeber/Testkriterium-1-Benutzerfreundlichkeit-Gute-Apps-schlechte-Apps-1527015.html</a>	
	Anklickbare Elemente als solche kennzeichnen	Liebal und Exner, 2011, S. 166	
	Ausreichend grosse Touchfelder einsetzen	Liebal und Exner, 2011, S. 153	G6 Interaktionselemente sind genügend gross.
	Buttons sollten ausreichend gross sein	Liebal und Exner, 2011, S. 154	
	Interaktionselemente sollen ausreichend gross sein	Semler, 2016, S. 104	
	Buttons sind gross genug	<a href="https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/webentwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/">https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/webentwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/</a>	
Ohne Text	Kein Text für Vorschulkinder	Liebal und Exner, 2011, S. 164	G7 Die App enthält für die Zielgruppe keinen Text.
Programmaufbau	Konstante Navigationsstruktur	Liebal und Exner, 2011, S. 158	G8 Die Navigation ist einheitlich und kindgerecht gestaltet.
	Konsistenz bei der Navigation	<a href="http://www.handbuch-usability.de/erwartungskonformitaet.html">http://www.handbuch-usability.de/erwartungskonformitaet.html</a>	
	Die App ist altersgerecht aufgebaut.	Feil, 2014, S. 53	
	Der Aufbau des Programms ist übersichtlich.	Müller, 2017	
	Einheitliches Layout der Benutzeroberfläche	<a href="https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/webentwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/">https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/webentwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/</a>	
Altersgerecht	Der Aufbau des Programms ist übersichtlich.	Müller, 2017	G9 Die App ist altersgerecht gestaltet.
	Übersichtliche Levels und Aufgabenpakete	MILL, 2013, S. 7	
	Die App ist altersgerecht aufgebaut	Feil, 2014, S. 53	
	Schlichter und übersichtlicher Aufbau	Richter, 2013, S. 197	
	Logischer Ablauf, logischer Aufbau des Programms	<a href="http://www.handbuch-usability.de/lernfoerderlichkeit.html">http://www.handbuch-usability.de/lernfoerderlichkeit.html</a>	
	Bekannte Symbole verwenden.	Liebal und Exner, 2011, S. 159	G10 Es werden möglichst der Zielgruppe bereits bekannte Icons/Farben verwendet.
	Farben erleichtern die Orientierung	Semler, 2016, S. 401	
	Wiedererkennung der Navigationselemente (Homebutton, Korrekturzeichen etc.)	Semler, 2016, S. 148	
Intuitive Nutzung	Intuitive Bedienung der App	MILL, 2013, S. 7	G11 Die Gestaltung der App ermöglicht eine intuitive Nutzung.
	Intuitive Nutzung	<a href="http://www.handbuch-usability.de/checkliste-usability-experte.html">http://www.handbuch-usability.de/checkliste-usability-experte.html</a>	
	Einfache Handhabbarkeit	Richter, 2013, S. 194	

	Nachvollziehbare Menüführung	<a href="https://www.pcwelt.de/ratgeber/Testkriterium-1-Benutzerfreundlichkeit-Gute-Apps-schlechte-Apps-1527015.html">https://www.pcwelt.de/ratgeber/Testkriterium-1-Benutzerfreundlichkeit-Gute-Apps-schlechte-Apps-1527015.html</a>	
	Intuitiv bedienbar und schnell erlernbar	Schilling, 2016, S. 7	
<b>Selbständig benutzbar</b>	Selbsterklärende Bedienung	<a href="https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/">https://hosting.1und1.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/die-eigene-app-entwickeln-usability-test-und-app-testing/</a>	<b>G12 Die App kann selbständig bedient werden.</b>
	Das Kind kann die App ohne Hilfe Erwachsener verwenden	MILL, 2013, S. 10	
	Die Kinder können das Programm selbständig bedienen.	Müller, 2017	
	Die Kinder können die App selbständig nutzen.	Feil, 2014, S. 53	

## H Beispiele App Konzept

Die Beispiele des App Konzepts stammen mit freundlicher Genehmigung von Swiss Digital AG (2017). Die grünen und violetten Kommentare stammen jeweils von der Autorin. In den gelben Kästchen stehen bereits besprochene Änderungen.

### Game 1 - Level 1



Space between (always group everywhere 5 by 5)

In first game, level 1 is a little bit different then level 2 and 3.

When game starts, a number from 1 to 6 of fishes is shown (not swim in, fade in) for a short time. When 1 to 3 fishes are shown, show them for about 2 seconds, when 4 to 6 are shown for about 4 seconds (to be tested). Then the fishes disappear again.

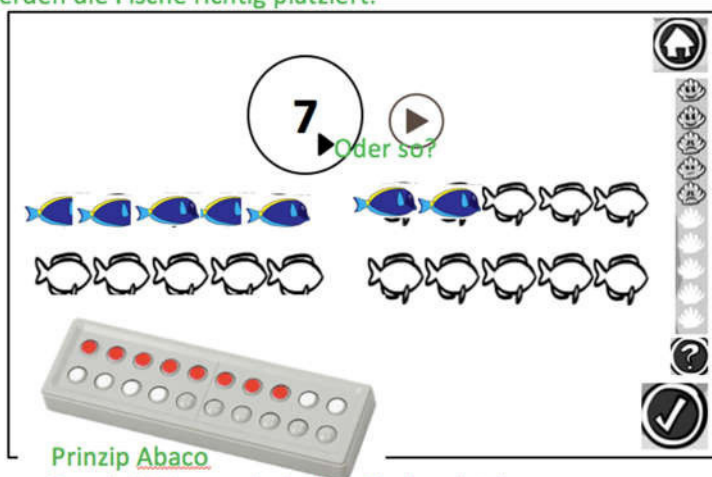
The child then has to tip the right number (he can tap on on cube or number) of fishes he has counted (last tipped number is highlighted, but he can change). Then he can confirm his choice and get feedback if he counted right.

Fische sollen in verschiedene Richtungen schauen  
Unterschiedliche Farben für die einzelnen Fische  
Fischrichtung unter den Würfeln nach rechts (Lese- und Schreibrichtung)

### Game 1 - Level 2

Stimmt die Anzahl, sind aber falsch angeordnet, werden die Fische richtig platziert.

Fische schieben oder durch Antippen im Zwanzigerfeld platzieren  
Audio?



Prinzip Abaco

Durch klicken und Wischen Fische platzieren  
Anordnung der Fische in den Platzhaltern wichtig! Fische unten braucht es eigentlich gar nicht.

Level 2 and 3 are a little bit different then level 1.

Game starts immediately, a random number between 11 to 14 of fishes appear and a random number is shown from 1 to 10. The child should position exactly the shown number of fishes on their placeholders (there are 20 placeholders, even though max 10 fishes can be positioned).

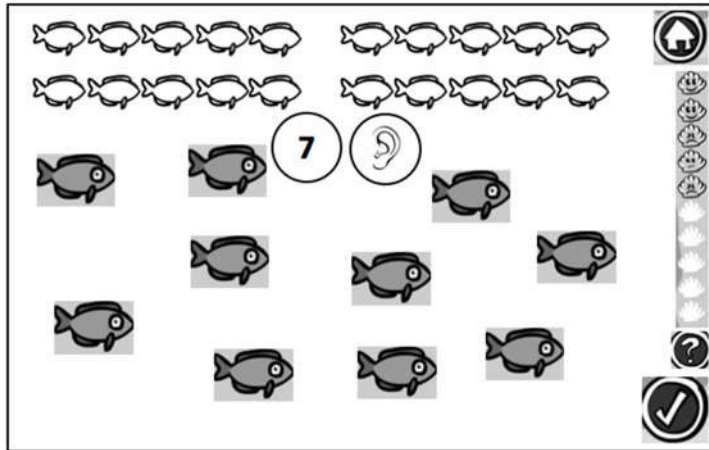
Fishes can be drag'n'dropped and can be positioned anywhere on their placeholders (it does not have to have an order). The fishes can also be removed back from their placeholders.

The goal is, that child knows when he positioned the right number of fishes and then presses the confirmation button.



## Game 1 - Level 2

Fische schieben oder durch Antippen im Zwanzigerfeld platzieren  
Audio?



Level 2 and 3 are a little bit different then level 1.

Game starts immediately, a random number between 11 to 14 of fishes appear and a random number is shown from 1 to 10. The child should position exactly the shown number of fishes on their placeholders (there are 20 placeholders, even though max 10 fishes can be positioned).

Fishes can be drag'n'dropped and can be positioned anywhere on their placeholders (it does not has to have an order). The fishes can also be removed back from their placeholders.

The goal is, that child knows when he positioned the right number of fishes and then presses the confirmation button.

## Game 3 - Level 1

Use other object then the fish in game 1. Or use other objects in game 1, cause here objects have to look in direction, like numbers are counted.



This game expects the child learn ordering objects. All levels are pretty same, but again with different numbers of objects:

- Level 1: 1-6 (2 fishes prefilled with number, 4 can be positioned)
- Level 2: 1-10 (3 fishes prefilled with number, 2 prefilled without number, 5 can be positioned)
- Level 3: 1-20 (6 numbers prefilled, 7 prefilled without number, 7 can be positioned)

There are no other fishes, then those who have to be positioned



## Game 2 - Level 3

Bei falscher Lösung trotzdem 2. Versuch  
Säcke gehen zurück auf Ausgangsposition



In this game, child has to guess in which treasure box are more or less coins.

Each level is the same, with exact same GUI and gameplay. The only difference is the amount of coins that can appear in one box:

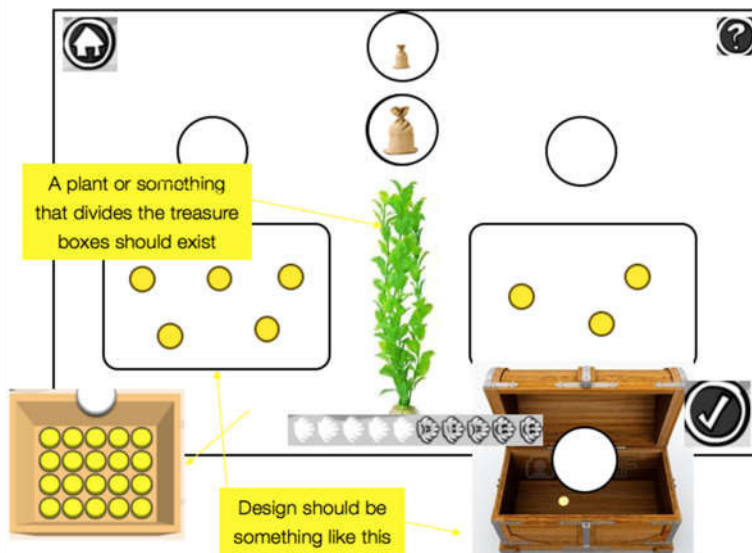
- Level 1: 1-6
- Level 2: 1-10
- Level 3: 6-20 (in level selection "1-20" is written)

Gameplay is described on next slide.

Pflanze zwischen den Schatztruhen zur klaren Abtrennung?

## Game 2 - Level 1

Coins should look like this, shiny with an outline



In this game, child has to guess in which treasure box are more or less coins.

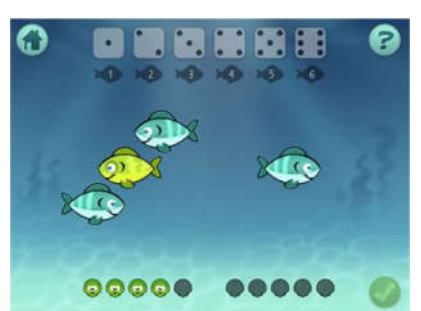
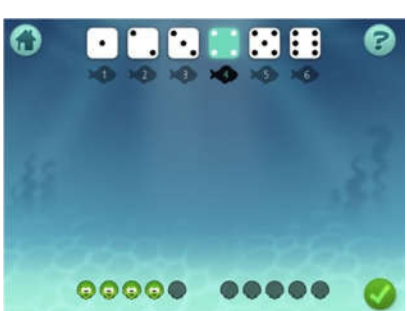
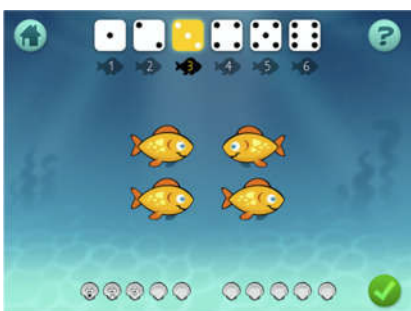
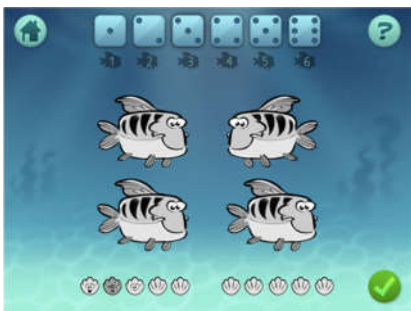
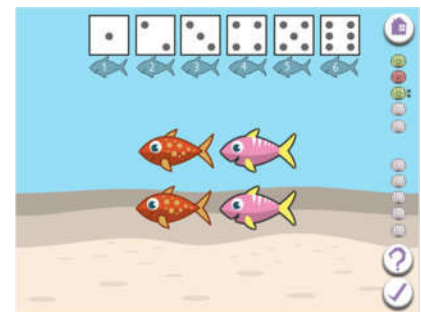
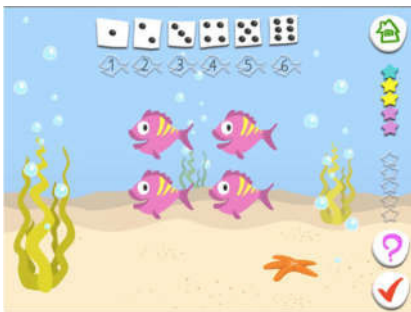
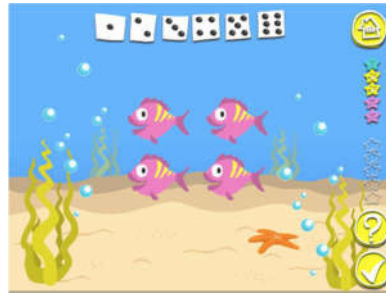
Each level is the same, with exact same GUI and gameplay. The only difference is the amount of coins that can appear in one box:

- Level 1: 1-6
- Level 2: 1-10
- Level 3: 6-20 (in level selection "1-20" is written)

Gameplay is described on next slide.

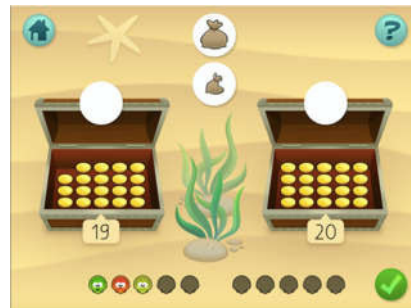
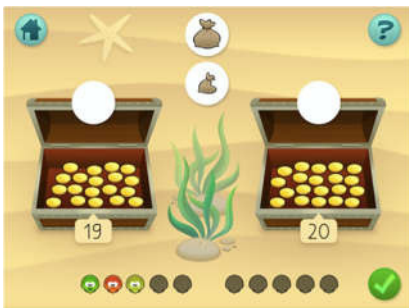
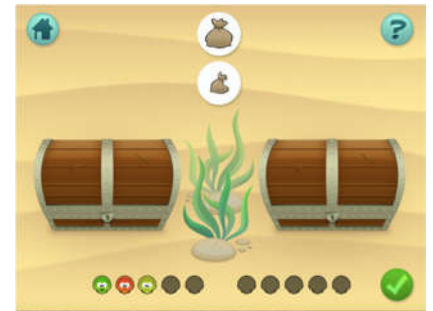
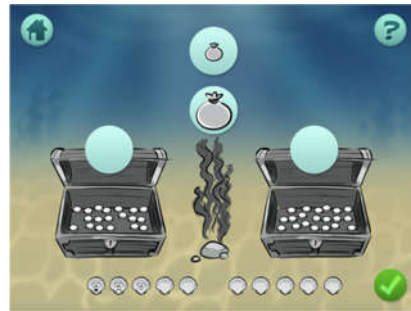
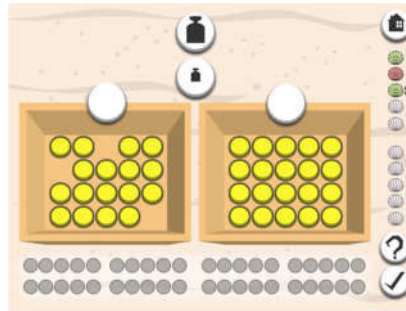
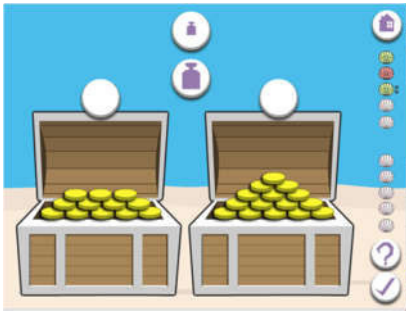
## I Designentwicklung

Folgend wird die Entwicklung des Designs der Lernumgebung 1 – Level 1 aufgezeigt. Alle Bilder stammen mit freundlicher Genehmigung von Swiss Digital AG (2017).



**Beispiel Lernumgebung „Schatztruhe“**

Folgend wird die Entwicklung des Designs der Lernumgebung 2 dargestellt. Alle Bilder stammen mit freundlicher Genehmigung von Swiss Digital AG (2017).



**J Begleitschreiben**

Zürich, im November 2017

Liebe Kolleginnen und Kollegen

Im Rahmen meiner Ausbildung zur Schulischen Heilpädagogin an der HfH in Zürich schreibe ich momentan meine Masterarbeit. Ich habe eine App für Kindergartenkinder konzipiert, mit welcher Zahlen- und Mengenvorwissen trainiert werden können.

Da bereits im Kindergarten hinsichtlich mathematischer Fähigkeiten grosse Unterschiede bestehen, die Auswirkungen auf den weiteren Schulerfolg haben, finde ich es wichtig, dass diese Fähigkeiten im Kindergarten geübt und gefestigt werden.

Zur Masterarbeit gehört neben der Konzeption auch das Ausprobieren der App in der Praxis. Anschliessend wird die App mit einem Fragebogen in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit evaluiert. Die Wirksamkeit der App wird dabei nicht getestet. Der Fragebogen enthält Aussagen, die Du mit Hilfe einer Skala einschätzen sollst. Er enthält auch eine offene Frage, wo Du Deine Meinung einbringen kannst. Deine Angaben werden anonymisiert.

Für die Testung solltest Du die App im Zeitrahmen von 4 Wochen mind. sechsmal während ca. 20 Minuten im Unterricht eingesetzt haben. Dabei spielt es keine Rolle, ob die App nur von einem Kind oder von mehreren Kindern benutzt wird. Wichtig ist, dass die Kinder möglichst einen Förderbedarf in Mathematik aufweisen.

Die vier Wochen kannst Du dir zwischen Dezember und März selber einteilen. Den Fragebogen schickst Du bis spätestens **22. März 2018** an mich zurück.

Im Falle einer Zusage erhältst Du von mir einen Link, damit Du die App auf einem Tablet herunterladen kannst.

Ich würde mich sehr freuen, wenn Du Dich bereit erklärst, die App zu testen und den Fragebogen auszufüllen.

Bitte melde Dich bei einer Zu- oder Absage bis spätestens am 24.11. per Mail bei

[gredig.christine@learnhfh.ch](mailto:gredig.christine@learnhfh.ch)

Herzliche Grüsse  
Christine Gredig



**K Fragebogen**

Fragebogen	
Name, Alter:	
Schulhaus, Ort:	
Wie viele Male wurde die App im Unterricht eingesetzt?	
In wie vielen Klassen wurde die App getestet?	1. KG - Jahr <input type="checkbox"/> 2. KG - Jahr <input type="checkbox"/>
Wie viele Kinder insgesamt haben die App getestet?	

		A Trifft zu	B Trifft eher zu	C Trifft eher nicht zu	D Trifft nicht zu	Kommentar, wenn C oder D gewählt wird
1.	Die App eignet sich für Kinder aus dem 1. Kindergartenjahr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	Die App eignet sich für Kinder aus dem 2. Kindergartenjahr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Die App eignet sich für Kinder mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	Die Kinder können nach einer Einführung eine Übung, die von der SHP ausgesucht wurde, bezüglich des Ablaufs selbständig durchführen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	Die App entspricht den motorischen Fähigkeiten der Zielgruppe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	Die Kinder verstehen die Bedeutung des Feedbacks (drei verschiedene Muscheln).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	Die Audiofunktion, um Zahlen zu hören, ist hilfreich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8.	Die App kann in verschiedenen Settings ohne grossen Zeitaufwand (App starten, Level auswählen) eingesetzt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9.	Das Aufnehmen der gesprochenen Zahlen durch die SHP im gewünschten Dialekt ist einfach.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10.	Nach einem gelösten Aufgabenblock ist das Feedback der zehn Muscheln für die SHP hilfreich (wie viele Aufgaben wurden beim ersten Mal richtig gelöst etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11.	Die Wahlmöglichkeiten betr. Anpassung des Schwierigkeitsgrades und Aufgabentyps eignen sich für eine heterogene Klasse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12.	Die Anleitungen zu den einzelnen Lernumgebungen sind verständlich formuliert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13.	Die App ist intuitiv zu bedienen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

14.	Die Navigation ist einheitlich gestaltet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15.	Alle relevanten Navigationselemente sind jederzeit gut auffindbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16.	Navigationselemente sind ausreichend weit voneinander entfernt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17.	Die Gestaltung der App ist benutzerfreundlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18.	Die Gestaltung der App erlaubt ein ablenkungsfreies Durchführen der Aufgaben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19.	Navigationselemente sind selbsterklärend gestaltet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20.	Gestaltungselemente (Fische, Goldstücke...) sind klar erkennbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21.	Die Zahlen in den Lernumgebungen sind gut lesbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22.	Ein Aufgabenblock von je 10 Aufgaben ist angemessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
23.	Die Zeitdauer der eingeblendeten Fische in der Lernumgebung „gelber Fisch“ ist angemessen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
24.	Die Kinder verstehen die Bedeutung der Säcke in der Lernumgebung Schatztruhe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
25.	Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „gelber Fisch“ durchschnittlich: _____ Minuten					
26.	Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „Schatztruhe“ durchschnittlich: _____ Minuten					
27.	Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „grüner Fisch“ durchschnittlich: _____ Minuten					
28.	Was ich noch sagen möchte (Anregungen, Kritik...)					

### L Übersichtstabelle Fragebogenauswertung

Die Auswertung der Fragebögen erfolgt, wie untenstehender Tabelle zu entnehmen ist, aus drei Perspektiven (vgl. Abb. 6). Die Einschätzung von Felix Müller, dem Softwareexperten, wird separat gewertet. In der Tabelle wird Felix Müllers Einschätzung mit den Initialen FM in grüner Farbe gekennzeichnet. Die Einschätzungen der insgesamt zehn SHPs werden schwarz dargestellt. Die Zahl rechts davon gibt an, wie viele von diesen zehn SHPs den Buchstaben A, B etc. gewählt haben. Die Einschätzung der Autorin wird mit den Initialen CG in blauer Farbe dargestellt. Die Ergebnisse werden unter 7.2 in einem Fliesstext erläutert und interpretiert (siehe Anhang M Auswertung offene Frage).

Übersichtstabelle Auswertung Fragebogen						
	Item	A Trifft zu <input type="checkbox"/>	B Trifft eher zu <input type="checkbox"/>	C Trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	D Trifft nicht zu <input type="checkbox"/>	Kommentar, wenn C oder D gewählt wird
1.	Die App eignet sich für Kinder aus dem 1. Kindergartenjahr.	FM 9 SHPs CG		1 SHP		-Das Interesse an Zahlen und Mengen ist im 1. KG in diesen Klassen nur bei wenigen Kindern feststellbar
2.	Die App eignet sich für Kinder aus dem 2. Kindergartenjahr.	FM 9 SHPs CG	1 SHP			-Für leistungsstarke SuS schnell zu einfach
3.	Die App eignet sich für Kinder mit Lernschwierigkeiten in der Mathematik.	FM 7 SHPs CG	3 SHPs			
4.	Die Kinder können nach einer Einführung eine Übung, die von der SHP ausgesucht wurde, bezüglich des Ablaufs selbstständig durchführen.	FM 9 SHPs CG	1 SHP			
5.	Die App entspricht den motorischen Fähigkeiten der Zielgruppe.	FM 9 SHPs	1 SHP CG			-Homebutton reagiert weniger schnell.
6.	Die Kinder verstehen die Bedeutung des Feedbacks (drei verschiedene Muscheln).	5 SHPs	FM 3 SHPs CG	2 SHPs		-Die zwei grünen Muscheln sind sehr ähnlich. Nur ein Junge hat den Unterschied bemerkt.
7.	Die Audiofunktion, um Zahlen zu hören, ist hilfreich.	FM 8 SHPs CG	1 SHP	1 SHP		-Aber manchmal etwas nervig. Zu laut im KG, wir haben es ohne Ton gemacht.
8.	Die App kann in verschiedenen Settings ohne grossen Zeitaufwand (App starten, Level auswählen) eingesetzt werden.	FM 8 SHPs CG	2 SHPs			
9.	Das Aufnehmen der gesprochenen Zahlen durch die SHP im gewünschten Dialekt ist einfach.	FM 2 SHPs CG	2 SHPs			-6 SHPs haben die Funktion nicht ausprobiert Tolle Funktion!
10.	Nach einem gelösten Aufgabenblock ist das Feedback					-Die LP muss unmittelbar in der

	der zehn Muscheln für die SHP hilfreich (wie viele Aufgaben wurden beim ersten Mal richtig gelöst etc.)	6 SHPs	4 SHPs	FM CG		Nähe sein, damit sie die Resultate noch rechtzeitig sehen kann. Wäre es nicht sinnvoller, wenn die LP die >resultate auch nach dem Lernblock irgendwo sehen könnte? Ev. mit Login des Kindes
11.	Die Wahlmöglichkeiten betr. Anpassung des Schwierigkeitsgrades und Aufgabentyps eignen sich für eine heterogene Klasse.	FM 10 SHPs CG				
12.	Die Anleitungen zu den einzelnen Lernumgebungen sind verständlich formuliert.	FM 7 SHPs CG	2 SHPs			-1 SHP hat die Anleitungen nicht gefunden Die Anleitungen sind super formuliert.
13.	Die App ist intuitiv zu bedienen.	FM 10 SHPs CG				
14.	Die Navigation ist einheitlich gestaltet.	9 SHPs	1 SHP CG	FM		
15.	Alle relevanten Navigationselemente sind jederzeit gut auffindbar.	FM 8 SHPs CG	2 SHPs			
16.	Navigationselemente sind ausreichend weit voneinander entfernt.	FM 9 SHPs CG	1 SHP			
17.	Die Gestaltung der App ist benutzerfreundlich.	FM 10 SHPs CG				
18.	Die Gestaltung der App erlaubt ein ablenkungsfreies Durchführen der Aufgaben.	FM 9 SHPs CG	1 SHP			
19.	Navigationselemente sind selbsterklärend gestaltet.	FM 7 SHPs CG	2 SHPs	1 SHP		-Für mich ja, für die Kinder am Anfang noch nicht.
20.	Gestaltungselemente (Fische, Goldstücke...) sind klar erkennbar.	FM 10 SHPs CG				
21.	Die Zahlen in den Lernumgebungen sind gut lesbar.	9 SHPs	1 SHP CG	FM		-Zahlen dürfen grösser sein.
22.	Ein Aufgabenblock von je 10 Aufgaben ist angemessen.	7 SHPs	3 SHPs CG	FM		-Aufgabenmenge nicht relevant, Lerndauer wichtiger
23.	Die Zeitdauer der eingeblendeten Fische in der Lernumgebung „gelber Fisch“ ist angemessen.	4 SHPs	FM 4 SHPs	2 SHP's CG		-Für sehr schwache Kinder etwas schnell.
24.	Die Kinder verstehen die Bedeutung der Säcke in der Lernumgebung Schatztruhe.	6 SHPs	4 SHPs CG	FM		-Sie verstehen es gut, aber es ist meistens zu eindeutig. -Zuerst mit konkretem Material zeigen.
25.	Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „gelber Fisch“	3min 4min				3 SHPs haben die Zeit nicht



	durchschnittlich: ____ Minuten	5min 6min 5 – 8min 10 – 12min 13min CG 3min				gemessen.  FM findet die Zeitdauer der einzelnen Ler- numgebungen nicht relevant.
26.	Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „Schatztruhe“ durchschnittlich: __ Minuten	2min 3min 4min 5min 4 – 5 min 9min 20min CG 4min				
27.	Die Kinder brauchen für die Lernumgebung „grüner Fisch“ durchschnittlich: ____ Minuten	3min 4min 5min 8 min 8 – 9 min 12 min 10 – 15 min CG 4min				
28.	Was ich noch sagen möchte (Anmerkungen, Kritik)	→ siehe Anhang M				

**M Auswertung der offenen Frage**

Alle Testpersonen nutzten die offene Frage, um Lob, Kritik oder sonstige Bemerkungen anzubringen. Die Autorin hat die Bemerkungen in die folgenden Kategorien eingeteilt:

- Lob
- Kritik
- Anregungen für den Gebrauch
- Anregungen Konzeption

**Lob:**

- Sehr kindgerechtes/einfaches Spiel zur Förderung in der Mathe. Die Kinder lieben es ☺
- Die App ist ansprechend gestaltet und hat die SuS immer wieder motiviert. Das Medium iPad war allen bekannt und die Bedienung der App hatte einen logischen Ablauf. Dies zeigt sich am raschen Verstehen der SuS, die sich solche Abläufe gewohnt sind.
- Besonders bei SuS, die Lernschwierigkeiten in der Mathematik haben, ist diese App eine gute Möglichkeit, die Lernmotivation zu erhalten.
- Grundsätzlich ein geniales App, einfach, übersichtlich und für alle SuS machbar! Die Motivation der Kinder, dieses App zu spielen, ist bis heute hoch!
- Tolle App, die Kinder in meinem Kindergarten haben sehr gerne damit gespielt und geübt. Ist die App irgendwann auch ohne Code verwendbar? Ich möchte sie sehr gerne im Unterricht behalten ☺
- App gefällt mir sehr gut. Aufgaben machen den Kindern Spass. Audiofunktion auch lustig. Die versch. Niveaus sind super. Finde es gut, dass die rote Muschel erst beim 2. Mal bleibt (Frust geringer). Hoffentlich dürfen wir die App in Zukunft im Kiga brauchen. Tolle Arbeit, die du da geleistet hast!
- Sehr schön gestaltete App. Sehr ansprechend für leistungsschwächere SuS im 2. oder auch 3. Kigajahr. Sie haben sehr motiviert daran gearbeitet. Fortschritte waren erkennbar, dies besonders bei der Simultanerfassung mit dem Fotoapparat und den Reihen.
- Die Kinder haben viel Freude an der App gezeigt. Sie konnten sich mit der App alleine auseinandersetzen und sich gut konzentrieren. Am besten hat ihnen die Übung zur simultanen Anzahlerfassung gefallen. Die Lernumgebung „grüner Fisch“ finde ich besonders gut und hilfreich auf der Kindergartenstufe. Sehr hilfreich sind die gesprochenen Zahlen, da im 20er-Zahlenraum die Kinder noch nicht alle Zahlen erkennen.
- Ich finde die App sehr ansprechend gestaltet. Die Kinder sind hochmotiviert und lernen das App spielerisch kennen und können es intuitiv bedienen. Ich finde, das App eignet sich für Kinder mit Mühe in der simultanen Zahlenerfassung, Mengen Erfassung. Ich würde das App gerne den anderen Kindergärtnerinnen vorstellen und auf alle iPads laden, ich finde es wirklich toll ☺
- Die App kam bei den Kindern sehr gut an. Ich habe gemerkt, dass sich die Kinder in der Bewältigungsdauer stark gesteigert haben. Auch zwei Kinder mit Down Syndrom (3. Klasse) zeigten grosses Interesse daran.

**Kritik:**

- Bei meinem alten iPad konnte ich die App leider nicht starten und musste deshalb mein privates iPad in den KG nehmen.
- Im 1. Kigajahr finde ich es bedingt geeignet, hier bringt handelnde, in das Thema eingebundene Mathieförderung mehr.

**Anregungen für den Gebrauch:**

- Ich nutze die App als Partnerarbeit, dies war eine gute Möglichkeit, das gemeinsame Lernen und der sprachliche Austausch zu unterstützen.
- Ich habe die App meistens im Freispiel oder der Auffangzeit eingesetzt und war deshalb nicht immer daneben. So ist es für mich schwierig zu sagen, wie viele Minuten sie durchschnittlich gebraucht haben.

**Anregungen Konzeption:**

- Wäre toll, wenn es noch mehr Aufgaben zu mehreren Mathe Themen geben würde.
- Die Audiofunktion haben wir lange nicht gewusst, evt. mit einem Zeichen signalisieren, dass man die Zahlen auch hören kann?
- Beim grünen Fisch ist der Doppelklick auf den Fisch (falls Audiofunktion gewünscht) z.T. schwierig für die Kinder.
- gelber Fisch: beim Niveau 3 z.T. nur Zahlen bis 10 erschienen (bei allen 10 Aufgaben)
- z.T. erscheinen zweimal nacheinander die gleiche Zahl → Kinder waren verwirrt, ob neue Aufgabe oder Lösung.
- Feedback anpassen
- Mengenunterschied bei der Schatztruhe ist manchmal zu eindeutig.
- Bedeutung der Säcke ist nicht allen Kindern klar → Audiofunktion „mehr“ und „weniger“
- Zeitregler bei der Übung simultane Anzahlerfassung
- Beim Infobutton auf der Startseite soll die App überblicksartig dargestellt werden.
- Manchmal erschienen die gleichen Zahlen fast hintereinander, kann der Programmierer dies ändern?
- Es geht eher lange, wenn man auf den Home Button drückt, bis andere Aufgabe eingeblendet wird
- Ich fände es besser, wenn es eine Funktion gäbe, dass nur ich als SHP den Zahlenraum der Kinder einstellen kann... oder wenn das Niveau zuerst einfach anfängt und dann schwieriger wird.
- Loginfunktion
- Bei der Lernumgebung 3 ev. nur einen Ausschnitt der Zahlenreihe zeigen.
- Doppelklick durch einfachen Klick ersetzen
- Zahlen bei den Lernumgebungen 2 und 3 sollen grösser sein.
- Ev. Seepferdchen anstatt Fische in der Lernumgebung 3

**N Foto aller Fragebögen**

Folgend sind alle Fragebögen auf dem Boden ausgebreitet und von der Autorin fotografiert worden.

