



Virtual Reality und Augmented Reality im Physikunterricht

GRUBER, ANNA
ANNAGRUBER151@GMAIL.COM

Zusammenfassung

Im Sinne der „Digitalen Grundbildung“, die seit einigen Jahren im Fokus des Schulwesens steht und der mittlerweile ein eigener Lehrplan unterliegt, sind digitale Technologien wie Virtual Reality und Augmented Reality von großer Bedeutung für die Schule der Zukunft geworden. Doch was bedeutet Virtual Reality (VR) oder Augmented Reality (AR) überhaupt? Und sind diese neuen Technologien schon ausgereift genug, um den Unterricht bereichern zu können? All diese und weitere Fragen werden auf den folgenden Seiten angesprochen und ausführlich diskutiert. Es wird ein grundlegender Überblick über Virtual und Augmented Reality und deren Anwendungsbereiche gegeben. Danach wird der Fokus auf den Einsatz von VR und AR im Unterricht gesetzt und kritisch reflektiert, wo die Potentiale bzw. Probleme dieser Instrumente liegen. Schließlich werden einige praktische Anwendungsbeispiele von VR und AR im Physikunterricht exemplarisch vorgestellt.

1 Virtual Reality

Virtual Reality (VR) bietet die Möglichkeit, komplett in eine künstliche Welt einzutauchen. Die VR-Brille, und eventuell auch der Einsatz von zusätzlichen Tools, bieten eine Erfahrung, bei der man sich komplett von der restlichen Welt abgeschottet und sich in die künstliche, virtuelle Welt hineingezogen fühlt. Dieses Phänomen wird als Immersion bezeichnet. Wesentlich bei VR ist, dass durch die realitätsnahen Simulationen die Realität in den Hintergrund tritt (vgl. Arnaldi, Guitton & Moreau, 2018, im Überblick).

Eine virtuelle Realität wird produziert, indem man beiden Augen leicht unterschiedliche Bilder zuführt. So erhält man den räumlichen Eindruck. Übermittelt werden diese Bilder mit VR-Brillen oder Headsets. Nach dem Aufsetzen der Brille kann der Nutzer sich umsehen, den Kopf drehen, sich bewegen und die künstliche Welt erkunden.

Die Bilder werden entweder über ein Smartphone, welches in die VR-Brille eingebracht wird, oder über einen mit HDMI-Kabel verbundenen Computer übermittelt. Die Qualität hängt dabei stark von der Rechenleistung der Brille bzw. des angeschlossenen Computers ab. VR-Brillen sind von verschiedenen Herstellern in unterschiedlichen Preisklassen erhältlich: von der selbst gebastelten, nur wenige Cent teuren Brille aus Pappe, in die das eigene Smartphone eingelegt wird, bis hin zu Premium-Modellen wie der HTC Vive oder der Oculus Rift ist alles möglich. Die einfachste Version der VR-Brille ist aus Karton. Eine Version der Karton-Brille ist Googles „Cardboard“, ein Gehäuse aus Pappe

mit zwei eingebauten Linsen. In diese Brille kann ein handelsübliches Smartphone eingelegt werden. Bei teuren Modellen ist meist ein rechenstarker Computer notwendig. Zusätzlich zur VR-Brille oder dem VR-Headset und dem Smartphone bzw. Computer wird natürlich auch eine Software benötigt, die abgespielt werden soll. Hier gibt es eine Vielzahl an Apps, Spielen und anderen Programmen.

2 Augmented Reality

Bei Augmented Reality (AR) werden digitale Elemente mit der realen Welt kombiniert, d.h. Virtuelles wird in eine reale Umgebung gesetzt, sodass es so aussieht, als befänden sich Objekte direkt im Raum. Die reale Welt steht bei AR im Zentrum und wird durch virtuelle Elemente ergänzt. Generell wird bei AR zwischen drei Arten unterschieden: *vision-based*, *location-based* und *detection-based AR*. Meistens werden bestimmte Marker definiert, zum Beispiel in Form eines QR-Codes, eines Bildes, einer Oberfläche oder eines Gegenstandes (= *vision-based AR*). Häufig wird zur Bestimmung der Position auch GPS eingesetzt (= *location-based AR*) oder die Kamera zur Erkennung von Oberflächen verwendet, auf die das virtuelle Element platziert werden kann (= *detection-based AR*). Wird ein Marker, ein Ort, oder eine Oberfläche von einer Kamera identifiziert, so wird ein Overlay auf den Marker gesetzt. Dieses Overlay kann ein dreidimensionales Objekt sein, aber auch ein Textfeld oder andere Informationen können eingeblendet werden (vgl. Buchner, 2019a).

3 Anwendungsbereiche

Berufswelt	<ul style="list-style-type: none"> • Architektur, Einrichtung, Bauwesen • Industrie, Produktentwicklung
Medizin	<ul style="list-style-type: none"> • Visualisierung • Vorbereitung
Erwachsenenbildung	<ul style="list-style-type: none"> • Trainingssettings (Simulatoren) • Fahrschule, Rettung, Feuerwehr,...
Tourismus	<ul style="list-style-type: none"> • Guides, Sehenswürdigkeiten • Orientierung
Entertainment	<ul style="list-style-type: none"> • Spiele • Soziale Netzwerke

Abb. 1 – Einige Anwendungsbereiche von VR und AR (eigene Abbildung)

Mittlerweile existiert eine Vielzahl von Anwendungsbereichen für Virtual und Augmented Reality (Abb. 1), sei es im Beruf, in der Medizin, in der Bildung, im Tourismus oder natürlich in der Unterhaltungsbranche. In der Berufswelt werden VR und AR häufig in der Architektur eingesetzt. Es gibt AR-Apps, mit denen man Räume ausmessen und so Pläne generieren kann, die für die Einrichtung herangezogen werden können (z.B. *AR Plan 3D Lineal* oder *AR Ruler App*). Auch Elektriker*innen oder Installateur*innen verwenden VR oder AR, um sich Leitungen zu visualisieren und damit die Arbeit zu erleichtern.

In der Medizin wird AR verwendet, um zum Beispiel mögliche Schwierigkeiten bei Operationen zu visualisieren und sich auf mögliche Komplikationen vorbereiten zu können. In der Erwachsenenlehre sind VR und AR ebenfalls beliebt. So hat zum Beispiel die MedUni Wien 2019 Virtual Reality als fixen Bestandteil des Curriculums festgelegt. Dazu werden Anwendungen verwendet, in denen die Studierenden Operationen zuerst in VR üben, damit sie routinierter sind, wenn sie später wirklich operieren müssen (vgl. Medizinische Universität Wien, 2018). Weiters werden VR-Simulatoren für die Pilotenausbildung oder für Rettung und Feuerwehr eingesetzt. Sie bieten ein Übungssetting für schwierige und gefährliche Aufgaben in einer abgesicherten, virtuellen Umgebung. AR wird hingegen oft in der Fahrzeugassistenz oder im Tourismus in Form von Guides (z.B. in Museen, für Sehenswürdigkeiten, etc.) verwendet. VR und AR werden also nicht nur in Betrieben mit Fokus auf Technologie genutzt, sondern auch in zahlreichen anderen Branchen (vgl. Arnaldi, et al., 2018, xxvii). Der Anwendungsbereich, der Augmented Reality für uns alle zugänglich ge-

macht hat, ist die Unterhaltungsbranche. Durch Smartphone-Spiele wie *Pokémon GO* (2016) und Snapchat-Filter ist AR im Entertainment-Bereich populär geworden. Nicht nur zu AR, sondern auch zu VR findet man heutzutage eine beachtliche Auswahl an Spielen und Anwendungen.

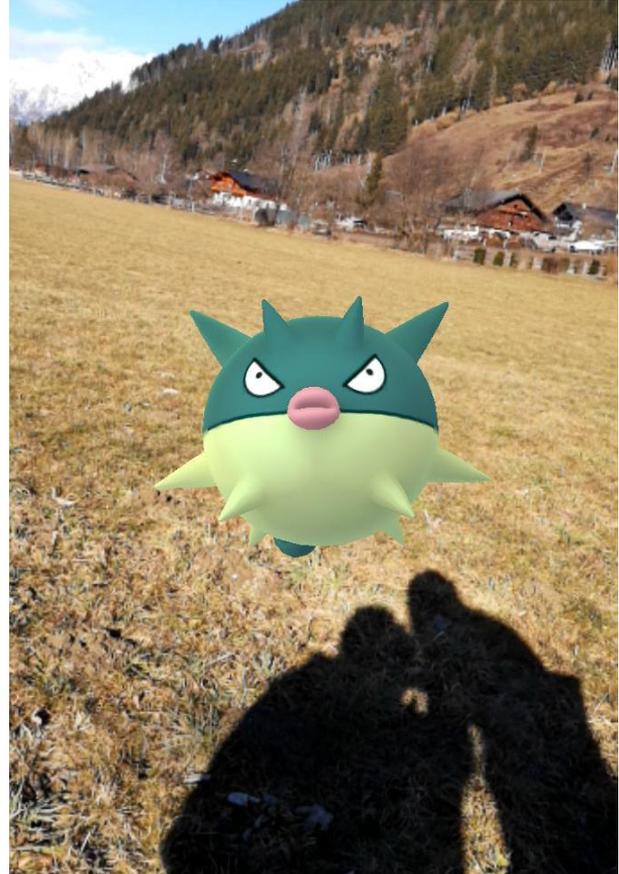


Abb. 2 – *Pokémon GO* als Beispiel für AR (eigenes Bild)

4 VR und AR im Unterricht

Virtual Reality und Augmented Reality sind im schulischen Umfeld noch recht neu. Während AR langsam, aber sicher in der Schule verwendet wird, wird VR noch so gut wie ignoriert. Laut einer Studie findet man erst an vier Prozent der Schulen in Deutschland VR-Medien vor (vgl. Bitkom, 2017, 45). Sowohl die deutsche Bildungsinitiative „Bildung 4.0“, als auch das österreichische Modell „Schule 4.0“ haben es sich zum Ziel gesetzt, Auszubildende auf den Einsatz von modernen Technologien wie VR vorzubereiten und Wissen dazu vermitteln (vgl. Steppuhn, 2019, 60f). Eine der Unterstützerinnen von VR und AR im Unterricht ist Sabine Uehlein, Geschäftsführerin der Programme der Stiftung Lesen in Kooperation mit Google Germany. Sie sieht den kompetenten Umgang mit Medien als grundlegende Fähigkeit einer vernetzten Welt (vgl. Holland-Letz, 2018, o.S.). VR

und AR fördern besonders den Mix von unterschiedlichen Medien (Text, Video, Audio, Animation, 3D-Modell, ...) und setzen sich meist spielerisch mit den Inhalten des Unterrichts auseinander. Außerdem können Anwendungen fächerspezifisch oder fächerübergreifend genutzt werden.

Studien zeigen, dass auch Lehrpersonen mittlerweile offener gegenüber dem Einsatz von Virtual Reality im Unterricht sind:

„Annähernd jede zweite Lehrkraft (48 Prozent) hat Interesse VR im Unterricht zu testen. Die Mehrheit der Befragten ist auch davon überzeugt, dass der Einsatz von VR die Schülermotivation steigert (74 Prozent) und den Lernerfolg verbessern kann (62 Prozent). Der grösste [sic] Nutzen wird in den Fächern Erdkunde (80 Prozent), Geschichte (74 Prozent) und Naturwissenschaften (62 Prozent) gesehen.“

(Hellriegel & Čubela, 2018, 75)

Gründe für die geringen Nutzerzahlen sind unter anderem fehlende Unterrichtsstrategien und -konzepte, sowie die rasante Entwicklung der Technologien. Ferner können auch die fehlenden Investitionen in die Entwicklung von VR-Angeboten für Bildungszwecke als Grund für die geringe Nutzung angesehen werden. Dadurch sind viele der verfügbaren Angebote noch nicht weit genug entwickelt und kaum auf Inhalte der Schul-Curricula bezogen (vgl. Hellriegel & Čubela, 2018, 75).

Was sagt der Lehrplan?

Nicht erst seit dem 2018 eingeführten, verpflichtenden Lehrplan zur digitalen Grundbildung ist die Vermittlung digitaler Kompetenzen ein bedeutsames Lernziel. Schon davor war die Entwicklung von digitalen Kompetenzen eine der Leitvorstellungen im Lehrplan für die Allgemeinbildenden Höheren Schulen:

„Innovative Technologien der Information und Kommunikation sowie die Massenmedien dringen immer stärker in alle Lebensbereiche vor. Besonders Multimedia und Telekommunikation sind zu Bestimmungsfaktoren für die sich fortentwickelnde Informationsgesellschaft geworden. Zur Förderung der digitalen Kompetenz ist im Rahmen des Unterrichts diesen Entwicklungen Rechnung zu tragen und das didaktische Potenzial der Informationstechnologien bei gleichzeitiger kritischer rationaler Auseinandersetzung mit deren Wirkungsmechanismen in Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar zu machen. Die Erstellung eigenständiger Arbeiten mit Mitteln der Informations-

technologie ist in altersgemäßem Ausmaß anzuregen.“

(BMBWF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, und Forschung,) 2018a)

Mit der Einführung der verbindlichen Übung „Digitale Grundbildung“ im Lehrplan der Neuen Mittelschulen und der allgemeinbildenden höheren Schulen wurde ein noch stärkerer Fokus auf die bereits im Lehrplan vorhandenen Leitvorstellungen gesetzt. Die Inhalte der verbindlichen Übungen können von Lehrenden entweder in einem eigenen Fach unterrichtet oder integrativ im Regelunterricht gelehrt werden. Das Ziel ist es, Schüler*innen digitale Kompetenzen, Handlungskompetenzen im Bereich digitaler Technologien, Medienkompetenzen und politische Kompetenzen zu vermitteln. Begleitend dazu wurden Kompetenzmodelle für die 4., 8. und 12. Schulstufe und auch für die Ausbildung von Lehrpersonen entwickelt (vgl. BMBWF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, und Forschung), 2018b).

5 Potentiale und Probleme

Virtual und Augmented Reality sind immersive Medien. Als immersive Medien werden Medien bezeichnet, die viele Sinne gleichzeitig ansprechen und es ermöglichen, in eine ganz andere Umgebung einzutauchen. In verschiedensten Studien hat sich gezeigt, dass Lernen erfolgversprechend ist, wenn gleichzeitig viele Sinne und Emotionen angesprochen werden. In Bezug auf die Motivationssteigerung wurden Studien durchgeführt, die belegen, dass besonders die Anfangsmotivation beim Einsatz von digitalen Medien deutlich gesteigert wird (vgl. Blömeke, 2003, in Buchner, 2017, 2). Dazu gehört auch der Einsatz von AR, der sich nach Sotiriou & Bogner (2008) ebenfalls positiv auf das Interesse und die Motivation von Lernenden auswirkt.

Ein Problem, welches mit der Immersion einhergeht, ist das Problem des Schwindels. Brillen, die an ein Smartphone gekoppelt sind, haben den Nachteil, dass vielen Nutzern unter dieser Brille schlecht wird. Dadurch, dass die VR-Anwendungen die Bewegungen des Menschen nicht miteinbeziehen können, kann das Gleichgewichtsorgan sich nicht auf die Umstände einstellen. Bei Virtual-Reality-Brillen, die mit einem Computer oder einer Spielekonsole verbunden sind, wird die virtuelle Welt auf Basis der Bewegungen des Trägers berechnet. Das System stellt sich also auf die menschlichen Bewegungen ein, wodurch es nicht so leicht zu Schwindel kommen kann. Diese, preislich deutlich höheren Brillen, ermöglichen erst das Ge-

fühl, sich wirklich in einer anderen Welt zu befinden. Das heißt, selbst gebaute VR-Brillen aus Karton bieten bei Weitem nicht dieselbe Erfahrung als teurere Brillen wie die Oculus Rift oder HTC Vive. Diese sind technisch deutlich ausgereifter und für die Nutzer angenehmer zu tragen (vgl. Steppuhn, 2019, 61).

Ein weiteres Argument für den Einsatz von VR und AR im Unterricht ist der positive Effekt auf Konzentration und Aufnahmevermögen. Johanna Pirker, Forscherin am Institute of Interactive Systems and Data Science an der TU Graz, (vgl. Suppan, 2019, o.S.) betont, dass besonders die Generation Z, geboren zwischen 1995 und 2010, eine äußerst schnelllebige und abgelenkte Generation ist, da sie schon mit dem Mobiltelefon aufgewachsen ist. Dadurch, dass bei VR die reale Welt komplett durch die virtuelle ersetzt wird, gibt es kaum äußere Ablenkungen und Menschen mit geringerer Aufmerksamkeitsspanne können konzentrierter lernen und sich Dinge eventuell auch leichter merken. Es ist steuerbar, was die Lernenden zu sehen bekommen, obwohl sie sich selbstständig in der Umgebung umsehen können. Zusätzlich bietet ihnen VR die Möglichkeit, in andere Rollen zu schlüpfen und Situationen aus anderen Perspektiven zu betrachten. Das selbstständige Erkunden hat den Vorteil, dass das Erlebte länger und fester im Gedächtnis bleibt. Besonders für Experimente sieht Pirker VR als Chance, da man für eine gewisse Zeit sehr konzentriert arbeiten kann. Hier ist anzumerken, dass VR oder AR definitiv kein Ersatz für reale Experimente im Physikunterricht sind. Schülerexperimente sind ein essenzieller Teil des Lerngegenstandes Physik, um, wie oben erwähnt, Phänomene selbst erkunden zu können, aber auch, um Experimentier- und Forschungskompetenzen zu erlernen. Keine Simulation kann die Erfahrungen ersetzen, die beim eigenständigen Experimentieren gemacht werden. VR und AR können aber nützlich sein, um Experimente zu erleben, die sonst zu gefährlich oder kostspielig wären.

Weiters wird oft von einem positiven Einfluss virtueller Techniken auf die Kreativität und den Kompetenzerwerb gesprochen. In Studien zu AR (vgl. El Sayed et al., 2011) konnte unter anderem nachgewiesen werden, dass AR speziell für mathematische und naturwissenschaftliche Lerngegenstände positive Auswirkungen auf den Lernerfolg und der Entwicklung von Kompetenzen hat. Auch Steppuhn (2019, 65f.) ist davon überzeugt, dass virtuelle Technik den Kompetenzerwerb vorantreibt.

„Die Kombination von Spaß und Lernen fördert nach neuro-didaktischen Erkenntnissen den Lernvorgang erheblich, und im Moment gibt es kein vergleichbares Medium, welches die Kreativität, die Neugierde, die Problemlösungsfähigkeiten sowie die Ausbildung von Kooperations- und Teamkompetenzen im Unterricht und auch im gesellschaftlichen Leben in annähernd gleichem Maße fördert.“

(Steppuhn, 2019, 65f.)

Kritiker wie Ralf Lankau, Professor für Medien-gestaltung und Medientheorie an der Hochschule Offenburg, sehen virtuelle Medien stattdessen als „Überwältigungstechnik“, durch die man sich nichts mehr selbst vorstellen muss und vorgefertigte digitale Welten konsumiert. Die Möglichkeit der Interaktion mit anderen Lernenden ist meistens nicht gegeben, d.h. die Kommunikationsfähigkeit ist eingeschränkt (vgl. Holland-Letz, 2018, o.S.).

Befürworter von Virtual Reality argumentieren, dass Lernenden eine außergewöhnliche Raumerfahrung geboten werden kann, die einer echten Reise oder Exkursion nahekommt und bei der kein großer Aufwand anfällt (vgl. Oehme & Stober, 2020, o.S.). Es kann definitiv gesagt werden, dass die Vorbereitung und Durchführung von VR-Anwendungen im Unterricht mit Zeitaufwand verbunden sind. Die nächste Frage ist, ob eine virtuelle Umgebung, sei sie auch noch so beeindruckend, wirklich eine reelle Erfahrung ersetzen kann. Google Germany betont selbst, dass deren virtuelle Inhalte das reelle, räumliche Erleben und Ausflüge nicht ersetzen, sondern nur als Ergänzung des Unterrichts dienen und sinnvoll, mit entsprechenden Pausen, und nicht länger als zehn Minuten am Stück eingesetzt werden sollen (vgl. Holland-Letz, 2018, o.S.). Auch wenn eine Anwendung so gut entwickelt worden ist, dass sie mit der Realität nahezu übereinstimmt, simuliert sie sie trotzdem nur. Besonders in Bezug auf das Experimentieren ist eine Simulation kein Ersatz für Schülerexperimente, da die haptische Komponente und die Experimentierkompetenz stark vernachlässigt werden.

Der letzte Aspekt, der hier behandelt werden soll, ist die Technik und die damit verbundenen Kenntnisse und Voraussetzungen, die benötigt werden, um VR und AR erleben zu können. Wie schon erwähnt, spielt das Equipment eine große Rolle. Leistungsfähige VR-Headsets wären für den Einsatz in der Schule wünschenswert, um ein bestmögliches Erlebnis zu gewähren und Problemen wie Schwindel aus dem Weg zu ge-

hen – allerdings sind Klassensätze von teureren Modellen bis jetzt kaum leistbar (vgl. Börner, 2017, o.S.). Besonders für öffentliche Schulen sind die Anschaffungskosten derzeit noch zu hoch. Nutzt man das kostengünstige Prinzip von BYOD (Bring Your Own Device), verwenden Schüler*innen ihre eigenen Smartphones – als Lehrperson muss man sich nur noch um die Brillen kümmern. Dafür können Vorlagen aus dem Internet verwendet und die Brillen selbst zusammengebaut werden. In die VR-Brille wird dann das eigene Smartphone des Schülers*der Schülerin eingelegt. BYOD ist ein guter Ansatz, um VR preiswert in den Klassenraum zu integrieren. Fast jede*r Schüler*in hat heutzutage ein Smartphone, das heißt, dem virtuellen Erlebnis dürfte eigentlich nichts im Weg stehen. Es gibt jedoch einen Haken an der Sache: durch die große Heterogenität der Mobilgeräte der Schüler*innen sind die Voraussetzungen nicht dieselben. Diejenigen mit leistungsstarken Smartphones haben einen klaren Vorteil gegenüber denjenigen mit nicht so leistungsstarken Smartphones. Für die VR- und AR-Expeditionen von Google gibt es bestimmte Voraussetzungen, die ein Smartphone haben muss (vgl. Google, 2020), damit die Anwendung überhaupt funktioniert, d.h. nicht alle Geräte sind für den Einsatz geeignet. Dieser Faktor der Fairness bzw. Ungerechtigkeit, muss beim BYOD-Ansatz unbedingt bedacht werden.

Bezüglich der Software für Virtual und Augmented Reality, die für den Unterricht entwickelt worden ist, ist anzumerken, dass hier Google mit der App *Google Expeditions* den Ton vorgibt. Google Expeditions ist ein kostenloses Angebot von Google, bei dem virtuelle Ausflüge an verschiedenste Orte der Welt (oder in das Weltall) gemacht werden können (z.B. Museen, Ozeane, ...). Meist handelt es sich dabei um 360-Grad-Bilder oder 3-D-Bilder, die mit Informationen und Fragen kombiniert werden. Die Steuerung erfolgt durch die Lehrperson – diese fungiert als Guide und verwendet ein Tablet (zumindest bei VR), um die Schüler*innen durch Expeditionen zu leiten. Die Schüler*innen selbst verwenden ihre eigenen Smartphones, entweder mit (VR) oder ohne Brille. Laut Google existieren derzeit über 1000 VR- und über 100 AR-Expeditionen zu den verschiedensten Themen, wobei manche gemeinsam mit Museen, Universitäten und anderen Institutionen kreiert worden sind (vgl. Google For Education, n.d.). Bei Google Expeditions sehen Kritiker das Potential, dass der Konzern kommerzielle Hintergedan-

ken hat und schon ab dem Schuleintritt eine Markenbindung bei Kindern erzeugen möchte. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, eigene virtuelle Touren zu erstellen (z.B. mit *VR Tour Creator*). Diese Möglichkeit sollte besonders in Bezug auf den Physikunterricht in Betracht gezogen werden, da die physikbezogenen Touren von Google Expeditions nur sehr wenig Bezug zum österreichischen Lehrplan haben. Der Fokus liegt klar auf dem Weltall und allem, was mit diesem in Verbindung steht. Das Erstellen von VR-Touren ist allerdings, wie der Einsatz von Technik allgemein, immer problemfälliger und zeitaufwendiger. Man muss also, wenn man sich nicht intensiv mit dem Erstellen eigener Anwendungen beschäftigen möchte, die vorgefertigten Anwendungen nutzen, die auf dem Markt sind. Es gibt zwar Tools, die es ermöglichen, ganze VR-Anwendungen selbst zu erstellen, diese sind jedoch wiederum mit sehr viel Aufwand verbunden. Das Erstellen von AR-Anwendungen ist da durchaus einfacher. Die einfachste Form von AR ist der QR-Code, hinter dem man bestimmte Internetseiten verstecken kann. Es existieren bereits zahlreiche Websites, mit denen QR-Codes schnell und einfach erstellt und sogar personalisiert werden können. Außerdem gibt es verschiedene AR-Apps, mit denen man auch Grafiken oder Gegenstände als Marker definieren und multimediale Overlays gestalten kann (z.B. *HP Reveal Studio*, *LayAR*, *blippAR*). Bei AR bietet sich die Erstellung eigener Elemente an, da die bereits vorhandenen Applikationen oft noch nicht ausgereift genug sind oder generell wenig Mehrwert für den Unterricht haben. Mit etwas Vorbereitung und Übung können Schüler*innen auch selbst AR-Elemente erstellen und ausprobieren, was sich alles hinter einem Marker verstecken lässt. Ein Beispiel dafür ist der interaktive Museumsrundgang, den Schüler*innen einer Salzburger Schule im Unterrichtsgegenstand Englisch zusammengestellt haben, um deren Projektarbeit nach einer Sprachreise nach Schottland zu präsentieren. Die Lernenden gestalteten dazu Poster, die nach dem Scannen mit einer AR-App weiteren digitalen Content offenbaren (vgl. Buchner & Weißenböck, 2020, im Überblick).

6 Anwendungsbeispiele für den Physikunterricht

Zuletzt sollen in diesem Kapitel einige Beispiele für VR- und AR-Anwendungen für den Physikunterricht vorgestellt werden. In Deutschland hat die Stiftung Lesen gemeinsam mit Google Expeditions ein Projekt gestartet und bietet

kostenloses Unterrichtsmaterial an, wobei die Zielgruppe die dritte bis sechste Schulstufe ist (Alter von acht bis zwölf Jahren) (vgl. Holland-Letz, 2018, o.S.). Drei der Expeditionen, die im Physikunterricht verwendet werden können, werden hier kurz beschrieben und analysiert.

- *Planeten* (AR):

Diese Expedition ist für die dritte oder vierte Schulstufe vorgesehen, aber Teile davon können durchaus für die Unterstufe nützlich sein. Die Arbeitsblätter sind multimedial gestaltet und werden idealerweise am Computer, Laptop oder Tablet bearbeitet, da auch Videos eingebettet sind. Neben der AR-Expedition an sich findet man verschiedene Aufgabenstellungen, die nicht nur digitale, sondern auch fachliche Kompetenzen fördern. Die englische Version der Expedition würde sich zudem für den fächerübergreifenden Unterricht anbieten, da einige der Aufgaben ohne Probleme ins Englische übersetzt werden könnten. Es werden hilfreiche Anmerkungen und Hinweise zur Anwendung gegeben (vgl. Stiftung Lesen, 2019).

- *Mit dem Google Lunar XPRIZE zum Mond* (VR):

Diese Expedition ist ebenfalls für die dritte oder vierte Schulstufe vorgesehen, Teile davon können aber wieder durchaus für Unterstufe nützlich sein. Unter anderem soll über die Mondphasen recherchiert, Fragen zur ersten Mondlandung beantwortet oder das Gewicht verschiedener Gegenstände oder Lebewesen auf dem Mond berechnet werden. Obwohl auch wieder hilfreiche Anmerkungen und Hinweise zur Anwendung gegeben werden, ist diese Expedition mit den dazugehörigen Materialien nicht so ansprechend wie die Planeten-Expedition, kann aber trotzdem gut im Unterricht eingesetzt werden (vgl. Stiftung Lesen, 2017).

- *Polarlichter* (VR):

Diese Expedition ist für die fünfte oder sechste Schulstufe vorgesehen und eignet sich sehr gut für die Unterstufe. Das Material, wie auch die Expedition an sich, sind ansprechend gestaltet, teilweise jedoch sehr textlastig. Die Verwendung des Bohrschen Atommodells ist problematisch und müsste abgeändert bzw. Teile davon ausgetauscht oder ausgelassen werden. Dennoch kann das Material abgeändert gut verwendet werden, da das Thema viele Schüler*innen interessiert und einen anderen Einblick in das Thema ermöglicht. Neben den Hinweisen und Anmerkungen werden zu dieser Expedition

Unterrichtsimpulse mit Ideen zur Binnendifferenzierung gegeben (vgl. Stiftung Lesen, 2018).

Neben Google Expeditions gibt es weitere Materialien, die im Unterricht verwendet werden können. Im Jahr 2018 brachte der *Carlsen Verlag* ein Buch auf den Markt, welches eine selbst zusammenzubauende VR-Brille und eine dazugehörige, kostenlose App inkludiert. Das Thema ist dabei, wie so oft bei VR- und AR-Anwendungen mit physikalischem Bezug, der Weltraum. Wird das Smartphone in die Brille eingelegt, können Bilder, Animationen und Videos zu Planeten, Sternbildern oder auch der ISS erkundet werden. Ergänzend dazu finden sich im Buch zusätzliche Informationen, Merksätze und viele Bilder (vgl. Frauhammer, 2018). Kritisch anzumerken bei der VR-Anwendung ist, dass der Schwindel hier für viele Nutzer relativ schnell zum Problem wird und das Erlebnis abgebrochen werden muss.

Ein Beispiel für eine empfehlenswerte AR-App ist *Big Bang AR – The story of our universe*. Diese App visualisiert die Entstehung des Universums. Die Erzählerin spricht Englisch, aber durch die Untertitel, die eingeblendet werden können, ist die Erzählung für Schüler*innen der Sekundarstufe II gut verständlich. In der von Heiko Hublitz entwickelten AR-App *cg-physics AR* und der dazugehörigen Website *cg-physics.org* werden verschiedene Arten von Magnetfeldern visualisiert. Auch AR-Apps wie *Star Chart* (Sternatlas) oder Apps zum Periodensystem könnten im Physikunterricht von Nutzen sein. Mittlerweile befinden sich auch Schulbücher in Entwicklung, die virtuelle Elemente enthalten sollen (vgl. Buchner, 2019b, o.S.).

7 Zusammenfassung

Abschließend kann gesagt werden, dass noch einiges an Entwicklungspotential für Virtual Reality und Augmented Reality im Unterricht besteht. Anwendungen und Unterrichtskonzepte sind noch nicht ausgereift genug, um Lehrpersonen vom Einsatz zu überzeugen. VR und AR bieten die Möglichkeit, in eine virtuelle Welt einzutauchen und mit dem Raum zu interagieren. VR und AR sind Medien der Zukunft, weshalb das Einbringen dieser Instrumente in den Unterricht unumgänglich ist. Sinnvoll eingesetzt ergänzen und bereichern sie den Unterricht, ersetzen jedoch nicht menschliche Interaktionen oder Erfahrungen in der realen Welt. Es kann festgestellt werden, dass VR- oder AR-Elemente besonders gut als Einstieg in ein Thema geeignet sind, da sie Überraschungsmomente oder Wow-Effekt erzeugen und damit

zumindest zu Beginn die Motivation und Neugierde steigern. Es stellt sich heraus, dass sich AR-Elemente leichter in den Unterricht einbauen lassen, jedoch besteht auch hier noch großes Entwicklungspotential. Im Bereich der Virtual Reality wäre es in der Zukunft vorstellbar, VR-Labore in Schulen zu etablieren, die von allen Unterrichtsgegenständen verwendet werden können und das nötige Equipment bereitstellen. In Bezug auf VR und AR im Physikunterricht wurde festgestellt, dass sich die meisten Materialien auf das Thema Weltraum beziehen, welches im österreichischen Lehrplan nicht ausführlich behandelt wird. Hier macht sich der Einfluss von Google bemerkbar, dessen Zielgruppe klar in Amerika liegt. In jedem Fall sind ein didaktisches Konzept und eine zielgerechte Durchführung notwendig, um effizient mit VR und AR arbeiten zu können. Virtuelle Reisen sollten immer mit Aufgabenstellungen verbunden werden und am Ende soll das Lernziel im Vordergrund stehen, nicht die Technik.

8 Literatur

- Arnaldi, B.; Guitton, P. & Moreau, G. (2018) *Virtual Reality and Augmented Reality: Myths and Realities*. Hoboken: John Wiley & Sons
- Bitkom (2017) (Hrsg.) *Zukunft der Consumer Technology – 2017. Marktentwicklung, Trends, Mediennutzung, Technologien, Geschäftsmodelle*. <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/170901-CT-Studie-online.pdf> (23.02.2020)
- BMBWF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, und Forschung) (2018a.) *Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen*. Stand vom 23.02.2020
- BMBWF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, und Forschung) (2018b) *Verordnung des Bundesministers für Bildung, Wissenschaft und Forschung, mit der die Verordnung über die Lehrpläne der Neuen Mittelschulen sowie die Verordnung über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen geändert werden*. Ausgegeben am 19. April 2018
- Börner, M. (2017) *VR-Brillen im Unterricht – Mit der Schulklasse auf den Jupitermond*. Deutschlandfunk. https://www.deutschlandfunk.de/vr-brillen-im-unterricht-mit-der-schulklasse-auf-den-680.de.html?dram:article_id=395600 (23.02.2020)
- Buchner, J. (2017) *Offener Unterricht mit Augmented Reality*. *Erziehung & Unterricht*. 7-8. 68-73.
- Buchner, J. (2019a) *Das Nichtsichtbare sichtbar machen: Lernen mit Augmented Reality*. digi4family-Webinar. Universität Duisburg-Essen
- Buchner, J. (2019b) *Augmented Reality – technische Spielerei oder Bereicherung für den Unterricht? Bundeszentrale für politische Bildung*. <https://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/werkstatt/283819/augmented-reality-technische-spielerei-oder-bereicherung-fuer-den-unterricht> (23.02.2020)
- Buchner, J. & Weißenböck, J. (2020) *There Is Nothing to See. Or Is There? Visualizing Language Through Augmented Reality*. *Recent Tools for Computer- and Mobile-Assisted Foreign Language Learning*. Hershey: IGI Global. 170-193.
- El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011) *ARSC: augmented reality student card – an augmented reality solution for the education field*. *Computers & Education*, 56(4), 1045–1061.
- Frauhammer, A. (2018) *Weltraum – Alles über unser Sonnensystem*. Hamburg: Carlsen.
- Google (2020) *Expeditions device requirements*. <https://support.google.com/edu/expeditions/answer/9161108?hl=en> (23.02.2020)
- Google For Education (n.d.) *Bring your lessons to life with Expeditions*. https://edu.google.com/products/vr-ar/expeditions/?modal_active=none (23.02.2020)
- Hellriegel, J. & Čubela, D. (2018) *Das Potential von Virtual Reality für den schulischen Unterricht – Eine konstruktivistische Sicht*. *MedienPädagogik*. 58-80.
- Holland-Letz, M. (2018) *Streit um Virtual Reality im Unterricht*. *Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft*. <https://www.gew.de/aktuelles/detailseite/neuigkeiten/streit-um-virtual-reality-im-unterricht/> (23.02.2020)
- Medizinische Universität Wien (2018) *Studium 4.0 – Virtual Reality, 3D-Modellierung, Big Data und Simulationstrainings für mehr Patientensicherheit*. <https://www.meduniwien.ac.at/web/ueberuns/news/detailseite/2018/news-im-september-2018/studium-40-virtual-reality-3d-modellierung-big-data-und-simulationstrainings-fuer-mehr-patientensicherheit/> (23.02.2020)
- Oehme, I. & Stober, M. (2020) *Virtuelle Realität im Unterricht*. *Fachportal des Landesbildungsservers Baden-Württemberg*. <https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/gesellschaftswissenschaftliche-und-philosophische-faecher/geographie-interaktiv/vr/virtuelle-realitaet> (23.02.2020)
- Sotiriou, S. & Bogner, F. X. (2008) *Visualizing the invisible: augmented reality as an innovative science education scheme*. *Advanced Science Letters*, 1, 114–122.
- Steppuhn, D. (2019) *SmartSchool – Die Schule von morgen*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag
- Stiftung Lesen (2017) *Mit dem Google Lunar XPRIZE zum Mond*. <https://www.derlehrerclub.de/download.php?type=documentpdf&id=2073> (23.02.2020)
- Stiftung Lesen (2018) *Polarlichter*. <https://www.derlehrerclub.de/download.php?type=documentpdf&id=2345> (23.02.2020)
- Stiftung Lesen (2019) *Planeten*. <https://www.derlehrerclub.de/download.php?type=documentpdf&id=2572> (23.02.2020)
- Suppan, I. (2019) *Virtual Reality macht Schule*. TU Graz. <https://www.tugraz.at/tu-graz/services/news-stories/planet-research/einzelansicht/article/virtual-reality-macht-schule/> (23.02.2020)