

schule-mal-digital.de-Artikel | 12. September 2024

Neue Welten entdecken – Virtual Reality im Grundschulunterricht

Lisa König

Zusammenfassung

VR-Anwendungen ermöglichen Lernenden den direkten Eintritt in phantastische oder auch weit entfernte Welten, machen komplexe technische oder naturwissenschaftliche Phänomene handlungsorientiert erschließbar und eröffnen neue Lernwege über die Grenzen des Klassenraums hinaus. Insbesondere für Primarstufenlernende bietet die Nutzung von VR vielfältige Potenziale. Doch wie lässt sich (bereits heute) Unterricht mit virtuellen Realitäten gestalten?

Im Rahmen des Beitrags werden die Potenziale und Herausforderungen von Virtual-Reality-Anwendungen im Grundschulunterricht herausgearbeitet und aus lerntheoretischer, wie unterrichtspraktischer Perspektive erläutert. Hierzu werden zunächst unterschiedliche Formen von VR-Anwendungen vorgestellt und skizziert, inwiefern sich diese hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten im Schulalltag voneinander unterscheiden. In einem zweiten Schritt werden zentrale lernförderliche Gestaltungsstrukturen von VR herausgearbeitet und deren didaktischer Nutzen kontextualisiert. Abschließend werden exemplarische, für den Fachunterricht geeignete VR-Anwendungen vorgestellt und Einsatzszenarien in den Fächern Deutsch, Mathematik und Sachunterricht skizziert.



Inhalt

1	„Hereinspaziert in die virtuelle Welt...“ – Hinführung zum Thema	3
2	Virtuelle Realitäten betreten – Unterrichtsrelevante Formen von VR-Anwendungen .	4
3	Lernen mit VR-Anwendungen in der Primarstufe	7
	Potenziale von VR-Anwendungen in primarstufenspezifischen Kontexten	9
	3.1.1 Multidimensionale Zugänglichkeit	9
3.1	3.1.2 Handlungsorientierte Vermittlung	10
	3.1.3 Spektrum möglicher Erfahrungsräume	11
	Herausforderungen von VR-Anwendungen in primarstufenspezifischen	
3.2	Kontexten	12
	3.2.1 Anwendungsauswahl	12
	3.2.2 Geeignete Hardware	12
	3.2.3 Steuerungsproblematik	13
3.3	Auswahl geeigneter Anwendungen vor dem Hintergrund von Potenzialen und	
	Grenzen	14
4	Virtual Reality konkret – Exemplarische Anwendungen für den Einsatz im Deutsch-,	
4.1	Mathematik- und Sachunterricht	17
4.2	<i>A Fisherman's Tale</i> – Deutschunterricht (Schwerpunkt: literarisches Verstehen)	17
4.3	<i>Cubism</i> – Mathematikunterricht (Schwerpunkt: Geometrie)	19
	<i>Honigbiene VR</i> – Sachunterricht (Schwerpunkt: Tiere und Pflanzen in ihren	
	Lebensräumen)	20
5	Zum Abschluss: Lust auf Zukunftsmusik	21
6	Literaturverzeichnis	22
7	Autorin	31

1 „Hereinspaziert in die virtuelle Welt...“ – Hinführung zum Thema

Das Paradigma der Digitalisierung stellt eines der zentralen Themen der aktuellen Bildungslandschaft dar: Eine sich digital wandelnde Welt mache den Einsatz digitaler Medien im Unterricht unabdingbar, schließlich sollte die Schule die Lebenswelt der Lernenden ernst nehmen und diese stärker als bislang bei der Entwicklung und Durchführung von Vermittlungssettings berücksichtigen (Hauck-Thum, 2021; Frederking & Ladel, 2021; Irion et al., 2023). Neben dem allseits bekannten und bereits an vielen Stellen diskutierten Argument des unterrichtlichen Lebensweltbezuges stellt sich allerdings auch die Frage: Welchen didaktischen Nutzen bringt der Einsatz digitaler Technologien? Aus welchen Gründen wirken sie lernförderlich auf die Entwicklung von Kindern und welche Grenzen gibt es hierbei zu berücksichtigen? Insbesondere in primarstufenspezifischen Kontexten wurden hierzu in den letzten Jahren vermehrt Projekte durchgeführt, die u. a. die Wirksamkeit von Tabletunterricht untersuchten, einzelne Anwendungen aus lerntheoretischer Perspektive analysierten, Umsetzbarkeit und Mehrwerte diskutierten und medienpädagogische wie fachdidaktische Debatten darüber entfachten, wann in dieser sensiblen Lerngruppe der Einbezug von digitalen Medien überhaupt angebracht sei, oder ob vielmehr Wert auf das Sammeln von authentischen Primärerfahrungen gelegt werden sollte, die lediglich durch digitale Explorationen angereichert werden (Irion, 2018; 2023; Brandt et al., 2022; Neuhaus et al., 2023). Insbesondere die Entwicklung neuester Medienformen wie Virtual-, Augmented- oder Mixed-Reality-Anwendungen haben die Diskussion rund um die Authentizität realer und digitaler Lernerfahrungen nochmals verstärkt. Betrachtet man die aktuelle Forschungslandschaft rund um das Thema VR, AR und MR in Bildungskontexten fällt auf, dass sich diese entweder grundlegend mit medienpädagogischen Fragestellungen hinsichtlich eines lernförderlichen Einsatzes der neuen Technologien beschäftigt, oder aber aus fachdidaktischer Perspektive einzelne Anwendungen exemplarisch analysiert. Ein Fokus auf primarstufenspezifische Herausforderungen bleibt hierbei zumeist außen vor, obgleich insbesondere Virtual-Reality-Anwendungen aufgrund ihrer gegenstandsspezifischen Gestaltungsstrukturen vielfältige Potenziale für die Anbahnung und Ausprägung kindlicher Lernprozesse bereithalten, die sich auch bereits heute in Unterrichtssettings integrieren lassen (u. a. Freina & Ott, 2015; Kavanagh et al., 2017; Radianti et al., 2020; Wu et al., 2020; Makransky & Petersen, 2021).

Im Rahmen des folgenden Beitrags werden daher die Potenziale und Herausforderungen von Virtual-Reality-Anwendungen in primarstufenspezifischen Kontexten aus didaktischer Perspektive näher betrachtet. Um einen Überblick über aktuelle Möglichkeiten zu erhalten, werden in einem ersten Schritt unterschiedliche Formen von VR-Anwendungen vorgestellt und ihre Vor- und Nachteile hinsichtlich des schulpraktischen Einsatzes erläu-

tert. In einem zweiten Schritt werden Leitperspektiven des aktuellen Forschungsdiskurses zum Thema VR und Primarstufe skizziert und mögliche Potenziale und Grenzen in Bezug auf die lernförderliche Implementierung abgeleitet. Hierzu wird eine kurze Checkliste vorgestellt, mit deren Hilfe VR-Anwendungen für den eigenen Unterricht analysiert und ausgewählt werden können. Abschließend werden mit *A Fisherman's Tale* (2019, Vertigo Games,), *Cubism* (2020, van Bouwel) und *Honigbiene VR* (2019, SWR) drei exemplarische Anwendungen vorgestellt und prototypische Szenarien für den Unterrichtseinsatz beschrieben, die direkt im Deutsch-, Mathematik- oder Sachunterricht eingesetzt werden können, bevor grundlegende didaktische Implikationen nochmals zusammengefasst werden.

2 Virtuelle Realitäten betreten – Unterrichtsrelevante Formen von VR-Anwendungen

Insbesondere in den letzten sieben Jahren – mit dem Fortschritt der VR-Technologie, insbesondere der Headset-Entwicklung, haben sich auch entsprechende VR-Anwendungen deutlich weiterentwickelt: von einer mehr oder weniger hakeligen Controllersteuerung hin zur Gestenerkennung, von übelkeitserregender Motionsickness¹ zur freien Erkundung der virtuellen Welt, von kabelgebundenen Computeranwendungen hin zu niedrigschwelligen Explorationen direkt auf dem eigenen Tablet (zur Expansion des VR-Marktes exemplarisch die Ausführungen des Verbands der deutschen Games-Branche 2024 sowie zur technologischen Entwicklung früh Zobel et al., 2018, S. 124 oder jüngst Niermann & Palmas, 2023, S. 113f.). Die fortschreitende Technologie hat VR massentauglich gemacht, sodass auch bereits heute ein Einsatz im Klassenzimmer unproblematisch möglich ist (vgl. hierzu genauer Kapitel 3). Zu beachten ist dabei, dass es unterschiedliche Lösungen für die erforderliche Hardware gibt. Grundsätzlich lassen sich drei Formen voneinander unterscheiden (hier in Anlehnung an die Klassifikation nach Martín-Gutiérrez et al., 2017, S. 476 oder auch im Bildungskontext Dede et al., 2017, S. 3f. sowie Prange, 2021, S. 236f.): (1) die Erkundung mithilfe eines VR-Headsets (vgl. Abb. 1), (2) die Verwendung von Cardboards inkl. Smartphones (vgl. Abb. 2) und (3) die Nutzung von Tabletanwendungen (vgl. Abb. 3).

¹ Vgl. hierzu die genaueren Ausführungen zur Steuerungsproblematik in Kapitel 3.2 dieses Beitrags.



Abb. 1: VR-Headset, hier exemplarisch MetaQuest 2



Abb. 2: Cardboard und Smartphone

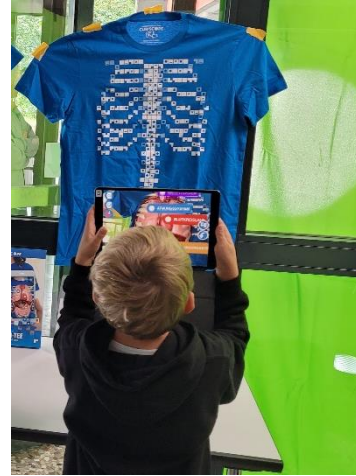


Abb. 3: Erkundung mithilfe eines Tablets

Nutzung von VR-Headsets

Eine Möglichkeit zur Erkundung virtueller Welten besteht in der Nutzung von Virtual-Reality-Headsets. Für diese liegt ein breites Angebot von Anwendungen vor, dazu ist die Exploration der oftmals frei begehbaren VR-Welten – natürlich je nach Anbieter variierend – mithilfe von Handcontrollern oder Gestensteuerung möglich. Die Bewegungen innerhalb der virtuellen Realitäten sind denen in der realen Welt am ähnlichsten, sodass eine besonders authentische und intuitive Erschließung möglich ist, was sich lernförderlich auf die Verarbeitung der dargestellten Inhalte auswirken kann (vgl. hierzu die näheren Ausführungen in Kapitel 3 dieses Beitrags). Die Anschaffungskosten für derartige Brillen liegen jedoch bei mehreren hundert Euro, für einen ganzen Klassensatz entsprechend mehr. Einige Schule schaffen daher lediglich Einzelbrillen an, die dann u. a. in der freien Lernzeit genutzt werden können. Alternativ stehen in einzelnen Bundesländern, wie beispielsweise in Nordrhein-Westfalen oder Baden-Württemberg, ausleihbare Klassensätze von VR-Brillen an den örtlichen Medienzentren oder Bibliotheken zur Verfügung, die ähnlich wie andere Hardware wochen- oder projektweise entliehen werden können (vgl. hierzu exemplarisch die Anschaffung von ca. 3.400 VR-Brillen in Nordrhein-Westfalen 2023).²

² Manche Headsets weisen eine Altersempfehlung auf, die angibt, ab welchem Alter ein Headset verwendet werden sollte. Diese dient jedoch vor allem der Orientierung, nicht als Bestimmung oder gar formale Richtlinie. Vielmehr sollte bei jeder VR-Erkundung darauf geachtet werden, wie die Nutzenden auf die virtuelle Welt reagieren, um – wie bei jedem anderen Medium auch – individuelle Entscheidungen hinsichtlich der Nutzungsdauer oder -intensität zu treffen.

Verwendung von Cardboards und Smartphones

Ähnliche Vorteile wie eine VR-Brille bietet der Einsatz von Cardboards und Smartphones. Cardboards sind Gestelle, in welche ein Smartphone leicht eingespannt werden kann und mithilfe dessen anschließend VR-Welten betrachtet werden können. Cardboards sind deutlich kostengünstiger als klassische VR-Headsets, zahlreiche Vorlagen für den Nachbau und den Einsatz im Unterricht finden sich im Internet.³ Je nach Ausstattung der Schule können entweder die dort zur Verfügung stehenden Smartphones genutzt bzw. im Medienzentrum entliehen werden oder aber es kann auf die Endgeräte der Schülerinnen und Schüler zugegriffen werden. Die entsprechenden Anwendungen bestehen zumeist aus 360°-Videos, die mithilfe des Cardboards und Smartphones betrachtet werden können, oder es werden kleinere Anwendungen verwendet, die mithilfe von Blicksteuerung bedient werden können. Die meisten Anwendungen für Cardboards sind stereoskopisch ausgelegt, d. h. durch die Kombination des Blickfeldes des rechten und des linken Auges entsteht ein dreidimensionales Bild, das dem zu betrachtenden Raum Tiefe verleiht. Sie sind folglich in ihren Möglichkeiten ein wenig beschränkter als die Anwendungen für VR-Brillen, gleichzeitig sind sie durch die geringeren Hardwareanforderungen niedrighschwelliger zugänglich.

Erkundung durch Tabletanwendungen

Darüber hinaus liegen zahlreiche VR-Anwendungen für Tablets vor. Diese beinhalten zumeist – ähnlich wie die Anwendungen für ein Smartphone zur Cardboardnutzung – 360°-Rundgänge, die mithilfe des Tablets erkundet werden können, oder aber Anwendungen, die mithilfe von Punkt- oder Tippsteuerungen Inhalte auswählbar machen. Entsprechende VR-Welten sind nicht stereoskopisch ausgelegt, da die virtuellen Räume direkt auf dem Tabletbildschirm betrachtet werden können. Der Einsatz der Anwendungen ist durch die heutige Verfügbarkeit von Tablets an Schulen besonders niedrighschwellig umsetzbar, wenngleich sie das geringste immersive Erlebnis bieten (vgl. hierzu die näheren Ausführungen in Kapitel 3 dieses Beitrags).

Unabhängig von der verwendeten Hardware weisen VR-Anwendungen, durch die Präsentation und daraus folgender Exploration einer virtuellen Realität an sich, lernförderliche Strukturen auf, anhand derer Lernprozesse angestoßen und Verstehen ausgebaut

³ Vgl. hier exemplarisch den Überblick über unterschiedliche Cardboardstypen von VR-Guides (<https://www.vr-guides.de/cardboard-tutorial/>) oder direkt für den praktischen Einsatz die Bauanleitung der Tüftlerakademie (diese ist besonders niedrighschwellig gehalten und daher auch für das gemeinsame Basteln mit Erst- oder Zweitklasslernenden geeignet <https://tueftelakademie.de/wp-content/uploads/2022/08/vr-brille-bastelanleitung-tueftelakademie.pdf>).

werden kann. Diese inhaltlichen Strukturen müssen bei der Auswahl einzelner Anwendungen jedoch ebenso wie mögliche Grenzen analysiert und reflektiert werden, um lernförderliche Unterrichtssettings für die entsprechenden Lerngruppen zu gestalten. Im Folgenden werden daher mögliche Potenziale und Grenzen von VR-Anwendungen aufgezeigt und die Besonderheiten für primarstufenspezifische Kontexte herausgearbeitet.

3 Lernen mit VR-Anwendungen in der Primarstufe

Die empirische Forschung zum lernförderlichen Einsatz von Virtual-Reality-Anwendungen steckt sowohl im nationalen wie auch im internationalen Kontext noch in den Kinderschuhen – handelt es sich doch bei Virtual Reality im Vergleich zu anderen Medienformen noch um ein recht junges massentaugliches Phänomen. Zwar hat sich sowohl die zugrundeliegende Technologie als auch die entsprechenden Anwendungen in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt, doch fehlt es an vielen Stellen noch immer an Ergebnissen einer fundierten Grundlagenforschung (Hellriegel & Čubela, 2018, S. 60; Southgate, 2020, S. 24; Zender et al., 2022, S. 28).

Vielmehr lassen sich im deutschsprachigen Forschungsdiskurs insbesondere seit dem Jahr 2016 mit dem Release der Oculus Rift und den damit verfügbaren Bildungsanwendungen zwei Leitperspektiven beim Einsatz von Virtual Reality in der schulischen und außerschulischen Vermittlung ausmachen: (1) eine **medienpädagogische Perspektive**, die mögliche Potenziale von VR an sich in den Blick nimmt und Zukunftsszenarien für dessen Einsatz entwirft (vgl. exemplarisch Buchner et al., 2022; Kaspar, 2022; Mulders et al., 2023) und (2) eine **fachdidaktische**, die erst in den letzten Jahren mit den fortschreitenden Anwendungsentwicklungen einzelne VR-Spiele in den Blick nimmt und auf deren didaktischen Mehrwert hin untersucht (vgl. hierzu exemplarisch für den deutschdidaktischen Diskurs: König, 2022a; 2023, Stein & Wolter, 2022; mathematische Projekte: Florian, 2020; Dilling, 2022; naturwissenschaftliche Fragestellungen: Büssing, 2023; Holzappel et al., 2023). Auffällig hierbei ist, dass ein besonderer Fokus auf die Sekundarstufen- oder aber Erwachsenenbildung gelegt wird; vor allem im Feld der technisch orientierten Berufspädagogik (vgl. exemplarisch Zinn, 2020; 2024; Schumann et al., 2022) und auch Medizin (vgl. exemplarisch Riener & Harders, 2012; Matusiewicz, 2020) finden sich vielfältige Überlegungen zu potenziellen Einsatzszenarien von Virtual-Reality im entsprechenden Vermittlungskontext. Projekte bzw. Untersuchungen, die sich explizit am Primarbereich orientieren, stellen die Ausnahme dar und weisen eher experimentellen als konzeptionellen Charakter auf (vgl. auch exemplarisch die Metaanalysen von Kavanagh, 2017; Jensen & Konradsen, 2018 sowie Radianti et al., 2020). Der Blick in den **internationalen Forschungsdiskurs** zeigt jedoch ein ähnliches Bild:

Pellas et al. (2019) oder auch Oyelere et al. (2020) arbeiten in ihren Metanalysen zwar jeweils 21 bzw. 31 Projekte zum Einsatz von virtuellen Realitäten in Bildungskontexten heraus, doch beziehen sich lediglich 14 Projekte – diese werden in beiden Metaanalysen aufgeführt – auf das Lernen von Primarstufenschüler*innen, wobei die meisten Untersuchungen einen Schwerpunkt im Bereich Augmented-Reality aufweisen und daher keine Aussagekraft hinsichtlich des Lernens in virtuellen Welten besitzen, oder alternativ mit heute bereits veralteter VR-Technologie aus Projektkontexten und mit Prototypen arbeiten. Ein vielfältigeres Bild zeichnen hier internationale Einzelprojekte, die jedoch – ähnlich wie die ersten Projektversuche von Patera et al. (2008 [Schottland]) zum kreativen Schreiben mit Virtual Reality oder von Yeh (2010 [USA]) zum dreidimensionalen Raumverstehen in VR im Mathematikunterricht – lediglich einzelne Fachbereiche fokussieren und dabei einen qualitativen Ansatz mit kleinen Proband/innengruppen verfolgen: Während Liu et al. (2018) die Potenziale einer experimentellen Anwendung für den Mathematikunterricht erforschten [China], untersuchten Uygun & Girgin (2022) die Möglichkeiten des virtuellen Vokabellernens im Englischunterricht [Türkei]. Degli Innocenti et al. (2019) legten den Fokus auf Potenziale der musikalischen [Dänemark], Hui et al. (2022) der künstlerischen [China] und Drakopoulos & Sioulas (2021) der glaubensorientierten Früherziehung [Griechenland]. Das Spektrum bezüglich des Einsatzes von Virtual Reality im Sachunterricht fällt mit den experimentellen Studien von Cao et al. (2021 [Singapur]), Bogusevski et al. (2018 [Irland]), Xie & Zhang (2023 [China]) und Villena Taranilla et al. (2022 [Spanien/USA]) ein wenig breiter aus, wenngleich sich die Projekte hinsichtlich ihrer inhaltlichen Ausrichtungen durch die Orientierung an Themen wie Elektrizität, Wasserkreisläufen, Ornithologie und historischer Bildung deutlich voneinander unterscheiden. Lediglich die Studie von Alalwan et al. (2020) nimmt grundsätzliche Potenziale und Herausforderungen von VR im Grundschulunterricht in den Blick. Der Schwerpunkt liegt inhaltlich hier jedoch auf durch 29 Lehrkräfte wahrgenommenen Gelingensbedingungen von Virtual-Reality-Anwendungen beim schulischen Einsatz in asiatischen und afrikanischen Entwicklungsländern.

Unabhängig von der fachdidaktischen Referenzdisziplin und dem Fokus auf einen bestimmten Schultyp zeigt sich allerdings, dass Virtual-Reality-Anwendungen aufgrund ihrer mediumsspezifischen Gestaltungsstrukturen Potenziale für Lernprozesse aufweisen, die sich lernförderlich auf die Anbahnung von Wissens-, Könnens- und Bewusstseinsstrukturen auswirken können (Bower et al., 2013; Fowler, 2015; Boyles, 2017; Ebner, 2018; Frehlich, 2020; Prange, 2021). Im Folgenden werden Strukturen beschrieben, die für Lerngruppen in primarstufenspezifischen Kontexten besonders relevant oder auch herausfordernd sind, sodass die bei der Vermittlung von Lerninhalten mit VR berücksichtigt werden sollten.

Potenziale von VR-Anwendungen in primarstufenspezifischen Kontexten

Im primarstufenspezifischen Kontext erweisen sich insbesondere drei Strukturen von Virtual-Reality-Anwendungen als relevant: (1) die multidimensionale Zugänglichkeit, (2) die handlungsorientierte Vermittlung und (3) das Spektrum möglicher Erfahrungsräume.

3.1.1 Multidimensionale Zugänglichkeit

Virtual-Reality-Anwendungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie ihre erkundbaren, dreidimensionalen Räume anhand einer Kombination aus unterschiedlichen Zeichensystemen präsentieren und relevante Inhalte entsprechend multidimensional vermitteln. Im Gegensatz zu anderen medialen Formen – wie Bücher, Hörmedien, Filme oder Serien – werden virtuelle Welten nicht durch ein Zeichensystem wie Schrift, Klang oder Bild konstruiert, sondern anhand der Kombination unterschiedlicher Zeichen

die Illusion eines realen Raumes in die virtuelle Welt übertragen (Dede et al., 2017; Jung et al., 2018; Dörner et al., 2019; Southgate, 2020). Für die Nutzenden von Virtual-Reality-Anwendungen bedeutet dies, dass ihnen vielfältige Wege hinein in die virtuelle Welt und die darin präsentierten Themen zur Verfügung stehen, da sie nicht auf die Auseinandersetzung mit einem einzelnen Zeichensystem zurückgeworfen sind (König, 2022a). Vielmehr stehen ihnen wie z. B. in *Pollinator Park* (2021, Poppins & Wayne) Informationstafeln und interaktive Lexika zur Verfügung, in denen Hintergrundinformationen über die zu entdeckenden Insekten und Spinnentiere nachgelesen werden können; gleichzeitig werden die entsprechenden Sechs- und Achtbeiner visualisiert, mit entsprechenden Geräuschen unterlegt und als erkundbare Objekte mit unterschiedlichen Interaktionspunkten dargestellt, sodass vielfältige Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit den Inhalten bestehen. (Für Grundschul Kinder ist dies besonders relevant, da sie so ei-

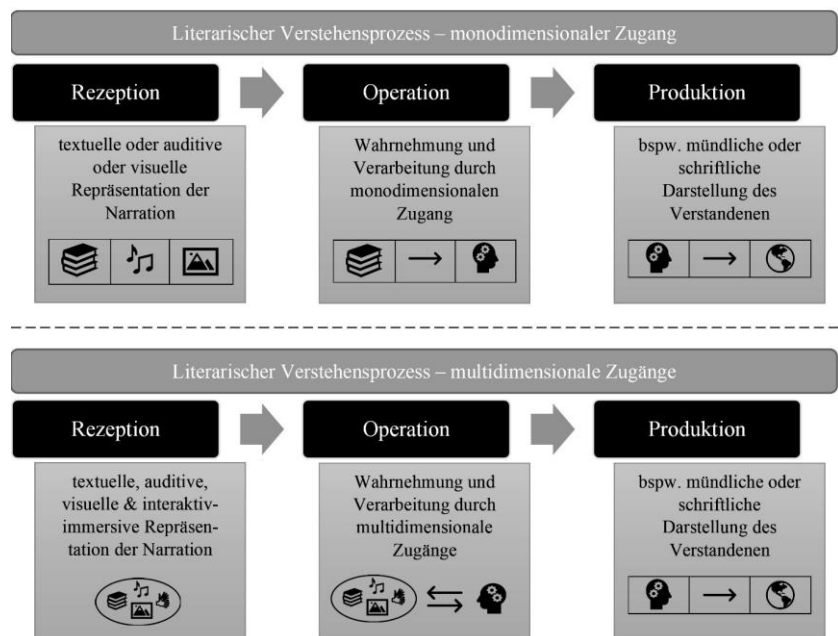


Abb. 4: Modell zur Darstellung multidimensionaler Zeichensysteme in Virtual-Reality Anwendungen, hier am Beispiel von literarischen Verstehensprozessen (vgl. hierzu König 2022a, S. 333)

nerseits die Möglichkeit einer ganzheitlichen, aus unterschiedlichen Eindrücken zusammengesetzten Annäherung an ein Thema erhalten und andererseits ihre individuellen Vorerfahrungen und Vorläuferfähigkeiten einbringen können, ohne dass diese – wie beispielsweise bei der Lesefähigkeit – bereits vollumfänglich ausgeprägt sein müssen. Insbesondere letzterer Punkt macht Virtual-Reality-Anwendungen zu einem äußerst inklusiven Medium, das auch Potenziale für differenziertes Arbeiten in heterogenen Lerngruppen bietet (vgl. jüngst Wehrmann & Zender, 2023). Der Unterschied zwischen dem monodimensionalen Zugang und multidimensionalen Zugängen zu Lerninhalten wird in Abbildung 4 am Beispiel literarischer Verstehensprozesse für die Schritte „Rezeption“, „Operation“ und „Produktion“ veranschaulicht, wobei sich diese insbesondere in ihrer verwendeten Zeichenhaftigkeit unterscheiden (monodimensional = Verwendung von einzelnen Zeichensystemen, auf welche die Schülerinnen und Schüler während der Auseinandersetzung zurückgreifen können; multidimensional = Kombination unterschiedlicher Zeichensysteme, sodass den Kindern mehrere Zugänge zur Verfügung stehen). Der entscheidende Schritt ist die Operation, also die Wahrnehmung und Verarbeitung entweder über monodimensionale oder über multidimensionale Zugänge.

3.1.2 Handlungsorientierte Vermittlung

Darüber hinaus werden Inhalte in VR nicht nur multidimensional vermittelt, sondern vor allem handlungsorientiert erschlossen. Insbesondere VR-Anwendungen, die nicht nur auf die dreidimensionale Betrachtung von Kurzvideos setzen, sondern anhand von Aufforderungsangeboten im Sinne kognitiver Aktivierung Interaktionsräume eröffnen (vgl. zum Konzept der kognitiven Aktivierung Praetorius et al., 2018; Sweller et al., 2019 sowie zur damit verbundenen Promptstruktur Berthold et al., 2009; Roelle, 2023), können ausschließlich über das eigenständige Handeln der Anwendenden rezipiert werden (vgl. exemplarisch Spaulding, 2014). So geht die Geschichte in der *Alice im Wunderland*-Adaption *Down the Rabbit Hole* (2020, Cortopia Studios) erst weiter, wenn die Spielenden selbst den Weg hinunter in den Kaninchenbau geklettert sind, die Briefe der Herzkönigin in verschlossenen Truhen gefunden und zum berühmten weißen Kaninchen gebracht haben. Während andere interaktive Medien, wie beispielsweise Games oder Apps, auf eine indirekte Interaktion mit ihren Spielenden setzen, indem sie mithilfe eines Steuerungsgeräts mit den einzelnen Elementen im Spiel interagieren können, werden mit der Bewegungssteuerung in VR die Spielenden selbst körperlich-handelnd aktiv und erfahren die präsentierten Welten unmittelbar und direkt.⁴ Für den Einsatz in der Primarstufe ist dieses

⁴ Hierbei lassen sich unterschiedliche Typen von VR-Anwendungen ausmachen, die verschiedene Potenziale für eine handlungsorientierte Erschließung in sich tragen. Grundsätzlich unterscheidet

Potenzial besonders interessant, da – in Anlehnung an die embodied cognition theory (Shapiro, 2011; 2019; Macrine & Fugate, 2022) – durch handlungsorientierte Erschließungen Inhalte nachhaltiger verarbeitet und tiefergehend durchdrungen werden können.

3.1.3 Spektrum möglicher Erfahrungsräume

Dazu eröffnen VR-Anwendungen ihren Spielenden Erfahrungsräume, die ansonsten nur schwer oder nur durch den Einsatz erheblicher finanzieller oder personeller Ressourcen möglich wären: Mit einer dritten Klasse die Größe der Pyramiden von Gizeh betrachten? Eine Gottesanbeterin aus nächster Nähe kennenlernen? Oder aber die Mona Lisa im Louvre ohne Massen von Erwachsenen in Ruhe untersuchen? Mit VR-Anwendungen ist dies ohne weiteres möglich. Beim unterrichtspraktischen Einsatz geht es jedoch nicht darum, VR nur um der VR Willen einzusetzen. Vielmehr bedarf es vorheriger Überlegungen, ob der virtuelle Erfahrungsraum einen tatsächlichen didaktischen Mehrwert – im Gegensatz zu klassischen Unterrichtsmethoden wie dem Lesen eines Sachtextes über die Pyramiden, dem Anschauen eines Kurzclips über das Leben von Gottesanbeterinnen oder der Bildanalyse einer Fotografie der Mona Lisa – bringt. Oftmals ermöglichen VR Anwendungen aufgrund ihrer multidimensionalen Zugangsweise und ihrer Handlungsorientierung Auseinandersetzungen mit Phänomenen, die ansonsten eher statisch und wenig anschaulich in den Unterricht integriert werden könnten (vgl. hierzu exemplarisch in sozialwissenschaftlichen Kontexten: Yildirim et al., 2018; Bunnenberg, 2020; zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen: Guo et al., 2019; Wirth & Ohl, 2022 sowie zu technologisch-ingenieurwissenschaftlichen Erfahrungsräumen: Soliman et al., 2021; Müller, 2022). Dies bedeutet jedoch nicht, dass virtuelle Erfahrungen dem Sammeln von Primärerlebnissen in der freien Natur, anderen Ländern oder in der Interaktion mit anderen Menschen überlegen sind. Vielmehr kann VR als gleichwertige Erweiterung des bisher möglichen Spektrums betrachtet werden, mit dem Inhalte thematisiert werden können, die bislang kaum ins Klassenzimmer von Grundschulkindern zu holen waren und daher zwar immer noch nicht die gemeinsame Klassenfahrt nach Ägypten ersetzen, aber lernwirksame Alternativen zur bisherigen Vermittlung bieten.

man Anwendungen, die (1) durchlebte Handlungen präsentieren, (2) die Durchführung von Handlungen als Erlebnis- oder aber Beeinflussungsangebote erfordern, oder aber zur (3) Reflexion des eigenen Handelns anregen. Für genauere Ausführungen sei hierzu auf König & Römer (2024) verwiesen.

Herausforderungen von VR-Anwendungen in primarstufenspezifischen Kontexten

3.2 Neben den lernförderlichen Strukturen von Virtual-Reality-Anwendungen, die sich in primarstufenspezifischen Kontexten nutzen lassen, liegen jedoch auch mediumsspezifische Herausforderungen vor, die es beim Einsatz von VR zu beachten gilt. Diese bestehen insbesondere (1) in der Anwendungsauswahl, (2) der geeigneten Hardware für Kinder und (3) der Steuerungsproblematik.

3.2.1 Anwendungsauswahl

Virtual-Reality-Anwendungen gibt es viele, doch lange nicht alle eignen sich auch für den Einsatz im Unterricht der Primarstufe. Angesichts dessen gilt es im Vorfeld, mögliche Anwendungen genau zu sichten, auszuprobieren und vor dem Hintergrund didaktischer Kriterien auf deren Eignung hin zu analysieren (vgl. für ein mögliches Vorgehen *Kapitel 3.3* dieses Beitrags). Neben technischen Aspekten ist hierbei vor allem die Frage zentral, welches Lernziel mit der Anwendung erreicht werden soll, wie dieses umgesetzt wird und ob die Umsetzung dem Verstehensstand von Grundschulkindern entspricht bzw. diesem angemessen ist. Für eine erste Orientierung bietet sich die Sichtung von pädagogisch und didaktisch kuratierten Datenbanken – wie der des Zentrums für didaktische Computerspielforschung (www.zfdc.de) – an, die Virtual-Reality-Anwendungen auf ihre Eignung hin prüfen und didaktische Empfehlungen aussprechen. Allerdings liegen einige Anwendungen ausschließlich mit englischer Sprachausgabe vor, was den Einsatz in der Primarstufe erschwert. Zwar bieten viele derartige VR-Anwendungen deutsche Untertitel an, diese sollten jedoch im Vorfeld vor dem Hintergrund der individuellen Lesefähigkeiten der Primarstufenlernenden analysiert und eingeordnet werden, um Verstehenshürden frühzeitig zu erkennen und – beispielsweise durch ein sprachbefreites Vermittlungssetting ohne die Verwendung der Audioausgabe oder Untertitel – zu vermeiden. Darüber hinaus sollte im Rahmen der Angebotsauswahl auf die USK- und FSK-Einstufung der Anwendung geachtet werden, da diese – ähnlich wie bei anderen Kinder- und Jugendmedien – eine Einschätzung zu möglichen Gewalt-, Sexualitäts- oder Themenspezifika ermöglicht. Grundsätzlich obliegt die finale Einschätzung in Absprache mit den Eltern der Lehrkraft, dennoch sollte sie bei der Auswahl mitberücksichtigt werden. Oftmals sind auch lediglich einzelne Ausschnitte aus bestimmten Anwendungen relevant, die dann nochmals separat betrachtet und hinsichtlich der Altersangemessenheit bewertet werden können (vgl. hierzu die Checkliste unter Kapitel 3.3).

3.2.2 Geeignete Hardware

Ein ähnliches Vorgehen ist bei der Auswahl der geeigneten Hardware angeraten. Dadurch, dass die meisten Primarstufenlernenden noch recht klein sind, rutschen ihnen

manche Brillen von der Nase, gängige Cardboards sind manchmal zu groß oder aber mit dem entsprechenden Smartphone zu schwer, um während einer Erkundung getragen zu werden. Viele Anbieter – wie beispielsweise die Oculus-Quest-Reihe – bieten Einsätze für ihre Brillen, die für Kinder das Tragen angenehmer machen. Oftmals sind diese für Brillentragende ausgewiesen, eignen sich aber insbesondere für die Abstandsregulierung der Brille zu kleinen Kinderköpfen. Ähnlich kann mit den entsprechenden Kopfbändern verfahren werden, die sich der Größe der Anwendenden entsprechend anpassen lassen.

3.2.3 Steuerungsproblematik

Insbesondere Erst- und Zweitklässler/innen verfügen aktuell noch über wenige Vorerfahrungen im Umgang mit VR. Um sich mit der Steuerung vertraut zu machen, ist es folglich angeraten eine separate Phase im Unterricht einzuplanen, in der sich Lernende ohne Vorerfahrungen in einem Tutorial mit der Nutzung der Hardware befassen. In der Grundschule ist es besonders hilfreich, Anwendungen zu verwenden, die sich mit Gesten- und Körpersteuerung bedienen lassen und vor allem auf die Bewegung der Kinder setzen. Alternative Steuerungsmethoden – wie die Bewegung innerhalb des virtuellen Raumes mithilfe von „Morph“-Funktionen⁵ – müssen erst separat erlernt werden und sind ein wenig schwieriger zu bedienen als die intuitive Erkundung durch die eigenen Bewegungen. Grundsätzlich sollten zu Beginn lediglich kurze VR-Explorationsrunden geplant werden, da junge Anwendende oftmals noch nicht wissen, wie anfällig sie für Motionsickness⁶ sind – ein Phänomen, bei dem den Nutzenden aufgrund der Dissonanz von erlebter und ausschließlich zu betrachtender Bewegung übel wird. Ein Herantasten an den Umgang mit virtuellen Welten in mehreren Schritten ist daher sinnvoll.

⁵ Das Bewegungsspektrum innerhalb virtueller Welten ist vielfältig, lässt sich jedoch grundlegend mit drei Prinzipien beschreiben: (1) Die Bewegungsteuerung setzt auf die Gestenerkennung der Anwendenden mit oder ohne Handcontroller. Die Anwendenden können sich frei im virtuellen Raum bewegen und ihn ähnlich wie einen realen durch das Anfassen, Verschieben, Heben usw. von Objekten erkunden. (2) Andere Anwendungen setzen auf eine Morph-Steuerung. Hier bewegen sich nicht die Anwendenden, sondern der Raum. Mithilfe eines Controllers werden einzelne Punkte im Raum angewählt, an welchen die Spielenden dann *gebeamt* werden und sich der entsprechende Raumausschnitt verändert. (3) Ähnlich funktionieren Anwendungen, die eine Blicksteuerung zugrunde legen: Betrachtet eine spielende Person einen bestimmten Punkt im Raum, der durch ein Symbol als Interaktionspunkt ausgewiesen wird, wird der entsprechenden Raumausschnitt ausgewählt und die Spielenden bekommen diesen präsentiert. Letztere Möglichkeit findet sich oftmals in VR-App-Anwendungen, indem die Anwendenden das Tablet so bewegen, dass die entsprechenden Punkte ausgewählt werden.

⁶ Der Begriff der Motion- oder Cybersickness beschreibt das Gefühl von Übelkeit und Schwindelanfällen von VR-Anwendenden bei der Erkundung einer virtuellen Welt mithilfe einer VR-Brille. Das

Auswahl geeigneter Anwendungen vor dem Hintergrund von Potenzialen und Grenzen

3.3 Vor dem Hintergrund der skizzierten Lernpotenziale und Herausforderungen von VR in primarstufenspezifischen Kontexten ist es sinnvoll – wie bei jedem anderen Unterrichtsgegenstand auch – mögliche VR-Anwendungen für den Einsatz im Unterricht im Vorfeld zu analysieren und vor dem Hintergrund didaktischer Kriterien auszuwählen. Die hier beschriebenen Kriterien bieten einen ersten Orientierungsrahmen für die Auswahl, der vor allem mediumsspezifische Gratifikationen und pragmatische Fragestellungen der Unterrichtspraxis berücksichtigt und daher neben allgemeinen Angaben auch technische Aspekte, vor allem aber inhaltliche und didaktische Schwerpunkte miteinbezieht (vgl. Tab. 1):

Checkliste – VR-Anwendungen für den Unterricht	
Allgemeine Angaben	
Titel:	Wie heißt der Titel?
Erscheinungsjahr:	Wann wurde die Anwendung veröffentlicht? Liegt diese noch vor und ist noch spielbar oder ist sie zwar interessant, aber bereits veraltet?
Plattform:	Für welche Plattform liegt die Anwendung vor? <input type="checkbox"/> VR-Headset, wenn ja, welches: _____ <input type="checkbox"/> Cardboard, wenn ja, welches Betriebssystem ist notwendig: _____ <input type="checkbox"/> Tablet, wenn ja, welches Betriebssystem ist notwendig: _____
USK/FSK:	Liegt eine Altersbeschränkung für die Anwendung vor, die einen Einsatz rechtlich schwierig macht?
Technische Aspekte	

Gefühl entsteht durch den sensorischen Widerspruch zwischen der Wahrnehmung der virtuellen Welt durch das Auge und fehlender oder lediglich künstlicher Bewegung (vgl. zur Relevanz von Motionsickness bei der Erkundung von VR-Anwendungen im deutschsprachigen Raum Kunz & Zabel, 2021). Moderne VR-Brillen erlauben ein breites Bewegungsrepertoire bzw. kommen vollständig ohne künstliche Bewegungen wie Teleportationen von einem Punkt in der VR-Welt zu einem anderen aus, sodass sich das Phänomen seitdem deutlich reduziert hat. Beim Einsatz in der Primarstufe sollte man dennoch darauf achten, dass Kinder, die anfällig für Motionssickness sind, mit Anwendungen arbeiten können, die auf künstliche Bewegungen verzichten, Komforteinstellungen bspw. für eine höhere Bildrate nutzen oder aber die Form der 360°-Rundgänge als Tabletanwendungen nutzen.

Kinderkompatibilität	Lässt sich die Hardware auch von Kindern bedienen bzw. bspw. an deren Größe anpassen? (Einsätze, Kopfbänder, Gewicht...)
Steuerung	Wie wird die Anwendung gesteuert? <input type="checkbox"/> Bewegungssteuerung/Gestenerkennung <input type="checkbox"/> Morphen (auszuwählende Bewegungspunkte in der VR-Umgebung) <input type="checkbox"/> Blicksteuerung
Motionsickness	Gibt es Komfortmöglichkeiten zur Anpassung der Bildrate oder Steuerung, um Motionsickness zu vermeiden?
Inhaltliche und didaktische Schwerpunkte	
Thematischer Schwerpunkt	Um was geht es in der Anwendung?
Zeichensysteme	Welche Zeichensysteme werden verwendet? (Text, Audio, Bild, Interaktion...)
Erschließungsstil	Wie können die Kinder die Anwendung erschließen? <input type="checkbox"/> Inhalte werden präsentiert (bspw. in einem Video) <input type="checkbox"/> Inhalte können selbst erkundet werden (bspw. durch Interaktionspunkte)
Erfahrungsraum	Welche Erfahrungen können die Kinder mit der Anwendung sammeln?
Lernziel	Welches Lernziel wird vermittelt bzw. für welches Lernziel eignet sich die Anwendung?
Besonderheiten in der Vermittlung	Wie wird das Lernziel vermittelt? Ist bspw. die handlungsorientierte Auseinandersetzung zentral? Liegt eine besondere Erfahrung vor? Hier können alle Besonderheiten aufgeführt werden.
Inhaltliche Stolpersteine	Gibt es Inhaltliche Aspekte, die man beachten sollte? Die vielleicht ungeeignet, fachlich zu komplex oder zu wenig komplex dargestellt werden?

Anschluss- möglichkei- ten für an- dere Inhalte	Welche Stellen/Aspekte/Schwerpunkte der Anwendung eignen sich für eine Weiterarbeit im Unterricht?
--	---

Tab. 1: Checkliste zur Auswahl von VR-Anwendungen im Unterricht (eigene Darstellung)

Die **allgemeinen Angaben** zur VR-Anwendung ermöglichen einen ersten Überblick über die grundlegende Beschaffenheit des VR-Titels und umfassen Hinweise zum Erscheinungsjahr, den zur Verfügung stehenden Plattformen und der FSK- bzw. USK-Einschätzung. Gerade die Frage der Plattform ist für schulpraktische Fragen oftmals relevant, da entsprechende Hardware manchmal nicht zur Verfügung steht. Diese kann jedoch oftmals durch eine Kooperation mit den örtlichen Medienzentren oder auch Bibliotheken beschafft werden (vgl. hierzu Kapitel 2 dieses Beitrags).

Mithilfe der **technischen Aspekte** lassen sich VR-Anwendungen anschließend genauer hinsichtlich der technologischen Anpassungsmöglichkeiten und Voraussetzungen – u. a. im Hinblick auf die Zielgruppe der Primarstufenlernenden – untersuchen. Neben der allgemeinen Einschätzung der Komptabilität zur jeweiligen Lerngruppe sollte hier auf die Art der Steuerung der Anwendung geachtet werden, um entsprechende Einarbeitungsphasen oder Schwierigkeiten der Kinder besser einschätzen zu können.

Das Herzstück der Analyse bilden die **inhaltlichen und didaktischen Schwerpunkte** der VR-Anwendung, da es hier um die Lehr- und Lernpotenziale geht und ein Eindruck von möglichen Einsatzszenarien gewonnen werden kann. Hierzu werden in einem ersten Block vier Fragen zur Beschaffenheit der Anwendung beantwortet, um im folgenden Block ebenfalls durch vier Leitfragen didaktische Implikationen für die Unterrichtspraxis abzuleiten.

In *Block 1* können Aussagen darüber getroffen werden, worum es in der Anwendung geht (bspw. um das Leben von Insekten, eine Kinderbuchadaption, die Darstellung von mathematischen Raumobjekten etc.) und wie diese anhand von textuellen, auditiven, visuellen oder interaktiven Elementen dargestellt werden. Auch wird die Rolle der Lernenden innerhalb der VR-Welt eingehender betrachtet und herausgearbeitet, ob diese – wie in einem 360°-Video – die Inhalte eher präsentiert bekommen, oder aber selbstständig erkunden dürfen. Je nach Beschaffenheit sind verschiedene Erfahrungen möglich, die die Kinder während der Auseinandersetzung mit der VR-Anwendung sammeln und die somit auch als Ausgangspunkt für die Konzeption eines Vermittlungssettings dienen können.

Block 2 nimmt die möglichen Lernszenarien genauer in den Blick. Anhand der bisherigen Analyseergebnisse kann abgeleitet werden, (1) für welches Lernziel sich die Anwendung

eignet, welches Unterrichtsthema mit dieser vermittelt werden kann und welche Kompetenzen erworben werden. Hierzu ist (2) die Art und Weise der Vermittlung des Lerninhalts relevant, da diese darüber bestimmt, wie sich die Lernenden einem Inhalt oder Thema annähern: Machen die Kinder bspw. eine besondere Raumerfahrung, die mit anderen Medien kaum zu erreichen wäre? Werden durch den VR-Titel Orte präsentiert, die außerhalb der bisherigen Erfahrungsräume von Erst- bis Viertklässler/innen liegen? Erweitern die VR-Welten die bisherigen Zugriffsmöglichkeiten der Kinder? In einem nächsten Schritt wird das Augenmerk auf (3) potenzielle Stolpersteine gelegt, um mögliche Schwierigkeiten im Umgang mit der VR-Anwendung frühzeitig zu erkennen und das Einsatzszenario entsprechend zu konzipieren. Diese müssen sich nicht nur auf etwaige Steuerungsprobleme beziehen, vielmehr sollten inhaltliche Aspekte berücksichtigt werden, die vielleicht zu komplex oder aber auch zu vereinfachend dargestellt werden und die daher in anschließend Reflexionsrunden gemeinsam besprochen werden sollten. Zuletzt werden (4) Anschlussstellen für die unterrichtliche Weiterarbeit identifiziert, sodass die VR-Anwendung nicht nur als Einzelerlebnis dienen, sondern auch als Teil einer umfassenderen Unterrichtseinheit fungieren kann.

4 Virtual Reality konkret – Exemplarische Anwendungen für den Einsatz im Deutsch-, Mathematik- und Sachunterricht

Nachdem die lernförderlichen Potenziale und zu beachtenden Herausforderungen von Virtual-Reality in primarstufenspezifischen Kontexten bislang aus theoretischer Perspektive betrachtet wurden, sollen nun im Folgenden mit *A Fisherman's Tale* (2019, Vertigo Games.), *Cubism* (2020, van Bouwel) und *Honigbiene VR* (2019, SWR) drei VR-Anwendungen vorgestellt werden, die sich für den Unterrichtseinsatz im Deutsch-, Mathematik- und Sachunterricht eignen und dabei exemplarisch zeigen, inwiefern VR das Lernen unterstützen kann.

***A Fisherman's Tale* – Deutschunterricht (Schwerpunkt: literarisches Verstehen)**

In *A Fisherman's Tale* (2019, Vertigo Games) schlüpfen die Spielenden mithilfe eines VR-Headsets in die Rolle eines einsamen Fischers, der seit einem tragischen Bootsunglück allein in einem verlassenem Leuchtturm lebt. Als er eines morgens erwacht, findet er sich selbst jedoch in eine Marionette verwandelt vor, Gegenstände in seinem Haus wurden umgestellt und auch das Meer vor seinem Fenster scheint verschwunden zu sein: Denn als es ihm gelingt, das von Innen vernagelte Fenster aufzustemmen, entdeckt er, dass sein Leuchtturm plötzlich in einer größeren Version seiner selbst steht und er alle seine Habseligkeiten in einer deutlich größeren Variante betrachten kann. Doch auch auf seinem Esstisch findet sich ein Modell seines Zuhauses, in dem er sogar sich selbst als Mi-

niversion entdeckt und sobald er in diesem etwas bewegt, verändert sich auch seine Umgebung um sich herum. Der Fischer beschließt, dem Mysterium der verschachtelten Welt, in die er plötzlich geraten ist, genauer auf den Grund zu gehen und einen Weg hinaus aus dem Leuchtturm zu finden, doch dieser wird von einigen Rätseln blockiert...

Die in *A Fisherman's Tale* erzählte Geschichte bietet zahlreiche Anknüpfungspunkte für den Einsatz im Literaturunterricht der Primarstufe, vor allem für die Ausprägung literarischer Verstehensprozesse (Spinner, 2006; Boelmann & König, 2021; König, 2022b). Anhand der narrativen Struktur lassen sich sowohl Grundlagen des Handlungs- als auch



Abb. 5: In *A Fisherman's Tale* lösen die Spielenden die Rätsel um die Leuchtturmschachtelwelt.

des Figurenverstehens fördern, die präsentierte Schachtelwelt (vgl. Abb. 5) und die darin enthaltenen Rätsel folgen einer linearen, einsträngigen Erzählung, sodass die Anforderungsstruktur der VR-Geschichte vor allem die grundlegenden Kompetenzen literarischen Verstehens adressiert. Darüber hinaus finden sich im Rahmen der Virtual-Reality-Anwendung zahlreiche intertextuelle Verweise auf das Märchen *Der Fischer und seine Frau* (Gebrüder Grimm KHM 19), sodass auch diese gemeinsam mit den Lernenden herausgearbeitet und beispielsweise im Rahmen einer Einheit zu Märchen und ihren genretypischen Merkmalen aus intermedialer Perspektive eingebettet werden können. Das besondere Potenzial von *A Fisherman's Tale* liegt jedoch in den Möglichkeiten der Erkundung des literarischen Handlungsraums. Durch die Präsentation der Geschichte im Rahmen der Schachtelwelt, sind die Spielenden darauf angewiesen sich mit einzelnen Raumobjekten der literarischen Umgebung zu beschäftigen – wollen sie beispielsweise den menschengroßen Anker vor der Tür des Fischers entfernen, müssen sie lediglich die kleinere Version im Modell des Leuchtturms auf dem Esstisch bewegen, um das Hindernis zu beseitigen. Hierzu müssen sie die spielinhärenten Handlungslogiken durchdringen und sich entsprechend im literarischen Raum orientieren, gleichzeitig befördert die Gestaltung der VR-Umgebung als vollständig erkundbarer Raum aber auch die handlungsorientierte Auseinandersetzung, um sich die entsprechenden narrativen handlungslogischen Zusammenhänge zu erschließen. Die Exploration der virtuellen Umgebung fungiert folglich als Stützsystem im literarischen Verstehensprozess und ermöglicht einen direkten und unmittelbaren Zugang zur literaturwissenschaftlichen Kategorie *Raum*, die ansonsten mithilfe von anderen medialen Gratifikationen nur schwer im Primarstufenunterricht zu

vermitteln ist (für eine detaillierte Analyse der gestimmten Raumobjekte und ihrer damit einhergehenden Potenziale für den literarischen Verstehensprozess König, 2023).

Cubism – Mathematikunterricht (Schwerpunkt: Geometrie)

4.2 *Cubism* (2020, van Bouwel) setzt ebenfalls auf das handlungsorientierte Erkunden durch die Anwendenden, jedoch im mathematischen Fachkontext: Innerhalb der übersichtlichen virtuellen Umgebungen werden den Spielenden Teile eines Klötzchen-Bauwerks präsentiert, die es in einer vorgegebenen Form zusammen zu puzzeln gilt (vgl. Abb. 6). Hierbei können sie mithilfe von Gestensteuerung oder auch den Handcontrollern einer VR-Brille die Teilobjekte näher betrachten, heranziehen, drehen, rotieren und an einer vermuteten Stelle des Bauwerks platzieren. Wurde eine Form richtig gelöst, wird das Bauwerk in Gänze präsentiert, bevor es an die Lösung eines schwierigeren Puzzles geht.

Die Anwendung ist daher wie gemacht für den Einsatz im Mathematikunterricht der Primarstufe – vor allem im Kontext der geometrischen Grundbildung, genauer der Vorstellungsbildung von Raum-Lage-Beziehungen geometrischer Körper durch mentale Rotationen (Franke & Reinhold, 2016; Helmerich, 2016). In bisherigen Unterrichtsettings werden den Lernenden hierzu zumeist Arbeitsblätter ausgelegt, auf welchen unterschiedliche Klötzchen-Bauwerke abgebildet werden, mit welchen es im

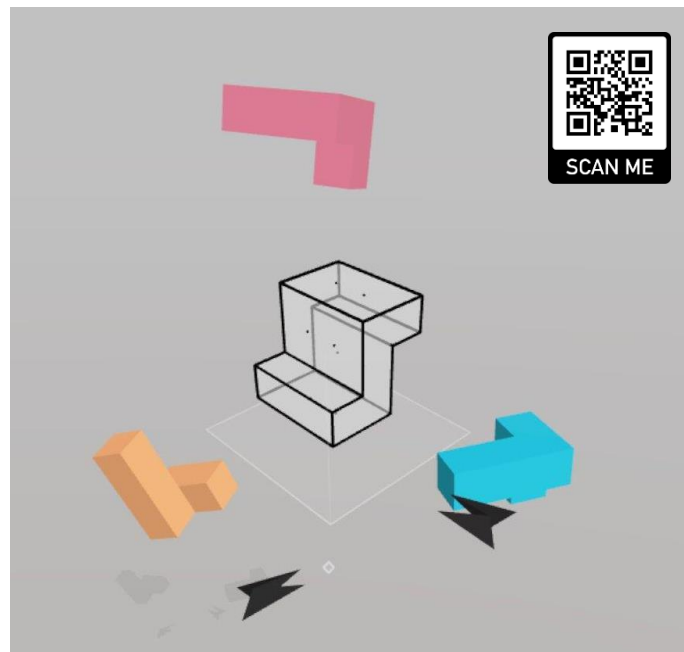


Abb. 6: In *Cubism* setzen die Lernenden durch Rotationen geometrische Körper zusammen.

Folgenden zu arbeiten gilt. So werden anhand von Lageplänen die gezeigten Körper näher beschrieben, die Perspektive anhand von mentalen Rotationen verändert und schriftlich fixiert, um die geometrische Raumvorstellung der Lernenden zu verbessern. Viele Kinder tun sich jedoch mit eben jenen mentalen Rotationen schwer, da sie diese benötigen, um einen Körper aus einer anderen Perspektive betrachten zu können und eine unzureichende Ausprägung dieser Fähigkeit das Lösen der Aufgabe beeinträchtigt. *Cubism* unterstützt die Anwendenden bei der Ausprägung eben jener mentalen Rotatio-

nen, indem die Körper im virtuellen Raum in einzeln betracht- und bewegbare Teile zerlegt werden, das handlungsorientierte Bewegen und Drehen der Figuren voraussetzt und im Sinne einer kontinuierlichen Anforderungssteigerung zunächst mit einfachen Bauwerken beginnt, bevor von den Spielenden verschiedene Rotationsverfahren angewendet werden müssen, um die Rätsel zu lösen. Insbesondere das handlungsorientierte Erkunden der geometrischen Raum-Lage-Beziehungen kann sich dabei auf den Lernprozess der Kinder auswirken, da sie die Baumwerke nicht nur aus unterschiedlichen Perspektiven visualisiert bekommen, sondern sich aktiv mit diesen auseinandersetzen müssen, um die Bauwerke richtig auszufüllen (vgl. hierzu u. a. Schlosser, 2024). Für das korrekte Platzieren der Raumobjekte braucht es zwar etwas Geschick, aber nach einer kurzen Einarbeitungsphase ist die Bewegung im virtuellen Raum kein Problem mehr.

4.3 *Honigbiene VR – Sachunterricht (Schwerpunkt: Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen)*

Einen etwas anderen Schwerpunkt legt die kleine VR-Anwendung *Honigbiene VR* (2019, SWR,) In der App erkunden die Lernenden in einer 360°-Umgebung eine interaktive Wiese und einen sich darauf befindenden Bienenstock, in dem sie ein fleißiges Bienen-volk ganz aus der Nähe kennenlernen können. Die Steuerung erfolgt über angezeigte Interaktionspunkte, die mit der Bewegung des Tablets ausgewählt werden können und hinter denen sich neue Szenen aus dem Leben der Insekten verbergen: So ist es bei-



Abb. 7: In *Honigbiene VR* lernen die Spielenden ein Bienen-volk aus nächster Nähe kennen.

spielsweise möglich, einerseits über die virtuelle Wiese zu laufen und die Bienen beim Sammeln von Pollen und Nektar zu beobachten, andererseits aber auch direkt mit den Bienen auf Augenhöhe in ihren Stock hineinzufliegen und diesen gemeinsam mit den Sechsheinern zu erkunden.

Insbesondere für den Sachunterricht bietet *Honigbiene VR* damit einige Potenziale, um sich dem Kompetenzbereich „Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen“ (Bildungsplan BW Sachunterricht, 2016, S. 20/40) anzunähern. Im Rahmen dessen sollen anhand exemplarischer Lebewesen Lebensräume und -vorgänge der Natur identifiziert, in der eigenen Lebenswelt wahrgenommen und grundlegende Strukturen über den Zusammenhang von Mensch und Natur herausgearbeitet werden (GDSU, 2013, S. 15f.). Hierzu werden oftmals Primärerfah-

rungen empfohlen, da die Lernenden so leichter die kennengelernten Inhalte auf die eigene Lebenswelt übertragen und die Bedeutsamkeit von Tier und Pflanze in der Welt wahrnehmen können. Der Einsatz von Virtual-Reality-Anwendungen versucht, diese Primärerfahrungen anzureichern, oder aber überhaupt erst möglich zu machen, denn nicht alle Bildungseinrichtungen verfügen über einen Schulgarten, in einem noch kleineren Anteil macht es aus ökologischen Gründen Sinn, ein eigenes Bienenvolk anzusiedeln und selbst dann erweist sich ein Einblick in das Stockleben als herausforderungsreich (vgl. exemplarisch Druschky, 2010). Mithilfe der virtuellen Umgebung können die Lernenden anhand des Beispiels *Biene* die Konzepte des Zusammenlebens von Insekten untereinander niedrigschwellig erkunden, Wissensstrukturen aufbauen und im Sinne des erfahrungsbasierten Lernens erste Eindrücke sammeln. Die Übertragung der Bedeutsamkeit von Bienen bzw. Insekten in der Natur und unserem Ökosystem erfolgt in anschließenden Reflexionsrunden, die von den Lehrkräften begleitet werden.

5 Zum Abschluss: Lust auf Zukunftsmusik

Wie im Beitrag gezeigt können Virtual-Reality-Anwendungen in primarstufenspezifischen Vermittlungskontexten aufgrund ihrer mediumsspezifischen Gestaltungsstrukturen die Anbahnung von Lern- und Verstehensprozessen unterstützen: Aufgrund ihrer multidimensionalen Gestaltung bieten sie vielfältige Wege hinein in eine virtuelle Welt und damit hin zu zentralen Inhalten der Bildungsarbeit. Dazu ermöglichen sie eine handlungsorientierte Auseinandersetzung der Lernenden mit den präsentierten Themen, was zu nachhaltigen Lernprozessen führen kann und eröffnet Erfahrungsräume, die anhand anderer medialer Gratifikationen nur schwer zu realisieren sind. Um die entsprechenden Potenziale von VR jedoch auch lernförderlich nutzen zu können, bedarf es einer vorherigen Analyse der zur Verfügung stehenden VR-Anwendungen vor dem Hintergrund didaktischer Fragestellungen – die vorgestellte Checkliste kann hierfür einen ersten Orientierungsrahmen bieten, denn: Nur weil ein Inhalt in einer virtuellen Welt präsentiert wird und die Erkundung daher vielleicht spaß- oder motivationsbehaftet ist, bedeutet dies nicht, dass sich eben diese auch für das Lernen von Kindern eignet. Vielmehr gilt es – insbesondere angesichts der in den kommenden Jahren sicherlich noch zunehmenden Angebotsvielfalt virtueller Welten – für die Lernenden passende VR-Anwendungen auszuwählen und diese für Lern- und Vermittlungssettings aufzuarbeiten... ähnlich wie bei allen anderen Unterrichtsmedien auch. Wird jedoch eine entsprechende Passung zwischen Lernziel, Kindern und VR-Welt hergestellt, bieten virtuelle Realitäten, wie die in den vorgestellten Anwendungen *A Fisherman's Tale*, *Cubism* und *Honigbiene VR*, die Möglichkeit schon heute neue Lernwege zu gehen, Unterrichtsettings durch die Potenziale des Virtuellen anzureichern und damit einen kleinen Schritt hin zur zukunftsorientierten Schule zu leisten.

6 Literaturverzeichnis

VR-Anwendungen

A Fisherman's Tale. 2018 (Vertigo Games).

Cubism. 2020 (Thomas van Bouwel).

Honigbiene VR. 2019 (SWR).

Down the Rabbit Hole. 2020 (Cortopia Studios).

Pollinator Park. 2021 (Poppins & Wayne).

Sekundärliteratur

Alalwan, N., Cheng, L., Al-Samarraie, H., Yousef, R., Alzahrani, A. I., & Sarsam, S. M. (2020). Challenges and prospects of virtual reality and augmented reality utilization among primary school teachers: A developing country perspective. *Studies in Educational Evaluation*, 66(Artikelnummer 100876). <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100876>

Berthold, K., Nückles, M. & Renkel, A. (2009). Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 17(5), 564-577. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.007>

Boelmann, J. M. & König, L. (2021). *Literarische Kompetenz messen, literarische Bildung fördern. Das Bochumer Modell literarischen Verstehens*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag.

Bogusevski, D., Bratu, M., Ghergulescu, I., Muntean, C. H., & Muntean, G. M. (2018). Primary school STEM education: using 3D computer-based virtual reality and experimental laboratory simulation in a physics case study. In *Ireland International Conference on Education, IPeTEL workshop*. Dublin.

Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. & Grover, D. (2013). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>

Boyles, B. (2017). *Virtual Reality and Augmented Reality in Education*. United States Military Academy at West Point: New York.

- Brandt, B., Bröll, L. & Dausend, H. (Hrsg.) (2022). *Digitales Lernen in der Grundschule III: Fachdidaktiken in der Diskussion*. Münster: Waxmann.
- Buchner, J., Mulders, M., Dengel, A. & Zender, R. (2022). *Immersives Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality, Teil 1*. Zürich: Pestalozzianum.
- Buchner, J., Mulders, M., Dengel, A. & Zender, R. (2022). *Immersives Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality, Teil 2*. Zürich: Pestalozzianum.
- Bunnenberg, C. (2020). Mittendrin im historischen Geschehen? Immersive digitale Medien (Augmented Reality, Virtual Reality, 360°- Film) in der Geschichtskultur und Perspektiven für den Geschichtsunterricht. *geschichte für heute*, 13(4), 45-58.
- Büssing, A. (2023). *360°BNE - Immersive 360° Videos als transformatives Unterrichtsmaterial für Nachhaltige Entwicklung*. Verfügbar unter: <https://www.idn.uni-hannover.de/de/forschung/forschungsprogramm/didaktik-der-biologie/virtuelle-lernwelten>
- Cao, Q., Png, B. T., Cai, Y., Cen, Y., & Xu, D. (2021). Interactive virtual reality game for online learning of science subject in primary schools. In *2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology & Education (TALE)* (S. 383-389). IEEE.
- Dede, C. J., Jacobson, J., & Richards, J. (2017). Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education. In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Hrsg.), *Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education* (S. 1-16). Singapur: Springer.
- Dede, C., Liu, D., Huang, R. & Richards, J. (Hrsg.) (2017). *Virtual, augmented and mixed realities in education*. Singapur: Springer.
- Degli Innocenti, E., Geronazzo, M., Vescovi, D., Nordahl, R., Serafin, S., Ludovico, L. A., & Avanzini, F. (2019). Mobile virtual reality for musical genre learning in primary education. *Computers & Education*, 139, 102-117. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.010>
- Dilling, F. (2022). *Begründungsprozesse im Kontext von (digitalen) Medien im Mathematikunterricht. Wissensentwicklung auf der Grundlage empirischer Settings*. Wiesbaden: Springer.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (Hrsg.) (2019). *Virtual und Augmented Reality (VR / AR). Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. Wiesbaden: Springer.

- Drakopoulos, V., & Sioulas, P. V. (2021). Enhancing Primary School Teaching through Virtual Reality. *Journal of Computer Science Research*, 3(2), 11-18. <https://doi.org/10.30564/JCSR.V3I2.2777>.
- Druschky, P. (2010). *Im Schulgarten. Natur erleben und erkunden*. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Ebner, M. (2018). *Virtual Reality and Augmented Reality in der Bildung*. *fnma-Magazin*, 3, 10-12. https://www.fnm-austria.at/fileadmin/user_upload/documents/Magazin/2018-03.pdf
- Florian, L. (2020). *Virtuelle Welten der Geometrie*. Verfügbar unter: <https://www.uni-potsdam.de/de/mathematikdidaktik/forschung-projekte/virtuelle-welten-der-geometrie>
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British journal of educational technology*, 46(2), 412-422. <https://doi.org/10.1111/bjet.12135>
- Franke, M. & Reinhold, S. (2016). *Didaktik der Geometrie in der Grundschule*. (3. Auflage). Berlin: Springer.
- Frederking, V. & Ladel, S. (Hrsg.) (2021). *Grundschule digital. Innovative Konzepte für die Fächer Deutsch und Mathematik*. Münster: Waxmann.
- Frehlich, C. (2020). *Immersive learning: a practical guide to virtual reality's superpowers in education*. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Freina, L. & Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. In *Education, Computer and Science, 11th International Conference eLearning and Software for Education*.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.) (2013). *Perspektivrahmen Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Guo, Q., Ditton, B. & Zinn, B. (2019). An Application of Virtual Reality in Vocational Education in the Context of Physical Learning Content. In S. Schulz (Hrsg.), *Proceeding of DELFI Workshops* (S. 173-185). Berlin.
- Hauck-Thum, U. (2021). Grundschule und die Kultur der Digitalität. In U. Hauck-Thum & J. Noller (Hrsg.), *Was ist Digitalität? Digitalitätsforschung / Digitality Research*. Berlin/Heidelberg: J.B. Metzler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62989-5_6

- Hellriegel, J. & Cubela, D. (2018). Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht. Eine konstruktivistische Sicht. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 58-80.
<https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2018.12.11.X>
- Helmerich, M. A. (2016). *Einführung Mathematik Primarstufe – Geometrie*. Heidelberg: Springer.
- Holzapfel, M. A., Bakenhus, S., Arndt, N. & Brückmann, M. (2023). Einstellungen und Werthaltungen von Sachunterrichtsstudierenden zum Lernen mit Augmented (AR) und Virtual Reality (VR) im Sachunterricht. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie Und Praxis Der Medienbildung* 51 (AR/VR - Part 2), 151-69.
<https://doi.org/10.21240/mpaed/51/2023.01.16.X>.
- Hui, J., Zhou, Y., Oubibi, M., Di, W., Zhang, L., & Zhang, S. (2022). Research on art teaching practice supported by Virtual Reality (VR) technology in the primary schools. *Sustainability*, 14(3), 1246. <https://doi.org/10.3390/su14031246>
- Irion, T. (2018). Wozu digitale Medien in der Grundschule? Sollte das Thema Digitalisierung in Grundschulen tabuisiert werden? *Grundschule aktuell: Zeitschrift des Grundschulverbandes*, 142, 3-7. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pe-docs-155743>
- Irion, T. (2023). Grundlegende Bildung und Digitalisierung. Vom Ergänzungs- zum Verzahnungsparadigma. In M. Haider, R. Böhme, S. Gebauer, C. Gößinger, M. Munser-Kiefer & A. Rank (Hrsg.), *Nachhaltige Bildung in der Grundschule* (S. 31-42). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Irion, T., Peschel, M. & Schmeinck, D. (Hrsg.) (2023). *Grundschule und Digitalität. Grundlagen, Herausforderungen, Praxisbeispiele*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V. <https://doi.org/10.25656/01:25820>
- Jensen, L. & Konradsen, F. (2018). A Review of the Use of Virtual Reality Head. Mounted Displays in Education and Training. *Education and Information Technologies*, 23(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>.
- Jung, T. H., tom Dieck, M. C. & Loureiro, S. M. C. (2021). *Augmented Reality and Virtual Reality. New Trends in Immersive Technology*. Berlin: Springer.
- Kaspar, K. (2022). Medienentwicklung und Medienpädagogik: Virtual Reality und Augmented Reality. In U. Sander, F. von Gross & K-U. Hugger (Hrsg.), *Handbuch Medienpädagogik* (S. 553-563). Wiesbaden: Springer VS.

- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B. & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85- 119.
- König, L. (2022a). „Erkunden wir die Welt“. Lehr- und Lernpotenziale von Virtual Reality Umgebungen für die Förderung literarischer Verstehensprozesse in heterogenen Lerngruppen. In M. Jungwirth, N. Harsch, Y. Noltensheimer, M. Stein & N. Willenberg (Hrsg.), *Diversität Digital Denken – The Wider View* (S. 331-341). Münster: WTM.
- König, L. (2022b). „Dafür sind die noch zu klein!“ – Literarische Verstehensprozesse von Primarstufenschülerinnen und -schülern empirisch diagnostizieren. In H. Heimböckel & J. Pavlik (Hrsg.), *Ästhetisches Verstehen und Nichtverstehen. Aktuelle Zugänge in Literatur- und Mediendidaktik* (S. 207-238). Bielefeld: transcript Verlag.
- König, L. (2023). Literarische Welten entdecken – Mit Virtual Reality zum literarischen (Raum-)Verstehen. *Der Deutschunterricht*, 4, 64-76.
- König, L. & Römer, M. (2024). Handelnd Literatur entdecken – Potenziale handlungsorientierten Lernens in Virtual Reality Umgebungen. In C. Dellwing & M. Römer (Hrsg.), *Digitale Medien im Deutschunterricht*. (in Veröffentlichung).
- Kunz, R. & Zabel, C. (2021). *VR-Games in Deutschland*. Verfügbar unter: https://www.th-koeln.de/hochschule/grosse-studie-zur-nutzung-von-vr-games-in-deutschland_85444.php
- Liu, R., Liu, C., & Ren, Y. (2018). A virtual reality application for primary school mathematics class. In *2018 International Symposium on Educational Technology (ISET)* (S. 138-141). IEEE.
- Macrine, S. L. & Fugate, J. M. B. (2022). *Movement Matters. How Embodied Cognition Informs Teaching and Learning*. Massachusetts Institute of Technology.
- Makransky, G. & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): a theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937-958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- Martín-Gutiérrez, J., Efrén Mora, C., Añorbe-Díaz, B. & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 469-486. <https://dx.doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>

- Matusiewicz, D., Puhalach, V. & Werner, J. A. (Hrsg.) (2020). *Avatare im Gesundheitswesen: Wie Virtual Reality Medizin und Gesundheit revolutionieren wird*. Wiesbaden: Springer.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hrsg.) (2016). *Bildungsplan der Grundschule. Sachunterricht*. Verfügbar unter: https://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_GS_SU.pdf
- Müller, S. & Kruse, S. (2022). Systematisches Review: Augmented Reality in der technischen Bildung. *Journal of Technical Education*, 10(2), 42-61. <https://doi.org/10.48513/joted.v10i2.249>
- Neuhaus, T., Pieper, M. & Vogt, M. (2023). Digitale Bildung z wischen Ideal, Realisierung und Kritik: Der Versuch einer Kontextualisierung von Digitalität durch den Begriff der Bildung. In D. Newiak, J. Romppel & A. Martin (Hrsg.), *Digitale Bildung jetzt!* (S. 27-44). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-40845-9_2
- News4teachers. Das Bildungsmagazin (2023). *Bildungsprobleme gelöst? Land [Nordrhein-Westfalen] beschafft Tausende Virtual-Reality-Brillen für Schulen*. Verfügbar unter: <https://www.news4teachers.de/2023/10/land-beschafft-tausende-virtual-reality-brillen-fuer-lehrer-und-schueler/#:~:text=Das%20Land%20NRW%20will%20bis,den%20Unterricht%20ausgeliehen%20werden%20k%C3%B6nnen>.
- Niermann, P. Fj. & Palmas, F. (2023). Die Zukunft ist hier: Schlüsselkompetenzen mit Virtual Reality trainieren! In M. Harwardt, P. Fj. Niermann, A. M. Schmutte & A. Steuernagel (Hrsg.), *Lernen im Zeitalter der Digitalisierung* (S. 113-143). Springer Gabler, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-37901-8_8
- Oyelere, S. S., Bouali, N., Kaliisa, R., Obaido, G., Yunusa, A. A., & Jimoh, E. R. (2020). Exploring the trends of educational virtual reality games: a systematic review of empirical studies. *Smart Learning Environments*, 7, 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00142-7>
- Patera, M., Draper, S., & Naef, M. (2008). Exploring magic cottage: A virtual reality environment for stimulating children's imaginative writing. *Interactive Learning Environments*, 16(3), 245-263. <https://doi.org/10.1080/10494820802114093>
- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I., & Wells, D. (2019). Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: A systematic review of recent

- trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, 23(4), 329-346. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0347-2>
- Praetorius, AK., Klieme, E. & Herbert, B. (2018). Generic dimensions of teaching quality: the German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM – International Journal on Mathematics Education*, 50(3), 407-426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Prange, M. (2021). Virtual Reality und Augmented Reality in der Bildung – Ein Überblick zum Thema. In D. Graf, N. Graulich, K. Lengnink, H. Martinez, C. Schreiber (Hrsg.), *Digitale Bildung für Lehramtsstudierende* (S. 235-246). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32344-8_32
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgenannt, I. (2020). A Systematic Review of Immersive Virtual Reality Applications for Higher Education: Design Elements, Lessons Learned, and Research Agenda. *Computers & Education*, 147(Artikelnummer 103778). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>.
- Riener, Robert/Harders, Matthias (2012): *Virtual reality in medicine*. London: Springer.
- Roelle, J., Lachner, A. & Heitmann, S. (2023). *Lernen. Theorien und Techniken*. Paderborn: Schönigh.
- Rölleke, H. (Hrsg.) (2007). *Brüder Grimm. Kinder- und Hausmärchen. Die handschriftliche Urfassung von 1810*. Stuttgart: Reclam.
- Schlosser, J. (2024). *Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens und der mentalen Rotation von dreidimensionalen Gegenständen unter Verwendung von Virtual Reality Applikationen* (unveröffentlichte Masterarbeit).
- Schumann, S., Seeber, S. & Abele, S. (Hrsg.) (2022). *Digitale Transformation in der Berufsbildung. Konzepte, Befunde und Herausforderungen*. Bielefeld: wbv.
- Shapiro, L. (2011). *Embodied cognition*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Shapiro, L., Stolz, S. A. (2019). Embodied cognition and its significance for education. *Theory and Research in Education*, 17(1), 19-39. <https://doi.org/10.1177/1477878518822149>
- Soliman, M., Pesyridis, A., Dalaymani-Zad, D., Gronfula, M. & Kourmpetis, M. (2021). The Application of Virtual Reality in Engineering Education. *applied sciences*, 11(6), 2879. <https://doi.org/10.3390/app11062879>

- Southgate, E. (2020). *Virtual reality in curriculum and pedagogy. Evidence from secondary classrooms*. New York/London: Routledge.
- Spaulding, S. (2014). Embodied cognition and theory of mind. In L. Shapiro (Hrsg.) (2014), *The Routledge Handbook of Embodied Cognition* (S. 197-206). London: Routledge.
- Spinner, K. H. (2006). Aspekte literarischen Lernens. *Praxis Deutsch*, 33(200), 6-16.
- Stein, C. & Wolter, A. (2022). Vom Klassenzimmer zum Ausstellungsraum – Virtual exhibitions im Deutschunterricht mit Virtual Reality erstellen. *Mitteilungen des deutschen Germanistenverbandes. Digitalität und Deutschunterricht*, 69(4), 378-385. <https://doi.org/10.14220/mdge.2022.69.4.378>.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2019). *Cognitive Load Theory*. Heidelberg: Springer.
- Uygun, E., & Girgin, D. (2022). Integration of virtual reality (VR) technology into vocabulary teaching in primary school English lessons. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 18(2), 85-94. <https://doi.org/10.17244/eku.1175087>.
- Verband der deutschen Games-Branche (2024). *Nächstes Level für die Virtuelle Realität*. Verfügbar unter: <https://www.game.de/naechstes-level-fuer-die-virtuelle-realitaet/>.
- Villena Taranilla, R., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & López Cirugeda, I. (2022). Strolling through a city of the Roman Empire: an analysis of the potential of virtual reality to teach history in Primary Education. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 608-618. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674886>.
- Wehrmann, F. & Zender, R. (2023). Virtual Reality als Instrument zur Förderung inklusiver Schulbildung: Prozessmerkmale und Herausforderungen. In Gesellschaft für Informatik e.V. (Hrsg.), *Workshops der 21. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI)* (S. 99-107). Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.
- Wirth, D. & Ohl, U. (2022). „...als sei man mittendrin“ – Lehramtsstudierende konzipieren Virtual-Reality-Exkursionen zu Themen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. In J. Weselek, F. Kohler & A. Siegmund (Hrsg.), *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung. Anwendung und Praxis in der Hochschulbildung* (S. 49-62). Berlin/Heidelberg: Springer.
- Wu, B., Yu, X. & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1991–2005. <https://doi.org/10.1111/bjet.13023>

- Xie, Y., & Zhang, X. (2023). Research on the design and implementation of primary school STEM project based on VR coursewares. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09848-4>
- Yeh, A. (2010). Three primary school students' cognition about 3d rotation in a virtual reality learning environment. In *Proceedings of the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (S. 690-697). Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Yildirim, G., Elban, M. & Yildirim, S. (2018). Analysis of use of virtual reality technologies in history education: A case study. *Asian Journal of Education and Training*, 4(2), 62- 69. <http://doi.org/10.20448/journal.522.2018.42.62.69>
- Zender, R., Buchner, J., Schäfer, C., Wiesche, D., Kelly, K. & Tüshaus, L. (2022). Virtual Reality für Schülerinnen und Schüler: Ein «Beipackzettel» für die Durchführung immersiver Lernszenarien im schulischen Kontext. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 47, 26-42. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.02.X>
- Zinn, B. (Hrsg.) (2020). *Virtual, augmented und cross reality in Praxis und Forschung: technologiebasierte Erfahrungswelten in der beruflichen Aus- und Weiterbildung – Theorie und Anwendung*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Zinn, B. (Hrsg.) (2024). *Virtual Reality, Augmented Reality und Serious Games als Educational Technologies in der beruflichen Bildung*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Zobel, B., Werning, S., Metzger, D. & Thomas, O. (2018). Augmented und Virtual Reality: Stand der Technik, Nutzenpotenziale und Einsatzgebiete. In C. de Witt & C. Gloorfeld (Hrsg.), *Handbuch Mobile Learning* (S. 123-140). Wiesbaden: Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19123-8_7

7 Autorin



Lisa König

E-Mail: lisa.koenig@ph-freiburg.de

Web: www.lisakoenig.de

Dr. Lisa König ist Direktorin des Zentrums für didaktische Computerspielforschung an der Pädagogischen Hochschule Freiburg und leitet gemeinsam mit ihrem Kollegen Prof. Dr. Jan M. Boelmann alle Belange des ZfdC. Ihre Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte als Literatur- und Mediendidaktikerin liegen u. a. in der Untersuchung medial-literarischer Lernprozesse, der Literaturvermittlung mithilfe interaktiver

Medien sowie der empirischen Bildungsforschung.

Impressum



Dieses Werk wird unter der Lizenz *Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International* (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht. Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>. Von dieser Lizenz ausgenommen sind Organisationslogos sowie falls gekennzeichnet einzelne Bilder und Visualisierungen.

Zitierhinweis

König, L. (2024). *Neue Welten entdecken. Virtual Reality im Grundschulunterricht*. schule-mal-digital.de.

Herausgeber

schule-mal-digital.de

Stiftung Medien in der Bildung (SbR) | Leibniz-Institut für Wissensmedien

Schleichstraße 6

72076 Tübingen

<https://www.schule-mal-digital.de>

Kontakt: schule-mal-digital@iwm-tuebingen.de

Über schule-mal-digital.de

Das Informationsportal schule-mal-digital.de ist ein nicht-kommerzielles Angebot des Leibniz-Instituts für Wissensmedien in Tübingen und bietet umfangreiche Informationen zur Gestaltung von Schulbildung mit digitalen Medien.