

# KONZEPT VR-ANWENDUNG

UMSETZUNG EINER LERNANWENDUNG MIT VIRTUAL REALITY

KMMM4W06 – MEDIA ENGINEERING  
MASTER SS 2022

Marla Flatten  
Matrikelnummer: 61799

Tatjana Freer  
Matrikelnummer: 61563

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 GEWÄHLTE FORM DER AUFBEREITUNG: VR-ANWENDUNG .....</b>	<b>2</b>
1.1 GRÜNDE FÜR DIE UMSETZUNG EINES QUIZ' ALS VR-ANWENDUNG .....	2
1.2 KRITISCHE BETRACHTUNG .....	2
<b>2 LERNTHEORETISCHE GRUNDLAGEN .....</b>	<b>3</b>
2.1 INSTRUKTIONSDESIGN .....	3
2.2 BEGRÜNDUNG FÜR DIE WAHL DES INSTRUKTIONSDESIGNS .....	3
2.3 KRITISCHE BETRACHTUNG DES INSTRUKTIONSDESIGNS.....	4
<b>3 LERNZIELE DER VR-ANWENDUNG .....</b>	<b>6</b>
3.1 ÜBERGEORDNETES LERNZIEL: RICHTLERNZIEL.....	6
3.2 GROBLERNZIELE.....	6
3.3 FEINLERNZIELE.....	7
<b>4 KONZEPT ZUR WISSENSSICHERUNG .....</b>	<b>8</b>
4.1 GAMIFICATION-ANSATZ .....	8
4.1.1 Gründe für den Gamification-Ansatz.....	8
4.1.2 Kritische Betrachtung des Gamification-Ansatz .....	8
4.2 LERNINHALTE DER WISSENSSICHERUNG .....	9
4.2.1 Aufgabentypen .....	9
4.2.2 Kritische Betrachtung der Lerninhalte .....	11
<b>5 VORGEHEN ZUR KONZEPTION .....</b>	<b>12</b>
5.1 M-IVR-L MODELL .....	12
5.2 GRÜNDE FÜR DAS M-IVR-L MODELL.....	14
5.3 KRITISCHE BETRACHTUNG DES M-IVR-L MODELLS .....	15
<b>6 PRAKТИSCHE UMSETZUNG DER VIRTUELLEN QUIZ-ANWENDUNG.....</b>	<b>16</b>
6.1 STRUKTUR UND GESTALTUNG DER VR-ANWENDUNG.....	16
6.2 UMSETZUNG DER BASIC-SCENE .....	19
6.2.1 Umsetzung animierter Hände.....	20
6.2.2 Umsetzung der Multiple-Choice-Fragen .....	22
6.3 UMSETZUNG DER WALD-SCENE.....	26
6.4 UMSETZUNG DER STADT-SCENE.....	28
6.4.1 Probleme hinsichtlich der technischen Umsetzung von Klettern im virtuellen Raum.....	31
6.5 SCENE-WECHSEL EINRICHTEN.....	31
6.6 WEITERE FEATURES.....	32
6.6.1 Hintergrundmusik.....	32
6.6.2 Informationstafeln.....	33
<b>7 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>34</b>

# 1 Gewählte Form der Aufbereitung: VR-Anwendung

---

## 1.1 Gründe für die Umsetzung eines Quiz' als VR-Anwendung

### Konzentration

Sobald der oder die NutzerIn eine VR-Brille aufsetzt, wird er oder sie von der Außenwelt abgeschirmt und kann sich so besser auf die virtuellen Inhalte fokussieren. Dies birgt den Vorteil, dass der Nutzende sich vollständig auf das virtuelle Quiz einlassen und sich voll und ganz auf die Fragen konzentrieren kann. Im Gegensatz zu herkömmlichen Quiz-Anwendungen, die auf dem Computer oder Smartphone genutzt werden, liegt der Vorteil in der gesteigerten Konzentrationsfähigkeit. Der Anwendende wird beim Verwenden der VR-Anwendung nicht von externen Eindrücken aus der Umwelt wie Geräuschen oder ablenkenden Dingen wie Social-Media-Benachrichtigungen abgelenkt.

### Spielerisches Lernen

Neben der gesteigerten Konzentrationsfähigkeit hat Virtual Reality den Vorteil, dass die zu vermittelnden Lerninhalte den NutzerInnen auf eine spielerische Art und Weise näher gebracht werden können. Natürlich kann dies bis zu einem gewissen Grad auch mit anderen Medien wie dem Smartphone umgesetzt werden, jedoch können den NutzerInnen mit VR viel mehr Interaktionsmöglichkeiten geboten werden. So kann beispielsweise für die Beantwortung der Fragen der gesamte virtuelle Raum genutzt werden und der Nutzer muss in diesem Aufgaben bewältigen, um auf die Antwort zu kommen.

### Körperliche Aktivität beim Lernen

Außerdem können die Controller so eingesetzt werden, dass der oder die NutzerIn neben dem Beantworten von Wissensfragen auch sportliche Aufgaben oder bestimmte körperliche Übungen ausführt. Diverse Studien, unter anderem die SHIP-Studie, haben bereits festgestellt, dass körperliche Aktivität einen positiven Einfluss auf die Gesundheit des Gehirns und die kognitive Leistungsfähigkeit haben kann. Körperliche Bewegung kann den NutzerInnen dabei helfen, sich Wissen intensiver einzuprägen, weshalb eine interaktive VR-Anwendung, die das Ziel verfolgt, Wissen zu vermitteln, eine effektive Möglichkeit ist, um einen optimalen Lerneffekt zu erzielen.

## 1.2 Kritische Betrachtung

Da es Quizze bereits sehr weit verbreitet sind und bereits auf den verschiedensten Plattformen stattfinden, könnten potentielle Nutzende abgeschreckt sein, ein weiteres Quiz auszuprobieren. Leute könnten sich denken, bereits alles gesehen zu haben, was die Quizwelt bietet und nicht einfach ein weiteres Quiz anfangen wollen. Daher war es uns wichtig, nicht nur klassische Multiple-Choice-Fragen einzubringen, die die Nutzenden überall finden können, sondern auch interaktive Fragen einzubauen, bei denen der Nutzende mit seiner Umwelt interagieren muss, um Fragen beantworten zu können. Außerdem findet sich der Anwendende auch in anderen Umgebungen wieder, was ebenfalls Abwechslung in das Quiz bringt.

Natürlich kann es zudem auch sein, dass Anwendende abgeschreckt sein könnten von der VR-Umgebung. Diese kritische Betrachtung beleuchten wir allerdings nicht näher, da eine Person, die nicht in einer VR-Anwendung interagieren möchte, nicht als unsere Zielgruppe in Frage kommt, da dieses Projekt darauf ausgelegt ist, eine Anwendung in virtueller Realität umzusetzen.

## 2 Lerntheoretische Grundlagen

---

In diesem Kapitel wird beschrieben wie das Instruktionsdesign und der Kognitivismus als lerntheoretische Grundlage, für die Projekt-Konzeption der Quiz-Anwendung eingesetzt wird.

### 2.1 Instruktionsdesign

Für die Konzeption unserer VR-Anwendung haben wir uns am Instruktionsdesign orientiert. Trotz einiger Kritik ist Instruktionsdesign eine der gängigsten und bekanntesten Methoden in Zusammenhang mit der didaktischen Konzeption von technologieunterstützenden Lernumgebungen und Lernmaterialien. Das Instruktionsdesign beschreibt einen Prozess, bei dem Inhalte möglichst ansprechend und verständlich in Lehrinhalte umgewandelt werden, sodass möglichst effektive und anregende Lehrerfahrungen entstehen. Um dies zu erreichen, beinhaltet das Instruktionsdesign eine Sammlung von Methoden zur systematischen Planung, Entwicklung und Evaluation der Lernmaterialien und -umgebungen.

Im Wesentlichen beruht der Ansatz des Instruktionsdesigns auf der Annahme, dass effiziente Lernprozesse nur erwartet werden können, wenn die Eigenschaften der jeweiligen Lernenden bei der Umsetzung der Lernanwendung berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen die Eigenschaften des Lehrstoffs und der Umgebung, in der gelernt wird allgemeinen und speziellen psychologischen Gesetzmäßigkeiten entsprechen. Ausgangspunkt des Instruktionsdesigns ist somit die kognitivistische Konzeptionierung von Lernbedarfen, sodass auf dieser Grundlage Lehr- und Lernszenarien entwickelt werden können. Damit Lernende neue Lerninhalte überhaupt aufnehmen können, müssen bestimmte Lernvoraussetzungen erfüllt sein. Wichtig ist, dass bereits gewisses Vorwissen bei den Lernenden vorhanden ist, damit neues Wissen darauf aufgebaut werden kann (vgl. Kergel, D. / Heidkamp-Kergel, B. 2020). Im Rahmen unseres Projektvorhabens definieren wir die Lernvoraussetzungen der Lernenden vor Beginn der Konzeption in unserer Analyse-Phase mithilfe einer Bedarfs- und einer Zielgruppenanalyse, siehe Dokument [01\\_Abschlussbericht in Kapitel 2](#).

Darüber hinaus sind die zu erwerbenden Fähigkeiten zu kategorisieren, da unterschiedliche Lernziele unterschiedlichen Lernprozessen unterliegen. Aus den Ergebnissen unserer durchgeföhrten Analysen haben wir daher Lernziele für die gesamte VR-Anwendung abgeleitet, welche in [Kapitel 3](#) beschrieben werden.

### 2.2 Begründung für die Wahl des Instruktionsdesigns

Das Instruktionsdesign bietet sich gut für die Konzeption unserer virtuellen Quiz-Anwendung an, da sich dieser Ansatz besonders für kognitive Lernziele eignet und wir genau solche Lernziele mit unserer VR-Anwendung verfolgen. Des Weiteren eignet sich das Instruktionsdesign für den Erwerb von deklarativem, prozeduralem oder kontextualem Wissen. Auch hier haben wir einen Vorteil gesehen, da unsere VR-Anwendung exakt diese Art von Wissen vermitteln soll, wobei der Fokus zunächst deutlich auf deklarativem faktenbasiertem Wissen liegt.

Für die praktische Umsetzung bietet das Instruktionsdesign diverse Modelle an. Eines der gängigsten Modelle ist das ADDIE-Modell, welches die Prozessschritte Analyse, Design, Entwicklung (Development), Implementation und Evaluation umfasst und sich insbesondere für die Entwicklung von E-Learnings eignet. Zu Projektbeginn hatten wir uns zunächst entschieden, das ADDIE-Modell für die praktische Umsetzung unserer VR-Anwendung einzusetzen, bei weiteren Recherchen sind wir jedoch auf ein passenderes Modell gestoßen, welches speziell für die Umsetzung virtueller Lernumgebungen ausgelegt ist. Bei diesem Modell handelt es sich um das M-iVR-L Modell (Meaningful-immersive Virtual Reality-Learning framework) von Mulders, Buchner und Kerres,

welches aus sechs Teilschritten besteht. Näheres zum M-iVR-L Modell und unserer Umsetzung, wird in *Kapitel 5.1* beschrieben.

## 2.3 Kritische Betrachtung des Instruktionsdesigns

Da der Instruktionsdesign-Ansatz bereits einige Jahre alt ist und die rasante Entwicklung der digitalen Bildungsmöglichkeiten neue Erkenntnisse über Lernprozesse hervorgebracht hat, hatten wir zunächst einige Bedenken bzgl. der Aktualität des Ansatzes und dessen praktische Anwendung auf eine VR-Anwendung. Da wir jedoch anstelle des gängigen ADDIE-Modells das M-iVR-L Modell, welches 2020 entwickelt wurde, für die praktische Umsetzung unseres VR-Quiz' anwenden, haben sich unsere Bedenken dahingehend gelöst.

### **Kognitivismus als Grundlage**

Das Instruktionsdesign basiert auf den lerntheoretischen Grundlagen des Kognitivismus, wobei der Mensch als biologische Maschine betrachtet wird, die Informationen aufnimmt, verarbeitet, abspeichert und anwendet. Das Lernen wird durch einen einheitlichen Informationsverarbeitungsprozess unter Verwendung von Wahrnehmung, Denken und dem Gedächtnis beschrieben. Der Kognitivismus steht insbesondere aufgrund fehlender Berücksichtigung von sozialen, motivationalen und emotionalen Aspekten heutzutage häufig in Kritik.

### **Vorteile des Kognitivismus**

Trotz einiger kritischer Aspekte birgt der Kognitivismus einige Vorteile. Unter anderem unterstützt der Kognitivismus entdeckendes, von Neugier geleitetes und selbstgesteuertes Lernen. Dazu gehört das selbständige Finden und Ordnen von Informationen mit dem Ziel der Erarbeitung von Problemlösungen. Insbesondere bei der Anwendung des Instruktionsdesigns auf unser VR-Quiz lassen sich dadurch offene und explorative Lernwege realisieren. Bei der Konzeption unserer VR-Anwendung haben wir unterschiedliche Scenarien integriert, in denen die NutzerInnen die verschiedenen Umgebungen explorativ entdecken können, wobei der Fokus auf der Lösung von Aufgaben liegt. Auch das Interagieren mit virtuellen Objekten, wie zum Beispiel dem blauen Würfel oder das Hochklettern einer Leiter, soll das explorative und von Neugier geleitete Verhalten der NutzerInnen fördern, wodurch die Lernerfahrung verstärkt und die Lehrinhalte besser aufgenommen werden sollen.

### **Spontanität und Unvorhersehbarkeit von Lernen**

Ein weiterer kritischer Aspekt des Instruktionsdesigns ist, dass beim kognitivistisch-planwissenschaftlichen Vorgehen des Instruktionsdesigns die Spontanität und Unvorhersehbarkeit von Lernen wenig berücksichtigt werden kann.

Es gibt zwar bereits Bestrebungen Instruktionsdesign-Ansätze auf Basis des Konstruktivismus zu entwickeln, jedoch lassen sich die bisher verfügbaren Ansätze nur sehr schwer mit einem soziokonstruktivistischen und/oder konnektivistischen, didaktischen Menschenbild in Verbindung bringen. Sozio-konstruktivistische sowie konnektivistische Lernansätze, basieren im Gegensatz zum Instruktionsdesign, genau auf dieser Spontanität und Unvorhersehbarkeit des Lernens und einer authentischen Lernsituation (vgl. Kergel, D. / Heidkamp-Kergel, B. 2020).

### **Konnektivismus als möglicher Lösungsansatz**

Der Konnektivismus kritisiert klassische Lerntheorien wie den Kognitivismus stark, da diese in einer Zeit entstanden sind, in der die Digitalisierung noch nicht, oder nur im geringen Ausmaß fortgeschritten war. Durch den technischen Fortschritt und neue digitale Technologien wird die Art und Weise des gesellschaftlichen Zusammenlebens, insbesondere in Bezug auf die Kommunikation und die Lerninteressen von Menschen, neu bestimmt. Somit sind solche klassischen Lerntheorien laut dem Konnektivismus für die Umsetzung und Untersuchung neuer digitaler Lernumgebungen und Lernverhalten nicht mehr ausreichend (Siemens 2005). Aktuell wird der Konnektivismus als einer der erfolgreichsten Ansätze betrachtet. Allerdings ist noch umstritten, ob es sich tatsächlich um eine

Lerntheorie handelt. Im Gegensatz zu bestehenden Lerntheorien sieht der Konnektivismus den Menschen nicht als isoliertes sondern als vernetztes Individuum. Dadurch kann ein Netzwerk zu anderen Menschen und auch zu nicht-menschlichen Quellen entstehen, welches ausschlaggebend für das Lernen ist (Dotcomblog 2010). Der Konnektivismus ist somit das Ergebnis der Bestrebungen eine Verbindung zwischen den klassischen Lerntheorien und neuen didaktischen Theorien zu schaffen, die sich stärker an den Anforderungen eines digitalen Zeitalters und einer vernetzten Welt orientieren.

### 3 Lernziele der VR-Anwendung

---

Die Lernziele unseres Quiz' haben wir aus unseren Erkenntnissen und Festlegungen der Analyse-Phase abgeleitet. Für die Lernzieldefinition haben wir uns in unserem gesamten didaktischen Konzept an der Lernzieltaxonomie von Bloom orientiert, was wir bereits ausführlich im Dokument [01\\_Abschlussbericht](#) in *Kapitel 3* beschrieben haben.

#### Richt-, Grob- und Feinlernziele

Bloom unterscheidet in seiner Taxonomie zwischen Richt-, Grob- und Feinlernzielen, die in Bezug auf ihren Abstraktionsgrad voneinander abweichen.

- **Richtlernziele** sind eher vieldeutig und legen allgemeine Bildungsziele fest. Daher haben wir zu Beginn für unser gesamtes Quiz ein Richtlernziel formuliert.
- Anschließend muss dieses in weitere **Groblernziele** aufgegliedert werden. Diese beschreiben nach Bloom konkret die zu vermittelnden Kenntnisse und Fähigkeiten.
- Für die einzelnen Quizaufgaben müssen schließlich **Feinlernziele** ausformuliert werden.

Die Unterscheidung dieser drei Arten von Lernzielen ist nicht lediglich hierarchisch aufzufassen, da nicht alle Momente einer Lernzielkategorie unbedingt in der vorausgehenden Kategorie enthalten sein müssen. In unserem Fall gibt es jedoch hierarchische Beziehungen der Lernziele, die sachlogisch begründet sind: die Lerneinheiten befinden sich innerhalb des gesamten Quiz und tragen mit ihren Lernzielen und entsprechenden Lerninhalten zur Erreichung des übergeordneten Richtlernziels sowie der Groblernziele des Quiz' bei.

#### 3.1 Übergeordnetes Lernziel: Richtlernziel

Als übergeordnetes Lernziel für unsere gesamte Quiz-Anwendung haben wir das folgende formuliert:

*Die Lernenden können anhand des Quiz' ihr Wissen in verschiedenen Fachbereichen aufbauen und festigen. Ihnen wird eine Vielzahl an Fachgebieten dargelegt, wodurch eine breite Wissensvermittlung sichergestellt werden soll.*

#### 3.2 Groblernziele

Die Groblernziele lassen sich in unserem Fall (noch) nicht eindeutig festlegen, da die Wissensvermittlung in unserem Projekt nur zweitrangig ist. Im Vordergrund steht die Erstellung der VR-Umgebung, weshalb die einzelnen Fragen innerhalb des Quiz' nicht optimal an unsere Zielgruppe und die Wissensvermittlung angepasst sind. Daher lassen sich zu unserem Stand des Quiz' nur schwache Groblernziele festlegen, die für jedes Themengebiet gleich aussehen, weshalb wir dies hier beispielhaft für Mathematik/Geometrie beschrieben haben:

*Die Lernenden sollen anhand des Quiz' ihr Wissen im Fachgebiet Mathematik/Geometrie verbessern und festigen. Sie sollen mit erfolgreichem Abschluss des Quiz' das Niveau eines Abiturienten oder einer Abiturientin innerhalb dieses Fachgebiets erreichen und Aufgaben dieses Wissenstandes erfolgreich absolvieren können.*

Da die Groblernziele nach Bloom konkret die zu vermittelnden Kenntnisse und Fähigkeiten beschreiben sollen, müssten bei jedem Fachgebiet noch konkret die einzelnen Schwerpunkte genannt werden, die innerhalb des Fachgebiets in der Oberstufe vermittelt werden. Bei Mathematik würde dies beispielsweise Stochastik oder analytische Geometrie und Algebra darstellen. Da wir wie beschrieben dieses Niveau in unserem Projekt nicht abbilden konnten, da dies nicht unser

Schwerpunkt war, haben wir uns dazu entschieden, die Groblernziele nicht weiter auszuformulieren, da wir diese nicht einhalten konnten.

In *Kapitel 4.2* betrachten wir kritisch unsere Umsetzung der Wissensvermittlung und erklären hier nochmal deutlicher, weshalb wir diese zweitrangig betrachten und was besser gemacht werden sollte, wenn mehr Zeit und Erfahrung bei der Erstellung einer VR-Umgebung vorhanden sind.

### 3.3 Feinlernziele

Auch die Feinlernziele haben wir für dieses Projekt nicht weiter definiert. Es müsste für jede Quizfrage ein Feinlernziel festgelegt werden, das genau für diese Frage beschreibt, was der Lernende dadurch vermittelt bekommen und mitnehmen soll. Da jedoch, wie gesagt, die Wissensvermittlung nicht optimal ausgereift ist und die Fragen nicht vollkommen an unsere Zielgruppe angepasst sind, ist es an dieser Stelle zu diesem Stand nicht sinnvoll, Feinlernziele für unsere erstellten Fragen zu formulieren. Für eine optimale Wissensvermittlung, wenn die VR-Anwendung weiter ausgereift wäre, sollten für jede Quizaufgabe Freinlernziele definiert werden unter Berücksichtigung der im Dokument *01\_Abschlussbericht* in *Kapitel 3* aufgeführten Lernzieltaxonomien nach Bloom.

## 4 Konzept zur Wissenssicherung

---

### 4.1 Gamification-Ansatz

Ein Quiz in einer VR-Umgebung bietet sich optimal an für eine Wissenssicherung mit Gamification-Ansatz. Gamification bedeutet, dass typische Elemente aus Spielen in einem anderen, eigentlich themenfremden Umfeld verwendet werden, hauptsächlich um Lernende zu motivieren.

Ursprünglich kennen wir Gamification aus der Werbe- und Unterhaltungsbranche, die sich schon seit einem längeren Zeitraum an Elementen aus dem Gamedesign bedient. Grundsätzlich wird Gamification eingesetzt, um auf der einen Seite langweilige und monotone Prozesse interessanter zu gestalten, auf der anderen, um den Nutzenden gerade bei anspruchsvollen und komplexen Aufgaben zu motivieren und zu belohnen.

#### 4.1.1 Gründe für den Gamification-Ansatz

##### Motivation

Ein entscheidender Grund, weshalb Wissenssicherung mit Gamification umgesetzt werden sollte, liegt in der Motivation. Es gibt kaum einen schlechteren Lernpartner als fehlende Motivation. In Gamification-Formaten fördern spielerische Elemente die Motivation und ist für unsere Zielgruppe ein zentraler Aspekt. Die Herausforderung ist eine geschickte Kombination und abwechslungsreiche Aufbereitung von Gamification-Elementen. So bekommt Lernen den gewünschten Stellenwert und fügt sich fließend in die Lernphasen ein.

##### Spielcharakter

Gamification greift zudem Konzepte und Methoden aus der Verhaltens- und Motivationspsychologie auf. Emotional positive Erlebnisse können Tätigkeiten, die eher langweilig oder unangenehm sind, aufwerten. Gamification setzt durch seinen spielerischen Charakter, explizit Motivationsanreize und schafft durch die Integration von Spielementen positive Erlebnisse, um dadurch Einfluss auf das Verhalten der Lernenden zu nehmen. Die Verhaltensänderung ist dabei das eigentlich zentrale Element, das uns interessiert hat. Es geht vorrangig nicht mehr um das Lernen, sondern um das Erreichen von Zielen, das Sammeln von Punkten oder Erlangen von Belohnungen.

##### Intrinsische Motivation

Dieser eben spielerische Charakter ist es, der die Lernenden zu mehr Motivation anregt. Ein wichtiger Punkt ist dabei, dass die Motivation nicht von außen kommt. Die sogenannte intrinsische Motivation wird erreicht, indem die Lernenden vom Erreichen persönlicher Ziele getriggert werden. Daraus entsteht die innere, aus sich selbst entstehende Motivation eines jeden Menschen: bestimmte Tätigkeiten macht man einfach gern, weil sie Spaß machen, sinnvoll oder herausfordernd sind oder einen schlicht interessieren.

##### Verschiedene Lerntypen

Wie bereits im Dokument [01\\_Abschlussbericht](#) in Kapitel 3 beschrieben, lassen sich Lernende in verschiedene Lerntypen unterteilen. Der Ansatz der Gamification begünstigt durch die unterschiedlichen Aufgabentypen den Lernprozess verschiedener Lerntypen.

#### 4.1.2 Kritische Betrachtung des Gamification-Ansatz

##### Mangelnde Motivation

Gamification wird in der Literatur als motivationssteigernde Methode beschrieben. Jedoch haben wir uns auch mit dem Problem konfrontiert gesehen, dass genau das Gegenteil eintreten kann.

Manche Lernenden mögen eventuell das Konzept der Verknüpfung von Spielementen mit Lerninhalten nicht. Wenn Lernende sich von dieser Art des Lernens nicht angesprochen fühlen, kann genau der gegenteilige Effekt eintreten und die Motivation der Person wird durch den Gamification-Ansatz deutlich sinken. Mit diesem Problem ist man allerdings bei allen gewählten Formen konfrontiert. Durch die verschiedenen Lerntypen und auch verschiedenen Einstellungen gegenüber den jeweiligen Lernmethoden, gibt es immer Lernende, die eine Art bevorzugen würden. Somit kann bei keinem Lernansatz jeder Nutzertyp zufriedengestellt werden.

### **Zu geringe Herausforderung**

Eine weiteres Problem bei der Planung einer Gamification-Umgebung im Bereich des Lernens ist es, den Grad zwischen Lernen und Spielen zu finden. Die Umgebung soll spielerisch sein. Dafür soll das Lernen zwar etwas aus dem Fokus genommen, aber trotzdem nicht vernachlässigt werden. Die Umgebung darf nicht zu spielerisch werden, da sonst die Wissensvermittlung beeinträchtigt werden könnte. Die Aufgaben der Wissenssicherung sollten kreativ und spielerisch gestaltet werden und dabei trotzdem eine Herausforderung für die Lernenden darstellen.

### **Wenig Studien vorhanden**

Zuletzt ist ein weiteres Problem des Gamification-Ansatzes, dass es bisher kaum belastbare Studien gibt, die eindeutige Zusammenhänge zwischen dem Einsatz von Gamification und resultierenden Veränderungen auf die Produktivität nachweisen. Die Vielfalt und Komplexität verschiedener Gamification-Ansätze machen zudem Auswahlentscheidungen und eine Bewertung des Erfolgs schwer.

## 4.2 Lerninhalte der Wissenssicherung

Die Lerninhalte werden in unserer VR-Anwendung unterteilt folgende verschiedene Themengebiete:

- Geschichte
- Geographie/Erdkunde
- Wirtschaft
- Politik
- Biologie
- Chemie
- Physik
- Technik/Medien
- Mathematik/Geometrie
- Kunst
- Musik
- Literatur

Aufgrund der begrenzten Zeit und der Tatsache, dass die Erstellung der VR-Umgebung im Fokus unseres Projekts standen, werden in unserem Quiz nicht alle Themengebiete abgedeckt und es gibt nur in ausgewählten Bereichen Quizfragen.

### 4.2.1 Aufgabentypen

Da es uns wichtig war, die Möglichkeiten einer VR-Anwendung voll auszuschöpfen, haben wir verschiedene Aufgabentypen konzipiert, die auf unterschiedliche Weise Interaktionen erfordern. Wie bereits im vorherigen Abschnitt zum Gamification-Ansatz beschrieben, wollten wir jedoch gleichzeitig die spielerischen Elemente und die Lernelemente ausgewogen einsetzen, um die Wissensvermittlung nicht zu vernachlässigen. Daher gibt es Aufgabentypen mit mehr und Aufgabentypen mit weniger spielerischen Anteilen.

### **Standard Multiple-Choice-Fragen**

Einen Fragetyp in unserer VR-Anwendung decken klassische Multiple-Choice-Fragen ab. Der Lernende steht in einem virtuellen Raum und sieht an einer Wand auf einem Bildschirm vor sich Fragen mit vier Antwortmöglichkeiten. Durch Ansteuern der Antwort mit dem Raycast des rechten Controllers und Auswählen dieser, gibt der oder die NutzerIn die Antwort ab. Ist die ausgewählte Antwort richtig, leuchtet sie grün auf, ist sie falsch leuchtet sie rot auf.

Der Raum ist sehr einfach gestaltet mit lediglich zwei Wänden. An einer dieser Wände befindet sich der Screen mit den Fragen und an der anderen eine Informationstafel zum Erklären der Benutzung der Controller für eine gute Userführung. Des Weiteren befindet sich in dem Raum ein Tisch, der vor dem Fragen-Screen platziert ist. Die Umgebung außerhalb des Raums enthält keine weiteren Gegenstände oder andere Dinge, die die NutzerInnen ablenken könnten.

Dieser Fragentyp wird beispielsweise im Themengebiet Geschichte im ersten Level aufgegriffen. Hier werden den NutzerInnen klassische geschichtliche Fragen gestellt, wie zum Beispiel wer der erste Bundeskanzler Deutschlands war. Als Antwort werden vier ehemalige Bundeskanzler genannt, von denen nur einer der richtige ist.

### **Multiple-Choice-Fragen mit Interaktion**

Ein weiterer ähnlicher Fragetyp stellt folgender dar. Der oder die NutzerIn steht im gleichen Raum und bekommt nach dem gleichen Prinzip Fragen gestellt. Hinzu kommt hierbei, dass in der Fragestellung bereits auf ein im Raum befindliches Objekt verwiesen wird, mit dem der oder die NutzerIn interagieren muss, um sich die Antwort erschließen zu können. Dieser Fragetyp hat einen größeren spielerischen Charakter, da der Lernende mehr Interaktion in der VR-Anwendung eingehen muss. Des Weiteren bietet sich dieser Fragetyp auch für Spaßfragen an, da hier keine separate Scene erstellt werden muss und mit geringem Aufwand die Interaktion eingebracht werden kann.

Als Beispiel für einen solchen Fragetyp bietet sich die Frage der Rubrik Mathematik/Geometrie an. Auf dem Tisch in dem virtuellen Raum befindet sich ein Würfel, auf den in einer Frage verwiesen wird. Der oder die NutzerIn soll herausfinden, wie groß das Volumen dieses Würfels ist, es werden jedoch keine weiteren Maßangaben zu diesem Würfel gegeben. Hebt der Anwendende den Würfel hoch und dreht ihn in eine bestimmte Richtung, so sieht er, dass auf einer Seite des Würfels die Antwort steht. Daher können diese Fragen nur durch Interaktion korrekt beantwortet werden.

### **Interaktive Fragen mit direkter Wissensvermittlung**

Zwischendurch sollen in jedem Themengebiet auch rein interaktive Fragen auftauchen, bei denen der oder die NutzerIn in eine neue Umgebung gelangt, die immer fragenspezifisch angepasst ist. So kann es beispielsweise sein, dass der Lernende sich auf einmal in einem Wald oder einer Stadt befindet. Auch hier wird der Lernende angeleitet, indem wieder ein Bildschirm gezeigt wird, der erklärt, was der Nutzende zu tun hat oder welche Frage er zu beantworten hat. Des Weiteren werden auch hier Informationstafeln aufgestellt, die den Umgang mit den Controllern erklären. Daraufhin muss die Umgebung erkundet und eventuelle Aufgaben erledigt werden, um die Frage zu beantworten. Hier greift der Gamification-Ansatz sehr stark. Bei diesem Fragetyp wird zudem dem oder der AnwenderIn direkt in der VR-Anwendung Wissen vermittelt, welches er sich einprägen muss, um die Frage zu beantworten. So kann es beispielsweise sein, dass Informationstafeln innerhalb der Umgebung der Frage aufgestellt sind, dessen Inhalt der Lernende aufnehmen und sich merken muss, um die Fragen anschließend beantworten zu können.

Als Beispiel kann hier die Wald-Scene des Themenbereichs Geographie hinzugezogen werden. Hier wird dem oder der NutzerIn zu Beginn auf dem Screen erklärt, dass sich in diesem Wald vier

verschiedene Baumarten befinden. Diese muss er finden, sich die Informationstafeln hierzu durchlesen und die Inhalte einprägen, um dann im Anschluss die Fragen beantworten zu können.

#### 4.2.2 Kritische Betrachtung der Lerninhalte

##### **Gewähltes Niveau**

Ein Punkt, den wir an dieser Stelle anmerken müssen, ist das gewählte Niveau. Da sich dieses Projekt überwiegend auf die Erstellung der VR-Anwendung konzentriert, ist das Niveau der Fragen nicht unbedingt der Zielgruppe angemessen. Es war uns wichtig, die Anwendung umzusetzen und verschiedene Umgebungen und Szenen zu erstellen, weshalb wir uns eher darauf konzentriert haben und die Fragen nur zur Veranschaulichung dienen.

##### **Ausreichende Inhalte**

Zusätzlich wollen wir anmerken, dass die erstellten Aufgaben natürlich nicht ausreichend sind für ein solches Quiz. Vorgesehen war ein Quiz, das in den aufgeführten Themengebieten Wissen des Niveaus der Obersstufe und Abiturs aufzeigen soll. Da dies 2-3 Klassenstufen beinhaltet wäre dies sehr viel Inhalt, auf den wir allerdings nicht den Fokus gesetzt haben. Im Vordergrund dieses Projekts steht die Erstellung einer VR-Anwendung, worin wir uns in einer ersten Phase erstmal einarbeiten mussten. Daher konnten wir aus zeitlichen Gründen keine weiteren Aufgaben erstellen.

## 5 Vorgehen zur Konzeption

---

In diesem Kapitel wird das gewählte Vorgehen zur Konzeption unserer VR-Anwendung beleuchtet. Es werden die angewandten Modelle beschrieben sowie unsere Entscheidung dahingehend begründet. Außerdem wird das gesamte Vorgehen kritisch betrachtet.

### 5.1 M-iVR-L Modell

Der Instruktionsdesign-Ansatz basiert in der Regel auf einem der gängigen Theoriemodelle. Für die Umsetzung unserer VR-Anwendung haben wir uns für das M-iVR-L Modell von Michael Kerres, Miriam Mulders und Josef Buchner (2020) entschieden, welches in sechs Stufen beschreibt, wie Lerngelegenheiten mit virtueller Realität umgesetzt werden können:

#### 1. Erst lernen, dann eintauchen

Die Grundlage der iVR-Lernumgebung bildet die virtuelle Welt, in die die Lernenden eintauchen, sich umsehen und mit der virtuellen Umgebung interagieren können. Dadurch können Umgebungen und Orte, die schwer oder gar nicht zugänglich sind, immersiv erlebt und als Lernumgebung genutzt werden. Da das Eintauchen in eine iVR-Umgebung für die Lernenden mit einer sehr hohen kognitiven Belastung durch die Verarbeitung dieser virtuellen Umgebung verbunden ist, muss bei der Umsetzung der VR-Umgebung darauf geachtet werden, dass der Grad der Immersion lediglich so detailliert wie nötig ist und die Lernenden nicht von dem eigentlichen Lerngegenstand durch zu viele Details und Objekte abgelenkt werden.

Bei der Umsetzung unserer VR-Anwendung haben wir aus diesem Grund darauf geachtet, dass unsere Quiz-Umgebung möglichst minimalistisch aufgebaut ist und lediglich die für die Lerneinheit relevante Objekte beinhaltet. Zu viele Objekte und Interaktionsmöglichkeiten wären in der Erstellung nicht nur (kosten-) und zeitintensiv, sondern würden sehr leistungsfähige Endgeräte voraussetzen und die Lernenden zusätzlich ablenken.

#### 2. Lernrelevante Interaktionen anbieten

Es ist nachweislich bestätigt, dass lernrelevante körperliche Bewegung eine positive Auswirkung auf die Aufnahme von deklarativem Wissen hat (Fiorella und Mayer 2016). Dies wurde teilweise auch für das Lernen in einer virtuellen Umgebung bestätigt, da man dort beispielsweise interaktive Bewegungen mit den Händen bzw. Controllern vornehmen kann (Scheiter, Brucker, und Ainsworth 2020). Trotz dessen sollen laut M-iVR-L Modell Interaktionen und Bewegungen sparsam eingesetzt und nur dann ermöglicht werden, wenn sie für das Lernen relevant sind. Außerdem sollen die Lernenden, bevor sie sich eigenmächtig in der VR-Umgebung bewegen, über die Steuerung der Interaktionen geschult werden.

Unserer Quiz-Anwendung haben wir so konzipiert, dass sich die NutzerInnen mithilfe der Controller (Continuous Move Provider, Continuous Turn Provider) in den Umgebungen fortbewegen und drehen können. Ein wichtiger Aspekt ist auch das Ermöglichen der Teleportation in der Umgebung, da beispielsweise das Fortbewegen in der Waldumgebung mittels Cotinuous Move Provider schnell zu Motion Sickness führt und außerdem viel Zeit in Anspruch nimmt. Durch den Teleportation Provider und der Teleportation Area kann sich der Nutzende durch die gesamte Umgebung teleportieren, wodurch die Nutzerfreundlichkeit der Anwendung gesteigert wird.

Auch das Klettern im virtuellen Raum, soll den Nutzenden körperlich fordern und dazu animieren, mit virtuellen Objekte, in diesem Fall einer Leiter, zu interagieren und eine eindrucksvolle virtuelle Erfahrung zu sammeln.

Für die Steuerung der Controller bzw. der Interaktionen wurden in jeder Scene-Umgebung eine Informationstafel aufgestellt, welche den NutzerInnen visuell vermitteln soll, wie die Controller in der jeweiligen Scene zu bedienen sind und welche Interaktionen dadurch ermöglicht werden.

### **3. Komplexe Aufgaben in kleinere Einheiten aufteilen**

Da virtuelle Lernumgebungen schnell sehr komplex und für die Lernenden überfordernd sein können, sollten iVR-Lernumgebungen in unterschiedliche einzelne Sequenzen gegliedert werden, sodass der Cognitive Load reduziert und das Lernen dementsprechend verbessert wird.

Um den Cognitive Load in unserer virtuellen Quiz-Anwendung zu reduzieren haben wir zunächst unterschiedliche Themenbereiche für die Lehrinhalte festgelegt, sodass die NutzerInnen selbst entscheiden können, in welcher Reihenfolge sie welche Themenbereiche und Aufgaben üben möchten. Außerdem gibt es je nach Aufgabe einen Scene-Wechsel, sodass die Umgebung an die jeweilige Frage angepasst ist. Mittels Buttons können die NutzerInnen nach dem Ausführen der Aufgaben und Beantworten der Fragen entscheiden, ob sie in dieser Scene bleiben und die Aufgabe wiederholen oder wieder zu den Themenbereichen zurückkehren möchten.

### **4. Immersives Lernen einleiten**

Eine weitere Möglichkeit den Cognitive Load zu reduzieren ist, dem Lernenden gezielte Handlungsanleitungen zu geben. Solche Anleitungen können auf verschiedene Art und Weisen vermittelt werden. Beispielsweise können pädagogische Agenten eingesetzt werden, die die Lernenden durch die VR-Umgebung führen und dadurch als Strukturierungshilfe dienen. Des Weiteren können relevante Informationen hervorgehoben und zu einem gezielten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort für die NutzerInnen ein geblendet werden. Solche Hilfestellungen können je nach Einsatzszenario entweder automatisch erscheinen und wieder verschwinden oder vom Lernenden nach Bedarf eigenständig eingeblendet werden. Dies Art von Unterstützung kann sowohl als Hilfestellung für thematischen Inhalte dienen als auch den Einsatz und Umgang mit der Technik wie der VR-Brille oder den Controllern. Zudem können Funktionen für die Lernenden zur Verfügung gestellt werden, die möglichen gesundheitlichen Unverträglichkeiten wie Motion Sickness in Form von Übelkeit oder Schwindel entgegenwirken.

In der Quiz-Anwendung werden bei den interaktiven Fragen ebenfalls Handlungsanweisungen als Aufgabenstellungen gegeben, damit die NutzerInnen genau wissen, was sie zu tun haben und welche Voraussetzungen zu erfüllen sind, um die Fragen im Anschluss beantworten zu können. Außerdem werden Tipps und Hinweise gegeben und beispielsweise in der Wald-Scene richtungsweisendes Pfeile aufgestellt, damit die NutzerInnen wissen, in welche Richtungen sie gehen müssen. In der Wald-Scene wurde zudem ein Waldweg implementiert, sodass sich die NutzerInnen besser orientieren können und den Weg zum Hauptmonitor mit den Multiple-Choice-Fragen zurückfinden.

### **5. Auf vorhandenem Wissen aufbauen**

Um Über- oder Unterforderung zu vermeiden, sollten Lerninhalte, insbesondere beim virtuellen Lernen, an das Vorwissen der Lernenden anknüpfen. Je nach Zielgruppe und den

bestehenden Vorerfahrungen der Lernenden mit virtuellen Lernumgebungen, kann das Risiko bestehen, dass die Technologie in den Vordergrund rückt und der Wissenserwerb dadurch nicht mehr im Fokus steht. Um dieses Risiko vorzubeugen, ist es wichtig, eine umfangreiche Zielgruppenanalyse vor der Konzeption der VR-Anwendung durchzuführen und festzustellen welche Vorerfahrungen die Lernenden im Umgang mit VR haben. Relevant ist auch zu wissen, welche Vorkenntnisse die Lernenden zum fachlichen Inhalt haben, der durch die VR-Anwendung erweitert werden soll.

Bevor wir in die Konzepterstellung und die Umsetzungsphase der Quiz-Anwendung übergegangen sind, haben wir zunächst eine ausführliche Bedarfs- und Zielgruppenanalyse durchgeführt, um sowohl den thematischen Wissens- und Kenntnisstand der Lernenden als auch die Vorerfahrungen der Lernenden mit virtuellen Lernumgebungen zu ermitteln. Die anschließende Konzepterstellung und Umsetzung der Anwendung basieren auf den Erkenntnissen der Bedarfs- und Zielgruppenanalyse, die im Dokument [01\\_Abschlussbericht](#) in [Kapitel 3](#) beschrieben wird.

## 6. Konstruktive Lernaktivitäten anbieten

Damit Wissen mithilfe einer VR-Anwendung nachhaltig und effektiv vermittelt werden kann, sollte die virtuelle Lernumgebung einen aktiv konstruierenden Lernprozess unterstützen. Neben den bisher genannten Schritten und Aspekten sollte die VR-Umgebung einen problemorientierten Ansatz verfolgen. Dabei können sowohl in der VR-Umgebung als auch außerhalb gezielte Aufgabe oder Problemstellungen gestellt und thematisiert werden, die einen problemorientierten Ansatz verfolgen und somit aktiv und gezielt einen konstruierenden Lernprozess steuern.

Durch die definierten Aufgabenstellungen sowohl in der Wald- als auch in der Stadt-Umgebung unterstützt die erstellte Lernumgebung einen aktiv konstruierenden Lernprozess. Auch die im Themenbereich Mathematik/Geometrie gestellte Frage, stellt die NutzerInnen vor eine Herausforderung und soll sie dazu animieren, mit dem virtuellen blauen Würfel zu interagieren, damit im Anschluss die Multiple-Choice-Frage richtig beantwortet und gelöst werden kann.

## 5.2 Gründe für das M-iVR-L Modell

Durch die fortschreitende technologische Entwicklung bieten immersive Technologien wie Virtual Reality ein umfassendes Potenzial Fachwissen, Kompetenzen sowie konstruktivistisches Lernen zu fördern. Virtuellen Lernumgebungen bieten die Möglichkeit komplexe Lernumgebungen zu reduzieren, zu strukturieren und Realitäten immersiv darzustellen. Trotz der vielen Vorteile, die die VR-Technologie für die Wissensvermittlung bietet, müssen VR-Anwendungen nach einem didaktischen Konzept ausgerichtet und konzipiert werden. Das M-iVR-L Modell bietet nach dem Instruktionsdesign einen Rahmen für ein didaktisches Setting zur Konzeption von VR-Anwendungen, die als Lernumgebung zur Wissensvermittlung eingesetzt werden sollen. Da veraltete Modelle wie das ADDIE-Modell den Anforderungen neuer Technologie wie Virtual Reality nicht mehr genügen, eignet sich das M-iVR-L Modell umso mehr für die Umsetzung von VR-Anwendungen, da dieses Modell spezifisch auf die Virtual-Reality-Technologie ausgelegt ist und die Herausforderungen sowie Problematiken (beispielsweise Motion Sickness oder Cognitive Overload) berücksichtigt. Das M-iVR-L Modell geht davon aus, dass Lernen im virtuellen Raum als Multimedia-Lernen verstanden werden muss und dass das Lernen dabei als aktiver Lernprozess angelegt ist, der über die Wiederholung und die Reproduktion von Informationen oder zentralen Konzepten hinausgeht.

### 5.3 Kritische Betrachtung des M-iVR-L Modells

Da das M-iVR-L Modell, welches 2020 entwickelt wurde, noch ziemlich jung und wenig erprobt ist, besteht die Möglichkeit, dass VR-Anwendungen, die nach diesem Modell konzipiert werden, noch einige Schwächen hinsichtlich der Vermittlung von Lehrinhalten aufweisen. Bisher ist lediglich eine VR-Anwendung bekannt, die nach dem M-iVR-L Modell konzipiert wurde. Bei dieser Anwendung handelt es sich um eine iVR-Lernumgebung für den Sachunterricht, mit der Lernende in schwer bzw. nicht zugängliche Orte eintauchen können und diese virtuellen Welten als Lernort nutzen können. Leider wurde diese VR-Anwendung bisher nicht evaluiert, sodass es aktuell keine offiziellen Nachweise und Begründungen für die Effizienz des Einsatzes des M-iVR-L Modell gibt.

## 6 Praktische Umsetzung der virtuellen Quiz-Anwendung

In diesem Kapitel wird die praktische Umsetzung der virtuellen Quiz-Anwendung in Unity beschrieben. Für die praktische Umsetzung wurde die Unity Version 2020.3.32f1 eingesetzt.

### 6.1 Struktur und Gestaltung der VR-Anwendung

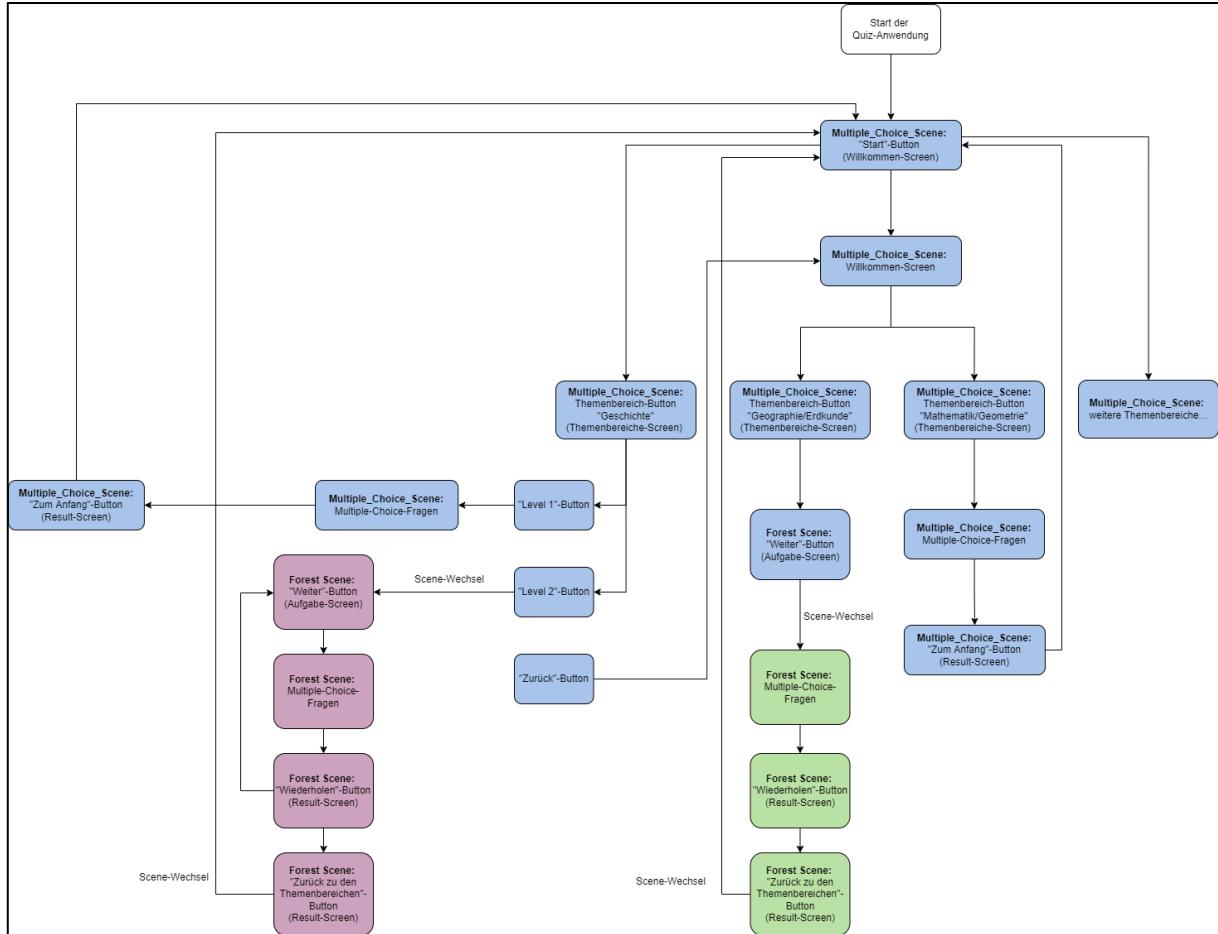


Abbildung 1 | Strukturdigramm der virtuellen Quiz-Anwendung

In [Abbildung 1](#) wird eine Übersicht als Strukturdigramm der virtuellen Quiz-Anwendung gegeben. Die Struktur der Anwendung wurde so aufgebaut, dass die NutzerInnen sich durch die unterschiedlichen Screens mittels Buttons durchklicken können. Bei Start der Anwendung erscheint ein „Willkommen“-Screen ([siehe Abbildung 2](#)), der die NutzerInnen dazu auffordert auf einen „START“-Button zu klicken, um zu der Übersicht mit den Themenbereichen zu gelangen ([siehe Abbildung 3](#)).



Abbildung 2 | „Willkommen“-Screen mit „START“-Button



Abbildung 3 | „Themenbereiche“-Screen

Sobald der „Themenbereiche“-Screen zu sehen ist, werden die NutzerInnen aufgefordert sich für einen der Themenbereiche zu entscheiden und den entsprechenden Button mit dem Raycast anzuklicken. Der Aufbau entspricht den Vorgaben des M-iVR-L Modells, da die NutzerInnen frei entscheiden können, in welcher Reihenfolge sie welche Themenbereiche und Aufgaben üben möchten, wodurch der Cognitive Load reduziert wird. Zudem werden einzelne Aufgaben auch in unterschiedliche Scenes ausgelagert, sodass die VR-Experience zum einen interessant bleibt und das Lernen durch die Einteilung in einzelne Sequenzen verbessert wird.

Zusätzlich wurde der Themenbereich Geschichte in Levels (*siehe Abbildung 4*) unterteilt, was eine demonstrative Visualisierung dafür ist, wie die anderen Themenbereiche ebenfalls aufgebaut werden

können. Zudem wurde ein „Zurück“-Button integriert, sodass die NutzerInnen wieder zurück zu den Themenbereichen gelangen können.

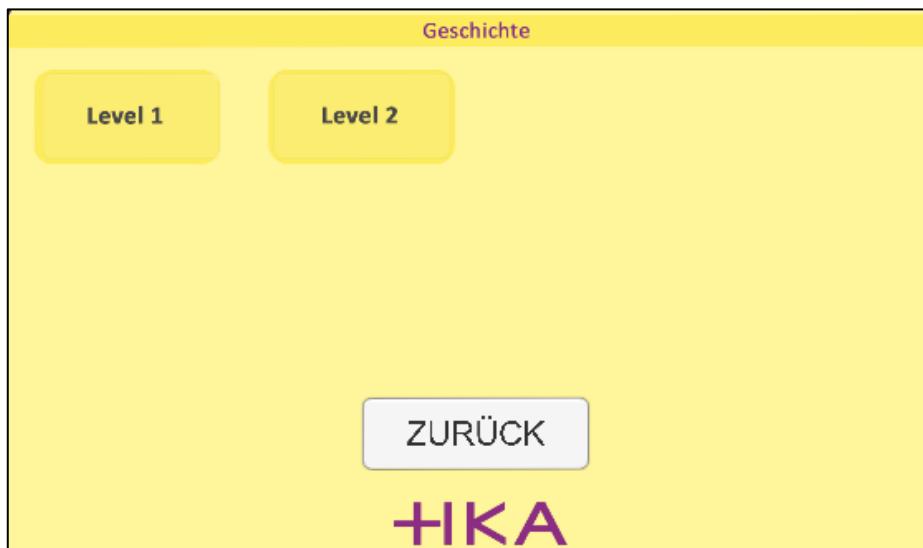


Abbildung 4 | Aufteilung des Geschichte-Themenbereichs in Levels

Sobald ein Level ausgewählt wird, startet direkt das Quiz und die Multiple-Choice-Fragen werden angezeigt (*siehe Abbildung 5*). Der Aufbau der Multiple-Choice-Fragen ist simpel mit einer Frage und vier Antwortmöglichkeiten. Wählt der User die richtige Antwort aus, leuchtet die Antwort in einer grünen Farbe auf. Bei der Wahl einer falschen Antwort, leuchtet diese rot auf. Mittels eines Counters wird die Anzahl der richtigen Antworten gezählt, sodass die NutzerInnen am Schluss einer Fragerunde das Ergebnis der richtig beantworteten Fragen erhalten (*siehe Abbildung 6*). Anschließend können die NutzerInnen über den Button „Zum Anfang“ zurück zu den Themenbereichen gelangen.



Abbildung 5 | Multiple-Choice-Fragen für den Themenbereich Geschichte



Abbildung 6 | „Result“-Screen für den Themenbereich Geschichte (Level 1)

Bezüglich der Farbwahl, hat jeder Themenbereich ein fest definierte Farbe erhalten, sodass die nachfolgenden Screens mit den Multiple-Choice-Fragen und den Ergebnissen ebenfalls die entsprechende Hintergrundfarbe besitzen. Dadurch sollen die NutzerInnen direkt durch die Farben erkennen können, in welchem Themenbereich sie sich gerade befinden. Zusätzlich dazu wird der Themenbereich über den Multiple-Choice-Fragen eingeblendet. Beispielsweise wird bei dem Themenbereich Geschichte mit der Farbe Gelb gearbeitet, bei Mathematik/Geometrie mit Lila und bei Geographie/Erdkunde mit Grün ([siehe Abbildung 5 und Abbildung 7](#)).



Abbildung 7 | Multiple-Choice-Fragen für den Themenbereich Mathematik/Geometrie

## 6.2 Umsetzung der Basic-Scene

Nachdem VR-Setup in Unity und dem Installieren der notwendigen Packages wie dem [XR Interaction Toolkit](#) oder dem [XR Plugin Management](#) wurde zunächst eine Basic-Scene erstellt ([siehe Abbildung 8](#)). Bei der Basic-Scene handelt es sich um eine Szene die sehr simpel aufgebaut ist und in der sich die NutzerInnen beim Start der Anwendung befinden. In der Szene befindet sich ein einfacher Raum (zwei Wänden, Boden) in dem ein Tisch steht, auf den virtuelle Objekte platziert werden können. Außerdem hängt an einer Wand der Hauptmonitor auf dem die Nutzerinnen das Quiz starten und anschließend die Multiple-Choice-Fragen beantworten können. An der anderen Wand hängt eine Informationstafel, die den NutzerInnen visuell darstellt, wie die Controller zu bedienen sind ([siehe Abbildung 9](#)).

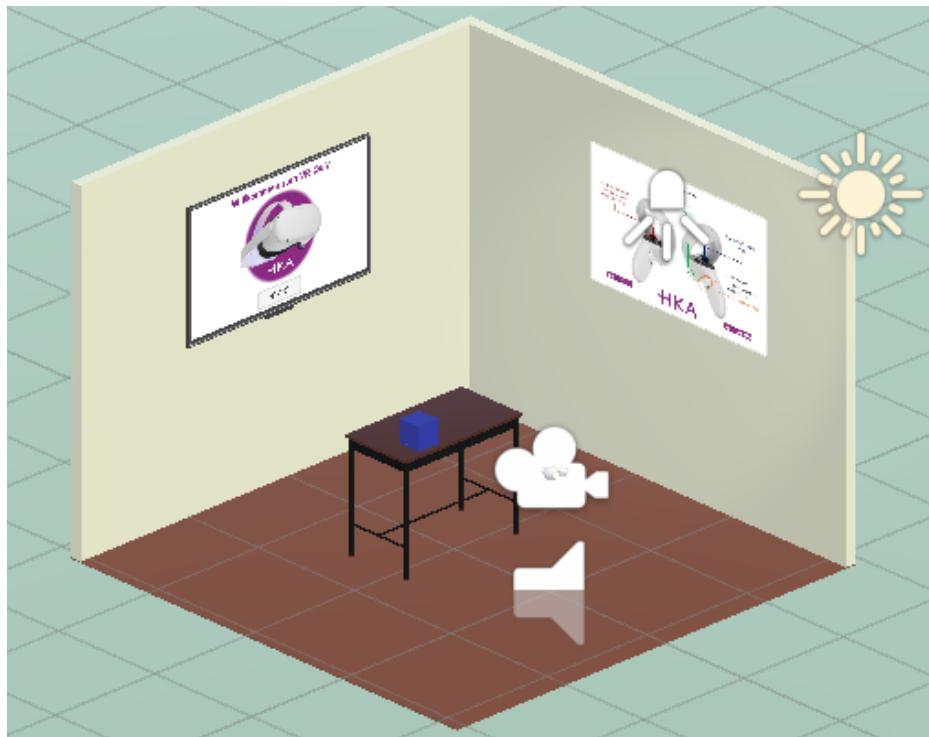


Abbildung 8 | Basic-Scene ("Multiple\_Choice\_Scene" in Unity)

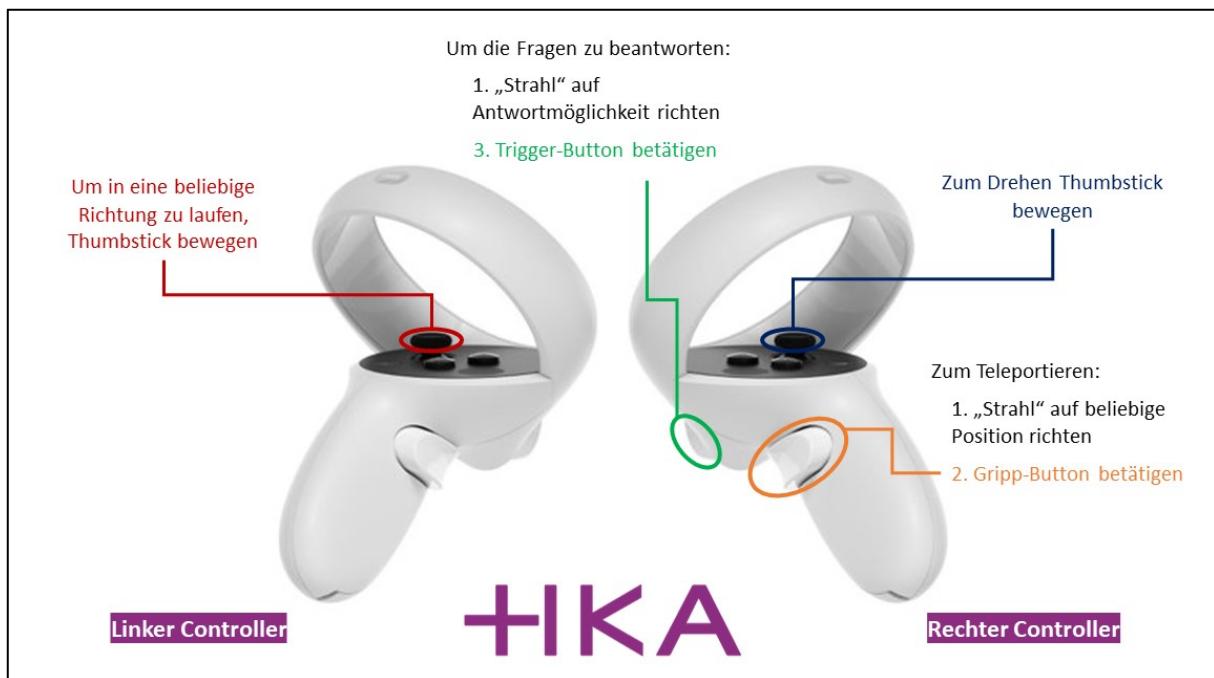


Abbildung 9 | Informationstafel zur Nutzung der Controller in der "Multiple\_Choice\_Scene" und der "Forest"-Scene

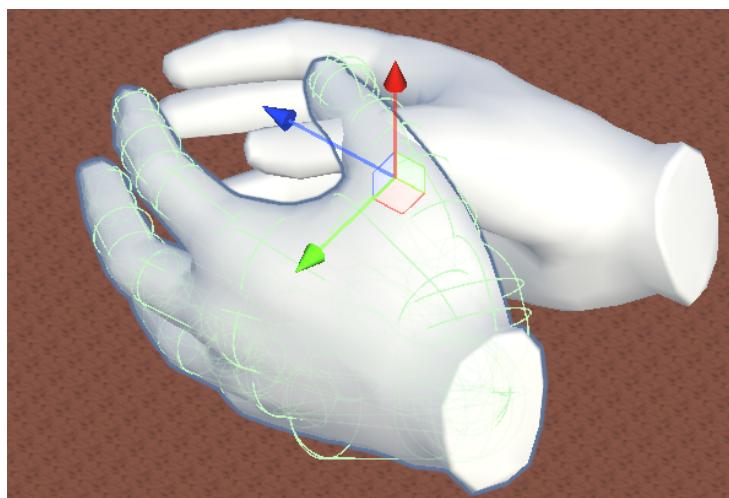
### 6.2.1 Umsetzung animierter Hände

In der Basic-Scene wurden Hände implementiert, sodass die User das Gefühl haben, dass sie mit „ihren“ Händen bzw. den Controllern tatsächlich Objekte in der virtuellen Welt greifen können. Für sowohl die rechte als auch die linke Hand wurden 3D-Modelle eingesetzt und den Controllern im XR Origin als Kindelemente untergeordnet (*siehe Abbildung 10*). Außerdem besitzen die 3D-Modelle der Hände Collider als Kindelemente, damit sich die einzelnen Finger beim Input der NutzerInnen durch die Controller bewegen und man beispielsweise eine Greif-Bewegung wahrnehmen kann (*siehe*

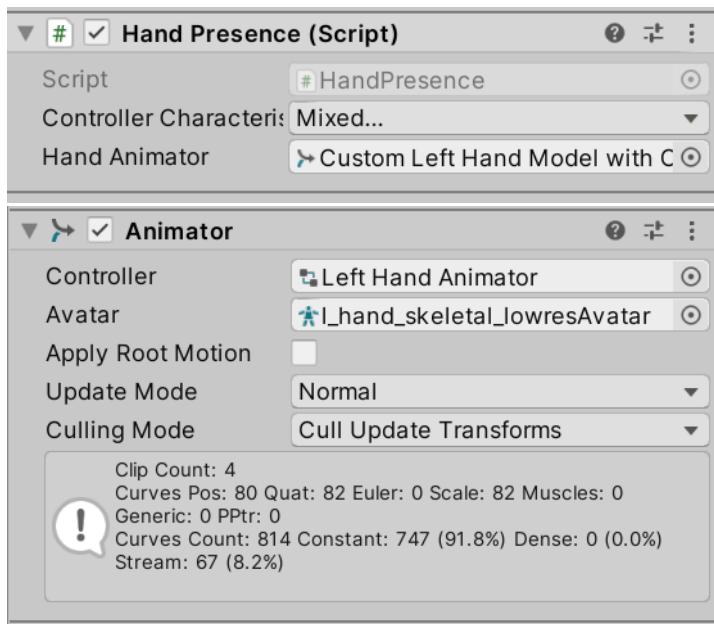
*Abbildung 11*). Um die Animation der Hände zu ermöglichen wurde den Händen das Hand Presence Skript zugeordnet als auch ein Animator (*siehe Abbildung 12*)



*Abbildung 10 | 3D-Modelle der Hände als Kindelemente der Controller (Hierarchy-Fenster in Unity)*



*Abbildung 11 | 3D-Modelle der Hände mit Collidern*



*Abbildung 12 | Hand Presence Skript und Animator (Inspector-Fenster in Unity)*

#### 6.2.1.1 Locomotion System

Über das Locomotion System, welches der Hierarchy hinzugefügt wurde, wird zum einen das Teleportieren (Teleportation Provider) das Gehen (Continuous Move Provider) und das Drehen

(Continuous Turn Provider) ermöglicht. Hierzu wurden die entsprechenden Skripte dem Locomotion System im Inspector zugewiesen und anschließend festgelegt mit welchem Controller die jeweilige Bewegung ausgelöst werden kann ([siehe Abbildung 13](#)). NutzerInnen können sich im Raum bewegen, indem sie den Thumstick des linken Controllers in die entsprechende Richtung bewegen. Das drehen wird ermöglicht, indem NutzerInnen den Thumstick des rechten Controllers bewegen.

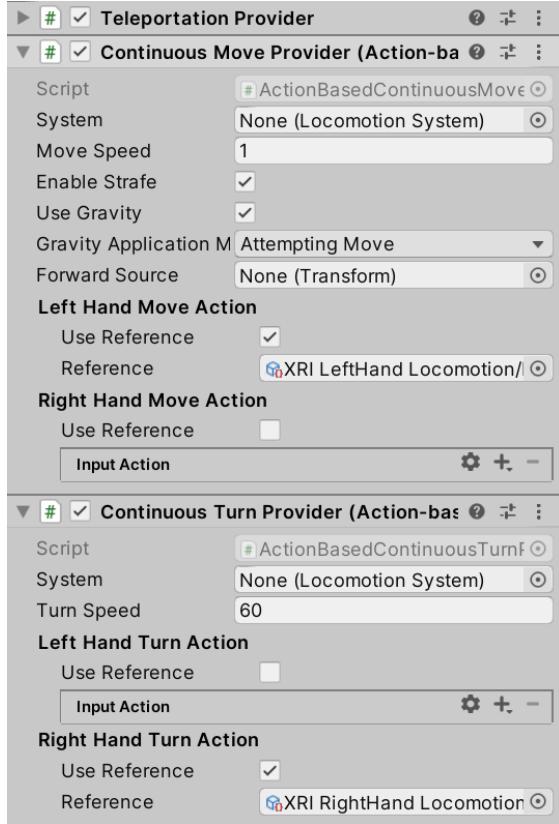


Abbildung 13 | Teleportation Provider, Continuous Move Provider und Continuous Turn Provider werden dem Locomotion System zugewiesen (Inspector-Fenster in Unity)

## 6.2.2 Umsetzung der Multiple-Choice-Fragen

Für die Umsetzung der Multiple-Choice-Fragen wurde das Tutorial von THE GAME GUY (2020) verwendet.

Zuallererst wurde ein User Interface mit den unterschiedlichen Screens erstellt. Hierzu zählt der „Willkommen“-Screen, der „Themenbereiche“-Screen, der Screen für die eigentlichen Multiple-Choice-Fragen sowie der Hintergrund auf dem die Ergebnisse der Fragerunde angezeigt werden. Die einzelnen Screens wurden mit Panels erstellt, die mit Sprite-Bildern verknüpft wurden. Außerdem wurden für die Themenbereiche sowie für die Antwortmöglichkeiten, die von den NutzerInnen angeklickt werden können, Buttons erstellt. Zum Start der Anwendung ist lediglich der „Willkommen“-Screen aktiv sichtbar, während alle anderen Screens deaktiviert sind. Sobald die NutzerInnen auf einen entsprechenden Button klicken wird der nächste passende Screen mittels On Click Event aktiviert und gleichzeitig der aktuell sichtbare Screen deaktiviert ([siehe Abbildung 14](#)).

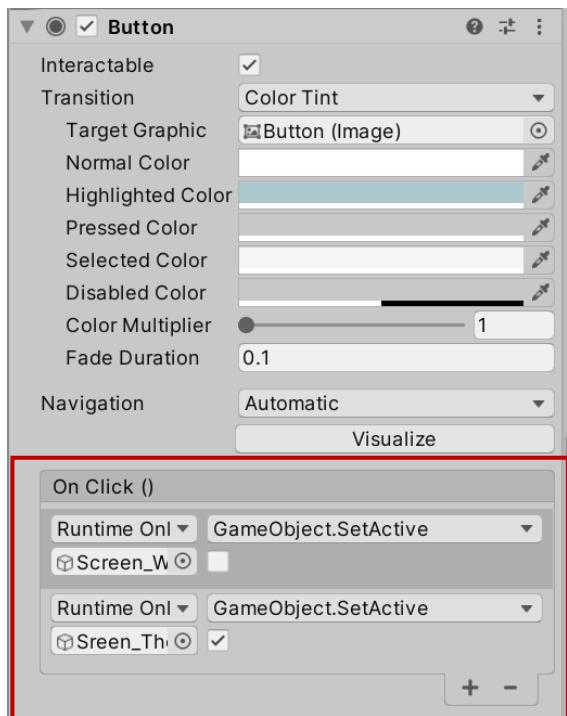


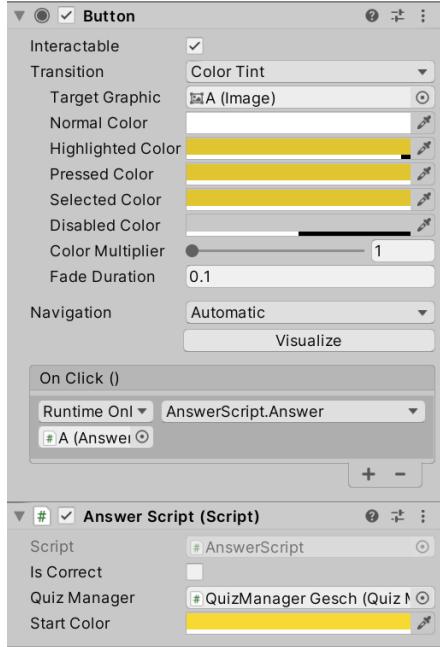
Abbildung 14 | On Click Event zum Aktivieren und Deaktivieren einzelner Screens

Abbildung 15 zeigt einen Überblick über die angelegte Hierarchie der einzelnen GameObjects, die für die Umsetzung der Multiple-Choice-Fragen angelegt wurden.



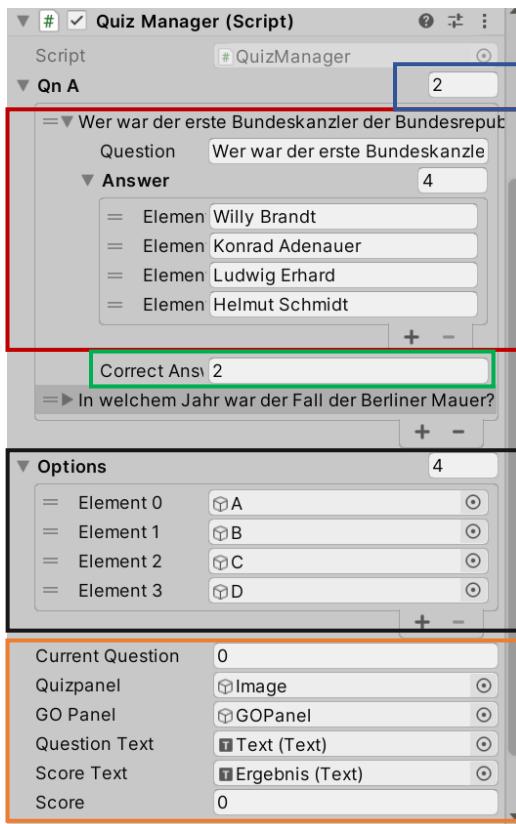
Abbildung 15 | Hierarchie der GameObjects für die Umsetzung der Multiple-Choice-Fragen

Den Buttons aus [Abbildung 15](#), die mit einem roten Kasten umrandet sind und als Antwortmöglichkeiten fungieren, wird das „AnswerSkript“-Skript als Komponente zugewiesen, indem das entsprechende „QuizManager“-GameObject verknüpft wird. Zudem wird ein On Click Event erstellt, indem das entsprechende GameObject als Antwortmöglichkeit definiert wird ([siehe Abbildung 16](#)).



*Abbildung 16 | „AnswerSkript“-Skript als Komponente einer Antwortmöglichkeit (Button-GameObject) und On Click Event*

Anschließend wurde das „QuizManager“-Skript erstellt und dem GameObject „QuizManager“ als Komponente hinzugefügt. Das „QuizManager“-Skripts ermöglicht es, die Fragen und Antworten im Inspector-Bereich festlegen zu können, sodass diese durch das Skript automatisch im virtuellen Raum generiert werden. Der Vorteil ist, dass man für jeden Anwendungsfall und jeden Themenbereich ganz simpel festlegen kann, wie viele Fragen und Antwortmöglichkeiten es gibt und welche der Antworten die Richtige ist ([siehe Abbildung 17](#)).



Anzahl der Fragen kann definiert werden

Fragen und Antwortmöglichkeiten (+ Anzahl der Antwortmöglichkeiten) kann festgelegt werden

Antwortmöglichkeit, die als korrekt angezeigt werden soll, kann festgelegt werden

Verknüpfung entsprechender GameObjects für die Ausgabe der Antwortmöglichkeiten

Verknüpfung weiterer GameObjects, die für die Funktion der Multiple-Choice-Fragen benötigt werden

Abbildung 17 | "QuizManager"-Skript als Komponente des QuizManager GameObjects

Zudem wurde das simple „QuestionandAnswer“Skript für die Fragen und Antworten erstellt sowie das „AnswerScript“-Skript, welches definiert, dass die Antwort, die im Inspector als richtig definiert wird, in grüner Farbe aufleuchtet und somit die anderen falschen Antworten beim Anklicken rot aufleuchten (*siehe Abbildung 18*).

```
0 Verweise
public void Answer()

{
    if(isCorrect)
    {
        GetComponent<Image>().color = Color.green;
        Debug.Log("Correct Answer");
        quizManager.Correct();
    }
    else
    {
        GetComponent<Image>().color = Color.red;
        Debug.Log("Wrong Answer");
        quizManager.Wrong();
    }
}
```

Abbildung 18 | If-Funktion zur Rückmeldung der richtig bzw. falsch angeklickten Frage mittels Farben im "AnswerSkript"-Skript

### 6.3 Umsetzung der Wald-Scene

Für die Erstellung der Wald-Scene wurde ein YouTube-Video von UGURUZ (2020) hinzugezogen.

Zu Beginn wurde ein einfaches Terrain erstellt, das mithilfe der Paint-Terrain-Section im Inspector bearbeitet wurde. Zuerst wurde hier der Boden unebener gemacht, indem mit dem Brush die Ebene angehoben bzw. abgesenkt wurde. Als nächstes wurde ein Terrain-Layer ausgewählt, sodass der Boden den Effekt einer Grasfläche erhält. Für die Standard-Bäume im Wald wurden mithilfe der Paint-Trees-Section verschiedene Bäume aus dem Asset „Dream Forest Tree“ eingefügt. Dieses Asset war zu Beginn unseres Projekts kostenlos im Unity Asset Store zu erwerben, später wurde es jedoch kostenpflichtig. Daher haben wir dieses Asset als .unitypackage mit abgegeben. Wir entschieden uns für 2-3 verschiedene Bäume, sodass der Wald etwas abwechslungsreicher aussieht, jedoch nicht zu aufwändig und dementsprechend zu ablenkend für den Anwendenden wirkt. Wir haben nach und nach mit der Funktion „Mass Place Trees“ immer mehrere Bäume eingefügt, bis wir mit dem Ergebnis zufrieden waren. Danach haben wir in der Mitte des Terrains Bäume entfernt, sodass der Startplatz entstand, an dem der oder die UserIn einsteigt und auch den Screen sowohl mit der Aufgabenstellung (*siehe Abbildung 19*) als auch mit den Fragen angezeigt bekommt.

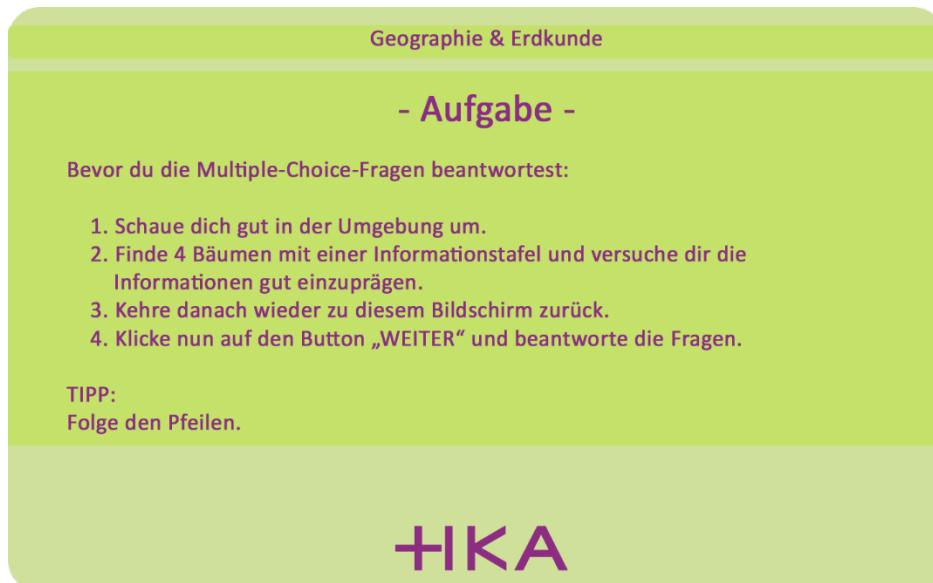


Abbildung 19 | Aufgabenstellung für den Themenbereich Geographie/Erdkunde in der "Forest"-Scene

Als nächstes entschieden wir uns dazu, die vier verschiedenen Baumarten, die der Nutzende finden soll, rund um diesen Startplatz aufzustellen mit einiger Entfernung, sodass eine große Weite der Fläche erkundet werden muss. Damit der oder die NutzerIn die Bäume einfacher findet, haben wir die Wege sowie die Fläche des Startplatzes mit einer anderen Layer versehen, die den Anschein eines befestigten Feldwegs gibt. Wieder mit der Funktion „Paint Texture“ wird eine bräunliche Layer ausgewählt und der Startplatz sowie vier verschiedene Wege mithilfe des Brushes eingezeichnet. Anschließend wurden die Bäume rund um die Wege ebenfalls entfernt, damit die Wege leicht zu finden und zu gehen sind. Anschließend wurden vier Low-Poly-Bäume, die sich visuell stark von den Bäumen des Waldes abgrenzen jeweils an das Ende eines Weges platziert (*siehe Abbildung 20*).



Abbildung 20 | Wald-Terrain mit Wegen und vier Low-Poly-Bäumen

Diese stehen stellvertretend für die Baumarten Nadelbäume, Weidengewächse, Buchengewächse und Palmen. Zu diesen Low-Poly-Bäumen haben wir jeweils eine Informationstafel eingefügt, die Informationen zu diesen Baumarten aufzeigen ([siehe Abbildung 21](#)).

## NADELBÄUME

Die meisten Nadelbäume tragen keine Blätter, sondern Nadeln. So unterscheiden sie sich von den Laubbäumen. Man nennt sie auch Nadelhölzer oder Koniferen. Dieser Name kommt aus dem Latein und bedeutet Zapfenträger.

Die häufigsten Nadelbäume in unseren Wäldern sind die Fichten, die Kiefern und die Tannen.

Nadelbäume verlieren ihre Nadeln nach einigen Jahren, wenn sie alt sind. Sie werden aber ständig durch neue Nadeln ersetzt, so sieht man das kaum. Deshalb bezeichnet man sie auch als „immergrüne Bäume“. Die einzige Ausnahme ist die Lärche: Ihre Nadeln werden jeden Herbst goldgelb und fallen dann zu Boden.

Abbildung 21 | Informationen zu der Baumart Nadelbäume

Aufgabe des Nutzers oder der Nutzerin ist es, diese Informationstafeln zu finden, sich die Inhalte zu merken und die Fragen, die sich auf diese Inhalte beziehen, zu beantworten.

Dementsprechend haben wir in dieser Wald-Scene den gleichen Multiple-Choice-Screen, wie auch im vorherigen Abschnitt beschrieben, eingefügt, sodass der Nutzende die Fragen angezeigt bekommt und diese auch beantworten kann. Auch die animierten Hände und das Locomotion System wurde wie in der Basic-Scene übernommen. So kann der oder die NutzerIn sich wie auch in der Basic-Scene navigieren und mit den Controllern die Fragen beantworten. Dennoch haben wir auf dem Startplatz eine weitere Informationstafel eingefügt, die wieder die Benutzung der Controller erklärt, damit garantiert wird, dass der Nutzende sich zurechtfindet. Des Weiteren haben wir für eine gute Userführung Pfeil-Tafeln eingefügt, die dem Anwendenden zu Beginn eine Hilfestellung geben, in welcher Richtung er die verschiedenen Bäume findet.

Durch all diese zusätzlichen Maßnahmen ist gewährleistet, dass sich der oder die NutzerIn in dieser Scene optimal zurechtfindet und die Aufgaben dadurch problemlos lösen kann. Nach Abschluss dieser Lerneinheit kann der oder die NutzerIn entscheiden, ob er die Aufgaben innerhalb dieser Scene wiederholen möchte, oder ob er oder sie zur Basic-Scene und damit zur Auswahl der Themenbereiche zurückkehren möchte.

#### 6.4 Umsetzung der Stadt-Scene

Für die technische Umsetzung der Stadt-Scene wurde das Asset „Real New York City Vol. 2“ verwendet. Da das Asset etwas zu groß für unsere Zwecke war, wurden Teile der Stadt entfernt.

Die Stadt-Scene erscheint, sobald die NutzerInnen in dem Themenbereich Geschichte den „Level 2“-Button auswählen, da dieser Button als Trigger für den Scene-Wechsel dient. Die NutzerInnen befinden sich dann in der virtuellen Umgebung von New York City am Columbus Circle. Dort finden die NutzerInnen eine Aufgabenstellung (*siehe Abbildung 22*) und eine Informationstafel zur Nutzung der Controller (*siehe Abbildung 34*).

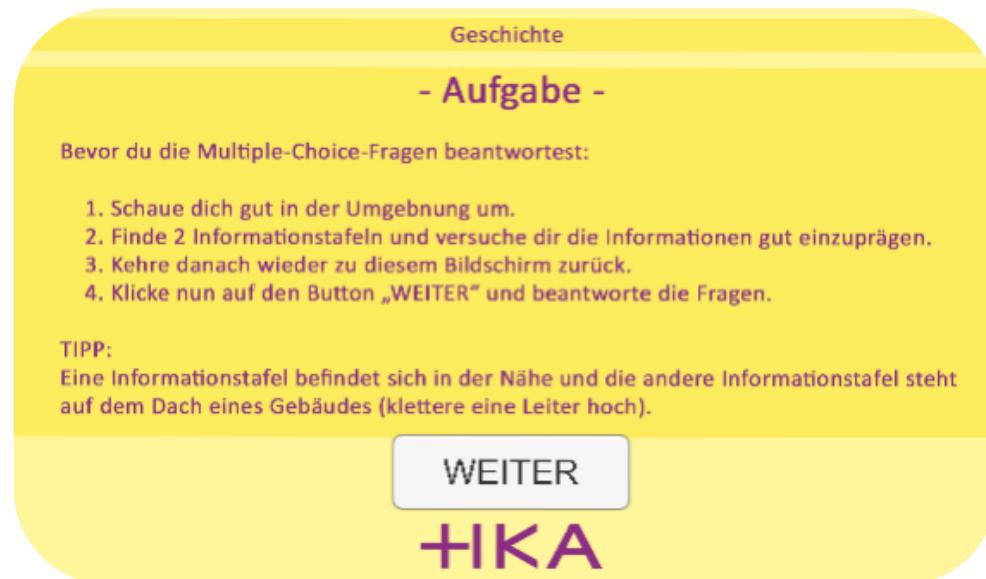


Abbildung 22 | Aufgabenstellung für den Themenbereich Geschichte (Level 2) in der "Stadt"-Scene

Bei dieser Aufgabe geht es darum, das explorative Verhalten der NutzerInnen zu fördern und sie dazu zu animieren, sich in der Stadt-Umgebung umzuschauen. Dadurch, dass sich die NutzerInnen in der Umgebung bewegen, soll ihre Neugierde und ihr Interesse gesteigert werden, sodass die Informationen (*siehe Abbildung 23*) zu den einzelnen Sehenswürdigkeiten besser eingeprägt werden können.

## COLUMBUS CIRCLE (NEW YORK)

Der Columbus Circle (Kolumbus-Kreis) ist ein größerer Platz in New York City. Er liegt an der südwestlichen Ecke des Central Park in Manhattan.

Der Kreisverkehr wurde von William Phelps Eno entworfen, einem Geschäftsmann, der für eine Vielzahl von Erfindungen der Verkehrssicherheit bekannt ist. Der Bau wurde 1905 fertiggestellt.

Benannt nach Christoph Kolumbus wurde das Monument 1892 als Beitrag zum New Yorker Gedenktag des 400. Jahrestages der Entdeckung Amerikas errichtet.

Abbildung 23 | Informationen zum Columbus Circle

Da laut dem M-iVR-L Modell Bewegung und Interaktionen sehr förderlich für die Aufnahme von Informationen ist, wurde in dieser Scene das Klettern im virtuellen Raum für die NutzerInnen ermöglicht. Um die Informationstafel für das Museum of Arts und Design lesen zu können, müsse die NutzerInnen zunächst dieses Museum mittels Leiter hochklettern, wo auf dem Dach des Gebäudes die Informationstafel zu sehen ist. Außerdem wurde für das Klettern eine Informationstafel in der Nähe der Leiter aufgestellt, um den NutzerInnen eine Hilfestellung bezüglich des Kletterns im virtuellen Raum zu geben (*siehe Abbildung 24*).



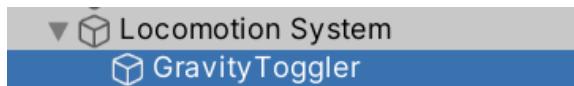
Abbildung 24 | Informationstafel fürs Klettern in der "Stadt"-Scene

Um das Klettern in der „Stadt“-Scene technisch zu ermöglichen, wurden die Skripte „ClimbAnchor“, „ClimbingProvider“, „GravityToggler“ und „VelocityContainer“ nach dem Tutorial von VR WITH ANDREW (2022) erstellt.

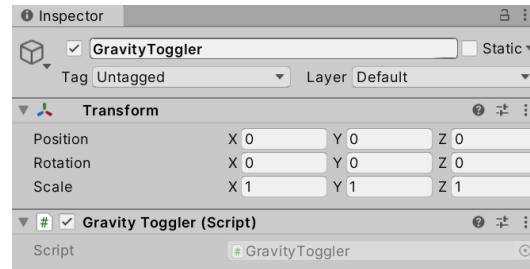
Außerdem wurde das Skript „CharacterDriver“ der XR-Origin als Komponente hinzugefügt. Das „CharacterDriver“-Skript basiert auf dem von Unity bereitgestelltem „CharacterDriver“-Skript und hat

lediglich die Anpassung, dass sich der Character Controller updatet, wenn sich das Headset bzw. die Kamera bewegt und es unabhängig davon funktioniert, welches Locomotion System gerade verwendet wird.

Das „GravityToggler“-Skript wurde eingesetzt, da das XR Toolkit immer die Schwerkraft aktiviert, wenn der Continuous Move Provider verwendet wird, sodass der Charakter auf den „Boden“ gezogen wird. Um die Schwerkraft während dem Klettern zu deaktivieren wurde das Skript „GravityToggler“ eingesetzt. Das „GravityToggler“-Skript wurde dem GameObject „Gravity Toggler“ als Komponente hinzugefügt ([siehe Abbildung 26](#))[Abbildung 25](#). Das GameObject „Gravity Toggler“ wurde als Kindelement dem Locomotion System untergeordnet ([siehe Abbildung 25](#)).

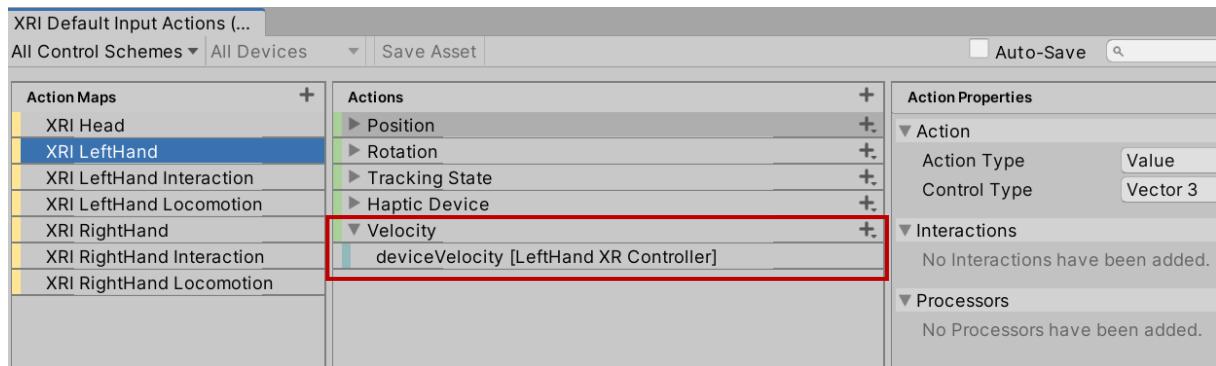


*Abbildung 25 | "Gravity Toggler"-GameObject (Hierarchy-Fenster)*

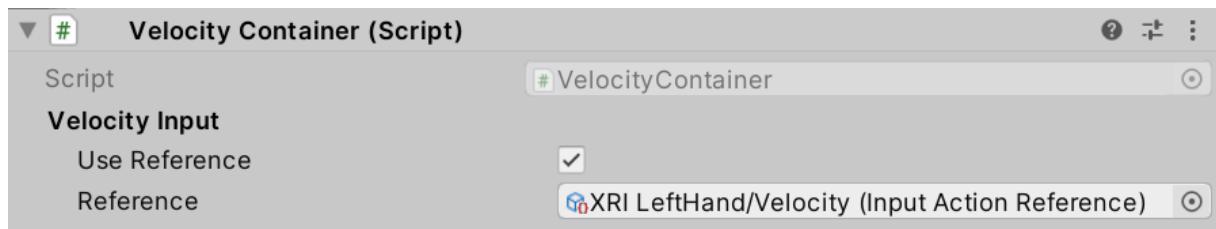


*Abbildung 26 | "GravityToggler"-Skript als Komponente des "Gravity Toggler"-GameObjects*

Des Weiteren wurde die Input Actions (XRI Default Input Actions) für den rechten und den linken Controller, um das Klettern zu ermöglichen, angepasst ([siehe Abbildung 27](#)). Außerdem wird ein „VelocityContainer“-Skript erstellt, welches die Aktion beinhaltet und als Komponente sowohl dem rechten als auch dem linken Controller hinzugefügt wird ([siehe Abbildung 28](#)). Im Feld Reference muss darauf geachtet werden, den entsprechenden Controller, welcher bei den Input Actions ausgewählt wurde, zu verknüpfen.



*Abbildung 27 | Velocity-Action für den linken XRI Controller (und analog den rechten XRI Controller)*



*Abbildung 28 | "VelocityContainer"-Skript als Komponente des rechten und linken Controllers*

Zusätzlich wird ein „ClimbAnchor“-Skript erstellt, welches der Leiter als Komponente zugewiesen wird ([siehe Abbildung 29](#)). Dadurch wird ermöglicht, dass jedes Mal, wenn der Anker von einem

Direct Interactor eines Controllers gegriffen wird, der Velocity Container der Controller angesprochen und zum Climbing Provider gesendet wird. Das „ClimbingProvider“-Skript dient als eine Art Locomotion Provider fürs Klettern und sorgt unter anderem dafür, dass sich die XR-Origin beim Klettern an der Y-Achse verschiebt solange der ClimbAnchor der Leiter mittels Direct Interactor der Controller gegriffen wird. Wird der ClimAnchor (bzw. die Leiter) losgelassen, so verschiebt sich die XR-Origin (Character) an den Ausgangspunkt (Boden) zurück.

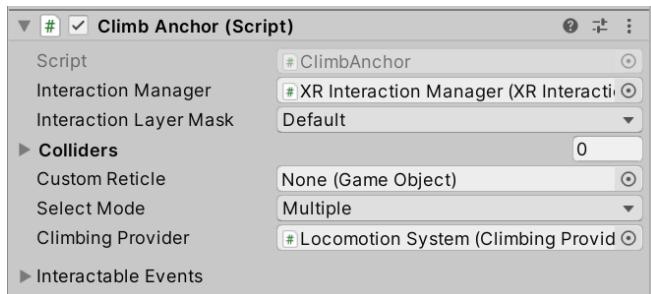


Abbildung 29 | "ClimbAnchor"-Skript als Komponente der Leiter

**6.4.1 Probleme hinsichtlich der technischen Umsetzung von Klettern im virtuellen Raum**  
 Damit das Klettern ordnungsgemäß mit beiden Controllern funktioniert, muss beiden Controllern der Direct Interactor als Komponente hinzugefügt werden. Dies stellte uns bei unserer Umsetzung vor eine Hürde, da wir für den rechten Controller einen Ray Interactor benötigen, sodass die NutzerInnen die Multiple-Choice-Fragen auf dem Screen beantworten können. Um diese Problematik zu lösen, wurde zusätzlich zum Direct Interactor, welcher dem rechten Controller als Komponente hinzugefügt wurde, das GameObject Ray Interactor als Kindelement dem rechten Controller untergeordnet (*siehe Abbildung 30*) sowie das „Ray Toggler“-Skript erstellt, damit die Funktionalitäten der beiden Interactor ordnungsgemäß funktionieren.

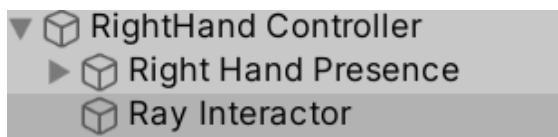


Abbildung 30 | "Ray Interactor"-GameObject als Kindelement des rechten Controllers

Aufgrund dieser Problemlösung unterscheidet sich jedoch die Nutzung der Controller in der „Stadt“-Scene von den anderen beiden Scenes. Um die NutzerInnen darauf hinzuweisen wurden Informationstafel zur Nutzung der Controller in jeder Scene aufgestellt (*siehe Kapitel 6.6.2. Informationstafeln*).

## 6.5 Scene-Wechsel einrichten

Da unsere Quiz-Anwendung mehrere Scenes beinhaltet, welche jeweils dann aufgerufen werden sollen, wenn entweder der entsprechende Themenbereich oder ein bestimmtes Level von den NutzerInnen mittels Raycast ausgewählt wird, haben wir in die Hierarchy einen SceneManager hinzugefügt. Bei dem SceneManager handelt es sich um ein einfaches GameObject, dem das Skript ChangeSceneWithButton im Inspector zugewiesen wurde (*siehe Abbildung 32*). Außerdem muss dem jeweiligen Button, welcher als Auslöser für den Scene-Wechsel dienen soll, ein On Click Event zugewiesen werden und festgelegt werden zu welcher Scene beim Anklicken des Buttons gewechselt werden soll (*siehe Abbildung 31*).

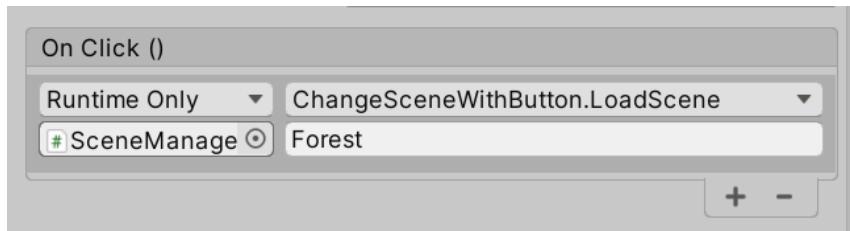


Abbildung 31 | On Click Event für den Scene-Wechsel (Inspector-Fenster)

Dieses Skript ermöglicht einen Scene-Wechsel sobald der entsprechende Button betätigt wird.

Wenn die NutzerInnen beispielsweise den Themenbereich-Button Geographie/Erdkunde anklicken, wechselt die Szene von der „Multiple\_Choice\_Scene“ zur „Forest“-Szene.

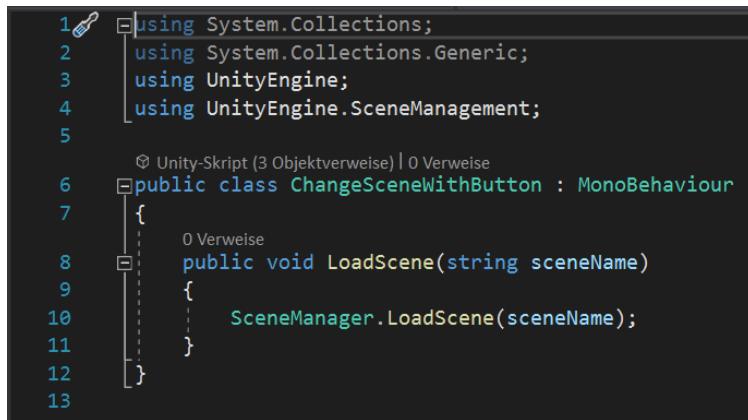


Abbildung 32 | "ChangeSceneWithButton"-Skript

## 6.6 Weitere Features

### 6.6.1 Hintergrundmusik

Damit unsere virtuelle Quiz-Anwendung auch eine auditive Komponente bekommt und sich die immersive Lernerfahrung angenehmer anfühlt, haben wir jeder Scene eine Hintergrundmusik beigefügt. Hierfür wurde ein GameObject (**BackgroundAudio**) in die Hierarchy eingefügt, welchem eine Audio Source als Komponente hinzugefügt wurde. Dort wurde die entsprechende Audio-Datei in das Feld AudioClip eingefügt. Außerdem wurde festgelegt, dass die Audio-Datei direkt mit dem Start der Anwendung abgespielt wird und sich in einer Endlosschleife wiederholt (siehe Abbildung 33).

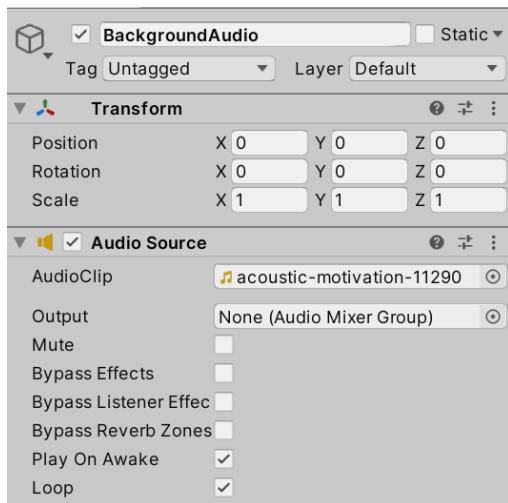
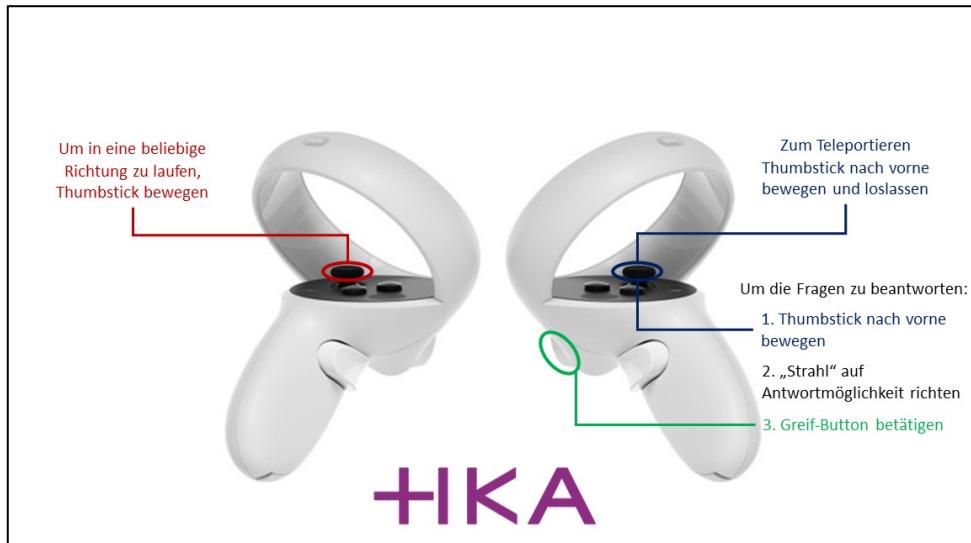


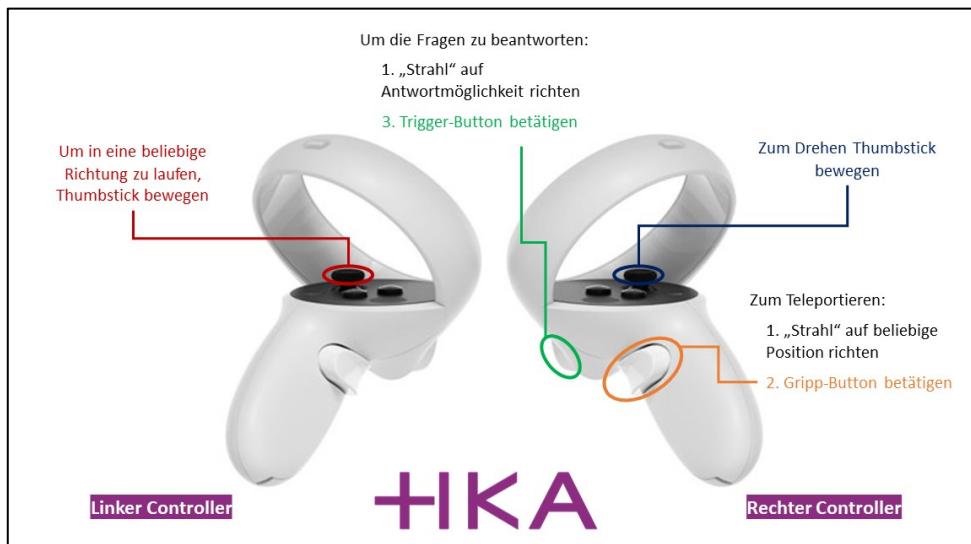
Abbildung 33 | Hintergrundmusik mithilfe der Komponente Audio Source (Inspector-Fenster)

## 6.6.2 Informationstafeln

Aufgrund der Notwendigkeit sowohl einen Ray Interactor als auch einen Direct Interactor für den rechten Controller nutzen zu müssen, sowie die dadurch entstandene unterschiedliche Nutzung der Controller in der „Stadt“-Scene, wurden Informationstafel in jeder Scene aufgestellt. Dadurch sollen die NutzerInnen auf die Nutzung der Controller hingewiesen und ihnen eine Hilfestellung gegeben werden. In der [Abbildung 34](#) sowie der [Abbildung 35](#) werden die genannten Informationstafeln abgebildet.



*Abbildung 34 | Informationstafel zur Nutzung der Controller in der "Stadt"-Scene*



*Abbildung 35 | Informationstafel zur Nutzung der Controller in der "Multiple\_Choice\_Scene" und der "Forest"-Scene*

## 7 Literaturverzeichnis

---

- FORELLA, LOGAN / RICHARD E. MAYER (2016): «Eight Ways to Promote Generative Learning». *Educational Psychology Review* 28 (4): 717–41. Springer Science + Business Media : New York  
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>.
- GIBRO (2010): „Konnektivismus – Lerntheorie für das digitale Zeitalter“.  
<<https://dotcomblog.de/konnektivismus-lerntheorie-fur-das-digitale-zeitalter/>> [Stand: 08.07.2010 Zugriff: 17.04.2022, 15:40 MESZ]
- HEINEMANN, FELIX (2018): „Studierende zum Lernen motivieren“. <<https://blog.e-learning.tu-darmstadt.de/2018/09/19/studierende-zum-lernen-motiviere/>> [Stand: 19.09.2018 Zugriff: 28.05.2022, 15:43 MESZ]
- KERGEL, D. / HEIDKAMP-KERGEL, B. (2020): E-Learning, E-Didaktik und digitales Lernen : Diversität und Bildung im digitalen Zeitalter. Springer : Wiesbaden
- LEYH, CHRISTIAN / STRAHRINGER, SUSANNE (Hrsg.) (2018): Gamification und Serious Games : Grundlagen, Vorgehen und Anwendungen. Springer : Dresden
- PRICEWATERHOUSECOOPERS GMBH (2021): „Ist körperliche Fitness gut für den Kopf?“.  
<<https://www.pwc.com/us/en/tech-effect/emerging-tech/virtual-reality-study.html>> [Stand: 04.06.2021 Zugriff: 02.04.2022, 13:20 MESZ]
- SCHEITER, KATHARINA / BIRGIT BRUCKER / SHAARON AINSWORTH (2020): «Now Move like That Fish» : Can Enactment Help Learners Come to Understand Dynamic Motion Presented in Photographs and Videos?. *Computers & Education* 155 (Oktober): 103934.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103934>.
- SIEMENS, GEORGE (2005): Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. In: Tomei, Lawrence et al. (2005): International journal of instructional technology and distance learning. Duquesne University: Duquesne.
- THE GAME GUY (2020): „How to make a Quiz Game with Multiple Choices in Unity.“  
<[https://www.youtube.com/watch?v=G9QDFB2RQGA&ab\\_channel=TheGameGuy](https://www.youtube.com/watch?v=G9QDFB2RQGA&ab_channel=TheGameGuy)> [Stand: k.A. Zugriff: 11.05.2022, 09:10 MESZ]
- UGURUZ (2020): „How to Make Beautiful Terrain in Unity 2020 | Beginner Tutorial“.  
<<https://www.youtube.com/watch?v=ddy12WHqt-M>> [Stand: 15.07.2020 Zugriff: 28.05.2022, 09:25 MESZ]
- VR WITH ANDREW (2022): „XR Toolkit Intermediate Programming - Climbing“.  
<[https://www.youtube.com/watch?v=qKDzZd0sjxQ&ab\\_channel=VRwithAndrew](https://www.youtube.com/watch?v=qKDzZd0sjxQ&ab_channel=VRwithAndrew)> [Stand: k.A. Zugriff: 06.06.2022, 10:35 MESZ]
- WEB CAMPUS (o.J.): „Taxonomie nach Bloom im E-Learning“.  
<<https://www.webcampus.de/blog/283/taxonomie-nach-bloom-im-elearning>> [Stand: k.A. Zugriff: 16.05.2022, 12:55 MESZ]