

# **VR-Sporteinheit zum Erwerb koordinativer Fähigkeiten**

Jan Lemcke, Eric Richter, Edzard Weber und Axel Wiepke

## **Zusammenfassung**

Koordinative Fähigkeiten sind essenziell, um sportliche Bewegungen erfolgreich auszuführen, und ihre Förderung stellt ein zentrales Ziel des Sportunterrichts dar. Das individualisierte Üben dieser Fähigkeiten ist jedoch anspruchsvoll, da Schüler:innen in ihren Voraussetzungen heterogen sind. Eine VR-Anwendung kann klassische Übungsformate sinnvoll ergänzen, indem sie ein individuelles, differenziertes Üben in einer sicheren Lernumgebung ermöglicht. Der Artikel beschreibt dies exemplarisch: Zu diesem Zweck wurden eine spezifische VR-Anwendung und ein detaillierter Unterrichtsplan entwickelt und in einer Unterrichtsstunde mit einer vierten Klasse pilotiert. Erste Beobachtungen zeigen, dass die Lernenden sich engagiert an VR-basierte Bewegungsaufgaben beteiligten, ihre koordinativen Fähigkeiten steigern und diese erfolgreich in traditionellen Übungen anwenden konnten. Implikationen und Herausforderungen für die praktische Umsetzung werden diskutiert.

## **VR sports lesson to acquire coordination skills**

### **Abstract**

Coordination skills are essential for performing sports movements successfully, and their promotion is a key goal of physical education. However, individualized practice of these skills can be challenging due to the heterogeneous abilities of students. A VR application can complement traditional training formats by enabling personalized, differentiated practice in a safe learning environment. This article illustrates this approach by presenting a specific VR application and a detailed lesson plan, which were piloted in a physical education class with fourth-grade students. Initial observations indicate that students engaged actively in VR-based movement tasks, improved their coordination skills, and successfully applied these skills in traditional exercises. Implications and challenges for practical implementation are discussed.

## **1 Einleitung**

### **1.1 Motivation**

Die Förderung koordinativer Fähigkeiten zählt zu den zentralen Zielen des Sportunterrichts, wie sie in den Rahmenlehrplänen verschiedener Bundesländer festgelegt sind. Koordinative Fähigkeiten, die unter anderem Gleichgewicht, Rhythmus und räumliche Orientierung umfassen, sind sowohl für sportliche als auch für alltägliche Bewegungen essenziell und tragen insbesondere im Kindes- und Jugendalter wesentlich zur motorischen und kognitiven Entwicklung bei (Ericsson & Karlsson, 2012; Altinkök, 2016). Studien zeigen, dass regelmässiger, qualitativ hochwertiger Sportunterricht nicht nur die koordinativen, sondern auch die kognitiven Fähigkeiten der Schüler:innen verbessert und sich positiv auf deren schulische Leistungen auswirkt (Ericsson & Karlsson, 2012). Trotz dieser Erkenntnisse stossen herkömmliche Ansätze im Sportunterricht oft an ihre Grenzen, wenn es darum geht, eine individuelle Förderung zu gewährleisten und motivierende, differenzierte Lerngelegenheiten zu bieten.

In den letzten Jahren hat sich Virtual Reality (VR) als vielversprechendes Werkzeug zur Unterstützung des motorischen Lernens etabliert. Die Technologie ermöglicht es, realitätsnahe Szenarien in einer kontrollierten Umgebung zu simulieren, wodurch Lernende gezieltes Feedback erhalten und Bewegungsabläufe in einer sicheren, wiederholbaren Umgebung üben können (Rahm et al., 2018; Levac, Huber & Sternad, 2019). Erste Studien belegen zudem, dass VR-basierte Programme erfolgreich dazu beitragen, grobmotorische Fähigkeiten bei Kindern mit Entwicklungsstörungen zu fördern (Ren & Wu, 2019). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass VR auch im schulischen Kontext zur Förderung koordinativer Fähigkeiten eingesetzt werden könnte.

Allerdings besteht bislang eine Forschungslücke bezüglich der Frage, inwiefern in VR erlernte koordinative Übungen auf den physischen Raum übertragen werden können, insbesondere im Sportunterricht an Schulen. Während VR-basiertes Training für Erwachsene, wie etwa für Athlet:innen oder Mediziner:innen, bereits erfolgreich eingesetzt wird, ist die Anwendbarkeit dieser Ansätze bei Schüler:innen im Kindes- und Jugendalter im schulischen Sportunterricht noch weitgehend unerforscht.

Diese Studie zielt darauf ab, diese Lücke zu schliessen, indem sie untersucht, ob und in welchem Ausmass koordinative Übungen, die in VR praktiziert werden, auf ähnliche Übungen in einer realen Sportumgebung übertragen werden können. Ziel ist es nicht, die Wirkung von VR als unterstützendes Werkzeug im Sportunterricht zu verstehen, sondern exemplarisch ein VR-gestütztes Unterrichtskonzept zu entwickeln, welches eine praxisnahe, effizientere und motivierendere Förderung koordinativer Fähigkeiten ermöglicht. Durch einen gestaltungsorientierten Forschungsansatz soll untersucht werden, wie VR-basierte Lerneinheiten so

strukturiert werden können, dass eine bessere Übertragbarkeit motorischer Fähigkeiten bei Schüler:innen gewährleistet wird.

### **1.2 Aufbau**

Um die Frage zu beantworten, ob und in welchem Ausmass koordinative Übungen, die in VR praktiziert werden, auf den physischen Sportunterricht übertragen werden können, wurde ein gestaltungsorientierter Forschungsansatz gewählt (Peffer et al., 2007). Dieser Ansatz zielt nicht darauf ab, allgemeine Wirkzusammenhänge zwischen virtuellen und physischen Sporteinheiten aufzuzeigen. Das Erkenntnisziel liegt darin aufzuzeigen, wie etwas für einen bestimmten Kontext verbessert werden kann. In diesem Anwendungsfall liegt der Fokus auf der konkreten Verbesserung der Unterrichtsgestaltung, um den Sportunterricht praxisnah, effizienter und motivierender zu gestalten. Das Erkenntnisziel ist es, zu zeigen, wie VR-basierte Konzepte für die Förderung koordinativer Fähigkeiten in der Praxis optimal umgesetzt werden können. Dabei steht die praktische Anwendbarkeit im Vordergrund, wobei VR als Ausgangspunkt der Überlegungen dient.

Der Aufbau dieser Arbeit richtet sich nach dem Vorgehen der Design Science Research Methodologie (DSRM) (Peffer et al., 2007). Dieses Vorgehen umfasst sechs Phasen: Problemanalyse/Motivation, Zielanalyse, Design/Konzeption, Demonstration, Evaluation, Ergebniskommunikation. Die DSRM erlaubt unterschiedliche Einstiegspunkte für die konkrete Beantwortung der Forschungsfrage. Es können ein identifiziertes Problem, bereits ermittelte Zielvorstellungen, ein vorhandenes Konzept oder Anwendungserfahrungen aus einem anderen Kontext sein. Diese Arbeit hat als Einstiegspunkt für den Forschungsprozess die positiven Erfahrungen, die in anderen Kontexten mit VR-Lerneinheiten gemacht worden sind.

Die Problemanalyse (siehe Abs. 2) wird anhand der in der Literatur aufgezeigten Herausforderungen an das Training koordinativer Fähigkeiten aufgezeigt. Die Motivation nimmt Bezug auf erfolgreiche Anwendungen von VR im Sportunterricht. Darauf aufbauend werden Ziele definiert, die eine verbesserte Lösung bzw. ein innovatives Unterrichtskonzept speziell für das Koordinationstraining erfüllen soll (siehe Abs. 3). Diese Anforderungen werden zum einen aus der Literatur abgeleitet. Zum anderen fanden Experteninterviews mit Sporttrainern und -lehrern aus dem Grundschul- und Jugendbereich statt.

In der Design- und Konzeptionsphase (siehe Abs. 4) werden diese Ziele und Anforderungen in einen Entwurf für ein Unterrichtskonzept umgesetzt. Dieses besteht sowohl aus Unterrichtspläne als auch einer im Rahmen dieser Untersuchung entwickelten VR-Anwendung.

Unterrichtspläne und VR-Anwendung werden dann in einer regulären Unterrichtsstunde bzw. in Trainingseinheiten erprobt (siehe Abs. 5).

Die Evaluation (siehe Abs. 6) überprüft den Erfüllungsgrad der in der Zielanalyse gestellten Anforderungen und klärt die konkreten Rahmenbedingungen für erfolgreiche bzw. nicht erfolgreiche Umsetzungsaspekte. Diese Erkenntnisse sollen anderen potenziellen Anwendern eine Umsetzung von VR-Konzepten erleichtern. Als Teil der Ergebniskommunikation (siehe Abs. 7) werden die Massnahmen zu(r) Weiternutzung von den Erkenntnissen, Erfahrungen, den Unterrichtskonzepten, der VR-Anwendung und verfügbarer Hardware vorgestellt.

## **2 Problemanalyse**

Koordinative Fähigkeiten spielen eine zentrale Rolle in der zeitlichen und räumlichen Steuerung von Bewegungen und sind grundlegend für eine Vielzahl sportlicher und alltäglicher Aktivitäten (Mittermaier, 2017; Golle, Mechling & Granacher, 2019). Diese Fähigkeiten, zu denen unter anderem Gleichgewicht, Rhythmus und die Fähigkeit zur Anpassung von Bewegungen an wechselnde Umgebungen gehören, entwickeln sich vor allem im Kindes- und Jugendalter besonders stark und beeinflussen sowohl die motorische als auch die kognitive Entwicklung nachhaltig (Altinkök, 2016; Ericsson & Karlsson, 2012). Sie werden nicht angeboren, sondern entwickeln sich durch gezielte Übung und regelmässiges Training (Golle et al., 2019; Roth, 2013).

Der Sportunterricht verfolgt nach Vorgaben unterschiedlicher landesspezifischer Rahmenlehrpläne für das Fach Sport das Ziel, einen Beitrag zur Entwicklung koordinativer Fähigkeiten zu leisten. Er unterstützt Schüler:innen dabei, ihre motorische Steuerungsfähigkeit zu entwickeln, welche als Grundlage für komplexere Bewegungsabläufe und sportliche Leistungen dient. Diese motorische Steuerung, die über die präzise Koordination von Bewegungen erreicht wird, ermöglicht es den Lernenden, Bewegungsanforderungen flexibel zu bewältigen und sich auf wechselnde Umstände einzustellen (Altinkök, 2016). Studien zeigen, dass Schüler:innen, die regelmässig an qualitativ hochwertigem Sportunterricht teilnehmen, nicht nur ihre koordinativen Fähigkeiten, sondern auch ihre kognitiven Fähigkeiten verbessern, was sich positiv auf ihre schulischen Leistungen auswirkt (Ericsson & Karlsson, 2012).

Darüber hinaus trägt der Sportunterricht dazu bei, dass Schüler:innen ihre Bewegungsvielfalt erweitern und verschiedene koordinative Herausforderungen meistern. Diese Fähigkeiten sind sowohl für das Erlernen neuer sportlicher Techniken als auch für die Anpassung an unterschiedliche Bewegungsanforderungen von Bedeutung (Ljach & Witkowski, 2010). Koordinative Fähigkeiten stellen somit einen wichtigen Bestandteil der sportlichen Ausbildung dar und können langfristig zur Förderung der allgemeinen Gesundheit und des Wohlbefindens beitragen.

In den letzten Jahren hat sich VR als vielversprechendes Werkzeug zur Förderung koordinativer Fähigkeiten etabliert, insbesondere in Bereichen, in denen präzise Bewegungsabläufe trainiert werden müssen. VR wird bereits erfolgreich in anderen Bereichen eingesetzt, etwa im chirurgischen Training, um komplexe motorische Fähigkeiten zu verbessern (Rahm et al., 2018). Studien zeigen, dass die Simulation realer Umgebungen in VR einen wertvollen Beitrag zur Entwicklung motorischer Fertigkeiten leisten kann, indem sie den Lernenden ermöglicht, in einer sicheren, kontrollierten Umgebung zu üben (Levac, Huber & Sternad, 2019). Diese Technologie bietet den Vorteil, dass sie eine präzise Steuerung von Aufgabenparametern erlaubt und dabei hilft, das Lernen komplexer Fähigkeiten gezielt zu fördern (Harris et al., 2020).

Auch im sportlichen Kontext eröffnet VR neue Wege zur Bewegungsanalyse und der Möglichkeit der Trainingsvariation. Bideau et al. konnten zeigen, dass ein Handballtorhüter dieselben natürlichen Bewegungen macht, um einen Ball abzuwehren, unabhängig davon, ob es sich um einen echten Wurf oder um einen simulierten Wurf in VR handelt (Bideau et al., 2003). Das visuelle Erfassen der Flugrichtung eines Balls gelingt nach Vignais et al. ebenfalls besser im virtuellen Raum anstelle beim Anschauen eines Videos (Vignais et al., 2015). In der Studie von Pastel et al. konnte anhand des Technikerwerbs des Soto Uke in Karate zwar kein signifikanter Unterschied zwischen dem Einsatz von VR und dem Zeigen eines Videos identifiziert werden, jedoch wird verdeutlicht, dass VR noch unausgeschöpftes Potential, wie etwa das Echtzeit-Tracking der Bewegung, besitzt (Pastel et al., 2022). In weiteren Sportarten wie Darts und Baseball wurde gezeigt, dass Personen, die die Bewegungen im virtuellen Raum trainieren, diese in der Realität anwenden oder verbessern können (Gray 2017; Tirp et al., 2015). Insbesondere im Bereich der Rehabilitation und des Trainings von motorischen Fähigkeiten bieten VR-basierte Programme Kindern mit Entwicklungsstörungen wie der Cerebralparese Hilfestellungen zur Verbesserung ihrer grobmotorischen Fähigkeiten (Ren & Wu, 2019). Diese Technologie könnte daher auch im schulischen Sportunterricht zur Förderung koordinativer Fähigkeiten eingesetzt werden. Besonders im Umgang mit jungen Lernenden ermöglicht VR ein immersives und ansprechendes Trainingserlebnis, das motivierend wirkt und gleichzeitig die Entwicklung motorischer Fertigkeiten unterstützt (Minissi et al., 2023).

### **3 Zielanalyse**

Virtual Reality (VR) ist ein Konzept, das in der Forschung bislang keine einheitliche Definition erfahren hat, insbesondere da es in unterschiedlichen Kontexten vielfältig interpretiert wird (Kardong-Edgren et al., 2019). Im Sportunterricht rückt dabei die Verbindung von Körperlichkeit und Interaktion mit der Umgebung in den Fokus, da diese für die Gestaltung und Wirksamkeit von VR-basierten Lernangeboten

entscheidend ist. Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit die Definition von Bryson herangezogen: «Virtuelle Realität ist die Verwendung von Computertechnologie, um den Eindruck einer interaktiven dreidimensionalen Welt zu erzeugen, in der die Objekte ein Gefühl der räumlichen Präsenz haben» (Bryson, 2013, S. 1). Diese Definition hebt nicht nur die virtuelle Welt und die technologische Basis hervor, sondern betont ausdrücklich die Interaktion als zentrales Element – ein Aspekt, der in anderen Definitionen häufig unberücksichtigt bleibt.

VR nutzt eine partielle Isolation der realen Welt durch Überblendung der Sensorik durch medierte Reize aus einer virtuellen Welt. Beispiele hierfür sind ein Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) oder ein Head-Mounted Display (HMD). Ein wichtiger Bestandteil der virtuellen Darstellung ist der eigene Körper, der als virtueller Körper (Avatar) dargestellt wird. Dieser Avatar kann für die Nutzenden eine Grundlage für Verständnis sein, indem sie ihre eigene Position in der virtuellen Welt auf der Basis ihres wahrgenommenen Körpers beziehen. Zudem muss für jedes VR System ein virtueller Spielbereich eingezeichnet werden. Beim physischen verlassen dieses Bereichs werden die Anwender:innen visuell und teilweise akustisch darauf hingewiesen.

Wenn der/die Nutzer:in den Avatar als eigenen Körper akzeptiert, kann dies zu dem Eindruck führen, sich in der virtuellen Welt zu befinden, anstatt sie nur zu sehen und zu hören. Dieser spezifische Eindruck heisst Präsenz (Wirth et al., 2007). Die Erfahrung von Präsenz in VR-Umgebungen kann die Fähigkeit der Nutzer:innen verbessern, erworbenes Wissen und Fähigkeiten auf reale Szenarien zu übertragen (Salzman et al., 1999). Weiterhin korreliert das Präsenzgefühl auch mit der wahrgenommenen Lerneffektivität und der Zufriedenheit der Lernenden (Ai-Lim Lee et al., 2010).

Die Forschung zur Embodied Cognition hat gezeigt, dass Wahrnehmung und Handlung eng miteinander verbunden sind (Fischer & Coello, 2016; Robinson & Thomas, 2021). So sind VR-Technologien in angewandten Lernkontexten von Interesse durch die simultan sensorischen und motorischen Interaktionen mit kontextbezogenen Informationen möglich sind. Exemplarische Lernaktivitäten, die auf diesen Effekten beruhen sind das simulationsbasierte Lernen (Mariscal et al., 2020) oder das handlungsorientierte Lernen in VR (Zender et al., 2019).

Insbesondere schulische Bildung kann von Möglichkeiten der VR profitieren. Durch VR können gefährliche Orte und Szenarien besucht werden, ohne Lernende in Gefahr zu bringen oder enorme Kosten zu verursachen. Virtualisierte Lerngegenstände können räumlich und von allen Seiten erkundet werden. Die Technologie gilt für Lernende noch immer aus sich heraus als motivierend (Araiza-Alba et al., 2021). Und auch affektive Lernziele, wie eine Perspektivübernahme einer ungewohnten sozialen Rolle, sind möglich (Peck et al., 2013). Diese Möglichkeiten können durch den Einsatz von VR-Technologie in Schulen realisiert werden, indem

die Lernenden in immersive VR-Umgebungen eintauchen, die ihre Präsenz und Interaktion fördern. Beispiele für den Einsatz von VR-Technologie in Schulen sind die Simulation von Experimenten, die Erkundung von historischen Orten oder die Teilnahme an virtuellen Laborarbeiten. Speziell für den schulischen Sportunterricht gibt es aber nur wenig VR-Unterstützung.

Dabei können durch den Einsatz von VR-Technologie Lernende ein tieferes Verständnis von komplexen Konzepten erlangen und ihre Fähigkeiten in einer interaktiven und immersiven Umgebung entwickeln. Durch die Kombination der Technologie mit dem oben dargestellten theoretischen Fundament können effektive Lernprozesse konzipiert werden, die sowohl psychomotorische Fähigkeiten als auch komplexe Konzepte vermitteln können. Dafür bedarf es einer Ableitung der beschriebenen Potenziale zu möglichen Zielen, die in Anforderung an eine technologische Lösung übersetzt werden (siehe Tabelle 1).

<b>Potenziale</b>	<b>Zielstellung</b>	<b>Anforderung an Lösung</b>
<i>Nur vereinzelte Möglichkeiten zum regelmässigen Üben</i>	<i>Weitere Möglichkeit erschliessen, die alle Arten der Koordination abbildet</i>	<i>Dedizierte Lerneinheiten für alle Arten der Koordination</i>
<i>Sichere Umgebung im Sportunterricht benötigt</i>	<i>Verletzungsarme Umgebung schaffen</i>	<i>Abgegrenzter Spielbereich, Lernen in Tandems, Kollision durch Virtualisierung vermeiden</i>
<i>Kein beliebiger Zugang zum Lernort und zur Lehrkraft</i>	<i>Orts- und Lehrkrafts-unabhängige Trainingsmöglichkeit</i>	<i>Portable Hardware, Hilfefunktion in Form einer Anleitung</i>
<i>Nutzen von VR im schulischen Kontext unzureichend geklärt</i>	<i>Kleinschrittige Integration von VR Lernmaterial in schulischen Kontext</i>	<i>Skalierbares Unterrichtskonzept; Nutzung von VR mit lernweltnaher Umgebung</i>
<i>Neuartige Technik bedarf neuartiger Technikkompetenzen bei Lehrenden</i>	<i>Intuitive Bedienung moderner Medien ermöglichen</i>	<i>Nutzung etablierter Interaktionsmechanismen</i>
<i>Unterrichtsirrelevante aber logistisch notwendige Tätigkeiten im klassischen Trainingsmodus</i>	<i>Reduktion von Ball (zurück-)holen, Umlaufen der Mitschüler, Warten, unterrichtsfremde Gespräche</i>	<i>Etablierung der Lerntandems; Einsatz des isolierenden Medium VR</i>

<i>Limitierte Motivation in traditionellen Unterrichtsformen</i>	<i>Erschliessen weiterer Quellen der Motivation um sportliche Aktivitäten anzuregen</i>	<i>Einsatz des modernen VR Mediums inklusive grafischer Aufbereitung</i>
<i>Mobbing, Body- und Skill- Shaming</i>	<i>Privatsphäre ermöglichen (Sicherheit)</i>	<i>Optionales Streaming der VR-Ansicht</i>
<i>Passivität im physischen Raum unvermeidbar</i>	<i>Wartezeiten reduzieren, Aktivität maximieren (Effizienz)</i>	<i>Trainingsprogramme für Lerntandems können im eigenen Tempo bearbeitet werden</i>
<i>Ausschluss von Schüler:innen mit Beeinträchtigungen</i>	<i>Barrierearme Umgebung</i>	<i>Übungen reduzieren auf dedizierte Bewegungsabläufe</i>
<i>Knappheit von Ressourcen an Schulen; Beschaffung der VR-Ausstattung</i>	<i>Freie Zugänglichkeit der Unterrichtsmaterialien</i>	<i>Bereitstellung der VR-Umgebung als Open Educational Ressource (OER)</i>

*Tabelle 1: Die aufgeführten Potenziale, von denen die ersten vier aus der Literaturanalyse stammen, während die weiteren sieben aus dem zyklischen Forschungsprozess abgeleitet wurden, bildeten die Grundlage für die Entwicklung.*

#### **4 Design & Konzeption**

Die in diesem Beitrag vorgestellte Sporteinheit hat den Schwerpunkt im Bereich der allgemeinen Körper-Koordination. Ziel ist es, die VR-Anwendung so zu entwickeln, dass sie den Sportunterricht praxisnah, effizienter und motivierender gestalten kann, in dem sie isolierte und damit gut differenzierbare koordinative Übungen im virtuellen Raum abbildet.

Die geplante Sporteinheit ist konzeptionell so gestaltet, dass alle Schüler:innen identische Übungen sowohl mit als auch ohne Nutzung von VR-Brillen durchführen. Zu diesem Zweck bilden die Schüler:innen zuerst Tandems und anschliessend werden die Tandems in zwei Gruppen aufgeteilt: Eine Gruppe absolviert die Übungen ohne VR-Anwendung, während die andere Gruppe die Übungen mit Unterstützung einer VR-Anwendung durchführt. Nach einer festgelegten Zeitspanne wechseln die Tandems in den Gruppen zunächst die Übungen und später ihre Rollen, sodass alle Schüler:innen beide Szenarien (mit und ohne VR-Brille (RL)) erleben können. Das Design der VR-Anwendung ermöglicht der Lehrkraft die Auswahl verschiedener virtueller Szenen, die jeweils spezifische Übungen beinhalten. Zudem integriert die virtuelle Turnhalle einen Countdown-Timer, der den Schüler:innen die verbleibende Zeit zur Durchführung der Übungen anzeigt.

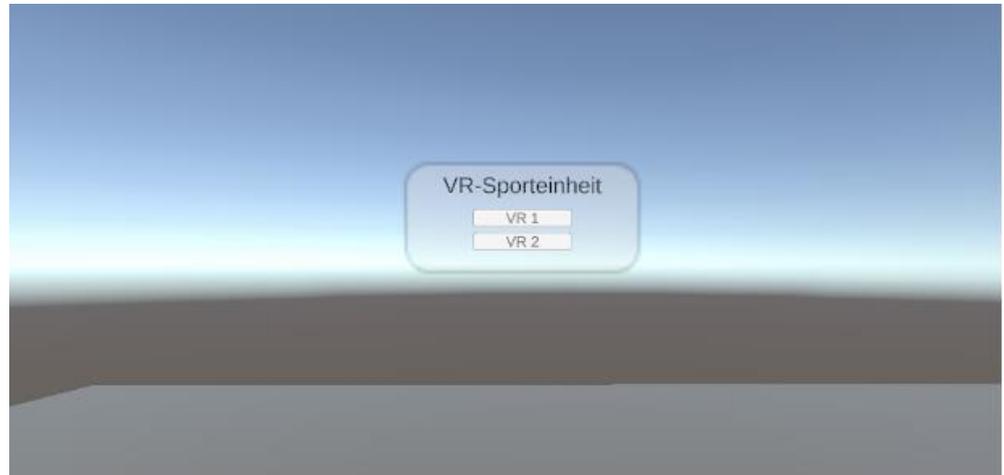


Abbildung 1 Szenenauswahl durch die Lehrkraft beim Start der Anwendung.

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

Im Allgemeinen ist die Anwendung in zwei Szenen (VR I und VR II) aufgeteilt, welche durch die Lehrkraft ausgewählt werden (siehe Abb. 1). Jede Szene findet in einer virtuellen Sporthalle statt. In der ersten Szene gibt es pro Hallenhälfte eine Übung. In der zweiten Szene wird nur eine Hallenhälfte bespielt. Ein Video, welches die Anwendung zeigt, kann auf YouTube angeschaut werden<sup>1</sup>.

### **Szene: VR I**

Die erste Szene widmet sich dem Set-Up (Aufsetzen und Einstellen der Brille) sowie dem Erlernen von unterschiedlichen VR-Interaktionen und Bewegungsformen. Den Schüler:innen steht eine virtuelle Turnhalle mit verschiedenen Bällen und einem virtuellen Tischtennisschläger zur Verfügung. Eine Abfolge von Aufgaben mit Checkboxen lässt die Schüler:innen alle Funktionalitäten des VR-Systems erproben. Diese Einführung findet immer statt, sobald die Lehrkraft die erste Szene auswählt. Folgende Aufgaben sollen die Schüler:innen im Tutorial lösen (siehe Abb. 2):

1. Mit dem Kopf nach links und rechts schauen.
2. Mit dem Kopf nach oben und unten schauen.
3. Einen Ball der Bälle aufheben.
4. Sich mit Hilfe von Teleportation fortbewegen.

---

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=ejSziAhatM0>

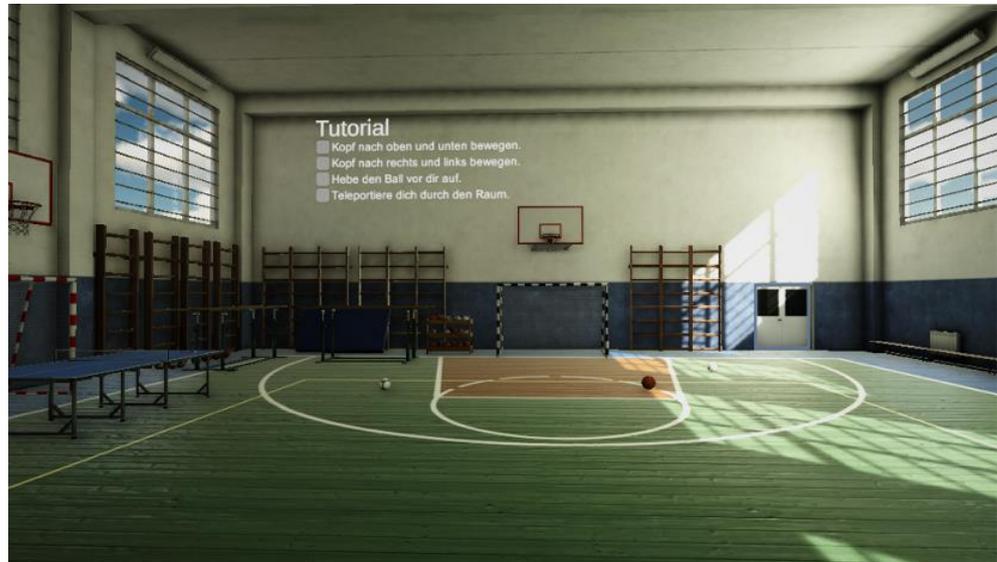


Abbildung 2 Tutorial mit einfachen Aufgaben zum Erlernen der Steuerung.

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

Sofern die obigen Übungen vollzogen wurden, können die Schüler:innen das Beenden des Tutorials bestätigen, indem sie mit einem erscheinenden Button unter der Aufgabenliste interagieren. Durch die Interaktion mit dem Button werden die zwei koordinativen Hauptübungen (Übung 1 und 2) in dieser Szene (siehe Abb. 3 & 4) geladen.

*Übung 1* In der ersten Übung sollen die Schüler:innen die folgende Aufgabe trainieren. Einen Ball gerade hochwerfen, sich um 360 Grad drehen, und ihren Ball dann wieder auffangen. Die Drehrichtung ist nicht entscheidend. Dabei wird vor allem Wert auf das Steigern der Orientierungs-, Kopplungs- und Differenzierungsfähigkeit gelegt. Die Orientierungsfähigkeit wird bei der durchzuführenden Drehung des Balls in der Luft geschult. Dazu müssen sich die Schüler:innen nicht nur im Raum als solches, sondern sich auch relativ zur Position des Balls orientieren. Eine hohe Kopplungsfähigkeit erleichtert die Kombination des gerade nach oben Werfens des Balls und das zügige, anschließende Drehen. Nur mit einer möglichst flüssigen Kopplung der beiden Bewegungen lassen sich hohe Gradzahlen während des Drehens erreichen. Die Differenzierungsfähigkeit wird durch die Bereitstellung verschieden «schwerer» Bälle gefördert. Jeder Ball fällt mit einer unterschiedlichen Geschwindigkeit, da sich das Gewicht der drei Bälle virtuell unterscheidet. Unterschiedliche Schwere der Bälle wird ohne VR-Brille mit verschiedenen Bällen (Handball, Schaumstoffball, Basketball, etc.) sichergestellt. Die Bewertung der Übung lässt sich in folgende Kategorien einteilen:



Abbildung 3 Szene VR 1 Übung 1 auf der ersten virtuellen Hallenhälfte.

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

1. *Ungültiger Versuch:* Der Ball wurde nicht gefangen.
2. *Gültiger Versuch:* Der Ball wurde gefangen, jedoch wurde der gewünschte Grad der Drehung nicht erreicht.
3. *Erfolgreicher Versuch:* Der Ball wurde nach Erreichen des gewünschten Grades der Drehung gefangen.

Sollten die Schüler:innen diese Übung mit allen Arten von Bällen gemeistert haben, können sie per virtuellen Knopfdruck die Übung (virtuelle Hallenseite) wechseln.

*Übung 2* Die zweite Übung ähnelt der ersten in dem Sinne, dass der eigene Ball hochgeworfen und wieder aufgefangen werden muss. Diesmal bestimmen jedoch nicht die Schüler:innen selbst, wann der Versuch startet. Die Beschreibung der Aufgabe lautet wie folgt: Ein Ball kommt den Schüler:innen entgegen. Sie müssen ihren eigenen Ball hochwerfen und den entgegenkommenden Ball fangen. Während ihr Ball noch in der Luft ist, sollen sie den eben gefangenen Ball nun zurück in Richtung Tor werfen. Danach wird der eigene Ball aus der Luft gefangen. Der Zeitpunkt des Hochwerfens des eigenen Balls wird somit durch den entgegenkommenden Ball bestimmt. Der entgegenkommende Ball liegt sichtbar auf einem Hocker vor den Schüler:innen (siehe Abb. 4). Alle fünf Sekunden wird ihnen der Ball entgegen geworfen. Übung 2 verbindet somit die bereits in Übung 1 beanspruchten koordinativen Fähigkeiten mit der neu dazukommenden Reaktions- und Rhythmisierungsfähigkeit. Die Schüler:innen können das 5-Sekunden-Muster des

Ballwurfs erkennen und somit ihre Aufmerksamkeit und die folgenden Bewegungen besser synchronisieren. Zusätzlich muss die Wahrnehmung des Losfliegens des Balls schnellstmöglich in ein präzises Hochwerfen des eigenen Balls münden. Die Bewertung der Übung wird in folgende Kategorien eingeteilt:

1. *Ungültiger Versuch:* Der eigene Ball wurde nicht gefangen.
2. *Gültiger Versuch:* Der eigene Ball wurde gefangen, jedoch wurde der entgegenkommende Ball nicht zurück Richtung Tor geworfen.
3. *Erfolgreicher Versuch:* Der eigene Ball wurde gefangen und der entgegenkommende Ball wurde auf das Tor zurückgeworfen.



Abbildung 4 Szene VR 1 Übung 2 auf der zweiten virtuellen Hallenhälfte.

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

### **Szene: VR II**

Die zweite VR Szene beschäftigt sich hauptsächlich mit der Hand-Augen-Koordination und umfasst nur Übung 3 (siehe Abb. 5). Die Schüler:innen befinden sich erneut auf einer Hallenhälfte. Zusätzlich befindet sich eine Tischtennisplatte und -schläger vor ihnen. Die Aufgabe ist es, den Tischtennisball auf dem Schläger hochzuhalten. Pro Berührung des Balls mit dem Schläger erhalten sie einen Punkt. Ziel ist es, so viele Punkte wie möglich, ohne dass der Ball hinunterfällt, zu erreichen. Um die Schwierigkeit anzupassen und Variation zu gewährleisten, können die folgenden Übungen ausprobiert werden:

1. Tischtennisball hochhalten.

2. Tischtennisball hochhalten und den Schläger nach jedem Kontakt drehen.
3. Sich während des Hochhaltens vorne, hinten, rechts und links bewegen.
4. Während des Hochhaltens auf dem linken Bein stehen.
5. Während des Hochhaltens auf dem rechten Bein stehen.
6. Während des Hochhaltens Kniebeugen machen.

Bei Punkt 2 ist zu beachten, dass es doppelt so viele Punkte gibt, wenn immer eine andere Seite des Schlägers den Ball abwechselnd berührt. Diese Übung beansprucht vor allem die Reaktions-, Rhythmisierungs- und Kopplungsfähigkeit. Ab Punkt 4 der Variationen kommt zusätzlich die Gleichgewichtsfähigkeit ins Spiel.



Abbildung 5 Szene VR 2 Übung 3

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

### **Ablaufdiagramm der Anwendung**

Die Anwendung muss durch eine Lehrkraft gestartet werden. Zuvor muss pro Brille der jeweilige Spielbereich eingezeichnet und in der Anwendung die richtige Szene ausgewählt werden. Sofern Szene VR I ausgewählt wird, startet diese Szene immer mit einem Tutorial. Innerhalb der Szene VR I können die Schüler:innen selbstständig zwischen Übung 1 und Übung 2 wählen. Um von einer Szene in eine andere Szene zu wechseln, muss die Lehrkraft über das Hauptmenü gehen oder die Anwendung neu starten. Das Ablaufdiagramm kann in Abbildung 6 eingesehen werden.

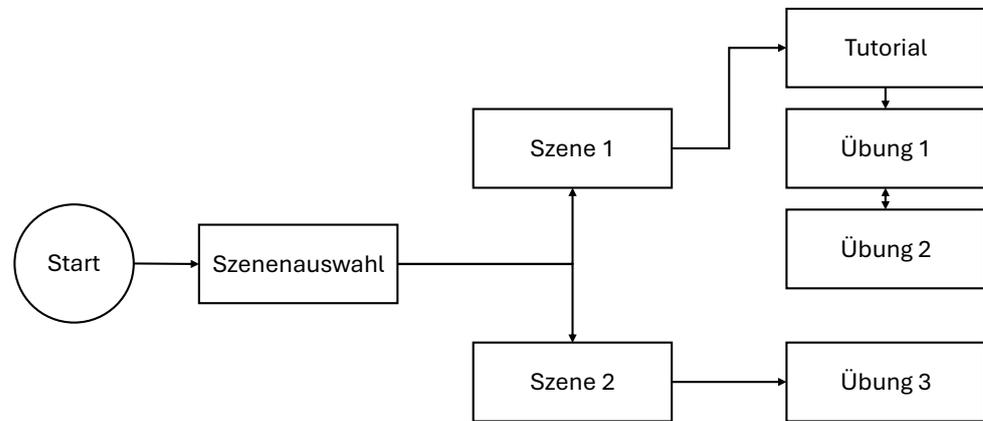


Abbildung 6 Ablaufdiagramm und Navigation durch die VR Anwendung.

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

### **5 Demonstration der Anwendung im Sportunterricht**

Die Pilotierung der Anwendung erfolgte an einer Grundschule mit einer vierten Klasse. Nach Absprache mit der Schule und der für das Projekt zuständigen Lehrkraft wurde klar, dass die VR Anwendung sehr umfassend ist. Die Durchführung beider VR Szenen mit allen insgesamt drei Übungen schätzen wir als zu umfangreich für die erste VR Einheit einer Schulklassen mit 24 Schüler:innen ein. Dementsprechend beschränkten wir uns in der Unterrichtseinheit auf die erste VR Szene mit den Übungen 1 und 2, so dass ein möglichst einwandfreier Durchlauf ohne zeitlichen Druck erfolgen konnte. Zusätzlich wurde dadurch mehr Raum für die Begrüssung, Vorstellung und Einweisung in das Projekt geschaffen. Dazu gehörte auch das Erstellen von Namensschildern, die Sensibilisierung der Schüler:innen für die Technik und erste Beantwortung von Fragen. Die insgesamt sechs VR-Brillen konnten zu zweit innerhalb von zehn Minuten vor dem Start der Unterrichtseinheit eingestellt werden. Dazu gehört das Zeichnen des virtuellen Spielbereichs und das Starten der Anwendung, sowie die Auswahl der Szene. Ein virtueller Spielbereich muss immer und herstellerunabhängig beim erstmaligen Verwenden einer VR Brille nach dem Einschalten eingezeichnet werden. Sollte ein/e Schüler:in den vorgesehenen Bereich verlassen, erscheint ein visuelles Feedback in der Brille und die Brillen schalten in einen See-Through Modus, so dass die reale Welt und ein mögliches Hindernis erkannt werden können. Diese Spielbereiche decken sich mit denen, die in der realen Turnhalle mittels farbiger Plättchen abgesteckt worden sind. Anschliessend wurde die reale Sporthalle in zwei Hälften aufgeteilt (siehe Abb. 7). In der einen Hälfte werden die Übungen ohne VR-Brille sowie die Erwärmung durchgeführt. In dieser Hälfte wird für die Erwärmung ein rechteckiges Feld markiert, um das sich die Schüler:innen bei der Erwärmung in verschiedenen Varianten bewegen müssen. Die andere Hälfte wird

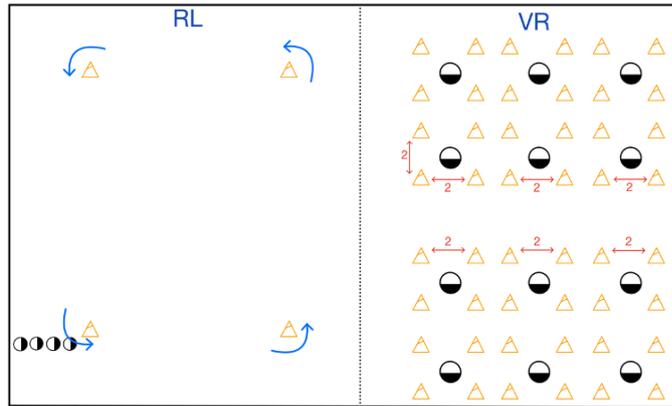


Abbildung 7 Schematische Zeichnung der Hallenaufteilung.

Quelle: Eigene Abbildung, CC-BY

für die Anwendung der VR-Brillen vorbereitet. Dazu werden abhängig von der Anzahl an VR-Brillen quadratische Bereiche pro VR-Brille abgesteckt, so dass sich die Schüler:innen während der VR-Anwendung nicht gegenseitig in den Weg kommen. Die Hallenhälften werden zusätzlich durch Bänke abgetrennt, so dass kein Ball in den VR-Bereich hineinrollen kann. Die VR-Brillen werden immer zu zweit als Tandem verwendet.

### Ablauf

Als Material werden Handbälle, Tischtennisschläger und -bälle sowie sechs VR-Brillen benötigt. Alle Schüler:innen bilden Tandems und die Tandems werden gleichmässig in Gruppe A und Gruppe B eingeteilt. Durchgeführt wird eine 90 Minuten Sportunterrichtseinheit. Die 90 Minuten teilen sich dabei in die Abschnitte aus Tabelle 2 auf. Jedes Tandem aus der Gruppe, welche sich im VR Bereich der Sporthalle befindet, erhält eine VR-Brille.

Uhrzeit	Dauer in Minuten	Inhalt
08:00	10	Begrüssung & Vorstellung des Projekts
08:10	5	Erwärmung mittels Lauf-ABC
08:15	15	Gruppe A Person 1 VR 1, Gruppe B RL 1 Übung 1
08:30	15	Gruppe A Person 2 VR 1, Gruppe B RL 1 Übung 2
08:35	5	Trink- & Wechselfpause
08:50	15	Gruppe B Person 1 VR 1, Gruppe A RL 1 Übung 1
09:05	15	Gruppe B Person 2 VR 1, Gruppe A RL 1 Übung 1
09:20	10	Aufräumen, Feedback & Verabschiedung

Tabelle 2 Zeitlicher Ablaufplan der Pilotunterrichtseinheit

Die Schüler:innen des Tandems tauschen nach der Hälfte der Zeit in der aktuellen Phase die Brille. Die Person ohne VR-Brille achtet auf die Einhaltung des Sicherheitsabstands, auf das Abwehren von Bällen und das Wohlbefinden der Person, die die VR-Übung absolviert.

**Begrüssung**

Die Schüler:innen werden begrüsst und das Projekt sowie die Übungsleiter:innen vorgestellt. Zudem sollen die Schüler:innen für den richtigen Umgang mit der zur Verfügung gestellten Technik sensibilisiert werden. Auch eine Aufklärung und Belehrung über Cyber Sickness wird durchgeführt.

**Erwärmung mittels Lauf-ABC**

Die Erwärmung findet in der grossen Gruppe mit allen Schüler:innen statt. Die Schüler:innen sollen aussen an den Hütchen vorbei in einem Rechteck Runden laufen (siehe Abb. 7), wobei für die jeweils kurzen und langen Seiten verschiedene Laufarten durchgeführt werden sollen. Die verschiedenen Laufvariationen können Tabelle 3 entnommen werden.

**RL I**

Der erste Block ohne VR-Brille beschäftigt sich mit der Koordination mit Ball. Die ersten fünf Minuten sollen die Schüler:innen im Slalom durch Hütchen prellen. Dies erfolgt zeitgleich mit der Set-Up Phase von Block VR I. Die Schüler:innen werden den Slalom-Parcours mehrfach durchlaufen, wobei die Art des Prellens variiert. Ein allgemeines Ballgefühl soll sich bei den Schüler:innen einstellen. Anschliessend werden die Hauptübungen aus VR I durchgeführt, so dass alle Schüler:innen dieselben Übungen einmal in VR und einmal ohne VR-Brille durchführen.

Runde	Lange Seite	Kurze Seite
1	Joggen	Fussgelenkslauf
2	Arm kreisen rechts/links	Kniehebelauf/Anfersen
3	Arme kreisen vor/zurück	Kniezug rechts/links
4	Rückwärts joggen	Kreuzschritte
5	Alle 3 Schritte vor-/rückwärts	Side-Steps
6	Arme kreisen entgegen gesetzt	Einbeinige Sprünge
7	Joggen	Rückwärts beidbeinig springen

*Tabelle 3 Laufvariationen während der Erwärmung (Lauf-ABC).*

## ***RL II***

Der zweite Block ohne VR-Brille ist nahezu identisch zum Block VR II. Alle Schüler:innen erhalten einen Tischtennisschläger und einen Ball und führen die Übungen aus VR II Übung 3 Variationen 1-5 durch. Die Variation 6 wird dahingehend angepasst, dass die Schüler:innen sich auf einen kleinen Kasten oder Bank während des Hochhaltens des Balls setzen sollen, anstatt eine Kniebeuge zu machen. Dieser Block wurde aus Zeitmangel nicht während der Pilotstunde durchgeführt.

## ***Reflexion & Verabschiedung***

Innerhalb der letzten zehn Minuten werden alle Materialien abgebaut und mündliches Feedback von den Schüler:innen sowie der Lehrkraft eingeholt. Anhand der Gesprächsrunde sollen die Schüler:innen ihre Erfahrungen mit der VR-Brille schildern und mögliche Anregungen oder Wünsche äussern. Anschliessend wird sich von der Klasse verabschiedet.

## **6 Evaluation**

Die folgende Evaluation stellt eine wissensbasierte Unterrichtsreflexion dar und folgt in ihrer Struktur dem aus der Unterrichtsforschung bekannten Dreischritt (1) beschreiben, (2) bewerten und begründen sowie (3) Handlungsalternativen entwickeln (Kleinknecht & Gröschner, 2016). Diese Struktur ermöglicht eine systematische Analyse der Unterrichtseinheit, die auf empirisch fundierten Erkenntnissen basiert und konkrete Verbesserungsansätze für zukünftige Einheiten liefert.

Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit wurde das Ziel verfolgt, den Schüler:innen ein neues Medium – Virtual Reality (VR) – näherzubringen und ihre koordinativen Fähigkeiten durch Bewegungsübungen zu schulen. Die VR-Brillen wurden im Voraus vorbereitet, was den Ablauf während der Einheit deutlich erleichterte, da die Spielbereiche dauerhaft eingerichtet und durch virtuelle wie auch reale Markierungen klar abgegrenzt waren. Ausserdem können durch die persistenten Spielbereiche die VR-Brillen zwischenzeitlich beiseitegelegt werden, um diese zu laden oder für eine weitere Unterrichtseinheit zu lagern. Die Brillen halten eine 90-minütige Dauernutzung aus. Die Schüler:innen arbeiteten in Tandems, wobei eine:r die VR-Brille nutzte und der/die andere unterstützte und beobachtete. Durch den Wow-Effekt der VR-Technologie wurde ein hohes Mass an Aufmerksamkeit und Begeisterung ausgelöst. Gleichzeitig traten technische Herausforderungen auf, beispielsweise das richtige Zuordnen der nicht symmetrischen Controller zu den Händen und das sichere Aufsetzen der Brille. Im Abschlussgespräch bestätigten die Schüler:innen, dass sie mit der Handhabung der Controller und der Fortbewegungsfunktion in der VR-Umgebung teilweise Schwierigkeiten hatten. Weiterhin traten Unklarheiten im Umgang mit virtuellen Objekten auf, deren

physische Grenzen durch sogenannte *Hitboxen* dargestellt werden. Die *Hitbox* eines Objekts ist der Bereich, in dem mit dem Objekt virtuell interagiert werden kann. Dieser Bereich muss nicht stets mit der visuellen Form des Objekts übereinstimmen. Da es sich beispielsweise nicht um einen realen Ball in der Anwendung handelt, können die virtuellen Hände auch ein wenig in den Ball hineingreifen.

Der Unterrichtsverlauf gestaltete sich im Wesentlichen reibungslos, was den Vorbereitungen und der klaren Abgrenzung der Spielbereiche zuzuschreiben ist. Durch die Möglichkeit der VR-Erkundung konnten die Schüler:innen eine immersive Erfahrung machen, die in ihnen nicht nur ein hohes Interesse weckte, sondern auch das Bedürfnis auslöste, ihre Erlebnisse zu teilen und weiterführende Aufgaben zu erfragen. Diese Beobachtung kann mit kognitionspsychologischen Modellen zur „Situational Interest Theory“ (Hidi & Renninger, 2006) erklärt werden, welche besagt, dass neue und ungewöhnliche Stimuli wie VR den situativen Lerninteresse verstärken können, was sich positiv auf das Lernen auswirkt. Der Einsatz der VR-Brillen förderte die Interaktion und Kommunikation innerhalb der Tandems, was das kooperative Lernen stärkte (Johnson & Johnson, 1999).

Die Schwierigkeiten bei der Controller-Zuordnung und Fortbewegung in der VR-Welt zeigen jedoch, dass der *Wow-Effekt* anfänglich zu einer kognitiven Überlastung führte. Diese Überlastung kann nach Sweller's Cognitive Load Theory (vgl. Paas, Van Gog & Sweller, 2010) erklärt werden: Eine hohe Anfangsbelastung durch unbekannte Technologien könnte die initiale Orientierung erschweren. Die technische Unterstützung durch klar markierte Controller und zusätzliche Hinweismaterialien könnte helfen, diese Belastung zu reduzieren. Weiterhin sollte die Möglichkeit, die VR-Umgebung unabhängig zu erkunden, integrativer Teil des Unterrichts sein, da dies die Selbstwirksamkeit der Schüler:innen stärkt und ihnen erlaubt, sich im Medium sicherer zu fühlen.

Um zukünftige VR-Einheiten effizienter zu gestalten, wäre es sinnvoll, Controller visuell zu markieren, um eine klare Hand-Zuordnung zu erleichtern. Hilfreich wären ebenfalls Hinweise an den Spielbereichen, die als Spickzettel grundlegende Steuerungen und wichtige Funktionen der VR erklären. Weiterhin könnten Aufwärm- und Einführungsphasen zur VR-Technologie eingeführt werden, in denen die Schüler:innen vorab in einem niedrighwelligen Kontext die Funktionen und Bewegungen üben. Dies könnte kognitive Belastung abbauen und den Schüler:innen eine sicherere Orientierung in der VR-Welt ermöglichen.

Zusätzlich könnte die Einführung einer fächerübergreifenden Projektarbeit zur VR-Technologie von Vorteil sein. Eine Einführung in eine fächerübergreifende Medienbildung, könnte den Schüler:innen grundlegende Kenntnisse zur VR-Bedienung vermitteln, die dann in weiteren Unterrichtseinheiten angewendet werden können. Ein solches Vorgehen würde die Schüler:innen schrittweise mit dem Medium vertraut machen, wodurch die VR-Brillen im Sportunterricht stärker als

Werkzeug für Bewegungs- und Koordinationsschulung genutzt werden können, ohne dass das Medium selbst im Vordergrund steht.

Abschliessend empfiehlt sich die Nutzung dünner Matten in den Spielbereichen, um das Risiko der Beschädigung einer Brille beim Herunterfallen zu mindern und die Sicherheit zu erhöhen. Durch ein derart strukturiertes Vorgehen kann die Implementierung von VR-Unterrichtseinheiten nachhaltig verbessert und deren Lernertrag gesteigert werden.

## **7 Ergebniskommunikation**

In diesem Beitrag wurde eine VR-Anwendung zur Förderung koordinativer Fähigkeiten im Sportunterricht vorgestellt, die in einen Unterrichtsplan integriert und in einer vierten Klasse pilotiert wurde. Die Reflexion der Planung, Durchführung und die abgeleiteten Gelingensbedingungen ermöglichen nun die Vogelperspektive auf Implikationen des Einsatzes innovativer Bildungstechnologien im Grundschulunterricht.

Der Unterrichtsplan konnte mit wenigen Anpassungen in einer Klasse mit 24 Schüler:innen umgesetzt werden. Ein Vorteil der VR-Nutzung lag darin, dass alle Schüler:innen durch die Bereitstellung ausreichend vieler VR-Brillen simultan Übungen durchführen konnten, die sonst durch den zur Verfügung stehenden Raum begrenzt wären. Zwar konnte im Tandem-Modus nur jede:r zweite Schüler:in die sportliche Übung aktiv ausführen, dennoch ermöglicht das Konzept ein effektives Training.

Ein Grund hierfür ist, dass die VR-Anwendung den Vorteil bietet, physikalische Gegebenheiten gezielt anpassen zu können. So erlaubt das fehlende physische Gewicht der virtuellen Bälle und die unterschiedlich eingestellte virtuelle Schwerkraft je Ball während des Wurfes eine Möglichkeit der Variation, wodurch die Komplexität der Übung optimal auf das Fähigkeitsniveau einzelner Schüler:innen abgestimmt werden kann. Dies unterstützt den individuellen Fähigkeitserwerb und ermöglicht ein differenziertes Üben. Während das Üben koordinativer Fähigkeiten im physischen Raum durch Platz- und Materialbedarf begrenzt sein kann, ermöglicht die VR ein selbstständiges und eigenverantwortliches Üben – selbst bei eingeschränkten räumlichen Ressourcen und ohne Zugang zu einer Sporthalle.

Im sozialen Bereich zeigte sich, dass die VR-Anwendung durch die partielle Isolation von der physischen Umgebung das Gemeinschaftsgefühl innerhalb der Tandems stärkt. Da die Lernenden in der VR-Umgebung fokussiert und von äusseren Ablenkungen abgeschirmt sind, wird die Relevanz der Hilfestellung für beide Partner:innen unmittelbar erfahrbar. Diese Tandemstruktur förderte während der Pilotierung ein schnelles Vertrauensverhältnis zwischen den Lernenden, da sie sich gegenseitig unterstützen und gemeinsam auf ihre Fortschritte konzentrieren konnten.

Ein weiterer Vorteil der VR-Nutzung liegt in der Reduzierung potenziell demotivierender sozialer Einflüsse wie Body- oder Skill-Shaming. In herkömmlichen physischen Sportumgebungen können Unterschiede im Lernfortschritt oder in der körperlichen Fitness oft zu Häme oder negativer Bewertung führen, was das Selbstbewusstsein beeinträchtigen und das soziale Klima belasten kann. Die visuelle Isolation und die individualisierte Lernumgebung in der VR bieten jedoch eine geschützte Atmosphäre, in der solche Vergleiche und Bewertungen minimiert werden. Die Lernenden können sich auf ihre eigenen Fortschritte konzentrieren, ohne sich beobachtet oder bewertet zu fühlen. In der Pilotphase wurde daher kein unerwünschtes Verhalten dieser Art beobachtet, was das soziale Klima im Klassenverband nachhaltig positiv beeinflussen und zu einer motivierteren und offeneren Lernatmosphäre beitragen kann.

Eine Einschränkung der derzeitigen Softwareversion besteht darin, dass die Lehrkraft die Sicht der Schüler:innen in der VR-Umgebung nicht unmittelbar einsehen kann. Diese fehlende Einsicht erschwert es, direkt auf individuelle Fehler einzugehen und sofort korrigierendes Feedback zu geben. Die Möglichkeit, Bewegungsabläufe in Echtzeit zu beobachten, wäre besonders hilfreich, um gezielte Anleitungen zur Verbesserung der Technik oder Haltung zu geben. Ohne diese Funktion muss die Lehrkraft darauf vertrauen, dass die Schüler:innen ihre Aufgaben eigenständig korrekt ausführen, oder sie kann erst nach der VR-Phase eingreifen. Eine Weiterentwicklung der VR-Anwendung könnte daher darin bestehen, Lehrkräften eine bessere Einsicht in das Verhalten der Schüler:innen in der VR zu ermöglichen oder den Schüler:innen innerhalb der VR Echtzeit-Feedback zur Verfügung zu stellen.

Ein weiteres Hindernis stellt die fehlende Möglichkeit des Modelllernens dar, da die korrekten Bewegungsabläufe vor Beginn der VR-Phase vermittelt werden müssen. Häufiges Auf- und Absetzen der VR-Ausrüstung, um Anleitungen während der Übung zu geben, ist unpraktisch und für einige Schüler:innen eine Herausforderung. Solche wiederholten Wechsel zwischen realer und virtueller Umgebung erhöhen zudem die Anfälligkeit für Cyber Sickness und können das Lernerlebnis beeinträchtigen. Es wäre daher wünschenswert, wenn zukünftige Softwareversionen eine Funktionalität beinhalten, die Lehrkräften Einblicke in die VR-Ansichten der Schüler:innen ermöglicht, um unmittelbares Feedback zu erleichtern. Generell ist es für die Lehrkräfte anwendungsunabhängig möglich die Inhalte der VR Brille auf ein Smartphone per App zu streamen, jedoch geschieht dies für jede Brille einzeln und somit nacheinander. Eine mögliche Alternative wäre ein Echtzeit-Tracking der Ergebnisse (z.B. die erreichte Gradzahl in Übung 1), so dass die Lehrkraft die Entwicklung der Schüler:innen sofort verfolgen und dementsprechend einschreiten kann.

Um die bisherigen Erkenntnisse zu untermauern, sollten zukünftige Anwendungen mit einer grösseren Anzahl von Schüler:innen durchgeführt werden. Ergänzende Interviews mit Lehrkräften könnten wichtige Informationen zur Anwendbarkeit der VR-Technologie im Unterricht liefern, während Gespräche mit den Schüler:innen wertvolle Einblicke in deren Motivation und den wahrgenommenen Kompetenzzuwachs bieten würden. Trotz dieser Einschränkungen zeigt die Pilotierung, dass die VR-Umgebung eine sinnvolle und potenziell effektive Ergänzung zum traditionellen Unterricht darstellen kann.

Die bisherigen Ergebnisse dieser Studie weisen auf vielversprechende Implikationen für die weitere Forschung zur Wirksamkeit von VR im Sportunterricht hin, insbesondere hinsichtlich der Förderung koordinativer Kompetenzen und der Motivation der Schüler:innen. Künftige Studien könnten untersuchen, in welchem Ausmass VR-gestützter Unterricht spezifische Kompetenzgewinne und Motivationseffekte im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsmethoden hervorbringt. Die Weiterentwicklung der VR-Anwendung könnte zudem den Mehrwert für passive Lernende – also die Beobachtenden im Tandem – erhöhen, indem sie ihnen ermöglicht, die virtuellen Übungen aktiv zu beobachten. Dies könnte zu einem vertieften Verständnis der Übungen führen und den Lernprozess im Modelllernen unterstützen.

Darüber hinaus wären Value-Added-Studien sinnvoll, die analysieren, welchen spezifischen Zusatznutzen VR-Lerneinheiten bieten und welche Fertigkeiten durch die VR-Umgebung möglicherweise effektiver vermittelt werden als durch traditionelle Methoden. Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld könnte die Frage sein, wie VR am besten mit anderen Lerngelegenheiten kombiniert werden kann, um ein umfassendes, abwechslungsreiches Unterrichtserlebnis zu schaffen. Die Forschung sollte dabei auch erkunden, wie sich VR in verschiedene Unterrichtsformate einfügt, um das Potenzial dieser Technologie als integrativen Bestandteil einer modernen, differenzierten Lernumgebung vollständig auszuschöpfen.

### **Literatur**

- Ai-Lim Lee, Elinda, Kok Wai Wong, und Chun Che Fung. 2010. „How Does Desktop Virtual Reality Enhance Learning Outcomes? A Structural Equation Modeling Approach“. *Computers & Education* 55(4): 1424–42. doi:10.1016/j.compedu.2010.06.006.
- Altinkök, M. 2016. The effects of coordination and movement education on preschool children's basic motor skills improvement. *Universal Journal of Educational Research*, 4(5), 1050-1058. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040515>
- Araiza-Alba, Paola, Therese Keane, Won Sun Chen, und Jordy Kaufman. 2021. „Immersive Virtual Reality as a Tool to Learn Problem-Solving Skills“. *Computers & Education* 164: 104121. doi:10.1016/j.compedu.2020.104121.

- Bideau, Benoit, Richard Kulpa, Stéphane Ménardais, Laetitia Fradet, Franck Multon, Paul Delamarche, and Bruno Arnaldi. 2003. "Real Handball Goalkeeper vs. Virtual Handball Thrower." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 12 (4): 411–21. <https://doi.org/10.1162/105474603322391631>.
- Bryson, Steve. 2013. „Virtual Reality: A Definition History - A Personal Essay“. doi:10.48550/arXiv.1312.4322.
- Ericsson, I., & Karlsson, M. K. 2012. Motor skills and school performance in children with daily physical education in school: A 9-year intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(3), 273–278. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01458.x>
- Fischer, M. & Coello Y. (Hrsg.). 2016. *Foundations of embodied cognition: Conceptual and interactive embodiment*. New York, NY, US: Routledge/Taylor & Francis Group.
- Golle, K., Mechling, H., & Granacher, U. 2019. Koordinative Fähigkeiten und Koordinationstraining im Sport. In A. Güllich & M. Krüger (Hrsg.), *Handbuch Sport und Sportwissenschaft* (pp. 1-21). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-53386-4\\_51-1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-53386-4_51-1)
- Gray, Rob. 2017. "Transfer of Training from Virtual to Real Baseball Batting." *Frontiers in Psychology* 8 (December). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02183>.
- Harris, D. J., Buckingham, G., Wilson, M. R., et al. (2020). The effect of a virtual reality environment on gaze behaviour and motor skill learning. *Psychology of Sport & Exercise*, 50, 101721. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101721>
- Hidi, S., & Renninger, K. A. 2006. The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4)
- Johnson, D., Johnson, R. 1999. *Learning together and alone: cooperative, competitive, and individualistic learning*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kardong-Edgren, Suzan (Suzie), Sharon L. Farra, Guillaume Alinier, und H. Michael Young. 2019. „A Call to Unify Definitions of Virtual Reality“. *Clinical Simulation in Nursing* 31: 28–34. doi:10.1016/j.ecns.2019.02.006.
- Kilteni, Konstantina, Raphaella Groten, und Mel Slater. 2012. „The Sense of Embodiment in Virtual Reality“. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 21(4): 373–87. doi:10.1162/PRES\_a\_00124.
- Kleinknecht, M., & Gröschner, A. 2016. Fostering preservice teachers' noticing with structured video feedback: Results of an online-and video-based intervention study. *Teaching and Teacher Education*, 59, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.02.002>.
- Levac, D. E., Huber, M. E., & Sternad, D. 2019. Learning and transfer of complex motor skills in virtual reality: A perspective review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 16, 121. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0587-8>

- Ljach, W. I., & Witkowski, Z. 2010. Development and training of coordination skills in 11- to 19-year-old soccer players. *Human Physiology*, 36(1), 64-71.  
<https://doi.org/10.1134/S0362119710010081>
- Mariscal, Gonzalo, Eva Jiménez García, María Dolores Vivas Urías, Sara Redondo Duarte, und Sonia Moreno Pérez. 2020. „Virtual Reality Simulation-Based Learning“. *Education in the knowledge society (EKS)* (21): 11.
- Minissi, M. E., Gómez-Zaragozá, L., Marín-Morales, J., et al. (2023). The whole-body motor skills of children with autism spectrum disorder taking goal-directed actions in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, 14, 1140731.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1140731>
- Mittermaier, C. 2017. Evaluierung koordinativer Fähigkeiten. In R. Crevenna (Hrsg.), *Kompendium Physikalische Medizin und Rehabilitation* (pp. 151-160). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-49035-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-49035-8_11)
- Paas, F., Van Gog, T., & Sweller, J. 2010. Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational psychology review*, 22, 115-121.
- Pastel, Stefan, K. Petri, C. H. Chen, Ana Milena Wiegand Cáceres, M. Stirnatis, C. Nübel, L. Schlotter, and K. Witte. 2022. "Training in Virtual Reality Enables Learning of a Complex Sports Movement." *Virtual Reality*, July. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00679-7>.
- Peck, Tabitha C., Sofia Seinfeld, Salvatore M. Aglioti, und Mel Slater. 2013. „Putting Yourself in the Skin of a Black Avatar Reduces Implicit Racial Bias“. *Consciousness and Cognition* 22(3): 779–87. doi:10.1016/j.concog.2013.04.016.
- Peppers, Ken, Tuunanen, Tuure, Rothenberger, Marcus A. & Chatterjee, S. 2007. "A design science research methodology for information systems research". *Journal of Management Information Systems* 24(3):45-77.
- Rahm, S., Wieser, K., Bauer, D. E., et al. 2018. Efficacy of standardized training on a virtual reality simulator to advance knee and shoulder arthroscopic motor skills. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 19, 150. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2072-0>
- Ren, Z., & Wu, J. 2019. The effect of virtual reality games on the gross motor skills of children with cerebral palsy: A meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 3885.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph16203885>
- Robinson, Michael D., und Laura E. Thomas. 2021. „Introduction to Embodied Psychology: Thinking, Feeling, and Acting“. In *Handbook of Embodied Psychology: Thinking, Feeling, and Acting*, hrsg. Michael D. Robinson und Laura E. Thomas. Cham: Springer International Publishing, 1–19. doi:10.1007/978-3-030-78471-3\_1.
- Roth, K. 2013. Begriffliche und theoretische Grundlagen der Koordinationsschulung. *Körpertraining: Koordinative Fähigkeiten entwickeln* (6. Aufl.). Pi-Verlag.

- Salzman, Marilyn C., Chris Dede, R. Bowen Loftin, und Jim Chen. 1999. „A Model for Understanding How Virtual Reality Aids Complex Conceptual Learning“. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 8(3): 293–316.  
doi:10.1162/105474699566242.
- Tirp, Judith & Steingröver, Christina & Wattie, Nick & Baker, Joe & Schorer, Jörg. 2015. Virtual realities as optimal learning environments in sport – A transfer study of virtual and real dart throwing. *Psychological Test and Assessment Modeling*. 57. 57-69.
- Vignais, Nicolas, Richard Kulpa, Sébastien Brault, Damien Presse, and Benoit Bideau. 2015. “Which Technology to Investigate Visual Perception in Sport: Video vs. Virtual Reality.” *Human Movement Science* 39 (February): 12–26.  
<https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.006>.
- Wirth, Werner, Tilo Hartmann, Saskia Böcking, Peter Vorderer, Christoph Klimmt, Holger Schramm, Timo Saari, u. a. 2007. „A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences“. *Media Psychology* 9(3): 493–525.  
doi:10.1080/15213260701283079.
- Zender, Raphael, Matthias Weise, und Ulrike Lucke. 2019. HandLeVR - Handlungsorientiertes Lernen in der VR-Lackierwerkstatt. Gesellschaft für Informatik e.V. doi:10.18420/delfi2019\_314.