



Lisa Sporrer

Mobile Learning im Mathematikunterricht

Smartphones im Mathematikunterricht sinnvoll einsetzen

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Magistra der Naturwissenschaften

an der

Technischen Universität Graz

am Institute of Interactive Systems and Data Science
Betreuer: Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner

im Mai 2018

Kurzfassung

” Mobiltelefone sind falsch benannt. Sie sollten Tore zum menschlichen Wissen genannt werden.” (Ray Kurzweil)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Einsatz von Smartphones im Mathematikunterricht. Ziel ist es, ein Unterrichtskonzept zu entwickeln, welches mobiles Lernen im Mathematikunterricht ermöglicht. Dafür werden zuerst die Chancen des mobilen Lernens erfasst, sowie die Möglichkeiten für Medien im Mathematikunterricht angeführt. Das Smartphone ist das wichtigste Endgerät im Alltag der Schülerinnen und Schüler. Schon alleine deshalb sollte es in der Schule verwendet werden. Um den richtigen Umgang mit dem Smartphone zu lernen, befasst sich die Arbeit außerdem mit den dafür nötigen digitalen Kompetenzen für Lehrende und Lernende.

Der zweite Teil dieser Arbeit stellt das entwickelte offene Unterrichtskonzept vor und beschreibt die Durchführung und die Evaluierung. Dafür werden die Methoden des Unterrichtskonzeptes vorgestellt und die Rahmenbedingungen, Probandinnen und Probanden sowie die Durchführung genauer beschrieben. Für die Evaluierung wurde am Beginn ein Pretest und am Ende ein Posttest durchgeführt, bei dessen Evaluierung sowohl ein Wissenszuwachs in der Informatik als auch ein Wissenszuwachs in der Mathematik festgestellt werden konnte. Durch den Einsatz von Smartphones und eines Punktesystems, wo Sterne gesammelt werden konnten, wurde eine Motivationssteigerung bei den Schülerinnen und Schülern erreicht.

Abstract

"Mobile phones are misnamed. They should be called gateways to human knowledge." (Ray Kurzweil)

This thesis outlines the advantages and disadvantages of the incorporation of smartphones in mathematics lessons and develops a concept for these mathematics lessons, which enable mobile learning in secondary school. First the potential of media usage in mathematic lessons is evaluated. Smartphones have become an important part of students' everyday life. Therefore, they should be utilized in school. The thesis also explains and emphasizes the importance of digital competences for teachers.

The second part gives an insight into the concept and describes its implementation in mathematics lessons, which are then evaluated. Methods used as well as the framework conditions are introduced, and test subjects as well as the implementation are described in greater detail. The evaluation of the held lessons pointed out an increased knowledge in the areas of computer science as well as mathematics, and an increase of the motivation.

Inhalt

Kurzfassung	II
Abstract	III
Danksagung	VII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1. Einleitung	1
Teil I	3
2. Überblick	4
3. Mobile Learning	5
3.1 Definition Mobiles Lernen	5
3.2 Voraussetzungen, Chancen und Möglichkeiten	7
3.3 Herausforderungen und Hindernisse	8
3.4 Digitale Kompetenzen für Lehrende und Lernende	9
4. Medien im Mathematikunterricht	15
4.1 Definition Medien	15
4.2 Die Entwicklung neuer Medien	16
4.3 Möglichkeiten digitaler Medien im Mathematikunterricht	18
4.4 Smartphone im Unterricht	20
4.5 Web 2.0	24
4.6 BYOD	29
4.7 Schule 4.0	30
4.8 Medienpädagogik im Mathematikunterricht	32
5. Offener Unterricht	46
5.1 Definition	46

6. Lehrplan Mathematik und digitale Grundbildung	49
6.1 Auszug aus dem Lehrplan für Mathematik	49
6.2 Auszug aus dem Lehrplan für die digitale Grundbildung	51
Teil II	53
7. Überblick	54
8. Forschungsfrage	55
8.1 Vorwort zur Forschungsfrage	55
8.2 Forschungsfrage	57
9. Vorstellung der Methoden und des Unterrichtskonzepts	58
9.1 Verwendete Methoden	58
9.2 Vorstellung des Arbeitsplans	60
10. Rahmenbedingungen und Probanden	70
10.1 Schulstufe und Lehrplanbezug	70
10.2 Schule	72
11. Durchführung des Unterrichtskonzepts	77
11.1 Vorbereitungen für die Durchführung	77
11.2 Vorgesehene Dauer und Abschlussquiz	78
11.3 Untersuchungsdesign	78
11.4 Ergebnisse und Auswertung der Daten	84
11.5 Ergebnisse Posttest	87
11.6 Ergebnisse des Fragebogens	93
12. Diskussion	95
12.1 Diskussion	95
13. Zusammenfassung	104
13.1 Zusammenfassung und Ausblick	104

Literatur **I**

Verzeichnisse **VII**

Anhang **XI**

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich gerne bei all jenen bedanken, die mich während meiner Studienzeit und beim Erstellen dieser Diplomarbeit unterstützt, motiviert und begleitet haben.

Zuerst geht mein Dank an Herrn Dr. Martin Ebner, der meine Diplomarbeit betreut und begutachtet hat, für seine Hilfe und Bemühungen möchte ich mich bedanken.

Ein besonderer Dank gilt auch der Neuen Mittelschule Sankt Marein im Mürztal, wo ich die Möglichkeit bekam, mein Unterrichtskonzept durchzuführen. Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Frau Koller, die mir die Mathematikstunden zweier dritten Klassen zur Verfügung stellte und mich mit viel Geduld, Fachwissen und Interesse sehr unterstützt hat. Danke für die hilfreichen Anregungen und Ergänzungen. Ebenfalls bedanken, möchte ich mich bei Frau Hirzberger und Frau Schrittwieser für die Unterstützung während der Unterrichtszeit.

Ich möchte mich auch bei meiner Familie, bei meinem Bruder, bei meinen Großeltern und insbesondere bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium überhaupt erst ermöglicht haben.

Zum Schluss möchte ich mich noch bei meinen Freunden und Kommilitonen Bettina und Sylvia bedanken, die mir - insbesondere im letzten Teil meines Studiums - besonders viel Kraft, Motivation und Mut gegeben haben, mein Studium bestmöglichst abzuschließen. Auch bedanken möchte ich mich bei Tanja, Bettina, Johannes, Philipp, Nadine und Sarah für die tolle Zeit, die wir gehabt haben.

Lisa Sporrer

Graz, 18.05.2018

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Dokument ist mit der vorliegenden Diplomarbeit identisch.

Graz, am 31. Mai 2018

(Lisa Sporrer)

Abkürzungsverzeichnis

Die folgende Auflistung gibt einen Überblick der wichtigsten in dieser Arbeit vorkommenden Begriffe, Akronyme und Abkürzungen:

	Abkz.	Erklärung
A	Apps	Applications - Anwendungssoftware
	AR	Augmented Reality - erweiterte Realität
B	Bsp/zB	Beispiel/zum Beispiel
	BYOD	Bring your own Device
C	CC	Creative Commons
G	GPS	Global Positioning System - Globales Positionsbestimmungssystem
N	NMS	Neue Mittelschule
O	OER	Open Educational Ressources
Q	QR	Quick-Response
W	WLAN	Wireless Local Area Network

1 Einleitung

Die immer weiter fortschreitende Technik ist im Alltag unserer Gesellschaft, in vielen Berufen und Freizeitaktivitäten angekommen. Digitale Medien, wie Smartphone, Tablet oder Laptop haben einen festen Platz im Leben der Menschen eingenommen. Kommunikation via Messenger-Diensten, Radio, Fernsehen, Musik statt auf CD nun via Spotify¹ oder anderen Musik-Streaming Anbietern, sind nur einige der zahlreichen Einsatzmöglichkeiten moderner Freizeitgestaltung. Selbstfahrende Autos, Board-Computer, Unterhaltungssysteme mit Touchscreens in Flugzeugen, 3D Kinofilme, Computerspiele, Verwaltungssysteme in Firmen, E-Books und viele weitere Anwendungen ergänzen das Bild.

Das Smartphone ist unser täglicher Begleiter, egal ob beim Warten auf den Bus, den Zug oder beim Arzt, zuhause beim Kommunizieren mit Freunden, der Familie oder im Urlaub, um Informationen zum Reiseziel einzuholen bzw. Fotos zu machen. Um Daten abzuspeichern, Überweisungen zu tätigen, Spiele zu spielen, die Nachrichten zu lesen oder Videokonferenzen zu machen, leistet es uns gute Dienste. Nur zum Lernen kommt es uns nicht in den Sinn.

Die Technik ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Angekommen ist sie schon seit Jahren, und immer mehr vernetzt, wirkt sie in verschiedene Bereiche des Lebens hinein. Nur in der Schule und Ausbildung, im Unterricht, den Schulklassen, auf Seminaren usw. sind digitale Medien erst spärlich vertreten. Aber warum analoge Inseln statt digitaler Schulen?

Warum nicht Medien, die sowieso fester Bestandteil unseres Lebens sind, mit in die Bildung, den Schulalltag einbauen?

¹ Musik-Streaming Dienst: <https://www.spotify.com/at/> (abgerufen am 18.05.2018)

Warum nicht digitale Kompetenz vermitteln, lernen mit digitalen Medien umzugehen, diese zu verwenden und auch Hintergrundwissen zu entwickeln? Über die Bedienebene hinauswachsen. Wieso nicht auch das?

In dieser Arbeit wird der Frage nachgegangen, ob das – bei Kindern und Jugendlichen - am meistverwendete digitale Medium, das Smartphone, anhand eines offenen Unterrichtssettings sinnvoll eingesetzt werden kann (vgl. Feierabend, Plankenhorn und Rathgeb, 2017, S. 7). Unterricht mit Smartphone kann viele neue Türen öffnen und auch die Motivation bei Schülerinnen und Schülern wecken.

Im ersten Teil wird auf die theoretischen Hintergründe dazu genauer eingegangen und im zweiten Teil der Arbeit die genaue Planung, Durchführung und Evaluierung eines offenen Unterrichtskonzepts im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 in einer Neuen Mittelschule vorgestellt.

Das offene Unterrichtskonzept soll zum selbstgesteuerten Lernen der Schülerinnen und Schüler motivieren und Fragen wie

- Was kann ich schon?
- Was möchte ich gerne noch wissen?
- Wo habe ich noch Schwierigkeiten?

individuell beantworten lassen und mithilfe des Smartphones individuelle Probleme differenziert lösen.

Der zweite Teil geht zuerst auf die zentrale Fragestellung dieser Arbeit, die Forschungsfrage näher ein. Diese lautet:

”Wie können Smartphones im Mathematikunterricht sinnvoll eingesetzt werden, um sowohl einen Wissenszuwachs in der Mathematik als auch in der digitalen Grundbildung zu erzielen?”

Danach wird auf den Entwurf des Unterrichtskonzeptes basierend auf den Grundlagen der theoretischen Hintergründe eingegangen und die praktische Durchführung anhand einer Projektwoche in der NMS Sankt Marein im Müürztal vorgestellt. Die daraus gewonnen Erkenntnisse und Ergebnisse werden anschließend diskutiert. Am Ende dieser Arbeit werden Schlussfolgerungen gezogen und eine Zusammenfassung sowie ein Ausblick gegeben, was in nächster Zukunft passieren könnte und im Idealfall passieren wird.



Teil I

2 Überblick

Im ersten Teil dieser Arbeit werden die theoretischen Hintergründe für das praktische Unterrichtskonzept von Teil 2 näher erläutert. Dafür wird in Kapitel 3 näher auf "Mobile Learning" eingegangen, was ein sehr wesentlicher und wichtiger Bestandteil von Lernen mit digitalen Medien ist. Dafür wird zuerst eine Definition von mobilem Lernen gegeben, dann werden Voraussetzungen, Chancen und Möglichkeiten, sowie Herausforderungen und Hindernisse von mobilem Lernen angeführt, bevor auf die digitalen Kompetenzen für Lehrende und Lernende eingegangen wird, die ebenfalls enorm wichtig für den sinnvollen Umgang und das erfolgreiche Lernen mit digitalen Medien sind.

In Kapitel 4 werden Medien im Kontext mit Mathematikunterricht beschrieben. Dabei wird zuerst versucht, eine Definition für Medien anzugeben, danach wird auf die Entwicklung der Medien eingegangen, welche Medien es gibt und wie sie sich im Laufe der Zeit verändert haben. Danach werden die Möglichkeiten von digitalen Medien im Mathematikunterricht, sowie im Spezialfall das Smartphone im Unterricht beschrieben, bevor danach genauer auf das Web2.0, das Konzept BYOD², Schule 4.0 sowie Medienpädagogik im Mathematikunterricht genauer eingegangen wird. Bei der Medienpädagogik wird zuerst eine Begriffserklärung gegeben, danach die erziehungswissenschaftlichen Eckpunkte sowie die lerntheoretischen Ansätze beschrieben.

Das fünfte Kapitel handelt vom offenen Unterricht, welcher auch bei der Entwicklung des Unterrichtskonzeptes in Teil 2 Verwendung findet.

Das sechste Kapitel beschreibt einen Auszug aus dem Lehrplan im Unterrichtsgegenstand Mathematik sowie für die digitale Grundbildung in der Sekundarstufe 1.

² BYOD steht für "Bring your own device"

3 Mobile Learning

”... the thing is ”mobile sets Learning Free” and we can now learn virtually anything, anywhere and anytime and that’s amazing.” (RJ Jacquez)

Kinder wachsen heutzutage in einer stark digitalisierten Gesellschaft auf. Fernsehen, Radio, Internet, Computer bzw. Laptop oder Tablet sind selbstverständlich geworden. Und ab einem bestimmten Alter – bei manchen früher, bei anderen später – auch das Smartphone. Dazu gehört auch, dass Wissen durch digitale Medien vermittelt wird, sei es durch das Verfolgen der Facebook-Seiten diverser Tageszeitungen, durch das Anschauen verschiedener Fernsehserien (Dokumentationen, Nachrichten, etc.) oder indirekt, indem Spiele installiert oder Webseiten gelesen werden (vgl. Feierabend et al., 2017, S. 6ff).

3.1 Definition Mobiles Lernen

”M-learning is the intersection of mobile computing and e-learning, that includes anytime, anywhere resources; strong search capabilities; rich interaction; powerful support for effective learning; and performance-based assessment.” (Clark Quinn)

Mobiles Lernen (oft als mobile learning oder m-learning bezeichnet), ist ein Begriff, der abgeleitet wird vom E-Learning, also elektronischem Lernen. Die Nutzung von digitalen Geräten bzw. mobilen Medien zum Wissenserwerb oder zum Lernen wird als mobiles Lernen bezeichnet (vgl. Specht und Ebner, 2011, S. 2-3).

Mobiles Lernen meint also, dass Wissen unterwegs, also an jedem beliebigen Ort mit den entsprechenden Medien erworben werden kann. Heutzutage sind damit Smartphone, Tablet, Laptop oder ein anderes mobiles Endgerät gemeint. Solche mobilen Endgeräte

sind leicht transportierbar und überall verfügbar. Außerdem ist durch die vertraute Umgebung ein intuitives Bedienen möglich und diverse Apps³ bzw. Programme sind in den App-Stores frei oder zu einem geringen Preis verfügbar. Dies macht es um einiges einfacher, mobile Endgeräte als Lernmedium einzusetzen (vgl. de Witt und Sieber (Hrsg.), 2013, S.13-16).

Viele stehen dem mobilen Lernen mit Smartphone oder Computer sehr skeptisch gegenüber, doch im Prinzip ist das nichts Neues. Früher hatte man statt Smartphone oder Tablet ein Buch, welches bequem überall hin mitgenommen werden konnte, und konnte sich so Wissen beim Zufahren, Busfahren oder in der Mittagspause bei der Arbeit aneignen.

Bereits länger in der Schule bekannt ist "E-Learning". Die Moodle-Plattform⁴, Videos auf Youtube⁵ oder das Ausfüllen von Arbeitsaufgaben auf diversen Webseiten ist nichts Neues. Mit "E-Learning", auch electronic learning oder einfach elektronischem Lernen, wird das Lernen mithilfe von elektronischen Medien bezeichnet, die dabei auch zur Präsentation von Lerninhalten und zur Verteilung bzw. Bereitstellung von Lernmaterialien dienen (vgl. Kerres, 2001).

Durch die rasante Weiterentwicklung der Technik und die Senkung der Anschaffungspreise (Smartphones und Computer sind mittlerweile für fast alle leistbar) ist es zum Standard geworden, dass der Großteil unserer Gesellschaft über (mindestens) einen Internetzugang, ein Mobiltelefon und einen Computer verfügt. Dies gilt auch für die Schülerinnen und Schüler, wodurch sich mobiles Lernen leicht umsetzen lässt.

Leider ist trotz der fortschreitenden Digitalisierung unserer Gesellschaft das mobile Lernen ein sehr junges Forschungsfeld. Es zeigte sich, dass die Auseinandersetzung mit sehr vielen Faktoren, wie Lernorten (standortabhängig, indoor, outdoor, unterwegs, zuhause), Lernformen, Lernzeiten, Verfügbarkeit von Internet und mobilen Endgeräten, sowie die Bedienung dieser Geräte und Kompetenzen unbedingt erfolgen muss und es nötig ist, Lernmedien im richtigen Umfang und in der richtigen Qualität zur Verfügung zu stellen. Weiteres muss sich die Schule für den Alltag und für digitale Medien der Lehrenden sowie Lernenden öffnen, sodass Lernen in Schule, aber auch Freizeit und als Lückenfüller (zum Beispiel Wartezeiten auf den Schulbus) stattfinden kann. Außerdem müssen Lehrende und Lernende sich auf mobiles Lernen einstellen, was bedeutet, dass

3 Kurzwort für Application software; bedeutet im Deutschen: Anwendungssoftware

4 <https://moodle.org/?lang=de> (abgerufen am: 25.03.2018)

5 <https://www.youtube.com/watch?v=8qu7MwVOiP0> (abgerufen am: 25.03.2018)

sie über Kompetenzen verfügen, die mobiles Lernen erfordert (vgl. de Witt und Sieber (Hrsg.), 2013).

3.2 Voraussetzungen, Chancen und Möglichkeiten

Voraussetzung für erfolgreiches mobiles Lernen ist es, dass der Lernstoff in kleine Teile aufgeteilt wird - nicht zu viel auf einmal - und schnell abrufbar ist. Ein PDF-Dokument, welches fünf Minuten zum Laden benötigt, ist dafür nicht so geeignet wie zum Beispiel eine Website, die den Lernstoff in kleine Teile zerlegt und schnell verfügbar ist. Auch ist es wichtig, dass die Lerninhalte von den Lernenden trotz eventuell lauter Umgebung oder möglicher Ablenkungsfaktoren gut aufgenommen werden können (vgl. Geyer-Hayden, 2015).

Ein bedeutender und sehr positiver Punkt für erfolgreiches Lernen ist die Vertrautheit im Umgang mit dem eigenen mobilen Endgerät, wie zum Beispiel dem Smartphone. Die Schülerinnen und Schüler verbringen täglich viel Zeit⁶ damit und es ist ihr Eigentum, wo persönliche Daten, Fotos, Videos und Apps mit Verknüpfungen zu Freunden und Freizeitaktivitäten gespeichert werden und Kommunikation mit Freunden und Familie stattfindet. Diese vertraute Umgebung zum Lernen zu nutzen, ist eine gute Möglichkeit, um erfolgreichen Wissenserwerb stattfinden zu lassen. Weiters erhöht es die Wahrscheinlichkeit, dass die Lernenden gemeinsam lernen – in Gruppen, jede Schülerin und jeder Schüler auf dem eigenen Gerät oder zusammen auf einem, oder auch online, in diversen Foren, Gruppenchats, etc. Auf diesem Wege sind Lernende oft motivierter und haben einen größeren Anreiz, etwas Neues zu lernen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass ein Kurs am Smartphone angefangen und zum Beispiel zuhause am Computer weitergearbeitet werden kann, ohne noch einmal neu starten zu müssen, und so ein individualisiertes Lernen in Bezug auf Lerntempo, Lernfortschritt, absolvierte Übungen, etc. besser erreicht werden kann (vgl. Geyer-Hayden, 2015).

⁶ bis zu 10,3 Stunden am Tag (vgl. Standard (<https://derstandard.at/2000062922614/Jugendstudie-Laptop-und-Smartphone-statt-Fussball-und-Radfahren>), (abgerufen am 31.05.2018)

3.2.1 Mikrolernen

Beim Mikrolernen wird Wissen in kurzen Lernsequenzen, welche maximal 10-15 Minuten dauern, vermittelt. Dabei wird der Fokus auf die wichtigsten Informationen in kleinen Schritten gelegt, um Ablenkungen zu verhindern. Den Lernenden wird beim Mikrolernen anhand kurzer Einheiten das Wesentliche vermittelt. Wichtig dabei ist, dass eine sofortige Rückmeldung an das eben Gelernte erfolgt, sei es durch Feedback oder dem Abhaken einer Sequenz nach erfolgreicher Bearbeitung (vgl. Klein, 2015).

Da auch beim mobilen Lernen mit dem Smartphone bzw. Tablet auf kurze Lerneinheiten zurückgegriffen wird, spielt Mikrolernen diesbezüglich eine wichtige Rolle. Weiters wurden durch das vermehrte Verwenden mobiler Endgeräte und besserer Internetverbindungen viele neue Möglichkeiten erschaffen, um Mikrolernen anzuwenden. Wissensquizze, Onlineübungen oder Lern-Apps sind nur einige wenige Beispiele dafür (vgl. Klein, 2015).

3.3 Herausforderungen und Hindernisse

Natürlich gibt es auch einige Herausforderungen des mobilen Lernens. Dazu zählen zum Beispiel eine hohe Selbstdisziplin zur Selbststeuerung der Lernenden, um nicht auf private Inhalte umzuschwenken oder sich von anderen Faktoren ablenken zu lassen. Weiters ist eine Lernplattform, wie zum Beispiel Moodle, oft sehr unpersönlich und für alle gleich, was bedeutet, dass die/der Lernende mit weniger Motivation zu lernen beginnt, als bei dem "eigenen Buch" oder der "eigenen Mappe", welche sie selbst mitgestalten können. Weiters ist bei falschem Einsatz die Überprüfung des Lernerfolges schwierig und es wird ein relativ hohes technisches Know-How benötigt (vgl. Kuszpa und Scherm, 2005, S. 13-14).

Ein wichtiges Argument, dass viele Lehrpersonen mobile Endgeräte wie das Smartphone nicht (oder nur sehr wenig) im Unterricht einsetzen ist, dass das Display sehr klein ist. Gerade im Mathematikunterricht ist es wichtig, genaue Konstruktionen durchzuführen oder längere mathematische Formeln darstellen zu können. Ein weiteres Hindernis ist die oftmals fehlende schnelle Internetverbindung, die gerade für die meisten Anwendungen bei mehr als 20 Schülerinnen und Schülern pro Klasse zwingend notwendig ist (vgl. Kuszpa und Scherm, 2005, S. 14-18).

3.4 Digitale Kompetenzen für Lehrende und Lernende

Mobiles Lernen im 21. Jahrhundert erfordert mobile digitale Medien. Digitale Medien erfordern digitale Kompetenzen. Aus diesem Grund hat die Europäische Union eine Initiative gegründet, aus der sich eine österreichische ableitet und sich digi.komp (kurz für "digitale Kompetenzen") nennt, und die wichtigsten acht Schlüsselkompetenzen für Schülerinnen und Schüler verschiedenster Altersgruppen auflistet (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2016).

Es gibt vier verschiedene digi.komp-Modelle⁷: digi.komp4, digi.komp8, digi.komp12 und digi.kompP. Diese Modelle sind benannt nach dem Konzept der Bildungsstandards. So wurde digi.komp4 für die Grundschule, digi.komp8 für die Sekundarstufe 1 und digi.komp12 für die Sekundarstufe 2 entwickelt. Digi.kompP steht für die digitalen Kompetenzen der Pädagoginnen und Pädagogen (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2016).

3.4.1 Digitale Bildung auch in der Schule

"Die Digitalisierung ist keine Grippe, sie verschwindet weder nach sieben Tagen, sieben Monaten, Wochen oder Jahren. Sie verändert unser Leben rasant und nachhaltig. Wie sieht eine Bildung aus, die auf das Unerwartete vorbereitet? Und, wie eine Schule, die Heranwachsende auf eine digitalisierte Welt vorbereitet?" (Luga, 2017)

Diese und viele weitere Fragen werden gestellt, wenn man sich mit der Digitalisierung und der (Aus-)Bildung der Schülerinnen und Schüler beschäftigt. Jener Unterricht, der während der letzten Jahrzehnte stattgefunden hat, hatte in dieser Zeit Vorteile und vieles an Wissen und Erfolg gebracht. Jedoch steht nicht nur die Lehrerinnen- und Lehrerausbildung im Umbruch, sondern auch die Gestaltung des Unterrichts und die der Schulbildung zukünftiger Schülerinnen und Schüler. Es kommen neue Schulformen und Unterrichtsgegenstände hinzu, andere fallen weg, die Infrastruktur der Schulen soll geändert werden, mit kommendem Schuljahr wird die verpflichtende und verbind-

⁷ für weitere Informationen: <https://digikomp.at/> (abgerufen am: 16.04.2018)

liche Übung der digitalen Grundbildung in der Sekundarstufe 1⁸ eingeführt, digitale Kompetenzen für Lehrerinnen und Lehrer, sowie für Schülerinnen und Schüler werden eingeführt - all das und noch viel mehr wird die Zukunft unserer Schulen sein (vgl. Luga, 2017, S. 4-10).

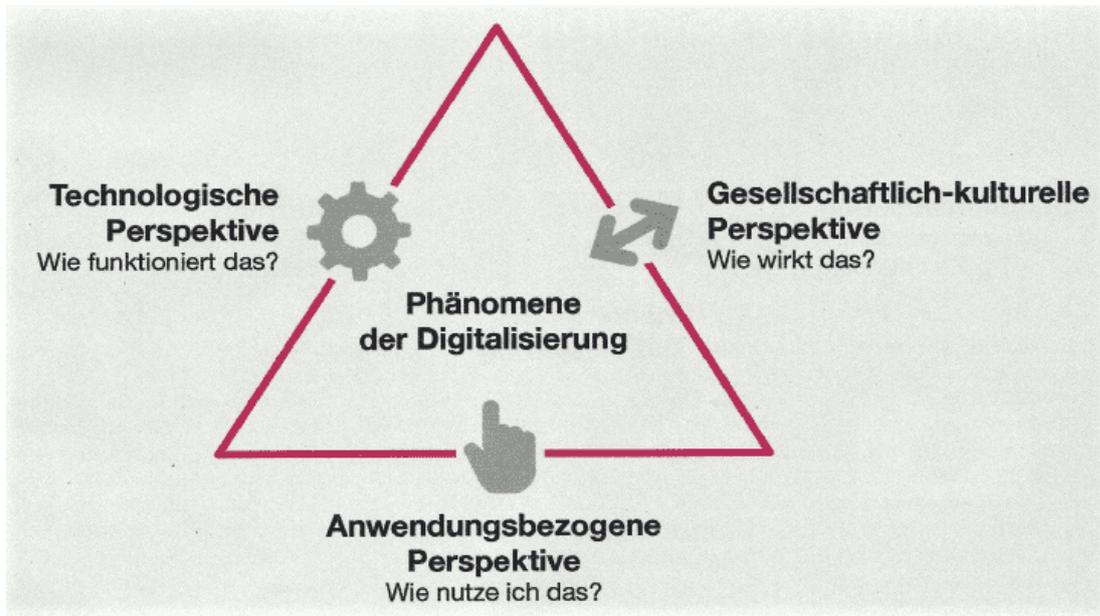


Abb. 3.1: Phänomene der Digitalisierung
(Brinda et al., 2016)

Um den Einzug digitaler Medien in die Schule erfolgreich zu gestalten, müssen drei wichtige Aspekte hinterfragt werden. In Abbildung 3.1. werden die drei Perspektiven abgebildet: die technologische, die anwendungsbezogene und die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive:

■ **Die technologische Perspektive: Wie funktioniert das?**

Eines der drei Phänomene bildet die technologische Ansicht. Dabei werden die Funktionsweisen von Systemen für die digital-vernetzte Gesellschaft betrachtet. Es werden Methoden und Strategien zur Problemlösung entwickelt, sodass ein fundiertes technologisches Hintergrundwissen für die Gestaltung der digitalisierten Welt möglich ist (vgl. Brinda et al., 2016 Seite 3).

Den Schülerinnen und Schülern wird in dieser Säule das Hintergrundwissen zu

⁸ für weitere Informationen: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/dgb/index.html> (abgerufen am 21.05.2018)

digitalen Medien vermittelt. Wie funktioniert mein Smartphone? Was ist Cloud-Computing und wie wird es verwendet? Was steht hinter QR-Codes⁹?

■ Die anwendungsbezogene Perspektive: Wie nutze ich das?

Diese Säule ist vermutlich die für Schülerinnen und Schüler am schnellsten verständliche Teilkategorie von allen. Jugendliche werden in der Kindheit mit Computern, Laptops, multimedialen Fernsehgeräten¹⁰, Smartphones oder Tablets konfrontiert und wachsen damit auf. Für sie ist das ganz selbstverständlich und ein Teil ihres Lebens.

Auf effektive und effiziente Nutzung diverser digitaler Medien und Anwendungen wird in dieser Teilkategorie Wert gelegt. Warum werden von der Lehrperson bestimmte Werkzeuge ausgewählt und wie werden diese verwendet? Die Schulung der sicheren Handhabung und damit vertraut werden mit dem (vollen) Funktionsumfang der verwendeten Werkzeuge - das wird in dieser Säule behandelt (vgl. Brinda et al., 2016, Seite 3).

Schülerinnen und Schülern wird bewusst gemacht, wie sie die Funktionen ihrer digitalen Medien voll und ganz effektiv und effizient nutzen können - im Alltag und in der Freizeit, aber auch zum Lernen in der Schule. Dabei ist es wichtig, dass nicht nur einzelne Anwendungen, welche sich oft wiederholen, sondern viele, möglichst der gesamte Funktionsumfang des Gerätes, optimal genutzt werden oder in jedem Fall das Wissen bereitgestellt wird, den vollen Funktionsumfang zu kennen und im Bedarfsfall nutzen zu können.

■ Die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive: Wie wirkt das?

Das Wesentliche in dieser Teilkategorie sind die Verknüpfungen der digitalen Welt mit dem Mensch und der Gesellschaft (vgl. Brinda et al., 2016, Seite 3). Schülerinnen und Schüler müssen einen eigenen Standpunkt, eine eigene Meinung entwickeln und ein Bewusstsein dafür schaffen, was für einen Einfluss die Digitalisierung auf ihr Leben hat und wie sie in und mit der digitalen Welt interagieren. Zusätzlich müssen Schülerinnen und Schüler lernen, wie sie die Gesellschaft und die digitale Kultur mitgestalten und verändern können (vgl. Brinda et al., 2016, Seite 3).

⁹ QR bedeutet quick-response - genauere Erläuterungen in Kapitel 4.5.

¹⁰ Fernsehgeräte mit Internetzugang, diversen Schnittstellen

3.4.2 Smarte Schulen anstatt analoge Inseln

Wird das „Innenleben“ einer Schule unter die Lupe genommen, so kommen seit Jahren, ja seit Jahrzehnten dieselben Schulfächer, Lehrpläne, Medien, Unterrichtsstrukturen und Infrastrukturen vor. Teilweise – im Idealfall – wurden einige dieser Aspekte an das 21. Jahrhundert angepasst. Vorzeigeschulen bieten zum Beispiel flächendeckendes WLAN¹¹, Computer und Beamer in der Klasse, abgeänderte Zeitstrukturen oder neue Schulfächer wie zum Beispiel Webdesign und App-Programmierung.

Leider fehlt es noch immer an genügend IT-Infrastruktur an Österreichs Schulen. Schnelle und leistungsfähige Computer, schnelles WLAN, welches auch 25 Schülerinnen und Schülern, die damit arbeiten, Stand hält oder moderne Klassenräume mit Beamer sind eine Seltenheit. Neben diesem Problem, welches dringend gelöst werden muss, es aber an Geldern fehlt, müssen auch digitale Inhalte und der Umgang mit digitalen Medien einen Platz in jeder Schule finden (vgl. Petrich, 2017, S. 17).

Wenn ein erfolgreicher Einzug digitaler Technologien in der Schule stattfinden soll, muss außerdem ein pädagogisch und didaktisch fundiertes Konzept für den Einsatz entwickelt werden. Eine nicht hinterfragte, nicht durchdachte Unterrichtssequenz mit digitalen Medien wird in den meisten Fällen mehr zum Scheitern verurteilt, als dass ein Erfolg damit erzielt werden kann (vgl. Petrich, 2017, S. 17).

¹¹ WLAN bedeutet wireless local area network, deutsch: lokales Funknetzwerk



Abb. 3.2: Die drei Säulen der Smart School
(Brinda et al., 2016)

Eine smarte Schule basiert, wie auf Abbildung 3.2. gut zu sehen ist, auf drei Säulen: die Infrastruktur, die pädagogischen Konzepte und Inhalte und die Lehrerfortbildung:

- Die erste der drei Säulen stellt die Infrastruktur dar. Neben Breitband-Internet, flächendeckendem und schnellem WLAN, Cloudservice, gut ausgestattete Computerräume gehören auch interaktive Whiteboards, auch Smartboards genannt, und mobile Endgeräte hier dazu (vgl. Petrich, 2017, Seite 17-18). Dafür müssen neue didaktische Konzepte entwickelt werden und die Digitalkompetenz¹² der Lehrerinnen und Lehrer geschult werden. Des Weiteren ist es wichtig, die Lehr- und Lerninhalte auf die technische Umgebung abzustimmen, interaktive Lernsoftware in den Unterricht einzubauen und auch digitale Schulbücher zu entwickeln (vgl. Petrich, 2017, Seite 17-18).
- Die zweite Säule bildet das pädagogische Konzept und deren Inhalte. Dazu zählen laut Bitkom¹³ ein digitales Schulkonzept mit digitalen Lerninhalten und der fächerübergreifende Einsatz innovativer Technologien und digitaler Medien (vgl. Petrich, 2017, Seite 18).

¹² wie in Kapitel 3.4 genauer beschrieben wurde

¹³ Bitkom ist der Digitalverband Deutschlands; mehr Informationen unter: www.bitkom.org/Bitkom/Ueber-uns/ (abgerufen am 18.05.2018)

Darüber hinaus müssen auch die KMK-Strategie¹⁴ und aktuelle Entwicklungen berücksichtigt werden. Die KMK-Strategie hat das Leitmotiv "Bildung in der digitalen Welt" (vgl. Kultusministerkonferenz (Hrsg.), 2016).

Für diese Strategie wurde von der Kultusministerkonferenz (Hrsg.) (2016, S. 23-42) ein Handlungskonzept für die zukünftige Bildung an deutschen Schulen vorgelegt, welches die Hauptpunkte

- Bildungspläne und Unterrichtsentwicklung,
- Aus- und Weiterbildung von Lehrenden und Erziehenden,
- Infrastruktur und Ausstattung,
- Bildungsmedien,
- E-Government und Schulverwaltungsprogramme, sowie
- rechtliche und funktionale Rahmenbedingungen

beinhaltet.

- Die dritte Säule einer smarten Schule bildet die Lehrerfortbildung. Damit guter, qualitätvoller Unterricht unter Einbezug digitaler Medien stattfinden und gelingen kann, muss die Lehrperson auch über die nötigen Kenntnisse und über das nötige Wissen verfügen, digitale Medien nutzen und einsetzen zu können. Aus diesem Grund zählt Bikom hier die Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer mit Digitalisierungsbezug, die Förderung des fachlichen Austauschs zum Thema Digitalisierung und digitale Kompetenz, sowie das Gremium Smart School auf. Das Gremium Smart School von Bitkom zeichnet jene Schulen aus, die ein solches Digitalisierungsvorhaben an ihrer Schule verwirklichen und vorantreiben (vgl. Petrich, 2017, Seite 18).

¹⁴ KMK steht für die Kultusministerkonferenz in Deutschland

4 Medien im Mathematikunterricht

Eine große Vielfalt an Medien wird im Mathematikunterricht bereits eingesetzt. Dabei gilt es, traditionelle und "neue", also digitale Medien, zu unterscheiden. Schulbuch und Schulheft sind allgegenwärtig und auch in einem modernen, digitalisierten Unterricht nicht wegzudenken. Allerdings wäre es möglich, das Schulbuch digital abzurufen und so hohe Druckkosten und das Gewicht der Schultaschen der Schülerinnen und Schüler zu minimieren. Weiteres zählen zu den traditionellen Medien der Overhead-Projektor und die Tafel. Der Taschenrechner hat sich als weiteres Medium im Mathematikunterricht durchgesetzt. Standen anfangs nur die Grundrechnungsarten, Wurzel und Quadratzahlen zur Verfügung, so ist heute nahezu alles möglich. Angefangen von Touch-Eingaben über das Darstellen diverser Funktionen, Lösen von Gleichungen (auch höherer Ordnung), Wahrscheinlichkeitsrechnungen bis hin zu komplexen Rechnungen – der moderne Taschenrechner kann viel mehr, als die meisten ahnen. Nichts desto trotz gibt es in der Welt von Internet und Generation Smartphone noch viele weitere Möglichkeiten, Medien im Mathematikunterricht einzusetzen.

4.1 Definition Medien

Medien werden in verschiedene Kategorien eingeteilt. Je nachdem, von welchem Standpunkt aus betrachtet, werden sie unterteilt in drei verschiedene Bereiche. Aus Sicht der Öffentlichkeit, wo die Verbreitung von Nachrichten, Informationen und Multimedia im Vordergrund steht, wird von „Massenmedien“ gesprochen. Dazu werden zum Beispiel das Fernsehgerät, Radio aber auch Plakate, Tageszeitungen oder Zeitschriften gezählt. Im Kontext mit Multimedia werden Medien als Komponenten diverser Programme und Anwendungen verstanden. Dazu werden Texte, Bilder, Fotos, Audiodateien und Videodateien gezählt (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 18-19).

Aus schulischer Sicht, also Medien in Schule und Unterricht, werden Medien als Träger von Informationen eingesetzt. Im klassischen Sinn werden darunter die Tafel, der Overheadprojektor, das Schulbuch, das Schulheft, Geodreieck, Zirkel etc. und infolge der Digitalisierung Computer, Laptop und Netbooks, Beamer, Smartphone, Tablets und Smartboards verstanden (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 18-19).

Wird von (digitalen) Medien gesprochen, so sind in dieser Arbeit jene Medien gemeint, die aus schulischer Sicht relevant sind.

4.2 Die Entwicklung neuer Medien

Klassische Medien wie die Kreidetafel, der Taschenrechner¹⁵, das Schulbuch, das Schulheft, das Geodreieck oder der Zirkel sind fester Bestandteil des Mathematikunterrichts seit vielen Jahren. Neu hinzugekommen sind im Laufe der Zeit der Overheadprojektor, viele Updates für Taschenrechner¹⁶, Computer, Laptop, Beamer, Whiteboard, interaktives Whiteboard, Tablet oder Smartphone. In den kommenden Absätzen werden die wichtigsten Medien genauer beschrieben.

Tafel:

Klassisch begonnen mit der Kreidetafel, die schon seit jeher in der Schule als allgemeines Medium nicht nur akzeptiert, sondern auch am meisten verwendet wird. Daraus weiterentwickelt hat sich 1990 das Whiteboard, welches mit abwischbaren Stiften beschrieben wird und wie der Name schon sagt, weiß ist (vgl. Wittke, Ebner und Kröll, 2013, S. 2).

Interaktives Whiteboard:

Keine direkte Weiterentwicklung, sondern vielmehr ein Ergebnis der Zusammenfassung von Technologie und Tafel ist das interaktive Whiteboard. Es ist ein Whiteboard, das mit speziellen Stiften beschreibbar ist, aber zusätzlich noch mit etwas Technik ausgestattet ist. Entweder wird das Bild über einen Touchscreen angezeigt oder von einem Beamer, der in unmittelbarer Nähe zum Board montiert ist, projiziert. Dank spezieller Software und diversen Anschlüssen für externe Geräte wie zum Beispiel einem Laptop oder einem Speichermedium kann Alt und Neu verbunden werden. Ein Computer oder

¹⁵ als Rechenhilfe für die vier Grundrechnungsarten

¹⁶ ein Beispiel für einen aktuellen Taschenrechner: Touch-Eingabe und Farbdisplay: <https://www.casio-europe.com/de/produkte/schul-und-grafikrechner/cas-grafikrechner/fx-cp400/> (abgerufen am 18.05.2018)

Laptop muss angeschlossen werden, um das interaktive Whiteboard benutzen zu können, denn eine Recheneinheit selbst besitzt das Board nicht. Leider sind Geräte wie diese (noch) sehr kostenspielig, weswegen der Einzug in die Schulen schleppend bis gar nicht vonstatten geht (vgl. Wittke et al., 2013, S. 3).

Overhead-Projektor:

Durchaus weit verbreitet in Schulen ist der Overhead-Projektor, auch Tageslichtprojektor genannt. Die ersten Geräte wurden bereits 1960 vorgestellt (vgl. Wittke et al., 2013, S. 4-5).

Er wird benutzt, indem eine spezielle Folie beschrieben und auf die Glasfläche des Projektors gelegt wird und mithilfe des Bildwerfers den Inhalt der Folie an die Wand projiziert.

Computer, Laptop und Netbook:

Ein weiteres wichtiges Medium ist der Computer, Laptop oder das Netbook. Der erste Computer wurde von Konrad Zuse gebaut und schon im Jahr 1941 in Betrieb genommen (vgl. Zuse, 2010, S. 57f). Die Verwendung des Computers als Medium im Unterricht ist von Schule zu Schule sehr unterschiedlich. Es gibt Schulen, die bereits Notebookklassen führen, oder welche, in der zumindest in jeder Klasse ein Computer sowie ein Beamer zur Verfügung stehen. Es gibt aber auch Schulen, wo nur ein bis zwei Computerräume nutzbar sind und jene, die zumindest Medienräume mit Beamer und Computer (oder Anschlussmöglichkeiten) besitzen. Leider hat sich die Verwendung eines Computers noch nicht richtig durchgesetzt, obwohl die Anschaffungskosten heutzutage geringer sind und es viele verschiedene Möglichkeiten zum Einsatz im Unterricht gibt. Zum Beispiel GeoGebra¹⁷ oder Excel, um nur zwei zu nennen. Beide werden in Schulen genutzt, aber leider nicht mit dem Potential, das möglich wäre.

Tablet:

Das Tablet und das Smartphone werden beide via Touchscreen-Eingabe bedient. Die Verkaufszahlen von Tablets sind in den Jahren 2012 bis 2015 gestiegen. Aber so richtig am Markt durchsetzen konnten sie sich gegen Notebooks und Smartphones noch nicht. Tablets sind im Vergleich zu Smartphones etwas größer und haben einen breiteren Funktionsumfang, was das effektive Arbeiten und Lernen erleichtert. Es gibt eine Tastatur am Touchdisplay, was Tippgeräusche verhindert und der Akku hält sehr lange. In Tablets wird außerdem kein Lüfter verbaut, was zusätzlich zur leisen Eingabe Geräusche vermindert. Weiters gibt es bei manchen Modellen Schnittstellen, um das

¹⁷ für Beispiele: <https://www.geogebra.org/m/hGRHQXBW> (abgerufen am 15.05.2018)

Tablet zum Beispiel mit dem Beamer verbinden zu können. Dies macht Schülerinnen und Schülern Präsentationen leicht möglich, oder die Lehrperson kann schnell und übersichtlich einen kurzen Wissensinput für die gesamte Klasse geben (vgl. Wittke et al., 2013, S. 6-7).

Smartphone:

Das Smartphone ist das jüngste digitale Medium, welches Einzug in den Unterricht nimmt. Es wird, gleich wie das Tablet, per Touch-Eingabe bedient und bietet viele neue Funktionen, die im Unterricht eingebaut werden können. Einer der Hauptgründe, warum das Smartphone im Unterricht eingebaut werden soll, ist, dass es ein fester Bestandteil im Alltag der Schülerinnen und Schüler ist und die meisten von ihnen ein eigenes Gerät besitzen. Genauer auf dieses Medium wird in Kapitel 4.4. eingegangen.

4.3 Möglichkeiten digitaler Medien im Mathematikunterricht

Neben den Arten von Medien, wie Tafel bis Smartphone, ist es außerdem wichtig, die Funktionen und die Verwendungsmöglichkeiten der digitalen Medien zu betrachten. Diese lassen sich (vgl. Abbildung 4.1.) in drei Säulen unterteilen: Werkzeuge, Kommunikationsmöglichkeiten und in Lehr- und Lernobjekte.

Digitale Medien im Mathematikunterricht		
Werkzeuge <ul style="list-style-type: none"> • Programme zur Erstellung von Präsentationen • Textverarbeitungssoftware • Kalkulationssoftware • Programme zur Bildbearbeitung • Grafikprogramme 	Kommunikationsmöglichkeiten <ul style="list-style-type: none"> • E-Mail Programme • Messengerdienste (Nachrichten, Sprachnachrichten, Telefonate, Videotelefonate) • diverse Foren • Soziale Netzwerke 	Lehr- und Lernobjekte <ul style="list-style-type: none"> • Bilder, Animationen, Videos • Audiodateien • eBooks • AR Anwendungen • VR Anwendungen • Lernspiele • CAS-Systeme • Lernsoftware • grafikfähige Taschenrechner • Lernanwendungen

Abb. 4.1: Digitale Medien im Mathematikunterricht
(Fischer (Hrsg.), 2017)

Die erste Säule, Werkzeuge digitaler Medien, ist vor allem dadurch definiert, welche Möglichkeiten es für die Gestaltung und Bearbeitung der Lehr- und Lernunterlagen gibt. Darunter fallen Programme zur Erstellung von Dokumenten, Präsentationen, Bildern, Grafiken, sowie Programme zur Bildbearbeitung, zur Datenverwaltung und zur Kalkulation (vgl. Fischer (Hrsg.), 2017).

Die zweite Säule beschreibt die Kommunikationsmöglichkeiten. Dazu zählen E-Mail-Programme, Messenger-Dienste zum Versenden von Textnachrichten, Sprachnachrichten, Programme zum Führen von Telefonaten über das Internet, sowie Videotelefonie. Weitere Kommunikationsmöglichkeiten sind diverse Foren, wo sich die Fragestellerin oder der Fragesteller meist registrieren muss und danach die Frage(n) stellen kann. Auch Soziale Netzwerke zählen zu den Kommunikationsmöglichkeiten (vgl. Fischer (Hrsg.), 2017).

Die dritte Säule fasst Lehr- und Lernobjekte zusammen, also alle Möglichkeiten zur Wissensvermittlung und dem Wissenserwerb durch digitale Medien. Darunter fallen zum Beispiel Bilder und Videos, Audiodateien, eBooks oder Mathematikapplikationen am Smartphone¹⁸. Eine weitere Möglichkeit wird durch die Webseite "learningapps.org"¹⁹ geboten, welche webbasierte Lernanwendungen kostenlos zur Verfügung stellt. Es stehen viele kleine, spielerisch aufgebaute Anwendungen zur Verfügung. Diese Anwendungen werden nach Fächern und Altersgruppen sortiert und können leicht in den Unterricht eingebaut werden (vgl. Fischer (Hrsg.), 2017).

Digitale Medien in der Schule und im Unterricht spielen eine immer wichtiger werdende Rolle – sowohl was das Lernen mit digitalen Medien betrifft, als auch das Wissen über digitale Medien, also mehr als nur stille Anwenderin oder stiller Anwender dieser neuen Medien zu sein. Da dies ein Umdenken in der Gestaltung des Lehrens und Lernens erfordert, gibt es auch hier didaktische und erzieherische Herausforderungen. Um diese Herausforderungen sowohl von Seiten der Lehrperson als auch von Seiten der Schülerinnen und Schüler zu benennen, wird dies in einem Begriff zusammengefasst: Medienkompetenz (vgl. Fischer (Hrsg.), 2017).

¹⁸ zum Beispiel Mathduel, ein Partnerspiel, zum Festigen der Kopfrechenkenntnisse, zu finden im Google-Playstore bzw. im Apple-Appstore

¹⁹ <https://learningapps.org/> (abgerufen am 15.04.2018)

4.4 Smartphone im Unterricht

Das am weitesten verbreitete mobile Endgerät der Jugend von heute ist das Smartphone. Damit ist auch der Zugang in die große weite Welt des Internets gewährleistet. Fast jede Schülerin und fast jeder Schüler der Sekundarstufe 1 besitzt eines. Eine Studie über den Besitz verschiedener Geräte bei Jugendlichen im Alter von 11-18 Jahren wurde im Auftrag der Education Group durchgeführt:

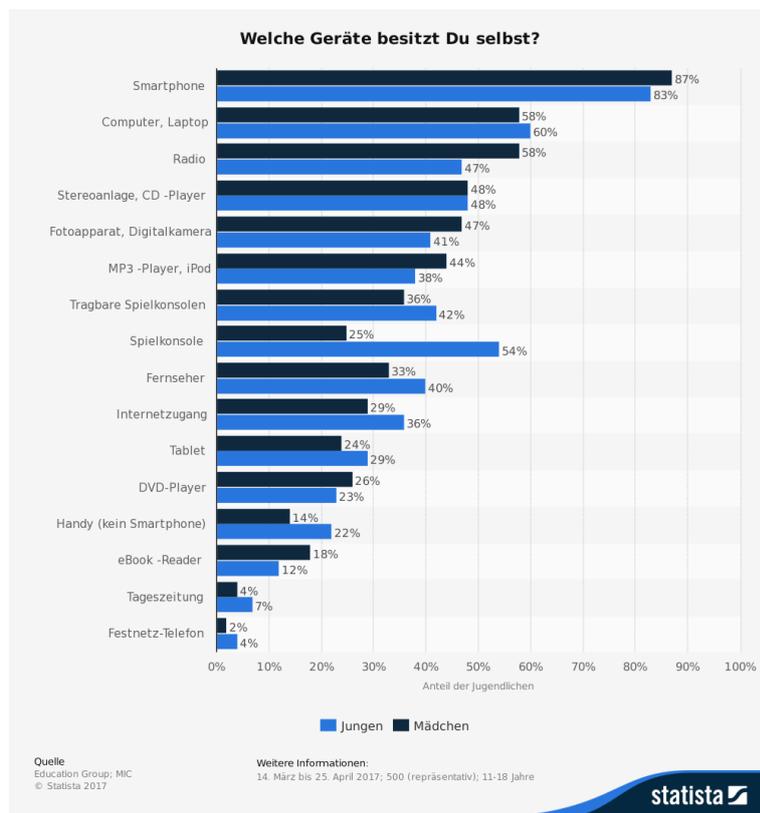


Abb. 4.2: Umfrage Smartphonebesitz Jugendliche (EducationGroup, 2017)

In Abbildung 4.2. wird deutlich, wie dominant das Smartphone als Endgerät bei Jugendlichen im Alter von 11-18 Jahren ist. 87 Prozent der Mädchen und 83 Prozent der Jungen besitzen ein eigenes. An zweiter Stelle dahinter reiht sich der Laptop bzw. Computer ein – 58 Prozent der Mädchen sowie 60 Prozent der Jungen besitzen ein eigenes Gerät. Im Mittelfeld reihen sich bei jeweils ungefähr 50 Prozent Radio, Stereoanlage, CD-Player, Digitalkamera, MP3-Player oder iPod, Spielekonsolen und Fernsehgeräte ein. Nur im unteren Drittel kommt das Tablet vor (vgl. EducationGroup, 2017).

85 Prozent aller Jugendlichen in diesem Alter besitzen also ein eigenes Smartphone. Das sind bei 1.130.523 Schülerinnen und Schülern im Schuljahr 2016/2017 960.945 Smartphones (vgl. Statistik Austria, 2017). Doch warum werden Smartphones im Unterricht, wenn überhaupt, nur so spärlich eingesetzt, wenn sie doch zentraler Bestandteil im Alltag, in der Freizeit – bei Freunden und Familie – sind und somit im Leben der Schülerinnen und Schüler eine bedeutende Rolle spielen? Ein Grund dafür könnte sein, dass die Lehrerinnen und Lehrer über zu wenig digitale Kompetenzen verfügen.

Fehlende digitale Kompetenzen bei Lehrerinnen und Lehrern, fehlende Infrastruktur in der Schule²⁰, zu wenig Ideen, wie das Smartphone im Regelunterricht eingesetzt werden kann (fehlendes Unterrichtsmaterial), keine Motivation, den erprobten Unterrichtsstil zu ändern, sich auf Alternativen zum klassischen Unterricht einzulassen, fehlendes vernetztes Denken, Angst, dass Schülerinnen und Schüler abschweifen könnten oder dass der Unterricht außer Kontrolle gerät (auch auf fehlende Kompetenzen im Bereich Medienpädagogik zurückzuführen), fehlendes Wissen über die nötigen Programme sind nur einige mögliche Gründe dafür.

4.4.1 Chancen und Potenziale von Smartphones im Unterricht

Das Verwenden von Smartphones im Unterricht bringt viele Chancen und Potenziale mit sich. Die Funktionen²¹ des Smartphones selbst können für den Unterricht verwendet werden. Weiters werden die Geräte von den Schülerinnen und Schülern selbst mitgebracht²² und dementsprechend vertraut sind sie damit. Durch den Technikeinsatz werden neben dem eigentlichen mathematischen Inhalt, der im Unterricht gelehrt bzw. gelernt werden soll noch einige weitere wichtige Inhalte beiläufig gelernt: Geläufigkeit und Fertigen im Umgang mit Quellen im Internet sind nur zwei davon (darauf wird in Kapitel 4.7 näher eingegangen) (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2018a).

Formelles und informelles Lernen:

Im Kontext mit mobilem Lernen ist formelles und informelles Lernen ein wichtiger Faktor. Bei formellem Lernen ist dabei ausdrückliches Lernen bzw. sich bewusst sein, dass ein Lernprozess erfolgt, gemeint. Schülerinnen und Schüler eignen sich dabei das

²⁰ zum Beispiel WLAN

²¹ Kamera für Bilder und Videos, GPS, Sprachaufnahme, Internetzugang uvm.

²² Stichwort: BYOD – bring your own device – nähere Informationen werden in Kapitel 4.6. beschrieben.

Wissen geplant in geeigneten Bildungseinrichtungen und in festgelegten Zeitabschnitten an. Als geeignete Bildungseinrichtung wird dabei in erster Linie die Schule genannt. Der Lernprozess wird durch die Lehrperson aktiviert (vgl. Specht und Ebner, 2011, S. 3). Beim informellen Lernen - also ungezwungenem, gelockertem Lernen – eignet sich die Schülerin bzw. der Schüler freiwillig Wissen an. Der Lernprozess entsteht durch intrinsische Motivation. Dies kann bewusst oder unbewusst passieren. Ein Beispiel für unbewusstes informelles Lernen ist, dass die Schülerin bzw. der Schüler auf Sozialen Netzwerken surft und durch Abonnieren diverser Seiten und Gruppen oder geteilten Beiträgen von Freunden die aktuellen Nachrichten mitbekommt (vgl. Specht und Ebner, 2011, S. 3).

”Seamless Learning”:

„Seamless Learning“ bedeutet übersetzt „nahtloses Lernen“. Dabei wird grenz- und inhaltsüberschreitendes Lernen gemeint, was bedeutet, dass es für Schülerinnen und Schüler wichtig ist, in- und außerhalb der Unterrichtssituation im Klassenzimmer zusammenzuarbeiten. Das Konzept des ”seamless learning” baut auf den Ansätzen des formellen bzw. informellen Lernens auf (vgl. Specht und Ebner, 2011, S. 3-4). In Bezug auf mobiles Lernen mit Smartphones spielt diese Art von Lernen eine wichtige Rolle, da gerade durch das Smartphone eine inhalts- und grenzüberschreitende Lernsituation geschaffen wird, die über das Klassenzimmer hinausgeht, und wo Schülerinnen und Schüler miteinander kommunizieren und sich austauschen können.

”Gamebased Learning”:

Gamebased Learning – Spielerisch lernen? Gamebased Learning wird übersetzt mit spielerisch lernen oder spielebasiert lernen.

Spiele sind bei Kindern und Jugendlichen sehr beliebt und auch Computerspiele, Spiele am Tablet oder Smartphone erfreuen sich größter Beliebtheit. Aber Wissensvermittlung anhand von Spielen? Durch den Einsatz des Smartphones im Unterricht bietet sich eine gute Gelegenheit, spielerisches Lernen in den Unterricht miteinzubauen.

Entstanden ist der Begriff im angloamerikanischen Raum, und bereits vor dem Einzug digitaler Medien in die Klassenräume standen Spiele bei Schülerinnen und Schülern hoch im Kurs. Schon in den 1990er Jahren wurde spielebasiertes Lernen im Unterricht zur Vermittlung von Wissen eingesetzt. Kritikerinnen und Kritiker geben zu bedenken, dass Spiele gefährdend in Bezug auf Suchtverhalten, Aggression oder „zu viel vor dem Bildschirm hocken“ sein könnten. Befürworterinnen und Befürworter hingegen sehen darin eine erfolgversprechende Art des bewussten und selbstgesteuerten Lernens (vgl.

Le, Weber und Ebner, 2013).

Eine wichtige Chance für die Wissensvermittlung durch das spielebasierte Lernen ist die hohe intrinsische Motivation der Schülerinnen und Schüler, die dadurch entsteht, im Unterricht Spiele spielen zu dürfen. Werden die Spiele unterhaltsam und anregend für die Schülerinnen und Schüler gestaltet, so wird schnell das reale Umfeld vergessen. Eine solch intensive Beschäftigung mit Inhalten wie beim spielebasierten Lernen erfolgt sonst in den wenigsten Fällen (vgl. Le et al., 2013).

Laut Meier und Seufert (2003), S. 13-15) werden unter anderen folgende wichtige Lernprozesse gefördert:

- **Aktives Lernen:**

Die aktive Beteiligung der Schülerin bzw. des Schülers ist für den Lernerfolg sehr wichtig. Beim spielebasierten Lernen wird statt der gezielten Wissensvermittlung das aktive Tun in den Vordergrund gerückt.

- **Konstruktives Lernen:**

Schülerinnen und Schüler lernen, indem sie individuelle Erfahrungs- und Wissenshintergründe zum Einschätzen aktueller Problemsituationen verwenden. Das Versuchen, sich Irren, weiter Versuchen und zur Lösung Kommen spielt beim konstruktiven Lernen eine wichtige Rolle.

- **Selbstgesteuertes Lernen:**

Das selbstgesteuerte Lernen ist ein sehr wichtiger Prozess in der Entwicklung der Schülerinnen und Schüler. Sie können Lernzeiten (Spieldauer) selbst bestimmen oder sich selbst organisieren, wie sie zur Lösung kommen. Dabei bieten digitale Lernspiele breitgefächerte Möglichkeiten: beispielsweise Varianz bei Ausübung der Kontrolle bei Wettbewerbsspielen und Feedback in Rollenspielen oder bei Multiplayerspielen.

- **Soziales Lernen:**

Findet ein Lernprozess statt, so sind immer auch soziale Aspekte eingebunden. Dabei ist egal, ob in einer Gruppe oder mit einer Partnerin oder einem Partner gelernt wird, da sich viele Lernende bei Problemen an Kolleginnen, an Kollegen oder Lehrende wenden. Die wenigsten Schülerinnen und Schüler lösen ihre Probleme zuhause alleine vor dem Smartphone. Lernspiele fördern und fordern verschiedene soziale Kompetenzen und das gemeinsame Lernen wird angeregt.

- **Situiertes Lernen:**

Vor allem bei Rollenspielen müssen sich die Schülerinnen und Schüler in die ihnen zugeteilte Rolle versetzen und in der gegebenen Situation handeln. Je besser sie sich in die Situation hineinversetzen, desto eher tritt ein Erfolg ein. Außerdem ist es möglich, dass Schülerinnen und Schüler verschiedene Ansichten kennenlernen oder unterschiedliche Anwendungssituationen erfahren. Durch digitale Medien wurden viele neue Perspektiven geschaffen, die situiertes Lernen stark fördern. Am Smartphone können sofort verschiedenste Perspektiven, Problemsituationen, authentische Simulationen oder Experimente in virtuellen Welten erlebt werden.

4.5 Web 2.0

4.5.1 Begriffserklärung:

Mit 2.0 wird in der Informatikbranche eine „zweite Version“, eine verbesserte Version, bezeichnet. Das heißt, dass mit Web 2.0 eine zweite Version des ersten World-Wide-Webs bezeichnet wird. Die Neugestaltung ist nicht in technischer Hinsicht gemeint, sondern in Bezug auf Wahrnehmung, Nutzung und Erleben des Internets (vgl. Panke, 2007). Der eigentliche Begriff 2.0 wird auf Scoot Dietzen zurückgeführt, der das erste Mal bereits im Winter 2003 vom Web 2.0 gesprochen hat (vgl. Ebner, Schön und Nagler, 2011).

Laut Panke (2007) sind vor allem in den folgenden vier Punkten die Unterschiede zwischen Web 1.0 und Web 2.0 sehr deutlich, was in Abbildung 4.3 gezeigt wird:

<i>Web 1.0</i>	<i>Web 2.0</i>
„Ich bin drin“: Zugang zum Internet als Herausforderung, Webseitenbereitstellung nur von Institutionen oder durch Einzelpersonen mit technischer Expertise.	„Wir sind das Netz“: Aneignung von Internettechnologien auch ohne vertiefte technische Vorkenntnisse möglich.
„Surfen“: Web als Abrufmedium, Informationen werden gesammelt und offline bzw. auf dem persönlichen Rechner archiviert.	„Posten“: Web als Mitmachmedium, Informationen werden ausgewählt, kommentiert und online wieder verfügbar gemacht.
„Wissen vom Experten“: Statische, oft zeitlich abgeschlossene Webprojekte, die redaktionell vorstrukturiert angeboten werden.	„Weisheit der Masse“: Microcontent & Wiki-Prinzip, Surfverhalten der Nutzer beeinflusst die Informationsdarbietung.
„Call by call“: Modemverbindung & Einwahlkosten bedingen textlastige Darstellungen.	„Always online“: Breitbandanschlüsse und Flatrates begünstigen die Verbreitung von Audio- und Videoinhalten.

Abb. 4.3: Gegenüberstellung Web 1.0 und Web 2.0

(Panke, 2007)

Der neue Begriff des Webs, in dem es um Wahrnehmung, Nutzung und Erleben geht, eröffnet viele neue Möglichkeiten im Umgang, in der Nutzung und in der Erstellung und Mitgestaltung von Webinhalten, ohne dass zusätzliches Wissen über Programmiersprachen nötig ist. Es wurden auch einfachere Benutzeroberflächen geschaffen (vgl. Ebner et al., 2011).

Durch die Neuerungen im Web 2.0 wurden auch viele neue Möglichkeiten für den Unterricht erschaffen. Die wichtigsten (vor allem für den Mathematikunterricht einsetzbaren) Möglichkeiten werden in den folgenden Absätzen näher beschrieben.

Speziell für den Mathematikunterricht gibt es webbasierte Mathematikprogramme, die im Unterricht genutzt werden können:

- **Geonext:** Geonext, welches von der Universität in Bayreuth entwickelt wurde, bietet eine Software sowie Materialien für den Mathematikunterricht:
<http://geonext.uni-bayreuth.de/> (abgerufen am 18.05.2018)
- **Mathematikalpha:** Mathematikalpha ist ein interaktives Mathematikprogramm, welches kostenlos heruntergeladen werden kann²³: <http://mathematikalpha.de/> (abgerufen am 18.05.2018)

²³ eine Installationsdatei für Windows und ein ZIP-Ordner werden zur Verfügung gestellt

- **Geo-Gebra-Apps:** verschiedene, kleine von Usern erstellte Aufgaben, interaktive Beispiele zu diversen Mathematikthemen: <https://www.geogebra.org/> (abgerufen am 18.05.2018)

Die Lösung bzw. das Verständnis zu mathematischen Problemstellungen kann auch durch Erklärungen in Podcasts erworben werden. Einige Beispiele für kostenlose Mathematik-Podcasts sind:

- <https://www.br.de/mediathek/podcast/telekolleg-mathematik/641> (abgerufen am 18.05.2018)
- <https://mathematik.podspot.de/> (abgerufen am 18.05.2018)
- <https://www.podcast.de/podcast/48809/#archiv> (abgerufen am 18.05.2018)

Es werden auch via YouTube viele gute Videos mit Erklärungen zur Verfügung gestellt.

Weitere Webseiten und Möglichkeiten (nicht nur speziell auf den Mathematikunterricht bezogen) zur Nutzung des Web 2.0 im Unterricht:

- **QR-Codes:** QR-Codes²⁴ sind zweidimensionale Barcodes und verschlüsseln Daten wie Texte, Adressen von Webseiten oder Kontaktdaten. Zum Entschlüsseln wird ein QR-Scanner benötigt, welcher gratis zum Download in den verschiedenen App-Stores zur Verfügung steht. QR-Codes werden häufig verwendet, um Links für weitere Informationen auf Plakaten, Flyern oder Produkten anzugeben, da QR-Codes sehr robust sind und bis zu 30 Prozent des Codes fehlen dürfen, um diesen noch problemlos entschlüsseln zu können.

Für den Unterricht interessant sind QR-Codes deshalb, da auf kleinem Raum (Stichwort Druckkostenminimierung) weitere Informationen zu Beispielen, Stoffinhalten oder weiteren Übungen gegeben werden können. Außerdem können Lehrpersonen sowie Schülerinnen und Schüler QR-Codes selbst erstellen²⁵. Ferner werden digitale Kompetenzen, zum Thema Ver- und Entschlüsselung, Installieren von Apps, Aufbau von QR-Codes selbst etc. gelehrt.

Das Verwenden von QR-Codes im Unterricht setzt die Verwendung von Smartphones oder Tablets, die QR-Codes lesen können, sowie eine stabile und schnelle Internetverbindung voraus.

²⁴ QR bedeutet „Quick Response“ also schnelle Antwort

²⁵ ein Beispiel für eine Webseite, wo QR-Codes selbst erstellt werden können: <http://goqr.me/de/> (abgerufen am 18.05.2018)

■ **Kahoot!:** Kahoot!²⁶ ist ein interaktives Quiz-Spiel, welches ein digitales Endgerät pro Schülerin bzw. pro Schüler (oder pro Gruppe) erfordert, sowie eine stabile Internetverbindung voraussetzt. Die Lehrperson muss sich registrieren und erstellt online das Quiz. Viele Lehrpersonen verwenden Kahoot!, um ihre Schülerinnen und Schüler im Unterricht zu motivieren und den Unterrichtsstoff besser zu vermitteln. Das online erstellte Quiz muss von der Lehrperson freigeschaltet werden und es wird ein Game-PIN generiert, den die Schülerinnen und Schüler auf ihrem eigenen Gerät eingeben und sich mit einem Nutzernamen anmelden. Die Quizfragen werden per Beamer an die Leinwand projiziert und pro Frage gibt es vier Antwortmöglichkeiten. Die Schülerinnen und Schüler sehen die Frage an der Leinwand und betätigen einen der vier Buttons auf ihrem Gerät (Smartphone). Nach jeder Frage wird ein Ranking für die Besten der Klasse gezeigt. Ideal ist, dass im Hintergrund Log-Files erstellt werden, welche die Lehrperson zu Analysezwecken verwenden kann. In diesen Log-Files wird genau dokumentiert, wer bei welcher Frage welche Antwortmöglichkeit ausgewählt hat.

Egal zu welchem Thema und in welcher Unterrichtsstunde, Kahoot! ist ein nützliches Tool, um den Unterricht sinnvoll aufzulockern und die Schülerinnen und Schüler zu motivieren.

■ **Lego education:** Lego education²⁷: Von der Marke Lego gibt es eine Initiative, die mit Bildungsexpertinnen und Bildungsexperten zusammenarbeitet und so Unterrichtsmaterialien entwickelt. Das wohl bekannteste Produkt sind die Lego-Mindstorms²⁸, welche ein programmierbares RCX-Modul (robotics command system) als Hauptbestandteil besitzen. Darüber hinaus gibt es verschiedene Sensoren und Motoren und es kann natürlich mit Legobausteinen etwas dazu gebaut werden.

Außerdem gibt es von Lego education eine App, mit der einfach aber gut Bilder geschichten erstellt werden können. Der Download ist kostenlos und für Windows, Mac OS und das iPad verfügbar²⁹.

²⁶ für weitere Informationen: <https://kahoot.com/> (abgerufen am 18.05.2018)

²⁷ weitere Informationen unter: <https://education.lego.com/de-de> (abgerufen am 18.05.2018)

²⁸ mehr Informationen unter: <https://education.lego.com/de-de/product/mindstorms-ev3> (abgerufen am 18.05.2018)

²⁹ kann hier heruntergeladen werden: <https://.lego.com/en-us/downloads/retiredproducts/storystarter/software> (abgerufen am 18.05.2018)

Webseiten zum interaktiven Üben und Wissenserwerb:

- **”learningapps.org”:**”learninigapps.org”³⁰ bietet kleine Anwendungen zu verschiedenen Unterrichtsfächern und zu verschiedenen Themengebieten an, die entweder am Computer, Tablet oder Smartphone genutzt werden können. Weiters kann die Schulstufe gewählt werden. Von Quizshows über Zuordnungen von Lückentexten bis hin zu Paar-Zuordnungen gibt es sehr viele Möglichkeiten. Außerdem können eigene Apps erstellt werden. Gerade beim Einsatz von Smartphones im Mathematikunterricht lassen sich Festigungs- und Wiederholungsübungen sehr einfach mit diesen Apps verbinden.

Auch von der Technischen Universität Graz werden zwei Webseiten³¹ mit verschiedenen interaktiven Übungen und Apps zur Verfügung gestellt, zum Teil für den Mathematikunterricht aber auch zur informatischen Grundbildung oder dem Sprachunterricht.

Zum Wissenserwerb im Unterricht eingesetzt werden können auch **Wikis**³², welche Informationen bereitstellen.

Mithilfe von **liveworksheets**³³ können interaktive Arbeitsblätter erstellt und geteilt werden, sowie von der Webseite viele Materialien verwendet werden.

Auch **Augmented-Reality (kurz AR)**, also die „erweiterte Realität“ mittels digitaler Medien, kann in den Unterricht integriert werden. Der wohl bekannteste Vertreter von augmented-reality ist das weit verbreitete und sehr beliebte Spiel „Pokemon Go“³⁴. Dabei bewegt man sich real, und die erweiterte Realität mit der Spielwelt und spezifischen Spielinhalten wird am Smartphone angezeigt. Dafür benötigt werden ein GPS-Signal³⁵, eine Internetverbindung, sowie die einzelnen Mindestanforderungen, die von Anwendung zu Anwendung unterschiedlich sind. Als positive Aspekte, AR in den Unterricht einzubauen, werden überraschende Wow-Effekte, mehr Motivation, selbstorganisiertes Lernen und besseres Verständnis von Lerninhalten genannt. Als mögliche Problemfaktoren hingegen der Zeitaufwand, notwendige technische Fähig- und Fertigkeiten und die Möglichkeit, dass die Schülerinnen und Schüler auf virtuelle Einblendungen fixiert sind (vgl. Kroker, 2017).

³⁰ <https://learningapps.org/index.php?category=2&s=> (abgerufen am 18.05.2018)

³¹ <https://schule.learninglab.tugraz.at/> und <https://learninglab.tugraz.at/app/> (beide abgerufen am 18.05.2018)

³² zum Beispiel: <https://wiki.zum.de/wiki/Mathematik>(abgerufen am 18.05.2018)

³³ <https://www.liveworksheets.com/> (abgerufen am 18.05.2018)

³⁴ <https://www.pokemongo.com/de-de/> (abgerufen am 18.05.2018)

³⁵ GPS ist die Abkürzung für globales Positionsbestimmungssystem

Auch Lehrpersonen können eigene AR-Anwendungen selbst erstellen. Programme wie Layar³⁶ oder Wikitude Studio³⁷ machen dies möglich (vgl. Kroker, 2017).

4.6 BYOD

Wie bereits in Abbildung 4.2. gezeigt wurde, ist das Smartphone das am weitesten verbreitete eigene Gerät bei Jugendlichen im Alter von 11-18 Jahren. Demnach kann der Einsatz von Smartphones im (Mathematik)-Unterricht ideal nach dem BYOD³⁸-Ansatz gestaltet und durchgeführt werden. Das BYOD-Konzept sieht vor, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Geräte ("own device") in den Unterricht mitbringen und diese dann im Unterricht verwenden. Andere Beispiele, wo das BYOD-Konzept Anwendung findet wären das Arbeiten mit eigenen Tablets oder Laptops.

Laut Attewelli (2015) auf S. 2 werden folgende Punkte als Entscheidungsträger beschrieben, ob das Konzept erfolgreich eingesetzt werden kann:

- Es muss ein flächendeckendes und leistungsstarkes Internet bzw. WLAN zur Verfügung gestellt werden, welches auch stabil ist, wenn sich 30 oder mehr Smartphones aktiv darin befinden. Außerdem muss es im gesamten Schulgebäude funktionieren.
- Lehrpersonen müssen gut und richtig ausgebildet werden, sowie sich am aktuellen Stand der Technik halten und Fortbildungen besuchen, um guten pädagogischen und technischen Einsatz von Smartphones im Unterricht zu gewährleisten.
- Es gibt viele verschiedene Definitionen von BYOD. In vielen Fällen werden von den Schulen nur Geräte erlaubt, die über die Schule gekauft werden. Einige Vorteile davon sind, dass der Support seitens der Lehrerinnen und Lehrer besser ist, da nur eine Version des Gerätes vorhanden ist und weiters, dass für alle Schülerinnen und Schüler dasselbe Betriebssystem in derselben Version mit denselben Funktionen zur Verfügung steht.

36 <https://www.layar.com/> (abgerufen am 18.05.2018)

37 <https://www.wikitude.com/products/studio/> (abgerufen am 18.05.2018)

38 BYOD – Abkürzung für "bring your own device", also das eigene Gerät in die Schule bzw. in den Unterricht mitbringen

Werden die Geräte nicht über die Schule bestellt bzw. gekauft, so müssen sich Lehrpersonen mit folgenden Fragen bei der Unterrichtsvorbereitung beschäftigen:

- Müssen die eigenen Geräte der Schülerinnen und Schüler bestimmte Mindestanforderungen erfüllen?
- Verfügen die Schülerinnen und Schüler über genug digitale Kompetenz, ihr Gerät effizient und sinnvoll nutzen zu können, oder gibt es hier Aufklärungsbedarf?
- Kennen die Schülerinnen und Schüler die Netiquette³⁹ und halten diese auch ein?
- Verfügt die Lehrperson (die Lehrpersonen) über die nötige Kompetenz, den Unterricht für verschiedene Betriebssysteme auf verschiedenen Geräten in verschiedenen Versionen erfolgreich durchzuführen und auftretende Probleme zu lösen?

Das für diese Arbeit entwickelte Unterrichtskonzept greift auf den BYOD-Ansatz zurück. Im Vorfeld wurden von der Klassenlehrerin alle Schülerinnen und Schüler beider Schulklassen gefragt, ob sie ein eigenes Smartphone besitzen. Mit Ausnahme von ein bis zwei Schülerinnen und Schülern pro Klasse wurde diese Frage mit Ja beantwortet. Für jene Schülerinnen und Schüler, welche kein eigenes Smartphone besitzen wurde im Vorfeld ein altes Smartphone von der Lehrperson bzw. einem Mitschüler für das Projekt organisiert, damit auch sie am Projekt teilnehmen konnten.

4.7 Schule 4.0

Das Vorhaben Schule 4.0 in Österreich wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung initiiert. Schule 4.0 wird als Digitalisierungsstrategie geführt, welche über die ganze Schullaufbahn einer Schülerin bzw. eines Schülers geht. Wird diese Strategie vollständig umgesetzt, so bekommen alle Schülerinnen und Schüler in ihrer Schulbildung digitale Kompetenz und die Kompetenz, sich mit digitalen Medien und deren Inhalte kritisch zu beschäftigen, vermittelt (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2018b).

Laut Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018b) besteht die Umsetzung dieser Strategie aus vier großen Teilen:

39 Netiquette ist der Begriff für die Verhaltensregeln im Internet; also was gutes Benehmen online ausmacht. Netiquette hat das Ziel, eine angenehme und für alle akzeptable Kommunikation zu erreichen

1) Der digitalen Grundbildung:

Diese wird in der Volksschule und der Sekundarstufe 1 eingeführt. Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler informatische Denkprozesse lernen, informatische Konzepte verstehen und mit dieser Sachkenntnis Probleme lösen können. Außerdem wird ein verantwortungsvoller Umgang mit digitalen Medien und neuen Technologien angestrebt.

2) Kompetente Pädagoginnen und Pädagogen:

Der zweite Teil wird durch kompetente Pädagoginnen und Pädagogen definiert. Diese Kompetenz soll durch ein Pflichtportfolio während der Einstiegsphase in den Beruf erworben werden. Es werden Weiterbildungen, sowie eine neuwertige Fortbildungsreihe unterstützt durch einen "Peer Learning"-Ansatz zur Verfügung stehen.

Außerdem werden Webseminare an der virtuellen pädagogischen Hochschule⁴⁰ sowie den Education Innovation Studios⁴¹ angeboten.

3) Die Infrastruktur:

Der dritte Teil wird durch die Infrastruktur gebildet. Die Infrastruktur ist für die Schule 4.0 ein sehr wichtiger Punkt, da in diesen Teil die stabile und effiziente Internetverbindung fällt, welche neben den Geräten die wichtigste Rahmenbedingung darstellt. Deswegen wurde ein Breitband Förderprogramm initiiert, welches die Anbindung an ein Glasfasernetz vorsieht. Weiteres werden Rahmenvereinbarungen mit Internet Providern für günstige Internetanbindungen für Schulen verhandelt.

4) Die Bildungsmedien:

Der vierte Teil wird gebildet durch die Bildungsmedien. Darunter fallen digitale Schulbücher und ein Portal, wo digitale Lehr- und Lernmedien ausgetauscht und hochgeladen werden können.

Hier wird auch die Förderung zur Erstellung und Weiterentwicklung von "Open Educational Resources" unterstützt. Unter "Open Educational Resources" (kurz: OER) werden freie Bildungsressourcen verstanden, welche kostenlos und frei verwendbar sind. Wichtig dabei ist es, zu beachten, unter welchen Lizenzen die

⁴⁰ die virtuelle PH hat das Ziel, Lehrpersonen und Lehramtsstudierende bei der Aneignung digitaler Kompetenz bestmöglich zu unterstützen; nähere Informationen unter: <http://www.virtuelle-ph.at/> (abgerufen am 18.05.2018)

⁴¹ ist eine Initiative zur Digitalen Grundbildung; nähere Informationen unter: <https://education.at/index.php?id=342> (abgerufen am 18.05.2018)

jeweiligen Materialien stehen. Ein weit verbreitetes und bekanntes Lizenzmodell ist das "Creative Commons"-Lizenzmodell, welches in Kapitel 4.8.2 vorgestellt wird (vgl. Ebner und Schön, 2016).

4.8 Medienpädagogik im Mathematikunterricht

Wird Medienpädagogik angesprochen, so verfallen Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern schnell in eine Abwehrhaltung. Antworten wie "Das gehört nicht in den Mathematikunterricht" oder "Bitte nicht im Mathematikunterricht, dafür gibt es Informatikstunden" stellen nur einen kleinen Auszug aus den Sichtweisen dar. Wird an Medien gedacht, ist meist der erste Gedanke der Overheadprojektor, die Tafel oder das Schulbuch. Diese Denkweise muss erweitert werden auf Computer, Tablet und Smartphone. Wie bereits in Kapitel 4.3 "Smartphones im Unterricht" angeführt wurde, spielen mehrere Faktoren für diese veraltete Sichtweise eine Rolle (vgl. Hirscher, 2002, S. 48-49).

Leider werden (digitale) Medien selten in gutem Licht dargestellt. Infolgedessen wird auch der Medienpädagogik kein guter Ruf zugesprochen. Aus mathematisch-naturwissenschaftlicher Sichtweise wird sie oft als zu unspezifisch oder zu dehnbar gesehen und oftmals als überflüssig bezeichnet (vgl. Hirscher, 2002, S. 49-50).

4.8.1 Begriffserklärung Medienpädagogik

Medien werden im pädagogischen Kontext zwei Bedeutungen zugeordnet:

1) Medien als Vermittler von Kultur und Wissen:

Smartphones werden in dieser Hinsicht als Instrumente verstanden, die zwischen dem Menschen und der Welt Dinge vermitteln. Im weitesten Sinn ist dieser Inhalt Kultur. Genauer betrachtet werden dabei Informationen über die Kultur verstanden (vgl. Hirscher, 2002, S. 50).

2) Medien als Darsteller von Kultur und Wissen:

Smartphones werden in dieser Hinsicht als öffentlich kulturelle Darstellung betrachtet. Auf das Verständnis und die Funktion von Smartphones, insbesondere auf dessen einzelne Funktionen, wird hier Wert gelegt (vgl. Hirscher, 2002, S. 50).

Hinsichtlich der Definition von Blömeke (2003) wird Medienpädagogik unterteilt in Medium und Pädagogik. Das Medium wird dabei als ein unterstützendes (technisches, digitales) Mittel angesehen, das den Lehrenden mit dem Lernenden kommunizieren lässt. Pädagogik wird definiert als Mittel zur Beantwortung von Fragen der Erziehung und Sozialisation und gibt auch auf Fragen beim Lehren und Lernen Antworten. Somit bedeutet Medienpädagogik für Blömeke, welche Rolle die Medien im Erziehungsprozess spielen – mit eingeschlossen die Sozialisation und das Lehren und Lernen. In den Mittelpunkt wird nach wie vor der Mensch und nicht die Medien gerückt. Werden die Medien als Ausgangspunkt angesehen, so findet man sich in der Medienwissenschaft wieder. Konkret unterteilt wird die Medienpädagogik in diesem Vortrag in Mediendidaktik⁴² und Medienerziehungstheorie (vgl. Blömeke, 2003).

Laut König (2015) ist Medienkompetenz das Wissen, welches hinter der oberflächlichen Fassade des reinen Bedienens der digitalen Medien steht. Bedienung von Smartphone, Laptop, Tablet oder Computer sind für die meisten von uns heutzutage kein Problem mehr. Aber Hintergrundwissen über Medien, also eigene digitale Medieninhalte zu produzieren, Medien sinnvoll einzusetzen, mit Medien zu lernen, Material für verschiedenste Medien zur Verfügung zu stellen – all das und noch viel mehr, das will Medienpädagogik erreichen. Kurz gesagt: Das Ziel ist es, einen gewissen Bildungsstand an Medienkompetenz zu erreichen (vgl. König, 2015).

Im Kontext mit dem Mathematikunterricht gesehen bedeutet dies also, dass digitale Medien eingesetzt werden – zum Lernen und Wissensaustausch, zur Vermittlung von Wissen, zur Sicherung von Lernerfolgen etc. Mit Medienpädagogik kann erreicht werden, dass der Einsatz von Computer und Beamer nicht nur zum simplen Abschreiben diverser Angaben oder dem Zeigen von Videos genutzt wird. Medienpädagogik bedeutet aber auch, dass das Smartphone mehr ist als der störende Gegenstand, der sowieso komplett verboten gehören sollte. WLAN bekommt bei erfolgreicher Medienpädagogik und anschließendem verbreiteterem Einsatz von Medien eine tiefere Bedeutung, als das beim bloßen Laden von YouTube-Videos oder diversen Tätigkeiten am Lehrer-Computer der Fall ist.

⁴² beschäftigt sich mit der Didaktik hinter der Verwendung von (digitalen) Medien

4.8.2 Erziehungswissenschaftliche Eckpunkte

Medienpädagogik hat die Aufgabe, Medienkompetenz zu vermitteln. Sie ist aber auch Teil der Erziehungswissenschaften, und daher fließen auch einige erziehungswissenschaftliche Theorien in die Medienpädagogik mit ein. Die wichtigsten:

- **Medienerziehung:** Das Ziel von Medienerziehung ist es, eine umfassende Medienbildung⁴³ zu erreichen (vgl. Bundesministerium für Bildung und Frauen, 2014, S. 1).

Als ein Teil der Medienpädagogik beschäftigt sich die Medienerziehung mit den praktisch-pädagogischen Aufgabenstellungen der Medien. Wikipedia⁴⁴ zufolge sind Ziel und Aufgabe der Medienerziehung, Fertigkeiten zu vermitteln, die es ermöglichen, ein fachliches Lehrziel mithilfe des Einsatzes von Smartphones zu erreichen. Genießt eine Schülerin bzw. ein Schüler eine gute Medienerziehung, ist er/sie in der Lage, konkrete Stoffzusammenhänge mithilfe des Smartphones und anderen digitalen Medien zu erfassen und darzustellen (vgl. Wikipedia, o.D.).

Das Smartphone als digitales Medium spielt im Leben der Schülerinnen und Schüler eine wichtige Rolle. Die Möglichkeiten werden immer mehr: vervielfältigen, vernetzen und übertragen von Daten und Dateien werden als natürlicher Bestandteil angesehen (vgl. Bundesministerium für Bildung und Frauen, 2014, S. 1).

- **Medienkunde:** In der Medienkunde wird das Wissen vermittelt, welches benötigt wird, um Medien sicher verwenden zu können. Einige Beispiele dafür sind: eine App am Smartphone installieren und im Anschluss daran verwenden können, eine E-Mail am Smartphone verfassen und versenden können, ein Foto machen und mit einer App an Freunde verschicken (vgl. Wampfler, 2013, S. 2).

Medienkundig sind Schülerinnen und Schüler, wenn sie mit ihren digitalen Medien sicher umgehen können und die verschiedenen Funktionen selbstständig sinnvoll nutzen.

- **Medienkritik:** Medien sind mächtig und wichtig. Durch die Deutung und Verbreitung von Informationen durch Medien wird unser Weltbild geprägt. Damit sichergegangen werden kann, dass diese Macht nicht missbraucht wird, muss eine

⁴³ Medienbildung beschreibt die Zusammenfassung von Medienerziehung und digitaler-informatischer Bildung.

⁴⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/Medienerziehung>, (abgerufen am 10.05.2018)

kritische Auseinandersetzung erfolgen (vgl. Bundeszentrale für politische Bildung, 2016).

Schülerinnen und Schüler müssen die Fähigkeit entwickeln, die Inhalte (digitaler) Medien kritisch zu hinterfragen und ein Gespür dafür zu bekommen, ob diese Sinn machen oder nicht. Das Hinterfragen wird in den Vordergrund gestellt. Es ist wichtig, sich eine eigene Meinung zu bilden und darüber nachzudenken, welche Informationen durch digitale Medien vermittelt werden, sowie dessen Wichtigkeit und Wahrheitswert abschätzen zu können.

- **Medieninformatik:** Der technische Teil der Medienpädagogik wird Medieninformatik genannt. Dabei werden Erkenntnisse aus der Computertechnik eingesetzt, um verschiedene Dateien in Softwaresysteme einzubauen. Die Medieninformatik wird benötigt, um eine Kommunikation zwischen Mensch und dem Computer zu ermöglichen (vgl. Mantel, 2017).

„Die Einheit Medieninformatik soll digitale Kompetenzen für PädagogInnen primär aus technischer Sicht betrachten und stellt dabei eine erste Einführung in das Teilgebiet der Bildungsinformatik dar. Wobei die technische Sichtweise sich nicht auf die letztendliche tatsächliche Programmierung bezieht, sondern die Werkzeuge, also Tools und webbasierte Informationssysteme, an sich in den Vordergrund stellt, die notwendig sind um einen Unterricht mit digitaler Online-Unterstützung zu ermöglichen.“ (Ebner, 2018)

In schulischer Hinsicht bedeutet das, dass die Lehrenden sich auch mit den technischen Hintergründen befassen müssen, wobei der Fokus dabei nicht auf die Programmierung von Programmen oder Systemen gelegt wird, sondern auf den sicheren Umgang mit webbasierten Informationssystemen zur Verwendung und Erstellung von Unterrichtsmaterialien, um einen erfolgreichen Einsatz von mobilem, online gestütztem Lernen zu ermöglichen. Laut Ebner, Leitner, Ebner, Taraghi und Grandl (2018) wird als Beispiel das Einsetzen von Learning-Management-Systemen genannt. Als technische Herausforderungen für Lehrende werden dabei unter anderen das Bewahren der Datensicherheit für die Daten der Benutzerinnen und Benutzer, das Erreichen einer guten Skalierbarkeit für unterschiedlich große Bildschirme bei mobilen Endgeräten, als auch ein System zu gestalten, welches zuverlässig und immer verfügbar ist, sodass die Schülerinnen und Schüler auch in Klassenstärke bzw. mehrere Klassen zur selben Zeit darauf zugreifen können und

Inhalte selbstständig mit ihren eigenen mobilen Endgeräten abrufen und Wissen erwerben können. In diesem Zusammenhang wird auch von Bildungsinformatik gesprochen. Das bedeutet, dass die Informatik für Bildungszwecke eingesetzt wird (vgl. Ebner et al., 2018).

- **Medienkompetenz:** *”Medienkompetenz ist die Fähigkeit einer Person, Medien sinnvoll zu nutzen.”* (Duden, o.D.)

Um die eigene Medienkompetenz (und dann in weiterer Folge die der Schülerinnen und Schüler) weiterzuentwickeln und zu verbessern, ist es wichtig, sich mit neuen Dingen zu beschäftigen – den digitalen Medien in ihrer aktuellen Version und mit aktualisierten Programmen und Apps.

Für eine fundierte Medienkompetenz werden die vier Dimensionen der Medienkompetenz betrachtet: die technische Dimension, die didaktische Dimension, die gestalterische Dimension und die pädagogische Dimension (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 19-20).

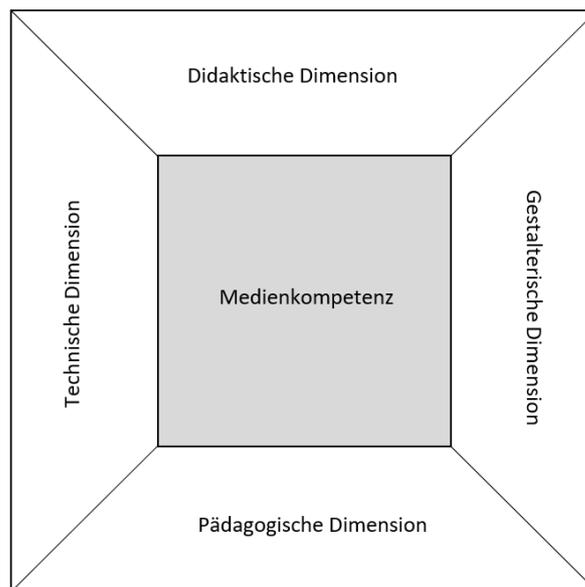


Abb. 4.4: Die vier Dimensionen der Medienkompetenz (Bühler und Schlaich, 2016, S. 20)

Die pädagogische Dimension: Das Verwenden, Bedienen und Einsetzen von Medien ist fest mit Medienbildung und Medienerziehung verbunden. Das kritische und hinterfragende Auseinandersetzen mit Medien, der verantwortungsvolle Umgang, sowie Hintergrundwissen sind unumgänglich. Viele Schülerinnen und Schü-

ler, aber auch Lehrpersonen haben gerade das nicht. Aus diesem Grund wurden in Schulen teils strikte Handyverbote verhängt und die negativen Auswirkungen der Digitalisierung unserer Generation im bekannten Buch „digitale Demenz“ von Manfred Spitzer diskutiert.⁴⁵ Bei Befürworterinnen und Befürwortern hingegen werden digitale Medien als Allheilmittel von Schulproblemen angesehen. Die Begeisterung der Kinder und Jugendlichen für Schule werde damit (wieder) geweckt, Motivation im Unterricht wäre wieder vorhanden und besseres Lernen könne stattfinden. Die Wahrheit liegt wahrscheinlich zwischen dem einen und dem anderen Extremum (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 20-21).

Das in vielen Schulen verbreitete strikte Handyverbot widerspricht dem Bildungsauftrag nach Medienerziehung. In einer guten Vorbereitung und Ausbildung werden nicht nur Chancen und Möglichkeiten der Handynutzung eine wichtige Rolle spielen, sondern auch die Risiken und Herausforderungen. Gerade dieser Aspekt erscheint bedeutungsvoll, da bei der kritischen Auseinandersetzung mit möglichen Problemen am meisten gelernt wird (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 21). Auf der anderen Seite ist zu hinterfragen, ob digitale Medien im Unterricht alles besser machen, um nicht fast schon zu behaupten, dass sie langweiligen Unterricht retten könnten. Doch guter Unterricht entsteht nicht durch die simple Verwendung digitaler Medien im Unterricht, sondern bedarf einer pädagogisch-didaktisch reflektierten Basis (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 21).

Die didaktische Dimension: Die didaktische Dimension beschäftigt sich mit den Fragen der Mediendidaktik. Durchsucht man die Literatur, so wird sie häufig als Teil der Medienpädagogik bezeichnet.

Eine der Hauptfragen, mit der sich die didaktische Dimension hauptsächlich beschäftigt, ist die, ob durch den Einsatz von digitalen Medien ein effektiver Mehrwert erzielt wird, oder ob dies auch auf andere Art ohne digitale Medien passieren kann. Das Smartphone im Unterricht muss also didaktisch so eingesetzt werden, dass ein nachweisbarer Mehrwert erzielt wird. Das Problem dabei ist, dass bisher zu wenig facheinschlägige Literatur und zu wenige Studien bzw. Testungen vorliegen. Es wurden diesbezüglich zwar einige Unterrichtseinheiten durchgeführt und in Klassen das Smartphone im Unterricht verwendet, jedoch meist als Unterstützung und ohne Nachweis auf Mehrwert. Hier muss aber auch berücksichtigt werden, dass das Smartphone viele Funktionen in einem Gerät vereint, die im

⁴⁵ Manfred Spitzer: Digitale Demenz, mehr Informationen unter: <https://www.droemer-knaur.de/ebooks/7783038/digitale-demenz> (abgerufen am 5.05.2018)

Unterricht verwendet werden können⁴⁶ (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 21).

Um in den nächsten Jahren den Einsatz von Smartphones im Mathematikunterricht zu steigern, wird noch viel Innovation nötig sein. Zwar werden immer mehr Schulen mit neuen Medien ausgestattet, die Rahmenbedingungen verbessert, aber es müssen natürlich noch didaktische Konzepte, eine gesicherte technische Schulung, die Kunst, Medien gestalterisch gut nutzen und einsetzen zu können, sowie eine gewisse didaktische Wirkungsfähigkeit, um einen erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten und das volle Potenzial von Smartphones für die Bereicherung des Unterrichts auszuschöpfen entwickelt werden (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 21-22).

Die technische Dimension: Die technische Dimension beschäftigt sich mit den technischen Hintergründen digitaler Medien und ist Teil der Bildungsinformatik. Bei der Verwendung von Tafel, Kreide, Schulbuch oder Dreieck existiert diese Komponente nicht, das heißt, dass auch nicht technik-affine Lehrkräfte diese Medien leicht verwenden können. Aus diesem Grund werden die – sogenannten-klassischen Medien fast ausschließlich eingesetzt und oftmals trauen sich nur wenige Lehrerinnen und Lehrer die Verwendung von digitalen Medien in der Unterrichtsstunde zu. Die Angst, dass unerwartete Probleme auftreten, die dann nicht behoben werden können und zu viel Zeit verloren geht, ist oft zu groß. Falsche Anschlüsse, zu langsames/nicht funktionierendes Internet, Absturz eines Computers, nicht Auffinden von Dateien sind nur einige der vielen möglichen Probleme. Für den Fall, dass ein technisches Problem oder ein Problem bei der Bedienung auftritt, muss bei der Unterrichtsplanung auch ein Plan B erstellt werden, was wiederum mit mehr Zeitaufwand verbunden ist, den viele Lehrpersonen oftmals meiden. Deswegen findet das Smartphone oft keinen Einsatz (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 22). Der sichere Umgang mit digitalen Medien ist daher ein fester und sehr wichtiger Bestandteil der Medienkompetenz und -ausbildung der Lehrpersonen. Wenn sie eine fundierte Einschulung bzw. Ausbildung haben, so kann eine Weitervermittlung an die Schülerinnen und Schüler gelingen. Dies wiederum ist mit viel Zeit verbunden, da das Ausmaß an Möglichkeiten sehr groß ist und es oft neue Versionen diverser Programme gibt, neue Programme erscheinen und neue Hardware auf den Markt kommt. Technikaffine Personen,

⁴⁶ zum Beispiel Kamera für Bilder und Videos, GPS, Mikrofon für Sprachaufnahmen, Taschenrechner, Speichern und Abrufen von diversen Dateien, Zugriff ins Netz etc.

die den täglichen Gebrauch diverser digitaler Medien gewohnt sind und für die dies normal ist, haben in den meisten Fällen kein Problem damit, und der Zeitaufwand ist ebenfalls nicht so groß. Personen, die diese Technik-Affinität nicht besitzen, stehen hier vor einem größeren Problem: ständig neue Funktionen, andere Anordnung von Programmen und der Benutzeroberfläche oder neue Hardware – sich damit zurechtzufinden, ist oftmals nicht so einfach. Wird ein Programm und die Bedienung von einem Gerät beherrscht, so ist die nächste Herausforderung die Kombination mehrerer Geräte, wie zum Beispiel den Computer mit dem Beamer zu verbinden, um die Unterrichtsmaterialien zu zeigen (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 22). Weitere Herausforderungen werden hervorgerufen durch die verschiedenen Betriebssysteme. Zum einen Windows, MacOS oder Linux am Computer und zum anderen Android, Windows und iOS an mobilen Endgeräten. Auch hier muss beachtet werden, dass laufend neue Updates erscheinen, wodurch Funktionen verändert, hinzugefügt oder anders angeordnet werden. Bereitet die Lehrperson die Unterrichtsstunde zuhause mit dem eigenen Gerät vor, so kann es im Unterricht durchaus zu Problemen kommen, wenn Schülerinnen und Schüler über andere Hardware oder Software verfügen (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 22).

Die gestalterische Dimension: Die vierte Dimension der Medienkompetenz ist die gestalterische Dimension. Sie beschäftigt sich mit den Konzepten der Gestaltung von (digitalen) Medien, egal ob es Arbeitsblätter oder das Tafelbild betrifft. Lehrkräfte werden nahezu in jeder Unterrichtseinheit mit der gestalterischen Dimension der Medienkompetenz konfrontiert. Es werden Medien geplant und gestaltet und das nicht einfach so spontan, sondern nach bestimmten Richtlinien. Schülerinnen und Schüler müssen nachvollziehen können, was der Inhalt dieser Medien ist und vor allem im Mathematikunterricht ist ein roter Faden enorm wichtig. Passt die Schriftgröße, die Anordnung?, ist der Text verständlich oder werden Bilder benötigt?, stellen nur ein paar repräsentative Beispiele dar. Auch rechtliche Fragen werden hier miteinbezogen: Darf das Foto verwendet werden? Wird der Text richtig zitiert? Darf das Unterrichtsmaterial weitergegeben werden (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 24-25)?

Mit diesen Fragen beschäftigt sich auch das Medienrecht, welches als nächstes beschrieben wird.

- **Medienrecht:** Lehrpersonen, Schülerinnen und Schüler nutzen, erstellen und bearbeiten digitale Medien. Über die rechtlichen Grundlagen machen sich die wenigsten Menschen Gedanken. Hier werden die wichtigsten Gesetze für den schulischen Kontext erwähnt (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 34):

- **Das Urheberrecht:**

Das Urheberrecht räumt der Urheberin oder dem Urheber, also der Erstellerin oder dem Ersteller des Werkes, das Recht auf das eigene Werk ein. So wird das geistige Eigentum der Urheberin bzw. des Urhebers geschützt. Ein Spezialfall und wichtig bei der Verwendung von digitalen Medien ist das Verwertungs- bzw. Nutzungsrecht. Verwertungs- und Nutzungsrechte kann die Urheberin oder der Urheber bestimmten Personen zeitlich als auch räumlich einräumen. Darunter fallen zum Beispiel die Bearbeitungen und Umgestaltungen des jeweiligen Werkes, Zitate, Quellenangaben etc. All das ist im Urheberrechtsgesetz gesetzlich geregelt (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 35-37).

In Bezug auf die Schule muss noch erwähnt werden: Falls die Lehrperson Unterrichtsmaterialien erstellt, ist sie auf alle Fälle Urheberin oder Urheber. In Bezug auf die Nutzungsrechte muss aber unterschieden werden, ob die Lehrperson diese Materialien in ihrer Freizeit oder im Zuge ihrer Berufsausübung erstellt hat. Ist dies der Fall, so bekommt die Schule die Nutzungsrechte der Materialien und infolgedessen auch die Schülerinnen und Schüler (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 39).

Der Ansatz zur Unterstützung von "Open Educational Resources" soll hier auch für mehr Möglichkeiten sorgen.

- **Das Bildrecht:**

Vor allem bei Schülerinnen und Schülern, die häufig Snapchat, Whatsapp oder andere Messengerapps benutzen, ist dieses Recht äußerst wichtig. Da Bilder und Videos ein fester Bestandteil der digitalen Medienwelt sind, ist es wichtig, über die Rechte Bescheid zu wissen (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 40).

Ist man selbst Erstellerin oder Ersteller des Bildes, so ist das Recht auf das eigene Bild gegeben. Verbreitung, Veröffentlichung oder Veränderung durch andere bedürfen der Zustimmung der Inhaberin oder des Inhabers des Bildes. Ist die Erstellerin oder der Ersteller minderjährig, so müssen die Er-

ziehungsberechtigten einwilligen. Weiters wichtig ist die Panoramafreiheit. Diese besagt, dass Bilder und Videos aus frei zugänglichen Ansichten im öffentlichen Raum aufgenommen und öffentlich wiedergegeben werden dürfen. Ein Beispiel dafür wäre: Der Big Ben in London darf von außen fotografiert und publik gemacht werden, für Innenaufnahmen muss in jedem Fall um Erlaubnis gefragt werden (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 40-41).

Das für den Unterricht und den häufig auftretenden Problemen mit dem Smartphone im Unterricht wichtige Gesetz beinhaltet die heimliche Erstellung von Bildern und Videos. Es ist gesetzlich geregelt, dass ohne Einwilligung keine Bilder/Videos von Personen erstellt werden dürfen (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 42).

- **Das Nutzungsrecht:**

Ein weiteres wichtiges Recht stellt das Nutzungsrecht dar. Das Nutzungsrecht in Kombination mit dem Urheberrecht wurde bereits einige Absätze oberhalb erwähnt. In diesem Punkt ist vor allem die Nutzung von Bilddatenbanken⁴⁷ von Relevanz. Welche Rechte gelten für welche Bilder? Welche Bilder dürfen weiterverwendet werden, welche nicht? Hierfür wurden Lizenzmodelle entwickelt. In Lizenzmodellen werden die Nutzungsrechte an verschiedenen Medien geregelt. Ein für die Schule und den Unterricht relevantes Lizenzmodell ist das CreativeCommons-Lizenzmodell⁴⁸. Dieses Lizenzmodell wurde 2001 in Amerika entwickelt und ist gemeinnützig. Dabei wird das Ziel verfolgt, einen freien Austausch von Medien zu ermöglichen und zu erhalten. Die Organisation verfügt über eine eigene Suchmaschine⁴⁹, wo nach konkreten Medien mit bestimmten Lizenzen gesucht werden kann. Aber auch bei "Google Bilder" und einigen anderen Bilddatenbanken kann in den Sucheinstellungen festgelegt werden, dass nach Bildern mit CreativeCommon-Lizenz⁵⁰ gesucht werden soll (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 43-44).

In Abbildung 4.5. wird ein Überblick über die wichtigsten CC-Lizenzen gegeben:

⁴⁷ zum Beispiel: Google Bilder: <https://www.google.at/imghp?hl=de> (abgerufen am 19.05.2018), Shutterstock: <http://www.shutterstock.com/de/> (abgerufen am 19.05.2018) oder Pixabay: <https://pixabay.com/> (abgerufen am 19.05.2018)

⁴⁸ <https://creativecommons.org/licenses/?lang=de> (abgerufen am 19.05.2018)

⁴⁹ <https://search.creativecommons.org/> (abgerufen am 19.05.2018)

⁵⁰ kurz: CC-Lizenz

Lizenz	Beschreibung
	CC-BY: Namensnennung: der Name der Autoren / Autorinnen muss genannt werden. (ist jene Lizenz mit den wenigsten Beschränkungen)
	CC-BY-SA: CC-BY (also Namensnennung) und zusätzlich muss die Weitergabe des (veränderten) Werkes unter denselben Bedingungen erfolgen.
	CC-BY-NC: CC-BY (also Namensnennung) und zusätzlich „non-commercial“, das heißt, dass das Werk nicht kommerziell verwendet werden darf.
	CC-BY-NC-SA: CC-BY-NC (also Namensnennung und keine kommerzielle Verwendung) und zusätzlich Weitergabe unter denselben Bedingungen.
	CC-BY-ND: CC-BY (also Namensnennung) und zusätzlich darf das Werk nicht bearbeitet werden, also ist keine Veränderung erlaubt.
	CC-BY-NC-ND: CC-BY (also Namensnennung) und zusätzlich keine kommerzielle Verwendung, sowie keine Bearbeitung des Werkes erlaubt.

Abb. 4.5: Die wichtigsten CC-Lizenzen im Überblick

- **Das Datenschutzgesetz:**

Ein weiteres wichtiges Gesetz ist das Datenschutzgesetz. Dabei werden die allgemeinen Persönlichkeitsrechte eines jeden Menschen geschützt und insbesondere Augenmerk auf die Privatsphäre und den Missbrauch von personenbezogenen Daten gelegt. Es ist wichtig, den Schülerinnen und Schülern klar zu machen, wie eigene (personenbezogene) Daten geschützt werden können und Viren sowie Schadsoftware abgewehrt werden können. Die Schülerinnen und Schüler müssen ein Bewusstsein dafür entwickeln, dass die Freigabe von Daten gravierende Auswirkungen haben kann. Sie müssen sich im Klaren sind, wer Zugriff auf ihre freigegebenen Daten hat (vgl. Bühler und Schlaich, 2016, S. 45).

4.8.3 Lerntheoretische Ansätze

Auch die lerntheoretischen Ansätze für mediengestützten Unterricht, Lernstrategien, Lerntypen und verschiedene Lernformen sind für den erfolgreichen Einsatz von Medien

im (Mathematik-)Unterricht wichtig. Dabei stellen sich laut (Krauthausen (2012), S. 249-250) folgende Fragen:

- Welche Rolle spielt das Medium im Lernprozess?
- Wie lernen Schülerinnen und Schüler mit Medien?
- Wie müssen Medien eingesetzt werden, um mehr Motivation und effizienteres Lernen zu erreichen?

Medien können beim Lehren und Lernen drei verschiedene Arten der Kommunikation fördern: Kommunikationsunterstützung, Kommunikationsübertragung und Kommunikationssteuerung. Die Wirkung im Unterricht hängt allerdings von vielen Faktoren ab: von örtlichen, räumlichen, zeitlichen, geschlechterspezifischen, personalen und sozialen. Diese Faktoren beeinflussen das Lernen und Lehren in einem erheblichen Ausmaß (vgl. Krauthausen, 2012, S. 250).

Die drei großen verschiedenen Lerntheorien⁵¹ sind:

■ Behaviorismus

Der zentrale Aspekt beim Behaviorismus ist das Verhalten, welches beobachtbar ist. Das Ergebnis dieser Beobachtungen kann daraufhin untersucht werden. Als Begründer des Behaviorismus gilt Pawlow, der sich mit dem klassischen Reiz-Lernen oder auch Stimulations-Reaktions-Lernen, auch bekannt als klassisches Konditionieren, beschäftigt hat (vgl. Krauthausen, 2012). Für die Lernenden bedeutet das, dass diverse Reize geboten werden, die als Denkanstöße aufgefasst werden. In weiteren Schritten reagiert der Lernende auf diese Reize und durch eine sofortige Erfolgsmittelung wird sein Lernverhalten gestärkt. Jeder einzelne Lernschritt im gesamten Lernprozess stimmt mit dem Prinzip der kleinen Lerneinheiten überein. Aus diesem Grund gibt der Lernende oftmals die richtigen Antworten, da der Lernstoff erst kurze Zeit zurückliegt und das Ausmaß überschaubar ist. Durch aufbauende, kleine Lerneinheiten wird der Lernende immer mehr an das Lernziel herangeführt (vgl. Krauthausen, 2012, S. 252-253).

⁵¹ Lerntheorien sind Modelle, die mit möglichst einfachen Mitteln verschiedene Lernprozesse beschreiben und Veränderungen des menschlichen Verhaltens und Lernens untersuchen. (für weitere Informationen siehe: <https://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/lerntheorie> (abgerufen am 19.05.2018))

Was bedeutet das in Bezug auf Lernen mit digitalen Medien?

Der Ansatz mit den kleinen Lerneinheiten wurde bereits im Kapitel Mobile Learning bzw. im Unterkapitel Mikrolernen aufgegriffen, um dem Lernenden eine möglichst spontane, überschaubare, abwechslungsreiche Lernumgebung zu bieten. Dies wird durch digitale Lernmedien im optimalen Fall gewährleistet und den Lernenden bestmöglich zur Verfügung gestellt. Beim Lernen mit digitalen Medien werden zudem viele verschiedene Reize gestellt, die außerdem oftmals verschiedene Lernstrategien ansprechen. So wird ein breitgefächertes Angebot gestellt und die Voraussetzung geschaffen, den Lernstoff ideal aufnehmen zu können (vgl. Krauthausen, 2012, S. 253-254).

■ Kognitivismus

Im Vergleich zum Behaviorismus, wo Input und Output betrachtet werden, beschäftigt sich der Kognitivismus mit dem "Dazwischenliegenden". Einsicht, Motivation und Differenzierung werden hier verstärkt betrachtet. Es werden absichtliches, problemlösendes, ideenreiches, entdeckendes, forschendes Lernen unter die Lupe genommen und subjektive Interessen und Motivationen untersucht. Der Kognitivismus, oft auch als das Lernen des Lernens genannt, ist also die Auseinandersetzung mit der Art und Weise, wie gelernt wird, den angewandten Strategien und der sowohl intrinsischen als auch extrinsischen Motivation (vgl. Krauthausen, 2012, S. 254-256).

Werden Behaviorismus und Kognitivismus gegenübergestellt, so fällt leicht auf, dass bei letzterem die Lernenden als Individuum betrachtet werden. Jedes Individuum verarbeitet Reize individuell und ist nicht durch Stimulationen steuerbar. Als Kennzeichen für den kognitivistischen Lernansatz wird das Problemlösen angeführt, wo die Schülerinnen und Schüler mit Methoden zur Problemlösung auf die richtige Lösung geführt werden. Dadurch wird das Gehirn der Lernenden aktiv angeregt und kognitive Strukturen werden aufgebaut (vgl. Krauthausen, 2012, S. 255).

Was bedeutet das in Bezug auf Lernen mit digitalen Medien?

Am Beginn des mobilen, elektronischen Lernens wurden Beispiele von Lernplattformen mit dem kognitiven Lernansatz verknüpft. Wird der Unterricht durch digitale Medien unterstützt, so dürfen diese nicht nur den Verständnis- und Lösungsweg vorweg bestimmen, sondern müssen für die Schülerinnen und Schüler verschiedene Zugänge ermöglichen. Applikationen mit Werkzeugcharakter, also

jene Apps, wo Schülerinnen und Schüler Konstruktionen erstellen können, Experimente mit dem Inhalt möglich sind und es auch möglich ist, Schritte zurückzuverfolgen bzw. zu wiederholen sind dafür Beispiele, aber auch Apps zum Präsentieren von Inhalten, für Kalkulationen und Bilden von Modellen oder für die Recherche von Informationen (vgl. Krauthausen, 2012, S. 256-257).

■ Konstruktivismus

Im konstruktivistischen Lernansatz wird die individuelle Wahrnehmung stark betont. Das Lernen wird dennoch als aktiver Prozess der Wissenskonstruktion dargestellt, aber beim Konstruktivismus wird die persönliche Erfahrung in den Vordergrund gerückt. Die Lehrperson wird zum Trainer, welcher unterstützend wirkt und bei problematischen und komplexen Situationen Hilfestellungen gibt (vgl. Meir, o.D., S. 15).

Laut Von Glaserfeld (1995, S. 13) werden im Zusammenhang mit radikalem Konstruktivismus in Kombination mit dem schulischen Lernen folgende Punkte erschlossen:

- Die Prüfung von Wissen kann nur in der Welt der Erfahrungen geprüft werden.
- Sprache wird für den Konstruktivismus nicht als geeignetes Mittel angesehen, da sie als Interpretation verstanden wird.

Was bedeutet das in Bezug auf Lernen mit digitalen Medien?

Wird der Unterricht strikt nach konstruktivistischen Lernansätzen gestaltet, so müssen Medien, die den Lernprozess steuern und leiten, gänzlich ausgeschlossen werden. Ausschließlich Programme ohne jegliche Vorgaben zur Methodik werden hier verwendet. Ob ein effektiver Lernerfolg bei diesem Ansatz erreicht werden kann, ist nicht gewiss. Aus diesem Grund wurden abgeschwächte Formen des radikalen Konstruktivismus entwickelt (vgl. Krauthausen, 2012, S. 259).

5 Offener Unterricht

5.1 Definition

Es ist schwer, eine einheitliche Definition für offenen Unterricht zu finden. In manchen pädagogischen Diskussionen und erziehungswissenschaftlichen Arbeiten oder von manchen Autorinnen bzw. Autoren werden Versuche unternommen, Definitionen für offenen Unterricht zu formulieren. Oftmals entsteht daraus mehr eine Abgrenzung zu anderen Lehr- und Lernformen als eine Definition. Laut Kasper ist es nicht möglich, offenen Unterricht zu definieren:

”Offenen Unterricht definieren zu wollen ist ein Widerspruch in sich.”

(Kasper, 1989, S.5)

Offener Unterricht wird als eine Art Unterrichtsprinzip verstanden. Schülerinnen und Schüler wird es freigestellt zu wählen, was sie wann und in welcher Sozialform erarbeiten möchten. Je nach Ermessen der Lehrperson wird es den Schülerinnen und Schülern auch freigestellt, den Inhalt und die Methode zum Erarbeiten zu wählen (vgl. Hänsel, o.D.). Laut Hänsel (o.D.) wird offener Unterricht durch vier elementare Merkmale kenntlich gemacht:

- i) Die Schülerinnen und Schüler können selbst- bzw. mitbestimmen, welchen Inhalt mit welchen Arbeitsmitteln sie in welcher Sozialform mit welchen Methoden erarbeiten möchten.
- ii) Die Lehrperson hält sich eher im Hintergrund, wobei sie zeitgleich selbstorganisiertes und selbstständiges Lernen der Schülerinnen und Schüler fordert und fördert.

- iii) Durch die Öffnung wird entdeckendes Lernen gefördert, indem Aufgaben gestellt werden, die auf konkrete Probleme ausgerichtet sind und somit die kritische und aktive Auseinandersetzung mit dem Stoff ausgelöst wird.
- iv) Selbstorganisiertes und selbstgesteuertes Arbeiten und Lernen wird gefördert.

Peschel versucht sich an einer konkreteren Definition von offenem Unterricht, indem er sich mit den Möglichkeiten zur Öffnung des Unterrichts befasst. Ein in der Praxis anwendbares Konzept, welches eine Öffnung des Unterrichts ermöglicht, wurde von ihm erstellt. Die organisatorische Öffnung, die methodische Öffnung, die inhaltliche Öffnung, die soziale Öffnung und die persönliche Öffnung stellen die fünf Dimensionen seines Konzepts dar, was in Abbildung 5.1 gezeigt wird (vgl. Bohl und Kucharz, 2010, S. 15-17).

organisatorische Öffnung	Bestimmung der Rahmenbedingungen
methodische Öffnung	Bestimmung des Lernstoffes aufseiten des Schülers
inhaltliche Offenheit	Bestimmung des Lernstoffes innerhalb der offenen Lehrplanvorgaben
soziale Offenheit	Bestimmung von Entscheidungen bezüglich der Klassenführung bzw. des gesamten Unterrichts, der (langfristigen) Unterrichtsplanung, des konkreten Unterrichtsablaufes, gemeinsamer Vorgaben usw. Bestimmung des sozialen Miteinanders bezüglich der Rahmenbedingungen, dem Erstellen von Regeln und Regelstrukturen usw.
persönliche Offenheit	Beziehung zwischen Lehrer/Kindern und Kinder/Kindern

Abb. 5.1: Die Dimensionen offenen Unterrichts
(Peschel, 2006a, S. 77)

- **Stufe 0:** Als Stufe 0 wird die organisatorische Öffnung bezeichnet. Sie wird als eine Vorstufe zum geöffneten Unterricht bezeichnet. Dabei werden Material und Inhalt von der Lehrperson bestimmt. Lernzeit, Lernort, Sozialform und Arbeitsform sind von den Lernenden frei wählbar. Als Beispiele werden freie Arbeit, Wochenplan oder Stationen genannt (vgl. Peschel, 2009, S. 90).
- **Stufe 1:** Als Stufe 1 wird die methodische Öffnung bezeichnet. Als Grundlage in dieser Stufe dient der konstruktivistische Ansatz, dass die Schülerin bzw. der

Schüler beim Lernen aktiv werden muss, niemand anders für die Schülerin bzw. den Schüler lernen kann und die Schülerin bzw. der Schüler das, was er/sie erstellt auch versteht. Lerninhalte und konkrete Problemstellungen werden dabei von der Lehrperson ausgewählt, aber der Lösungsweg liegt bei den Lernenden selbst. In dieser Stufe wird das reine Auswendiglernen ohne Verständnis eliminiert, da die Schülerinnen und Schüler nach ihren eigenen Denk- und Lernmustern selbst einen Lösungsweg kreieren (vgl. Peschel, 2009, S. 90).

- **Stufe 2:** Als Stufe 2 wird die methodische und inhaltliche Öffnung bezeichnet. Lernen wird am effektivsten, wenn die Lernenden den Lernprozess selbstbestimmt erleben. Dabei wird die intrinsische Motivation als Erfolgsstrategie verwendet, denn was Schülerinnen und Schüler interessiert, das lernen sie gerne, einfach und schnell. Durch die Lehrperson wurden eine strukturierte Lernatmosphäre sowie Impulse bei Schwierigkeiten vorgegeben. Auch wird der Lernfortschritt durch die Lehrperson dokumentiert (vgl. Peschel, 2009, S. 90).
- **Stufe 3:** Als Stufe 3 wird die sozial-integrative Öffnung bezeichnet. Die letzte Stufe dieses Modells wird erreicht, wenn die Schülerinnen und Schüler den Unterricht mitgestalten. Es werden keine Vorgaben seitens der Lehrperson gemacht, abgesehen vom Vorleben der nötigen Regeln, dass diese Stufe zum Erfolg wird, und den nötigen Regeln zum Zusammenleben und konstruktiven Arbeiten im Unterricht. Die Lehrperson wird dabei als gleichwertiges Mitglied der Gruppe angesehen und unterliegt allen Absprachen und Regeln, denen auch die Schülerinnen und Schüler unterliegen (vgl. Peschel, 2009, S. 90).

Diese Darstellung wird von Peschel als überschaubar und leicht auf Schülerinnen und Schüler anwendbar beschrieben. Auf dieser Grundlage kam er auf folgende Definition von offenem Unterricht (vgl. Bohl und Kucharz, 2010, S. 15):

„Offener Unterricht gestattet es dem Schüler, sich unter Freigabe von Raum, Zeit und Sozialform Wissen und Können innerhalb eines ›offenen Lehrplanes‹ an selbst gewählten Inhalten auf methodisch individuellem Weg anzueignen. Offener Unterricht zielt im sozialen Bereich auf eine möglichst hohe Mitbestimmung bzw. Mitverantwortung des Schülers bezüglich der Infrastruktur der Klasse, der Regelfindung innerhalb der Klassengemeinschaft sowie der gemeinsamen Gestaltung der Schulzeit ab.“ (Peschel, 2006b, S. 54)

6 Lehrplan Mathematik und digitale Grundbildung

6.1 Auszug aus dem Lehrplan für Mathematik

Durch die Bildungs- und Lehraufgabe im Unterrichtsgegenstand Mathematik sollen die Schülerinnen und Schüler laut Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (o.D.) unter anderem folgende Punkte erlernen:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen ihr mathematisches Können und Wissen aus unterschiedlichen Bereichen in der eigenen Alltags- und Erlebniswelt nutzen und durch das Verwenden von Informationsquellen weiterentwickeln.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen verschiedene Technologien einsetzen können.

Im Lehrplan für die Sekundarstufe 1 im Fach Mathematik wird vorgesehen, dass die Schülerinnen und Schüler pro Schulstufe in jeweils vier großen Teilkapiteln Wissen vermittelt bekommen. Laut Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (o.D.) sind diese vier großen Teile die folgenden:

- i) Das Arbeiten mit Zahlen und Maßen,
- ii) das Arbeiten mit Variablen,
- iii) das Arbeiten mit Figuren und Körpern und
- iv) das Arbeiten mit Modellen und Statistik.

Das Unterrichtskonzept wurde für die dritte Klasse der Sekundarstufe 1 entwickelt. Die im Kernbereich festgelegten Inhalte werden in den Abbildungen 6.1 - 6.4 dargestellt:

3.3 Arbeiten mit Figuren und Körpern

- Vergrößern und Verkleinern von Figuren,
- ähnliche Figuren erkennen und beschreiben;

- Formeln für Flächeninhalte von Dreiecken und Vierecken begründen und damit Flächeninhalte berechnen können,
- Umkehraufgaben lösen können,
- Gegenstände, die die Gestalt eines Prismas oder einer Pyramide haben, zeichnerisch darstellen können,
- Oberfläche, Rauminhalt und Gewicht von Gegenständen, die die Gestalt eines Prismas oder einer Pyramide haben, berechnen können;

- den Lehrsatz des Pythagoras für Berechnungen in ebenen Figuren nutzen können.

Abb. 6.3: Lehrstoff der 7. Schulstufe im Arbeiten mit Figuren und Körpern
(Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, o.D.)

3.4 Arbeiten mit Modellen, Statistik

- lineare Wachstums- und Abnahmeprozesse mit verschiedenen Annahmen unter Zuhilfenahme von elektronischen Rechenhilfsmitteln untersuchen können (zB Zinssätze),
- funktionale Abhängigkeiten erkennen, formelmäßig und graphisch darstellen;

- Untersuchen und Darstellen von Datenmengen.

Abb. 6.4: Lehrstoff der 7. Schulstufe im Arbeiten mit Modellen, Statistik
(Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, o.D.)

6.2 Auszug aus dem Lehrplan für die digitale Grundbildung

Die digitale Grundbildung in Österreich wurde mit Beginn des Schuljahres 2017/2018 als Pilotprojekt an 178 Neuen Mittelschulen und AHS-Unterstufen eingeführt.

Laut Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2018a) werden in der verbindlichen Übung digitale Kompetenzen aus folgenden Bereichen vermittelt:

- Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung,
- Informations-, Daten- und Medienkompetenz,
- Betriebssysteme und Standard-Anwendungen,
- Mediengestaltung,
- digitale Kommunikation und Social Media,
- Sicherheit,

- technische Problemlösung,
- Computational Thinking.



Teil II

7 Überblick

Im zweiten Teil der Arbeit werden zuerst die Forschungsfrage und die Untersuchungskriterien vorgestellt, danach werden die Methoden vom entwickelten Unterrichtskonzept näher beschrieben. Danach folgt eine Erläuterung der Rahmenbedingungen sowie eine Vorstellung der Probandinnen und Probanden. Im Anschluss daran wird die Durchführung des Unterrichtskonzeptes inklusive der Ergebnisse von Pre- und Posttest ausgeführt, bevor diese dann im nächsten Kapitel diskutiert werden. Abschließend wurde eine Zusammenfassung sowie ein Ausblick verfasst.

Anmerkung: jedes Mal, wenn im zweiten Teil dieser Arbeit von "learningapps.org" gesprochen wird, ist die dahinterliegende Webseite⁵² gemeint, welche viele frei zugängliche Anwendungen zur Verfügung stellt, welche ideal am Smartphone oder Tablet bearbeitet werden können. Lehrpersonen können nach Unterrichtsfach und nach Schulstufe wählen, sowie nach Themengebiet. Für diese Arbeit wurde das Unterrichtsfach Mathematik, die Sekundarstufe 1 und folgende Themengebiete: Flächen, Umfang, Volumen, Maße, Gleichungen, Terme sowie deren Alltagsanwendungen gewählt.

⁵² <https://learningapps.org/> (abgerufen am 19.05.2018)

8 Forschungsfrage

8.1 Vorwort zur Forschungsfrage

Bevor die Forschungsfrage formuliert wird, werden hier noch ein paar Eckpunkte zum entwickelten und durchgeführten Unterrichtssetting gegeben, um einen besseren Überblick und Verständnis für den Zusammenhang mit der Forschungsfrage und den daraus abgeleiteten Untersuchungskriterien zu gewährleisten.

Zielgruppe:

Das Unterrichtskonzept wurde für eine dritte Klasse der Sekundarstufe 1, also für eine 7. Schulstufe, für den Mathematikunterricht entworfen.

Zeitraum:

Der Zeitraum für das Unterrichtskonzept war mit einer Schulwoche im Rahmen der Mathematikstunden vorgesehen.

Lernform:

Das Unterrichtskonzept wurde als ein offenes Wochenprojekt entwickelt, damit die Schülerinnen und Schüler selbst bestimmen konnten, wie schnell sie lernen und in welcher Reihenfolge sie die Aufgaben bearbeiten, also selbstgesteuert lernen. Bei der Wahl, das Konzept in Form eines Stationenbetriebes zu gestalten, wurde mobiles Lernen⁵³ aufgegriffen und der zu bearbeitende Inhalt auf kleine Einheiten aufgeteilt. Einige Arbeitsaufträge wurden in einen Dropboxordner⁵⁴ hochgeladen, um den Schülerinnen und Schülern auch außerhalb des Schulgebäudes Zugriff auf die Inhalte zu gewähren. Die Leistung einer jeden Schülerin bzw. eines jeden Schülers wurde an der Anzahl der gesammelten „Sterne“ gemessen: jede Station wurde mit einer bestimmten Anzahl von

⁵³ beschrieben in Kapitel 3.

⁵⁴ <https://www.dropbox.com/?landing=dbv2> (abgerufen am 19.05.2018)

Sternen versehen, was auf dem Arbeitsplan klar zu sehen war. Für das positive Absolvieren einer Station musste eine Schülerin bzw. ein Schüler die Station durcharbeiten, die bearbeitete Station in den Übersichtsplan einschreiben, sowie eine (kurze) Dokumentation zu folgenden Fragen ins Schulübungsheft schreiben:

- Was war neu für mich?
- Was fiel mir leicht?
- Wo hatte ich Probleme, wo brauche ich noch Hilfe?

Diese drei Fragen wurden an das Ampelfarbensystem⁵⁵ angelehnt, um der Lehrperson einen schnellen, einfachen Überblick zu ermöglichen. Wurde eine Station von einer Schülerin bzw. einem Schüler absolviert, musste er/sie zu einer anwesenden Lehrperson gehen, und den Schulübungshefteintrag abzeichnen lassen und sich eine Unterschrift für den Übersichtsplan holen.

Vorbild:

Vorbild für das Leistungsbeurteilungssystem anhand von Sternen war die Arbeit von Thomas Föbl (Föbl, 2014), der bereits einen erfolgreichen Einsatz mit diesem System verzeichnen konnte.

Technologieeinsatz von Smartphones:

Jede Station wurde mit einem QR-Code versehen, welcher zu den jeweiligen Aufgaben führte. Für jede Station wurde ein Smartphone mit aktiver Internetverbindung benötigt.

Lernziele:

- Basiswissen über QR-Codes
- Wiederholung und Festigung bereits gelernter Inhalte zu den Themen: Flächen, Umfang, Volumen, Maße, Eigenschaften von Vierecken, Gleichungen mit einer Variable, Termen und Kopfrechnen
- Erlernen der Formeln für Volumen von Prismen

55 Grün bedeutet: Ich habe keine Probleme, kenne mich gut aus! Orange bedeutet: Ab und zu benötige ich Hilfe, aber im Großen und Ganzen weiß ich, worum es geht und was ich machen muss. Rot bedeutet: Ich brauche dringend Hilfe, um weitermachen zu können/ich habe große Probleme beim Lösen dieser Aufgabe.

- Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit beim Arbeiten und Lernen verbessern
- Verbesserung der Kommunikation und dem Arbeiten im Team bzw. dem selbstständigen Arbeiten alleine

8.2 Forschungsfrage

Die Zielsetzung für diese Arbeit war es, herauszufinden, wie im Mathematikunterricht Smartphones sinnvoll eingesetzt werden könne, um den Schülerinnen und Schülern mathematischen Inhalt und im Idealfall auch digitale Kompetenzen zu vermitteln. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde folgende Forschungsfrage formuliert:

”Wie können Smartphones im Mathematikunterricht sinnvoll eingesetzt werden, um sowohl einen Wissenszuwachs in der Mathematik als auch in der digitalen Grundbildung zu erzielen?”

Um das entwickelte Unterrichtskonzept besser zu evaluieren, wurden aus der Forschungsfrage folgende Untersuchungskriterien abgeleitet:

- K1 Findet durch das Arbeiten mit Smartphones im gegebenen Unterrichtsetting ein Wissenszuwachs von informatischen Inhalten bzw. Inhalten der digitalen Kompetenz statt?
- K2 Kann durch das Arbeiten mit dem Smartphone im gegebenen Unterrichtsetting ein Wissenszuwachs der mathematischen Kenntnisse festgestellt werden?
- K3 Kann das erfolgreiche Punktesystem von Fössl (2014) in diesem Unterrichtsetting ebenfalls gelingen?
- K4 Wie sehen die Klassenergebnisse zweier dritten Klassen aus, die unterschiedlich leistungsstark im allgemeinen (Mathematik-)Unterricht sind?
- K5 Sind die Schülerinnen und Schüler mit dem Material (gut) zurechtgekommen?

9 Vorstellung der Methoden und des Unterrichtskonzepts

In diesem Abschnitt der Arbeit werden die verwendeten Methoden und das Unterrichtskonzept selbst vorgestellt. Zuerst wird auf die offene Unterrichtsform eingegangen und die Öffnung aus verschiedenen Ansichten beschrieben, und danach wird der Arbeitsplan genauer vorgestellt. Dabei werden die einzelnen Teile und Stationen des Plans genau erläutert, jeweils die Lernziele, die Voraussetzungen, die mathematischen Inhalte und die Methodik angegeben, sowie einige Beispiele angeführt.

9.1 Verwendete Methoden

Als Unterrichtsform wurde ein offener Unterricht gewählt, da sich diese Lernform am besten eignet, um differenziert auf dem Niveau jeder einzelnen Schülerin bzw. jedes einzelnen Schülers den bereits gelernten Stoff zu festigen und zu wiederholen, als auch im eigenen Tempo einer jeden einzelnen Schülerin bzw. eines jeden einzelnen Schülers Neues zu erlernen. Außerdem bietet ein offenes Setting sehr gute Möglichkeiten, mit dem Smartphone zu arbeiten. Aufgrund des Teamteachings in der NMS können außerdem bei Einzelproblemen Lehrpersonen schneller helfen. Offener Unterricht bietet verschiedene Möglichkeiten der Öffnung⁵⁶. Dieses Unterrichtskonzept wurde bezüglich folgender Punkte geöffnet (vgl. Abbildung 5.1.):

- **Organisatorische Öffnung:** Innerhalb der organisatorischen Öffnung werden die Rahmenbedingungen bestimmt:
 - Alle Schülerinnen und Schüler lernen im Klassenraum,

⁵⁶ siehe Kapitel 5.1.

- die Zeit pro Station wird von der Schülerin bzw. von dem Schüler je nach Wissensniveau frei gewählt,
 - durch freies Wählen aus den Stationen kann auch die Sozialform in einem bestimmten Ausmaß frei gewählt werden, da einige Stationen in Partnerarbeit, andere in Einzelarbeit bearbeitet werden müssen.
- **Methodische Öffnung:** Hier wird der Lernstoff seitens der Schülerin bzw. des Schülers bestimmt. Eine gezielte Differenzierung des Mathematikunterrichts ist hier möglich, da leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler sich sogleich in schwierigere Aufgaben stürzen können, während leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler bei den einfacheren Aufgaben bleiben und so die Mindestanforderungen festigen und wiederholen.
- **Inhaltliche Öffnung:** Bei der inhaltlichen Öffnung des Unterrichts wird der Lehrstoff des Unterrichtskonzeptes innerhalb der offenen Lehrplanvorgaben bestimmt. Das vorliegende Unterrichtskonzept wurde bezüglich des Inhalts geöffnet, indem viele Alltagsanwendungen und Beispiele des alltäglichen Lebens eingebaut wurden, sowie mathematische Übungen spielerisch aufgebaut wurden. Dies ist im "standardisierten" Mathematikunterricht in dieser Art und Weise oft nicht möglich. Aus diesem Grund wurde in diesem offenen Unterrichtskonzept gerade darauf besonders Wert gelegt.
- **Soziale Öffnung:** Aus Sicht der sozialen Öffnung werden Problemlösungen, also das Herangehen an die gestellten Aufgaben, von den Schülerinnen und Schülern selbst gelöst; sie müssen also selbst herausfinden, wie sie Probleme lösen. Durch die Lehrperson werden Verhaltensregeln bekanntgegeben und diese auch überwacht. Im konkreten Unterrichtsetting wurden die gestellten Problemsituationen, das heißt die einzelnen Stationen, von den Schülerinnen und Schülern selbst gelöst. Sie durften das Smartphone, das Schulbuch und andere sich im Klassenraum befindende Medien und Materialien benutzen, um zu einer Lösung zu kommen. Durch die Lehrperson wurde am Beginn unter Einbeziehen der Schülerinnen und Schüler festgelegt, was mit dem Smartphone gemacht werden darf und was nicht – sowohl in mathematischer Hinsicht, als auch in sozialer. Der Unterricht wurde hier nicht komplett geöffnet, da durch die Lehrperson einzelne Regeln bezüglich der Verwendung des Smartphones vorgegeben wurden.

- **Persönliche Öffnung:** Die persönliche Öffnung des Unterrichts zeigt sich in der Beziehung zwischen der Lehrperson und den Schülerinnen und Schülern. Im konkreten Unterrichtssetting wurde hier eine (fast) gleichberechtigte Beziehung angepeilt, da die Lehrperson(en) die Rolle eines Coaches einnahmen und den Schülerinnen und Schülern mit Rat und Tat zur Seite standen. Dies war vor allem dadurch möglich, da der Arbeitsplan und die Materialien konkret für selbstorganisiertes Lernen aufgebaut waren und somit während der Unterrichtsstunden kein Wissensinput mehr erfolgen musste. Eine komplett persönliche Öffnung war nicht möglich, da zum einen die Zeit nicht ausreichte und zum anderen eine Benotung sowie Evaluierung des Projektes erfolgen musste.

Des Weiteren werden bestimmte Lernformen in einzelnen Situationen aufgegriffen, wie zum Beispiel spielebasiertes Lernen, wo die Schülerinnen und Schüler beim Spielen eines Kopfrechenspiels spielerisch das Kopfrechnen üben, wie in Kapitel 8.2.2 genauer beschrieben wird.

9.2 Vorstellung des Arbeitsplans

Der Arbeitsplan (Abbildung 9.1.) wurde in Größe eines A4-Blattes in Querformat als Kernstück dieses Unterrichtskonzeptes entwickelt. Der Plan wurde an das Design eines Spielteppichs mit Autos für Kinder angelehnt, also mit Häusern, Straßen, Kreuzungen und Ampeln, um dem Konzept etwas Farbe und Spielerisches zu verleihen, ohne aber auf der anderen Seite zu kindisch zu wirken.

Der Arbeitsplan dient als Übersicht über alle Stationen, welche Stationen zum Pflichtteil und welche zum freien Teil gehören. Weiters wird mit dem Arbeitsplan eine Übersicht über den jeweiligen Schwierigkeitsgrad der einzelnen Stationen gegeben. Es gibt einen Startpunkt in der linken oberen Ecke, gekennzeichnet mit einem On-/Off-Schalter. Dann folgt der Pflichtteil, welcher aus drei rot gekennzeichneten Häusern besteht. Diese drei Stationen müssen von jeder Schülerin bzw. von jedem Schüler in der vorgegebenen Reihenfolge⁵⁷ erarbeitet werden. Der Zugang zu jeder Station erfolgt über einen QR-Code mithilfe des Smartphones und einem installierten QR-Code Scanner.

⁵⁷ die Häuser sind von eins bis drei durchnummeriert

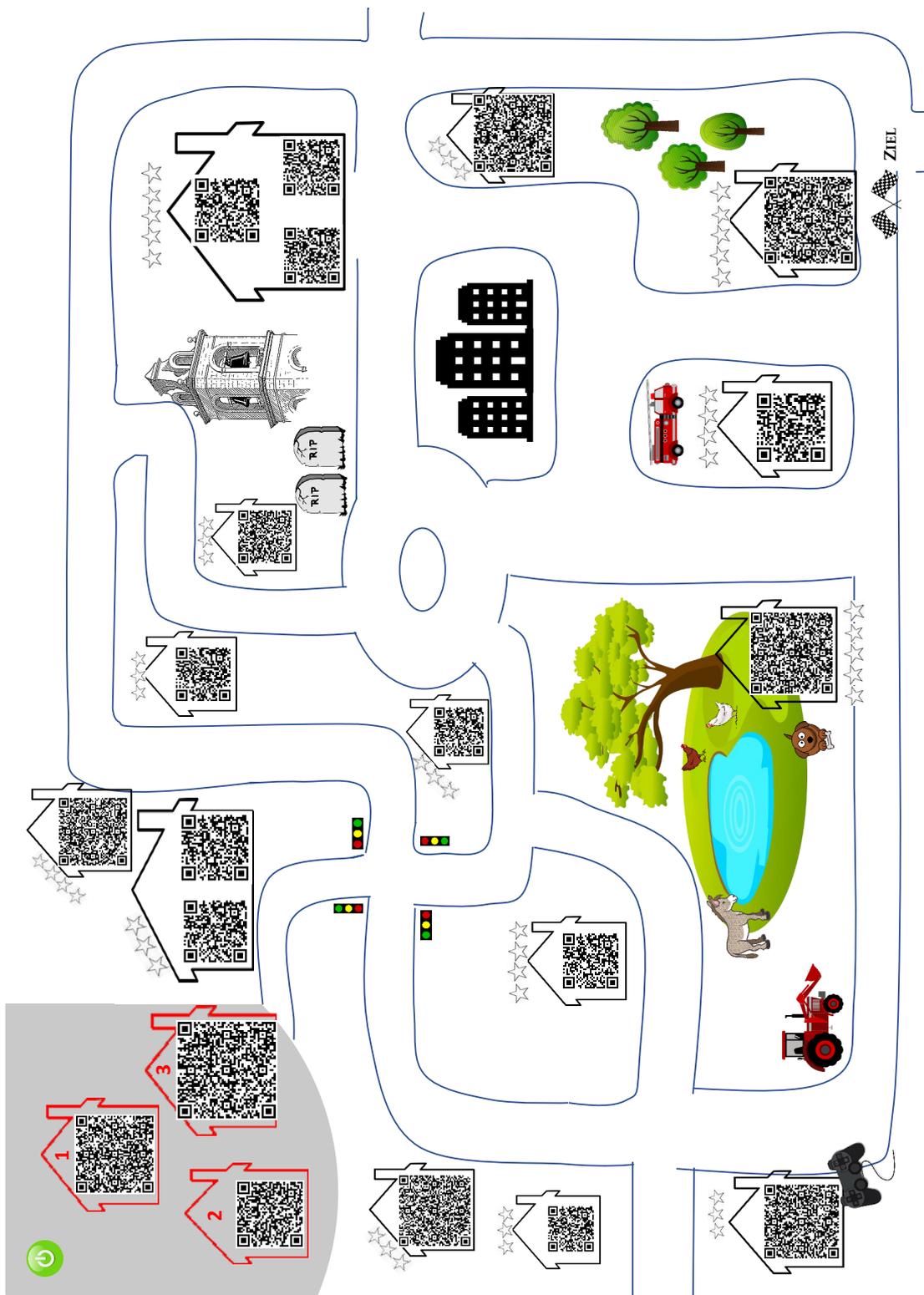


Abb. 9.1: Arbeitsplan

Für alle Stationen des freien Teils wird der Schwierigkeitsgrad oberhalb des Hauses anhand der Anzahl der Sterne angezeigt. Drei Sterne bedeuten "locker/einfach, ohne großen Aufwand schaffbar", vier Sterne bedeuten "mäßig schwer/es muss schon mehr nachgedacht werden/mehr Zeit investiert werden" und fünf Sterne bedeuten entweder eine echte Herausforderung - es muss eine Aufgabe bearbeitet werden, die in dieser Art und Weise im bisherigen Unterricht noch nicht vorgekommen ist - oder die Aufgabe ist sehr umfangreich und benötigt wesentlich mehr Zeit als die anderen Stationen. Für die Stationen im Pflichtteil wurden die Sterne bereits in den Übersichtsplan der absolvierten Stationen eingetragen, um beispielhaft zu zeigen, wie die weiteren absolvierten Stationen eingetragen werden sollen. Um den Pflichtteil noch besser hervorzuheben, wurde dieser Abschnitt im Plan grau hinterlegt.

9.2.1 Allgemeine Aufgabenstellung zum Arbeitsplan

Zusätzlich zum Arbeitsplan wurde für die Schülerinnen und Schüler ein Arbeitsauftrag für die generelle Bearbeitung des Projektes erstellt. Dieser Arbeitsauftrag erleichterte den Schülerinnen und Schülern den Einstieg in das Projekt, da alle allgemeinen Anweisungen auf einem Blatt zusammengefasst wurden. Außerdem wirkte dieser unterstützend für die Erstellung der geforderten Hefteinträge, da die Schülerinnen und Schüler darauf nachsehen konnten, welche Fragen ins Schulübungsheft zu beantworten waren. Die Abbildung 9.2 zeigt den entwickelten Arbeitsauftrag:

Stationenbetrieb QR-Code

Du bekommst von deiner Lehrerin einen **Arbeitsplan** und einen **Übersichtsplan**.

Der **Arbeitsplan** beinhaltet alle Stationen – achte darauf, einige musst du machen, bei anderen kannst du dir aussuchen, welche du machst.

Pro Aufgabe kannst du eine bestimmte Anzahl von Sternen sammeln – je mehr Sterne, desto besser für dich.

Pro Station beantworte folgende Fragen **ins Heft**:

- ★ Was war neu für mich?
- ★ Was fiel mir leicht?
- ★ Wo hatte ich Probleme, wo brauche ich noch Hilfe?



Wenn du eine oder zwei Stationen fertig hast, melde dich bei deiner Lehrerin, um ein Häkchen für deinen Übersichtsplan zu bekommen.

Was du brauchst:

- ★ Ein Smartphone mit installiertem QR-Code Scanner
- ★ Den Übersichtsplan + den Arbeitsplan
- ★ Zugang zum WLAN
- ★ Dein Schulübungsheft

Abb. 9.2: Allgemeiner Arbeitsauftrag zum Projekt

9.2.2 Pflichtstationen

Die ersten drei Häuser, welche als Pflichtstationen für jede Schülerin bzw. jeden Schüler gekennzeichnet wurden, vermitteln Grundkenntnisse zu QR-Codes und frischen das Basiswissen zu Quadrat, Rechteck und Terme auf. Beim dritten Haus wird mithilfe eines Quiz' eine Lösungszahl berechnet, deren Ziffern in einem unvollständigen QR-Code ausgemalt werden müssen. Die Malvorlage und die dazugehörige Lösung werden in Abbildung 9.3 dargestellt.

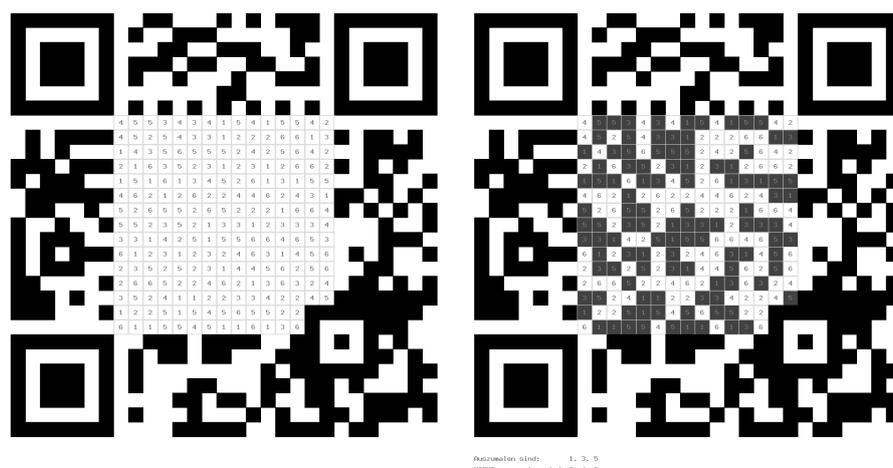


Abb. 9.3: Ausmalvorlage und Lösung zum QR-Code von Station 3

Wurde der ausmalbare QR-Code von den Schülerinnen und Schülern richtig ausgemalt und gescannt, wurde ein Arbeitsblatt angezeigt, welches den Pflichtteil abschloss. Bei diesem Arbeitsblatt wurden noch einmal bereits gelernte Flächenformeln und Formeln für die Berechnung des Volumens abgefragt, diesmal vertiefender, sowie neue Formeln zum Berechnen des Volumens für Prismen erlernt.

Die Bearbeitung der ersten drei Häuser sieht jeweils eine Einzelarbeit vor, damit jede Schülerin und jeder Schüler sich auf den Inhalt und die neuen Informationen konzentriert.

Das erste Haus beinhaltet ein Arbeitsblatt mit Basisinformationen zu QR-Codes, welche im zweiten Haus bei einem Quiz der Seite "learningapps.org" abgefragt werden. Das dritte Haus enthält wiederum ein Arbeitsblatt mit einem Quiz zu verschiedenen mathematischen und informatischen Inhalten, die bereits in den ersten zwei Stationen oder den Mathematikstunden vor dem Projekt gelernt wurden. Wurde das Quiz gelöst und der vorhin beschriebene Ausmalcode fertig bearbeitet, so wurde ein weiteres Arbeitsblatt zur Verfügung gestellt, das eine genaue Bearbeitung verlangte und bei dem neues mathematisches Wissen erworben wird.

9.2.2.1 Lernziele:

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, eine QR-Code Scanner App zu installieren und diese richtig zu verwenden.

- Die Schülerinnen und Schüler wissen was ein QR-Code ist, wofür er verwendet wird und sind fähig, diesen mit ihrem Smartphone/Tablet zu entschlüsseln.
- Die Schülerinnen und Schüler frischen ihr Wissen zu Quadrat, Rechteck und Terme auf.
- Die Schülerinnen und Schüler können gegebene Körper benennen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind fähig, die Flächenformeln für Rechteck, Dreieck, Parallelogramm und Trapez anzugeben.
- Die Schülerinnen und Schüler sind fähig, die Formeln für das Volumen von Quader, Prisma mit Dreieck als Grundfläche, Prisma mit Parallelogramm als Grundfläche und für das Prisma mit einem Trapez als Grundfläche anzugeben.

Ziel dieser drei verpflichtenden Stationen ist es, dass die Schülerinnen und Schüler die Mindestanforderungen dieses Unterrichtskonzepts in mathematischer als auch informatischer Hinsicht erfüllen. Dabei decken die ersten zwei Stationen das Erlernen von Basiswissen über QR-Codes ab und die dritte Station sowohl die mathematischen als auch die informatischen Kenntnisse. Hat eine Schülerin oder ein Schüler alle drei Stationen erfolgreich bearbeitet und wurde dies auch von einer Lehrperson abgesegnet⁵⁸, so kann die Schülerin oder der Schüler mit dem freien Teil beginnen.

9.2.3 Frei wählbare Stationen

Die weiteren 14 Stationen zählen zum offenen bzw. freien Teil, wo die Schülerinnen und Schüler selbst frei wählen, welche sie bearbeiten. Wie bereits beschrieben, wurden den einzelnen Stationen unterschiedliche Schwierigkeitsstufen zugeordnet, welche am Hausdach anhand der Anzahl der Sterne erkannt werden können. Im Gegensatz zu den Pflichtstationen müssen die frei wählbaren Häuser in keiner bestimmten Reihenfolge absolviert werden. Somit können die Schülerinnen und Schüler komplett frei wählen, welche Stationen sie gerne bearbeiten möchten.

Voraussetzungen: Voraussetzung für jede Station ist wie bereits bei den Pflichtstationen, dass pro Schülerin bzw. pro Schüler ein Smartphone mit aktiver Internetverbindung und installiertem QR-Code-Scanner zur Verfügung steht, um Zugang zu den Arbeitsmaterialien zu bekommen.

⁵⁸ Hefteintrag korrigiert und Lehrerkürzel im Übersichtsplan der absolvierten Stationen gesetzt

Hinsichtlich der verwendeten Methoden können die Stationen in drei Teile gegliedert werden. Diese Unterteilung hat mit den Inhalten oder der Reihenfolge der Stationen nichts zu tun und dient nur der Beschreibung und Erklärung der einzelnen Stationen für die Leserinnen und Leser:

a) **Stationen mit Apps von "learningapps.org":**

Acht der 14 Stationen wurden mit Apps der Webseite "learningapps.org" entwickelt. Diese Webseite bietet für dieses Unterrichtssetting konkrete, alltagsbezogene Beispiele, welche gut zum Themengebiet passen und mit dem Smartphone einfach zu erledigen sind. Außerdem wird von der Webseite direkt ein QR-Code für jede einzelne Anwendung zur Verfügung gestellt, was die Zusammenstellung der Unterrichtsmaterialien für die Lehrperson vereinfacht. Außerdem stellt die Webseite für die konkreten Themengebiete viele unterschiedliche Apps zur Verfügung, sodass bereits gelernte Inhalte, aber auch Neues gefestigt, geübt und erlernt werden kann.

Inhalt: Für einige Stationen wurde als Inhalt Übungen zu Flächenberechnungen, Umfangsberechnungen und Eigenschaften von Vierecken gewählt, für andere Maßeinheiten (Länge und Gewicht) und Gleichungen bzw. Terme. So wurden einige bereits gelernte Themen wiederholt und anwendungsbezogen gefestigt.

Methode: Alle acht Stationen mit Apps wurden als Einzelarbeit konzipiert, so dass jede Schülerin bzw. jeder Schüler mit dem eigenen Smartphone arbeitete.

Lernziele:

- Die Schülerinnen und Schüler können ohne Hilfestellung mit einem QR-Code-Scanner umgehen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihr Smartphone für Lern- und Übungszwecke sinnvoll innerhalb und außerhalb des Mathematikunterrichts einzusetzen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Gleichungen mit einer Variable lösen.
- Die Schülerinnen und Schüler kennen anwendungsbezogene Beispiele zu den genannten Themen und können Größen zuordnen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Flächen und Umfänge anwendungsbezogen zu berechnen.

b) **Stationen mit offenen Fragestellungen:**

Die sechs übrigen Stationen wurden mit jeweils einem Arbeitsauftrag gestaltet. Fünf davon mit einem mathematischen Beispiel und eine Station beinhaltet einen Arbeitsauftrag, eine (externe) App zu installieren, welche ein mathematisches Spiel zum Festigen der Kopfrechenkenntnisse darstellt.

- b1) **Spielebasierte Station "Math Duel":** Die zu installierende und kostenlose App heißt "Math Duel"⁵⁹ und stellt ein Schnelligkeits-Kopfrechenspiel dar. Das Spiel ist konzipiert für zwei Personen, wobei der Bildschirm des Smartphones halbiert wird und so jeder Spielerin bzw. jedem Spieler eine Hälfte zur Verfügung steht. Am Beginn können der Schwierigkeitsgrad zwischen Einfach, Mittel, Schwer und Experte sowie die Rechnungsarten Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division gewählt werden. Für die Sekundarstufe 1 wurde im Arbeitsauftrag bestimmt, dass mit Schwierigkeitsgrad Mittel, Schwer oder Experte und allen Rechnungsarten gespielt wird.

Der Inhalt dieser Station ist somit Kopfrechnen. Als Methode wurde Partnerarbeit gewählt, da die App für zwei Spielerinnen und Spieler konzipiert ist. Grund für das Hinzufügen einer solchen Station zum Unterrichtskonzept war es, dass die Schülerinnen und Schüler auf diese Art und Weise spielerisch mit Spaß Kopfrechnen üben, denn das Kopfrechnen kommt in vielen Mathematikstunden, vor allem seit der Zulassung des Taschenrechners, viel zu kurz.

b2) **Stationen mit einem offenen Arbeitsauftrag:**

Der Arbeitsauftrag für die verbleibenden fünf Stationen wurde mithilfe eines Dropboxordners⁶⁰ in Form eines PDF-Dokuments⁶¹ zur Verfügung gestellt. Ein Dropboxordner wurde gewählt, damit die Schülerinnen und Schüler auch von zuhause oder einem anderen Ort auf die Dateien zugreifen können, um ortsunabhängiges Lernen (gemäß dem Begriff "mobiles Lernen") zu ermög-

⁵⁹ nähere Informationen für Smartphones mit Android als Betriebssystem: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mathduel2playersgame.mathgame&hl=de> (abgerufen am 14.05.2018) und für Smartphones mit iOS als Betriebssystem: <https://itunes.apple.com/at/app/mathematik-spiele-für-2/id738947827?mt=8> (abgerufen am 14.05.2018)

⁶⁰ <https://www.dropbox.com/?landing=dbv2> (abgerufen am 19.05.2018)

⁶¹ PDF steht für Portable Document Format. Dieses Format ist plattformunabhängig und stellt den Inhalt – egal von welchem Gerät dieser geöffnet wurde – in derselben Form dar.

lichen. Alternativ kann dafür jeder andere Fileosting-Dienst verwendet werden. Dropbox wurde außerdem gewählt, da es ein bekannter Filehosting-Anbieter ist und die Schülerinnen und Schüler im Idealfall schon damit gearbeitet haben.

Inhalt: Der Inhalt dieser fünf Stationen ist breitgefächert und wurde möglichst offen und mit realen Beispielen entwickelt. Zwei der Stationen wurden als Blütenaufgabe⁶² entwickelt, wobei einmal der Drachen-Bau und einmal der "Magic-Cube" also der Zauberwürfel als Thema gewählt wurden. Die Arbeitsaufträge der übrigen drei Stationen können in den Abbildungen 9.4-9.6 eingesehen werden.

Flächenberechnung einer Fläche deiner Wahl

Fotografiere zu Hause eine Fläche deiner Wahl, nimm Maße, also miss die Kanten ab und versuche, den Flächeninhalt davon zu berechnen.

ODER:

Lass dir von einer Person deiner Wahl per WhatsApp oder Messenger oder E-Mail eine Fläche und die dazugehörigen Maße schicken und berechne dann den Flächeninhalt davon.

Abb. 9.4: Arbeitsauftrag: Flächenberechnung einer Fläche deiner Wahl

GoogleMaps: Flächenberechnung

Öffne Google-Maps, suche dir ein Land/eine Insel/ein Gewässer aus. Zoome so, dass das Land/die Insel/das Gewässer auf deinem Bildschirm Platz hat.

Versuche, die Fläche zu berechnen oder finde einen Weg, wie man die Fläche ungefähr berechnen könnte.

Achtung: achte auf den Maßstab!

Abb. 9.5: Arbeitsauftrag: Google Maps: Flächenberechnung

62 Ist eine Struktur zum Erstellen von Beispielen, welche mit einer einfachen Aufgabe beginnt, eine mittlere Aufgabe als zweite Stufe enthält und die dritte Stufe eine offene, komplexere Aufgabe darstellt.

Kästchen A4

Deine Heftseite / College-Block-Seite hat eine bestimmte Anzahl von Kästchen. Aber wie viele?

Kannst du auch **ohne Abzählen** herausfinden, wie viele Kästchen es pro Seite gibt?

Abb. 9.6: Arbeitsauftrag: Berechnung der Anzahl von Kästchen eines karierten A4-Blattes

Methode: Als Methode für diese Stationen wurde ebenfalls die Einzelarbeit gewählt, wobei bei komplexeren Aufgaben immer auch ein Partner erlaubt war, um zu einem besseren Ergebnis zu kommen bzw. um den Lösungsweg zu diskutieren.

Lernziele:

- Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass Dropbox ein Filehosting-Dienst ist und was dieser Dienst anbietet.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Dropbox als Filehosting-Dienst am Smartphone zum Öffnen von PDF-Dokumenten zu nutzen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Beispiele, die über eine offenere/komplexere Angabe verfügen, zu bearbeiten und zu lösen.
- Die Schülerinnen und Schüler können längere Beispiele bis zum Ende bearbeiten und lösen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, sich in verschiedene Situationen hineinzusetzen und mit bereits gelerntem Wissen Beispiele zu lösen.

10 Rahmenbedingungen und Probanden

In diesem Abschnitt werden die Rahmenbedingungen für die Durchführung des Unterrichtskonzepts und die Probandinnen und Probanden näher beschrieben. Zuerst wird die vorgesehene Schulstufe definiert und ein Bezug zum Lehrplan hergestellt, danach wird die Schule näher beschrieben, in der das Konzept durchgeführt wurde und danach werden die Probandinnen und Probanden beschrieben.

10.1 Schulstufe und Lehrplanbezug

Das vorliegende Unterrichtskonzept wurde für eine dritte Klasse der Sekundarstufe 1 (entspricht der 7. Schulstufe) im Zuge des Mathematikunterrichts entwickelt. Das Festigen und das Wiederholen von Flächen- und Umfangsberechnungen, das Erlernen von Alltagsanwendungen, das Anwenden bereits gelernter Inhalte in anwendungsbezogenen Beispielen sowie Berechnungen des Volumens von Prismen wurden als mathematische Ziele dieses Unterrichtskonzept definiert.

Im Lehrplan für Mathematik für die 7. Schulstufe bedeutet das im Konkreten⁶³:

3. Klasse:

3.1. Arbeiten mit Zahlen und Maßen:

- Sicherheit im Kopfrechnen gewinnen,
- Potenzschreibweise kennen und anwenden können.

3.2. Arbeiten mit Variablen:

- Formeln bzw. Terme umformen und durch Rechenregeln begründen können, mit einfachen Potenzen arbeiten können,
- Lösen von linearen Gleichungen mit einer Unbekannten.

3.3. Arbeiten mit Figuren und Körpern:

- Formeln für Flächeninhalte von Dreiecken und Vierecken begründen und damit Flächeninhalte berechnen können,
- Oberfläche, Rauminhalt und Gewicht von Gegenständen, die die Gestalt eines Prismas oder einer Pyramide haben, berechnen können.

⁶³ Auszug aus dem Lehrplan für Mathematik an österreichischen Schulen: https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs14_789.pdf?61ebzm (abgerufen am 15.05.2018)

Die im Zuge der verbindlichen Übung "digitalen Grundbildung", welche mit kommenden Schuljahr verpflichtend für alle Klassen der Sekundarstufe 1 eingeführt wird⁶⁴ werden folgende Lernziele abgedeckt:

Gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung:

Digitalisierung im Alltag:

- Die Schülerinnen und Schüler sind fähig, digitale Geräte in ihrem persönlichen Alltag sinnvoll zu nutzen.

Informations-, Daten- und Medienkompetenz:

Suchen und finden:

- Die Schülerinnen und Schüler suchen zielgerichtet und selbstständig nach Informationen, Daten und digitalen Inhalten mit Hilfe geeigneter Strategien und Methoden (zum Beispiel Suchbegriffe) und nützlicher Quellen.

Digitale Medien produzieren:

- Die Schülerinnen und Schüler erleben sich selbstwirksam, indem sie digitale Technologien kreativ und vielfältig nutzen.

10.2 Schule

Das Unterrichtskonzept wurde im Rahmen des Mathematikunterrichts an der Neuen Mittelschule in Sankt Marein im Mürztal in zwei dritten Klassen durchgeführt. Geplant war es, das Konzept innerhalb von vier Mathematikstunden, das heißt im Ausmaß einer Woche, durchzuführen.

In den drei Unterrichtsgegenständen, in denen Schularbeiten geschrieben werden, sieht es das Konzept der Neuen Mittelschule vor, dass in Teamteaching unterrichtet wird. Das bedeutet, dass pro Klasse in den Mathematik-, Englisch- und Deutschstunden zwei Lehrpersonen in der Klasse unterrichten. Dafür wurden die Leistungsgruppen, in denen Schülerinnen und Schüler jeder Schulstufe nach den erbrachten Leistungen eingeteilt wurden, abgeschafft. Zusätzlich kann es auch passieren, dass Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf in der Klasse sitzen und ein eigenes für sie

⁶⁴ weitere Informationen unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=Begut&Dokumentnummer=BEGUT_COO_2026_100_2_1425918 (abgerufen am 18.05.2018)

erstelltes Lernkonzept abarbeiten. Schülerinnen und Schüler mit sonderpädagogischem Förderbedarf wären ohne diese besondere Förderung nicht in der Lage, dem regulären Unterrichtsablauf zu folgen. Auch ist es möglich, dass verhaltensauffällige Schülerinnen und Schüler, welche aber normal zu beschulen sind, am Unterricht regulär teilnehmen. Diese bekommen fallweise eine Schulassistenz zur Seite gestellt. Ein Schüler der 3b-Klasse hat eine solche Schulassistenz. Diese Betreuungsperson hält sich im selben Klassenraum wie die Schülerin/der Schüler auf.

Wie schon erwähnt, wurde das Unterrichtskonzept in zwei dritten Klassen durchgeführt. Ursprünglich geplant war es, das Konzept nur in einer Klasse, der 3a-Klasse, durchzuführen, jedoch zeigte sich bei den Vorbereitungen auf das Projekt durch die Mathematiklehrerin ein reges Interesse der Parallelklasse, sodass das Konzept dann in zwei Klassen durchgeführt wurde. Durch das offene Unterrichtskonzept war dadurch kein Mehraufwand in der Vorbereitung notwendig, lediglich natürlich bei der Durchführung sowie in der Nachbereitung.

Eine der beiden Mathematiklehrerinnen unterrichtet in beiden Klassen, was die Organisation und Durchführung deutlich vereinfachte. Durch sie wurde auch im Vorhinein die organisatorische Frage geklärt, ob denn von Seiten der Schülerinnen und Schüler ausreichend eigene Smartphones zur Verfügung stehen, sodass dieses Projekt durchgeführt werden konnte. Bis auf zwei Schülerinnen und Schüler je Klasse war dies glücklicherweise der Fall. Zwei weitere Smartphones wurden von Seiten der Lehrperson organisiert, sodass alle Schülerinnen und Schüler am Projekt teilnehmen konnten.

10.2.1 Beschreibung der Probandinnen und Probanden

Die 3a-Klasse:

Die 3a-Klasse, welche die ursprünglich vorhergesehene Klasse war, wird von 23 Schülerinnen und Schülern besucht, wobei ein Schüler über die gesamte Dauer des Projektes und zwei Schülerinnen und Schüler nur in der ersten Stunde abwesend waren. Das bedeutet, dass insgesamt nur 20 der 23 Schülerinnen und Schüler bewertet wurden. Insgesamt wird die 3a-Klasse von 13 Schülern und 10 Schülerinnen besucht. Von verschiedenen Lehrpersonen wurde die Klasse bei Besprechungen im Vorfeld als motiviert und lernwillig beschrieben, was sich auch später in der Evaluierung des Projektes zeigen wird. Es gibt ein paar sehr motivierte und leistungsstarke Schülerinnen und Schüler, aber auch einige, die am Mathematikunterricht nicht besonders interessiert waren. Für

die spätere Leistungsauswertung ist anzumerken, dass die Klasse von einem rumänischen Mädchen besucht wird, welches noch nicht lange in Österreich ist und dementsprechend einige Sprachbarrieren vorhanden sind. Allerdings ist sie sehr gut in die Klassengemeinschaft integriert und ein Schüler, dessen Eltern ebenfalls rumänischen Ursprung haben, übersetzt freundlicherweise viele Dinge für sie. Im Projektzeitraum war ihr Sprachniveau war schon viel besser als am Beginn des Schuljahres, jedoch benötigte sie natürlich noch Unterstützung. Aus diesem Grund sind beide verständlicherweise nicht so schnell vorangekommen wie einige andere Schülerinnen und Schüler.

Die 3b-Klasse:

Wie bereits erwähnt, war es ursprünglich nicht geplant, das Projekt auch in dieser Klasse durchzuführen. Aufgrund der ausdrücklichen Wünsche der Schülerinnen und Schüler und den zeitlichen Möglichkeiten wurde das Projekt auch in dieser Klasse durchgeführt. Die 3b-Klasse wird von 21 Schülerinnen und Schülern besucht, wobei ein Schüler bis auf den letzten Tag über die gesamte Projektdauer krank war und eine Schülerin bei der Durchführung des Pretests nicht anwesend war. Aus diesen Gründen wurden von der 3b-Klasse nur 19 Schülerinnen und Schüler bewertet. Insgesamt wird die 3b-Klasse von 14 Schülern und 7 Schülerinnen besucht. In den Vorbereitungen zum Projekt wurde von Lehrpersonen eingeräumt, dass die Schülerinnen und Schüler der 3b-Klasse weniger leistungsstark als die der Parallelklasse seien, es mehr Unruhen und Auffälligkeiten gebe und diese Klasse ein Schüler besuchte, welcher als verhaltensauffällig eingestuft wird und sich aus diesem Grund, wie ein paar Absätze weiter oben beschrieben wurde, auch eine Betreuungsperson in der Klasse aufhält.

10.2.2 Störeinflüsse

Natürlich kann ein reibungsloser, für alle gleich fairer Ablauf nie garantiert werden, egal wieviel Arbeit damit verbunden ist. Aus diesem Grund gab es auch bei diesem Projekt einige störende Einflüsse, welche in den folgenden Absätzen beschrieben werden:

WLAN:

Leider wurde in der ersten Projektstunde festgestellt, dass das WLAN nicht so flächendeckend und schnell war, wie es im Vorhinein von einigen Personen der Schule beschrieben wurde. Es wurde bereits damit in verschiedenen Unterrichtsstunden gearbeitet, aber augenscheinlich nicht in diesem Ausmaß, sodass auch die technischen

Probleme in einem geringeren Ausmaß auftraten. So wurde das Vorankommen im Projekt für die Schülerinnen und Schüler, welche kein mobiles Internet zur Verfügung hatten, stark beeinträchtigt. Dies ist leider auch bei den später beschriebenen Ergebnissen sichtbar. Ab der zweiten Projektstunde, die in der Mitte der Woche durchgeführt wurde, wurde von einer Lehrperson ein eigener portabler WLAN-Router mitgenommen. So konnte die WLAN-Nutzung der Schülerinnen und Schüler auf das Schul-WLAN und das private WLAN aufgeteilt werden, und jene Schülerinnen und Schüler, welche privat noch genügend mobile Daten frei hatten, verwendeten diese. So konnte ein flüssiges Arbeiten sichergestellt werden.

Weitere Störfaktoren:

Oft trat das Problem auf, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Smartphone zuvor nicht richtig aufgeladen hatte, wodurch es zu Akkuproblemen kam. Das Problem wurde durch mitgebrachte Ladekabel und einer Powerbank ab der zweiten Unterrichtsstunde beseitigt.

Weiters gab es hinsichtlich der Fairness das Problem, dass beim Korrigieren der einzeln absolvierten Stationen nicht von allen Schülerinnen und Schülern dasselbe verlangt wurde. Zuvor wurde von den einzelnen Lehrpersonen eine homogene Bewertung angestrebt, aber diese nicht zu 100 Prozent erreicht.

10.2.3 Ablauf der Projektstunden

In der 3a-Klasse:

In der ersten Stunde wurde kurz erklärt, worum es in den nächsten Mathematikstunden gehen würde und das Arbeitsmaterial ausgeteilt. Besonders detaillierte Erläuterungen waren in diesem Fall nicht nötig, da eine der beiden Mathematiklehrerinnen der Klasse, auch der Klassenvorstand der 3a-Klasse ist und sie die Schülerinnen und Schüler bereits eine Stunde zuvor in das Projekt eingeführt hatte. Außerdem waren die Schülerinnen und Schüler das freie Arbeiten gewohnt, da im Zuge des Mathematikunterrichts bereits einige Stunden in dieser Unterrichtsform durchgeführt wurden. Dadurch war der Einstieg für die Schülerinnen und Schüler in das Projekt einfacher.

Zunächst mussten vor allem organisatorische Fragen geklärt werden, bevor die 20 Schülerinnen und Schüler mit dem Arbeiten beginnen konnten.

Diese erste, sowie die folgenden zwei vollen Mathematikstunden wurden zum Bearbeiten der Unterrichtsmaterialien genutzt. Für die vierte Mathematikstunde war als Abschluss ein Kahoot! Quiz⁶⁵ vorgesehen, welches nicht in der Klasse (aufgrund eines fehlenden Beamers), sondern im benachbarten Gruppenraum durchgeführt wurde. Zum Abschließen der letzten Hefteinträge und für die Durchführung des Feedbacks wurde vom Klassenvorstand netterweise die Klassenvorstandsstunde zur Verfügung gestellt, welche im Anschluss an die letzte Mathematikstunde stattfindet.

In der 3b-Klasse:

Auch in der 3b-Klasse wurden in der ersten Stunde die Details zum Ablauf des Projektes erklärt und worum es in den nächsten Mathematikstunden gehen würde, sowie das Arbeitsmaterial ausgeteilt. Die Schülerinnen und Schüler hatten auch schon Erfahrung im freien Arbeiten, was die anfänglichen Erklärungen ebenfalls kürzer ausfallen ließ und den Einstieg einfacher gestaltete.

Zunächst mussten auch hier organisatorische Fragen geklärt werden, bevor die 21 Schülerinnen und Schüler zum Arbeiten beginnen konnten.

Die ersten drei der vier Mathematikstunden wurden auch hier zum Bearbeiten der Unterrichtsmaterialien genutzt. Für die vierte Mathematikstunde war auch für die 3b-Klasse ein Kahoot! Quiz vorgesehen, um dann im Anschluss den direkten Vergleich beider Klassen zu erhalten. Da in der 3b-Klasse auch kein Beamer zur Verfügung stand, wurde das Quiz ebenfalls im angrenzenden Gruppenraum durchgeführt. Durch die aufgetretenen Internetprobleme konnten die Schülerinnen und Schüler die vorgegebene Zeit leider nicht perfekt ausnutzen. Glücklicherweise wurde auch vom Klassenvorstand der 3b-Klasse ein Teil einer Stunde am letzten Projekttag zur Verfügung gestellt, um das Abschließen des Projektes möglich zu machen.

65 Beschreibung siehe Kapitel 11.2

11 Durchführung des Unterrichtskonzepts

In diesem Kapitel werden zuerst die Vorbereitungen für die Durchführung beschrieben und danach die vorgesehene Dauer und das Abschlussquiz genauer erklärt. Im dritten Unterkapitel werden das Untersuchungsdesign und danach die Methoden zur Evaluierung der Ergebnisse beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse ausgewertet.

11.1 Vorbereitungen für die Durchführung

In den folgenden Punkten wird angeführt, was für die Durchführung bedacht bzw. berücksichtigt werden muss:

- Das gesamte Material für die Schülerinnen und Schüler muss ausgedruckt werden,
- es muss sichergestellt werden, dass die QR-Codes funktionieren und das Material, welches in einer (beliebigen) Cloud oder am Schulserver gespeichert wurde, abrufbar ist,
- die Lehrperson muss Alternativen zum selbstinstallierten QR-Code Scanner kennen,
- es müssen im Vorhinein Smartphones für jene Schülerinnen und Schüler organisiert werden, die keines besitzen, sowie mit den Schülerinnen und Schülern das BYOD-Konzept⁶⁶ besprochen werden, um leeren Akkus, Vergessen des Smartphones etc. entgegen zu wirken,
- die Lehrperson muss mit den Schülerinnen und Schülern das offene Lernen besprechen, falls sie vorher noch nie in dieser Form gearbeitet haben,

⁶⁶ BYOD - Bring your own device

- es muss sichergestellt werden, dass das WLAN vorhanden ist, alle Schülerinnen und Schüler Zugang dazu haben und dieses funktioniert (auch, wenn alle Schülerinnen und Schüler der Klasse(n) im Netz "hängen" und dieses aktiv nutzen)
- und es muss bei Teamteaching mit der zweiten Lehrperson im Vorhinein eine Besprechung stattfinden.

11.2 Vorgesehene Dauer und Abschlussquiz

Das Unterrichtskonzept wurde für das Ausmaß einer Woche Mathematikunterricht in der dritten Klasse Mathematik (Sekundarstufe 1) entwickelt. Als Abschluss am Ende der letzten Stunde wurde ein Kahoot! Quiz⁶⁷ erstellt, welches circa eine halbe Unterrichtsstunde in Anspruch nimmt. Im Abschlussquiz wurden auf Wunsch der Mathematiklehrerinnen auch Fragestellungen zum Üben für die anstehende Schularbeit eingebaut.

11.3 Untersuchungsdesign

Für die Evaluierung dieser durchgeführten Feldstudie werden folgende Untersuchungsmethoden angewandt:

Es wurde eine Vor- bzw. Nacherhebung durchgeführt, um herauszufinden, ob ein Wissenszuwachs stattgefunden hat. Des Weiteren wird ein Vergleich zweier Gruppen durchgeführt, welcher in diesem Zusammenhang der Vergleich zwischen der 3a-Klasse und der 3b-Klasse ist (vgl. Döring und Bortz, 2016).

11.3.1 Pre- und Posttest

Für die Vor- bzw. Nacherhebung wurde ein nahezu identischer Pre- bzw. Posttest erstellt, welche beide anonym von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt wurden. Beide Tests wurden als Fragebogen bezeichnet, um die Schülerinnen und Schüler in keine Testsituation zu versetzen. Für die Bearbeitung des Pre- bzw. Posttests wurde den Schülerinnen und Schülern jeweils circa zehn Minuten Zeit zur Verfügung gestellt.

⁶⁷ für mehr Informationen: <https://kahoot.com/welcomeback/> (abgerufen am 15.05.2018)

Leider waren in der 3a-Klasse bei der Durchführung des Pretests eine Schülerin und ein Schüler und bei der Durchführung des Posttests ein Schüler nicht anwesend, weshalb für diese zwei keine Ergebnisse bzgl. der Verbesserung/der Verschlechterung vorliegen. Auch in der 3b-Klasse fehlte ein Schüler während der ersten drei Projektstage, weshalb auch für diesen Schüler keine Testergebnisse vorliegen und er den Posttest zwar mitgeschrieben hat, dieser natürlich aber aus der Wertung genommen wurde.

Antwortformate für den Pre- bzw. Posttest und den Fragebogen:

Bei allen dreien gab es jeweils offene und geschlossene Antwortformate. Die geschlossenen Antwortformate wurden in Form von Ankreuzfragen entwickelt und hatten jeweils vorgegebene Antwortmöglichkeiten: Bei den Ankreuzfragen zum Thema QR-Codes waren dies folgende Möglichkeiten: ja und nein. Bei den Ankreuzfragen zu mathematischen Inhalten waren dies: richtig, falsch. Die Antwortmöglichkeiten für die Feedbackfragen reichten von 1 = trifft voll zu bis 5 = trifft überhaupt nicht zu.

Umfang und Aufbau: Pre- und Posttest bestanden jeweils aus lediglich einer A4-Seite, um die Schülerinnen und Schüler nicht mit zu vielen Aufgaben zu überfordern. Die ersten drei Fragen waren offen gestellt, um der Lehrperson einen Überblick zu verschaffen, ob die Schülerin bzw. der Schüler ein eigenes Smartphone besitzt und ob in der Schule bereits das Smartphone im Unterricht Verwendung gefunden hat. Die ersten drei Fragen sind folgend abgebildet:

1. Hast du ein eigenes Smartphone? Wenn ja, welche Marke?
2. Hast du dein Smartphone schon einmal im Unterricht benutzt? Wenn ja, in welchem Fach?
3. Würdest du gern öfter das Handy im Unterricht verwenden?

Abb. 11.1: Pretest: Fragen 1-3

Danach wurde auf den informatischen Inhalt eingegangen, wo der Wissenstand zu QR-Codes in drei offenen und zwei Ankreuzfragen abgefragt wurde, welche in Abbildung 11.2 gezeigt werden:

Zeichne einen QR-Code:	Was ist ein QR-Code:	Wofür braucht man ihn?

Richtig oder falsch?	ja	nein
ein QR Code ist quadratisch.		
ein QR Code ist immer schwarz-weiß		

Abb. 11.2: Pretest: Fragen 4-5

Im Anschluss daran wurde der mathematische Inhalt abgefragt, wo zuerst drei bzw. sieben Ankreuzfragen zu beantworten waren und als letzte Frage fünf Formeln für das Volumen abgebildeter Körper. Alle drei mathematischen Fragen werden in Abbildung 11.3 dargestellt:

Richtig oder falsch?	richtig	falsch
Ein Würfel hat eine quadratische Grundfläche		
Ein Quader hat eine quadratische Grundfläche		
Ein Quadrat ist auch ein Rechteck		

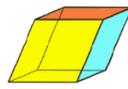
Schreibe die Formeln auf oder berechne:

$6u^3 + 4u^3 - 2u^3 =$	
Umfang Rechteck	
Umfang Trapez	
$2a^2 + 3a^2 - 5a^3 =$	
Fläche Deltoid	
Fläche Parallelogramm	
Fläche Trapez	

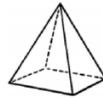
Schreibe die Volums Formeln für die folgenden Körper auf:



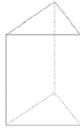
V= _____



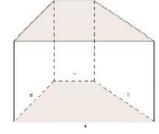
V= _____



V= _____



V= _____



V= _____

Abb. 11.3: Pretest: Fragen 6-8

Der Posttest wurde ebenfalls im Umfang einer A4-Seite und ähnlich dem Pretest entwickelt. Die Fragen zum eigenen Smartphone und dem Verwenden in früheren Unterrichtsstunden, sowie die offenen Fragen zu QR-Codes blieben dieselben. Bei den An-

kreuzfragen zum Thema QR-Codes wurden zwei Fragen hinzugefügt. Außerdem wurde eine offene Frage zur Selbstreflexion am Ende gestellt (Abbildungen 11.4 und 11.5):

ein QR Code hat in einer der Ecken KEIN großes Quadrat			
muss ein QR Code zu 100% gescannt werden, um die Informationen zu erhalten?			

Abb. 11.4: die zwei zusätzlichen Fragen beim Posttest

Was hast du deiner Meinung nach in dieser Woche gelernt?

Abb. 11.5: Posttest: Selbstreflexion

Ziel des entwickelten Pre- bzw. Posttests und des Feedbackbogens war es, die in Kapitel 8.2. entwickelten Untersuchungskriterien zu beantworten. Das Ziel der offenen und Ankreuz-Fragen zum Thema QR-Codes war es, Antworten auf das erste Untersuchungskriterium zu finden:

H1: Findet durch das Arbeiten mit Smartphones im gegebenen Unterrichtsetting ein Wissenszuwachs von informatischen Inhalten bzw. Inhalten der digitalen Kompetenzen statt?

Durch die entwickelten Fragestellungen mit dem mathematischen Inhalt sollen Antworten auf das zweite Untersuchungskriterium gefunden werden:

H2: Kann durch das Arbeiten mit dem Smartphone im gegebenen Unterrichtsetting ein Wissenszuwachs der mathematischen Kenntnisse festgestellt werden?

11.3.2 Fragebogen

Der Feedbackfragebogen⁶⁸ wurde im Umfang einer A4 Seite erstellt, welcher am Ende des Projektes ebenfalls anonym von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet wurde. Im ersten Teil wurden zwei offene Fragen zur Reflexion des Projektes gestellt, welche Stationen besonders in Erinnerungen geblieben sind und welche Stationen bearbeitet wurden, sowie die eigene Empfindung nach dem Schwierigkeitsgrad.

⁶⁸ wird abgebildet im Anhang am Ende dieser Arbeit

Der Hauptteil des Fragebogens bestand aus Ankreuzfragen mit den bereits beschriebenen, vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, um ein Feedback von den Schülerinnen und Schülern zum Projekt zu bekommen.

Zum Abschluss wurden noch zwei Fragen gestellt, was den Schülerinnen und Schülern besonders gut gefallen hat und was gar nicht.

Um Antworten für das dritte Untersuchungskriterium zu finden, wurde der Übersichtsplan der von den Schülerinnen und Schüler absolvierten Stationen und eine Frage des Feedbackfragebogens ausgewertet:

H3: Kann das erfolgreiche Punktesystem von Föbl (2014) in diesem Unterrichtssetting ebenfalls gelingen?

Und um das fünfte Untersuchungskriterium zu beantworten, wurden die restlichen Antworten im Feedbackfragebogen evaluiert:

H5: Sind die Schülerinnen und Schüler mit dem Material (gut) zurechtgekommen?

11.3.3 Übersichtsplan

Zur Sicherung des Lernertrages wurde pro Station ein Schulübungshefteintrag verlangt, wodurch die Schülerinnen und Schüler jeweils pro Station dokumentieren mussten, was sie bei der gerade absolvierten Station erarbeitet haben. Dabei wurde Wert daraufgelegt, dass sie nach dem im regulären Mathematikunterricht verwendeten Ampelfarbenschema arbeiteten, also auch aufschrieben, was einfach bzw. schwer war und wo Hilfe benötigt wurde. Nach der Dokumentation im Schulübungsheft konnte die absolvierte Station in den Übersichtsplan eingetragen werden und von einer Lehrperson bestätigt werden. Danach konnte mit der nächsten Station fortgefahren werden.

Bei der Entwicklung des Übersichtsplans wurde das Design so festgelegt, dass pro Station der Stationsname, die jeweilige Anzahl der Sterne, sowie ein Lehrerkürzel zur Bestätigung angegeben werden musste. Dies wird in Abbildung 11.6 gezeigt:

Übersichtsplan

Stationenname	Anzahl der Sterne	Lehrerkürzel
Haus 1: QR Code Basics	☆☆	
Haus 2: QR Code Quiz	☆☆☆	
Haus 3: HÜ: QR Code erstellen	☆☆☆☆	

Abb. 11.6: Übersichtsplan der absolvierten Stationen

Zur Beantwortung des vierten Untersuchungskriteriums wurden die Ergebnisse des Pre- bzw. Posttests und die Ergebnisse des Übersichtsplans beider Klassen verglichen:

H4: Wie sehen die Klassenergebnisse zweier dritten Klassen aus, die unterschiedlich leistungsstark im allgemeinen (Mathematik-)Unterricht sind?

11.3.4 Unterrichtsbeobachtungen

Um das Projekt noch besser evaluieren zu können, wurden zusätzlich Unterrichtsbeobachtungen von zwei Lehrpersonen durchgeführt. Einerseits von der regulären Mathematiklehrerin, welche die Klasse gut kennt und andererseits von der Autorin, welche nur für das durchzuführende Projekt an der Schule war. Eine noch bessere Einschätzung der 3a-Klasse konnte gegeben werden, da jene Mathematiklehrerin, welche die Unterrichtsbeobachtungen durgeführte, auch Klassenvorstand dieser Klasse war und die Schülerinnen und Schüler aus diesem Grund noch treffsicherer einschätzen konnte. Unterrichtsbeobachtungen konnten zu folgenden Untersuchungskriterien gemacht und beschrieben werden: K3, K4 und K5.

11.4 Ergebnisse und Auswertung der Daten

11.4.1 Ergebnisse Kahoot! Quiz

Wie bereits erwähnt wurde, wurde als Projektabschluss ein Kahoot! Quiz durchgeführt. Da aufgrund der Klassenvorstandsstunde in der 3a-Klasse mehr Zeit zur Verfügung stand, konnten die Schülerinnen und Schüler eine zweite Runde spielen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Verbesserung stattgefunden hat.

Folgende Ergebnisse konnten beim Quiz erreicht werden:

1. Versuch 3a-Klasse	330.486 Punkte
2. Versuch 3a-Klasse	532.828 Punkte
1. Versuch 3b-Klasse	260.768 Punkte

Abb. 11.7: Quizergebnisse

In Abbildung 11.7. werden die Ergebnisse des Quiz‘ dargestellt. Die 3a-Klasse erreichte mehr Punkte, dabei gilt es aber zu beachten, dass ein Kind mehr am Quiz teilnahm als in der 3b-Klasse. Erfreulicherweise konnte eine merkliche Verbesserung vom ersten zum zweiten Versuch der 3a-Klasse festgestellt werden.

11.4.2 Ergebnisse Pretest

Die folgenden Abbildungen 11.8 und 11.9 zeigen die Ergebnisse der in beiden Klassen durchgeführten Pretests.

Den Schülerinnen und Schülern wurden Fragen, aufgeteilt auf fünf Blöcke, gestellt. Im ersten Block, wo offene Fragen zum Thema QR-Codes gestellt wurden, konnten maximal 4 Punkte erreicht werden. Der zweite Block, mit Ankreuzfragen ebenfalls zum Thema QR-Codes, war maximal 2 Punkte wert. Der mathematische Inhalt wurde im dritten, vierten und fünften Block abgefragt. Im dritten Block wurden Ankreuzfragen zum Thema Körper gestellt, wo maximal 3 Punkte erreicht werden konnten, im vierten Block offene Fragen zu verschiedenen Formeln, wo maximal 7 Punkte zu erreichen waren. Im letzten Block wurden die Formeln für das Volumen gegebener Körper abgefragt. Wurde die allgemeine Formel $V = G \cdot h$, also Volumen gleich der Grundfläche mal der Höhe, richtig angegeben, so konnten insgesamt maximal 5 Punkte erreicht werden;

wurde für die Grundfläche die jeweils richtige Flächenformel eingesetzt, so wurde ein extra Punkt pro Formel vergeben. Insgesamt waren somit maximal 21 reguläre Punkte plus den 5 Extrapunkten, also gesamt 26 Punkte, zu erreichen.

11.4.2.1 3a-Klasse

In der Abbildung 11.8 werden die Ergebnisse des Pretests der 3a-Klasse dargestellt. Leider konnten nur 20 der gesamt 23 Schülerinnen und Schüler bewertet werden, da ein Schüler über die gesamte Projektdauer gefehlt hat und eine Schülerin bei der Durchführung des Pretests bzw. eine (andere) Schülerin bei der Durchführung des Posttests gefehlt hatte. Somit blieben 20 Schülerinnen und Schüler übrig, die bewertet wurden.

Ergebnisse Pretest 3a						
	QR-Code offen (4)	QR-Code t/f (2)	Körper t/f (3)	Formeln/ berechnen (7)	Körper Volumen (5+5)	max. 21 Punkte (+5 Extrapunkte)
1	1	1	3	5	0	10
2	2	1	2	7	0	12
3	2	1	2	7	0	12
4	1	1	1	5	1	9
5	4	1	1	5	2	13
6	1	1	1	7	1	11
7	3	2	3	7	4	19
8	1	1	1	6	0	9
9	1	1	1	5	1	9
10	2,5	1	2	3	0	8,5
11	2	1	2	1	0	6
12	1	1	1	6	3	12
13	1	1	1	5	0	8
14	1	1	1	3	0	6
15	2,5	1	1	4	0	8,5
16	0	0	2	7	0	9
17	0	1	3	6	3	13
18	0	1	2	4	0	7
19	1	1	0	5	2	9
20	3	0	3	4	0	10
Gesamtpunkte	30	19	33	102	17	201
Gesamtpunkte informatisch	49	Minimum:	6	Mittelwert:		10,05
Gesamtpunkte mathematisch	152	Maximum:	19	Standardabweichung:		2,88

Abb. 11.8: Pretestergebnisse der 3a-Klasse

Wie die Abbildung 11.8. zeigt, wurden durch die Schülerinnen und Schüler gesamt 201 Punkte erreicht, der Mittelwert der gesamten Punkte liegt bei 10,05 von 26 möglichen Punkten. Die kleinste erreichte Punktezahl beträgt 6 und die höchste erreichte Punktezahl ist 19. Die Standardabweichung der Gesamtpunkte liegt bei 2,88 Punkten. Die

Gesamtpunkte für den informatischen Teil liegen bei 49 von 120 möglichen Punkten und beim mathematischen Teil bei 152 von 400 möglichen Punkten.

11.4.2.2 3b-Klasse

In Abbildung 11.9 werden die Ergebnisse des Pretests der 3b-Klasse veranschaulicht. Auch hier konnten leider nicht alle Schülerinnen und Schüler der Klasse bewertet werden. Ein Schüler war bis auf den letzten Projekttag abwesend gewesen, weshalb er nicht bewertet wurde. Zudem fehlte eine Schülerin bei der Durchführung des Pretests, woraufhin auch sie aus der Bewertung genommen wurde. Das heißt, es wurden 19 Schülerinnen und Schüler der 3b-Klasse bewertet.

Ergebnisse Pretest 3b						
	QR-Code offen (4)	QR-Code t/f (2)	Körper t/f (3)	Formeln/ berechnen (7)	Körper Volumen (5+5)	max. 21 Punkte (+5 Extrapunkte)
1	1	1	3	6	0	11
2	1	1	3	3	0	8
3	0	1	3	5	2+2	13
4	1	1	2	2	0	6
5	0	0	0	7	0	7
6	0	0	3	7	1+1	12
7	0	1	2	6	2+2	13
8	0	0	3	5	0	8
9	1	0	1	4	0	6
10	0	2	3	6	1+1	13
11	2	2	3	5	1+1	14
12	1	2	3	4	1+1	12
13	0,5	1	3	5	0	9,5
14	0	1	3	4	0	8
15	0	1	2	5	0	8
16	0	1	3	4	0	8
17	0	1	3	6	0	10
18	0	0	3	4	0	7
19	1	1	3	6	0	11
Gesamtpunkte	8,5	17	49	94	16	184,5
Gesamtpunkte informatisch	25,5	Minimum:	6	Mittelwert:		9,71
Gesamtpunkte mathematisch	159	Maximum:	14	Standardabweichung:		2,53

Abb. 11.9: Pretestergebnisse der 3b-Klasse

Wie in der Abbildung 11.9 gezeigt wird, erreichten die Schülerinnen und Schüler der 3b-Klasse eine Gesamtpunkteanzahl von 184,5 Punkten. Dabei beträgt das Minimum der erreichten Punkte 6 und das Maximum 14 Punkte. Der Mittelwert der gesamten

Punkte liegt bei 9,71 Punkten und die Standardabweichung bei 2,53 Punkten. Insgesamt erreichte die Klasse im informatischen Teil 25,5 Punkte und beim mathematischen Teil 159 Punkte.

11.5 Ergebnisse Posttest

Für die Bewertung des Posttests wurde dasselbe Schema herangezogen, wie bei der Bewertung des Pretests beschrieben wurde. Bei den Ankreuzfragen zum Thema QR-Codes wurden allerdings zwei Fragen hinzugefügt, sodass nun vier Fragen beim Posttest zu beantworten waren. Um die Gesamtpunkteanzahl nicht zu beeinflussen, wurden diese vier Fragen jeweils mit einem halben Punkt bewertet, um insgesamt auf die 2 Punkte des Blocks zu kommen.

11.5.0.1 3a-Klasse

In der Abbildung 11.10 werden die Ergebnisse des Posttests der Klasse 3a abgebildet:

Ergebnisse Posttest 3a						
	QR-Code offen (4)	QR-Code t/f (2)	Körper t/f (3)	Formeln/ berechnen (7)	Körper Volumen (5+5)	max. 21 Punkte (+5 Extrapunkte)
1	2,5	1,5	1	7	0	12
2	1	1	3	1	0	6
3	3	2	3	6	4+1	19
4	3,5	1,5	1	6	4	16
5	4	2	3	7	5+1	22
6	3,5	2	3	6	5+4	23,5
7	4	2	2	6	4+1	19
8	0,5	1,5	1	6	0	9
9	3	2	3	6	0	14
10	3	2	2	7	2+1	17
11	2,5	1,5	2	6	1+1	14
12	2	1	1	5	2+1	12
13	1	1	2	7	5	16
14	4	2	2	7	4+4	23
15	3	2	2	6	4+2	19
16	2	2	3	3	0	10
17	2	1,5	2	0	0	5,5
18	4	2	3	6	2+1	18
19	3	1	1	6	2	13
20	2	1,5	2	5	3	13,5
Gesamtpunkte	53,5	33	42	109	64	301,5
Gesamtpunkte informatisch	86,5	Minimum:	5,5	Mittelwert:		15,08
Gesamtpunkte mathematisch	215	Maximum:	23,5	Standardabweichung:		5,03

Abb. 11.10: Posttestergebnisse der 3a-Klasse

Die erreichte Gesamtpunkteanzahl der 3a-Klasse beim Posttest beträgt 301,5 Punkte. Der Mittelwert liegt bei 15,08 Punkten und die Standardabweichung bei 5,03 Punkten. Die minimal erreichte Punkteanzahl beträgt 5,5 Punkte und die maximale 23,5 Punkte. Insgesamt wurden beim Posttest beim informatischen Teil 86,5 Punkte erreicht und beim mathematischen Teil 215 Punkte.

11.5.0.2 3b-Klasse

Die Abbildung 11.11. zeigt die Ergebnisse des Posttests der 3b-Klasse:

Ergebnisse Posttest 3b						
	QR-Code offen (4)	QR-Code t/f (2)	Körper t/f (3)	Formeln/ berechnen (7)	Körper Volumen (5+5)	max. 21 Punkte (+5 Extrapunkte)
1	3,5	2	2	7	2	16,5
2	3	1,5	2	7	2	15,5
3	2	2	2	4	3+1	14
4	2	2	3	4	2+2	15
5	0	1,5	3	5	0	9,5
6	0	1	2	2	0	5
7	1	2	1	2	0	6
8	1,5	2	3	2	0	8,5
9	3,5	2	3	5	3+1	17,5
10	1,5	1,5	3	5	4	15
11	1	1	2	6	1	11
12	1	2	3	7	1+1	15
13	0,5	1,5	2	4	2	10
14	0	1	1	6	2	10
15	3	2	3	5	1	14
16	0,5	1	3	4	1	9,5
17	3,5	1,5	2	6,5	5	18,5
18	2	1	2	3	0	8
Gesamtpunkte	29,5	28,5	42	84,5	34	218,5
Gesamtpunkte informatisch	58	Minimum:	5	Mittelwert:		11,50
Gesamtpunkte mathematisch	160,5	Maximum:	18,5	Standardabweichung:		2,53

Abb. 11.11: Posttestergebnisse der 3b-Klasse

Insgesamt wurden von der 3b-Klasse 218,5 Punkte erreicht. Der Mittelwert liegt bei 11,15 Punkten und die Standardabweichung bei 2,53 Punkten. Die kleinste erreichte Punktezahl beträgt 5 Punkte und die größte 18,5 Punkte. Die Gesamtpunkteanzahl im informatischen Teil liegt bei 58 Punkten und beim mathematischen Teil bei 160,5 Punkten.

11.5.1 Wissenszuwachs

Der Wissenszuwachs des Projektes wurde berechnet, indem die erreichten Punkte vom Pretest von den erreichten Punkten im Posttest subtrahiert wurden:

Punkte Posttest – Punkte Pretest = Wissenszuwachs.

Bei der Berechnung für den prozentuellen Zuwachs bzw. die prozentuelle Verringerung

wurden die erreichten Punkte beim Pretest als 100 Prozent angenommen und somit eine Steigerung bzw. ein Abfall der erreichten Punkte beim Posttest berechnet.

11.5.1.1 3a-Klasse

Nachfolgend wird in Abbildung 11.12 der Wissenszuwachs der 3a-Klasse dargestellt:

Wissenszuwachs 3a Klasse (alle Werte durchschnittlich pro Schülerin/Schüler):				
	Posttest:	Pretest:	Wissenszuwachs in Punkten:	Wissenszuwachs in Prozent:
Gesamtpunkte:	15,08	10,05	5,03	50% Zuwachs
Gesamtpunkte informatischer Teil:	4,33	2,45	1,88	76,53% Zuwachs
Gesamtpunkte mathematischer Teil:	10,75	7,60	3,15	41,45% Zuwachs
Standardabweichung:	5,03	2,88	Verringerung um 2,15 Punkte	

Abb. 11.12: Wissenszuwachs der 3a-Klasse

Die Abbildung 11.12. zeigt, dass sich die Ergebnisse im Gesamten pro Schülerin bzw. pro Schüler um 5,03 Punkte verbesserten, davon wurde eine Verbesserung um 1,88 Punkten im Durchschnitt pro Schülerin bzw. pro Schüler im informatischen und eine Verbesserung von 3,15 Punkten im Durchschnitt pro Schülerin bzw. pro Schüler im mathematischen Teil festgestellt.

11.5.1.2 3b-Klasse

In Abbildung 11.13. wird der Wissenszuwachs der 3b-Klasse dargestellt:

Wissenszuwachs 3b Klasse (alle Werte durchschnittlich pro Schülerin/Schüler):				
	Posttest:	Pretest:	Wissenszuwachs in Punkten:	Wissenszuwachs in Prozent:
Gesamtpunkte:	11,50	9,71	1,79	18,43% Zuwachs
Gesamtpunkte informatischer Teil:	3,05	1,34	1,71	127,45% Zuwachs
Gesamtpunkte mathematischer Teil:	8,45	8,37	0,08	0,94% Zuwachs
Standardabweichung:	2,53	2,53	keine Veränderung	

Abb. 11.13: Wissenszuwachs der 3b-Klasse

Insgesamt verbesserte sich die durchschnittliche Punktezahl pro Schülerin bzw. pro Schüler um 1,79 Punkte, davon 1,71 Punkte im Durchschnitt pro Schülerin bzw. pro Schüler im informatischen Teil und 0,08 Punkte im mathematischen.

11.5.2 Protokoll der gesammelten Sterne

Die gesammelten Sterne wurden ermittelt, indem am Ende des Projektes die Übersichtspläne aller Schülerinnen und Schüler abgesammelt, kopiert und analysiert wurden. Dabei wurde ermittelt, welche Schülerinnen und Schüler welche Stationen bearbeitet haben und wieviel Sterne jeweils gesammelt wurden.

11.5.2.1 3a-Klasse

In der Abbildung 11.14. wird die Anzahl der gesammelten Sterne pro Schülerin bzw. pro Schüler visualisiert:

Schüler_in	Anzahl der Sterne von Stationen mit learningapps (max. 31 Sterne)	Anzahl der Sterne von Stationen mit Arbeitsaufträgen (max. 26 Sterne)	Sterne gesamt
1	9	6	15
2	9	4	13
3	20	6	26
4	9	9	18
5	9	6	15
6	6	6	12
7	12	6	18
8	15	6	21
9	13	6	19
10	3	6	9
11	6	6	12
12	17	6	23
13	9	4	13
14	13	6	19
15	13	6	19
16	13	2	15
17	16	6	22
18	17	6	23
19	20	9	29
20	17	6	23

Abb. 11.14: gesammelte Sterne der 3a-Klasse

Die Werte wurden in zwei Teile unterteilt. Zum einen in Sterne von Stationen, welche Apps von learningapps.org enthielten und zum anderen Sterne von Stationen, die

einen separaten Arbeitsauftrag beinhalteten. Das Maximum an möglichen Sternen für die learningapps-Stationen insgesamt betrug 31 Sterne, das Maximum an möglichen Sternen für die Stationen mit einem Arbeitsauftrag insgesamt, betrug 26 Sterne. Das Maximum der erreichten Sterne bei den learningapps-Stationen liegt bei 20 Sternen, das Minimum bei 3 Sternen. Bei den Stationen mit dem separaten Arbeitsauftrag liegt das erreichte Maximum bei 9 Sternen und das Minimum bei 2 Sternen.

Zwei Schüler der 3a-Klasse, welche Sitznachbarn waren, kamen mit den Materialien sehr gut zurecht und es machte ihnen Spaß, möglichst viele Stationen zu absolvieren. Ein Schüler schaffte als Klassenbester 29 Sterne und lag damit über der Hälfte der erreichbaren Sterne, sein Sitznachbar erreichte 26 Sterne.

11.5.2.2 3b-Klasse

Die erreichten Sterne pro Schülerin bzw. pro Schüler der 3b-Klasse werden in Abbildung 11.15. dargestellt:

Schüler_in	Anzahl der Sterne von Stationen mit learningapps (max. 31 Sterne)	Anzahl der Sterne von Stationen mit Arbeitsaufträgen (max. 26 Sterne)	Sterne gesamt
1	3	6	9
2	6	6	12
3	9	6	15
4	3	2	5
5	3	2	5
6	6	2	8
7	0	6	6
8	3	6	9
9	6	6	12
10	8	6	14
11	10	5	15
12	0	6	6
13	31	12	43
14	3	6	9
15	0	0	0
16	3	6	9
17	3	6	9
18	6	5	11
19	3	2	5

Abb. 11.15: gesammelte Sterne der 3b-Klasse

Das Maximum der erreichten Sterne bei den learningapps-Stationen liegt in dieser Klasse bei 31 erreichten Sternen, das Minimum bei 0 erreichten Sternen. Bei den Stationen mit dem separaten Arbeitsauftrag liegt das Maximum der erreichten Sterne bei 12

Sternen und das Minimum bei 0 erreichten Sternen.

In der 3b-Klasse gab es leider kurz vor Ende des Projektes einen Zwischenfall, allerdings außerhalb der Projektstunden. Dort nahm ein Schüler der 3b-Klasse, welcher kein eigenes Smartphone besaß, einem Klassenkollegen unberechtigterweise das Smartphone weg. Da bis zu diesem Zeitpunkt keine ausreichenden Hefteinträge von diesem Schüler verfasst und korrigiert wurden, und er danach zur Besprechung mit dem Klassenvorstand und dem Direktor musste, blieb für ihn auch keine Zeit, weitere Hefteinträge zu verfassen – aus diesem Grund war seine Sternebilanz bei null erreichten Sternen.

Ein anderer Schüler der 3b-Klasse hingegen, blühte beim Erarbeiten der Stationen auf. Er sah es als große Motivation, möglichst viele Stationen zu erarbeiten und somit viele Sterne zu sammeln. Durch seine schnelle Arbeitsweise und seiner hohen Motivation konnte er 43 Sterne erreichen und wurde somit Klassenbester.

11.6 Ergebnisse des Fragebogens

Wie bereits beschrieben, wurden die Antwortmöglichkeiten zum Ankreuzen für den Feedbackfragebogen folgendermaßen vorgegeben:

1 = trifft voll zu bis 5 = trifft überhaupt nicht zu.

Die Zahl 1 wird dabei als vollkommene Zustimmung und die Zahl 5 als vollkommene Ablehnung betrachtet. Pro Frage wurde ausgehend davon der Mittelwert berechnet, um eine allgemeine Evaluierung zu ermöglichen. Bei der Evaluierung der offenen Fragen wurden jene Antworten, die besonders herausgestochen sind sowie mehrfach vorgekommene Antworten extra notiert.

11.6.0.1 3a-Klasse

Die Ergebnisse des am Ende des Projektes ausgefüllten Feedbackfragebogens der 3a-Klasse sind gut ausgefallen. Die Schülerinnen und Schüler vergaben durchschnittlich die meisten Werte zwischen 1,5 und 3,5.

Bei den offenen Fragen wurden einige Antworten mehrmals genannt:

- "Besonders gut gefiel mir, dass man selbst bestimmen konnte, was man machen will."

- "Es war alles sehr cool, mir hat es sehr viel Spaß gemacht und ich habe viel gelernt."
- "Mir hat besonders gut gefallen, dass wir mit den Handys arbeiten konnten."
- "Mir hat gar nicht gefallen, dass das WLAN nicht funktioniert hat."
- "Mir hat gar nichts nicht gefallen."

11.6.0.2 3b-Klasse

Die Ergebnisse der 3b-Klasse des Feedbackfragebogens fielen minimal schlechter aus, als die der 3a-Klasse. Dennoch konnte das Projekt gut abschneiden. Auch hier gibt es einige Antworten, die von mehreren Schülerinnen und Schülern genannt wurden:

- "Mir gefiel besonders, dass wir frei arbeiten durften."
- "Mir gefiel besonders, dass wir unser Handy benutzen durften."
- "Mir gefielen alle Übungen mit den QR-Codes gut, vor allem aber das Ausmalen des QR-Codes."
- "Das langsame WLAN gefiel mir nicht."

12 Diskussion

12.1 Diskussion

Mit den vorhin beschriebenen Ergebnissen wird nun versucht, die unter 8.2 formulierten Untersuchungskriterien zu beantworten.

12.1.1 Antwort auf das Untersuchungskriterium K1

Das erste Untersuchungskriterium (K1) lautete:

”Findet durch das Arbeiten mit Smartphones im gegebenen Unterrichtsetting ein Wissenszuwachs von informatischen Inhalten bzw. Inhalten der digitalen Kompetenz statt?”

Zur Beantwortung von K1 wurden die Ergebnisse des Pre- und Posttests analysiert und ausgewertet und dann der Wissenszuwachs pro Schülerin bzw. pro Schüler berechnet. Für die 3a-Klasse konnte ein Wissenszuwachs im informatischen Teil von durchschnittlich 1,88 Punkten festgestellt werden. Beim Pretest erreichten die Schülerinnen und Schüler 2,45 von 6 möglichen Punkten und beim Posttest 4,33 von 6 möglichen Punkten. Das stellt einen Zuwachs von 76,53 Prozent dar.

Die Schülerinnen und Schüler der 3b-Klasse erreichten durchschnittlich im informatischen Teil einen Wissenszuwachs von 1,71 Punkten. Das Ergebnis von 1,34 von 6 möglichen Punkten beim Pretest wurde auf 3,05 von 6 möglichen Punkten beim Posttest stark gesteigert. Dies stellt eine Steigerung von 127,45 Prozent dar.

Sowohl für die 3a-Klasse als auch für die 3b-Klasse kann das erste Untersuchungskriterium mit einem klaren **JA** beantwortet werden.

12.1.2 Antwort auf das Untersuchungskriterium K2

Das zweite Untersuchungskriterium (K2) wurde folgendermaßen formuliert:

”Kann durch das Arbeiten mit dem Smartphone im gegebenen Unterrichtssetting ein Wissenszuwachs der mathematischen Kenntnisse festgestellt werden?”

Um K2 zu beantworten, wurden ebenfalls die Ergebnisse von Pre- und Posttest analysiert und pro Schülerin bzw. pro Schüler ausgewertet. Wie in Abbildung 11.12 ersichtlich, konnte für die 3a-Klasse im mathematischen Teil ein Wissenszuwachs von durchschnittlich 3,15 Punkten ermittelt werden. Beim Pretest wurde eine durchschnittliche Punkteanzahl von 7,6 von 15 maximalen Punkten erreicht, beim Posttest 10,75 Punkte. Das bedeutet einen prozentuellen Zuwachs von 41,45 Prozent.

Die durchschnittliche Standardabweichung ging von 5,03 Punkten auf 2,88 Punkte zurück, was eine Verringerung von 2,15 Punkten darstellt. Das bedeutet, dass das Wissen der Klasse insgesamt homogener wurde.

In der 3b-Klasse wurde, wie in Abbildung 11.13 ersichtlich, ein durchschnittlicher Wissenszuwachs von 0,08 Punkten im mathematischen Teil festgestellt, was einen prozentuellen Zuwachs von 0,94 Prozent bedeutet. Dieser geringe Wert lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass das Interesse für die Mathematik der Schülerinnen und Schüler geringer ist, als jenes der Schülerinnen und Schüler der 3a-Klasse und sie weniger konzentriert am Projekt gearbeitet haben. Laut Aussagen anderer Lehrkräfte ist diese Klasse allgemein leistungsschwächer als andere Klassen.

Die durchschnittliche Standardabweichung in der 3b-Klasse zeigte keine Veränderung, was bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler durchschnittlich gleich viel gelernt haben.

Durch den Zuwachs in beiden Klassen, auch wenn dieser in der 3b-Klasse sehr gering ausfiel, kann K2 ebenfalls mit **JA** beantwortet werden.

12.1.3 Antwort auf das Untersuchungskriterium K3

Das dritte Untersuchungskriterium (K3) wurde folgendermaßen formuliert:

”Kann das erfolgreiche Punktesystem von Föfl (2014) in diesem Unterrichtssetting ebenfalls gelingen?”

Um K3 zu beantworten, wurde ein Teil des Feedbackfragebogens ausgewertet, welcher

von den Schülerinnen und Schülern am Ende des Projektes anonym ausgefüllt wurde. Weiters wurden Unterrichtsbeobachtungen und ein Interview mit einer der Mathematiklehrerinnen durchgeführt, sowie die Übersichtspläne der absolvierten Stationen ausgewertet.

12.1.3.1 Feedbackfragebogenauswertung:

Eine Frage im Feedbackfragebogen wurde so entwickelt, dass die Schülerinnen und Schüler angeben mussten, ob es für sie einen Anreiz darstellte, dass Sterne gesammelt werden konnten:

	Summe	Durchschnitt
Klasse 3a: Ich fand es gut, dass man Sterne sammeln konnte.	41	2,28
Klasse 3b: Ich fand es gut, dass man Sterne sammeln konnte.	47	2,35

Abb. 12.1: Feedback zum Punktesystem

Durchschnittlich wurde die Frage mit dem Wert 2,28 bzw. 2,35 beantwortet, was in der vorhin beschriebenen Skala bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler der Meinung waren, dass das zutrifft.

12.1.3.2 Unterrichtsbeobachtungen und Übersichtspläne der absolvierten Stationen:

Während des Unterrichts wurden ebenfalls Unterrichtsbeobachtungen von allen anwesenden Lehrpersonen abwechselnd durchgeführt. Dabei ist aufgefallen, dass es pro Klasse jeweils 1-2 Schülerinnen bzw. Schüler gab, die hochmotiviert daran arbeiteten, möglichst viele Stationen und somit möglichst viele Sterne zu sammeln. Dies sticht auch beim Betrachten der Ergebnisse der ausgewerteten Übersichtspläne der absolvierten Stationen hervor, welche in Abbildung 11.14 bzw. in Abbildung 11.15 gezeigt werden. In der 3a-Klasse wurde das Maximum der insgesamt 57 erreichbaren Sterne mit 29 Sternen erreicht und in der 3b-Klasse mit 43 Sternen. Leider wurden bei der Auswertung einige sehr schlechte Ergebnisse festgestellt, was damit erklärt werden kann, dass es einige lernschwache Schülerinnen und Schüler vor allem in der 3b-Klasse gibt, die nur in einem sehr eingeschränkten Ausmaß selbstständig arbeiten können.

12.1.3.3 Interview der Lehrerin:

Durch die Mithilfe einer der Mathematiklehrerinnen konnten die Unterrichtsbeobachtungen und Einschätzungen vervollständigt werden. Unterstützend für die Beantwortung von K3 wurden folgende Fragen gestellt:

- Auch wenn es eine subjektive Ansicht ist: Glauben Sie, dass es den Schülerinnen und Schülern gefallen hat? Was ist Ihrer Meinung nach gut angekommen, was hätte man besser machen können?
- Sind Sie der Meinung, dass die Schülerinnen und Schüler motiviert an dem Projekt gearbeitet haben? Wie ist Ihnen das aufgefallen?
- Glauben Sie, dass das Sammeln von Sternen die Schülerinnen und Schüler motiviert hat, mehr zu machen?

Die Antwort der Lehrperson bestätigt, dass die leistungsstarken Schülerinnen und Schüler motiviert waren, viel zu erreichen und Freude daran hatten, selbstständig zu arbeiten. Zudem meinte sie, dass sie das Hantieren mit dem Smartphone und alles was damit zusammenhängt, lieben. Ein wichtiger Punkt dabei sei ihrer Meinung nach, dass das Lösen von Beispielen und das Nachdenken am Anfang erst einmal zweitrangig sind. Für die Begabten Mathematikschülerinnen und -schüler wurde ein vielfältiges Angebot an Übungs- und Vertiefungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt, was die meisten unter ihnen auch ausnutzten. Auch für die schlechten Ergebnisse, welche vor allem in der 3b-Klasse bei den ausgewerteten Übersichtsplänen festgestellt wurden, konnten durch ihre Beobachtungen Begründungen gefunden werden: Die lernschwachen Schülerinnen und Schüler, welche auch nicht so leicht motivierbar sind, im Unterricht Neues zu lernen, waren mit der Fülle der Aufgaben überfordert. Das selbstständige Arbeiten funktionierte unter diesen Voraussetzungen nicht gut. Ein Lösungsansatz dafür könnte sein, dass jenen Schülerinnen und Schülern, die Schulbücher der letzten beiden Jahre als Nachschlagewerke zur Verfügung gestellt werden, sodass sie bei Schwierigkeiten und Unklarheiten nachschlagen können.

Die Frage, ob sie glaubt, dass die Motivation der Schülerinnen und Schüler durch die Möglichkeit zum Sammeln von Sternen gesteigert wurde, beantwortete sie mit Ja.

Anhand der beschriebenen Auswertungen und Analysen eines Teils des Feedbackfragebogens, der Unterrichtsbeobachtungen, der ausgewerteten Übersichtspläne und einem Teil des Lehrpersonen-Interviews kann auch K3 mit **JA** beantwortet werden.

12.1.4 Antwort auf das Untersuchungskriterium K4

Das vierte Untersuchungskriterium (K4) wurde folgendermaßen formuliert:

”Wie sehen die Klassenergebnisse zweier dritten Klassen aus, die unterschiedlich leistungsstark im allgemeinen (Mathematik-)Unterricht sind?”

Um K4 zu beantworten, wurden die in Kapitel 11.5.1. beschriebenen Abbildungen der berechneten Wissenszuwächse verglichen und analysiert. Zudem wurden auch die beiden Abbildungen aus Kapitel 11.5.2. mit den Ergebnissen der Übersichtspläne verglichen.

	3a Klasse		3b Klasse	
	Punkte	Prozent	Punkte	Prozent
Durchschnittlicher Zuwachs/Schüler_in gesamt:	5,03	50%	1,79	18,43%
Durchschnittlicher Zuwachs/Schüler_in informatischer Teil:	1,88	76,53%	1,71	122,45%
Durchschnittlicher Zuwachs/Schüler_in mathematischer Teil:	3,15	41,45%	0,08	0,94%
Durchschnittliche Standardabweichung/Schüler_in:	-2,15		keine Veränderung	

Abb. 12.2: Vergleich der durchschnittlichen Ergebnisse beider Klassen

In Abbildung 12.2. wird zusammengefasst, was zum Teil schon beschrieben wurde. Die 3a-Klasse, welche leistungstärker als die 3b-Klasse ist, erreichte einen durchschnittlichen Gesamtzuwachs von 50 Prozent. Die 3b-Klasse hingegen erreichte nur einen durchschnittlichen Gesamtzuwachs von 18,43 Prozent. Deutliche Unterschiede wurden beim Betrachten des informatischen Teils bzw. des mathematischen Teils festgestellt: die 3a-Klasse konnte beim informatischen Teil bereits durchschnittlich mehr als ein Drittel der Punkte pro Schülerin bzw. pro Schüler erreichen. Das durchschnittliche Vorwissen der 3b-Klasse hingegen war nicht so fundiert, was das durchschnittliche Ergebnis pro Schülerin bzw. pro Schüler im Pretest mit 1,34 von 6 möglichen Punkten wiedergab. Dafür konnte in der 3b-Klasse ein sehr großer Wissenszuwachs im informatischen Teil festgestellt werden.

Wird der Fokus auf die Ergebnisse des mathematischen Teils gelegt, so ist klar zu sehen, dass in der 3a-Klasse ein größerer Wissenszuwachs erreicht werden konnte. Der sehr kleine Wissenszuwachs der 3b-Klasse wurde bereits bei der Beantwortung von K2 genauer erläutert.

Die durchschnittliche Standardabweichung wurde in der 3a-Klasse um 2,15 Punkte vermindert, was bedeutet, dass die leistungsschwächeren Schülerinnen und Schüler aufho-

len konnten und das Wissen der leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler gefestigt werden konnte. Keine Veränderung hingegen wurde in der 3b-Klasse festgestellt.

Zur Beantwortung von K4 kann abschließend gesagt werden, dass die leistungsstärkere 3a-Klasse durchschnittlich einen Wissenszuwachs von 50 Prozent erreicht hat, welcher sich gut auf die beiden Teile verteilt. Außerdem konnte in dieser Klasse die Standardabweichung minimiert werden. In der 3b-Klasse hingegen ist die Verteilung auf den informatischen bzw. mathematischen Teil sehr unterschiedlich, was folgendermaßen gedeutet werden kann: Durch das geringe Vorwissen und das verpflichtende Beschäftigen mit QR-Codes konnte ein großer Wissenszuwachs im Bereich des informatischen Teils erlangt werden. Durch die geringe Motivation für die mathematischen Inhalte und einem größeren Vorwissen im mathematischen Teil konnte nur ein ganz kleiner Zuwachs in diesem Teil erreicht werden.

12.1.5 Antwort auf das Untersuchungskriterium K5

Das fünfte Untersuchungskriterium (K5) wurde folgendermaßen formuliert:

”Sind die Schülerinnen und Schüler mit dem Material (gut) zurechtgekommen?”

Um K5 zu beantworten, wurden der Feedbackfragebogen ausgewertet sowie Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt.

12.1.5.1 Feedbackfragebogen-Auswertung:

Kriterien allgemein:	Durschnitt der 3a:	Durschnitt der 3b:
Mir haben die Arbeitsaufträge gefallen.	1,89	2,00
Mir hat das Arbeiten mit dem Smartphone gefallen.	1,72	1,45
Ich würde gerne das Handy öfter im Unterricht verwenden.	1,58	1,50
Die Projektwoche hat mir Spaß gemacht.	1,67	1,95
Es hat mir Spaß gemacht, mit QR Codes zu arbeiten.	1,67	2,15
Ich konnte viele Alltagsbeispiele bearbeiten.	2,28	2,50
Der offene Unterricht (Stationenplan) hat mir gefallen.	1,94	1,40
Die Unterlagen waren verständlich.	1,56	1,80
Die Aufgaben waren interessant	1,83	1,90
Die Beispiele waren zu schwer.	3,81	4,10
Die Aufgaben waren abwechslungsreich.	1,61	2,10
Ich habe den Unterrichtsstoff der letzten Stunden super verstanden.	1,67	2,10
Ich habe auch zuhause mit dem Material gearbeitet.	3,28	3,45
Ich fand es gut, dass man Sterne sammeln konnte.	2,28	2,35
Ich fand es gut, dass ich mir Häuser aussuchen durfte (ab Haus 4).	1,06	1,45
Ich bin mit meinem Ergebnis diese Woche zufrieden.	2,11	2,30
Bei Problemen habe ich die Lehrer gefragt.	1,28	2,30
Bei Problemen habe ich andere Schüler gefragt.	1,56	2,55
Es herrschte eine angenehme Arbeitsatmosphäre.	1,83	2,50
Ich habe viel gemacht/gelernt in dieser Woche.	2,28	2,30
Ich war motiviert, weit zu kommen.	2,06	2,20
Ich würde gerne wieder so etwas machen.	1,72	1,80

Abb. 12.3: Auswertung des Feedbackfragebogens beider Klassen

Werden die Ergebnisse des Feedbackfragebogens, welche in Abbildung 12.3. zu sehen sind, analysiert, so kann festgestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler im Allgemeinen gut mit den Materialien zurechtgekommen sind. Im Speziellen wurden folgende Fragen herausgegriffen:

- "Die Projektwoche hat mir Spaß gemacht."

Durchschnittliche Antwort: 1,67 bzw. 1,95. Die Interpretation von diesem Ergebnis ist, dass die Schülerinnen und Schüler dieser Aussage mit einem Anteil von 80-100 Prozent zustimmen.

- "Ich habe den Unterrichtsstoff der letzten Stunden super verstanden."

Durchschnittliche Antwort: 1,67 bzw. 2,10, das heißt, dass im Durchschnitt diese Aussage in den Augen der Schülerinnen und Schülern zutrifft.

- "Ich würde gerne wieder so etwas machen."

Durchschnittliche Antwort: 1,72 bzw. 1,80. Das bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler zustimmen, so ein Projekt wieder einmal zu machen.

12.1.5.2 Interview der Lehrerin:

Zur vollständigen Beantwortung von K5 wurden zudem auch Fragen aus dem Lehrerinnen-Interview miteinbezogen:

- Wie haben dir die vorbereiteten Unterrichtsmaterialien gefallen? Würdest du etwas ändern? Waren sie vom Schwierigkeitsgrad, Thema und der pädagogischen Aufbereitung für die Klassen passend?
- War deiner Meinung nach genug Zeit, um sich mit den mathematischen Inhalten zu beschäftigen? Gab es genug Übungs- und Vertiefungsmöglichkeiten?
- Sind die Schülerinnen und Schüler deiner Meinung nach gut mit den Materialien zurechtgekommen und waren motiviert, daran zu arbeiten?

Die Lehrperson bestätigte, dass die Unterrichtsmaterialien gut aufgebaut wurden und einen roten Faden hatten, sodass sich die Schülerinnen und Schüler zurechtfinden konnten. Die Schwierigkeit der Beispiele war sehr unterschiedlich, aber dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler die Reihenfolge selbst frei wählen konnten, konnten sie auch den Schwierigkeitsgrad und das Thema selbst bestimmen. Es gab genügend Übungs- und Vertiefungsmöglichkeiten, sodass allen Schülerinnen und Schülern genügend Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung standen. Die Lehrperson bestätigte außerdem, dass die Schülerinnen und Schüler es schon gewohnt seien, selbstständig im eigenen Tempo zu arbeiten, sodass sie keine Probleme mit der Art der Unterrichtsmaterialien hatten und die Motivation hoch war. Besonders betont wurde, dass der verpflichtende Hefteintrag und die anschließende Kontrolle sehr wichtig waren.

Auch allgemeine Unterrichtsbeobachtungen zeigten, dass es keine größeren Schwierigkeiten beim Zurechtfinden in den Materialien gegeben hat, abgesehen vom anfänglichen Problem, dass das Schul-WLAN sehr überlastet war und es dann einige Zeit gedauert hatte, bis die Schülerinnen und Schüler alle den richtigen QR-Code Scanner installiert sowie die Arbeitsaufträge geöffnet hatten. Somit kann auch das letzte Untersuchungskriterium K5 mit **JA** beantwortet werden.

Abschließend wurde im Lehrerinnen-Interview die Frage gestellt, ob die Mathematiklehrerinnen das Smartphone im Mathematikunterricht erneut einsetzen würden. Diese Frage wurde stark bejaht. Außerdem wurde bemerkt, dass der Einsatz des Smartphones bereits zu kurzen Unterrichtssequenzen in früheren Unterrichtsstunden stattgefunden hatte. Somit kann auch dieses Kriterium mit **JA** beantwortet werden.

13 Zusammenfassung

13.1 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit zeigt ein offenes Unterrichtskonzept für den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe 1, welches einen sinnvollen und erfolgreichen Einsatz von Smartphones im Unterricht zulässt. Dabei spielen natürlich auch die Unterrichtsgestaltung, die Öffnung zu neuen Medien und das gerade behandelte Thema eine wichtige Rolle. Auf den nächsten Seiten werden die wichtigsten Punkte dieser Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick gegeben.

Diese Arbeit wurde verfasst, um einen möglichen Einzug des Smartphones in den Mathematikunterricht zu gestalten. Die zentrale Fragestellung dabei lautete, wie ein Unterrichtskonzept für die Sekundarstufe 1 im Mathematikunterricht aussehen könnte, sodass das Smartphone darin sinnvoll zum Einsatz kommen kann. Dafür wurde zuerst im ersten Teil die theoretische Grundlage geschaffen, was alles nötig ist, um mobiles Lernen mit dem Smartphone im Mathematikunterricht der Sekundarstufe 1 für Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde dann ein Unterrichtskonzept entwickelt und evaluiert. Das Ziel der Durchführung des Unterrichtskonzeptes war es, die zentrale Fragestellung zu beantworten. Dafür wurden fünf Untersuchungskriterien formuliert, welche anhand einer durchgeführten Vor- und Nacherhebung, den Protokollen aus dem direkten Unterrichtsgeschehen, des am Ende erhobenen Feedbacks sowie eines nachträglich geführten Interviews evaluiert wurden.

Das Unterrichtskonzept wurde offen entwickelt, sodass die Schülerinnen und Schüler differenziert gefordert und gefördert werden konnten und die Möglichkeit bestand, das bereits Gelernte in Alltagsbeispielen anzuwenden.

Die Evaluierung des Unterrichtskonzeptes ergab, dass ein Wissenszuwachs sowohl in

der Informatik als auch ein Wissenszuwachs in der Mathematik erreicht werden konnte. Durch die Auswertung des Feedbacks und der Unterrichtsbeobachtungen konnte festgestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler durch den Einsatz von Smartphones motivierter waren und das Smartphone gerne öfter im Unterricht verwenden würden. Leider musste festgestellt werden, dass die Rahmenbedingungen, im Speziellen das Schul-WLAN, nicht in ausreichender Stärke vorhanden und somit sehr schnell überlastet war.

Außerdem konnte festgestellt werden, dass die Schülerinnen und Schüler keine Probleme beim Zurechtfinden mit den Unterrichtsmaterialien hatten und das Sammeln von Sternen als Punktesystem motivierend für sie war.

Abschließend lässt sich sagen, dass das entwickelte Unterrichtskonzept eine Antwort auf die zentrale Fragestellung dieser Arbeit darstellt. Zudem konnte eine Motivationssteigerung bei den Schülerinnen und Schülern erreicht werden, welche möglicherweise auch zukünftig beim Einsatz von Smartphones anhält.

Natürlich spielt bei gut vorbereitetem Unterricht, im Speziellen bei Projekten wie diesen, auch die Vor- und Nachbereitungszeit eine große Rolle. Vor allem das Zusammenstellen des Arbeitsplanes und der Alltagsbeispiele mit QR-Codes etc. nahm viel Zeit in Anspruch. Im Gegenzug dazu kann das Unterrichtsetting wiederverwendet werden und Abwechslung in der Methodik beim Unterrichten hat bei Schülerinnen und Schülern immer einen großen Motivationswert.

Um Smartphones zukünftig erfolgreich in die Schule und in den Unterricht zu bringen, wird noch viel Arbeit nötig sein, vor allem im Bereich der digitalen Kompetenzen, der Entwicklung digitaler Medien für das Smartphone, sowie der Verbesserung der Rahmenbedingungen.

Literatur

Literatur

- Attewelli, J. (2015). BYOD - Bring your own Device, Ein Leitfaden für die Schulleitung. 3.
- Blömeke, S. (2003). Theorie und Geschichte der Medienpädagogik: Vorlesung an der Humboldt-Universität zu Berlin am Institut für Erziehungswissenschaften. online, Humboldt-Universität zu Berlin. Zugriff 15. April 2018 unter https://www.erziehungswissenschaften.hu-berlin.de/de/institut/abteilungen/didaktik/data/medienpad/Vorlesung_2003-05-08_Theorie_und_Geschichte_der_Medienpaedagogik.pdf
- Bohl, T. & Kucharz, D. (2010). *Offener Unterricht heute: Konzeptionelle und didaktische Weiterentwicklung*. Beltz Verlag, Weinheim und Basel.
- Brinda, T., Diethelm, I., Gemulla, R., Romeike, R., Schöning, J. & Schulte, C. (2016). Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Gesellschaft für Informatik. Zugriff 22. April 2018 unter https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf
- Bühler, P. & Schlaich, P. (2016). *Medienkompetenz: Digitale Medien verstehen - erstellen - einsetzen*. Verlag Holland + Josenhans GmbH & Co KG, Handwerk und Technik.
- Bundesministerium für Bildung und Frauen. (2014). Unterrichtsprinzip Medienerziehung - Grundsatzterlass. Zugriff 5. Mai 2018 unter https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/uek/medienerziehung_5796.pdf
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (o.D.). Lehrplan Mathematik. Zugriff 18. Mai 2018 unter https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs14_789.pdf?61ebzm
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2016). Digitale Kompetenzen: Unverzichtbar! Zugriff unter <https://digikomp.at/index.php?id=578&L=0>

- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2018a). Digitale Grundbildung. Zugriff 11. Mai 2018 unter <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/dgb/index.html>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. (2018b). Was ist Schule 4.0? Zugriff 8. Mai 2018 unter <https://www.schule40.at/#section1>
- Bundeszentrale für politische Bildung. (2016). Medienkritik. Zugriff 5. Mai 2018 unter <http://www.bpb.de/dialog/netzdebatte/232061/medienkritik>
- de Witt, C. & Sieber (Hrsg.), A. (2013). *Mobile Learning: Potenziale, Einsatzszenarien und Perspektiven des Lernens mit mobilen Endgeräten* (C. de Witt & A. Sieber, Hrsg.). Springer VS, Wiesbaden.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation* (5. Aufl.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Duden, o. (o.D.). Stichwort: Medienkompetenz. Zugriff 5. Mai 2018 unter <https://www.duden.de/node/771201/revisions/1603928/view>
- Ebner, M. (2018). imoox - Bildungsinformatik #mekomooc18 #imoox. Zugriff 31. Mai 2018 unter <https://elearningblog.tugraz.at/archives/tag/bildungsinformatik>
- Ebner, M., Leitner, P., Ebner, M., Taraghi, B. & Grandl, M. (2018). Die Rolle der Bildungsinformatik für die Hochschule der Zukunft.
- Ebner, M. & Schön, S. (2016). Open Educational Resources: Allgemein. Austria-Forum. Zugriff 31. Mai 2018 unter https://austria-forum.org/af/Unterrichtsmaterialien/Open_Educational_Resources/OER-Allgemein
- Ebner, M., Schön, S. & Nagler, W. (2011). Einführung - Das Themenfeld Lernen und Lehren mit Technologien ". In S. Schön & M. Ebner (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Zugriff 10. Mai 2018 unter <http://l3t.tugraz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/view/88>
- EducationGroup. (2017). Welche Geräte besitzt Du selbst? Zugriff 29. März 2018 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/742615/umfrage/umfrage-zum-geraetebesitz-von-jugendlichen-in-oesterreich-nach-geschlecht/>
- Feierabend, S., Plankenhorn, T. & Rathgeb, T. (2017). JIM-Studie 2017: Jugend, Information, (Multi-) Media. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. Zugriff 25. Mai 2018 unter https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2017/JIM_2017.pdf
- Fischer (Hrsg.), C. (2017). *Pädagogischer Mehrwert? digitale Medien in Schule und Unterricht*. Waxmann Verlag Münster New York.

- Föhl, T. (2014). Seamless Learning: Eine Feldstudie über den Einsatz von problembasierten Lernvideos in einem offenen Mathematikunterricht. Zugriff 12. Mai 2018 unter <http://l3t.eu/itug/images/band5.pdf>
- Geyer-Hayden, B. (2015). M-Learning - mobiles Lernen mit Smartphones. Zugriff 26. März 2018 unter <https://kids.t-mobile.at/m-learning-mobiles-lernen-mit-smartphones/>
- Hänsel, M. (o.D.). Unterrichtsmethoden im naturwissenschaftlichen Unterricht. Zugriff 6. Mai 2018 unter http://www.mhaensel.de/unterrichtsmethoden/offener_u.html
- Hirscher, H. (2002). *Mathematikunterricht und Neue Medien: Hintergründe und Begründungen in fachdidaktischer und fachübergreifender Sicht*. Verlag Franzbecker Hildesheim Berlin.
- Kasper, H. (1989). *Laßt die Kinder lernen. offene Lernsituationen*. Westermann Schulbuchverlag.
- Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung*. De Gruyter, Oldenbourg Verlag München Wien. Zugriff unter https://books.google.at/books?id=PwAiNRvIRFsC&printsec=frontcover&hl=de&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Klein, A. (2015). Mikrolernen. Zugriff 31. Mai 2018 unter <http://www.digitalwiki.de/mikro-lernen/>
- König, L. (2015). Was ist Medienpädagogik? Und wozu ist das gut? Zugriff 29. März 2018 unter <http://www.medienpaed.com/issue/view/45>
- Krauthausen, G. (2012). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule/Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe 1+2*. Springer Spektrum, Springer Verlag Berlin-Heidelberg.
- Kroker, B. (2017). Augmented Reality in der Schule. Zugriff 10. Mai 2018 unter <https://www.betzold.de/blog/didaktik/>
- Kultusministerkonferenz (Hrsg.), S. d. (2016). Strategie der Kultusministerkonferenz "Bildung in der digitalen Welt". Zugriff 22. April 2018 unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf
- Kuszpa, M. & Scherm, E. (2005). Mobile Learning - Modetrend oder wesentlicher Bestandteil lebenslangen Lernens? Diskussionsbeiträge Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, FernUniversität in Hagen. Zugriff unter http://www.fernuni-hagen.de/BWLOPLA/ME/Mobile-Education.de_Kuszpa_2005.09_Survey-Hagen.pdf

- Le, S., Weber, P. & Ebner, M. (2013). Game-Based Learning: Spielend Lernen? In S. Schön & M. Ebner (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Zugriff 9. Mai 2018 unter <http://l3t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/120/name/game-based-learning>
- Luga, J. (2017). Roadmap zu Bildung in einer digitalisierten Gesellschaft. *schuledigital - Bildung im digitalen Wandel*, 1, 4–10.
- Mantel, D. (2017). Medieninformatiker. Zugriff 31. Mai 2018 unter <https://www.medienwiki.org/index.php/Medieninformatiker>
- Meier, C. & Seufert, S. (2003). *Game-based learning: Erfahrungen mit und Perspektiven für digitale Lernspiele in der beruflichen Bildung*. Zugriff 9. Mai 2018 unter https://www.researchgate.net/publication/36384763_Game-based_learning_Erfahrungen_mit_und_Perspektiven_fur_digitale_Lernspiele_in_der_beruflichen_Bildung
- Meir, S. (o.D.). Didaktischer Hintergrund Lerntheorien. Zugriff 7. Mai 2018 unter https://lehrerfortbildung-bw.de/st_digital/elearning/moodle/praxis/einfuehrung/material/2_meir_9-19.pdf
- Panke, S. (2007). Unterwegs im Web 2.0: Charakteristiken und Potenziale. Zugriff 10. Mai 2018 unter <https://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/informelleslernen/Web2.pdf>
- Peschel, F. (2006a). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Teil 2: Fachdidaktische Überlegungen*. Schneider Verlag Hohengehren.
- Peschel, F. (2006b). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept in der Evaluation. Teil 1*.
- Peschel, F. (2009). *Offener Unterricht. Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept in der Diskussion* (5. Aufl.). Baltmannsweiler Schneider Verlag Hohengehren.
- Petrich, J. (2017). Smart Schools statt analoge Inseln. *schuledigital - Bildung im digitalen Wandel*, 1, 17–18.
- Specht, M. & Ebner, M. (2011). Mobiles und ubiquitäres Lernen - Technologien und didaktische Aspekte. In S. Schön & M. Ebner (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien* (Kap. mobiles und ubiquitäres Lernen - Technologien und didaktische Aspekte). Zugriff unter <http://l3t.tugraz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/view/74>

- Statistik Austria. (2017). Schulbesuch im Schuljahr 2016/2017 in Österreich. Zugriff 29. März 2018 unter https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bildung_und_kultur/formales_bildungswesen/schulen_schulbesuch/index.html
- Von Glaserfeld, E. (1995). Aspekte einer konstruktivistischen Didaktik, 17–34.
- Wampfler, P. (2013). Was ist Medienkunde? Kantonsschule Wettingen Gymnasium Fachmittelschule. Zugriff 5. Mai 2018 unter <https://medienkundetest.files.wordpress.com/2011/02/was-ist-medienkunde-2013.pdf>
- Wikipedia. (o.D.). Medienerziehung. Zugriff 5. Mai 2018 unter <https://de.wikipedia.org/wiki/Medienerziehung>
- Wittke, A., Ebner, M. & Kröll, C. (2013). *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien, Von der Kreidetafel zum Tablet - eine technische Übersicht*. Zugriff unter <http://13t.eu/homepage/das-buch/ebook-2013/kapitel/o/id/147/name/von-der-kreidetafel-zum-tablet>
- Zuse, K. (2010). *Der Computer – Mein Lebenswerk*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Zugriff unter <http://www.springer.com/de/book/9783642120954>

Verzeichnisse

Abbildungen

3.1.	Phänomene der Digitalisierung	10
3.2.	Die drei Säulen der Smart School	13
4.1.	Möglichkeiten digitaler Medien im Mathematikunterricht	18
4.2.	Umfrage über den Besitz von Smartphones bei Jugendlichen im Alter von 11-18 Jahren	20
4.3.	Gegenüberstellung Web 1.0 und Web 2.0 laut Panke (2007)	25
4.4.	Die vier Dimensionen der Medienkompetenz	36
4.5.	Die wichtigsten CC-Lizenzen im Überblick	42
5.1.	Die Dimensionen offenen Unterrichts	47
6.1.	Lehrstoff der 7. Schulstufe im Arbeiten mit Zahlen und Maßen	50
6.2.	Lehrstoff der 7. Schulstufe im Arbeiten mit Variablen	50
6.3.	Lehrstoff der 7. Schulstufe im Arbeiten mit Figuren und Körpern	51
6.4.	Lehrstoff der 7. Schulstufe im Arbeiten mit Modellen, Statistik	51
9.1.	Arbeitsplan	61
9.2.	Allgemeiner Arbeitsauftrag zum Projekt	63
9.3.	Ausmalvorlage und Lösung zum QR-Code von Station 3	64
9.4.	Arbeitsauftrag: Flächenberechnung einer Fläche deiner Wahl	68
9.5.	Arbeitsauftrag: Google Maps: Flächenberechnung	68
9.6.	Arbeitsauftrag: Berechnung der Anzahl von Kästchen eines karierten A4-Blattes	69
11.1.	Pretest: Fragen 1-3	79
11.2.	Pretest: Fragen 4-5	80
11.3.	Pretest: Fragen 6-8	80
11.4.	die zwei zusätzlichen Fragen beim Posttest	81
11.5.	Posttest: Selbstreflexion	81
11.6.	Übersichtsplan der absolvierten Stationen	83

11.7.	Quizergebnisse	84
11.8.	Pretestergebnisse der 3a-Klasse	85
11.9.	Pretestergebnisse der 3b-Klasse	86
11.10.	Posttestergebnisse der 3a-Klasse	88
11.11.	Posttestergebnisse der 3b-Klasse	89
11.12.	Wissenszuwachs der 3a-Klasse	90
11.13.	Wissenszuwachs der 3b-Klasse	90
11.14.	gesammelte Sterne der 3a-Klasse	91
11.15.	gesammelte Sterne der 3b-Klasse	92
12.1.	Feedback zum Punktesystem	97
12.2.	Vergleich der durchschnittlichen Ergebnisse beider Klassen	99
12.3.	Auswertung des Feedbackfragebogens beider Klassen	101

Anhang

Fülle das Blatt so gut du kannst aus, es ist nicht schlimm, wenn du etwas nicht weißt!

1. Hast du ein eigenes Smartphone? Wenn ja, welche Marke?
2. Hast du dein Smartphone schon einmal im Unterricht benutzt? Wenn ja, in welchem Fach?
3. Würdest du gern öfter das Handy im Unterricht verwenden?

Zeichne einen QR-Code:	Was ist ein QR-Code:	Wofür braucht man ihn?

Richtig oder falsch?	ja	nein
ein QR Code ist quadratisch.		
ein QR Code ist immer schwarz-weiß		

Richtig oder falsch?	richtig	falsch
Ein Würfel hat eine quadratische Grundfläche		
Ein Quader hat eine quadratische Grundfläche		
Ein Quadrat ist auch ein Rechteck		

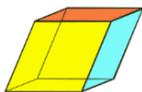
Schreibe die Formeln auf oder berechne:

$6u^3 + 4u^3 - 2u^3 =$	
Umfang Rechteck	
Umfang Trapez	
$2a^2 + 3a^2 - 5a^3 =$	
Fläche Deltoid	
Fläche Parallelogramm	
Fläche Trapez	

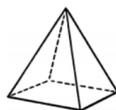
Schreibe die Volums Formeln für die folgenden Körper auf:



V= _____



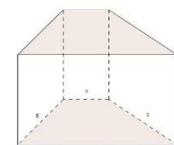
V= _____



V= _____



V= _____



V= _____

Fülle das Blatt so gut du kannst aus, es ist nicht schlimm, wenn du etwas nicht weißt!

1. Hast du ein eigenes Smartphone? Wenn ja, welche Marke?
2. Würdest du gern öfter das Handy im Unterricht verwenden?
3. Welche App brauchst du, um einen QR-Code verwenden zu können?

Zeichne einen QR-Code:	Was ist ein QR-Code:	Wofür braucht man ihn?

Richtig oder falsch?	ja	nein
ein QR Code ist quadratisch.		
ein QR Code ist immer schwarz-weiß		
ein QR Code hat in einer der Ecken KEIN großes Quadrat		
muss ein QR Code zu 100% gescannt werden, um die Informationen zu erhalten?		

Richtig oder falsch?	richtig	falsch
Ein Würfel hat eine quadratische Grundfläche		
Ein Quader hat eine quadratische Grundfläche		
Ein Quadrat ist auch ein Rechteck		

Schreibe die Formeln auf oder berechne:

$6u^3 + 4u^3 - 2u^3 =$

Umfang Rechteck:

Umfang Trapez:

$2a^2 + 3a^2 - 5a^3 =$

Fläche Deltoid:

Fläche Parallelogramm:

Fläche Trapez:

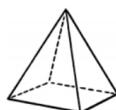
Schreibe die Volums Formeln für die folgenden Körper auf:



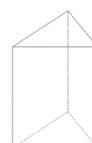
V = _____



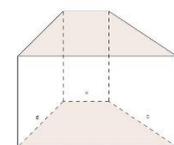
V = _____



V = _____



V = _____



V = _____

Was hast du deiner Meinung nach in dieser Woche gelernt?

Feedback

Beantworte **bitte ehrlich!** Auch hier bekommst du **KEINE Note** und du **brauchst KEINEN Namen** auf das Blatt schreiben.

Geschlecht

weiblich	männlich
----------	----------

Welche Stationen sind dir besonders in Erinnerung geblieben?

Welche Stationen hast du bearbeitet? Wie leicht/schwer hast du diese gefunden?

Kreuze an:

1 = trifft voll zu

5 = trifft überhaupt nicht zu

	1	2	3	4	5
Mir haben die Arbeitsaufträge gefallen.					
Mir hat das Arbeiten mit dem Smartphone gefallen.					
Ich würde gerne das Handy öfter im Unterricht verwenden.					
Die Projektwoche hat mir Spaß gemacht.					
Es hat mir Spaß gemacht, mit QR Codes zu arbeiten.					
Ich konnte viele Alltagsbeispiele bearbeiten.					
Der offene Unterricht (Stationenplan) hat mir gefallen.					
Die Unterlagen waren verständlich.					
Die Aufgaben waren interessant					
Die Beispiele waren zu schwer.					
Die Aufgaben waren abwechslungsreich.					
Ich habe den Unterrichtsstoff der letzten Stunden super verstanden.					
Ich habe auch zuhause mit dem Material gearbeitet.					
Ich fand es gut, dass man Sterne sammeln konnte.					
Ich fand es gut, dass ich mir Häuser aussuchen durfte (ab Haus 4).					
Ich bin mit meinem Ergebnis diese Woche zufrieden.					
Bei Problemen habe ich die Lehrer gefragt.					
Bei Problemen habe ich andere Schüler gefragt.					
Es herrschte eine angenehme Arbeitsatmosphäre.					
Ich habe viel gemacht/gelernt in dieser Woche.					
Ich war motiviert, weit zu kommen.					
Ich würde gerne wieder so etwas machen.					

Was hat dir **besonders gut gefallen?**

Was hat dir **gar nicht gefallen?**

- 1. Auch wenn es eine subjektive Ansicht ist: Glauben Sie, dass es den Schülerinnen und Schülern gefallen hat? Was ist Ihrer Meinung nach gut angekommen, was hätte man besser machen können?**

Das Arbeiten mit dem Smartphone ist für die Schüler/innen eine Motivation. Gut gefallen hat ihnen das selbständige Arbeiten nach einem Plan. Etwas überfordert waren sie am Anfang mit der Tatsache, dass bei einigen Schüler/innen das Herunterladen des QR – Code –Scanners nicht gleich funktionierte. Die Fülle der Aufgaben überforderte einige nicht so Begabte.

- 2. Sind Sie der Meinung, dass die Schülerinnen und Schüler motiviert an dem Projekt gearbeitet haben? Wie ist Ihnen das aufgefallen?**

Ja! Sie lieben das Hantieren mit dem Smartphone und alles was damit zusammenhängt. Sie betrachten es als Spielzeug. Das sie dabei Beispiele lösen und denken müssen, ist am Anfang zweitrangig.

- 3. Wie haben Ihnen die vorbereiteten Unterrichtsmaterialien gefallen? Würden Sie etwas ändern? Waren sie vom Schwierigkeitsgrad, Thema und der pädagogischen Aufbereitung für die Klassen passend?**

Der Stationenzettel war sehr originell aufbereitet. Die methodische Aufbereitung war gut. Gefallen hat mir, dass erst nach Lösen des „ersten Hauses“ die weiteren Stationen bearbeitet werden konnten.

Der Schwierigkeit der Beispiele war sehr unterschiedlich. Dadurch, dass die Schüler/innen sich die Reihenfolge der Häuser selbst auswählen konnten, konnten sie auch das Thema und die Schwierigkeit selbst mitbestimmen. Dieses Arbeiten mit dem Smartphone gefällt mir besonders beim Wiederholen und Festigen des Lernstoffes sehr gut. Es ist eine gute Abwechslung zu den sonst angewandten Methoden.

- 4. War Ihrer Meinung nach genug Zeit, um sich mit den mathematischen Inhalten zu beschäftigen? Gab es genug Übungs- und Vertiefungsmöglichkeiten?**

Es war eine große Vielfalt an mathematischen Inhalten zu bearbeiten. Die schwächeren Schüler/innen waren damit überfordert. Ich würde ihnen vielleicht noch das Mathematikbuch/die Mathematikbücher der letzten beiden Jahre zur Verfügung stellen, damit sie bei Unklarheiten ein Nachschlagewerk zur Verfügung haben.

Für die besser Begabten unter ihnen war ein reichhaltiges Angebot an Übungs- und Vertiefungsmöglichkeiten vorhanden.

- 5. Sind die Schülerinnen und Schüler Ihrer Meinung nach gut mit den Materialien zurechtgekommen und waren motiviert, daran zu arbeiten?**

Ja. Die Schüler/innen sind es gewohnt, selbständig, im eigenen Tempo Arbeiten zu erledigen. Sei es die Erarbeitung eines neuen Stoffgebietes oder auch bei der Wiederholung für eine Schularbeit. Die Motivation war sehr hoch.

Wichtig war auch der geforderte Hefteintrag nach jedem Beispiel und die Kontrolle durch die Studentin. Das Kahoot Quiz am Ende der Projektwoche war ein toller, spannender Abschluss der Projektwoche.

- 6. Glauben Sie, dass das Sammeln von Sternen die Schülerinnen und Schüler motiviert hat, mehr zu machen?**

Ja! Ich würde dann dafür noch positive Mitarbeitseintragungen geben.

- 7. Würden Sie das Smartphone im Mathematikunterricht erneut einsetzen?**

Ja habe ich seither auch schon gemacht.

Stationenbetrieb QR-Code

Du bekommst von deiner Lehrerin einen **Arbeitsplan** und einen **Übersichtsplan**.

Der Arbeitsplan beinhaltet alle Stationen – achte darauf, einige musst du machen, bei anderen kannst du dir aussuchen, welche du machst.

Pro Aufgabe kannst du eine bestimmte Anzahl von Sternen sammeln – je mehr Sterne, desto besser für dich.

Pro Station beantworte folgende Fragen **ins Heft**:

- ★ Was war neu für mich?
- ★ Was fiel mir leicht?
- ★ Wo hatte ich Probleme, wo brauche ich noch Hilfe?



Wenn du eine oder zwei Stationen fertig hast, melde dich bei deiner Lehrerin, um ein Häkchen für deinen Übersichtsplan zu bekommen.

Was du brauchst:

- ★ Ein Smartphone mit installiertem QR-Code Scanner
- ★ Den Übersichtsplan + den Arbeitsplan
- ★ Zugang zum WLAN
- ★ Dein Schulübungsheft