

Alexander Brunner

# **Einsatz von Mixed Reality im Klassen- zimmer**

## **Diplomarbeit**

Zur Erlangung des akademischen Grades

*Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)*

Diplomstudium (Lehramt): UF Informatik und Informatikmanagement

/ UF Geographie und Wirtschaftskunde

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Martin Ebner

Institute of Interactive Systems and Data Science

Graz, Mai 2020

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Diplomarbeit identisch.

---

**Datum**

---

**Unterschrift**

## **Danksagung**

Es war ein langer Weg bis zu dieser Arbeit. Auf diesem Weg unterstützte mich in erster Linie meine Familie. Besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Eltern, ohne die ein Studium (vor allem so lange) nicht möglich gewesen wäre.

Außerdem möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Dr. Martin Ebner, meinem Diplomarbeitsbetreuer bedanken. Die Themenfindung wurde rasch erledigt und er stand mir jederzeit mit Tipps und Literatur zur Verfügung.

Auch bei Herrn Christopher Kommetter möchte ich mich recht herzlich bedanken, auch er stand mir mit Rat und Tat jederzeit zur Seite und unterstützte mich beim Praxisteil sehr.

Bezüglich des praktischen Teils dieser Arbeit möchte ich mich herzlich bei allen Beteiligten des BG/BRG Stainachs bedanken. Vor allem bei Dir. Ulrike Pieslinger, die von meinem Unterrichtsversuch so begeistert war, dass dieser sogar in den kommenden Jahresbericht aufgenommen wird.

DANKE!

## **Abstract**

Mit dieser Diplomarbeit soll geklärt werden, ob fächerübergreifender Unterricht mithilfe von Mixed Reality durchführbar ist. Es werden die beiden Technologien Virtual Reality und Augmented Reality analysiert, auf eine Ebene mit dem Begriff Mixed Reality gebracht und Beispiele für den Unterricht vorgestellt. Dies ist notwendig, um einen Unterrichtsversuch zu planen und durchzuführen. Der Unterrichtsversuch nimmt dabei den zentralen Kern der Arbeit ein und soll nicht nur die Forschungsfrage klären, ob fächerübergreifender Unterricht mit Mixed Reality durchführbar ist, sondern auch eine ausführliche Unterrichtsanleitung für zukünftige Lehrkräfte darstellen, die sich mit dem Thema beschäftigen wollen. Dafür werden einige, für den Unterricht geeignete, Beispiele genauer betrachtet.

Der Unterrichtsversuch wird fächerübergreifend mit dem Thema „Klimazonen der Erde“ aus dem Geographieunterricht in Verbindung mit „Google Expeditions“ in einer AHS-Oberstufe realisiert. Durch den Einsatz von „Google Expeditions“ und der Verwendung der Virtual-Reality-Brille „Google Cardboard“ lässt sich der durchgeführte Mixed-Reality-Unterricht auch kostengünstig und vielseitig einsetzen.

Durch eine zweifache Durchführung in zwei verschiedenen Gruppen besteht die Möglichkeit, die auftretenden Probleme zu analysieren und auszubessern, um einen verbesserten Unterricht zu schaffen. Dieser verbesserte Unterricht führt zu dem Resultat, dass sich fächerübergreifender Unterricht mithilfe von Mixed Reality durchführen lässt. Als Endergebnis der Studie lässt sich sagen, dass in jeder Schulstufe ein Mixed-Reality-Unterricht durchführbar ist. Allerdings gilt es bei der Planung und Durchführung des Unterrichts sehr viele Faktoren zu berücksichtigen, um so Ablenkung und Störungen vorzubeugen.

## **Abstract (English)**

This diploma thesis should clarify if the implementation of 'mixed reality' is possible in interdisciplinary classes. Thus, the modern technologies 'virtual reality' and 'augmented reality' were analyzed and both put in relation to the term 'mixed reality'. The main part of this thesis deals with sample lessons, which were planned and conducted for an upper school class in order to demonstrate that 'mixed reality' is feasible in interdisciplinary teaching. The lessons were conducted in two different groups to identify potential problems and work out solutions for the second group of students. These lessons should also provide guidance for future teachers. The topic of the sample lessons, "Earth's climate zones", was taken from geography and combined with the app 'Google Expeditions'. The results show that the usage of the VR glasses "Google Cardboard" as well as 'Google Expeditions', as means of 'mixed reality' classes, is not only possible but also inexpensive and broadly applicable. Therefore, the realization of 'mixed reality' appears to be possible in all classes. However, the results also showed that numerous factors need to be incorporated in the process of planning and conducting the classes in order to avoid distractions and disturbances.

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung.....	ii
Danksagung.....	iii
Abstract.....	iv
Abstract (English).....	v
Inhaltsverzeichnis.....	vi
1. Einleitung.....	1
2. Theoretische Einführung .....	2
2.1. Was ist Augmented Reality?.....	2
2.1.1. Definition von Augmented Reality .....	2
2.1.2. Geschichte .....	4
2.1.3. Vor- und Nachteile von AR.....	10
2.1.4. Anwendungsgebiete für AR .....	12
2.2. Was ist Virtual Reality?.....	20
2.2.1. Definition von Virtual Reality .....	20
2.2.2. Geschichte .....	25
2.2.3. Vor- und Nachteile von VR.....	29
2.2.4. Anwendungsgebiete für VR .....	31
2.3. Vergleich und Grenzen von AR und VR .....	35
3. Mixed Reality.....	36
4. Virtual Learning Environments .....	38

5.	Game-Based-Learning .....	40
5.1.	Einsatz von Game-Based-Learning – von der Spieleindustrie in das Klassenzimmer .....	41
5.2.	Beispiele für Game-Based-Learning .....	43
5.2.1.	„The Magicbook“ .....	43
5.2.2.	„Studierstube“ .....	44
5.2.3.	„WWF Free Rivers“ .....	45
5.2.4.	„Google Expeditions“ .....	46
5.3.	Virtual-Reality-Based-Learning .....	47
6.	Aufbau der Studie .....	49
6.1.	Vorbereitungsphase .....	49
6.2.	Cluster .....	49
6.3.	Vorabstudie .....	52
7.	Praxisteil .....	53
7.1.	Mixed Reality im Unterricht .....	53
7.1.1.	Was rechtfertigt den Einsatz von Mixed Reality im Unterricht? .....	53
7.1.2.	Vorteile für Schülerinnen und Schüler .....	55
7.1.3.	Fernschulung .....	56
7.1.4.	Fächerübergreifender Unterricht .....	57
7.2.	Unterrichtsplanung .....	59
7.2.1.	Bedingungsanalyse .....	60
7.2.2.	Stundenbild .....	61

7.2.3.	Methodisch-didaktische Weganalyse .....	64
7.2.4.	Lehrplanbezug .....	64
7.2.5.	Lernziele .....	67
7.2.6.	Benötigtes Vorwissen.....	68
7.2.7.	Herausforderungen .....	68
7.2.8.	Anschaffungskosten.....	69
7.3.	Durchführung der ersten VR-Einheit.....	69
7.3.1.	Verbesserungsvorschläge.....	74
7.4.	Durchführung der verbesserten VR-Einheit.....	76
7.5.	Auswertung.....	79
7.6.	Meinungen der Schülerinnen und Schüler.....	83
7.7.	Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler.....	95
8.	Diskussion .....	97
8.1.	Empfehlungen für MR-Unterricht .....	100
8.2.	Zukunftsaussichten.....	102
9.	Zusammenfassung .....	104
10.	Literatur .....	107
11.	Abbildungsverzeichnis.....	110
12.	Tabellenverzeichnis.....	112
13.	Anhang.....	113
13.1.	Arbeitsaufträge des ersten VR-Unterrichts .....	113

13.2. Arbeitsaufträge des zweiten VR-Unterrichts.....	115
13.3. Wiederholung des Stoffes der VR-Einheit.....	117
13.4. Feedbackbogen.....	121

# 1. Einleitung

Durch das Aufkommen neuer Medien ergeben sich immer wieder neue Möglichkeiten, den Unterricht zu bereichern. Diese neuen Medien müssen genauer betrachtet werden, um dadurch festzustellen, ob diese für den Unterricht eingesetzt werden können oder nicht. Schon der Computer im herkömmlichen Sinne durchlief vor rund 20 Jahren einen Etablierungsprozess und heutzutage findet sich in nahezu jeder Schule mindestens ein Informatiklehrsaal. Der Mediendidaktik steht mit der wachsenden Technologie auch ein erweitertes Repertoire zu Verfügung, doch zuvor gilt es, diese neuen Techniken und Medien zu untersuchen und herauszufinden, ob und wie diese für die Schule geeignet sind.

In dieser Arbeit wird versucht, Virtual Reality und Augmented Reality in den Unterricht zu integrieren. Virtual Reality und Augmented Reality können unter einem Begriff zusammengefasst werden. Mixed Reality umschließt die genannten Techniken und bringt beide auf eine Ebene. Es werden Beispiele für den Unterricht genannt, analysiert und anschließend wird ein Unterrichtsversuch durchgeführt, um die zentrale Fragestellung zu klären, ob fächerübergreifender Unterricht mithilfe von Mixed Reality durchführbar ist. Dabei soll ein Beispielunterricht geplant werden, welcher sich leicht adaptieren lässt und mit kleinen Änderungen in so vielen Schulfächern wie möglich einsetzbar ist.

Die vorliegende Diplomarbeit versucht dies in mehreren Phasen zu betrachten, beginnend mit der Analyse von Virtual Reality und Augmented Reality, um einen theoretischen Rahmen zu schaffen. In der zweiten Phase werden zum Einsatz kommende mediendidaktische Themen besprochen, wie Virtual Learning Environments, Game-Based-Learning und der Einsatz von Mixed Reality im Unterricht. In der nächsten Phase wird ein Unterrichtsversuch durchgeführt, welcher die zentrale Fragestellung der Arbeit untersuchen soll. Die letzte Phase befasst sich mit der Auswertung des Unterrichtsversuchs und der gewonnenen Erfahrungen sowie mit der Beantwortung der zentralen Fragestellung.

## 2. Theoretische Einführung

Der Begriff Mixed Reality an sich wurde das erste Mal 1994 von Paul Milgram und Fumio Kishino definiert (vgl. Milgram und Kishino, 1994, S. 1321-1329). Sie beschrieben Mixed Reality (im Folgenden als „MR“ bezeichnet) als das gesamte Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum. Es gibt bei MR somit weder die reine Virtualität noch die reine Realität, sie sind miteinander kombiniert. Um MR verständlicher zu machen, wird in den folgenden Kapiteln genauer auf die beiden kombinierten Techniken eingegangen, mit deren Hilfe man MR realisieren kann. Diese beiden Techniken sind Augmented Reality und Virtual Reality. Beide werden in den folgenden Abschnitten genauer erklärt und im Anschluss miteinander verglichen. Bei Augmented Reality handelt es sich um eine Erweiterung der realen Welt um virtuelle Inhalte, bei der Virtual Reality handelt es sich um virtuelle Räume, in die die Benutzerin bzw. der Benutzer komplett eintaucht, während die reale Welt gar nicht mehr wahrgenommen wird. MR versucht, diese beiden Realitäten miteinander zu kombinieren und somit eine völlig neue Art des Erlebens zu ermöglichen. (Vgl. Milgram und Kishino, 1994)

### 2.1. Was ist Augmented Reality?

#### 2.1.1. Definition von Augmented Reality

Augmented Reality (im Folgenden als „AR“ bezeichnet) beschreibt eine Technik, mit der man digitale Informationen auf eine reale Umgebung projizieren kann (vgl. Lee, 2012, S.1). Eine kurze und bündige Definition, was AR ist, hat Wolfgang Broll im Buch „Virtual und Augmented Reality (VR/AR) Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität“ verfasst (vgl. Dörner et al., 2013).

*„Augmentierte Realität ist eine (unmittelbare, interaktive und echtzeitfähige) Erweiterung der Wahrnehmung der realen Umgebung um virtuelle Inhalte (für beliebige Sinne), welche sich in ihrer Ausprägung und Anmutung soweit wie möglich an der Realität orientieren, so dass*

*im Extremfall (so das gewollt ist) eine Unterscheidung zwischen realen und virtuellen (Sinnes-)Eindrucken nicht mehr möglich ist.“ (Dörner et al., 2013, S. 246)*

Es wird also die reale Welt/Umgebung um virtuelle Elemente erweitert bzw. verschmelzen die beiden Realitäten miteinander. Außerdem wird bei der AR-Technik eine kontinuierliche Erweiterung geschaffen, um der Benutzerin bzw. dem Benutzer das perfekte AR-Erlebnis zu gewährleisten. Diese kontinuierliche Anpassung wird mithilfe dieser fünf Schritte erklärt: „*Videoaufnahme, Tracking, Registrierung, Darstellung und Ausgabe*“ (Dörner et al., 2013, S. 242). (Vgl. Dörner et al., 2013)

Der erste Schritt, die Videoaufnahme, dürfte in der heutigen Zeit für niemanden mehr etwas Neues sein. Mit diversen Smartphones kann ein Video aufgenommen werden. Die AR-Technik benutzt dabei kein vorgefertigtes Video, sondern einen permanenten Videostream. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 242)

Beim Tracking-Verfahren wird von der AR-App versucht, die genaue Lage bzw. den Blickpunkt der Benutzerin bzw. des Benutzers zu schätzen/errechnen. Dies wird möglich durch diverse Sensoren, die man schon in jedem Smartphone findet. Solche Sensoren sind unter anderem Inertialsensoren, Gyrosensoren und Magnetometer. Mit deren Hilfe lässt sich dann ein Koordinatensystem der virtuellen Umgebung erstellen. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 242f.)

Bei der Registrierung wird dann das vom Tracking zur Verfügung gestellte Koordinatensystem verwendet, um die virtuellen Elemente korrekt in die reale Welt zu integrieren. Durch das Koordinatensystem des Trackings kommt es auch bei einer Bewegung der Kamera oder der Benutzerin bzw. des Benutzers zu keinem Abbruch des Effekts. Bei der Darstellung passiert die eigentliche Augmentierung. Die Elemente werden entsprechend der Registrierung und des Koordinatensystems gerendert und über das Bild des Videostreams gelegt. Im letzten Schritt,

der Ausgabe, werden die fertig gerenderten Bilder über das Smartphone-Display ausgegeben. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 243)

Zu erwähnen sei aber noch, dass sich diese Schritte nicht nur auf die AR-Technik eines Smartphones beziehen, sondern auf jegliche Arten von AR.

Im folgenden Kapitel werden unter anderem zwei Formen von AR vorgestellt, dies ist wichtig, um Meilensteine in der Geschichte von AR zu definieren. Im praxisorientierten Teil dieser Arbeit werden dann die moderneren Versionen von AR verwendet, die AR-Apps für Smartphones.

### **2.1.2. Geschichte**

Den Begriff Augmented Reality geschichtlich abzugrenzen, stellt eine Herausforderung dar. Denn es kommt ganz auf die Technik an, welche man betrachten will. Bereits im 19. Jahrhundert gab es eine gewisse Art von AR. Stereoskopie und das Kinetoskop von William Dickson sind sozusagen die Vorläufer von AR. Dabei ging es jedoch meist nur um bewegte Bilder, die den Eindruck von 3D vermitteln sollten. (Vgl. Dickson und Dickson, 1895) Im Jahr 1968 wurde von Ivan Sutherland das sogenannte Head-Mounted-Display (im Folgenden als „HMD“ bezeichnet) erfunden, was der heutigen AR-Technik schon sehr nahe kommt. (Vgl. Mehler-Bicher und Steiger, 2014, S. 13; vgl. Arth et al., 2015, S. 2)

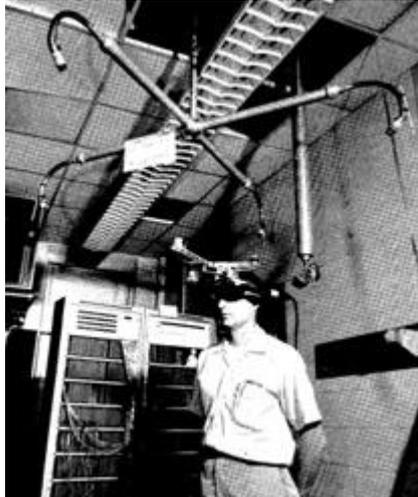


Abbildung 2.1 AR-System, Sutherland<sup>1</sup>

Wie man in Abbildung 2.1 erkennen kann, ist das HMD eine Art Bildschirm, der auf dem Kopf getragen wird und das Ausgabebild somit möglichst nahe an die Augen projiziert. (Vgl. Mehler-Bicher und Steiger, 2014, S. 13) Die Grundlage für AR wurde somit geschaffen und bald darauf folgten weitere technische Neuerungen auf dem Gebiet der Augmented Reality, welche auch von der Benutzerfreundlichkeit her immer besser wurden.

Der Begriff Augmented Reality, so wie wir ihn heute kennen, kam das erste Mal in den 1990er Jahren auf. Die Boeing Mitarbeiter Tom Caudell und David Mizell verwendeten den Begriff bei der Erweiterung des Blickfelds um diverse Informationen.<sup>1</sup> Diese Technik wurde später oft bei Kampfjetpiloten eingesetzt (vgl. Dörner et al., 2013, S. 289).

Caudell und Mizell waren der Meinung, dass man bei AR gegenüber der damals schon bekannten Virtual-Reality-Technik viele Vorteile hätte (siehe Kapitel 2.2.2). Zum Beispiel musste man zu der Zeit in der AR und VR aufkamen, die Rechenleistung stärker berücksichtigen als heute. Bei AR hatte man weniger Pixel zu berechnen und zu rendern, somit benötigte man weniger Ressourcen. (Vgl. Arth

---

<sup>1</sup> **Quelle:** Universität Osnabrück: Geschichte der augmented reality, Pelikan H., 2013, <http://media2mult.uni-osnabrueck.de/pmwiki/fields/wp13/index.php?n=AR.GeschichteDerAugmentedReality> - zul. aufgerufen am 07.09.2019.

et al., 2015, S. 3) Im Jahr 1994 wurde der Begriff AR von Paul Milgram und Fumio Kishino noch genauer definiert und diese Definition gilt bis heute als das, was wir im Allgemeinen unter AR verstehen. Sie beschreiben ein Kontinuum (siehe Abbildung 2.2), das die wahrnehmbaren Realitäten zeigt. Sie gehen von der realen Welt über zur erweiterten Realität (AR) und von der virtuellen Welt über zur erweiterten (kontrollierten) Virtualität (AV). Diese vier Bereiche werden zusammengefasst unter dem Begriff Mixed Reality (MR, siehe Kapitel 3) und inklusive der realen Welt und der virtuellen Welt beschreiben Milgram und Kishino das Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum. Der Begriff AV dient in der Arbeit von Milgram und Kishino in erster Linie dazu, eine Grauzone abzudecken. Unter AV versteht man einen virtuellen Raum, mit realen Objekten oder Personen, die mit der virtuellen Welt interagieren können. Milgram und Kishino beschreiben in ihrer Arbeit zwei unterschiedliche Formen von AR. (Vgl. Milgram et al., 1994, S. 282-290)

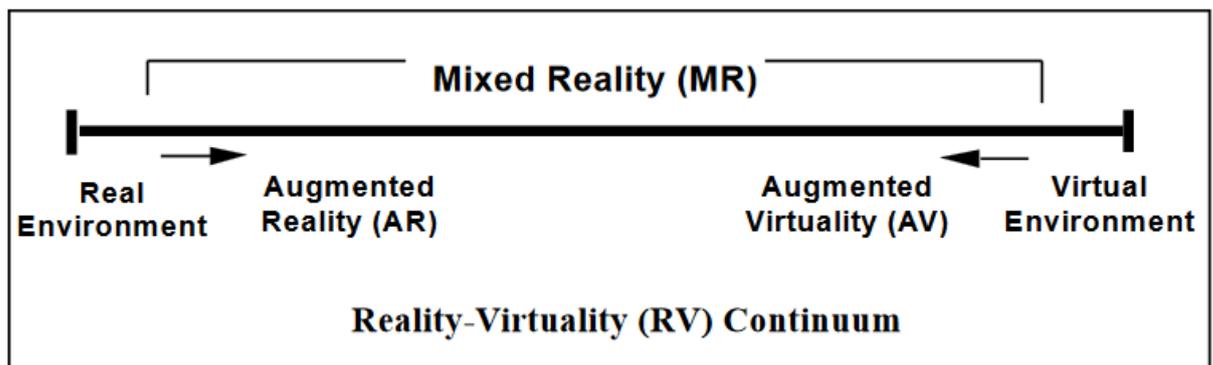


Abbildung 2.2 Reality-Virtuality-Continuum (Milgram et al., 1994, S. 283)

Die erste Form ist das sogenannte „see-through“ AR-Display. (Vgl. Milgram et al., 1994, S. 282-290)

Dabei wird ein HMD von einer Benutzerin bzw. einem Benutzer getragen und wie der Name schon vermuten lässt, ist der Bildschirm transparent, sodass man seine Umgebung noch wahrnehmen kann. Diese Art nennt man optisches „see-through“-Display. Beim optischen „see-through“-Display wird der Benutzerin bzw. dem Benutzer eine Art Brille vor dem Auge platziert. So kann sie/er die reale Welt noch wahrnehmen und zusätzlich werden virtuelle Informationen angezeigt. Abbildung 2.3 zeigt ein Diagramm, das grob die Funktionsweise eines optischen „see-through“-Displays darstellt. Der PC versorgt den Monitor mit den nötigen

virtuellen Informationen, dieser projiziert dann die Informationen auf die optische „Brille“ und diese können dann von der Benutzerin bzw. von dem Benutzer wahrgenommen werden. Zusätzlich befindet sich auf dem HMD immer ein Tracker, um die Position und Blickrichtung der Benutzerin bzw. des Benutzers feststellen zu können. Die „Brille“ fungiert dabei nicht nur als Bildschirm für die virtuellen Informationen, sondern auch als Sonnenbrille. (Vgl. Azuma, 1997, S. 363-371)

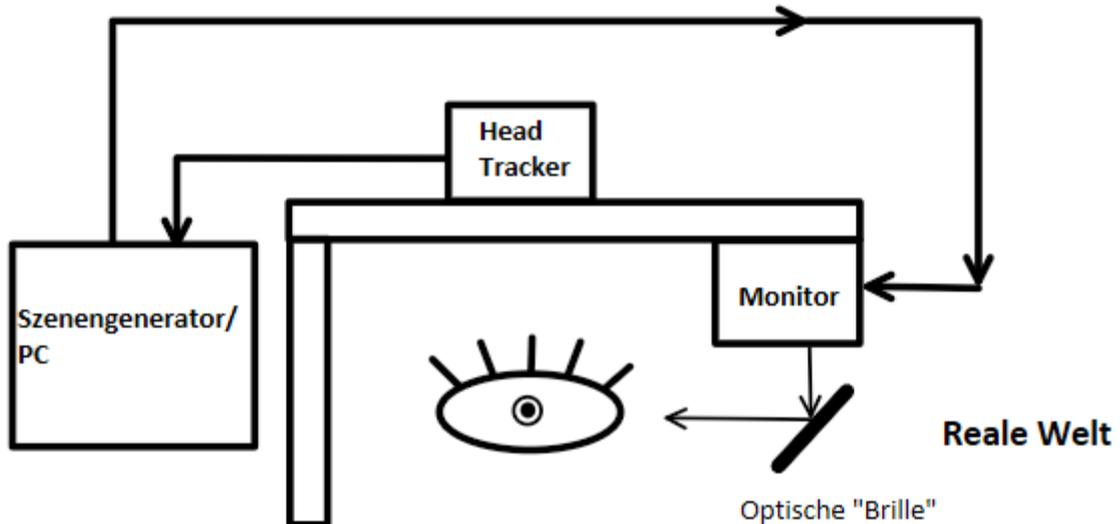


Abbildung 2.3 optisches „see-through“-Display (in Anlehnung an Azuma, 1997, S. 365)

Wie vorhin kurz erwähnt, kommt diese Technik heute noch oft bei Kampffjetpiloten vor, aber auch in der Medizin und diversen anderen Bereichen (siehe Kapitel 2.1.4). Es gibt jedoch beim „see-through“-Display eine weitere Art, das „video see-through“-Display. Dabei handelt es sich um ein HMD, welches der Benutzerin bzw. dem Benutzer keine optische „Brille“ vor die Augen setzt, sondern einen geschlossenen Monitor, der die reale Welt und die digitalen Informationen vor einen projiziert. Wie man in Abbildung 2.4 erkennen kann, wird die reale Welt mit einer Video-Kamera aufgenommen und diese aufgenommenen Bilder werden dann mit einem sogenannten Kombinierer mit den virtuellen Informationen gekoppelt an den Monitor ausgegeben, welcher vor den Augen der Benutzerin bzw. des Benutzers liegt. (Vgl. Azuma, 1997, S. 363-371)

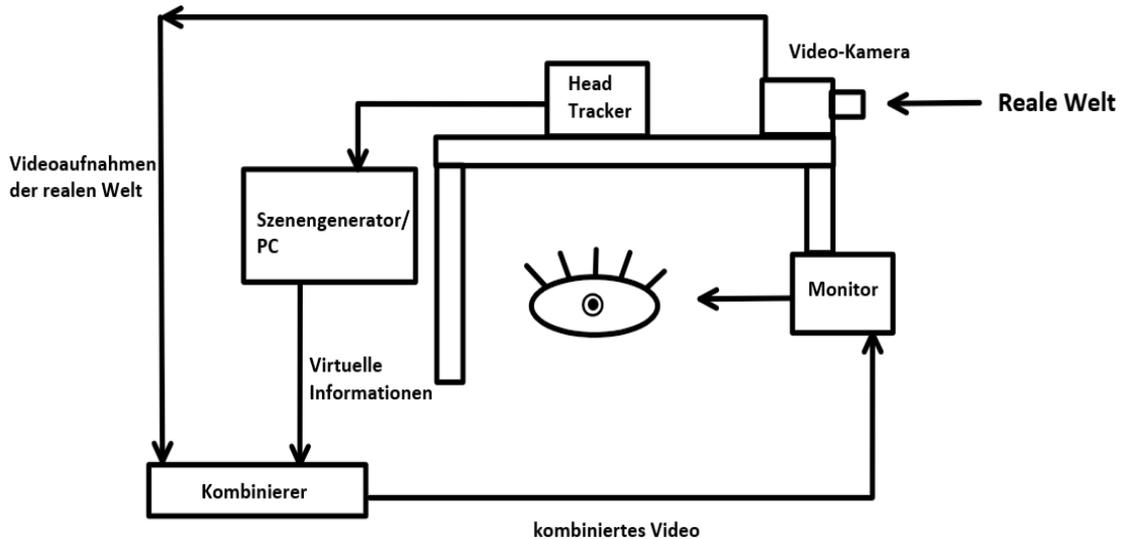


Abbildung 2.4 "video see-through"-Display (in Anlehnung an Azuma, 1997, S. 365)

Die zweite Form ist das sogenannte „monitor-based“ AR-Display. Diese Form ähnelt sehr stark dem gerade vorgestellten „video see-through“-Display, aber man benötigt hierbei kein HMD. Denn die Funktion des HMDs wird nun von einem Monitor übernommen. Auch die Kamera befindet sich nun an einer fixen Position und nicht mehr auf dem HMD der Benutzerin bzw. des Benutzers (siehe Abbildung 2.5). Ein Vorteil hierbei ist, dass nun der Szenengenerator keine Position des HMDs mehr berechnen muss. Der Nachteil ist, dass die aufgenommene reale Welt nur mehr auf die Blickrichtung der fixen Kamera begrenzt ist. (Vgl. Azuma, 1997, S. 363-371; vgl. Opalenik, 2003, S. 3-8)

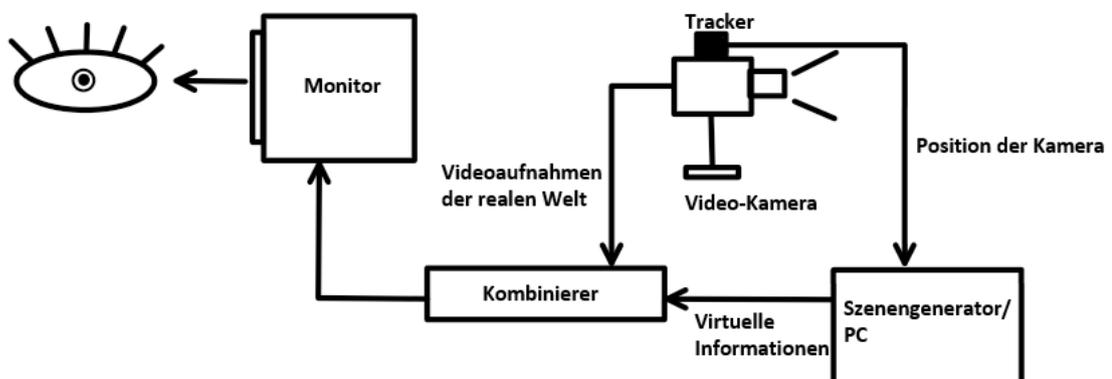
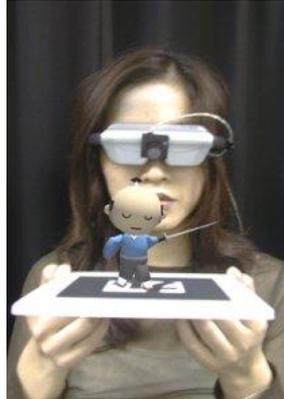


Abbildung 2.5 "monitor-based"-Display (in Anlehnung an Azuma, 1997, S. 367)

Ein weiterer wichtiger Meilenstein ist das von Hirokazu Kato und Mark Billinghurst entwickelte ARToolkit<sup>2</sup>. Damit lassen sich seit 1999 viele AR-Projekte realisieren und es ist in der AR-Community ein sehr verbreitetes Tool (siehe Abbildung 2.6).



*Abbildung 2.6 ARToolKit-Beispiel*

Im Jahr 2000 präsentierte Bruce Thomas das erste AR-Outdoor-Spiel „AR-Quake“ und Simon Julier machte mit dem „BARS“ (Battlefield Augmented Reality System) auf sich aufmerksam. Damit konnte man auf dem Schlachtfeld diverse Informationen sammeln und weiterleiten. 2002 und 2003 erschienen die ersten auf AR basierenden Navigationssysteme auf den Markt, zuerst zwar nur indoor, jedoch schon im Jahr 2006 wurden die ersten Outdoor-AR-Navigationssysteme gezeigt. 2008 wurde schließlich Wikitude, ein Meilenstein in der Geschichte von AR, veröffentlicht. Wikitude war und ist bis heute eine App für Smartphones, welche aufgenommenen Livebildern der Kamera Informationen hinzufügt (siehe Abbildung 2.7). (Vgl. Arth et al., 2015, S. 7-28)

---

<sup>2</sup> **Quelle:** HIT Lab Washington: ARToolkit, Lamb P., 2010, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> - zul. aufgerufen am 26.09.2019.



Abbildung 2.7 Wikitude-Beispiel<sup>3</sup>

2010 stellte Microsoft das Kinect-System für die Xbox vor. Damit konnte man nun bequem in jedem Wohnzimmer AR ausprobieren. Im Jahr 2012 wurden einige portable AR-Headsets vorgestellt, wie zum Beispiel Oculus Rift und Google Glass. (Vgl. Arth et al., 2015, S. 7-28)

Heutzutage wird ein Großteil neuer AR-Inhalte für das Smartphone entwickelt. Tools wie ARToolKit haben das Entwickeln von AR-Apps so erleichtert, dass immer mehr Apps auf den Markt gebracht werden.

### 2.1.3. Vor- und Nachteile von AR

Beide Formen von AR haben Vor- und Nachteile. Ein großes Problem jeder AR-Technologie ist die Latenz. Latenz beschreibt die Zeit, die vergeht, während eine Information/ein Datenpaket von der Quelle bis zum Ziel verschickt wird.<sup>4</sup> Um einer hohen Latenz entgegenzuwirken, wird das einzufügende virtuelle Objekt meist auf eine niedrige Qualität gerendert. Deswegen werden in der Praxis sehr oft das „video see-through“-Display und das „monitor-based“-Display verwendet. Bei beiden Technologien wird die reale Welt durch eine Kamera aufgenommen, dadurch ist es möglich, eine Verzögerung einzubauen, um dem Szenengenerator

---

<sup>3</sup> **Quelle:** thenextweb.com: Wikitude´s augmented reality now installed on every BlackBerry device, Taylor D., 2011, <https://thenextweb.com/mobile/2011/05/02/wikitudes-augmented-reality-now-installed-on-every-blackberry-device-interview/> - zul. aufgerufen am 26.09.2019.

<sup>4</sup> **Quelle:** IP-Insider: Was ist Latenz (Latency)?, Luber, 2019, <https://www.ip-insider.de/was-ist-latenz-latency-a-832695/> - zul. aufgerufen am 16.09.2019.

genug Zeit zu verschaffen, das virtuelle Objekt zu rendern und einzufügen. Im Gegensatz dazu, kann beim optischen „see-through“-Display keine künstliche Verzögerung eingebaut werden, da die Benutzerin bzw. der Benutzer die reale Welt durch eine Brille sieht. Ein weiterer Nachteil des optischen „see-through“-Displays ist das Sichtfeld. Während bei dem „video see-through“-Display und dem „monitor-based“-Display das Sichtfeld durch die Kamera eingeschränkt ist, kommt es beim optischen „see-through“-Display darauf an, wie groß die Brille ist, durch die die Benutzerin bzw. der Benutzer blickt. Je größer das Sichtfeld ist, desto aufwendiger ist es für den Szenengenerator, das virtuelle Objekt zu rendern. (Vgl. Opalenik, 2003, S. 3-8)

Ein weiterer Vorteil des „video see-through“- und des „monitor-based“-Displays ist, dass die zu verarbeitenden Bilder immer digital vorhanden sind, sowohl die reale als auch die virtuelle Welt. Dies hat nicht nur den Vorteil, dass man eine Verzögerung einbauen kann, sondern auch, dass man eine Flexibilität erreicht, die das optische „see-through“-Display nicht zustande bringt. Beim optischen „see-through“-Display bekommt das einzufügende virtuelle Objekt immer einen transparenten Charakter. Dies kann man beim „video see-through“- und beim „monitor-based“-Display (im Folgenden abgekürzt durch Videosysteme) aufgrund der virtuellen Bilder verhindern. Weiters kann man beim „video see-through“-Display die Bewegungen der Benutzerin bzw. des Benutzers besser mit den einzufügenden virtuellen Objekt abgleichen. Beim optischen „see-through“-Display kommt es aufgrund der Kopfbewegungen der Benutzerin bzw. des Benutzers oft zum „Verschwimmen“ des virtuellen Objekts und/oder das virtuelle Objekt wird nicht richtig gerendert und in die Szene eingefügt. Daraus ergibt sich auch ein weiterer Nachteil des optischen „see-through“-Displays: Die einzigen Informationen, die der Szenengenerator/PC bekommt, sind die Informationen des Trackers auf dem HMD der Benutzerin bzw. des Benutzers. Die Videosysteme bekommen digitale Bilder zur Verfügung gestellt und können so das virtuelle Objekt leichter und natürlicher in die Szene einfügen. Darüber hinaus ist es bei den Videosystemen möglich, Helligkeit, Fokus und Kontrast besser einzustellen als beim optischen „see-through“-Display. (Vgl. Azuma, 1997)

Optische „see-through“-Displays sind jedoch immer billiger umzusetzen, viel simpler und ressourcensparender als Videosysteme. Ein weiterer nicht zu vernachlässigender Vorteil des optischen „see-through“-Displays ist, dass man, wenn der Strom, aus welchem Grund auch immer, ausfällt, immer noch sehen kann. Bei den Videosystemen wird dies zu einem großen Problem, denn es sind in sich geschlossene Systeme. Je nach Anwendung hat dies schwerwiegende Folgen, bei optischen „see-through“-Displays nimmt man wenigstens die reale Welt noch wahr. (Vgl. Azuma, 1997)

#### **2.1.4. Anwendungsgebiete für AR**

Neben den vielen Möglichkeiten, AR im Unterricht einzusetzen, gibt es natürlich noch einige andere Einsatzgebiete. Als Beispiele sollen hier Wartung, Produktion, Fertigung, Entertainment, Spieleindustrie, Fernsehübertragungen, Architektur, Navigation, Archäologie, Militär sowie Aus- und Weiterbildung genannt werden. Die Einsatzmöglichkeiten sind sehr breit gefächert. Auch in Museen oder Ausgrabungsstätten werden immer häufiger AR-Techniken eingesetzt, um der Besucherin bzw. dem Besucher die Exponate virtuell als Ganzes erlebbar zu machen. In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten Bereiche näher erläutert.

##### *2.1.4.1. Medizin*

Angehende Ärzte können im Vorfeld einer Operation diverse Eingriffe üben. Dafür werden zuerst Daten von Patientinnen und Patienten mithilfe von MRTs, CTs und Ultraschall gesammelt und anschließend zu einem Modell der Patientin bzw. des Patienten gerendert. Die operierende Ärztin bzw. der operierende Arzt erhält somit eine Art „Röntgenblick“, also kann sie/er ohne eine Operation in die Patientin bzw. in den Patient hineinsehen (siehe Abbildung 2.8). Außerdem werden spezielle Eingriffe, bei denen es um die Mikrochirurgie geht, unkomplizierter. Mithilfe der eben genannten Techniken ist es der Ärztin bzw. dem Arzt möglich zu operieren, ohne direkte Sicht auf die betroffene Stelle zu haben, zum Beispiel in der Gehirnchirurgie oder beim Entfernen eines Tumors. Die Informationen, wo man den Bohrer oder das Skalpell ansetzen muss, werden auf dem Körper der

Patientinnen bzw. Patienten angezeigt. Dies führt dazu, dass vor allem unerfahrene Ärztinnen und Ärzte immer öfter kompliziertere Operationen durchführen, weil sie diverse Informationen gleich angezeigt bekommen. (Vgl. Azuma, 1997, S. 357-363)



Abbildung 2.8 Sicht der Ärztin, des Arztes mit "Röntgenblick"<sup>5</sup>

#### 2.1.4.2. Produktion, Wartung und Training

Weitere Anwendungsgebiete für AR sind Produktion und Wartung. Für die Arbeiterinnen und Arbeiter wird es einfacher, wenn die Anweisungen nicht nur als Beschreibung zur Verfügung stehen, sondern als virtuelle Objekte, die dann über ein HMD wiedergegeben werden können. Wie im Kapitel 2.1.2 bereits erwähnt, waren die Boeing Mitarbeiter Tom Caudell und David Mizell diejenigen, die AR das erste Mal für solche Zwecke entwickelt und eingesetzt haben. Vor allem bei größeren Maschinen kann es für eine Arbeiterin bzw. einen Arbeiter hilfreich sein, die nötigen Informationen in Form von Zeichnungen oder Skizzen vor sich zu haben, womit man Arbeitsabläufe unterstützen und Arbeitsschritte anzeigen kann. (Vgl. Azuma, 1997, S. 357-363; vgl. Dörner et al., 2013, S. 288-291)

---

<sup>5</sup> **Quelle:** TU München: Der Blick in den Körper – Erweiterte Realität in der computergestützten Chirurgie, 2010, <http://www.in.tum.de/forschung/forschungs-highlights/medical-augmented-reality.html> - zul. aufgerufen am 26.09.2019.

### 2.1.4.3. Spiele, Unterhaltung und Entertainment

Ein nicht zu vernachlässigendes Anwendungsgebiet ist die Spieleindustrie. Dort werden jährlich Millionen investiert, um die Technik weiter voranzutreiben. Vor allem auf dem Smartphone-Sektor ist die AR-Technik in Spielen und anderen Anwendungen weit verbreitet. Sei es, um Möbel vor dem Kauf im eigenen Zimmer anzuzeigen oder einfach von einem Ort zu einem anderen zu navigieren. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 288-291) Eines der berühmtesten Beispiele wäre hier die App Pokemon GO (vgl. Fotaris et al., 2017). Bei Pokemon GO können kleine Monster namens Pokemon gefangen werden, indem die Spielerin bzw. der Spieler auf der ganzen Welt nach ihnen sucht. Sprich, die Spielerin bzw. der Spieler muss sich in der realen Welt mit dem Smartphone bewegen und markante Punkte wie zum Beispiel Denkmäler und Sehenswürdigkeiten aufsuchen. Hat man ein Pokemon gefunden, muss die spielende Person es mithilfe eines gezielt geworfenen Pokeballs fangen (siehe Abbildung 2.9). Zusätzlich werden bei markanten Punkten diverse Informationen über das jeweilige Gebäude oder über den jeweiligen Ort angezeigt.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> **Quelle:** Niantic: Pokémon GO, 2016, <https://www.pokemon.com/de/pokemon-videospiele/pokemon-go/> -zul aufgerufen am 27.09.2019.

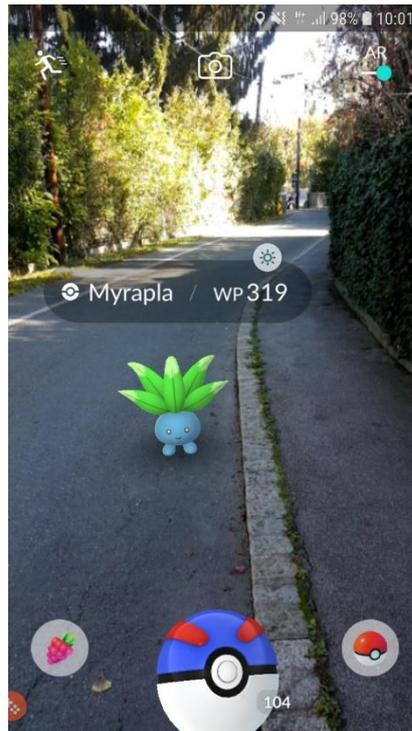


Abbildung 2.9 Pokemon GO-Screenshot<sup>7</sup>

Im Entertainment Bereich wird AR häufig bei Sportsendungen eingesetzt. Zum Beispiel werden beim Skispringen oder beim Fußball virtuelle Linien auf den Bildschirm projiziert. In der Filmindustrie geht man noch einen Schritt weiter, man erschafft ganze Sets, in denen die Schauspielerinnen und Schauspieler vor einem Green Screen stehen und die Szene virtuell mittels AR-Techniken eingefügt werden kann. (Vgl. Azuma, 1997, S. 357-363; vgl. Dörner et al., 2013, S. 288-291)

#### 2.1.4.4. Navigation und Tourismus

Mit leistungsfähigeren Smartphones wird auch der Einsatz von AR erleichtert und einer breiten Masse immer und überall zugänglich gemacht. Einer der am meisten davon profitierenden Bereiche ist der Tourismus- und Navigationsbereich. Unternehmen wie Apple und Google haben in diesem Bereich schon sehr viel

---

<sup>7</sup> **Quelle:** Niantic: Pokémon GO, 2019, Screenshot Brunner.

erreicht. Zum Beispiel hat Apple gemeinsam mit American Airlines eine Flughafen-Navigation entwickelt, siehe Abbildung 2.10, die der Benutzerin bzw. dem Benutzer eine einfache Navigation durch einen Flughafen ermöglicht und dabei Informationen über Shops und Lokale in der Nähe anzeigt.



Abbildung 2.10 American Airlines Flughafen-Navigation<sup>8</sup>

Google hat mit der Google-Suche und Google Lens-App die Möglichkeit geschaffen, per Smartphone-Kamera reale Objekte zu scannen und Produkte dazu anzubieten sowie 3D-Modelle des gesuchten Begriffes. In Abbildung 2.11 wird ein Hund über die Google-Suche zum Leben erweckt und als 3D-Modell in die reale Umgebung eingefügt, um somit eine Idee der realen Größe dieses Tieres zu erhalten.

---

<sup>8</sup> **Quelle:** Apple Inc: American Airlines, 2019, <https://www.apple.com/at/ios/augmented-reality/> - zul. aufgerufen am 01.10.2019.



Abbildung 2.11 3D-Modell eines Hundes mit Google-Suche<sup>9</sup>

#### 2.1.4.5. Archäologie und Geschichte

Mithilfe von AR ist es einfach, historische Bauwerke virtuell wieder aufleben zu lassen. Dadurch wird eine völlig neue Art von Sightseeing ermöglicht, denn die Benutzerin bzw. der Benutzer richtet die Smartphone Kamera auf ein Bauwerk und bekommt ein exaktes Abbild des Bauwerkes aus der Vergangenheit eingeblendet. Außerdem ist es möglich, nicht nur ein Bauwerk, sondern ganze Plätze so zu sehen, wie sie einst ausgesehen haben. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 288-291) Der Nachteil hierbei ist, dass es verschiedene Apps für verschiedene Städte und Gebäude gibt.

#### 2.1.4.6. Militär

Wie in Kapitel 2.1.2 bereits erwähnt, wird besonders die AR-Technik in Verbindung mit HMDs für militärische Zwecke benutzt. Kampfpiloten verwenden

---

<sup>9</sup> **Quelle:** Google: Google-Suche-App, 2019, Screenshot Brunner.

„see-through“-Displays, um die wichtigsten Informationen auf den optischen Sensoren einzublenden. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 289)

Das US-Militär arbeitet an einem speziellen AR-System für den Kampfeinsatz. Das sogenannte „BARS-System“ (Battlefield Augmented Reality System) arbeitet mit einem tragbaren Computer und mobilem Internet sowie einem „see-through“ HMD, um diverse Informationen, die die Soldatin bzw. der Soldat im Einsatz wahrnimmt, zu sammeln. Das schließt natürlich ihr/ sein Blickfeld ein und darüber hinaus Informationen über ihre/seine Umgebung und Feindbewegungen. Über das HMD bekommt die Soldatin bzw. der Soldat auch Informationen angezeigt, wie zum Beispiel einen Plan für ein Gebäude oder Positionen feindlicher Scharfschützen. (Vgl. Julier et al., 2000)

Eine ähnliche Art von AR im Kampfeinsatz testet seit 2017 das israelische Militär. Mithilfe von Microsofts HoloLens-Brille werden verschiedene Szenarien versucht, wie zum Beispiel das Verarzten von verletzten Personen oder die Reparatur an diversen Maschinen. Vor allem im Kampfeinsatz soll diese Technik die Soldatinnen und Soldaten unterstützen, dafür muss jedoch das Einsatzgebiet mit Drohnen gescannt werden, um dann die Informationen an die Soldatin bzw. den Soldaten weiterzuleiten. (Vgl. Hörzer und Schrefler, 2018, S. 14)

Der Nachteil von BARS und der Variante mit HoloLens ist, dass das Sichtfeld zu klein ist und im Kampfeinsatz eine stabile drahtlose Verbindung zum Hauptquartier herrschen muss. Dazu kommt noch, dass diese beiden Varianten noch zu schwer und kostenaufwendig sind, um in Massen produziert zu werden.

#### *2.1.4.7. Lehre und Ausbildung*

Da in der vorliegenden Arbeit Lehre und Ausbildung ein zentrales Thema sind, sei hier nur Folgendes erwähnt: AR ermöglicht eine einfache Vermittlung von komplexen Inhalten. Beinahe alle Lerntypen können mit AR unterstütztem Unterricht einen Lernerfolg erzielen. (Vgl. Dörner et al., 2013, S. 289) AR-Apps für Lehre und Ausbildung gibt es mittlerweile viele. Ein Beispiel wäre hier die Free

Rivers APP vom WWF<sup>10</sup>. Wie man in Abbildung 2.12 sieht, können Benutzerinnen und Benutzer der App den Verlauf eines Flusses steuern und die Auswirkungen des Wassers auf Tiere, Pflanzen und den Menschen sehen.



Abbildung 2.12 „WWF Free Rivers“-App<sup>10</sup>

Ein Lehrer am Lessing-Gymnasium Uelzen in Deutschland ging noch einen Schritt weiter. Er adaptierte das Videospiel „Minecraft“ und erweiterte es um neue Funktionen und Module, um das Spiel im Unterricht einzusetzen. Jetzt können Schülerinnen und Schüler im Chemie-Unterricht mithilfe von „Minecraft“ Atome bauen, einfache Schaltungen von Lego WeDo oder Arduino Leonardo mit virtuellen Logikschaltungen in „Minecraft“ verbinden und sich mit dem Thema Datenschutz in der virtuellen Umgebung von „Minecraft“ auseinandersetzen.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> **Quelle:** WWF: Free Rivers AR App, 2018, <https://www.worldwildlife.org/pages/explore-wwf-free-rivers-a-new-augmented-reality-app> - zul. aufgerufen am 07.10.2019.

<sup>11</sup> **Quelle:** Mirek Hančl: Digitales Lehren, Lernumgebungen, 2017, <http://digitaler-bildungs-pakt.de/2017/01/19/unterricht-reloaded-mhancl/> - zul. aufgerufen am 07.10.2019.

## 2.2. Was ist Virtual Reality?

### 2.2.1. Definition von Virtual Reality

Anders als bei Augmented Reality zielt Virtual Reality (im Folgenden als „VR“ bezeichnet) darauf ab, die reale Umgebung komplett auszublenden und im idealen Fall eine neue, virtuelle Umgebung zu schaffen, die von der realen Umgebung kaum zu unterscheiden ist. „Perfekte Virtual Reality“ beschreibt also eine umfassende Simulation, die jedoch im Moment entweder gar nicht oder mit sehr hohen Kosten erzielt werden kann. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 12f.) Man muss auch unterscheiden, ob man von einem wissenschaftlichen Standpunkt oder von einem Science-Fiction-Standpunkt ausgeht. Der Science-Fiction-Standpunkt kommt oft aus Filmen oder Videospielen. Ein Beispiel wäre hier der Film „Ready Player One“ aus dem Jahr 2018 von Steven Spielberg<sup>12</sup>. Er gibt einen guten Ausblick darauf, was mit VR (theoretisch) alles erreicht werden kann, jedoch in diesem Ausmaß bis heute noch nicht durchführbar ist.

Mit dem wissenschaftlicheren Standpunkt, und auch dem gegenwärtigen, beschäftigt sich diese Arbeit und hier ist VR mittlerweile in unzähligen Branchen etabliert. Da es sich bei VR jedoch um ein relativ junges Gebiet handelt, gibt es noch keine Definition von VR, welche ähnlich wie bei AR (siehe Kapitel 2.1.1) bereits einheitlich wäre. Trotzdem gibt es Übereinkünfte über die Ausprägungen, die ein VR-System haben sollte. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 12f.)

Kommetter und Ebner beschreiben in ihrer Arbeit folgende Ausprägungen: (Kommetter und Ebner, 2019, S. 903)

- *„Immersion*
- *Telepräsenz*
- *Multisensorische Simulation*
- *Motivation*

---

<sup>12</sup> **Quelle:** IMDb, 2019, <https://www.imdb.com/title/tt1677720/> - zul. aufgerufen am 09.10.2019.

- *Multiple Darstellung*

Immersion beschreibt, wie eingangs erwähnt, eine komplett computergenerierte und virtuelle Welt, in die die Benutzerin bzw. der Benutzer eintauchen und in der sie bzw. er mit virtuellen Objekten interagieren kann. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 901-911) Dies geschieht mit, oft mehreren, Ausgabegeräten, die die Benutzerin bzw. den Benutzer weitestgehend von der realen Welt abkoppeln sollen. Darüber hinaus sollen mit den Ausgabegeräten möglichst viele Sinne angesprochen werden und eine detaillierte Darstellung der virtuellen Objekte und der virtuellen Welt trägt noch zusätzlich dazu bei, dass die Benutzerin bzw. der Benutzer die virtuelle Welt nicht mehr von der realen Welt unterscheiden kann. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 14f.)

Bei hoher Telepräsenz bekommt die Benutzerin bzw. der Benutzer das Gefühl, wirklich anwesend zu sein, trotz einer gewissen Entfernung. Eine hohe Telepräsenz kann nur dann erreicht werden, wenn eine perfekte Immersion erreicht wird. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 901-911)

Mit multisensorischer Simulation ist es der Benutzerin bzw. dem Benutzer möglich, noch intensiver mit virtuellen Objekten zu interagieren. Zum Beispiel kann die Handbewegung der Benutzerin bzw. des Benutzers „getracked“ werden, um so ein unmittelbares Feedback zu geben. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 901-911)

Der Punkt Motivation beschreibt einfach das, warum unter anderem die Spieleindustrie immer mehr auf VR setzt. Viele finden Gefallen daran, mit virtuellen Objekten zu hantieren und so in eine virtuelle Welt einzutauchen. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 901-911)

Durch eine multiple Darstellung kann sich die Benutzerin bzw. der Benutzer entscheiden, wohin sie oder er blickt und somit auch, welche Information zu welcher Zeit und in welcher Richtung sie/er wahrnimmt.

Diese fünf Punkte sollten gegeben sein, um eine virtuelle Welt effektiv erleben zu können. Am wichtigsten ist jedoch immer die Immersion. Nur mit einer hohen Immersion kann die Benutzerin bzw. der Benutzer perfekt in die virtuelle Welt eintauchen und diese erkunden. Hohe Immersion kann man mit einer speziellen

„CAVE“-Einrichtung erzielen. CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) beschreibt einen Raum, der an jeder Wand über einen Bildschirm verfügt und somit einen virtuellen Raum erschafft, indem sich die Benutzerin bzw. der Benutzer bewegen und agieren kann. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 901-911)

Charakteristisch für alle VR-Systeme ist ein Ein- und Ausgabegerät, welches auf dem Kopf getragen wird. Sogenannte Head-Mount-Displays sorgen dafür, dass die Benutzerin bzw. der Benutzer in die virtuelle Welt eintauchen kann. Der Unterschied bei den HMDs für AR ist, dass die Benutzerin bzw. der Benutzer die reale Welt gar nicht mehr wahrnimmt und auch nicht mit ihr interagiert. Stattdessen werden 3D-Inhalte erschaffen und mit 3D-Displays kombiniert, um die virtuelle Welt korrekt darzustellen. Ermöglicht wird dies mithilfe von stereoskopischen Verfahren. Damit eine hohe Immersion erreicht werden kann, muss eine Art von „Tracking“ stattfinden. Das Tracking-Verfahren von VR unterscheidet sich nicht sonderlich vom Tracking-Verfahren von AR (siehe Kapitel 2.1.1). VR erweitert dieses Verfahren jedoch um 3D-Tracking und kann so auch Körperbewegungen, wie das Greifen virtueller Objekte, simulieren. In Abbildung 2.13 wird dieses Beispiel verdeutlicht. Mithilfe eines Datenhandschuhs wird in Echtzeit die Hand des Benutzers „getracked“ und nach einem virtuellen Schalter gegriffen, der wie in der realen Welt bedient wird.



Abbildung 2.13 Virtuelle Interaktion mithilfe eines Datenhandschuhs (Dörner et al., 2019, S. 16)

Die meisten modernen VR-Systeme arbeiten mit Controllern, um die Hände der Benutzerin bzw. des Benutzers zu „tracken“. Zurzeit gibt es zwei gängige Methoden, wie die Handbewegung mittels Controller „getracked“ werden können, entweder mit internen Tracking-Verfahren oder mithilfe externer Sensoren. Die im Jahr 2019 erschienene Oculus Quest setzt auf ein internes Tracking-Verfahren,

das sogenannte Inside-Out-Tracking. Sie ist auch eine der wenigen VR-Systeme, welche kabellos funktionieren, dazu mehr im Kapitel 2.2.3. Mithilfe der Kameras, die direkt auf der VR-Brille angebracht sind, werden die Bewegungen der Controller aufgezeichnet und in die Anwendung/das Spiel gebracht. In Abbildung 2.14 wird dies verdeutlicht, man erkennt an den Rändern der VR-Brille die Kameras. Diese sind so angebracht, dass die gesamte Fläche vor der Benutzerin bzw. dem Benutzer mit den Weitwinkelobjektiven abgedeckt wird und somit ein genaues Tracking stattfinden kann.<sup>13</sup>



Abbildung 2.14 Oculus Quest VR HMD<sup>13</sup>

Diese Technik hat jedoch ihren Nachteil. Wenn die Controller einmal außer Sichtweite der Kameras kommen, kann ein Tracking nicht mehr stattfinden. Bei manchen Anwendungen kann dies zu Problemen führen. Die zweite Möglichkeit, wie man VR-Tracking realisieren kann, ist mithilfe von externen Sensoren. Bei den externen Sensoren gilt es zu unterscheiden, ob die Sensoren ohne PC-Verbindung auskommen oder nicht. Bei der HTC Vive VR-Brille kommen externe Sensoren wie in Abbildung 2.15 zum Einsatz. Im Gegensatz zu anderen externen

---

<sup>13</sup> **Quelle:** Facebook Technologies, LLC, Oculus Quest, 2019, <https://www.oculus.com/quest/> - zul. aufgerufen am 28.10.2019.

Sensoren muss die Basisstation der HTC VIVE nicht am PC angeschlossen werden, um das Tracking zu ermöglichen. Die Basisstation schickt spezielle Infrarot-Strahlen aus, die von der VR-Brille registriert werden und ihr dazu dienen zu erkennen, wo im Raum diese sich befindet. Eine andere Art von Sensor bietet das Unternehmen Oculus<sup>13</sup> an. Bei der ersten Generation der Oculus Rift wurden Infrarot-Sensoren vor der Benutzerin bzw. dem Benutzer aufgestellt, die dann mit dem PC verbunden wurden und die VR-Brille bzw. auch die Controller strahlten Infrarot-Strahlen aus. Somit konnte man auch so feststellen, wo sich die VR-Brille und die Controller befinden, jedoch kommt auch hier ein ähnlicher Nachteil wieder des internen „Trackings“ zustande. Wenn die Controller außer Sicht der Sensoren waren, konnten die Controller nicht richtig „getracked“ werden.<sup>14</sup>



Abbildung 2.15 HTC Vive Basisstation<sup>15</sup>

Mit diesen Techniken unterscheidet sich VR nicht nur von AR, sondern auch gravierend von klassischen Computerschnittstellen. Nachfolgende Tabelle verdeutlicht diese Unterschiede. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 13-15)

---

<sup>14</sup> **Quelle:** Prof. Dr. Thomas Keller, VR Dummies, <https://vrdummies.org/vr-technologie/tracking/> - zul. aufgerufen am 28.10.2019.

<sup>15</sup> **Quelle:** HTC Corporation, VIVE Basisstation, 2019, <https://www.vive.com/de/accessory/base-station/> - zul. aufgerufen am 28.10.2019.

Tabelle 2-1 Unterschied von VR & Computerschnittstellen (Dörner et al, 2019, S.15)

Virtual Reality	Computerschnittstellen
Multisensorische Präsentation	Rein visuelle Präsentation
Echtzeitdarstellung (Darstellung ohne zeitliche Verzögerung)	Keine zeitkritische Darstellung (Darstellung teilweise mit zeitlicher Verzögerung)
3D-Interaktion	2D-Interaktion (Maus, Tastatur)
Immersive Präsentation	Nicht-immersive Präsentation

Durch diese Merkmale von VR befindet sich die Benutzerin bzw. der Benutzer quasi im Mittelpunkt der virtuellen Welt und nimmt sie nicht durch ein „Fenster“ (einen Bildschirm) wahr. Verdeutlicht wird dieser Zustand in Abbildung 2.16. Hier wird zwischen einer normalen Computerschnittstelle und einer VR-Umgebung unterschieden.

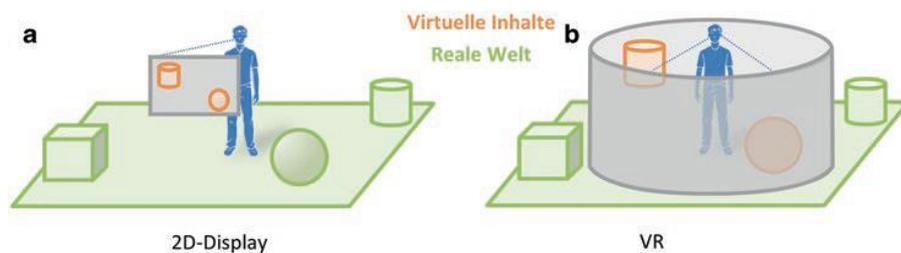


Abbildung 2.16 Computerschnittstellen vs. VR-Umgebungen (Dörner et al., 2019, S. 24)

Das VR-Beispiel hier auf der rechten Seite stellt außerdem eine perfekte Immersion dar, somit werden alle Sinne virtuell beeinflusst und die Benutzerin bzw. der Benutzer nimmt die reale Welt gar nicht mehr wahr. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 17-18)

Ein ideales VR-Erlebnis mit einer perfekten Immersion kann man sich so vorstellen, als ob man wirklich glaubt, man wäre an einen anderen Ort gewesen, anstatt sich nur Bilder davon anzusehen (vgl. Mantovani, 2001, S. 209).

### 2.2.2. Geschichte

VR beginnt bereits im 19. Jahrhundert mit Sir Charles Wheatstone. Dieser entdeckt das stereoskopische Sehen, indem er zwei Spiegel vor den Augen positioniert und diese Spiegel reflektieren jeweils ein Bild vom gleichen Objekt. Die Bil-

der unterscheiden sich lediglich dadurch, dass die Kameraposition ein wenig verschoben wurde, um so einen 3D-Eindruck der Szene zu vermitteln.<sup>16</sup> 1957 entwickelte Morton Heilig den sogenannten „Sensorama“, eine der ersten VR-Maschinen. Der „Sensorama“ war ein stationäres Gerät, womit man nicht nur 3D-Kurzfilme sehen konnte, sondern Heilig wollte mit diesem Gerät mehrere Sinne ansprechen, unter anderem Gehör, Geruchs- und Tastsinn. Heilig vermarktete den „Sensorama“ als das „Kino der Zukunft“ und wollte mit ihm eine hohe Immersion erreichen (siehe Abbildung 2.17).<sup>17</sup>



Abbildung 2.17 "Sensorama"-Maschine im Einsatz<sup>16</sup>

1968 machte Ivan Sutherland mit dem HMD auf sich aufmerksam. Damit war nicht nur die Grundlage für die AR-Technik, sondern auch die Basis für VR geschaffen. Mit den ersten Prototypen dieses HMDs (siehe Abbildung 2.1) konnte man bereits eine virtuelle 3D-Welt betrachten und sich sogar umschauchen. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 26) Im Jahr 1979 entwickelte Eric Howlett das „LEEP“-System. „LEEP“ steht für „Large Expanse Enhanced Perspective“ und ermöglicht

---

<sup>16</sup> **Quelle:** Virtualspeech, 2019, <https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr> - zul. aufgerufen am 12.10.2019.

<sup>17</sup> **Quelle:** Digital Trends, 2018, <https://www.digitaltrends.com/cool-tech/history-of-virtual-reality/> - zul. aufgerufen am 12.10.2019.

eine Erweiterung des Sichtfeldes in der virtuellen Welt. Mithilfe dieser Technik gelang es Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der NASA im Jahr 1984 ein erstes VR-System mit dem Namen „VIEW“ (Virtual Interface Environment Workstation) zu erschaffen, was den heutigen VR-Systemen schon sehr nahe kam. Bestandteile von „LEEP“ finden sich auch heute noch in modernen VR-Systemen wieder. Im selben Jahr wurde auch das Unternehmen VPL Research gegründet, dieses Unternehmen produzierte mit dem „DataGlove“ und „EyePhones“ die ersten VR-Systeme zu kommerziellen Zwecken. Diese Systeme waren aber noch so teuer, dass sie nur zu akademischen Zwecken benutzt wurden. 1989 wurde dann von VPL Research ein ganzes VR-Set angeboten und das erste Mal der Begriff Virtual Reality verwendet. Erst 1990 wurde ein VR-System für die breite Masse veröffentlicht. Es handelt sich hierbei um ein VR-Arkade-Spiel, bestehend aus einem HMD und einem Controller, um die Spielfigur zu steuern und Aktionen auszuführen. 1992 wurde von Tom DeFanti das „CAVE“-System vorgestellt. Dies ermöglicht, dass mehrere Menschen gleichzeitig und miteinander in eine virtuelle Welt eintauchen können. Heute werden „CAVE“-Systeme hauptsächlich für Flugsimulationen und im Bereich CAD eingesetzt. Im Jahr 1995 werden VR-Systeme dann auch für den Hausgebrauch erschwinglich. Das Unternehmen Virtual I/O veröffentlichte ein VR-System für unter 1000\$. 1997 gelang dem Unternehmen Virtual Technologies ein Durchbruch im Bereich der Datenhandschuhe. Mit dem „CyberGrasp“ konnte man nun jeden einzelnen Finger bewegen und so das Gefühl des Greifens optimal simulieren. Erst im Jahr 2012 kam das Thema VR wieder so richtig auf und wurde mit dem Oculus Rift auf ein neues Level angehoben. Palmer Luckey finanzierte über Kickstarter seinen ersten Prototypen, ein günstiges VR-HMD für alle. Danach kam es zu diversen neuen Entwicklungen im Bereich VR. Bereits 2013 wurde mit dem „Virtuix Omni“ eine Art Laufband vorgestellt, auf dem Benutzerinnen und Benutzer sich im Stehen bewegen konnten, um so eine Bewegung in der virtuellen Welt zu simulieren. Durch die Übernahme von Oculus Rift durch Facebook im Jahr 2014 konnte die Technik noch weiter verbessert werden und eine zweite Generation inklusive kleinerer Kameras für „video-based“ Tracking wurde entwickelt. Darüber hinaus stellte Google mit „Cardboard“ eine günstige Alternative zu allen gängigen VR-Systemen

men bzw. HMDs vor. „Google Cardboard“ ist eine Konstruktion aus Karton, woraus in Kombination mit einem Smartphone eine VR-Brille gemacht werden kann. In Abbildung 2.18 erkennt man, dass ein Karton zusammengefaltet wird und in Verbindung mit zwei bikonvexen Linsen eine VR-Brille ergibt, welche sehr leicht und kostengünstig für alle anzuschaffen ist. (Vgl. Sherman und Craig, 2019, S.34-56)



Abbildung 2.18 „Google Cardboard“<sup>18</sup>

2016 wird in der Literatur oft als das „Jahr von VR“ bezeichnet. Etliche Produkte wie zum Beispiel das neue Oculus VR, HTC Vive, Microsoft HoloLens und Sonys Playstation VR kamen auf den Markt und somit wurde die Spieleindustrie zu einem der wichtigsten Vorantreiber der VR-Technik und sie ist es bis heute. (Vgl. Sherman und Craig, 2019, S. 57)

Heute sind Sony, Oculus (Facebook) und HTC die größten VR-Headset-Hersteller weltweit. In Abbildung 2.19 erkennt man, dass Sony mit der Playstation VR unangefochten auf Platz 1 steht, jedoch holt Facebook mit den neuen Oculus VR-Headsets (Quest und Rift S) im Jahr 2019 auf. Dies führt dazu, dass Sony und Facebook gemeinsam ca. 65% Marktanteile in 2019 erreicht haben. Beide Firmen haben gezielt den Unterhaltungssektor im Blick und somit wäre wieder bewiesen, dass die Spieleindustrie einer der größten Antreiber für die VR-Technik

---

<sup>18</sup> **Quelle:** Google, 2019, <https://arvr.google.com/cardboard/manufacturers/> - zul. aufgerufen am 17.10.2019.

ist. Generell wird der Bereich VR in den nächsten Jahren immer mehr und mehr wachsen.

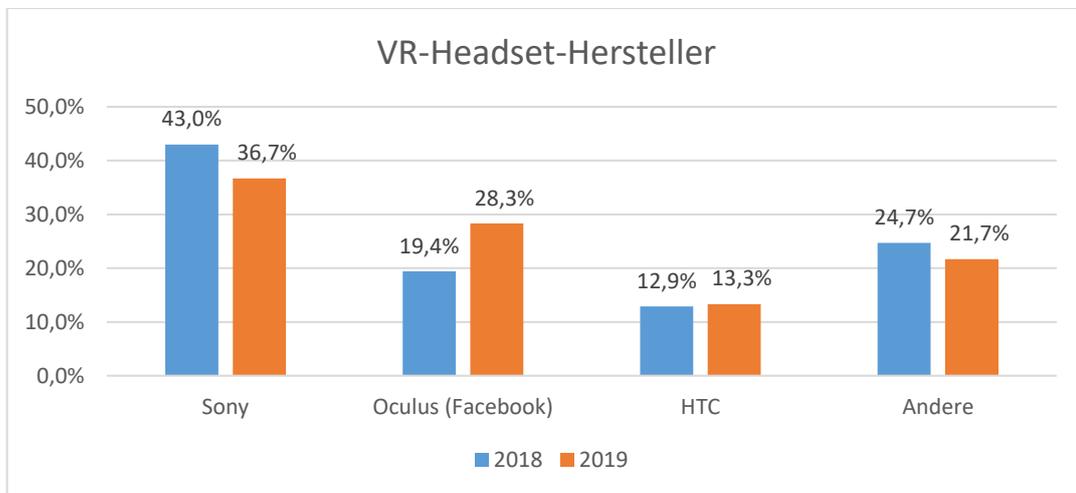


Abbildung 2.19 Marktanteile VR-Headset-Hersteller (in Anlehnung an statista.com<sup>19</sup>)

### 2.2.3. Vor- und Nachteile von VR

Ein Vorteil von VR ist die Immersion. Die Illusion zu bekommen, komplett in eine virtuelle Welt eintauchen zu können hat nicht nur einen Mehrwert für die Forschung und Ausbildung, sondern auch für die Pädagogik. Die Möglichkeiten sind nahezu endlos. Sämtliche Inhalte, die bis heute für VR zur Verfügung stehen, haben meist einen tieferen Nutzen und Sinn, abgesehen vom Unterhaltungssektor, aber sogar hier kann man einen Nutzen erkennen, denn es hat beispielsweise gesundheitliche Vorteile, wenn sich die Benutzerin bzw. der Benutzer in sämtliche Spiele bewegen muss. Somit könnte man Unterhaltungsinhalte für VR auch als Trainingseinheiten sehen. Anwendungsgebiete für VR werden anschließend genauer betrachtet, aber vom Einsatz im Marketing über Bildung bis hin zu Schulungen kann mit VR alles ermöglicht werden. Allein der Wirtschaftssektor profitiert immens von der VR-Technologie. Begehbare Showrooms oder Maschinen, B2B- und B2C-Anwendungen, Schulungs- und Bedienungsanleitungen sind nur ein

---

<sup>19</sup> **Quelle:** statista, 2019, <https://www.statista.com/statistics/755645/global-vr-device-market-share-by-vendor/> - zul. aufgerufen am 08.04.2020.

paar Neuerungen, die VR ermöglicht. Genauer darauf eingegangen wird im Kapitel 2.2.4. Auch der E-Learning-Sektor profitiert von der VR-Technologie. Die Lernmethode Game-Based Learning erfuhr durch VR (und auch AR) einen Aufschwung. Im Kapitel 5 wird näher darauf eingegangen, aber die Vorteile von VR fügen sich perfekt in diese Lernmethode ein. Durch spielerisches Denken und Handeln wird die bzw. der Lernende motiviert und kann mit Spaß das Gelernte umsetzen.

Wichtig sei noch zu erwähnen, dass VR (solange die Technik vorhanden ist) ortsunabhängig ist. Somit können zum Beispiel Schulungen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern oder Schülerinnen und Schülern an einem beliebigen Ort abgehalten werden, ohne an einen anderen Ort reisen zu müssen.<sup>20</sup>

Eine Kontroverse spaltet jedoch die VR-Community und Unternehmen, und zwar ob mehr in die Entwicklung für kabellose oder kabelgebundene Systeme investiert werden soll. Die meisten VR-Systeme heutzutage sind kabelgebunden und benötigen einen PC/eine Spielekonsole, um die Inhalte auf das VR-Headset zu übertragen. Die VR-Headsets dienen dabei nur als Ausgabebildschirme. Das aufwendige Rendern der Inhalte übernimmt dabei ein leistungsstarker PC/eine Spielekonsole. Der Nachteil bei solchen Systemen ist jedoch, dass man mittels Kabel mit dem PC verbunden ist und somit über dieses stolpern könnte. Außerdem ist man im virtuellen Raum begrenzt, da man sich nicht zu weit vom PC entfernen kann. Um diesen Nachteilen entgegenzuwirken, werden kabellose VR-Systeme gerade bei Einsteigern immer beliebter. Das Kabel fällt weg, somit hat man die Möglichkeit einen größeren virtuellen Raum zu erstellen, in dem man sich bewegt. Darüber hinaus ist es möglich, das kabellose VR-System überall hinzunehmen, ideal also für den Einsatz in der Schule, wenn man den Schülerinnen und Schülern eine Einführung in das Thema VR geben möchte. Ein Nachteil dieser VR-Variante ist allerdings, dass ein „Stand-Alone“-System niemals an die Leistung eines PCs herankommt. Dadurch werden Inhalte mit weniger Auflösung

---

<sup>20</sup> **Quelle:** Personalwirtschaft.de, E-Learning mit VR: Vor- und Nachteile, 2019, <https://www.personalwirtschaft.de/personalentwicklung/weiterbildung/artikel/virtual-reality-in-der-betriebl-chen-weiterbildung-hat-vor-und-nachteile.html> - zul. aufgerufen am 07.11.2019.

auf das Display projiziert, was bei manchen Inhalten als störend empfunden werden kann.

Einer der größten Nachteile aller VR-Systeme ist die sogenannte Cybersickness oder auch Motion Sickness genannt. Das Benutzen eines VR-Systems kann bei manchen Personen unerwünschte Nebenwirkungen auslösen, wie zum Beispiel Kopfschmerzen, Übelkeit, Blässe, Ataxie, Schwindel oder Desorientierung. Es ist also davon abzuraten, VR-Systeme für längere Zeit am Stück zu verwenden, ohne Pausen einzulegen. Die Nebenwirkungen wie Schwindel, Desorientierung, Übelkeit und Ataxie können unter dem Syndrom „Seekrankheit“ zusammengefasst werden. Dies tritt zum Beispiel häufig bei Flugsimulatoren auf oder wenn die Benutzerin bzw. der Benutzer sich mit einem VR-System im Raum bewegt. Man hat entdeckt, dass diese Symptome auch dann auftreten, wenn sich die Benutzerin bzw. der Benutzer gar nicht bewegt. Es kommt dabei sehr auf die Anwendung an, die in VR dargestellt wird, aber auch das Sehen von VR-Inhalten kann ausreichen, um Cybersickness hervorzurufen. Diese Symptome klingen bei Pausen auch schnell wieder ab, jedoch bei sensiblen Benutzerinnen bzw. Benutzern kann das erneute Benutzen von VR-Systemen schneller wieder zu Cybersickness führen. Es gibt verschiedene Faktoren, die Cybersickness hervorrufen können, angefangen mit dem Alter und Geschlecht der Benutzerin bzw. des Benutzers bis hin zur Erfahrung mit VR-Systemen. Je größer die Erfahrung mit VR-Systemen wird, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, an Cybersickness zu erkranken. Die Wahrscheinlichkeit, an Cybersickness zu erkranken steigt jedoch, wenn sich die Benutzerin bzw. der Benutzer in VR viel und schnell bewegt, oft den Kopf bewegen muss oder in der realen Welt bei einer Anwendung sitzt, bei der die Benutzerin bzw. der Benutzer sich bewegt. Cybersickness stellt somit eine ernsthafte Barriere für die Benutzerinnen bzw. Benutzer dar. Entwickler von VR-Anwendungen sind bemüht, die Symptome, so gut es geht, zu reduzieren bzw. ganz zu vermeiden. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 67-70)

#### **2.2.4. Anwendungsgebiete für VR**

Wie gegen Ende des Kapitels 2.2.2 ersichtlich, gibt es mittlerweile sehr viele verschiedene VR-Systeme bzw. Unternehmen im VR-Bereich. Die Spieleindustrie

zielt darauf ab, die Benutzerin bzw. den Benutzer mit einer möglichst hohen Immersion in die virtuelle Welt zu ziehen. Im Gegenteil dazu ist bei wissenschaftlichen Anwendungen nicht nur eine hohe Immersion wichtig, sondern man legt in diesen Bereichen eher Wert auf eine hohe Abbildungsqualität, um die zu erforschenden Objekte möglichst detailgetreu darstellen zu können. (Vgl. Dörner et al., 2019, S. 359)

Darüber hinaus ist es im wissenschaftlichen Bereich wichtig, die Möglichkeit beizubehalten, in Teams arbeiten zu können. Aus diesem Grund werden in Forschungseinrichtungen immer mehr die sogenannten „CAVE“-Systeme beliebter. In neueren CAVE-Systemen sind die Bildschirme gekrümmt und eng miteinander verbunden, um eine noch realistischere Darstellung zu erzeugen. Bei den ersten CAVE-Systemen aus dem Jahr 1992 wurden noch Shutter-Brillen getragen, um einen 3D-Effekt zu erzeugen. Die neuen Versionen des CAVE2-Systems benutzen Stereo-LCD-Bildschirme, um einen 3D-Effekt zu erzeugen, ähnlich wie moderne Kinosysteme. Dadurch, dass man komplett von Bildschirmen umgeben ist, ist die Immersion natürlich sehr hoch und die Benutzerinnen und Benutzer können miteinander in der virtuellen Umgebung agieren. (Vgl. Manjrekar et al., 2014, S. 131-136)

Ein CAVE2-System ist in Abbildung 2.20 abgebildet, man erkennt hier ein rundes Design, bestehend aus 80 LCD-Bildschirmen, welche ein 320° großes Sichtfeld bieten. Ergänzt wird das CAVE2-System noch mit einem Surround-Sound-Audio-System und bietet somit Platz für ca. 20 Personen. <sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> **Quelle:** GE Reports, CAVE2 Monash University, 2016, <https://www.ge.com/reports/cave2-monash-unis-virtual-reality-wonderland/> - zul. aufgerufen am 22.10.2019.



Abbildung 2.20 Aufbau einer CAVE2<sup>22</sup>

Weitere Anwendungsgebiete für VR wie Virtuelle Showrooms oder Werbefilme in 360° können auch mit CAVE-Systemen realisiert werden, in der Praxis werden sie jedoch meist online promotet. Selbst soziale Medien wie Facebook bieten in den Apps für Smartphones die Möglichkeit, 360° Videos oder Bilder aufzunehmen und direkt mit Freunden zu teilen.

Bei virtuellen Showrooms handelt es sich nicht um einen in der virtuellen Welt designten Raum, sondern um einen echten Raum, der mithilfe von speziellen 3D-Kameras und 3D-Scans digitalisiert wird. So kann man ein 3D-Modell des Raumes erstellen, was nicht nur sehr detailgetreu ist, sondern auch mit VR-Systemen „begehbar“ wird. <sup>23</sup> Dies ermöglicht eine weitere Anwendung von VR, Virtual Shopping. Mit Virtual Shopping ist es möglich, die virtuellen Showrooms mit Produkten auszustatten bzw. die vorhandenen Produkte mit Tags und Links zu versehen und so einen Shopping Trip zu ermöglichen, ohne dabei das Haus zu verlassen. Man erkennt in Abbildung 2.21 ein Beispiel für Virtual Shopping. Die Produkte wurden mit Tags und Links versehen und die Benutzerin bzw. der Benutzer

---

<sup>22</sup> **Quelle:** Monash University, CAVE2, 2014, <https://www.monash.edu/researchinfrastructure/mivp/access/facilities/cave2> - zul. aufgerufen am 22.10.2019.

<sup>23</sup> **Quelle:** Omnia360, virtual showroom, 2018, <https://omnia360.de/blog/virtual-showroom/> - zul. aufgerufen am 22.10.2019.

kann gezielt darauf schauen oder am PC daraufklicken und erhält in einem Pop-Up-Fenster diverse Informationen zu dem Produkt.<sup>24</sup>

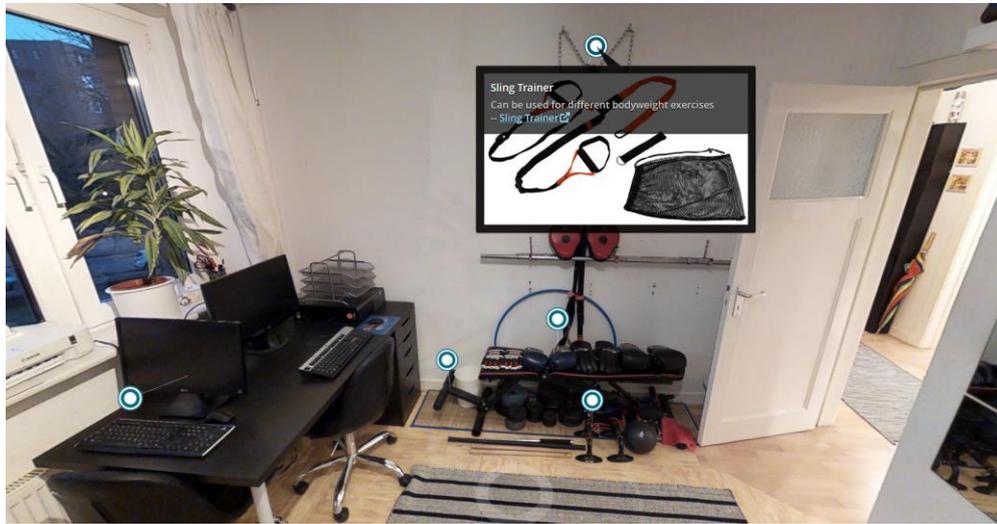


Abbildung 2.21 Virtual Shopping im Virtual Showroom<sup>24</sup>

Werbefilme in VR und 360° werden immer beliebter, sind aber mit sehr viel Aufwand in der Herstellung verbunden. Ein bekanntes Werbevideo in VR und 360° wurde von Glass-Canvas erstellt. Mit über 73 Millionen Aufrufe auf YouTube haben sie eines der erfolgreichsten VR- und 360°-Werbevideos geschaffen.<sup>25</sup>

Die meisten Anwendungen findet man jedoch in der Spieleindustrie. Zwei der meist verkauften VR-Spiele von heute sind „Job Simulator“ und „Beat Saber“.

Bei „Job Simulator“ werden der Benutzerin bzw. dem Benutzer verschiedene Jobs bereitgestellt, die sie oder er zu erledigen hat. Von einer Gourmetchefin bzw. einem Gourmetchef, über eine Büroangestellte bzw. einen Büroangestellten bis hin zur Automechanikerin bzw. zum Automechaniker soll und kann die Benutzerin bzw. der Benutzer alles Mögliche in diesen virtuellen Jobs erledigen.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> **Quelle:** Omnia360, virtual shopping, 2017, <https://omnia360.de/blog/virtual-shopping-die-e-commerce-revolution/> - zul. aufgerufen am 22.10.2019.

<sup>25</sup> **Quelle:** YouTube, Glass-Canvas, 2017, <https://www.youtube.com/watch?v=QKm-SOOMC4c> –zul. aufgerufen am 06.11.2019.

<sup>26</sup> **Quelle:** Job Simulator Game, 2016, <https://jobsimulatorgame.com/> - zul. aufgerufen am 06.11.2019.

„Beat Saber“ ist ein Musikspiel, welches besonders auf Rhythmusgefühl setzt. Der Benutzerin bzw. dem Benutzer kommen kleine virtuelle Boxen entgegengeflogen und diese Boxen müssen mit einer bestimmten Farbe und in einer bestimmten Richtung im richtigen Moment zerschlagen werden. „Beat Saber“ war das erste VR-Spiel, das ein Millionen Mal verkauft wurde.<sup>27</sup>

Google Education hat im Jahr 2017 eine App entwickelt, um VR-Inhalte mit pädagogischem Hintergrund auf das Smartphone zu bringen. Mit der „Google Expeditions“ App hat man die Möglichkeit, mit Schülerinnen und Schülern eine VR-Tour über jedes beliebige Thema zu starten. Die Lehrkraft hat dabei die Wahl, eigene Touren zu kreieren oder eine aus der Mediathek von anderen Nutzerinnen und Nutzern herunterzuladen.<sup>28</sup>

### 2.3. Vergleich und Grenzen von AR und VR

Die markanteste Grenze zwischen AR und VR ist natürlich die Arbeitsweise. AR arbeitet mit der Kamera des Smartphones, um digitale Inhalte auf das Display zu projizieren, wohingegen VR mit einer geeigneten Brille direkt vor die Augen der Benutzerin bzw. des Benutzers die Inhalte projiziert und somit der Benutzerin bzw. dem Benutzer ein Eintauchen in eine komplett virtuelle Welt ermöglicht.

Beide Techniken sind mittlerweile soweit ausgereift, um sie effektiv im Unterricht einsetzen zu können. Dabei sollen diese Techniken den konventionellen Unterricht nicht zur Gänze ersetzen, sondern diesen vorerst bestmöglich unterstützen, jedoch mit dem Potential, ihn durch ausgereifere Unterrichtsbeispiele und -formen früher oder später sogar zu ersetzen.

---

<sup>27</sup> **Quelle:** Beat Saber, 2018, <https://beatsaber.com/> - zul. aufgerufen am 06.11.2019.

<sup>28</sup> **Quelle:** Google Expeditions, EDU Google, 2017, <https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/>, - zul. aufgerufen am 20.01.2020.

### 3. Mixed Reality

Vorausschicken kann man, dass in der Literatur keine einheitliche Definition von Mixed Reality existiert. In dieser Arbeit geht der Autor von der Definition des MR-Kontinuums von Paul Milgram aus.

In diesem Kapitel soll gezeigt werden, was man unter Mixed Reality versteht. Paul Milgrams Publikationen zum Thema dienen als Grundlage für die Begriffserklärung.

Milgram beschreibt Mixed Reality als eine Verschmelzung der realen und der virtuellen Welt und allem, was dazwischen liegt. In Abbildung 2.2, im Kapitel 2.1.2 definiert Milgram ein Kontinuum, das den ständigen Wechsel zwischen realer und virtueller Umgebung darstellen soll. Auf der linken Seite des Kontinuums ist die reale Welt definiert, also alles, was man in der echten/realen Welt sehen und ertasten kann. Auf der rechten Seite des Kontinuums ist die virtuelle Welt definiert, also sämtliche virtuelle Objekte und Inhalte, wie sie bei VR-Systemen vorkommen. (Vgl. Mehler-Bicher und Steiger, 2014, S. 9-12)

Augmented Reality ist weiter links angesiedelt, dies bedeutet, dass bei AR der reale Anteil überwiegt. Augmented Virtuality ist weiter rechts angesiedelt, dies bedeutet, dass bei AV der virtuelle Anteil überwiegt, es aber immer noch reale Objekte bzw. Räume gibt.

Innerhalb dieses Kontinuums bewegt sich Mixed Reality zwischen der realen und der virtuellen Welt hin und her. Dabei kann MR verschiedene Darstellungsmöglichkeiten haben und reale und virtuelle Objekte kombinieren. (Vgl. Mehler-Bicher und Steiger, 2014, S. 9-12) Zum besseren Verständnis führen Dörner et al. (2019) in Abbildung 3.1 zu jeder genannten Realität ein Beispiel an. In der Realität ist das Haus ein reales Objekt und auch die menschliche Hand, hier sieht man noch keinerlei virtuellen Einfluss. Bei AR wird in der Hand ein virtuelles Objekt eingeblendet. Bei der erweiterten VR sind das Haus und das eingefügte Objekt bereits virtuell, lediglich die menschliche Hand ist noch real. Bei der reinen VR ist nun auch die Hand virtuell, somit wird die reale Welt nun komplett verlassen. (Vgl. Milgram und Kishino, 1994, S. 1321-1329)

Realität



Augmentierte Realität



Augmentierte Virtualität



Virtuelle Realität



Abbildung 3.1 Reality-Virtuality-Continuum-Beispiele (Dörner et al., 2019, S. 23)

MR kann somit entweder als AR oder als VR, erweitert mit realen Objekten interpretiert werden. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 902) Laut Milgram lässt sich MR wie folgt erklären: Bei MR werden Objekte der realen und der virtuellen Welt zusammen auf einem Display präsentiert. (Vgl. Milgram und Kishino, 1994, S. 1321-1329)

MR lässt sich also nicht von AR und/oder VR abgrenzen, es vereint beide Techniken. In dieser Arbeit wird MR so definiert, dass jede Anwendung, die sich innerhalb des MR-Kontinuums von Paul Milgram befindet, eine MR-Anwendung darstellt. Zum Beispiel ist eine AR-App, in der virtuelle Inhalte über die reale Welt projiziert werden, genauso eine MR-Anwendung wie ein virtueller Showroom, in dem die reale Welt um virtuelle Inhalte, wie weiterführende Links, erweitert wird. Somit lässt sich im Klassenzimmer eine Vielzahl an möglichen Inhalten durchführen. Einige Beispiele für eine erfolgreiche Anwendung im Klassenzimmer finden sich im Kapitel 5.2.

## 4. Virtual Learning Environments

Um zu verhindern, dass MR-Lerninhalte zu spielerisch werden, kommt es zur Bildung von sogenannten Virtual Learning Environments (VLE). Bei VLEs handelt es sich um virtuelle Lernumgebungen, die sich in verschiedenen Ausprägungen finden lassen. Je nach dem Grad der Immersion bzw. der verwendeten Technik kann man VLEs unterscheiden. VLEs zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht nur Informationen wiedergeben, sondern die Information muss speziell aufbereitet sein und sie sollte einen sozialen Bezug herstellen, um auch die zwischenmenschliche Ebene nicht zu vernachlässigen. Eine Website mit Informationen über ein gewisses Thema ist noch kein VLE, es sollte zumindest die Möglichkeit bestehen, mit anderen über das Thema zu diskutieren, in Foren oder per Chat. Dieses Kapitel behandelt die verschiedenen Ausprägungen, die Dillenbourg et al den VLEs zugeschrieben haben. Sie bezeichnen VLEs unter anderem als gestaltete Informations- und Sozialräume. Darüber hinaus müssen Informationen in Datenbanken gespeichert werden und die Integrität der Informationen bzw. Daten muss zu jedem Zeitpunkt gegeben sein. Eine große Herausforderung für jedes VLE stellt der technische Fortschritt dar. Die Informationen müssen gewartet, strukturiert und mit Meta-Informationen versehen werden, um langfristige Nutzbarkeit zu gewährleisten. Dies führt unweigerlich zu hohen Kosten, die man dahingehend abwägen muss, ob der Betrieb des VLEs noch lohnenswert ist oder nicht. (Vgl. Dillenbourg et al., 2002, S. 3-5)

Als sozialer Aspekt muss, wie vorhin schon erwähnt, ein Informationsaustausch mithilfe von Foren oder Chats stattfinden können. Dadurch kommen die Schülerinnen und Schüler mit gleichen Interessen bzw. gleichem Lernstoff einfacher in Kontakt und das VLE wird somit ein sozialer Raum. (Vgl. Dillenbourg et al., 2002, S. 5) Chats sind dabei aufgrund der einfachen und schnellen Antwortmöglichkeit die meistverwendete Form. Gerade dieser Aspekt führt aber zum Problem, dass sich Schülerinnen und Schüler oft nicht genug Zeit geben, um ihre Antworten zu überdenken oder genau darüber nachzudenken, was sie antworten. Außerdem ist es sehr schwierig, mit einer ganzen Klasse (20-30 Schülerinnen und Schüler) einen gemeinsamen Chat aufzubauen und eine geordnete Diskussion zu führen. Ein weiteres Problem bezüglich der Kommunikation innerhalb eines VLEs ist,

dass Chats, Foren und Co. ein reales Treffen nicht ersetzen können. Schülerinnen und Schüler können den Bezug verlieren, weil ihnen eventuell die Körpersprache, wie Gestik und Mimik der Lehrperson, fehlt. Darüber hinaus kann es vorkommen, dass Schülerinnen und Schüler eine Frage im Chat stellen, die eine etwas längere Antwort verlangt. Man hat als Lehrperson bzw. als Antwortgeberin bzw. Antwortgeber keine Möglichkeit, um zu signalisieren, dass man gerade eine Antwort eintippt und so kann es passieren, dass die Frage erneut gestellt wird, während man gerade die Antwort in den Chat eintippt. Um diesem Problem entgegenzuwirken, haben laut Dillenbourg et al. einige Benutzerinnen und Benutzer kleine Phrasen gebildet, um sich genug Zeit zu verschaffen, wie, „Lass mich dazu antworten...“. (Vgl. Dillenbourg et al., 2002, S. 11-12) Dieses Problem findet sich im Schulalltag jedoch nicht, weil die Schülerinnen und Schüler während des Unterrichts präsent sein müssen. Außerdem findet im Unterricht eine verbale Kommunikation statt und so wird verhindert, dass man, während man eine Frage beantwortet, die gleiche Frage noch einmal gestellt bekommt.

VLEs können verschiedene grafische Oberflächen haben, einige Informationsquellen sind gestaltet als einfacher Text, andere wiederum als aufwändige 3D-Grafik. Laut Dillenbourg sind aufwändig gestaltete 3D-Grafiken motivierender. (Vgl. Dillenbourg et al., 2002, S. 5-6)

Bei einfachen textbasierten VLEs sind Schülerinnen und Schüler oft nicht nur Lernende, sondern werden zu Lehrenden. Sinn und Zweck von textbasierten VLEs ist es oft, dass sich Schülerinnen und Schüler mit einem Thema auseinandersetzen und dazu einen Text verfassen. Somit produzieren auch die Schülerinnen und Schüler Informationen, die dann wiederum von mehreren gelesen werden können. Schülerinnen und Schüler können mithilfe des VLEs Informationen austauschen, Lehrerinnen und Lehrer können Tipps und Empfehlungen geben und das VLE hilft bei der Termineinhaltung bzw. bei der Zeitplanung. Dadurch werden Schülerinnen und Schüler aktiv in das VLE miteinbezogen, sind nicht nur „Konsumenten“ der Informationen, sondern produzieren Informationen selbst, was wiederum von anderen Schülerinnen und Schülern genutzt werden kann. (Vgl. Dillenbourg et al., 2002, S. 6-7)

Dillenbourg et al. stellen in ihrer Arbeit klar, dass sich VLEs nicht nur auf Fernschulungen beziehen, sondern auch den Präsenzunterricht fördern können. Indem man VLEs mit dem Unterricht kombiniert, wird der Präsenzunterricht um ein Vielfaches bereichert. (Vgl. Dillenbourg et al., 2002, S. 7-8)

VLEs stellen mit ihren Hauptmerkmalen eine wichtige Plattform für MR-Inhalte dar. Sie müssen dabei nicht zwingend mit MR-Inhalten arbeiten, aber wenn aufwendige 3D-Inhalte mit AR- und/oder VR-Technik kombiniert werden, können daraus motivierende Anwendungen entstehen. Vielmehr sollen VLEs Schülerinnen und Schüler dazu ermutigen, sich mit wichtigen Informationen zu beschäftigen und ein Anreiz dafür sein, selbst nach Wissen zu suchen und dieses dann miteinander zu teilen.

## **5. Game-Based-Learning**

Wie in Kapitel 2 schon besprochen, ist die Spiele- und Unterhaltungsindustrie eines der größten Anwendungsgebiete für AR und VR bzw. MR. Das Prinzip, im Spiel immer besser zu werden und die Aufgaben im Spiel zu meistern, lässt sich durch Game-Based-Learning auf diverse Bildungsziele übertragen. (Vgl. Le et al., 2013) In den späten 90er Jahren wurden bereits digitale Spiele zur Bildung eingesetzt. Spiele wie „Die Schlaue Bande“ von „The Learning Company“ oder „Harry Hops auf dem Bauernhof“ vom „Tandem Verlag“ waren nicht nur im deutschsprachigen Raum ein großer Erfolg. Diese Spiele waren jedoch noch sehr einfach gehalten und vor allem deshalb so erfolgreich, weil sich zu dieser Zeit der Edutainment-Trend in der Hochphase befand. (Vgl. Le et al., 2013)

Anfang der 2000er Jahre wurde der Begriff Game-Based-Learning immer populärer, oft wird das Wort „Digital“ vorangesetzt, um der Leserin bzw. dem Leser klar zu machen, dass es sich um digitale Videospiele handelt. Um sich von der Unterhaltungsindustrie dennoch abzugrenzen, muss der Einsatz digitaler Spiele in der Bildung mit „ernsten Absichten“ stattfinden. Je leistungsfähiger der PC wurde, desto vermehrt wurde er für digitale Spiele genutzt, und nicht nur auf dem PC fanden digitale Spiele einen Weg in die Kinderzimmer, sondern auch durch Videospielekonsolen. Somit stand dem Game-Based-Learning nichts mehr im

Weg und man erkannte Vorteile in digitalen Lernspielen, wie zum Beispiel Formen von „aktivem, selbstgesteuertem, konstruktivem und situiertem Lernen“. (Vgl. Le et al., 2013)

## **5.1. Einsatz von Game-Based-Learning – von der Spieleindustrie in das Klassenzimmer**

Um sich von der Unterhaltungsindustrie effektiv abzugrenzen, haben Le et al. (2013) eine passende Formulierung für Lernspiele in deren Werk „Game-Based-Learning. Spielend Lernen?“ verfasst. Demnach sind digitale Spiele *„ein regelbasiertes, interaktives Medium, das Spielende „emotional bindet und innerhalb eines von der objektiven Realität abgegrenzten Raums stattfindet“ und dessen „zugrunde liegende Interaktionstechnologie rein digitaler Natur ist.“* (Le et al., 2013 S. 268) Am schwierigsten für (Lern-)Spielehersteller ist es, eine Nachfrage bzw. Bedarf für ihre Spiele zu generieren. Darüber hinaus gilt es, zentrale Unterhaltungsprozesse zu erschaffen, die drei wichtigsten sind laut Le et al. (2013) Selbstwirksamkeitserfahrung, Spannung und Lebens- und Rollenerfahrungen. Bei der Selbstwirksamkeitserfahrung ist es wesentlich, der Spielerin bzw. dem Spieler eine sofortige Reaktion auf seine Eingabe zu geben. Somit bekommt sie bzw. er das Gefühl, das Spiel zu beeinflussen. Durch positive Selbstwirksamkeitserfahrung wird zusätzlich das allgemeine Selbstvertrauen gestärkt. Spannung baut ein Spiel ähnlich auf wie ein guter Film. Man fühlt unweigerlich mit der Figur des Spieles mit und wird guten sowie negativen Dingen gegenübergestellt. Je nachdem, welche Art von Spannung sich auflöst, kann dies entweder positive oder negative Emotionen auslösen. Positive Emotionen sind Erleichterung oder Stolz, negative Emotionen können Frust oder Enttäuschung sein. Lebens- und Rollenerfahrungen können die Spieler erzielen, indem sie in eine Realität eintauchen, die im weitesten Sinne ihre eigene Realität darstellt. Ein essentieller Punkt dieser zentralen Unterhaltungsprozesse ist die Lernfähigkeit der Spielerinnen und Spieler. Lernen findet in Spielen permanent statt, indem die Spielerinnen und Spieler eine Rückmeldung auf ihr Verhalten bekommen und dementsprechend darauf reagieren. Wie die Spielerinnen und Spieler reagieren, hängt davon ab, ob die Eingabe das gewünschte Ergebnis geliefert hat oder nicht. Wenn ja, dann

fühlen sich die Spielerinnen und Spieler bestätigt und die Motivation steigt. Falls die Eingabe nicht das gewünschte Ergebnis liefert, können zwei Zustände eintreten. Entweder es wird nach mehrfachen falschen Eingaben eine individuelle Frustgrenze erreicht und die Spielerinnen und Spieler verlassen das Spiel oder die Spielerinnen und Spieler versuchen immer wieder mit anderen Eingaben das Problem zu lösen, dies wird auch Versuch-und-Irrtum-Prinzip genannt. Um dies zu verhindern, sollte im Idealfall eine perfekte Balance zwischen Herausforderung und Erfolg bestehen. Die Spielerinnen und Spieler lernen in digitalen Spielen meist implizit, durch unbewusste Aneignung von Fertigkeiten während des Spieles und mit intrinsischer Motivation. Die dabei entstehende hohe Immersion ist sehr wichtig, um digitale Spiele mit Lerninhalten zu verknüpfen. Sind die Spielerinnen und Spieler jedoch mit einem Problem konfrontiert, was für sie trotz Versuch-und-Irrtum-Prinzip nicht lösbar ist, sind sie gezwungen, in der Realität nach Lösungen zu suchen. Passiert dies zu oft, besteht die Gefahr, dass die Spielenden schnell das Interesse verlieren. Potenzial sehen Le et al. in der Förderung von Lernprozessen wie aktivem, konstruktivem und selbstgesteuertem Lernen. (Vgl. Le et al., 2013)

Die Anwendung von Game-Based-Learning beschränkt sich nicht nur auf das Verstehen und Speichern von Informationen, sondern fördert auch generische und metakognitive Fertigkeiten der Spielenden. Jedoch sieht sich Game-Based-Learning mit Herausforderungen konfrontiert, wie zum Beispiel mit dem Fakt, dass die digitalen Lernspiele genauso aufbereitet werden sollten wie Unterhaltungsspiele, diese aber mit den gewünschten Lerninhalten gefüllt sein sollen. Was wiederum eine große Herausforderung für die Spieldesignerinnen und Spieldesigner darstellt, denn in den meisten Fällen reicht es nicht aus, in Spielen die Lerninhalte zu platzieren, sondern die Inhalte müssen sinnvoll und vernetzt mit der Mechanik des Spieles eingesetzt werden. Außerdem ist eine Lernprozessbegleiterin bzw. ein Lernprozessbegleiter nahezu unverzichtbar, um einen positiven Lerneffekt zu erzielen. (Vgl. Le et al., 2013)

Idealerweise besitzen die meisten Schülerinnen und Schüler heutzutage schon ein Smartphone, somit ist es noch einfacher, diverse Lehr- und Lernspiele bzw. Lehr- und Lernapps in den Unterricht einzubauen. Viele neuere Smartphones

stehen der Rechenleistung eines PCs in nichts nach und so können auch aufwendigere 3D-Inhalte mobil und überall konsumiert werden.

## 5.2. Beispiele für Game-Based-Learning

### 5.2.1. „The Magicbook“

„The Magicbook“ wurde von Mark Billinghurst, Hirokazu Kato und Ivan Poupyrev im Jahr 2001 mit dem Ziel entwickelt, sowohl AR- als auch VR-Erlebnisse in einer Gruppe zu ermöglichen. Dafür werden lediglich drei Dinge benötigt, ein Computer, ein HMD oder ein „Handheld“-Display und ein Buch. (vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 906) Bei einem „Handheld“-Display handelt es sich um eine Art „see-through“-Display, das man nicht auf dem Kopf trägt, sondern mit einer Hand vor sein Gesicht hält, um die virtuellen Inhalte wahrzunehmen. Das Buch spielt dabei die zentrale Rolle. Es kann als normales Buch wahrgenommen und gelesen werden, ohne irgendwelchen technischen Hilfsmitteln. Mit einem „see-through“-Display können dann zusätzlich AR-Inhalte auf den Seiten des Buchs wahrgenommen werden. Zusätzlich ist es möglich, die virtuellen Inhalte als immersives, virtuelles Erlebnis zu betrachten und man fühlt sich, als stünde man auf der Seite des Buches direkt neben den virtuellen Inhalten bzw. direkt darin. (Vgl. Billinghurst et al., 2001, S. 3)

Dies hat den Vorteil, dass man sich besser auf eine Szene konzentrieren kann und mehr Informationen darüber erhält. „The Magicbook“ ist durch die drei verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten ideal für eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern geeignet. Sie können gemeinsam lesen, entdecken und sich gegenseitig beim Lernen unterstützen, indem sie sich bei den virtuellen Inhalten als Avatare wahrnehmen. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 906)

Um die virtuellen Inhalte korrekt einblenden zu lassen, werden auf den Seiten des Buchs Markierungen gesetzt und diese dann von dem HMDs bzw. den „Handheld“-Displays registriert und das virtuelle Objekt wird schließlich darauf projiziert (vgl. Billinghurst et al., 2001, S. 6).

Billinghurst et al. beschreibt außerdem, dass, sobald sich eine Schülerin bzw. ein Schüler eine Szene in VR ansieht, die anderen Betrachterinnen und Betrachter sie bzw. ihn als Avatar in AR sehen können und umgekehrt. Somit kann man, egal ob man sich im VR- oder AR-Modus befindet, immer sehen, wo der Fokus der Betrachterinnen und der Betrachter liegt. (Vgl. Billinghurst et al., 2001, S. 4)

### **5.2.2. „Studierstube“**

„Studierstube“ wurde dafür entwickelt, um AR-Inhalte für mehrere Personen gleichzeitig erlebbar zu machen. Ähnlich wie bei „The Magicbook“ werden auch hier „see-through“-HMDs verwendet, um virtuelle Inhalte zu sehen. Allerdings sind diese virtuellen Inhalte nur AR-Inhalte und nicht VR. Die AR-Inhalte werden mithilfe des HMDs für jede Benutzerin bzw. jeden Benutzer individuell angezeigt, somit kann jede und jeder für sich seinen Blickwinkel auf den virtuellen Inhalt wählen. Um die AR-Inhalte zu steuern und um mit anderen zu interagieren, wird ein sogenanntes „Personal Interaction Panel“, kurz PIP, verwendet. Das PIP ist eine Art Tafel mit Eingabestift, dieser Stift wiederum ist mit einem PC verbunden, um die Bewegungen aufzuzeichnen. Auf der Tafel werden über das HMD die nötigen virtuellen Inhalte eingeblendet. In Abbildung 5.1 sieht man das PIP mit dem Eingabestift auf der linken Seite. Rechts wird das PIP mit den virtuellen Inhalten des HMDs dargestellt. (Vgl. Schmalstieg et al., 2002, S. 2-3)

Das PIP kann auch einzeln verwendet werden. Dies hat den Vorteil, dass, wenn jede Benutzerin bzw. Benutzer ein PIP erhält, entweder mehrere Personen gleichzeitig an einem Problem arbeiten können oder jede bzw. jeder für sich an einem eigenen Projekt. (Vgl. Schmalstieg et al., 2002, S. 5)

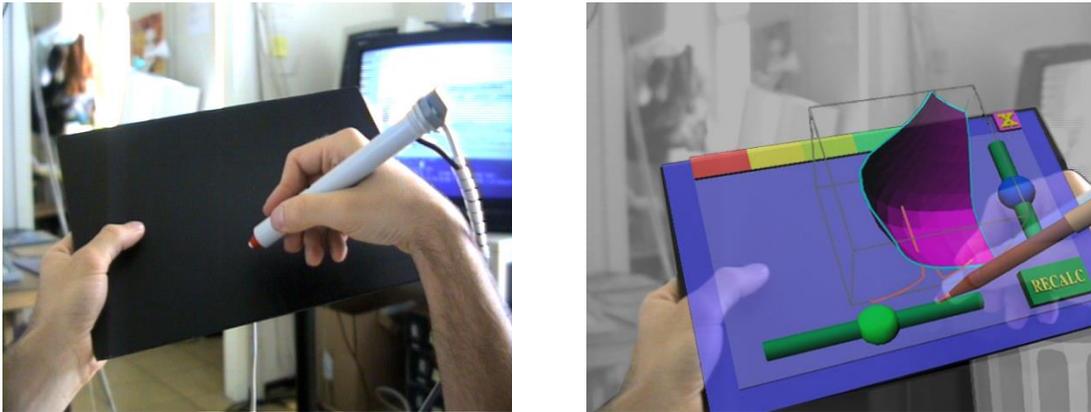


Abbildung 5.1 PIP, um virtuelle Inhalte in „Studierstube“ zu steuern<sup>29</sup>

### 5.2.3. „WWF Free Rivers“

Bei der App „WWF Free Rivers“ handelt es sich um eine AR-App für Smartphones und Tablets. Der WWF versucht hier, eine Flusslandschaft darzustellen und zu zeigen, wie sich diese von der Quelle des Flusses bis zum Meer verändern kann, wenn der Mensch oder die Natur eingreifen. Dafür wird mithilfe von AR-Technik die Flusslandschaft auf das Display des Smartphones bzw. Tablets projiziert und diese lässt sich dann von verschiedenen Blickwinkeln aus betrachten und manipulieren. Mithilfe des Smartphones oder Tablets kann man die gesamte Flusslandschaft durch Bewegung genau betrachten. Die App leitet die Benutzerin bzw. den Benutzer durch eine Art Geschichte und gibt dabei Informationen zu besonderen Punkten aus. Diese Geschichte ist vordefiniert und lässt sich nicht verändern oder umgehen. Die Benutzerinnen und Benutzer werden also durch verschiedene Punkte geführt und sollen mit diesen interagieren. Zum Beispiel wird gezeigt, was passiert, wenn man einen Damm an einer falschen Stelle errichtet und wie sich dies auf Menschen, Tiere und Natur auswirkt.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> **Quelle:** Technische Universität Wien: Institut für Computergraphik und Algorithmen, Abteilung für Computergraphik, 1997, <https://www.cg.tuwien.ac.at/research/vr/pip/>, - zul. aufgerufen am 10.03.2020.

<sup>30</sup> **Quelle:** iPad@School, 2018, <http://ipadatschool.de/index.php/apps-nach-faechern-s/erdkunde-s/8594-wwf-free-rivers>, - zul. aufgerufen am 10.03.2020.



Abbildung 5.2 „WWF Free Rivers“-Flusslandschaft auf Tablet und Smartphone<sup>31</sup>

#### 5.2.4. „Google Expeditions“

Mit „Google Expeditions“ ist es Lehrenden, aber auch Lernenden möglich, eine VR-oder AR-Tour zu planen, zu gestalten und durchzuführen. Mit der App können aber auch Touren von anderen angesehen und erlebt werden. Die Erstellung einer solchen Tour kann ganz einfach sein, aber auch sehr aufwendig, je nachdem, welchen Lehr- bzw. Lerninhalt man den Lernenden näherbringen oder wie eindrucksvoll man eine Tour gestalten möchte. Dies wird mithilfe des Google Tour Creators realisiert.<sup>32</sup> Hier können VR-Touren mithilfe von 360°-Aufnahmen relativ einfach erstellt werden oder man verwendet selbsterstellte 3D-Modelle.

In den meisten Fällen wird der Google Streetview-Dienst verwendet, die 360°-Aufnahmen von Google selbst oder den unzähligen Google-Benutzerinnen und -Benutzern.<sup>33</sup> Wenn man dann eine geeignete 360°-Aufnahme gefunden hat, benötigt man nur noch einen Titel und eine Beschreibung für die Szene. Um zu

---

<sup>31</sup> **Quelle:** WWF: Free Rivers AR App, 2018, <https://www.worldwildlife.org/pages/explore-wwf-free-rivers-a-new-augmented-reality-app> - zul. aufgerufen am 10.03.2020.

<sup>32</sup> **Quelle:** Google: Tour Creator, 2018, <https://arvr.google.com/tourcreator/>, - zul. aufgerufen am 10.03.2020.

<sup>33</sup> **Quelle:** Google Expeditions, EDU Google, 2017, <https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/>, - zul. aufgerufen am 20.01.2020.

gewährleisten, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich auf das wesentliche konzentrieren, kann man noch einen sogenannten „Point-of-interest“ hinzufügen, damit diejenige bzw. derjenige, die bzw. der die Tour durchführt, später beim Präsentieren auf diesen Punkt verweisen kann. Der sogenannte Guide führt die Tour an und bekommt in diesem speziellen Guide-Modus eine andere Ansicht auf die Tour wie die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Der Guide sieht die verschiedenen Szenen der Tour und die dafür hinterlegten Informationen in schriftlicher Form, während die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich die AR- oder die VR-Tour erstmals nur ansehen können und sich in der Welt umsehen, letzteres im Idealfall mit einer VR-Brille (siehe z.B. Abbildung 2.18). Der Guide beginnt die Tour und sieht auf seinem Smartphone genau die Blickrichtung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, kann dann auf einen bestimmten Punkt verweisen oder in der Szene Markierungen setzen, die wichtig sind. Die Möglichkeiten im Bildungsbereich sind sehr vielfältig. Wenn man keine VR-Tour mit den Schülerinnen und Schülern machen möchte bzw. kann, etwa aufgrund von Motion Sickness einiger Schülerinnen und Schüler, dann gestaltet man eine AR-Tour. Dies funktioniert aber etwas umständlicher, denn „Google Expeditions“ und der dazugehörige Tour Creator bieten noch keine Möglichkeit an AR-Touren zu gestalten, stattdessen muss man über Googles Poly eine AR-Tour gestalten und diese dann in „Google Expeditions“ laden.<sup>34</sup>

### **5.3. Virtual-Reality-Based-Learning**

Alle genannten Beispiele haben einen MR-Anteil. Das Integrieren eines dieser Beispiele in den Unterricht resultiert in einer ganz neuen Form des Lernens. Man spricht hier vom Virtual-Reality-Based-Learning, ein Begriff, der in der Literatur noch nicht weit verbreitet ist, im Gegensatz zum Terminus des Game-Based-Learnings. Man kann Virtual-Reality-Based-Learning als Sonderform des Game-Based-Learnings verstehen. Denn es bestehen sehr viele Parallelen zwischen

---

<sup>34</sup> **Quelle:** Google Poly, 2017, <https://poly.google.com/>, - zul. aufgerufen am 20.01.2020.

diesen beiden Lernformen. Die MR-Anwendungen sollen nicht nur der Unterhaltung dienen, sondern in erster Linie sollen diese Anwendungen unterrichtsrelevante Informationen enthalten und die Neugier der Schülerinnen und Schüler auf den Lernstoff erhöhen. Durch MR-Anwendungen und Virtual-Reality-Based-Learning kann sich die Motivation der Schülerinnen und Schüler erhöhen, ein bestimmtes Thema oder eine bestimmte Unterrichtssequenz erfolgreich zu bearbeiten bzw. zu absolvieren. In den meisten Schulen kommen Virtual-Reality-Based-Learning und MR-Anwendungen noch nicht zum Einsatz, somit sind diese Lernform und diese Anwendungen für die meisten Schülerinnen und Schüler noch neu und es hat sich gezeigt (siehe Kapitel 7), dass sie einer neuen Lehrmethode oftmals mit großem Enthusiasmus gegenüberstehen. Diese große Motivation kann und sollte man nutzen, um den Schülerinnen und Schülern ein Thema schmackhaft zu machen. Im Idealfall werden die Schülerinnen und Schüler durch MR-Anwendungen so positiv bestätigt, dass der Lerneffekt nicht aktiv wahrgenommen wird, aber im Hintergrund lernen die Schülerinnen und Schüler alles Nötige, was von der Lehrkraft gewünscht ist.

Jedoch beschränkt sich das Virtual-Reality-Based-Learning lediglich auf MR-Anwendungen, die zum Lernen verwendet werden können. Die genannten Beispiele in Kapitel 5.2 dienen lediglich der Orientierung, es gibt im Jahre 2020 bereits viel mehr Anwendungen die zum Lernen und Lehren in MR eingesetzt werden können. Digitale Spiele sind dabei das Kernelement, ähnlich wie beim Game-Based-Learning. Vom Virtual-Reality-Based-Learning abzugrenzen sind jedoch digitale Spiele, welche sich nicht innerhalb des MR-Kontinuums befinden.

Durch einen hohen Grad an Immersion in VR entstehen noch mehr Vorteile gegenüber dem Game-Based-Learning. Schülerinnen und Schüler sitzen nicht nur vor einem Bildschirm und sehen 3D-Objekte, sondern befinden sich im Idealfall auf oder neben den relevanten 3D-Objekten, können mit ihnen interagieren, manipulieren und Neues erschaffen. Die Interaktionsmöglichkeiten sind dabei natürlich stark von der gewählten MR-Anwendung abhängig.

## **6. Aufbau der Studie**

Nachfolgend werden sämtliche Überlegungen und Vorbereitungen zum Unterrichtsversuch festgehalten. Die vorgestellten Beispiele für Game-Based-Learning werden anhand eines Clusters analysiert und auf ein durchführbares Beispiel reduziert.

### **6.1. Vorbereitungsphase**

Die Vorbereitungsphase durchlief einige Phasen. Zu Beginn der Studie stellte sich die Frage, wie MR-Inhalte so aufbereitet werden können, dass diese ideal in den Unterricht zu integrieren sind. Durch längere Recherchen kristallisierten sich die in Kapitel 5.2 genannten Beispiele heraus. Danach galt es, die Beispiele zu analysieren und zu testen, ob und wie man sie für den Unterricht einsetzen kann. Durch die mangelnde Möglichkeit, „The Magicbook“ und „Studierstube“ persönlich zu testen, wurden diese Beispiele mithilfe des Internets genau recherchiert, um möglichst viele Eindrücke davon zu generieren. Dadurch, dass es sich bei „WWF Free Rivers“ und „Google Expeditions“ um Smartphone-Apps handelt, konnten diese persönlich getestet werden. Mit beiden Apps wurden verschiedene kleinere Unterrichtsversuche durchgeführt und Ideen gesammelt, mit welchen Unterrichtsfächern sie sich kombinieren lassen. Die gesammelten Ideen befinden sich in Tabelle 6-1 in der Spalte „Potenzielles Unterrichtsfach“.

Schnell wurde klar, dass „Google Expeditions“ sehr viele Bereiche abdeckt. Um die Beispiele genauer zu analysieren und um zu sehen, welche dieser Beispiele für den Unterrichtsversuch, aber auch für einen guten MR-Unterricht geeignet sind, wurde eine Clusteranalyse durchgeführt, um die Beispiele auf eines zu reduzieren.

### **6.2. Cluster**

In diesem Kapitel wird ein Cluster mit den vier besprochenen Beispielen für Game-Based-Learning aufgezeigt und diese werden nach den Clusterkriterien von Kommetter und Ebner analysiert (vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 907).

Table 6-1 Cluster der verschiedenen MR-Anwendungen für einen MR-Unterricht (in Anlehnung an Kommetter und Ebner, 2019, S. 907)

Name	Typ	Ort der Verwendung	Potenzielles Unterrichtsfach	Sozialform	Betreuung
„The Magicbook“	AR/VR	Schule	Sprachen, Geschichte, Informatik, Geographie	Gruppe, Partner/in	Lehrkraft kann als Guide die Schülerinnen und Schüler anleiten oder sie selbst erkunden lassen und Aufgaben dazu stellen
„Studierstube“	AR	Schule	Informatik, Geographie, Physik	Partner/in, alleine	Lehrkraft kann mithilfe des PIP Anweisungen bzw. Informationen geben und so die Schülerinnen und Schüler leiten
„WWF Free Rivers“	AR	Schule & zuhause	Geographie, Physik	Gruppe, alleine	Hauptinformationen kommen von der App, Lehrkraft ergänzt diese durch eigene Informationen bzw. Inhalte
Google Expeditions	AR/VR	Schule & zuhause	Geographie, Geschichte, Biologie, Physik, Wirtschaft uvm.	Gruppe, Partner/in, alleine	Lehrkraft gibt Schritte vor, Schülerinnen und Schüler erstellen Touren und präsentieren diese

Im Idealfall findet sich ein Beispiel, womit man alle Schülerinnen und Schüler gleichzeitig an einer Unterrichtsmethode teilhaben lassen kann, welche sich innerhalb des MR-Kontinuums befindet.

„The Magicbook“ bringt einige Vorteile, beispielsweise unterstützt es sowohl AR- als auch VR-Inhalte und kann für mehrere Unterrichtsfächer verwendet werden. Die Sozialform bei „The Magicbook“ zielt klar auf eine Gruppenarbeit ab. Darüber hinaus hat man die Möglichkeit als Lehrkraft, immer zu sehen, worauf sich die Schülerinnen und Schüler gerade konzentrieren und kann diesen Fokus gezielt steuern. Jedoch lässt sich „The Magicbook“ nicht so einfach in einen Unterricht einbauen bzw. müsste man den Informatikunterricht dafür verwenden und mehrere Stunden in die Erstellung des Buches für „The Magicbook“ investieren. Ein weiterer Nachteil ist, dass das erstellte Buch dann nur für eine Unterrichtssequenz verwendet werden kann. Der größte Nachteil für den Einsatz in einer Schule sind die Anschaffungskosten der HMDs. Dann stellt sich die Frage, wer diese HMDs wann verwenden darf und ab welcher Schulstufe der Einsatz sinnvoll ist. Somit fällt „The Magicbook“ aus dem Cluster, da die Defizite überwiegen.

Die „Studierstube“ bietet einige potenzielle Vorteile für den Schulalltag, wie zum Beispiel, dass Schülerinnen und Schüler mithilfe des PIPs und HMDs gemeinsam an einem virtuellen Problem bzw. an einer Aufgabenstellung arbeiten können und sich dabei noch gegenseitig wahrnehmen. Jedoch treten hier, ähnlich wie bei „The Magicbook“, gravierende Nachteile auf. Jede Schülerin und jeder Schüler sollte über ein HMD verfügen und pro Gruppe wird mind. ein PIP benötigt. Außerdem müsste man viel Zeit investieren, um Aufgaben und virtuelle Inhalte für das gewünschte Unterrichtsfach zu erstellen. Darüber hinaus ist es wieder eine Kostenfrage für die Schule und wird höchstwahrscheinlich auch daran scheitern. Deswegen fällt auch „Studierstube“ aus dem Cluster.

Die Technik von „The Magicbook“ und „Studierstube“ ist noch nicht soweit, dass man sie effektiv in den Unterricht einbauen könnte. Allerdings verspricht die Technik gute Zukunftsaussichten hinsichtlich dessen, wie sich der Unterricht verändern könnte.

Die AR-App von „WWF Free Rivers“ bietet den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, eine Flusslandschaft zu erkunden. Der Vorteil dieser App ist, dass die meisten Schülerinnen und Schüler bereits über ein Smartphone verfügen und die App kann kostenlos sowohl auf Android als auch auf iOS heruntergeladen werden. Anschließend hat man die Möglichkeit, diese App etwa in den Unterrichtsfächern Geographie, Physik oder Biologie einfließen zu lassen. Auch der soziale Aspekt kommt dabei nicht zu kurz, denn wenn die App auf einem Gerät verwendet wird, können sich mehrere Schülerinnen und Schüler daran beteiligen, bekommen die virtuellen Informationen angezeigt und können miteinander oder abwechselnd auf die Inhalte reagieren. Ein Nachteil sind jedoch die mangelnden Einsatzmöglichkeiten in anderen Unterrichtsfächern. Zwar lässt sich die App für eine Unterrichtssequenz verwenden, jedoch ist es wenig sinnvoll, sie mehrmals einzusetzen, da sich die Inhalte wiederholen und nicht ergänzt bzw. erweitert werden können. Durch die mangelnden Einsatzmöglichkeiten fällt auch die „WWF Free Rivers“-App aus dem Cluster.

Mit „Google Expeditions“ ist es möglich, mit dem Smartphone sowohl AR- als auch VR-Inhalte zu erleben und zu präsentieren. Die „Google Expeditions“-App

bietet sämtliche Vorteile der „WWF Free Rivers“-App. Sie kann kostenlos auf Android und iOS heruntergeladen werden, bietet sämtliche Sozialformen an, man kann die Inhalte alleine oder in der Gruppe erleben und im Gegensatz zur „WWF Free Rivers“-App sind die Einsatzmöglichkeiten enorm vielfältig. Man hat die Möglichkeit, mithilfe des Google Tour Creators eigene Touren zu erstellen und Touren von anderen Benutzerinnen und Benutzern zu übernehmen, zu erweitern oder zu übersetzen. Der Zeitaufwand bei der Erstellung hängt ganz von der geplanten Unterrichtssequenz ab, in der Regel braucht man dafür aber nicht mehr als ein paar Stunden. Die Kosten halten sich ebenfalls in Grenzen, denn nahezu jede Schülerin und jeder Schüler besitzt ein Smartphone. Wenn man VR-Inhalte mit den Schülerinnen und Schülern geplant hat, fallen Kosten für VR-Brillen an. Diese können jedoch sehr gering gehalten werden, indem man auf die „Google Cardboards“ ausweicht, siehe hierfür eine Kostenaufstellung in Kapitel 7.2.8.

Somit ergibt sich, dass die App „Google Expeditions“ am besten für den Einsatz im Unterricht geeignet ist und diese App auch im Unterrichtsversuch verwendet wird. Dafür wird nun ein VR-Unterricht geplant, durchgeführt und verbessert. Die Ergebnisse werden im Kapitel 7 festgehalten.

### **6.3. Vorabstudie**

Um die ausgewählte App „Google Expeditions“ vor dem tatsächlichen Unterrichtsversuch zu testen, wurde ein Experiment mit einer Gruppe von fünf Personen durchgeführt. Dies hatte den Sinn, sich mit der Technik vertraut zu machen, etwaige Probleme im Vorfeld zu eruieren und herauszufinden, ob die Technik den gewünschten Effekt erzielt.

Zuvor wurde eine Tour mit den „Wahrzeichen Österreichs“ erstellt und diese mit der Testgruppe durchgeführt. Dabei traten schon einige kleinere Probleme auf, wie zum Beispiel, dass für Brillenträgerinnen und Brillenträger die verwendeten „Google Cardboards“ nicht ideal sind und dass die verwendeten Bilder teilweise unscharf bzw. Details schlecht sichtbar waren. Bei einer Testperson war das Problem, dass das Smartphone nicht über die nötige Bewegungssteuerung verfügte, um VR-Inhalte wiederzugeben.

Durch das Experiment wurde die durchgeführte Tour anhand der Kritik verbessert und für den Unterrichtsversuch vorbereitet. Darüber hinaus wurden wichtige Erkenntnisse über den Guide-Modus der „Google Expeditions“-App gewonnen die optimal in die Unterrichtsplanung aufgenommen werden konnten.

## **7. Praxisteil**

### **7.1. Mixed Reality im Unterricht**

Um die Forschungsfrage „Ist fächerübergreifender Unterricht mit MR-Inhalten durchführbar?“ zu eruieren, soll ein Unterrichtsversuch in einer AHS-Oberstufe durchgeführt werden. Zuerst gilt es noch, den Einsatz von MR-Inhalten zu rechtfertigen und festlegen, welche Vorteile diese für die Schülerinnen und Schüler im Unterricht haben können.

#### **7.1.1. Was rechtfertigt den Einsatz von Mixed Reality im Unterricht?**

Der Einsatz von Mixed Reality in der Schule muss einen pädagogischen Mehrwert haben, ansonsten wäre es nur eine Spielerei, die die Schülerinnen und Schüler sogar vom Lerninhalt ablenken könnte. Dafür kommt das im Kapitel 5 besprochene Game-Based-Learning zum Einsatz. Dadurch wird die Technik von Mixed Reality und alles, was dazugehört, mit den Anforderungen der Schule in Einklang gebracht. Mixed Reality kann somit als Ergänzung zum herkömmlichen Unterricht ideal eingesetzt werden. Die Betonung liegt hierbei auf „Ergänzung“, denn mit Mixed Reality können noch nicht alle Inhalte des Lehrplans von sämtlichen Schulfächern umgesetzt werden. Nichtsdestotrotz ist Mixed Reality eine Bereicherung für den klassischen Unterricht, um einige Dinge aus einer anderen Perspektive zu sehen.

Mixed Reality kann den Unterricht nicht nur modernisieren, sondern bringt auch etliche weitere Vorteile. Mit Mixed Reality kann man sehr viel Aufmerksamkeit generieren und bringt Abwechslung in den Unterricht. (Vgl. Yusoff et al., 2010, S. 1766)

Laut der Studie von Yusoff et al. sind folgende Punkte Vorteile von Mixed Reality im Unterricht:

- *„Erregt die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler*
- *Konstruktivistische Lernumgebung*
- *Sensomotorisches Feedback*
- *Authentisches lernen*
- *Realistische Modelle“*

(Yusoff et al., 2010, S. 1767)

Dazu, dass MR Aufmerksamkeit erregt, muss nicht mehr viel gesagt werden. Im Unterricht ist es eine Abwechslung zum klassischen Frontalunterricht bzw. auch zum offenen Unterricht. Eine neue Technik, die verwendet wird, ist, in den meisten Fällen, immer interessant.

Der Leitgedanke einer konstruktivistischen Lernumgebung ist, dass die Schülerinnen und Schüler aufgrund von Sinneseindrücken ihr Wissen selbst konstruieren. Durch den Einsatz von Mixed Reality im Unterricht kann man Schülerinnen und Schüler noch besser in ihrem jeweiligen Lernprozess unterstützen. Dadurch, dass Mixed Reality eine Interaktion des Lerninhaltes ermöglicht, bekommen Schülerinnen und Schüler direktes sensomotorisches Feedback. Durch die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Mixed Reality ist es den Schülerinnen und Schülern gestattet, räumliches Empfinden sowie die Sensomotorik zu verbessern, indem sie mittels Virtual Reality mit der digitalen Welt interagieren können. (Vgl. Yusoff et al., 2010, S. 1767)

Zu authentischem Lernen gibt es in der Literatur keine genaue Definition. Im Allgemeinen wird aber davon ausgegangen, dass die Lernsituation reale Probleme widerspiegeln soll. Weiters es geht darum, wie man diese Probleme mit dem zu lernenden Wissen optimal lösen kann. Yusoff et al. sehen den Vorteil, dass Mixed Reality die reale Welt mit digitalen, zu lernenden Inhalten überlagern kann und somit das Lernen in räumlichen Situationen bereichert (vgl. Yusoff et al., 2010, S. 1767).

Realistische Modelle kommen vor allem bei Augmented-Reality-Inhalten zum Einsatz. Schülerinnen und Schüler können sich den Lerninhalt mit aufwendigen 3D-Inhalten besser vorstellen als mit 2D-Grafiken aus dem Schulbuch bzw. über textbasierte Inhalte (vgl. Yusoff et al., 2010, S. 1767).

Um all diese Vorteile zusammenzubringen, muss es eine Lehrkraft geben, welche die Schülerinnen und Schüler bei der Ausführung überwacht und leitet. Diese Lehrkraft kann aber in verschiedenen Formen auftreten, entweder präsent als Lehrerin bzw. Lehrer im Unterricht oder auch als virtueller Guide der Mixed-Reality-Anwendung. (Vgl. Kommetter und Ebner, 2019, S. 907)

### **7.1.2. Vorteile für Schülerinnen und Schüler**

Durch den Einsatz von Mixed Reality im Unterricht ergeben sich für Schülerinnen und Schüler viele Vorteile. Eimler, Arntz und Keßler von der Hochschule Ruhr West in Bottrop definieren folgende Punkte als Vorteile, die in diesem Abschnitt näher analysiert werden. Klar im Zentrum stehen Motivation und Fokus, diese beiden Vorteile werden durch den Einsatz von Mixed Reality verstärkt. Durch den Einsatz neuer Technik mittels Augmented Reality oder Virtual Reality erleben Schülerinnen und Schüler eine Abwechslung zum konventionellen Unterricht. Darüber hinaus werden bei Verwendung von Virtual-Reality-Inhalten Ablenkungen vermindert, weil sich die bzw. der Lernende mit möglichst hoher Immersion in der virtuellen Welt befindet. Und daher sind die Einsatzmöglichkeiten von Mixed Reality sehr vielfältig. Lehraufgaben können flexibel an die vorhandenen Inhalte, Apps und Programme angepasst werden und umgekehrt. Außerdem sind diese Inhalte orts- und zeitunabhängig und können dadurch auch von den Schülerinnen und Schülern zuhause eingesetzt werden.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> **Quelle:** Hochschulforum Digitalisierung, Virtual und Augmented Reality in der Lehre – Ein Gastbeitrag von Sabrina Eimler, Alexander Arntz und Dustin Keßler, 2019, <https://hochschulforumdigitalisierung.de/de/blog/virtual-und-augmented-reality-in-der-lehre>, - zul. aufgerufen am 23.01.2020.

Im Unterricht haben die Schülerinnen und Schüler durch den Einsatz von Mixed Reality außerdem die Möglichkeit, ihre Teamfähigkeit zu verbessern. Je nachdem, welche Technik und Methode bzw. welches Programm oder welche App zum Einsatz kommt, müssen die Schülerinnen und Schüler meist zusammenarbeiten oder befinden sich in der gleichen virtuellen Welt. Bei „Google Expeditions“ (siehe Kapitel 5.2.4) zum Beispiel werden die Schülerinnen und Schüler gemeinsam durch die gleiche virtuelle Umgebung geleitet oder bei „The Magicbook“ (siehe Kapitel 5.2.1) können die Schülerinnen und Schüler dasselbe Buch mit denselben virtuellen Inhalten gemeinsam erleben.

### 7.1.3. Fernschulung

Wie im vorherigen Abschnitt bereits erwähnt, eignet sich Mixed Reality auch für zuhause, das bedeutet man könnte durch diese Technik auch Lernende auf der ganzen Welt erreichen. Durch die Mixed-Reality-Technik wird somit nicht nur der Unterricht revolutioniert, sondern es könnte auch dazu kommen, dass sich die Fernschulung verändert.

Derzeit befindet sich die Fernschulung in einer Situation, in der Lernende Informationen und Wissen hauptsächlich über diverse Learning Management Systems (kurz LMS) und sogenannte MOOCs generieren. MOOC steht für Massive Open Online Course und findet sich in Österreich zurzeit nur auf der iMOOX-Plattform, gegründet von der Karl-Franzens-Universität Graz und der Technischen Universität Graz. Hier werden Lernvideos und ganze Kurse zu den verschiedensten Themen erstellt und sind kostenlos zugänglich. Darüber hinaus können diese Kurse und Lernvideos auch für den Schulalltag verwendet werden, weil alles auf iMOOX frei weiter- und wiederverwendbar ist<sup>36</sup>.

Eine neue Herangehensweise für die Fernschulung in Kombination mit Mixed Reality ist der Einsatz von Smartglasses. Die Arbeit von Spitzer et al. befasst sich

---

<sup>36</sup> **Quelle:** Technische Universität Graz, iMOOX.at, 2020, <https://imoox.at/mooc/theme/imoox/views/about.php>, - zul. Aufgerufen am 24.01.2020.

mit Fernschulung mithilfe von Smartglasses. Hierfür haben sie auf Basis von Android ein eigenes Programm für eine Smartglass-Brille entwickelt und für die Lehrkraft wurde eine webbasierende Oberfläche kreiert. Die Lehrkraft kann somit im Webbrowser das Videobild der Smartglass-Brille sehen und weitere Anweisungen geben sowie weitere Informationen einblenden lassen. (Vgl. Spitzer et al., 2018, S. 3)

Dadurch hat man den Vorteil gegenüber MOOCs, dass man direkt mit der bzw. dem Lehrenden kommunizieren kann und dies nicht über ein Forum abwickeln muss. Somit können Schülerinnen und Schüler, ähnlich wie im konventionellen Unterricht, gleich eine Frage stellen und bekommen postwendend eine Antwort.

#### **7.1.4. Fächerübergreifender Unterricht**

Da in der Schule der Einsatz von Mixed Reality in erster Linie mit dem Informatikunterricht assoziiert wird, ist dies ideal geeignet für fächerübergreifenden Unterricht. Damit ist eine Form des Unterrichts gemeint, welche Inhalte aus verschiedenen Schulfächern miteinander verknüpft und gemeinsam vermittelt.

Es lassen sich zwei Formen von fächerübergreifendem Unterricht unterscheiden: die „diktatorische“ und die „demokratische“ Form. Bei der „diktatorischen“ Form ist ein Fach das Zentrum und von anderen Fächern wird lediglich ein kleiner Teil eingebracht. Der Vorteil dieser Form ist, dass man sich nicht mit Kolleginnen und Kollegen absprechen muss, sondern es reicht, seine eigenen Fächer als Lehrkraft miteinander zu verknüpfen. Einen ganz anderen Ansatz bietet die „demokratische“ Form, hierbei werden zwei oder mehrere Fächer involviert und man muss sich mit Kolleginnen und Kollegen auf ein gemeinsames Thema einigen. Dementsprechend ist die Absprache ein integraler Bestandteil dieser Form, was den Nachteil hat, dass man nicht so flexibel ist wie bei der „diktatorischen“ Form. (Vgl. Stöger, 2018, S. 1)

Laut Huber lässt sich fächerübergreifender Unterricht noch weiter definieren. Er beschreibt folgende fünf Typen genauer. Der **fächerüberschreitende** Unterricht ist noch sehr nah an der „diktatorischen“ Form angesiedelt. Hier steht das eigene

Fach im Mittelpunkt, lediglich ein paar Inhalte werden von anderen Fächern übernommen und eine Absprache mit Kolleginnen oder Kollegen ist nicht notwendig. Die eben genannte „demokratische“ Form findet sich bei Huber im **fächerverknüpfenden** Unterricht wieder. Hier werden Inhalte von zwei oder mehreren Fächern verknüpft und diese sollen sich wechselseitig überschneiden. Wenn die Planung der Unterrichtseinheiten bereits zwei oder mehrere Fächer kombiniert, die Einheiten aber separat von den jeweilig beteiligten Fächern unterrichtet wird, dann spricht Huber vom **fächerkoordinierten** Unterricht. Beim fächerverknüpfenden und beim fächerkoordinierten Unterricht müssen die Lehrkräfte eng zusammenarbeiten, um die gewünschten Ergebnisse zu erreichen. Beim **fächerergänzenden** Unterricht wird zusätzlicher Unterricht durchgeführt, ohne Rücksicht auf die Fachsystematik in Form von Wahlfächern. Themen, Aufgaben und Probleme sollen in diesen Wahlfächern erarbeitet werden, die im regulären Unterricht kaum oder gar nicht behandelt wurden. **Fächeraussetzender** Unterricht herrscht dann, wenn der Unterricht aufgrund von Projekttagen, -wochen oder außerschulischen Lernorten bzw. Exkursionen ausgesetzt wird. (Vgl. Huber, 1995, S. 167-168)

Fächerübergreifender Unterricht ist also nicht gleich fächerübergreifender Unterricht, es gilt, verschiedene Formen und Typen zu berücksichtigen, wenn ein solcher Unterricht geplant werden soll. Diese diversen Formen und Typen bringen einige Vorteile mit sich, zum Beispiel können einige zentrale Themen im Lehrplan fächerübergreifend unterrichtet werden bzw. einige Themen und Probleme aus dem echten Leben. Ein gutes Beispiel dafür ist der Klimawandel. Das Thema Klimawandel findet sich im Lehrplan für Geographie, Physik, Chemie und Biologie. Dadurch, dass die Hauptaufgabe jeder Schule Wissensvermittlung sein sollte, ist es im 21. Jahrhundert zwingend erforderlich, dass die Schule und die Lehrkräfte den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit neuen Technologien und dem Internet beibringen. Somit kann man in fast allen Bereichen den Informatikunterricht miteinbeziehen und so den fächerübergreifenden Unterricht noch weiter strecken. (Vgl. Stöger, 2018, S. 2)

So wie jede Art des Unterrichts hat auch der fächerübergreifende Unterricht einige Nachteile. Ein großes Problem stellt der erhöhte Zeitaufwand dar. Die benötigte Zeit beim Planen mit mehreren Kolleginnen und Kollegen ist größer und auch die Durchführung führt oft zu Zeitknappheit. Wo man mit regulärem Fachunterricht nur eine Unterrichtsstunde gebraucht hätte, braucht man mit fächerübergreifendem Unterricht doppelt oder dreimal so lange. Darüber hinaus kann die kollegiale Zusammenarbeit zu Problemen führen. Sei es durch mangelndes Interesse an einer Zusammenarbeit unter den Lehrkräften oder wegen zu wenig Erfahrung mit Teamwork und/oder Team-Teaching, wenn es keine Motivation innerhalb des Kollegiums für fächerübergreifenden Unterricht gibt, wird es schwierig, diesen effektiv umzusetzen. Natürlich ergeben sich auch Schwierigkeiten für die Schülerinnen und Schüler. Durch vernetztes Denken werden gleichzeitig höhere Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler gestellt. Leistungsschwächere Kinder und Jugendliche können somit leicht überfordert werden. (Vgl. Stöger, 2018, S. 3)

In den nachfolgenden Kapiteln wird ein „diktatorischer“, fächerübergreifender Unterricht bzw. ein fächerüberschreitender Unterricht genauer beschrieben. Der Informatikunterricht der 5. Klasse eines Gymnasiums wird mit dem Stoff des Geographieunterrichts verknüpft und somit fächerübergreifend erweitert. Das Hauptaugenmerk gilt dabei allerdings der MR-Technik und darauf, wie diese im Unterricht eingesetzt wird.

## 7.2. Unterrichtsplanung

Der MR-Unterricht wird fächerübergreifend mit Geographiethemen unterstützt. Der Geographielehrplan in der 5. Klasse einer AHS sieht vor, dass die Gliederungsmöglichkeiten der Erde erneut behandelt und vertieft werden<sup>37</sup>. Dies ist der ideale Ausgangspunkt für den MR-Unterricht, welcher in den folgenden Kapiteln genauer vorgestellt wird. Zum zentralen Thema werden die Klimazonen der Erde

---

<sup>37</sup> **Quelle:** BMBWF, Lehrplan der AHS-Oberstufe, 2018, BGBl. II Nr. 395/2019, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2018-09-01> - zul. aufgerufen am 09.04.2020.

und mittels MR-Technik soll dieses Thema den Schülerinnen und Schülern besser und leichter verständlich vermittelt werden als auf den klassischen Wegen. Die App „Google Expeditions“ hat sich durch das Clustern, siehe Kapitel 6.2, als eine geeignete App für den MR-Unterricht herausgestellt. Mithilfe dieser App sollen die Schülerinnen und Schüler die Klimazonen genau definieren und beschreiben können. Darüber hinaus soll, durch die veranschaulichenden Bilder der VR-Inhalte mit der „Google Cardboard“, den Schülerinnen und Schülern der Unterschied zwischen den Klimazonen aufgezeigt werden. Die geplante Unterrichtssequenz wird in vier Unterrichtseinheiten stattfinden, anschließend werden diverse Probleme eruiert und wenn möglich beseitigt, um dann eine verbesserte Version dieser Unterrichtssequenz mit einer weiteren Gruppe durchzuführen.

### **7.2.1. Bedingungsanalyse**

Der MR-Unterricht wird im BG/BRG Stainach in einer 5. Klasse Oberstufe abgehalten. Nach einer ersten Kontaktaufnahme mit der Direktion und den Informatiklehrern folgte eine Besprechung mit der Direktorin der Schule. In dieser Besprechung wurde festgelegt, was mit den Schülerinnen und Schülern genau durchgeführt werden soll und wie sich dieser Unterrichtsversuch auf sie auswirken kann.

Die Schülerinnen und Schüler befinden sich im Informatikunterricht in einem EDV-Saal mit maximal 18 PCs. Deswegen ist die 5. Klasse im Informatikunterricht geteilt und zuerst wird eine Gruppe mit MR-Techniken unterrichtet.

Nach einer Nachbesprechung und Eruierung etwaiger Schwierigkeiten wird ein verbesserter MR-Unterricht mit der zweiten Gruppe durchgeführt. Anschließend wird erneut eruiert, ob die Verbesserungen zum gewünschten Ergebnis geführt haben. Die Unterrichtseinheiten finden immer in Doppelstunden statt, dies hat den Vorteil, dass die Schülerinnen und Schüler länger am Stück mit den MR-Inhalten arbeiten können und nicht durch vier einzelne Einheiten immer wieder unterbrochen werden.

### 7.2.2. Stundenbild

Die Stundenbilder dienen der Übersicht, was wann mit den Schülerinnen und Schülern gemacht wird. Dabei wird versucht, eine ungefähre Zeitangabe hinzuzufügen und genau beschrieben, welche Phase des Unterrichts beginnt und welche endet. Zusätzlich zu einer kurzen Beschreibung der einzelnen Phasen folgen auch verwendete Medien und Sozialformen.

Die Stundenbilder sind darüber hinaus wichtig, falls der durchgeführte Unterrichtsversuch zeigt, dass sich MR-Inhalte für den fächerübergreifenden Unterricht gut eignen. Eine andere Lehrkraft fällt es dann leichter, einen ähnlichen Unterricht durchzuführen.

#### Stundenbild der ersten Doppelstunde

*Tabelle 7-1 Stundenbild der ersten und zweiten Unterrichtseinheit*

<b>Zeit</b>	<b>Phase</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Didaktisch-methodischer Kommentar</b>	<b>Sozialform</b>	<b>Medien</b>
10 Min	Unterrichtseinstieg	Begrüßung, Klassenbuch, Einführung	Erste Einführung und Erklärung, was in den nächsten vier Unterrichtseinheiten geplant ist	Plenum	
20 Min	Erarbeitungsphase	Präsentation über MR & „Google Expeditions“	Der Klasse näherbringen was MR ist, welche Inhalte sie sich erwarten können, was in dieser Unterrichtseinheit noch durchgeführt wird	Frontalunterricht	PC, Beamer
10 Min	Erarbeitungsphase	Erklärung und Austeilen der „Google Cardboard“-HMDs	Den Schülerinnen und Schülern die Hardware erklären, welche sie in den nächsten Unterrichtseinheiten benötigen	Plenum	„Google Cardboards“

15 Min	Erarbeitungsphase	Zusammenbau der „Google Cardboards“ und Google Account checken	Kontrollieren, ob jede Schülerin und jeder Schüler die Möglichkeit hat, mit ihrem/seinem Google Account in den Play Store zu gelangen und die Expeditions App dowzunloaden und zu installieren, dafür wird von der Schule ein WLAN zur Verfügung gestellt	Gruppenarbeit	„Google Cardboards“, Smartphone der Schülerinnen und Schüler
10 Min	Erarbeitungsphase	Fertige Installation der Cardboards, erste Schritte mit der neuen Hardware	Die Klasse soll zuerst in der App die von der Lehrkraft geführte Expedition finden. Darüber hinaus sollen die Schülerinnen und Schüler das Handy korrekt in das HMD einsetzen und es an ihre jeweilige Kopfgröße anpassen	Einzelarbeit	„Google Cardboards“, Smartphone der Schülerinnen und Schüler
15 Min	Erarbeitungsphase	Geführte Expedition der Lehrkraft über „Wahrzeichen Österreichs“	Schülerinnen und Schüler wagen erste Schritte in der virtuellen Realität und bekommen einen Eindruck, wie die Aufgabe in der nächsten Unterrichtseinheit auszusehen hat	Einzelarbeit, Plenum	„Google Cardboards“, Smartphone der Schülerinnen und Schüler
20 Min	Vertiefungsphase	Verteilen der Themen und Gruppenbildung für die nächsten beiden Einheiten und Beginn bzw. erste	Schülerinnen und Schüler werden in vier Gruppen eingeteilt und bekommen jeweils eine Klimazone zugeteilt	Plenum, Gruppenarbeit	

		Überlegungen und Ideen sammeln			
--	--	--------------------------------	--	--	--

### Stundenbild der zweiten Doppelstunde

Tabelle 7-2 Stundenbild der dritten und vierten Unterrichtseinheit

Zeit	Phase	Inhalt	Didaktisch-methodischer Kommentar	Sozialform	Medien
3 Min	Unterrichtseinstieg	Begrüßung		Plenum	
40 Min	Vertiefungsphase	Erarbeiten der Themen in Gruppen	Schülerinnen und Schüler sollen ihr jeweiliges Thema in der Gruppe durch z.B. Internetrecherche, Geographiebuch/-heft oder durch Abrufen des in der 5. Klasse wiederholten Stoffes/Wissens erarbeiten	Gruppenarbeit	PC, Geographiebuch/-heft
0-5 Min	Vertiefungsphase	Testen der erarbeiteten Expedition	Schülerinnen und Schüler sollen innerhalb der Gruppe die Möglichkeit haben, ihre eigene Expedition zu testen, um Fehler einfacher zu erkennen	Gruppenarbeit	„Google Cardboards“, Smartphone der Schülerinnen und Schüler, PC
40 Min	Ergebnissicherungsphase	Präsentation der Expeditionen	Jede Gruppe leitet die erarbeitete Expedition und führt diese der gesamten Klasse vor	Gruppenarbeit, Plenum	„Google Cardboards“, Smartphone der Schülerinnen und Schüler
10 Min	Ergebnissicherungsphase	Fragebogen	Schülerinnen und Schüler sollen einen Fragebogen ausfüllen, der zur schnellen Wissensabfrage	Einzelarbeit	Fragebogen

			und als Feedbackbogen dienen soll		
--	--	--	-----------------------------------	--	--

### 7.2.3. Methodisch-didaktische Weganalyse

Zu Beginn wird den Schülerinnen und Schülern eine Einführung zum Thema MR und „Google Expeditions“ durch die Lehrkraft gegeben. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, was MR sein kann und wofür man es im Unterricht in Kombination mit „Google Expeditions“ einsetzen kann. Ferner soll es einen Ausblick auf die zu erwartenden Inhalte in den nächsten Unterrichtseinheiten geben. Außerdem soll das HMD vorgestellt, erklärt und zusammengebaut werden. Ein wichtiger Aspekt ist auch, dass die Schülerinnen und Schüler über einen Google Account verfügen und über diesen Zugang zum Play Store haben, um sich die App „Google Expeditions“ herunterzuladen. Zum Schluss der ersten Doppereinheit werden Gruppen gebildet und die Themen auf die Gruppen verteilt, falls noch Zeit bleibt, können die Schülerinnen und Schüler mit der Recherche beginnen.

Die zweite Doppereinheit startet mit dem Erarbeiten der Themen. Die Schülerinnen und Schüler haben genügend Zeit, um eine kleine Expedition zu erarbeiten. Diese soll im Anschluss der Klasse vorgeführt werden und Grenze von zehn Minuten nicht überschreiten. Abschließend findet eine kleine Wissensüberprüfung statt, um zu eruieren, ob die erlernten Inhalte gefestigt wurden oder nicht.

### 7.2.4. Lehrplanbezug

In der aktuellen Fassung des Lehrplans wird Informatik vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung als Pflichtfach in der 5. Klasse Sekundarstufe II der AHS eingestuft. Die Bildungs- und Lehraufgaben zielen darauf ab, wie wichtig eine moderne Informatikausbildung im digitalen Zeitalter ist und wie mit ihrer Hilfe eine fachliche Basis für zukünftige Berufsbilder geschaffen werden kann. Darüber hinaus ermöglicht das Unterrichtsfach Informatik allen Schülerinnen und Schülern einen effektiven Umgang mit digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Zentrum der Bildungs- und Lehraufgaben stehen vor allem die Erweiterung der Sach-, Selbst- und Sozialkompetenzen. Darüber

hinaus beschreibt der Lehrplan einige Beiträge zu den Bildungsbereichen, wie zum Beispiel *„Sprache und Kommunikation“*. Mensch-Maschinen-Kommunikation benötigt eine abstrakte formale Sprache und trägt somit zur Veränderung der Kommunikationskultur bei. Durch diese elektronische Kommunikation können Schülerinnen und Schüler über Grenzen hinweg mit anderen Kulturen kommunizieren und erhalten zusätzliche Motivation, Fremdsprachenkenntnisse zu erwerben. Der Bildungsbereich *„Mensch und Gesellschaft“* beschreibt, wie sich die Arbeitswelt und das private Umfeld der Schülerinnen und Schüler verändern und wie sich die neuen Informationstechnologien darauf auswirken. Außerdem sollen Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Potenzial erkennen und sich selbst als denkende, handelnde, fühlende und sich entwickelnde Personen identifizieren. Daraus soll sich ein verantwortungsvoller Umgang mit Informationstechnologien ergeben. Im Bereich von *„Natur und Technik“* soll mithilfe der Informatik eine bessere Entscheidungs- und Handlungskompetenz durch Modellbildung, Formalisierung und Abstraktion erreicht werden. In den Bereichen *„Kreativität und Gestaltung“* sowie *„Gesundheit und Bewegung“* sollen Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, selbst kreativ tätig zu sein und die Verantwortung für den eigenen Körper soll durch den Einsatz von Informationstechnologien gefördert werden.<sup>38</sup> (Vgl. Kommetter, 2018 S. 14-16)

Der Lehrplan für das Unterrichtsfach Geographie und Wirtschaftskunde soll hier nur kurz erwähnt werden. In Geographie kommen sogenannte Basiskonzepte zum Einsatz, diese sollen verschiedene Kompetenzen abdecken und der Kompetenzorientierung dienen. Das Basiskonzept der *„Wahrnehmung und Darstellung“* wird mit der geplanten Unterrichtssequenz erfüllt. Dieses Konzept beschäftigt sich mit der Vorstellung über die Welt und wie sich die Sichtweise der Schülerinnen und Schüler auf diese verändert. Darüber hinaus sollen die Jugendlichen

---

<sup>38</sup> **Quelle:** BMBWF, Lehrplan für das Unterrichtsfach Informatik der AHS-Oberstufe des BMBWF, 2018, BGBl. II Nr. 395/2019, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2018-09-01> - zul. aufgerufen am 09.04.2020.

ihre Wahrnehmung und Orientierung im Raum, mit technischer Unterstützung, kritisch betrachten und analysieren.<sup>39</sup>

Dadurch, dass der Informatiklehrplan den Lehrerinnen und Lehrern genügend Freiräume für die allgemeine Unterrichtsgestaltung gibt, muss nur darauf geachtet werden, dass möglichst alle Basiskonzepte abgedeckt werden und an die Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler angeknüpft wird sowie daran, dass individuelle Stärken gefördert werden. Kern des Informatiklehrplans ist der Erwerb informatischer Kompetenzen durch Formen der Wissensdarstellung, -verarbeitung und -entwicklung. Schülerinnen und Schülern soll dadurch ein sinnvoller Einsatz der verfügbaren Technologien aufgezeigt werden, um eine wissenschaftliche Arbeitsweise aufzubauen und diese auch fächerübergreifend einzusetzen. Aus diesen Kernkompetenzen sollen Schülerinnen und Schüler verschiedene Daten sammeln, selektieren, strukturieren, interpretieren und auch präsentieren können. Durch den fächerübergreifenden Einsatz ist es auch möglich, die eben erwähnten Basiskonzepte des Geographielehrplans einzubauen und zu fördern.<sup>40</sup>

Im Lehrplan für Informatik finden sich einige passende Lehrplanbezüge zum Thema MR bzw. solche, die den Einsatz von MR im Unterricht rechtfertigen würden, allen voran das Thema „*Angewandte Informatik*“ mit dem Lernziel „*digitale Systeme zum Informationsaustausch, zur Unterstützung der Unterrichtsorganisation und zum Lernen auch in kommunikativen und kooperativen Formen verwenden können*“ sowie „*Informationsquellen erschließen, Inhalte systematisieren, strukturieren, bewerten, verarbeiten und unterschiedliche Informationsdarstellungen verwenden können*“<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup> **Quelle:** BMBWF, Lehrplan für das Unterrichtsfach Geographie und Wirtschaftskunde der AHS-Oberstufe des BMBWF, 2018, BGBl. II Nr. 395/2019, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2018-09-01> - zul. aufgerufen am 09.04.2020.

<sup>40</sup> **Quelle:** BMBWF, Lehrplan für das Unterrichtsfach Informatik der AHS-Oberstufe des BMBWF, 2018, BGBl. II Nr. 395/2019, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&FassungVom=2018-09-01> - zul. aufgerufen am 09.04.2020.

Das fächerübergreifende Thema aus Geographie und Wirtschaftskunde werden die Klimazonen sein, diese lassen sich in das Thema „*Gliederungsprinzipien der Erde nach unterschiedlichen Sichtweisen reflektieren*“ mit dem Lernziel „*Gliederungsmöglichkeiten der Erde nach naturräumlichen, kulturellen, politischen und ökonomischen Merkmalen analysieren*“ einordnen<sup>41</sup>.

## 7.2.5. Lernziele

### 7.2.5.1. Grobziele

Für die Unterrichtssequenz wurden folgende Grobziele für Informatik und Geographie festgelegt:

- **Informatik:** Schülerinnen und Schüler wenden neue Techniken des Unterrichts an und festigen ihr Wissen im Informationsaustausch durch digitale Systeme sowie kooperatives und kommunikatives Lernen
- **Geographie:** Schülerinnen und Schüler wiederholen die Gliederungsmöglichkeit der Erde nach Klimazonen und lernen die Unterschiede der einzelnen Klimazonen kennen

### 7.2.5.2. Feinziele

Aufgrund dieser Grobziele lassen sich die folgenden Feinziele für die jeweiligen Stunden definieren:

#### 1. Doppelstunde:

- Schülerinnen und Schüler sollen MR kennenlernen
- Schülerinnen und Schüler erfahren, was ein HMD ist und welche Komponenten dafür wichtig sind

---

<sup>41</sup> **Quelle:** BMBWF, Lehrplan für das Unterrichtsfach Geographie und Wirtschaftskunde der AHS-Oberstufe des BMBWF, 2018, BGBl. II Nr. 395/2019, <https://www.ris.bka.gv.at/Gelten-deFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568&Fassung-Vom=2018-09-01> - zul. aufgerufen am 09.04.2020.

- Schülerinnen und Schüler machen erste Erfahrungen mit der virtuellen Realität und damit, wie diese im Unterricht eingesetzt werden kann
- Schülerinnen und Schüler erarbeiten die vier Klimazonen der Erde

## **2. Doppelstunde:**

- Schülerinnen und Schüler erarbeiten weiter die vier Klimazonen der Erde und sollen mithilfe der MR-Techniken Fehler erkennen und verbessern
- Schülerinnen und Schüler gestalten eigene VR-Inhalte
- Schülerinnen und Schüler geben die Klimazonen wieder
- Schülerinnen und Schüler reflektieren ihr erlerntes Wissen durch einen Fragebogen

### **7.2.6. Benötigtes Vorwissen**

Schülerinnen und Schüler müssen über ein Smartphone und einen Google Account verfügen. Darüber hinaus müssen sie gut mit dem Smartphone umgehen können und im Stande sein, eine App zu installieren. Das Thema MR wird den Jugendlichen in der ersten Unterrichtseinheit nähergebracht und auch, wie man dieses Thema im Unterricht einsetzen kann. Die Klimazonen sollten in der 5. Klasse einer AHS bereits wiederholt worden sein, falls nicht, wird die Unterrichtssequenz die Klasse darauf vorbereiten.

### **7.2.7. Herausforderungen**

Der vermehrte Einsatz von Technik kann erfahrungsgemäß auch zu Problemen führen. Ein Worst-Case-Szenario für die Unterrichtssequenz wäre, wenn das WLAN der Schule zum Unterrichtszeitpunkt nicht funktioniert. Eine Alternative wäre in diesem Fall, dass die Lehrkraft einen mobilen WLAN-Hotspot mit dem eigenen Smartphone erstellt und alle Schülerinnen und Schüler dann darauf zugreifen. Ein weiteres Problem wäre, wenn sämtliche Schülerinnen und Schüler an Motion Sickness erkranken und der Unterricht nicht wie geplant durchführbar ist oder, wie im Experiment bereits aufgetreten, ein Smartphone unterstützt nicht die Bewegungssteuerung, um VR-Inhalte wiederzugeben. Eine Alternative wäre

hier, auf die HMDs zu verzichten und ohne sie weiterzumachen. Weitere Probleme werden sich im Laufe der ersten Unterrichtssequenz zeigen, und müssen in der folgenden Einheit vermieden werden.

### **7.2.8. Anschaffungskosten**

Die Anschaffungskosten für die gewählten Unterrichtseinheiten halten sich in Grenzen, da das wichtigste Utensil, das Smartphone, von den Schülerinnen und Schülern sowieso schon verwendet und mitgebracht wird. Wie in Kapitel 7.2 schon beschrieben, wird für diese Unterrichtssequenz eine „Google Cardboard“ verwendet, die restlichen verwendeten Medien sind schon vorhanden. Um die Immersion für alle Schülerinnen und Schüler gleichzeitig zu erreichen, wird auch für jede/jeden ein HMD benötigt. Die Kosten für eine Cardboard sind jedoch überschaubar. Es gibt sehr viele Hersteller, die Cardboards verkaufen, jedoch ist der Aufbau wie im Kapitel 2.2.2 beschrieben, immer derselbe. Im Schnitt bekommt man eine Cardboard für 9,99€<sup>42</sup> und somit belaufen sich die Gesamtkosten für die geplante Unterrichtssequenz mit 15 Schülerinnen und Schülern auf **149,85€**. Die im Unterricht verwendeten „Google Cardboards“ stammen von der Firma Basetech, welche im Conrad-Webshop gekauft wurden.

## **7.3. Durchführung der ersten VR-Einheit**

Die einführende Einheit hat schon gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler sich sehr für das Thema VR interessieren, was essenziell für einen guten Lerneffekt mithilfe dieser Technik ist. Der fächerübergreifende Aspekt war für die Jugendlichen eine willkommene Abwechslung zum regulären Informatikunterricht. Sie waren sehr enthusiastisch, dies zeigte sich vor allem durch sehr vielen Fragen von Seiten der Schülerinnen und Schüler, sowie einer gewissen Ungeduld

---

<sup>42</sup> **Quelle:** Conrad.at, Basetech Headmount Google Cardboard, <https://www.conrad.at/de/p/basetech-headmount-google-3d-vr-braun-virtual-reality-brille-google-cardboard-1407623.html>, - zul. aufgerufen am 05.02.2020.

die vorgestellte VR-Technik auszuprobieren. Die Lehrkraft startete mit einer Präsentation darüber, was die Schülerinnen und Schüler in den kommenden Unterrichtseinheiten zu erwarten haben. Es wurde gefragt, ob schon jemand erste Erfahrungen mit VR sammeln konnte bzw. wurde mit der Klasse gemeinsam eine Wortwolke darüber erstellt (siehe Abbildung 7.1), was VR ist und welche App dafür im Unterricht verwendet wird.

## Virtual Reality



Abbildung 7.1 Wortwolke zum Thema Virtual Reality (erstellt mithilfe von mentimeter.com)<sup>43</sup>

Die Wortwolke brachte zum Vorschein, dass die Schülerinnen und Schüler hauptsächlich Videospiele mit VR assoziierten. Dies war jedoch nicht verwunderlich, denn wie bereits in der Arbeit erläutert, ist es vor allem die Spieleindustrie, welche die VR-Techniken antreibt, weiterentwickelt und VR in den Haushalt bringt. Was allerdings positiv ausgefallen ist, ist, dass die Schülerinnen und Schüler schon eine gewisse Idee davon hatten, wie VR funktioniert. Begriffe wie „3D-Erlebnis“, „andere Welt“ und „virtuelles Dasein“ wurden genannt und es war für die Schülerinnen und Schüler klar, dass sie nun gleich in eine virtuelle Welt eintauchen können.

---

<sup>43</sup> Rechtschreibfehler der Schülerinnen und Schüler wurden nicht bearbeitet.

Außerdem wurde gefragt, ob im Unterricht kürzlich die Klimazonen wiederholt wurden. Die Schülerinnen und Schüler teilten mit, dass sie die Klimazonen nur aus der ersten Klasse Unterstufe kannten und diese noch nicht wiederholt hatten.

Nach einer kurzen Einführung konnte die Klasse erste Schritte in der virtuellen Welt wagen. Davor galt es noch, die mitgebrachten „Google Cardboards“ zusammenzubauen und die nötige App herunterzuladen.

Anschließend wurde eine von der Lehrkraft vorbereitete Google Expedition über die „Wahrzeichen Österreichs“ durchgeführt. Die Jugendlichen waren erstaunt, wie gut es sich anfühlt, in eine virtuelle Welt abzutauchen und mit wie wenig Aufwand man schon an VR teilhaben kann. Im Anschluss daran wurden Gruppen gebildet und die Arbeitsaufträge (siehe Kapitel 13.1) mit den jeweiligen Klimazonen verteilt. Schülerinnen und Schüler starteten mit dem Tour Creator. Mithilfe des bereitgestellten Handouts traten dabei nur wenige Schwierigkeiten auf.

Leider ließen sich einige Probleme nicht ganz vermeiden. Ursprünglich war das WLAN der Schule dafür gedacht, dass sich die Klasse im selben WLAN-Netz aufhält und so eine Expedition Tour durchgeführt werden kann. Leider waren einige Smartphones nicht im Stande, sich mit dem WLAN zu verbinden und darüber hinaus auch die nötige App herunterzuladen. Die Jugendlichen halfen sich kurzfristig selbst mit geteilten Hotspots aus, um die App herunterladen zu können und die Lehrkraft konnte das fehlende WLAN durch einen eigenen Hotspot für alle Schülerinnen und Schüler ersetzen. Dadurch, dass nun alle im selben WLAN-Netz waren, konnte die Expedition doch noch durchgeführt werden. Dabei entstanden allerdings wieder Herausforderungen. Ohne irgendeinen Grund brach bei einigen Schülerinnen und Schülern die Verbindung zu der geführten Tour ab und sie konnten sich nicht mehr anschließen. Dieses Problem lässt sich entweder auf den Empfang der jeweiligen Smartphones zum Hotspot zurückführen oder auf den Hotspot generell, der nicht für eine so große Anzahl an Verbindungen ausgelegt ist. Darüber hinaus ist es ein Problem, wenn das Smartphone der Schülerinnen und Schüler über keinen Gyroskop-Sensor verfügt. Ohne diesen Sensor kann die Lage des Smartphones nicht bestimmt werden, und so wird eine Kopfbewegung in VR unmöglich.

In der zweiten Einheit hatte die Klasse noch genügend Zeit, ihre Touren fertigzustellen. Hierfür wurden natürlich wieder der Tour Creator sowie das Handout und die Arbeitsaufträge der Lehrkraft eingesetzt.

Die Schülerinnen und Schüler waren, größtenteils ohne Probleme, im Stande, die jeweilige Tour für ihre Gruppe zu erstellen. Die geplante Zeit reichte dafür vollkommen aus, da jede Gruppe nur vier Szenen erstellen musste.

Ein Problem bei der Erstellung war jedoch, dass Schülerinnen und Schüler sich teilweise nicht sicher waren, ob die jeweilige Szene die Kriterien des Arbeitsauftrages erfüllte. Oft traten Fragen auf wie, „Ist diese Szene als Tundra geeignet?“ oder „Ist das eine Felswüste?“. Darüber hinaus mussten die Anweisungen auf den Arbeitsaufträgen genauer ausformuliert werden, um möglichst keine Fragen mehr offen zu lassen. Zum Beispiel führte die etwas ungenaue Formulierung bei der Tropen-Gruppe „Beschreibe den Stockwerkbau im Regenwald!“ zu der Frage „Wie genau muss man den Stockwerkbau beschreiben?“. Weiters trat bei der Subtropen Gruppe bei der Frage „Wo befinden sich die großen Wüsten der Erde?“ folgende Frage auf: „Welche Kontinente oder Länder?“.

Als die Schülerinnen und Schüler ihre jeweiligen Touren fertig erstellt hatten, wurde präsentiert. Dabei funktionierte das WLAN der Schule nun endlich wie vorgesehen, und alle Schülerinnen und Schüler konnten sich mit demselben WLAN-Netz verbinden. Als die erste Gruppe mit dem Präsentieren startete und den Guide-Modus aktivierte, traten bei einigen Verbindungsprobleme auf, diese konnten aber mit einem Neustart der App behoben werden. Die Schülerinnen und Schüler waren zu Beginn der geführten Tour jedoch sehr enthusiastisch und mussten zuerst von der Lehrkraft beruhigt werden, damit die Guide-Gruppe überhaupt wahrgenommen wurde. Dies trat nach fast jedem Szenenwechsel auf.

Die Präsentationen selbst liefen alle sehr ähnlich ab. Schülerinnen und Schüler machten sich zu jeder Szene Notizen, die dann vorgetragen wurden, während die Entdeckerinnen und Entdecker die Szene begutachteten.

Die Zeit wurde von den Gruppen jedoch unterschätzt: Alle Präsentationen konnten nicht die geforderten zehn Minuten erreichen und hatten zu wenige Information für die Entdeckerinnen und Entdecker. Oft wurde nur eine Szene gezeigt, kurz der Titel genannt, wie zum Beispiel „Hier sehen wir eine Savanne“ und gleich danach die Szene gewechselt. Dies lässt sich eventuell wieder auf die etwas ungenaue Formulierung der Arbeitsaufträge zurückzuführen, obwohl den Schülerinnen und Schülern mehrfach die gewünschte Dauer kommuniziert wurde.

Außerdem, machten sich nur zwei Gruppen die „Point-of-interest“-Funktion zu Nutze. Diese wichtige Funktion ist essentiell, um die Entdeckerinnen und Entdecker auf wichtige Abschnitte in der Szene hinzuweisen.

Nachdem alle Gruppen ihre Tour vorgestellt hatten, fand noch eine kurze schriftliche Wiederholung statt, um den Wissensstand der Schülerinnen und Schüler nach der VR-Einheit zu prüfen. Die Wiederholung wurde kurz mündlich besprochen und durchgeführt.



Abbildung 7.2 Schülerinnen und Schüler im VR-Unterricht (Foto Brunner)

### 7.3.1. Verbesserungsvorschläge

Die erste durchgeführte Unterrichtssequenz brachte trotz guter Planung einige Probleme mit sich. So wurde unterschätzt, dass der Auf- bzw. Zusammenbau der „Google Cardboards“ viel Zeit in Anspruch nehmen sollte. Dies führte dazu, dass die einführende VR-Tour etwas schneller und weniger genau durchgeführt werden musste als geplant. Die VR-Brillen sollten bereits zusammengebaut in den Unterricht mitgebracht werden, um diesen Zeitverlust zu vermeiden, oder es ist hier mehr Zeit einzuplanen.

Darüber hinaus wurde die einführende Tour noch durch das, nur bedingt funktionierende, WLAN der Schule gestört. Einige Schülerinnen und Schüler konnten ihre Smartphones nicht mit dem WLAN verbinden und so musste von der Lehrkraft ein Hotspot eingerichtet werden. Dies führte dazu, dass sich nun fast alle Schülerinnen und Schüler im gleichen WLAN-Netz befanden, jedoch gibt es bei jedem Hotspot eine maximale Teilnehmerinnen-/Teilnehmer-Beschränkung und nicht alle konnten die einführende Tour alleine durchführen, sondern mussten sich abwechseln. Dieses Problem lässt sich lösen, indem man bei der Netzwerk-Administratorin bzw. beim Netzwerk-Administrator der Schule nachfragt, ob das WLAN ordnungsgemäß funktioniert oder ob Probleme bekannt sind. Eine schnelle Lösung dieses Problems war die Verwendung des Hotspots. Ideal war aber auch diese Lösung nicht, eine kurzfristige, bessere Lösung, wäre ein sogenannter WebCube, oder Ähnliches, welcher von der Lehrkraft mitgebracht werden könnte, um so alle Smartphones der Schülerinnen und Schüler in einem Netzwerk zu verbinden.

Um Fragen bezüglich der Arbeitsaufträge so gut es geht zu vermeiden, sollten diese überarbeitet und genauer ausformuliert werden, außerdem muss bei jedem Arbeitsauftrag ergänzt werden, dass mindestens ein „Point-of-interest“ verwendet werden muss, um einen wichtigen Abschnitt in einer Szene zu verdeutlichen. Die Schülerinnen und Schüler halfen sich kurzfristig damit aus, dass sie während der Präsentation einen „Point-of-interest“ setzten, allerdings konnten die meisten nichts Relevantes zu dem Punkt sagen und dadurch wurde dieser redundant.

Darüber hinaus wäre es sowohl für die Lehrkraft als auch für die Schülerinnen und Schüler hilfreich, wenn eine Beispieltour über die Klimazonen bereitstünde, um etwa Fragen dazu, ob diese Szene für die jeweilige Klimazone geeignet ist, besser bewältigen zu können.

Die Guide-Gruppen wurden zu Beginn von den meisten Entdeckerinnen und Entdeckern gar nicht wahrgenommen, sie waren zu sehr von der Szene abgelenkt und auch die Distanz zu den Guide-Gruppen war zu groß. Abhilfe schafft man hierfür, wenn die Guide-Gruppe zentral zwischen den Entdeckerinnen und Entdeckern steht und nach jedem Szenenwechsel eine kurze Pause einlegt, um die Euphorie abzuwarten und dann mit dem Präsentieren fortfährt.

Dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler ihr Smartphone benutzen durften bzw. mussten, waren einige dazu verleitet, ihr Smartphone auch für private Zwecke zu nutzen. Dies führte oft zu Ermahnungen, aber vor allem lenkten sie sich damit selbst ab. Um dies in der nächsten VR-Einheit zu vermeiden, muss man die Jugendlichen darauf aufmerksam machen, dass sie wenn sie nach einer Ermahnung nochmal auffallen sollten, sie vom VR-Unterricht ausgeschlossen werden. Allerdings gilt es zuvor darauf zu achten, warum sich die Schülerin bzw. der Schüler nicht am VR-Unterricht beteiligen will. Dies kann weitere Probleme aufzeigen, die anschließend verbessert werden können.

Um längerfristig VR-Einheiten durchzuführen, sollte vor allem in der Schule die Überlegung angestrebt werden, in etwas teurere und robustere VR-Brillen zu investieren. Die „Google Cardboard“ ist eine kostengünstige Variante, um ein VR-Erlebnis zu schaffen. Jedoch konnte man bereits nach der ersten Unterrichtssequenz Gebrauchsspuren feststellen. Wie man in Abbildung 7.3 erkennen kann, sind die „Google Cardboards“ relativ anfällig dafür, immer wieder das Smartphone in die VR-Brille zu geben bzw. die Größe anzupassen und müssten bereits nach zwei Doppelstunden teilweise ersetzt werden. Bei einigen Brillen löste sich der Klettverschluss, der das Smartphone in Position hält.



Abbildung 7.3 Beschädigte „Google Cardboard“ (Foto Brunner)

#### 7.4. Durchführung der verbesserten VR-Einheit

Die einführende Einheit der zweiten Gruppe war nahezu identisch mit der der ersten Gruppe. Schülerinnen und Schüler reagierten sehr enthusiastisch und waren gespannt auf das VR-Thema. Nach einer kurzen Einführung durch die Lehrkraft, was die Schülerinnen und Schüler in den nächsten Einheiten erwartet und ob schon jemand Erfahrungen mit VR hatte, wurde erneut eine Wortwolke erstellt, um zu überprüfen, was die Schülerinnen und Schüler unter VR verstehen. Abbildung 7.4 zeigt die Wortwolke der zweiten Gruppe. Auffällig ist, dass der Ausdruck „Brille“ oft genannt wurde, das heißt, die Schülerinnen und Schüler wussten schon, dass man eine „Brille“ bzw. ein HMD benötigt, um in die virtuelle Realität einzutauchen. Weitere wichtige Begriffe wie „real“, „Therapie“, „andere Welt“ und „Games“ wurden ebenfalls genannt, was sehr gut die Einsatzmöglichkeiten von VR bzw. die VR-Techniken widerspiegelt.

Außerdem wurde auch die zweite Gruppe gefragt, ob kürzlich die Klimazonen wiederholt worden waren. Auch hier wurde in der Zwischenzeit nicht das Thema Klimazonen näher behandelt und somit war die Ausgangssituation sehr ähnlich wie die der ersten Gruppe.

## Virtual Reality



Abbildung 7.4 Wortwolke zum Thema Virtual Reality (erstellt mithilfe von mentimeter.com)<sup>44</sup>

Die Schülerinnen und Schüler benötigten nur noch die „Google Expeditions“-App, hier halfen sie sich wieder gegenseitig mit einem Hotspot aus, weil nicht bei jedem bzw. bei jeder das WLAN der Schule funktionierte. Aus diesem Grund wurde auch von der Lehrkraft ein Hotspot zur Verfügung gestellt. Dies führte allerdings zu einem Problem, und zwar war die Gruppe, mit 14 Schülerinnen und Schülern zu groß und so konnten sich nicht alle mit dem Hotspot verbinden. Die Lösung war nun, dass sich die Schülerinnen und Schüler nach jeder Szene abwechselten.

Die „Google Cardboards“ wurden diesmal fertig zusammengebaut mitgebracht, somit verging nicht so viel Zeit und die VR-Tour konnte beginnen. Die Jugendlichen waren sehr erstaunt über das VR-Erlebnis und wie einfach man in eine virtuelle Welt eintauchen kann. Die einführende Tour über die „Wahrzeichen Österreichs“ wurde wieder sehr gut aufgenommen und die Klasse erkannte sehr schnell, um welches Bundesland und Wahrzeichen es sich handelte. Weil die Einführung viel weniger Zeit in Anspruch nahm als bei der ersten Gruppe, konnten die Schülerinnen und Schüler die Zeit durch diese Pause dazu nutzen, um sich selbst mit VR zu beschäftigen. Nahezu alle Schülerinnen und Schüler fanden

---

<sup>44</sup> Rechtschreibfehler der Schülerinnen und Schüler wurden nicht bearbeitet.

eigenständig VR-Inhalte zum Ausprobieren. Die Plattform YouTube war besonders beliebt bei den Schülerinnen und Schülern, denn dort gibt es sehr viele VR-Videos, die man ganz einfach per App abrufen und mit der „Google Cardboard“ ansehen und erleben kann.

Nach der Pause wurden Gruppen gebildet und die verbesserten Arbeitsaufträge (siehe Kapitel 13.2) zu den jeweiligen Klimazonen verteilt. Die Schülerinnen und Schüler begannen, mit dem Tour Creator die geforderte Klimazone zu bearbeiten. Mithilfe der Einführung und des Handouts traten bei dieser Gruppe gar keine Probleme auf.

In der zweiten Einheit hatten die Schülerinnen und Schüler genügend Zeit, um die Touren fertigzustellen. In einer Gruppe trat eines der Worst-Case-Szenarios auf: Der Schüler, mit dessen Google Account das letzte Mal mit der Tour begonnen wurde, war in dieser Stunde abwesend. Ohne Möglichkeit, diesen Schüler zu erreichen, musste die Gruppe die Tour erneut erstellen. Glücklicherweise konnte sich der Rest der Gruppe noch gut an die Szenen erinnern und sie wurden rechtzeitig fertig. Die Präsentationen waren durch die überarbeiteten Arbeitsaufträge nun viel präziser und auch alle Gruppen benutzten die „Point-of-interest“-Funktion, um wichtige Abschnitte in den Szenen hervorzuheben. Viele Gruppen benutzten diese Funktion sogar in allen Szenen und machten Pausen zwischen dem Wechseln der Szenen, um die Aufmerksamkeit der Entdeckerinnen und Entdecker nicht zu verlieren. Der Appell an alle Schülerinnen und Schüler, das Smartphone nicht für private Zwecke zu nutzen, zeigte auch Wirkung. Auf allen Smartphones war immer nur die nötige Google-Expeditions-App geöffnet.

Anschließend fand erneut eine kurze schriftliche Wiederholung statt, um den Wissensstand der Schülerinnen und Schüler zu überprüfen. Auch mit der zweiten Gruppe wurde die Wiederholung kurz mündlich besprochen und durchgeführt.

Die Ergebnisse werden im folgenden Kapitel genau beschrieben.

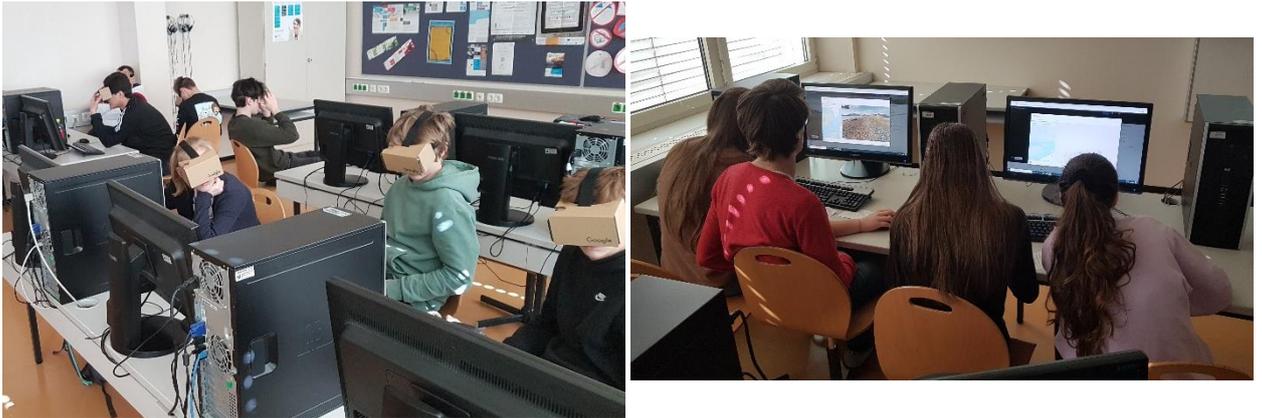


Abbildung 7.5 Zweite Gruppe im VR-Unterricht (Foto Brunner)

## 7.5. Auswertung

Insgesamt nahmen 27 Schülerinnen und Schüler an dem Unterrichtsversuch teil, 13 aus der ersten Gruppe und 14 aus der zweiten Gruppe. Um eine Überprüfung des Gelernten durchzuführen, wurde in jeder Gruppe eine Wiederholung des Stoffes durchgeführt. Dafür wurde ein Fragebogen ausgearbeitet und an die Schülerinnen und Schüler verteilt. Bei der Erstellung wurde das Geographiebuch „Perspektiven 5“ vom Ed. Hölzel Verlag verwendet (vgl. Marchart und Pötz, 2017). Der Fragebogen, siehe Kapitel 13.3 behandelte die Fragestellungen der Arbeitsaufträge in Form von Multiple-Choice- und offenen Fragen. Die Auswertung der Wiederholungen der beiden Gruppen zeigte, wie deutlich die vorgenommenen Verbesserungen die Schülerinnen und Schüler bei der Erfüllung der Aufgabe unterstützt haben.

Allerdings gilt es festzuhalten, dass viele unterschiedliche Parameter diese Feldstudie beeinflussen können. Die Jugendlichen weisen, auch wenn sie in der gleichen Klasse sind, einen unterschiedlichen Wissensstand auf. Darüber hinaus war die Zahl der untersuchten Schülerinnen und Schüler viel zu klein für eine Leistungsanalyse. Aus diesem Grund wurde im Zuge des Unterrichtsversuchs eine Wirkungsanalyse durchgeführt. Die vorgenommenen Verbesserungen beeinträchtigten den MR-Unterricht nicht negativ, sondern unterstützten die Schülerinnen und Schüler sowohl im Unterricht als auch beim Lernen. Dies wurde dadurch gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler der zweiten Gruppe die Aufgabe wesentlich einfacher und schneller erfüllen konnten.

Die Wiederholung der ersten Gruppe zeigte, dass die Klasse nicht die erwünschte Aufmerksamkeit hatte. Sie waren während des Unterrichts zu sehr abgelenkt von der Möglichkeit mit dem Smartphone zu arbeiten. Dies lässt sich auf die Probleme der ersten Unterrichtssequenz zurückführen, die in der zweiten schließlich Großteils ausgebessert wurden.

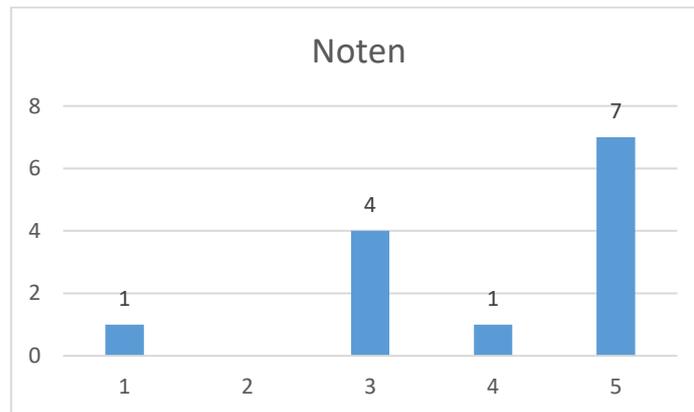


Abbildung 7.6 Notenverteilung in der ersten Gruppe (Brunner)

In Abbildung 7.6 erkennt man, dass von 13 Schülerinnen und Schülern sieben die notwendigen 50% nicht erreicht haben. Dies kann mehrere Gründe haben, zum Beispiel, dass zu Beginn jeder Szene nur wenige Guide-Gruppen von den Entdeckerinnen und Entdeckern wahrgenommen wurden und dadurch bereits viele wichtige Informationen überhört worden sind. Außerdem machten in der ersten Einheit nur wenige Guide-Gruppen von der „Point-of-interest“-Funktion Gebrauch, um wichtige Abschnitte in der Szene zu kennzeichnen und genauer zu erklären.

Die Zeit, die die Guide-Gruppen pro Tour brauchten, spielte mit Sicherheit auch eine Rolle. Informationen wurden oft zu schnell vorgetragen oder den Entdeckerinnen und Entdeckern zu ungenau präsentiert. Diese Tatsache könnte auch mit der ungenauen Formulierung der Arbeitsaufträge zusammenhängen. Diese wurden für die zweite Unterrichtssequenz genauer formuliert und ergänzt. Generell wurden sämtliche Probleme analysiert und nach Möglichkeit vermieden bzw. wurde das Unterrichtssetting verändert, um den Problemen entgegenzuwirken. Wie sich die gefundenen Probleme und deren Verbesserung auf den Unterricht ausgewirkt haben, wird im Kapitel 8 beschrieben.

Durch die Ergebnisse der zweiten Gruppe sind die Auswirkungen der Verbesserungen ersichtlich. In Abbildung 7.7 zeigt sich eine Verbesserung der Beurteilung. Durch die überarbeiteten Arbeitsaufträge und die verbesserten Präsentationen der Guide-Gruppen konnten sich die Schülerinnen und Schüler viel mehr Informationen aneignen. Probleme aus der vorherigen Unterrichtssequenz wurden weitestgehend korrigiert und darüber hinaus wurde während des Unterrichts mehr darauf geachtet, dass die Schülerinnen und Schüler sich nicht ablenkten und bei der Sache blieben.

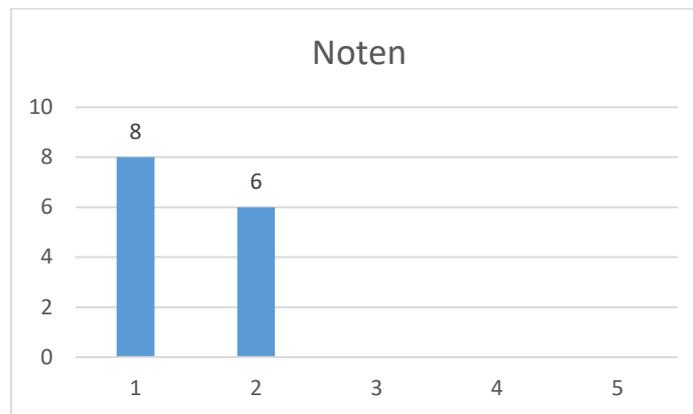


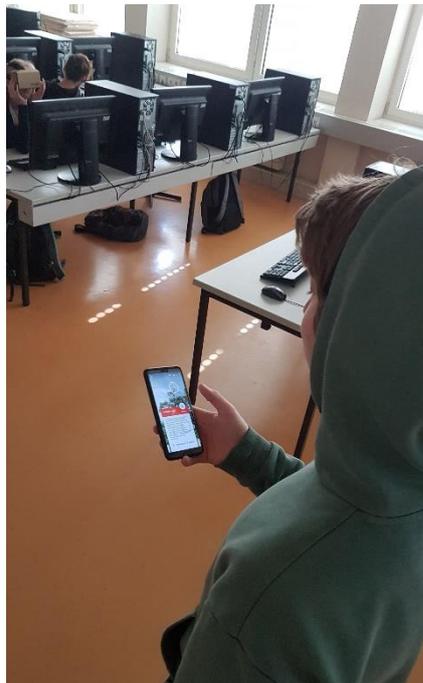
Abbildung 7.7 Notenverteilung in der zweiten Gruppe (Brunner)

Durch die Notenverteilung könnte man darauf schließen, dass die verwendeten Lehrmittel und die Aufgabenstellung nicht ideal für den Unterrichtsversuch ausgesucht wurden. Die verwendeten Materialien führten in der ersten Gruppe nicht zu den erhofften Ergebnissen. Erst durch eine Anpassung der Aufgabenstellung wurden die Resultate besser. Dadurch konnten die Schülerinnen und Schüler, der zweiten Gruppe, die Arbeitsaufträge schneller verstehen und besser umsetzen. Dies zeigte sich einerseits durch weniger Fragen während des Unterrichts, und andererseits konnten sie die Aufgaben schneller bewältigen.

Um einen erfolgreichen VR- bzw. MR-Unterricht zu gestalten, ist eine genaue Vorbereitung ein essenzieller Bestandteil. Aber trotz aller Vorbereitung kann man einige Probleme nicht genau vorhersagen. Die Möglichkeit, zwei Gruppen mit den VR-Techniken zu unterrichten, brachte viele dieser Probleme zum Vorschein, allerdings auch Wege, wie diese aus der Welt geschafft werden konnten.

Die Auswertung der beiden Wiederholungen zeigt deutlich, wie groß der Unterschied sein kann, wenn Probleme korrekt eruiert und der MR-Unterricht dementsprechend verbessert wird. Der Unterrichtsversuch spiegelt auch wider, wie sich eine leichte Veränderung des Unterrichtssettings auf den gesamten Unterricht auswirken kann.

Die Durchführung des MR-Unterrichts zeigte, dass die Jugendlichen bereits überraschend viel Ahnung von der Technologie hatten. Außerdem war es für die meisten Schülerinnen und Schüler ein Leichtes die verwendete VR-Technik anzuwenden. Anscheinend ist es für die Jugendlichen sehr einfach, Aufgaben mit dem Smartphone zu lösen. Dies spiegelte sich in den Ergebnissen der Schülerinnen und Schüler wieder. Einige Touren waren auf hohem Niveau und hätten ohne Probleme veröffentlicht werden können. Darüber hinaus hatten viele Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit ihre Präsentationsfähigkeiten zu festigen bzw. zu verbessern (siehe Abbildung 7.8).



*Abbildung 7.8 Schüler beim Präsentieren der Tour (Foto Brunner)*

## 7.6. Meinungen der Schülerinnen und Schüler

Um auch die Meinungen und die Kritik der Schülerinnen und Schüler zum VR-Unterricht zu sammeln, wurde nach den letzten Einheiten ein Feedbackbogen (siehe Kapitel 13.4) verteilt. Dieser sollte nochmal klären, ob die Schülerinnen und Schüler Erfahrungen mit VR hatten und wie sie die eingesetzten Methoden und Techniken bewerten.

Der Feedbackbogen bestand aus zwei Teilen, auf der ersten Seite sollten die Schülerinnen und Schüler zuerst angeben, ob sie bereits Erfahrungen mit VR vor dem Unterricht hatten und im Anschluss die Fragen mittels einer Schulnotenskala von 1 (sehr gut) bis 5 (ungenügend) bewerten.

Auf der zweiten Seite wurde den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Ergänzungen dazu aufzuschreiben, was ihnen am VR-Unterricht gefallen bzw. was ihnen nicht gefallen hätte und wo es, aus Schülersicht, noch möglich wäre, mithilfe von VR zu unterrichten und/oder was man ändern müsste, um VR sinnvoll einzusetzen.

Um eine bessere Übersicht zu bekommen, wurde die Auswertung auf mehrere Bereiche aufgeteilt. Es werden die Feedbackergebnisse der weiblichen, sowie der männlichen Schüler getrennt betrachtet, um zu analysieren, ob sich ein geschlechterspezifischer Trend erkennen lässt. Anschließend werden die Gruppen miteinander verglichen, ob sich die Verbesserungen des MR-Unterrichts auf die Meinung der Schülerinnen und Schüler ausgewirkt hat.

In nachfolgender Tabelle findet sich das Feedback aller Schülerinnen. Dabei sind immerhin schon sieben von zwölf Schülerinnen vor dem Unterricht mit VR in Kontakt gekommen. Auffallend bei den Schülerinnen ist, dass die vergebenen Bewertungen breiter gefächert sind und sich die Ergebnisse nicht eindeutig auf eine Note zuspitzen.

Interessante Ergebnisse gab es bei den Fragen drei bis fünf. Hier wurde zuerst gefragt, ob der Google Tour Creator einfach zu verstehen, zu benutzen bzw. unnötig kompliziert war. Die Schülerinnen hatten anscheinend gleich verstanden, wozu sich der Tour Creator eignete und was man damit machen konnte, jedoch

war er für die meisten nicht ganz so einfach zu benutzen. Frage sechs beschäftigte sich damit, ob die Schülerinnen sich vorab überhaupt mit dem Thema VR auseinandergesetzt hätten. Auch hier ist die Bewertung breit gefächert, von eins bis vier, wobei sich der Wert bei der Note drei am höchsten befindet. Was darauf schließen lässt, dass VR erstens noch zu wenig von der Jugend wahrgenommen wird und zweitens in der Schule quasi nicht vorhanden ist. Es kommt dabei ganz auf den Schultyp an, ob solche neuen Medien im Unterricht besprochen werden oder nicht. Die Motivation seitens der Schülerinnen, solche neuen Medien kennenzulernen, ist laut Frage sieben eindeutig vorhanden. Diese Motivation spiegelt sich auch in Frage vierzehn wider, fast alle Schülerinnen empfanden den VR-Unterricht als eine willkommene Abwechslung.

Frage zehn zeigt, dass es noch ein paar Feinheiten geben könnte, womit man den VR-Unterricht bzw. den Einblick in das VR-Thema noch verbessern könnte. Die elfte Frage bezog sich darauf, ob die Schülerinnen das Thema die Klimazonen der Erde mithilfe des VR-Unterrichts besser verstehen konnten als durch konventionellen Unterricht. Hier erkennt man ein starkes Mittelfeld in der Bewertungsskala, also sind die meisten Schülerinnen der Meinung, dass das gewählte Thema mindestens gleich gut im konventionellen Unterricht zu verstehen gewesen wäre. Diese Bewertung kommt einerseits durch den individuellen Lerntyp jeder Schülerin zustande und andererseits kommt es auf das Thema an, welches man mit VR-Unterricht den Schülerinnen und Schülern näherbringen möchte bzw. welches Unterrichtsfach man fächerintegrativ unterrichten möchte.

Eindeutig gaben die Fragen zwölf und dreizehn darüber Aufschluss, dass die Schülerinnen sich sehr wohl auf das Thema Klimazonen der Erde konzentrieren konnten und dass der VR-Unterricht keine Zeitverschwendung war. Man sollte nur darauf achten, dass der eingesetzte VR-Unterricht nicht in erster Linie deshalb eingesetzt wird, weil es den Schülerinnen und Schülern Spaß macht, sondern es muss auch immer ein pädagogischer Mehrwert vorhanden sein.

Bei den beiden letzten Fragen tendieren die Schülerinnen wieder zu einer Bewertung im Mittelfeld. Dies lässt sich eventuell darauf zurückführen, dass die be-

sprochenen Einsatzmöglichkeiten bei den Schülerinnen nicht den nötigen Denk- anstoß gegeben haben, um sich VR auch effektiv in anderen Unterrichtsfächern vorstellen zu können. Auch bei der letzten Frage, bezüglich des geweckten Inte- resses, um sich weiter mit VR zu beschäftigen, wird nur ein schlechtes Mittelfeld erreicht. Dies lässt die Frage offen, dass die Schülerinnen dieser Klasse entwe- der wenig Interesse an der VR-Technik zeigen, oder der Unterricht nicht die nö- tige Motivation aufbauen konnte sich weiter damit zu beschäftigen.

*Tabelle 7-3 Feedback der Schülerinnen*

weiblich							
Erfahrung mit VR vor dem Unterricht		JA: 7	NEIN: 5				Durchschnitt
		1	2	3	4	5	
Die Informationen der Lehrkraft bereite- ten mich optimal auf den VR-Unterricht vor	Nr. 1	8	3	1	0	0	1,42
Die erste VR-Tour durch die Lehrkraft gewährte mir einen tollen Einblick in die VR-Technik	Nr. 2	8	3	1	0	0	1,42
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu verstehen	Nr. 3	8	2	2	0	0	1,50
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu benutzen	Nr. 4	2	7	2	1	0	2,17
Die vorgestellte Technik war für mich unnötig kompliziert	Nr. 5	0	0	5	1	6	4,08
Ohne den VR-Unterricht hätte ich mich mit dem Thema VR nicht beschäftigt	Nr. 6	3	2	5	2	0	2,50
Ich wünschte, es würde mehr VR-Unter- richt geben bzw. mehr zu diesem Thema	Nr. 7	3	6	3	0	0	2,00
Die ganzen Funktionen zur Erstellung einer Tour waren hilfreich	Nr. 8	5	4	2	1	0	1,92
Ich habe bzw. unsere Gruppe hat viele verschiedene Funktionen genutzt (z.B. Point-of-interest)	Nr. 9	4	6	2	0	0	1,83
Ich glaube, dass jeder schnell mit den vorgestellten Techniken einen Einblick in das Thema VR bekommt	Nr. 10	3	6	3	0	0	2,00

Durch VR konnte ich das Thema (Klimazonen der Erde) besser verstehen als durch konventionellen Unterricht	Nr. 11	1	4	6	1	0	2,58
Durch den VR-Unterricht konnte ich mich nicht auf das Thema (Klimazonen der Erde) konzentrieren	Nr. 12	0	0	2	5	5	4,25
Der VR-Unterricht war reine Zeitverschwendung, ich hätte stattdessen lieber etwas anderes gemacht	Nr. 13	0	0	1	3	8	4,58
Der VR-Unterricht war eine willkommene Abwechslung zum konventionellen Informatikunterricht	Nr. 14	11	1	0	0	0	1,08
Ich und meine SchulkameradInnen waren ganz enthusiastisch über das VR-Thema und den VR-Unterricht	Nr. 15	6	3	1	2	0	1,92
VR hat im Unterricht keine Zukunft, da es wie ein Videospiel wirkt	Nr. 16	0	1	5	3	3	3,67
Das VR-Thema interessiert mich nach dem VR-Unterricht sehr, und ich werde mich damit weiter beschäftigen	Nr. 17	1	2	5	3	1	3,08

Beim Feedback der Schüler fällt als Erstes auf, dass sich hier oft eindeutige Bewertungsspitzen ergeben. Interessant ist auch, dass etwa die Hälfte schon Erfahrung mit VR vor dem Unterricht hatte. Daraus lässt sich schließen, dass diese Schüler einen einfacheren Einstieg in das Thema mithilfe von VR hatten und sich dadurch eventuell ein besseres Feedback bezüglich der Fragen des Verständnisses und der Usability ergibt. Dies zeigt sich bereits in den Fragen drei und vier deutlich. Bei der dritten und vierten Frage kommt es zu Bewertungsspitzen, wobei es um den Google Tour Creator geht und darum, wie einfach dieser zu verstehen und zu benutzen war. Nahezu alle Schüler vergaben hier eine Eins. Bei den Fragen fünf und sechs gab es jedoch eine etwas breiter gefächerte Bewertung.

Frage fünf bezog sich darauf, ob die vorgestellte Technik unnötig kompliziert zu benutzen war. Die meisten Schüler wählten hier ein klares Nein, allerdings bewerteten ein paar Schüler diese Frage mit Noten von eins bis drei. Ähnlich wie bei den Schülerinnen finden sich hier also einige, die für eine effektivere Umsetzung eine genauere Einführung gebraucht hätten oder man widmet der Erstellung einer Tour eine komplette Unterrichtssequenz, um den Schülerinnen und Schülern mehr Zeit zum Üben zu geben.

Negativ fällt bei Frage sechs auf, dass viele Schüler sich ohne den VR-Unterricht nicht mit dem Thema VR beschäftigt hätten. Ähnlich wie bei den Schülerinnen kommt es hier zu einer Bewertung im positiven Mittelfeld. Wie gesagt, lässt sich dies auf den Schultyp zurückführen, in dessen Schulprofil der Einsatz von diesen neuen Medien nicht vorgesehen ist bzw. müsste man das Interesse der Schülerinnen und Schüler für neuen Medien wecken, damit sie sich in ihrer Freizeit selbst damit beschäftigen können. Meist reicht dafür ein kleiner Denkanstoß. Viele Schülerinnen und Schüler wissen oft nicht, welche neuen Medien bereits zugänglich sind und was man damit alles machen kann.

Eine ganz klare Bewertungsspitze gab es bei den Fragen sieben und vierzehn, bezüglich dem Wecken von Interesse und Motivation der Schüler. Sie sind sehr interessiert an der vorgestellten Unterrichtsform und hätten gerne mehr davon. Dies ist nicht verwunderlich, reagierten die meisten Schüler doch sehr enthusiastisch auf den VR-Unterricht. Dieser sollte aber immer dafür genutzt werden, den Schülerinnen und Schülern pädagogisch sinnvollen Unterricht zu bieten, da sonst die Gefahr besteht, dass VR-Unterrichtssequenzen wie Videospiele wirken. Bei Frage sechzehn wurde dies allerdings, anders als bei den Schülerinnen, mit einer negativen Bewertung verneint.

Bei der zehnten Frage gab es bei den Schülern erneut eine eindeutige positive Bewertungsspitze. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass viele schon Erfahrung mit VR hatten und ihnen der Einstieg dadurch einfacher gefallen ist.

Ein anderes Ergebnis als die Schülerinnen hatten die Schüler bei der Frage elf, hier befinden sich die Bewertungen deutlich im positiven Mittelfeld. Durch die geringe Teilnehmerzahl lässt sich nicht genau sagen, worauf dies zurückzuführen ist, es wird allerdings vermutet, dass es vor allem auf den Lerntyp der Schüler ankommt, ob ihnen das Visuelle dabei hilft, den Lerninhalt besser aufzunehmen.

Frage zwölf und dreizehn zeigen negative Bewertungsspitzen, was in diesem Fall für den VR-Unterricht spricht. Denn die meisten Schüler konnten sich sehr gut mithilfe von VR auf das Thema Klimazonen der Erde konzentrieren und niemand hielt den gesamten VR-Unterricht für Zeitverschwendung. Dieser Zustand ist ein essentieller Punkt für den VR-Unterricht, denn wenn man die Schüler nicht dafür

begeistern kann neue Dinge auszuprobieren, dann wird es nahezu unmöglich, einen solchen Unterricht durchzuführen.

Im Gegensatz zu den Schülerinnen wurde das Interesse, sich nach dem VR-Unterricht mehr mit VR zu beschäftigen, bei den Schülern stärker geweckt.

Tabelle 7-4 Feedback der Schüler

männlich							
Erfahrung mit VR vor dem Unterricht		JA:	8	NEIN:	7		Durchschnitt
		1	2	3	4	5	
Die Informationen der Lehrkraft bereiteten mich optimal auf den VR-Unterricht vor	Nr. 1	11	3	1	0	0	1,33
Die erste VR-Tour durch die Lehrkraft gewährte mir einen tollen Einblick in die VR-Technik	Nr. 2	12	2	1	0	0	1,27
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu verstehen	Nr. 3	11	4	0	0	0	1,27
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu benutzen	Nr. 4	12	2	0	1	0	1,33
Die vorgestellte Technik war für mich unnötig kompliziert	Nr. 5	2	1	4	1	7	3,67
Ohne den VR-Unterricht hätte ich mich mit dem Thema VR nicht beschäftigt	Nr. 6	6	2	4	1	2	2,40
Ich wünschte, es würde mehr VR-Unterricht geben bzw. mehr zu diesem Thema	Nr. 7	9	6	0	0	0	1,40
Die ganzen Funktionen zur Erstellung einer Tour waren hilfreich	Nr. 8	7	5	3	0	0	1,73
Ich habe bzw. unsere Gruppe hat viele verschiedene Funktionen genutzt (z.B. Point-of-interest)	Nr. 9	8	5	1	1	0	1,67
Ich glaube, dass jeder schnell mit den vorgestellten Techniken einen Einblick in das Thema VR bekommt	Nr. 10	9	6	0	0	0	1,40
Durch VR konnte ich das Thema (Klimazonen der Erde) besser verstehen als durch konventionellen Unterricht	Nr. 11	7	4	4	0	0	1,80

Durch den VR-Unterricht konnte ich mich nicht auf das Thema (Klimazonen der Erde) konzentrieren	Nr. 12	0	0	0	6	9	4,60
Der VR-Unterricht war reine Zeitverschwendung, ich hätte stattdessen lieber etwas anderes gemacht	Nr. 13	0	0	0	1	14	4,93
Der VR-Unterricht war eine willkommene Abwechslung zum konventionellen Informatikunterricht	Nr. 14	14	0	1	0	0	1,13
Ich und meine SchulkameradInnen waren ganz enthusiastisch über das VR-Thema und den VR-Unterricht	Nr. 15	10	4	1	0	0	1,40
VR hat im Unterricht keine Zukunft, da es wie ein Videospiele wirkt	Nr. 16	0	1	1	7	6	4,20
Das VR-Thema interessiert mich nach dem VR-Unterricht sehr, und ich werde mich damit weiter beschäftigen	Nr. 17	7	5	2	0	1	1,87

Vorausgeschickt sei, dass es nahezu unmöglich ist, eine Unterrichtssequenz zu schaffen, die jeder Schülerin und jedem Schüler gleich gut gefällt. Dies war aber auch nicht das Ziel des Unterrichtsversuchs. Vielmehr ging es darum herauszufinden, ob Schülerinnen und Schüler mithilfe von VR-Technik ebenso lernen können oder nicht und darum, wie sie den VR-Unterricht aufnehmen.

Die Gesamtübersicht dient dazu, diese Fragestellungen zu unterstützen. Besondere Bewertungsspitzen, seien sie positiv, neutral oder negativ, wurden farblich hervorgehoben.

Wie man in Tabelle 7-5 erkennen kann, sind die meisten Bewertungsspitzen grün, also positiv, markiert, was ein Indiz dafür ist, dass der VR-Unterricht sehr gut von den Schülerinnen und Schülern aufgenommen wurde. Sie waren sehr zufrieden mit dem Einstieg in das Thema durch die Lehrkraft und diese bereitete sie optimal auf den kommenden VR-Unterricht vor. Mehr als die Hälfte der Jugendlichen hatte schon Erfahrung mit VR, dadurch lässt sich der leichte Einstieg für die meisten Schülerinnen und Schüler erklären, aber auch der Enthusiasmus, der von Beginn an sehr hoch war. Die vorgestellte Technik, eine Tour mithilfe von Google Tour Creator zu erstellen, war für die meisten einfach zu verstehen und einfach zu benutzen. Die eingesetzte Technik wurde nicht ohne Grund ausgewählt. Sei es wegen der kostengünstigen Möglichkeit, rasch in das Thema VR

einsteigen oder wegen der Tatsache, dass Schülerinnen und Schüler nichts vorzubereiten hatten, wie zum Beispiel eigene Accounts auf externen Seiten einzurichten, außer die APP herunterzuladen. Sie konnten gleich mit der Erstellung der Tour beginnen und der Google Tour Creator war eine einfache Methode, schnell in das VR-Thema einzusteigen und darüber hinaus steigert es die Motivation, wenn sie erkennen, wie einfach es ist, mit neuen Medien zu arbeiten. Man erkennt eine starke Motivation unter anderem bei Frage vierzehn. 25 von 27 Schülerinnen und Schüler bewerteten diese Frage mit einem Sehr gut, somit ist klar, dass der VR-Unterricht fast alle Jugendlichen dafür begeisterte, sich Inhalte durch neue Techniken und Medien anzueignen.

Der erste negative Punkt fällt bei Frage sechs auf. Viele Jugendliche bewerteten diese Frage mit einer positiven Note. Abgesehen von jenen, welche schon Erfahrung mit VR hatten, hätten sich die anderen mit VR vermutlich gar nicht beschäftigt. Genau lässt sich dies jedoch nicht sagen, aber mit jetzigem Stand scheint es so. Ein Anzeichen dafür, dass Interesse doch geweckt wurde, gibt es in der letzten Frage. Immerhin 15 bis 22 Schülerinnen und Schüler bewerteten diese Frage mit einer positiven bis neutralen Note. Somit lässt sich ein Trend erkennen, dass die meisten Schülerinnen und Schüler Interesse an VR zeigen und auch an VR-Unterricht.

Der Wunsch nach mehr VR-Unterricht unterstreicht das neu gewonnene Interesse der Jugendlichen, nahezu alle bewerteten die Frage sieben mit positiven Noten. Die sehr guten Bewertungen der Frage zehn lassen sich vor allem darauf zurückführen, dass viele Jugendliche bereits Erfahrung mit VR hatten, dennoch zeigt dies auch, dass die vorgestellten Techniken für jeden ein geeigneter Einstieg in das Thema VR sein können. Dies war schließlich das oberste Ziel, denn auch diejenigen Schülerinnen und Schüler, welche wenig bis keine Erfahrung mit VR hatten, sollten keinen Nachteil gegenüber den anderen mit Erfahrung haben. Frage elf lässt darauf schließen, dass einige Schülerinnen und Schüler einen anderen Lerntyp haben oder eine andere Art des Lernens bevorzugen. Zwar haben 16 Schülerinnen und Schüler eine positive Note auf diese Frage gegeben, allerdings haben sich zehn für das Mittelfeld entschieden. Wie bereits erwähnt, kann dies vom individuellen Lerntyp abhängen oder davon, dass der VR-Unterricht

trotz allen Bemühungen eine zu große Ablenkung für sie war. Durch die Möglichkeit direkt in das Thema mithilfe von VR einzutauchen, ist für die meisten bestimmt zuerst eine Ablenkung. Vor allem diejenigen, die noch keine Erfahrung mit VR hatten, waren vermutlich zu sehr von der Technik abgelenkt.

Die beiden Fragen zwölf und dreizehn dienten in erster Linie dazu herauszufinden, wie die Schülerinnen und Schüler den VR-Unterricht wahrgenommen haben und ob dieser für sie effektiv durchgeführt wurde. Die Bewertungen im Bereich zwischen vier und fünf bzw. die Bewertungsspitze bei Frage dreizehn zeigen deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler sehr gut durch VR unterstützt worden sind und die Zeit effektiv genutzt worden ist.

Die Tatsache, dass sich bei der Frage sechzehn insgesamt acht Schülerinnen und Schüler für ein positives Mittelfeld entschieden haben, wirft die Frage auf, ob der durchgeführte VR-Unterricht zu spielerisch war oder ob die Schülerinnen und Schüler VR eher mit Videospiele assoziieren und sich nicht vorstellen können, diese Technik effektiv in anderen Unterrichtsfächern oder Unterrichtssituationen einzusetzen. Wenn ein VR-Unterricht öfter stattfinden würde, könnte dies die Meinung der Schülerinnen und Schüler ändern, weil sie erkennen würden, wie VR sich in das Unterrichtsgeschehen einfügen kann. Immerhin finden 19 der 27 Schülerinnen und Schüler, dass VR eine Zukunft im Unterricht haben kann.

Tabelle 7-5 Gesamtes Feedback

<b>Gesamt (27 Schülerinnen und Schüler)</b>							
Erfahrung mit VR vor dem Unterricht		<b>JA:</b>	<b>15</b>	<b>NEIN:</b>	<b>12</b>		<b>Durchschnitt</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Die Informationen der Lehrkraft bereiteten mich optimal auf den VR-Unterricht vor	Nr. 1	19	6	2	0	0	1,37
Die erste VR-Tour durch die Lehrkraft gewährte mir einen tollen Einblick in die VR-Technik	Nr. 2	20	5	2	0	0	1,33
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu verstehen	Nr. 3	19	6	2	0	0	1,37

Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu benutzen	Nr. 4	14	9	2	2	0	1,70
Die vorgestellte Technik war für mich unnötig kompliziert	Nr. 5	2	1	9	2	13	3,85
Ohne den VR-Unterricht hätte ich mich mit dem Thema VR nicht beschäftigt	Nr. 6	9	4	9	3	2	2,44
Ich wünschte, es würde mehr VR-Unterricht geben bzw. mehr zu diesem Thema	Nr. 7	12	12	3	0	0	1,67
Die ganzen Funktionen zur Erstellung einer Tour waren hilfreich	Nr. 8	12	9	5	1	0	1,81
Ich habe bzw. unsere Gruppe hat viele verschiedene Funktionen genutzt (z.B. Point-of-interest)	Nr. 9	12	11	3	1	0	1,74
Ich glaube, dass jeder schnell mit den vorgestellten Techniken einen Einblick in das Thema VR bekommt	Nr. 10	12	12	3	0	0	1,67
Durch VR konnte ich das Thema (Klimazonen der Erde) besser verstehen als durch konventionellen Unterricht	Nr. 11	8	8	10	1	0	2,15
Durch den VR-Unterricht konnte ich mich nicht auf das Thema (Klimazonen der Erde) konzentrieren	Nr. 12	0	0	2	11	14	4,44
Der VR-Unterricht war reine Zeitverschwendung, ich hätte stattdessen lieber etwas anderes gemacht	Nr. 13	0	0	1	4	22	4,78
Der VR-Unterricht war eine willkommene Abwechslung zum konventionellen Informatikunterricht	Nr. 14	25	1	1	0	0	1,11
Ich und meine SchulkameradInnen waren ganz enthusiastisch über das VR-Thema und den VR-Unterricht	Nr. 15	16	7	2	2	0	1,63
VR hat im Unterricht keine Zukunft, da es wie ein Videospiel wirkt	Nr. 16	0	2	6	10	9	3,96
Das VR-Thema interessiert mich nach dem VR-Unterricht sehr, und ich werde mich damit weiter beschäftigen	Nr. 17	8	7	7	3	2	2,41

Abbildung 7.9 dient zur besseren Übersicht des gesamten Feedbacks aller Schülerinnen und Schüler. Mit diesem Säulendiagramm lassen sich auch eindeutig die Bewertungsspitzen und Trends erkennen. Im Sinne einer besseren Übersicht wurden die einzelnen Fragen des Fragebogens nummeriert und die Ergebnisse mit der entsprechenden Nummer in das Diagramm eingefügt.

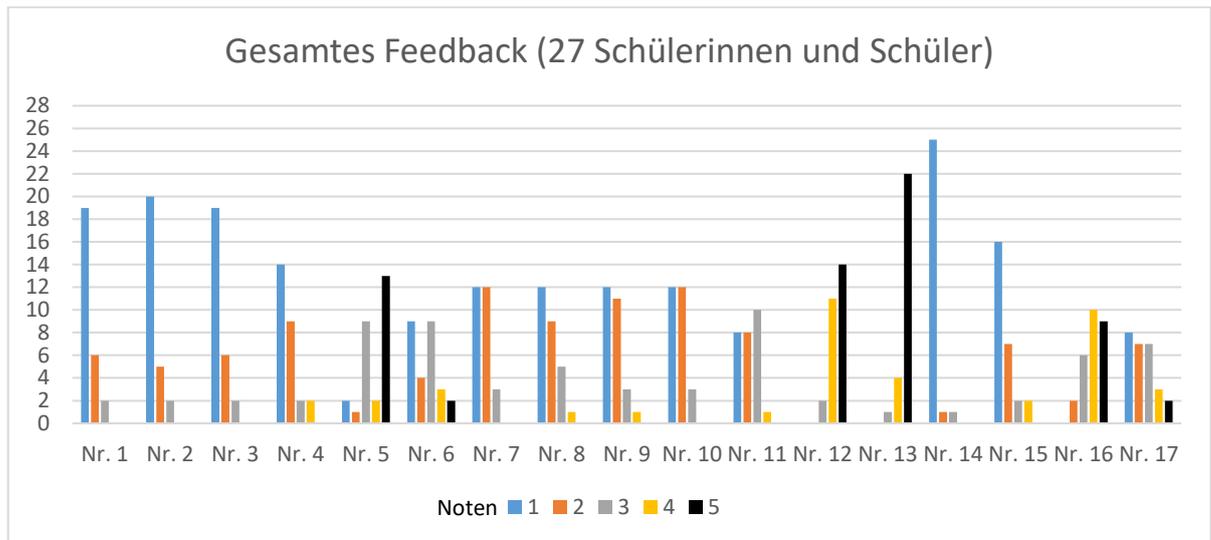


Abbildung 7.9 Übersicht gesamtes Feedback

Beim Vergleich der zwei Gruppen fällt auf, dass das Feedback der zweite Gruppe positivere Resultate hervorbrachte. Tabelle 7-6 dient zum Vergleich der beiden Gruppen und deren Feedback. Dafür werden für jede Gruppe die Durchschnittswerte der jeweiligen Fragen angegeben. Die zweite Gruppe hatte auf jede Frage, bis auf Frage Nummer sechs und 16, positivere Ergebnisse als die erste Gruppe. Die gesamte Gruppengröße mit 27 Schülerinnen und Schülern ist zu klein um zu sagen, dass die vorgenommenen Verbesserungen einen positiven Effekt auf die Schülerinnen und Schüler hatten. Aber die Durchschnittswerte lassen vermuten, dass die zweite Gruppe zumindest die Aufgabenstellung besser verstehen konnte als die erste Gruppe und besser mit VR umgehen konnte. Dies kann man bei den Fragen neun und elf erkennen.

Tabelle 7-6 Vergleich von Gruppe 1 und Gruppe 2

		Durchschnittswerte Gruppe 1	Durchschnittswerte Gruppe 2
Die Informationen der Lehrkraft bereitete mich optimal auf den VR Unterricht vor	Nr. 1	1,62	1,14
Die erste VR Tour durch die Lehrkraft gewährte mir einen tollen Einblick in die VR Technik	Nr. 2	1,38	1,29
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu verstehen	Nr. 3	1,46	1,29
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu benutzen	Nr. 4	1,69	1,71

Die vorgestellte Technik war für mich unnötig kompliziert	Nr. 5	4,08	3,64
Ohne den VR Unterricht hätte ich mich mit dem Thema VR nicht beschäftigt	Nr. 6	2,62	2,29
Ich wünschte es würde mehr VR Unterricht geben, bzw. mehr zu diesem Thema	Nr. 7	1,69	1,64
Die ganzen Funktionen zur Erstellung einer Tour waren hilfreich	Nr. 8	1,92	1,71
Ich bzw. unsere Gruppe hat viele verschiedene Funktionen genutzt (z.B. point of interest)	Nr. 9	2,15	1,36
Ich glaube, dass jeder schnell mit den vorgestellten Techniken einen Einblick in das Thema VR bekommt	Nr. 10	1,77	1,57
Durch VR konnte ich das Thema (Klimazonen der Erde) besser verstehen als durch konventionellen Unterricht	Nr. 11	2,46	1,86
Durch den VR Unterricht konnte ich mich nicht auf das Thema (Klimazonen der Erde) konzentrieren	Nr. 12	4,15	4,71
Der VR Unterricht war reine Zeitverschwendung, ich hätte stattdessen lieber was anderes gemacht	Nr. 13	4,77	4,79
Der VR Unterricht war eine willkommene Abwechslung zum konventionellen Informatikunterricht	Nr. 14	1,15	1,07
Ich und meine SchulkameradInnen waren ganz enthusiastisch über das VR Thema und den VR Unterricht	Nr. 15	1,92	1,36
VR hat im Unterricht keine Zukunft, da es wie ein Videospiele wirkt	Nr. 16	4,31	3,64
Das VR Thema interessiert mich nach dem VR Unterricht sehr, und ich werde mich damit weiter beschäftigen	Nr. 17	2,92	1,93

Die Schülerinnen und Schüler hatten im Zuge des Feedbacks noch die Möglichkeit, drei offene Fragen zu beantworten. Erstens, was ihnen am VR-Unterricht sehr gut gefallen hat, zweitens, was ihnen am VR-Unterricht nicht gefallen hat und drittens, was man ihrer Meinung nach im Unterricht ändern müsste, um VR auch in anderen Schulfächern zu integrieren bzw. ob dies schon jetzt möglich ist. Dafür wird versucht, ähnliche Begriffe, die von den Schülerinnen und Schülern genannt wurden, unter Überbegriffen zusammenzufassen.

Für die erste Frage lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Schülerinnen und Schüler großes Interesse hatten, VR auszuprobieren und dass der VR-Unterricht eine willkommene Abwechslung war. Darüber hinaus hatten die Schülerinnen und Schüler Spaß daran, eine eigene virtuelle Tour zu erstellen und an andere Orte zu reisen. Durch VR hatten einige Schülerinnen und Schüler auch das Gefühl, wirklich dort zu sein, was sie mit einfachen Bildern nicht haben.

Bei der zweiten Frage haben die Schülerinnen und Schüler oft angemerkt, dass der Komfort der verwendeten VR-Brille nicht sehr angenehm war und gelegentlich Kopfschmerzen sowie Schwindel auftraten. Darüber hinaus klagten einige, dass das Bild oft unscharf war. Der Komfort sowie die Unschärfe des Bildes lassen bei einer Einsteiger-VR-Brille oftmals zu wünschen übrig. Wie bereits angemerkt, diente die „Google Cardboard“ lediglich dazu, einen kostengünstigen Einstieg in das VR-Thema zu ermöglichen. Wenn sich im Schulalltag ein VR-Unterricht durchsetzt, muss die Schule in bessere VR-Brillen investieren, um langfristig die Kosten niedrig zu halten und um den Schülerinnen und Schülern besseren Komfort bei der Verwendung der VR-Brillen zu ermöglichen.

Bei der dritten Frage bezüglich der Einsatzmöglichkeiten in anderen Schulfächern sowie was sich im Unterricht ändern müsste, hatten die Schülerinnen und Schüler einige Ideen. Schulfächer wie Geographie, Geschichte, Biologie wurden oft genannt, aber auch Bildnerische Erziehung, um sich Kunstwerke auch in 3D ansehen zu können. Schülerinnen und Schüler merkten auch an, dass alle Lehrer dann mehr mit Smartphone, Computer und Technik im Allgemeinen arbeiten müssten. Ein wichtiger Punkt wurde auch genannt, nämlich, dass die Lehrkraft für den VR-Unterricht viel mehr vorbereiten muss.

## **7.7. Ergebnisse der Schülerinnen und Schüler**

Die Durchführung des MR-Unterrichts hat einige gute Google Touren hervorgebracht. Die Schülerinnen und Schüler hatten Spaß an der Erstellung und hielten sich sehr genau an die Arbeitsaufträge. Jede Gruppe hatte die nötigen Arbeitsschritte erfüllt und zu jedem geforderten Punkt eine passende Szene gefunden. Die Gruppen waren sehr zufrieden mit ihren Ergebnissen und wenn eine Szene

nicht den Vorstellungen der Gruppe entsprach, wurde so lange nach einer neuen Szene gesucht bis sie eine passende gefunden haben bzw. eine Szene mithilfe der Lehrkraft ausgewählt. Die Präsentation der einzelnen Gruppen verlief Großteils positiv, allerdings hatten einige Gruppen das Problem, die nötigen zehn Minuten zu sprechen. Nichtsdestotrotz sind durchaus gelungene Touren entstanden die im Folgenden als Screenshots eingefügt wurden und in Abbildung 7.12 erkennt man wie ein Teil der Schülerinnen und Schüler mit Google Tour Creator arbeiten.

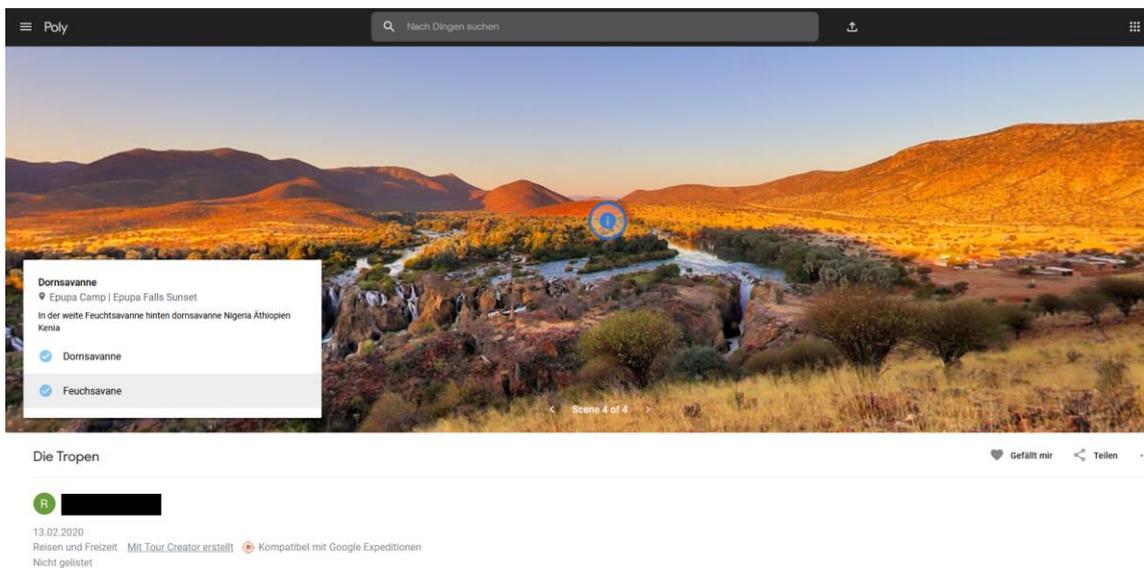


Abbildung 7.10 Tour über die Tropen in Google Poly, (Screenshot Brunner)<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> **Quelle:** Google Poly, 2017, <https://poly.google.com/>, - zul. aufgerufen am 28.04.2020.

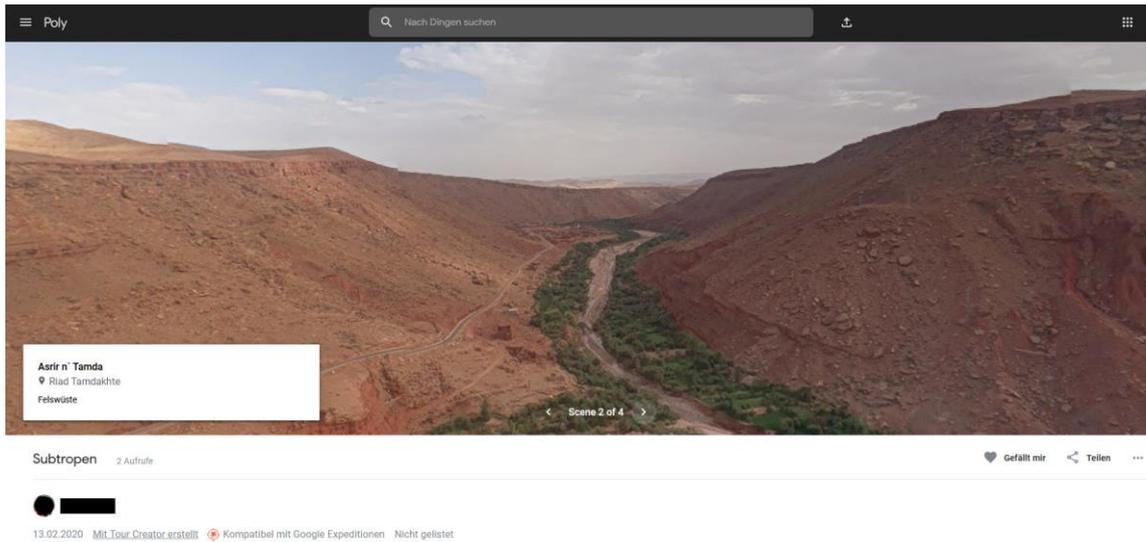


Abbildung 7.11 Tour über die Subtropen in Google Poly, (Screenshot Brunner)<sup>45</sup>

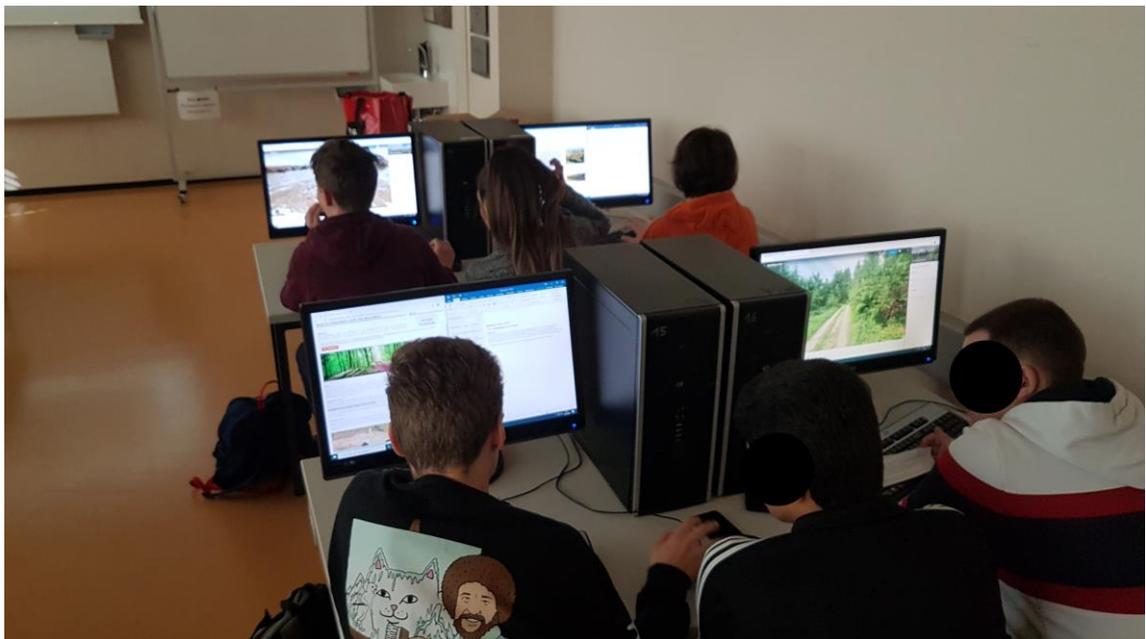


Abbildung 7.12 Schülerinnen und Schüler beim Bearbeiten der Arbeitsaufträge (Foto Brunner)

## 8. Diskussion

Durch die Auswertung der Testergebnisse und das Feedback der Schülerinnen und Schüler lässt sich sagen, dass die durchgeführten Verbesserungen einen positiven Einfluss auf den Unterrichtsversuch hatten.

Bereits der Aspekt, die VR-Brillen fertig zusammengebaut mitzubringen, brachte viel Zeitersparnis ein, die effektiv zur Einführung in VR genutzt werden konnte. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich so viel besser in VR vertiefen und auch eigene VR-Anwendungen ausprobieren.

Die Guide-Gruppen beim Präsentieren der Tour zentral in der Klasse zu platzieren, war ein essenzieller Schritt. Denn viele Guide-Gruppen bemerkten zuerst gar nicht, dass ihnen keine Beachtung geschenkt wurde und präsentierten ihren vorbereiteten Text einfach weiter. Die Lösung durch die zentrale Platzierung der Gruppe machte die Guide-Gruppen wesentlich besser darauf aufmerksam, ob die Entdeckerinnen und Entdecker gerade zuhörten oder von der Szene zu sehr abgelenkt waren. Durch diese Maßnahme lassen sich auch die Präsentations- und Rede-Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler verbessern, die sich spätestens bei der Präsentation ihrer vorwissenschaftlichen Arbeit brauchen werden. Somit kann MR-Unterricht zusätzlich auch für diese Art von Training eingesetzt werden und die Anwendungen von MR-Unterricht werden immer größer.

Eine große Herausforderung des MR-Unterrichts ist es, dass Schülerinnen und Schüler von den verwendeten Medien, zum Beispiel wie im Unterrichtsversuch von ihrem eigenen Smartphone, abgelenkt werden. Sie werden dazu verführt, diverse andere Apps zu nutzen, die nichts mit dem MR-Unterricht zu tun haben. Eine Maßnahme zur Unterbindung wurde bereits besprochen, jedoch ist nicht klar, wie gut sich diese Maßnahme auf andere Gruppen auswirkt bzw. ob es eine noch effektivere Lösungsvariante gibt.

Der allergrößte positive Effekt ließ sich an den verbesserten Arbeitsaufträgen messen. Dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler nun verpflichtet waren, einen „Point-of-interest“ einzubauen und diesen auch zu beschreiben, konnte die Aufmerksamkeit ideal auf einen wichtigen Teil fokussiert werden und die Entdeckerinnen und Entdecker bekamen die essentiellen Informationen dazu.

Die Beispieltour der Lehrkraft war insbesondere dann hilfreich, wenn Schülerinnen und Schüler keine passende Szene zu einer Aufgabenstellung gefunden haben. Im Gegensatz zum konventionellen Unterricht lässt sich sagen, dass jede Form von MR-Unterricht automatisch mehr Vorbereitungszeit mit sich bringt.

Ganz einfach schon aus dem Grund, dass diese Form des Unterrichts noch neu ist und es vergleichsweise wenig Unterrichtsmaterial gibt. Um einen MR-Unterricht effektiv durchzuführen, muss sich die Lehrkraft zuerst darüber klar werden, in welchem Unterrichtsfach ein MR-Unterricht Sinn macht. Aufbauend darauf, muss ein passendes Themengebiet überlegt werden, denn nicht jedes Thema eignet sich für MR-Unterricht. Anschließend muss sich die Lehrkraft mit der ausgewählten Technik, VR oder AR, auseinandersetzen, um den Schülerinnen und Schülern einen reibungslosen Unterricht zu gewährleisten. Zu guter Letzt muss das Themengebiet mit der ausgewählten MR-Technik aufbereitet und durchgeführt werden.

Die Vorbereitungszeit dauert somit wesentlich länger als bei konventionellem Unterricht, allerdings kann man den vorbereiteten MR-Unterrichtsentwurf genauso wie den des konventionellen Unterrichts, immer wieder verwenden. Darüber hinaus ist es oft wesentlich einfacher, Verbesserungen an einem MR-Unterricht vorzunehmen als bei konventionellem Unterricht und ein MR-Unterricht mit „Google Expeditions“ kann einfach aktualisiert werden. Oft reichen schon kleine Änderungen aus, um auf neu aufkommende Themen zu reagieren oder den MR-Unterricht einfach nur aktuell zu halten.

MR-Unterricht könnte aufgrund der hohen Vorbereitungszeit zuerst für viele Lehrkräfte abschreckend wirken. Lehrerinnen und Lehrer müssen sich im Vorhinein gut überlegen, ob sich das ausgewählte Themengebiet mittels MR-Unterricht vermitteln lässt.

Durch den Unterrichtsversuch lässt sich sagen, dass ein gut strukturierter MR- bzw. VR-Unterricht über die Klimazonen der Erde den Schülerinnen und Schülern viel gebracht hat und diese nicht negativ beeinflusst hat. Die Jugendlichen konnten das Gelernte erleben und visuell wahrnehmen. Darüber hinaus ist auch der fächerintegrative Aspekt jederzeit gegeben, denn der Einsatz von MR-Technik fördert auch die IKT-Kenntnisse.

Der erfolgreiche Einsatz von MR-Unterricht hängt im Wesentlichen von zwei primären Faktoren ab. Erstens kommt es auf die Lehrkraft an, ob überhaupt MR-

Unterricht für das jeweilige Schulfach in Frage kommt und ob sie oder er die nötigen Schritte für einen MR-Unterricht durchführen möchte. Motivation seitens der Lehrkraft muss genauso gegeben sein wie von Seiten der Schülerinnen und Schüler. Zum zweiten Faktor lässt sich sagen, es ist wichtig, dass der MR-Unterricht nicht als reine Spielerei in den Unterricht eingebaut wird, sondern, dass sich daraus für die Schülerinnen und Schüler ein pädagogisch wertvoller Unterricht ergibt und dass auch die Schülerinnen und Schüler Motivation für diese neue Art des Unterrichts zeigen.

### **8.1. Empfehlungen für MR-Unterricht**

Um einen ähnlichen MR-Unterricht wie in dem durchgeführten Unterrichtsversuch zu erstellen, sollte man folgende Punkte berücksichtigen.

Im Vorfeld ist zu beachten, dass sich nicht jedes Thema für MR-Inhalte und „Google Expeditions“ eignet. Zuerst gilt es zu untersuchen, zu welchen Themengebieten es eventuell schon eine Tour gibt und ob es sinnvoller ist, diese Tour zu verwenden oder eine neue zu erstellen. Falls es schon Touren zum gewünschten Thema gibt, erspart dies sehr viel Vorbereitungszeit. In den seltensten Fällen ist die bereits präsente Tour für den geplanten Unterricht optimal, man hat aber die Möglichkeit, diese Touren zu adaptieren und mit den vorhandenen 3D-Grafiken und Bildmaterialien die Tour so anzupassen, dass sie für den Unterricht verwendet werden können.

Falls nicht, dann gilt es abzuwägen, ob sich das gewünschte Themengebiet leicht mit dem Google Tour Creator realisieren lässt und 360°-Aufnahmen von Google Streetview ausreichen. Aufwendigere Produktionen mit 3D-Grafiken selbst zu erstellen, wäre prinzipiell möglich, jedoch nicht empfehlenswert, da diese Touren sehr viel Zeit und Erfahrung im Bereich Computergrafik voraussetzen.

Die im Unterrichtsversuch verwendeten „Google Cardboards“ sind ideal für den Einstieg in das Thema MR. Jedoch können auch hier zu Beginn Fehler vermieden werden. Zuerst sollte sich die Schule überlegen, wie oft die VR-Brillen eingesetzt werden sollen. Denn wenn man längerfristigen MR-Unterricht mit VR

plant, dann sollte man in robustere und bequemere VR-Brillen investieren. Schülerinnen und Schüler beklagten oft den fehlenden Komfort der verwendeten Brille, dies lässt sich mit anderen Modellen vermeiden. Dabei stellt sich aber die Frage der Aufbewahrung der VR-Brillen. Idealerweise gibt es in der Schule einen sicheren Ort dafür und gleichzeitig sollte dieser Ort für die Durchführung des MR-Unterrichts geeignet sein. Die meisten VR-Brillen sind fragil und sollten nicht zu oft von einer Klasse zur anderen transportiert werden.

Wenn alle bereits genannten Hürden überwunden worden sind, sollte man den Schülerinnen und Schülern im Vorhinein mitteilen, dass demnächst ein MR-Unterricht stattfindet und mit welchen Medien dabei zum Einsatz kommen. Sie können sich dann darauf vorbereiten und dafür sorgen, dass die nötigen Apps bereits auf den Smartphones installiert sind, alle nötigen Accounts bereitstehen und dass der Akku geladen ist. Dadurch lassen sich sämtliche Anfangsprobleme abfedern, auch wenn sich nicht alle Schülerinnen und Schüler gleich gut vorbereiten, ist es einfacher, zwei oder drei Schülerinnen und Schülern die nötigen Schritte zur Vorbereitung zu erklären als zwanzig.

Zur Durchführung des MR-Unterrichts wird auf die Kapitel 7.3 und 7.4 verwiesen, sämtliche Probleme des Unterrichtsversuchs und Verbesserungsvorschläge sind dort aufgelistet. Zu vermeiden gilt es darüber hinaus, dass die Schülerinnen und Schüler die verwendete Technik als reine Spielerei auffassen. Einige nannten MR, VR oder AR in Verbindung mit der Spieleindustrie und Unterhaltungsbranche. Davon sollte man sich distanzieren, denn Unterricht sollte durchaus unterhaltsam sein, allerdings in einem gewissen Rahmen. Eine der größten Herausforderungen des MR-Unterrichts ist dieser Balanceakt zwischen unterhaltsamem und pädagogisch wertvollem Unterricht. Wie dieser Balanceakt ideal durchgeführt wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab und es gibt keine genauen Handlungsempfehlungen dafür. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass die verwendete MR-Technik die Schülerinnen und Schüler erst gar nicht dazu verleitet, den MR-Unterricht mit der Spieleindustrie zu verknüpfen. Dafür sollten die 3D-Grafiken oder die 360°-Aufnahmen nicht zu kindlich dargestellt sein, aber auch nicht zu wissenschaftlich, um die Motivation der Schülerinnen und Schüler nicht negativ zu beeinträchtigen. Somit ist es nicht einfach, einen motivierenden

und pädagogisch wertvollen MR-Unterricht zu gestalten und durchzuführen. Jedoch sei gesagt, dass sich ein guter MR-Unterricht, erst entwickeln muss. In der ersten Gruppe des Unterrichtsversuchs traten Probleme und Fehler auf und erst durch die Verbesserungsvorschläge führte der MR-Unterricht zu den gewünschten Ergebnissen. Erst durch Testen des MR-Unterrichts lernt vor allem die Lehrkraft, welche Dinge gut funktionieren und welche nicht.

## 8.2. Zukunftsaussichten

Die Zukunft von MR-Unterricht lässt sich schwer einschätzen. Fakt ist jedoch, dass sich der Anteil der Informatikstunden in jeder Schulform in naher Zukunft erhöhen wird. Bereits im Schuljahr 2018/2019 findet im Rahmen der verbindlichen Übung „Digitale Grundbildung“ mehr Informatik auch in der Unterstufe statt. Die Schulen sind verpflichtet, den Schülerinnen und Schülern in zwei bis vier Wochenstunden Kompetenzen wie Informations-, Daten- und Medienkompetenz, gesellschaftliche Aspekte von Medienwandel und Digitalisierung und Mediengestaltung beizubringen. „Digitale Grundbildung“ kann dabei als eigenständige Übung oder fächerintegrativ in den Schulalltag eingebaut werden.<sup>46</sup>

Dies könnte man ideal für die Einführung in neue Medien, wie zum Beispiel MR-Inhalte, verwenden, um die Schülerinnen und Schüler bereits in der Unterstufe mit MR vertraut zu machen und aufbauend darauf, den MR-Unterricht in der Sekundarstufe II aufzubauen. Die frühe Einführung in MR-Inhalte bereitet die Schülerinnen und Schüler ideal auf einen MR-Unterricht vor, indem ihnen die Grundlagen für Technik und Funktion nähergebracht werden. Darüber hinaus fördert man schon früh das Interesse für die gesamte MR-Technik und kann dies auch fächerintegrativ durchführen.

Dadurch erhält MR-Unterricht die Möglichkeit, sich, langfristig gesehen, im Schulalltag durchzusetzen, wenn auch nur in bestimmten Schulfächern und Themen-

---

<sup>46</sup> **Quelle:** Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung, Digitale Grundbildung, <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/dgb.html>, - zul. aufgerufen am 20.03.2020.

gebieten. Es muss also eine Abgrenzung geben, weil sich nicht jedes Themengebiet für MR-Unterricht eignet. Doch mit einer ständig wachsenden Gemeinschaft werden sich in Zukunft mehr und mehr Unterrichtsbeispiele für die diversen Anwendungen ergeben. Sowohl Lehrerinnen und Lehrer als auch Schülerinnen und Schüler bringen Ideen in die Unterrichtsgestaltung mit ein und erschließen neue Bereiche, die mit MR-Unterricht unterstützt werden können. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Idee eines Schülers, den MR-Unterricht auch in dem Schulfach „Bildnerische Erziehung“ einzusetzen, um sich Skulpturen in einer 3D-Umgebung anzusehen. Und mit immer fortschrittlicheren Entwicklungen in Technologie und Lehre hat MR-Unterricht das Potential, sich als eine flächendeckende Unterrichtsform zu etablieren.

Besprochene Beispiele wie „The Magicbook“ und „Studierstube“ könnten in Zukunft eine wichtigere Rolle im Unterricht einnehmen. Falls sich diese Beispiele einfacher modifizieren bzw. ändern lassen, könnten auch sie effektiv in den Unterricht eingebaut werden. Allerdings tritt hier ein Problem auf, das sich auch im VR-Unterricht findet, es müsste für diese Unterrichtsformen einen eigenen Raum geben. Der Transport von vielen HMDs oder MR-Büchern wie „The Magicbook“ ist im Schulalltag nicht ideal. Um dieses Problem zu beseitigen, müsste man einen eigenen „MR-Raum“ in der Schule zur Verfügung stellen oder diese notwendigen Medien in einen bereits vorhandenen Informatiksaal integrieren. Dieser Aspekt trat auch vor rund 20 Jahren auf, als der PC als neues Medium seinen Weg in die Schule fand. Schulen standen vor dem Problem, dass sie erst Informatiksäle einrichten mussten, heutzutage befinden sich in jeder Schule mindestens ein bis zwei Informatiksäle, in höheren Schulen meist noch mehr. Es bleibt also abzuwarten, ob sich in naher Zukunft auch ein „MR-Raum“ durchsetzt.

Bezüglich neuer Technologien lässt sich noch ergänzen, dass Smartglasses zwar die neue Stufe von MR bereitstellen, aber aufgrund der immensen Kosten und des aktuellen Entwicklungsstandes lässt sich diese Technologie für die Schule bzw. Lehre noch nicht effektiv einsetzen. Es bleibt abzuwarten, wie sich diese Technologie verändert und ob sie jemals für eine breite Masse zugänglich wird.

## 9. Zusammenfassung

Der Begriff Mixed Reality setzt sich aus einem Konglomerat aller Arten von Virtual Reality und Augmented Reality zusammen. Sowohl AR als auch VR bieten Vor- und Nachteile, die es als Erstes zu analysieren galt, um sich ideal auf den MR-Unterricht vorzubereiten. Dabei wurden auch viele Anwendungsgebiete und -beispiele gefunden, wo AR und VR eingesetzt werden können. Beide Formen von MR lassen sich durch den Einsatz von Game-Based-Learning sehr gut mit der Lehre verknüpfen. Dies ermöglichte das Sammeln von Anwendungen, die für den Unterricht in Frage kamen. Somit haben sich für den Unterrichtsversuch viele Möglichkeiten geboten. Durch einen Cluster wurden Schritt für Schritt die App „Google Expeditions“ und sämtliche dazugehörigen Anwendungen ausgewählt. Mithilfe der Unterrichtsplanung für die Durchführung des Unterrichtsversuchs wurden neben Bedingungsanalyse, Stundenbild und Weganalyse auch Anschaffungskosten und Lernziele definiert. Der Unterrichtsversuch verlief in drei Stufen, der Durchführung des ersten Unterrichtsversuchs, der Verbesserung der aufkommenden Probleme und der Durchführung des verbesserten Unterrichtsversuchs mithilfe einer anderen Gruppe, um ähnliche Bedingungen zu gewährleisten.

Trotz guter Vorbereitung traten bei der Durchführung des ersten Unterrichtsversuchs diverse Probleme auf, wie zum Beispiel die zu ungenaue Formulierung der Arbeitsaufträge, die Fehleranfälligkeit der WLAN-Infrastruktur und der Aspekt, dass die Schülerinnen und Schüler sich zu Beginn jeder neuen Szene zu leicht ablenken ließen, um der Guide-Gruppe zuzuhören.

Diese Probleme spiegelten sich in der Auswertung der Wiederholungen der ersten Gruppe wider. Viele Schülerinnen und Schüler erreichten nicht die nötigen 50%.

Sämtliche Probleme wurden analysiert und verbessert. Die Durchführung des zweiten Unterrichtsversuchs zeigte schon früh, dass viele Probleme vermieden wurden und sich die Schülerinnen und Schüler mehr auf den Lerninhalt fokussierten. Die bessere Konzentration und verpflichtende Verwendung von wichtigen Techniken der Google-Anwendungen verhalfen den Schülerinnen und Schülern dazu, die Wiederholung mit einem Notendurchschnitt von 1,4 zu schaffen.

Dieser Leistungssprung kann nicht nur von den Verbesserungen abhängen, man muss auch beachten, dass nicht jede Gruppe bzw. Klasse einer anderen gleicht. Jede Schülerinnen- bzw. Schülergruppe hat andere Stärken und Schwächen. Nichtsdestotrotz lassen sich die Leistungen der Jugendlichen auch auf den verbesserten Unterrichtsversuch zurückführen, da bei dem gesamten Unterrichtsversuch die gleiche Klasse in zwei verschiedenen Gruppen unterrichtet wurde. Festzuhalten gilt es, dass keine Leistungsanalyse sondern eine Wirkungsanalyse durchgeführt wurde. Der Notendurchschnitt dient nur dazu, aufzuzeigen wie sich der verbesserte Unterricht auf die Schülerinnen und Schüler ausgewirkt hat. Der Wissensstand sollte bei allen Schülerinnen und Schülern möglichst ähnlich sein, und bei keiner Gruppe wurde zu Beginn des Unterrichtsversuchs das Thema Klimazonen im Geographieunterricht wiederholt. Somit war auch die Ausgangssituation bei allen Gruppen ähnlich.

Das Feedback der Schülerinnen und Schüler trug unter anderem auch zu Verbesserungen des zweiten Unterrichtsversuchs bei, und gesamt lässt sich sagen, dass sowohl weibliche als auch männliche Jugendliche motiviert waren, VR auszuprobieren. Dieser Zustand ist die ideale Ausgangslage, einen effektiven und pädagogisch wertvollen Unterricht durchzuführen, denn je motivierter die Schülerinnen und Schüler im Unterricht sind, desto besser nehmen sie den Lehrstoff auf.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der durchgeführte Unterrichtsversuch mithilfe der Verbesserungen zu einem ordentlichen Unterricht geworden ist und somit erfolgreich war. Das vorwiegend positive Feedback der Schülerinnen und Schüler und die Wiederholung der zweiten Gruppe bestätigen diese Aussage zusätzlich.

Auch die Forschungsfrage, ob ein fächerübergreifender Unterricht mit MR-Inhalten durchführbar ist, kann mit „Ja“ beantwortet werden. Dadurch, dass in den meisten Fällen ein fächerübergreifender Unterricht automatisch zustande kommt, eignet sich der Einsatz von MR immer dafür.

Darüber hinaus kann MR-Unterricht, wie gezeigt, in den meisten Schulformen bereits heute integriert werden und bietet eine willkommene Abwechslung, um

den Jugendlichen neue Medien näher zu bringen. Die Schwierigkeit MR-Unterricht dauerhaft in den Schulalltag einfließen zu lassen, besteht einerseits, in der im Moment noch mangelnden Bereitschaft der Lehrkräfte, sich mit dieser neuen Technik zu beschäftigen und andererseits gibt es noch zu wenige Beispiele, um MR-Unterricht effektiv in sämtlichen Schulfächern einsetzen zu können. Diese Schwierigkeiten könnten aber in naher Zukunft beseitigt werden und somit steht dem Einsatz von Mixed Reality im Klassenzimmer nichts mehr im Wege.

## 10. Literatur

- Arth, Clemens, Lukas Gruber, Raphael Grasset, Tobias Langlotz, Alessandro Mulloni, Dieter Schmalstieg, Daniel Wagner (2015). *The History of Mobile Augmented Reality. Developments in Mobile AR over the last almost 50 years*. Graz: Inst. for Computer Graphics and Vision. Graz University of Technology, Austria.
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4). (Seite 355–385).
- Billinghurst, Mark, Hirokazu Kato und Ivan Poupyrev (2001). *The MagicBook: a transitional AR interface*. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington.
- Dickson, William Kennedy und Antonia Dickson (1895). *History of the Kinetograph, Kinetoscope, and Kinetophonograph*. USA: Museum of Modern Art.
- Dillenbourg, Pierre, Daniel Schneider, Paraskevi Synteta (2002). *Virtual Learning Environments*. In: A. Dimitracopoulou (Ed). *Proceedings of the 3rd Hellenic Conference "Information & Communication Technologies in Education"*. Griechenland. (Seite 3-18).
- Dörner, Ralf, Wolfgang Broll, Paul Grimm und Bernhard Jung (2013). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Berlin: Springer-Verlag.
- Dörner, Ralf, Wolfgang Broll, Paul Grimm und Bernhard Jung (2019). *Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität, 2. aktualisierte Auflage*. Berlin: Springer-Verlag.
- Fotaris, Panagiotis, Nikolaos Pellas, Ioannis Kazanidis, Paul Smith (2017). *A systematic review of Augmented Reality game-based applications in primary education*. In: *Proceedings of the 11th European conference on games based learning (ECGBL17)*. Graz (Seite 181-190).

- Huber, Ludwig (1995). *Individualität zulassen und Kommunikation stiften: Vorschläge und Fragen zur Reform der gymnasialen Oberstufe*. In: *Die deutsche Schule. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis* 8.2. (Seite 161-182).
- Hörzer, Yvonne, Wolfgang Schrefler (2018). *Lebenszyklen virtueller Welten*. Graz: Karl-Franzens-Universität Graz.
- Julier, Simon, Yohan Baillot, Marco Lanzagorta, Dennis Brown (2000). *BARS: Battlefield Augmented Reality System*. In: *NATO Symposium on Information Processing Techniques for Military Systems*.
- Kommetter, Christopher (2018). *Fächerübergreifender Unterricht am Beispiel des Informatik-unterstützten Physikunterrichts anhand ausgewählter Unterrichtssequenzen*. Graz: Technische Universität Graz.
- Kommetter, Christopher und Martin Ebner (2019). *A Pedagogical Framework for Mixed Reality in Classrooms based on a Literature Review*. In: *J. Theo Bastiaens (Ed.), Proceedings of EdMedia + Innovate Learning*. Amsterdam: Association for the Advancement of Computing in Education. (Seite 901-911).
- Le, Son, Peter Weber, Martin Ebner (2013). *Game-Based Learning. Spielend Lernen?*. In: *L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. 2. Auflage. Hrsg. von Martin Ebner und Sandra Schön.
- Lee, Kangdon (2012). *Augmented Reality in Education and Training*. *TechTrends*, 56(2). Berlin: Springer-Verlag. (Seite 13-21).
- Marchart, Bettina und Alois Pötz (2017). *Perspektiven 5 Geographie und Wirtschaftskunde, 2. aktualisierte Ausgabe*. Wien: Verlag Ed. Hölzel.
- Mantovani, Fabrizia (2001). *VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training. Towards Cyberpsychology: Mind, Cognition and Society in the Internet Age*, 2. Amsterdam: IOS Press. (Seite 207-226).

- Manjrekar, Siddhesh, Shubhrika Sandilya, Deesha Bhosale, Sravanthi Kanchi, Adwait Pitkar (2014). *CAVE: An Emerging Immersive Technology – A Review*. In: *Computer Modelling and Simulation (UKSim)*. (Seite 131-136).
- Mehler-Bicher, Anett und Lothar Steiger (2014). *Augmented Reality Theorie und Praxis 2. überarbeitete Auflage*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Milgram, Paul, Fumio Kishino (1994). *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. In: *IEICE Transactions on Information and Systems vol. E77-D, No. 12*. (Seite 1321-1329).
- Milgram, Paul, Haruo Takemura, Akira Utsumi und Fumio Kishino (1994). *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Telemanipulator and Telepresence Technologies. (Seite 282–292).
- Opalenik, Christopher Michael (2003). *The Effectiveness of Monitor-Based Augmented Reality Paradigms for Learning Space-Related Technical Tasks*. Florida: Theses – Daytona Beach. Paper 161.
- Schmalstieg, Dieter, Anton Fuhrmann, Gerd Hesina, Zsolt Szalavári, L. Miguel Encarnação, Michael Gervautz und Werner Purgathofer (2002). *The Studentstube Augmented Reality Project*. TU Vienna, Institute of Computer Graphics and Vision. [https://ar-book.icg.tugraz.at/schmalstieg/Schmalstieg\\_045.pdf](https://ar-book.icg.tugraz.at/schmalstieg/Schmalstieg_045.pdf)
- Sherman, William und Alan Craig (2019). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design 2. Edition*. United States: Elsevier Inc.
- Stöger, Michaela (2018). *Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht*. Delta Phi B. Universität Salzburg.
- Spitzer, Michael, Ibrahim Nanic und Martin Ebner (2018). *Distance Learning and Assistance Using Smart Glasses*. In: *Education Sciences*, 8(1), 21. (Seite 1-18)

Yusoff, Rasimah Che Mohd, Halimah Badioze Zaman und Azlina Ahmad (2010).  
*Design A Situated Learning Environment Using Mixed Reality Technology – A Case Study*. In: *International Journal of Computer and Information Engineering Vol:4, No:11*. (Seite 1766-1771).

## 11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1 AR-System, Sutherland.....	5
Abbildung 2.2 Reality-Virtuality-Continuum (Milgram et al., 1994, S. 283).....	6
Abbildung 2.3 optisches „see-through“-Display (in Anlehnung an Azuma, 1997, S. 365) .....	7
Abbildung 2.4 "video see-through"-Display (in Anlehnung an Azuma, 1997, S. 365).....	8
Abbildung 2.5 "monitor-based"-Display (in Anlehnung an Azuma, 1997, S. 367	8
Abbildung 2.6 ARToolKit-Beispiel .....	9
Abbildung 2.7 Wikitude-Beispiel.....	10
Abbildung 2.8 Sicht der Ärztin, des Arztes mit "Röntgenblick" .....	13
Abbildung 2.9 Pokemon GO-Screenshot .....	15
Abbildung 2.10 American Airlines Flughafen-Navigation .....	16
Abbildung 2.11 3D-Modell eines Hundes mit Google-Suche .....	17
Abbildung 2.12 „WWF Free Rivers“-App <sup>10</sup> .....	19
Abbildung 2.13 Virtuelle Interaktion mithilfe eines Datenhandschuhs (Dörner et al., 2019, S. 16).....	22
Abbildung 2.14 Oculus Quest VR HMD .....	23

Abbildung 2.15 HTC Vive Basisstation.....	24
Abbildung 2.16 Computerschnittstellen vs. VR-Umgebungen (Dörner et al., 2019, S. 24) .....	25
Abbildung 2.17 "Sensorama"-Maschine im Einsatz <sup>16</sup> .....	26
Abbildung 2.18 „Google Cardboard“ .....	28
Abbildung 2.19 Marktanteile VR-Headset-Hersteller (in Anlehnung an statista.com).....	29
Abbildung 2.20 Aufbau einer CAVE2 .....	33
Abbildung 2.21 Virtual Shopping im Virtual Showroom <sup>24</sup> .....	34
Abbildung 3.1 Reality-Virtuality-Continuum-Beispiele (Dörner et al., 2019, S. 23) .....	37
Abbildung 5.1 PIP, um virtuelle Inhalte in „Studierstube“ zu steuern.....	45
Abbildung 5.2 „WWF Free Rivers“-Flusslandschaft auf Tablet und Smartphone .....	46
Abbildung 7.1 Wortwolke zum Thema Virtual Reality (erstellt mithilfe von mentimeter.com) .....	70
Abbildung 7.2 Schülerinnen und Schüler im VR-Unterricht (Foto Brunner).....	73
Abbildung 7.3 Beschädigte „Google Cardboard“ (Foto Brunner).....	76
Abbildung 7.4 Wortwolke zum Thema Virtual Reality (erstellt mithilfe von mentimeter.com) .....	77
Abbildung 7.5 Zweite Gruppe im VR-Unterricht (Foto Brunner) .....	79
Abbildung 7.6 Notenverteilung in der ersten Gruppe (Brunner) .....	80
Abbildung 7.7 Notenverteilung in der zweiten Gruppe (Brunner) .....	81

Abbildung 7.8 Schüler beim Präsentieren der Tour (Foto Brunner) .....	82
Abbildung 7.9 Übersicht gesamtes Feedback.....	93
Abbildung 7.10 Tour über die Tropen in Google Poly, (Screenshot Brunner) ..	96
Abbildung 7.11 Tour über die Subtropen in Google Poly, (Screenshot Brunner) <sup>45</sup> .....	97
Abbildung 7.12 Schülerinnen und Schüler beim Bearbeiten der Arbeitsaufträge (Foto Brunner).....	97

## **12. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2-1 Unterschied von VR & Computerschnittstellen (Dörner et al, 2019, S.15) .....	25
Tabelle 6-1 Cluster der verschiedenen MR-Anwendungen für einen MR- Unterricht (in Anlehnung an Kommetter und Ebner, 2019, S. 907) .....	50
Tabelle 7-1 Stundenbild der ersten und zweiten Unterrichtseinheit .....	61
Tabelle 7-2 Stundenbild der dritten und vierten Unterrichtseinheit.....	63
Tabelle 7-3 Feedback der Schülerinnen .....	85
Tabelle 7-4 Feedback der Schüler .....	88
Tabelle 7-5 Gesamtes Feedback .....	91
Tabelle 7-6 Vergleich von Gruppe 1 und Gruppe 2.....	93

## 13. Anhang

### 13.1. Arbeitsaufträge des ersten VR-Unterrichts

#### Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation

##### Die Tropen

Die Tropen befinden sich zwischen dem nördlichen und dem südlichen Wendekreis, im Bereich zwischen den beiden subtropischen Hochdruckgürteln. In den Tropen unterscheidet man zwischen dem **Tropischen Regenwald** (immerfeuchte Tropen) und der **Savanne** (wechselfeuchte Tropen).

Beschreibe diese zwei Vegetationszonen genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo befinden sich die Tropen und die Savannen (jeweils 3 Beispielländer)?
- Beschreibe den Stockwerkbau im Regenwald! (Tour)
- Nenne und beschreibe kurz drei verschiedene Savannenarten: Feuchtsavanne, Trockensavanne, Dornsavanne! (Tour x3)

#### Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation

##### Die Subtropen

Die Subtropen befinden sich zwischen der tropischen und der gemäßigten Zone rund um die beiden Wendekreise. Typisch für diese Zone sind die Trockengebiete. Beschreibe die **Trockengebiete** (Wüsten) genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo befinden sich die großen Wüsten der Erde?

- Nenne und beschreibe kurz drei verschiedene Wüstenarten: Stein-/Felswüste, Kieswüste, Sandwüste! (Tour x3)
- Was ist eine Oase? (Tour)

### **Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation**

#### **Die gemäßigte Zone**

Die gemäßigte Zone befindet sich zwischen der subtropischen und der polaren Zone von etwa 40° bis 66° Breite. Sie ist hauptsächlich auf der Nordhalbkugel zu finden. Diese Zone ist vor allem für ihre **Laub- und Mischwälder** sowie für ihre **Steppen** bekannt.

Beschreibe die Vegetationszonen Laub- und Mischwälder sowie Steppen genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo findet man Laub- und Mischwälder sowie Steppen (jeweils 2 Beispielländer)?
- Was ist die Taiga? (Tour)
- Wie sieht eine typische Steppe in der gemäßigten Zone aus? (Tour)
- Wie sehen typische Laub- und Mischwälder aus und welche Baumarten sind dort zu finden? (Tour x2)

### **Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation**

#### **Die polare Zone**

Die polare Zone befindet sich jenseits der Polarkreise zwischen 66° und 90° nördlicher als auch südlicher Breite und beträgt 15% der Festlandfläche der Erde. Der

Großteil der Zone ist permanent mit Eis bedeckt (Permafrostboden). Finde heraus, ob es eine Vegetation in der **Arktis** und **Antarktis** gibt und beschreibe den Vegetationstyp **Tundra** genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo befindet sich die Tundra (3 Beispielländer)?
- Wie sieht die Tundra aus und welche Gewächse sind dort zu finden? (Tour)
- Was ist ein Fjord? (Tour)
- Wie sieht eine Eiswüste aus (Antarktis)? (Tour)
- Auch Gletscher sind in der polaren Zone häufiger zu finden. Finde ein Beispiel für einen Gletscher in der polaren Zone (Island)! (Tour)

## 13.2. Arbeitsaufträge des zweiten VR-Unterrichts

### Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation

#### Die Tropen

Die Tropen befinden sich zwischen dem nördlichen und dem südlichen Wendekreis, im Bereich zwischen den beiden subtropischen Hochdruckgürteln. In den Tropen unterscheidet man zwischen dem **Tropischen Regenwald** (immerfeuchte Tropen) und der **Savanne** (wechselfeuchte Tropen). Verwendet mind. einen „**Point-of-interest**“ in einer Szene!

Beschreibe diese zwei Vegetationszonen genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo befinden sich die Tropen und die Savannen (jeweils 3 Beispielländer)?
- Beschreibe den Stockwerkbau (die ersten vier Etagen reichen) im Regenwald! (Tour)
- Nenne und beschreibe kurz drei verschiedene Savannenarten: Feuchtsavanne, Trockensavanne, Dornsavanne! (Tour x3)

## Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation

### Die Subtropen

Die Subtropen befinden sich zwischen der tropischen und der gemäßigten Zone rund um die beiden Wendekreise. Typisch für diese Zone sind die Trockengebiete. Verwendet mind. einen „**Point-of-interest**“ in einer Szene! Beschreibe die **Trockengebiete** (Wüsten) genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo befinden sich die großen Wüsten der Erde?
- Nenne und beschreibe kurz drei verschiedene Wüstenarten: Stein-/Felswüste, Kieswüste, Sandwüste! (Tour x3)
- Was ist eine Oase? (Tour)

## Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation

### Die gemäßigte Zone

Die gemäßigte Zone befindet sich zwischen der subtropischen und der polaren Zone von etwa 40° bis 66° Breite. Sie ist hauptsächlich auf der Nordhalbkugel zu finden. Diese Zone ist vor allem für ihre **Laub- und Mischwälder** sowie für ihre **Steppen** bekannt. Verwendet mind. einen „**Point-of-interest**“ in einer Szene!

Beschreibe die Vegetationszonen Laub- und Mischwälder sowie Steppen genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo findet man Laub- und Mischwälder sowie Steppen (jeweils 2 Beispielländer)?
- Was ist die Taiga? (Tour)
- Wie sieht eine typische Steppe in der gemäßigten Zone aus? (Tour)

- Wie sehen typische Laub- und Mischwälder aus und welche Baumarten sind dort zu finden? (Tour x2)

## Arbeitsauftrag Klimazonen und ihre Vegetation

### Die polare Zone

Die polare Zone befindet sich jenseits der Polarkreise zwischen 66° und 90° nördlicher als auch südlicher Breite und beträgt 15% der Festlandfläche der Erde. Der Großteil der Zone ist permanent mit Eis bedeckt (Permafrostboden). Verwendet mind. einen „**Point-of-interest**“ in einer Szene! Finde heraus, ob es eine Vegetation in der **Arktis** und **Antarktis** gibt und beschreibe den Vegetationstyp **Tundra** genauer, anhand folgender Stichpunkte:

- Wo befindet sich die Tundra (3 Beispielländer)?
- Wie sieht die Tundra aus und welche Gewächse sind dort zu finden? (Tour)
- Was ist ein Fjord? (Tour)
- Wie sieht eine Eiswüste aus (Antarktis)? (Tour)
- Auch Gletscher sind in der polaren Zone häufiger zu finden. Finde ein Beispiel für einen Gletscher in der polaren Zone (Island)! (Tour)

### 13.3. Wiederholung des Stoffes der VR-Einheit

#### Wiederholung

Nenne zwei Länder, in denen man die Tropen und Savannen finden kann!

Welche dieser Vegetationen finden sich im Stockwerkbau der Tropen, kreuze die richtigen an!

- Baumriesen
- Sträucher und junge Bäume
- Disteln
- Ausgewachsene Bäume
- Nadelwälder

Nenne die drei verschiedenen Savannenarten!

Welche dieser Wüsten sind richtige Wüsten, die besprochen wurden?

- Tonwüste
- Kieswüste
- Sandwüste
- Strauchwüste
- Steinwüste
- Staubwüste
- Eiswüste

Nenne jeweils ein Beispiel für Laub- und Mischwälder und welche Baumarten sind dort beheimatet (mind. 2)?

Nenne zwei Länder, in denen man eine Tundra finden kann und welche Gewächse (mind. 2) kann man dort finden?

## 13.4. Feedbackbogen

### Feedbackbogen – VR-Unterricht

Geschlecht	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Erfahrungen mit VR vor dem Unterricht (VR irgendwo ausprobiert oder VR zu Hause)	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
<b>Folgende Fragen bitte nach dem Schulnotensystem bewerten</b>	
Die Informationen der Lehrkraft bereiteten mich optimal auf den VR-Unterricht vor	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Die erste VR Tour durch die Lehrkraft gewährte mir einen tollen Einblick in die VR-Technik	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu verstehen	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Die vorgestellte Technik mit Google Tour Creator war einfach zu benutzen	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Die vorgestellte Technik war für mich unnötig kompliziert	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

Ohne den VR-Unterricht hätte ich mich mit dem Thema VR nicht beschäftigt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Ich wünschte, es würde mehr VR Unterricht geben bzw. mehr zu diesem Thema	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Die ganzen Funktionen zur Erstellung einer Tour waren hilfreich	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Ich habe bzw. unsere Gruppe hat viele verschiedene Funktionen genutzt (z.B. Point-of-interest)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Ich glaube, dass jeder schnell mit den vorgestellten Techniken einen Einblick in das Thema VR bekommt	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Durch VR konnte ich das Thema (Klimazonen der Erde) besser verstehen als durch konventionellen Unterricht	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Durch den VR-Unterricht konnte ich mich nicht auf das Thema (Klimazonen der Erde) konzentrieren	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Der VR-Unterricht war reine Zeitverschwendung, ich hätte stattdessen lieber etwas anderes gemacht	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Der VR-Unterricht war eine willkommene Abwechslung zum konventionellen Informatikunterricht	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Ich und meine SchulkameradInnen waren ganz enthusiastisch über das VR-Thema und den VR-Unterricht	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
VR hat im Unterricht keine Zukunft, da es wie ein Videospiele wirkt	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Das VR-Thema interessiert mich nach dem VR-Unterricht sehr, und ich werde mich damit weiter beschäftigen	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

Was hat dir am VR-Unterricht sehr gut gefallen?

Was hat dir am VR-Unterricht nicht gefallen?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write their response to the question above.

Was müsste man deiner Meinung nach im Unterricht ändern, um VR auch in anderen Schulfächern zu integrieren? Oder ist VR-Unterricht in anderen Schulfächern schon jetzt möglich? Fallen dir dazu Beispiele ein?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to write their response to the question above.