

BACHELORARBEIT

Implementierung und Evaluation eines virtuellen Patienten mit Vitalfunktion und Reaktionsverhalten für die VR-gestützte Pflegeausbildung

vorgelegt am 13. März 2024

■■■■■ Tobias Behn

Erstprüfer: Prof. Dr. Jan Neuhöfer
Zweitprüfer: Tino Hentschel M.A.

**HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN HAMBURG**

Department Medientechnik
Finkenau 35
20081 Hamburg

Zusammenfassung

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Implementierung, Wahrnehmung und Evaluation virtueller Patienten im Kontext eines pflegerischen Handlungsprozesses. Dabei werden theoretische und historische Hintergründe der VR-Patienten sowie deren Gestaltung, Wirkung und soziale Präsenz untersucht. Das Ziel ist es, eine Virtuelle Patientin mit Vitalfunktionen und Reaktionsverhalten im Vergleich zu einer VR-Patientin ohne diese Attribute in eine Virtual-Reality-Anwendung zu integrieren. Durch die anschließende Evaluation mit Probanden sollen mögliche Unterschiede in den Verhaltenswechselwirkungen, der emotionalen Ansteckung und der sozialen Präsenz zwischen den beiden Anwendungsversionen herausgearbeitet werden. Der in der Anwendung umgesetzte pflegerische Prozess entspricht der *intramuskulären Injektion*. Dabei lernen Nutzende, mit verschiedenen Fehlerzuständen umzugehen und den Prozess der Injektion zu beherrschen. Die Evaluation folgt einem *Within-Subjects-Design* und zielt darauf ab, etwaige Unterschiede in den Verhaltenswechselwirkungen, der emotionalen Ansteckung und der sozialen Präsenz zwischen den beiden Anwendungsversionen zu identifizieren.

Abstract

This work focuses on the implementation, perception, and evaluation of virtual patients in the context of a nursing care process. Theoretical and historical backgrounds of VR patients, as well as their design, impact, and social presence, are examined. The goal is to integrate a virtual patient with vital functions and reaction behavior into a Virtual Reality application and comparing it to a VR patient without these attributes. Subsequent evaluation with participants aims to highlight potential differences in behavioral interactions, emotional contagion, and social presence between the two application versions. The nursing process implemented in the application corresponds to the intramuscular injection. Users learn to handle various error states and master the injection process. The evaluation follows a Within-Subjects Design and aims to identify any differences in behavioral interactions, emotional contagion, and social presence between the two application versions.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis	V
1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen	3
2.1 Skillslab.....	4
2.2 Was sind virtuelle Patienten	4
2.2.1 Stand der Technik.....	5
2.2.2 Gründe für den Einsatz.....	7
2.2.3 Simulationen im Gesundheitswesen.....	8
2.3 Virtuelle Patienten in VR.....	9
2.3.1 Effektivität und Präsenz	10
2.3.2 Reaktions- und Emotionsverhalten	11
2.3.3 Probleme.....	12
3 Konzept.....	14
3.1 Handlungsprozess.....	14
3.2 Die Anwendung.....	15
3.3 Die Patientin	17
4 Implementierung	18
4.1 Tasks.....	20
4.2 Einbindung der VR-Patientin	21
4.3 WebXRInteractions	23
4.4 Animationen	24
5 Empirische Evaluation.....	25
5.1 Ergebnisse und Auswertung des CSQ-VR.....	27
5.2 Ergebnisse und Auswertung des MoSPQ	29
5.3 Ergebnisse und Auswertung der vergleichenden Fragen	32

6	Diskussion und Fazit	33
6.1	Diskussion der CSQ-VR Ergebnisse	33
6.2	Diskussion der MoSPQ Ergebnisse	34
6.3	Diskussion der vergleichenden Fragen.....	35
6.4	Fazit	36
6.5	Ausblick	37
	Anhänge	39
	Literaturverzeichnis	41
	Eigenständigkeitserklärung	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Myers und Harry Pople Jr.	1
Abbildung 2: Konzept VR-Nugget.....	3
Abbildung 3: VR in Benutzung	10
Abbildung 4: Das „unheimliche Tal“	13
Abbildung 5: Modul 14 – Schritt 2 – Aktivität 2.....	15
Abbildung 6: Ablaufdiagramm.....	16
Abbildung 7: Virtuelle Patientin	17
Abbildung 8: Utensilien und VR Patientin in der Unity Szene	18
Abbildung 9: Ausschnitt des für Modul 14 relevanten Modul Graphen	19
Abbildung 10: Klassendiagramm des Reaktionsverhaltens in AV1.....	21
Abbildung 11: WebXRsocket-/directInteractor.....	23
Abbildung 12: Animator für die Verhaltensmuster der VR Patientin	24
Abbildung 13: Beispielhafter Ablauf der Evaluation	28
Abbildung 14: Ergebnisse des CSQ-VR	28
Abbildung 15: Ergebnisse des MoSPQ	30
Abbildung 16: Ergebnisse der vergleichenden Fragen.....	32

1 Einleitung

Die Ursprünge virtueller Patienten reichen zurück in die Pionierzeit der Computertechnologie in den 1960er Jahren. Der Begriff selbst wurde erst in den 1990er Jahren geprägt. Eine bedeutende Etappe in dieser Entwicklung war die Implementierung des "Internist-I" Ende der 1960er Jahre. Dieses Projekt markierte einen der frühesten Versuche, medizinisches Fachwissen in ein computerbasiertes Programm zu integrieren, um medizinische Fälle zu simulieren und zu diagnostizieren (D. Myers, 1990).

Die Entwicklung des "*Internist-I*" wurde von Harry Pople in den späten 1960er und frühen 1970er Jahren im Rahmen seiner Doktorarbeit an der University of Pittsburgh initiiert. Das Hauptziel war die Erfassung des diagnostischen Fachwissens von Dr. Jack D. Myers, dem Leiter der Inneren Medizin an der Universität von Pittsburgh. Im "*Internist-I*" wurden Daten, darunter Anzeichen, Symptome und Laborergebnisse, über eine Tastatur eingegeben. Im Gegensatz zu anderen Systemen wurde auf den Einsatz bayesianischer (nach Thomas Bayes) Modelle verzichtet. Das Diagnosefindungssystem stützte sich auf einen leistungsstarken Ranking-Algorithmus, um Diagnosen zu generieren. Dabei kamen heuristische Regeln zum Einsatz, die auf einem Partitionierungsalgorithmus basierten. Diese Regeln dienten dazu, Problemgebiete zu identifizieren und diagnostische Möglichkeiten auszuschließen. Als Expertensystem vereinte dieses Programm Wissen über die Diagnose und Behandlung von inneren Krankheiten und hatte die Fähigkeit, Symptome von Patientenfällen zu analysieren und Diagnosen auf Basis der eingegebenen Informationen zu stellen (Pople, 1982). Ein entscheidendes Ergebnis des Projekts ist die Wissensbasis, die in nachfolgenden Systemen für medizinische Ausbildung und klinische Anwendung genutzt wurde.



Abbildung 1: Myers und Harry Pople Jr. bei der Umsetzung des INTERNIST-I (1970)

Obwohl *"Internist-I"* nicht explizit als virtueller Patient konzipiert war, legte es den Grundstein für spätere Fortschritte in der Simulation von Patientenfällen. Es demonstrierte die Machbarkeit, medizinisches Fachwissen in eine computerbasierte Anwendung zu integrieren, um diagnostische Entscheidungen zu unterstützen. Diese Methode ebnete den Weg für die Konzeption virtueller Patienten, die eine interaktive und dynamische Darstellung von realistischen Patientenszenarien ermöglichen sollten. Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Computertechnologie, insbesondere in den Bereichen Virtual Reality (VR) und Künstliche Intelligenz (KI), hat zu einer signifikanten Verbesserung der Realitätsnähe und Diversität von Simulationen geführt (Higgins et al., 2021). Im Vergleich zu den einfachen Anfängen ermöglichen heutige virtuelle Patienten eine breite Palette von realistischen Szenarien, angefangen bei einfachen Diagnosefällen bis hin zu komplexen Notfallsituationen (Pottle, 2019). Ein entscheidender Faktor in dieser Evolution besteht in der Integration von Vitalfunktionen in virtuelle Patientensimulationen. Durch diese Fortschritte ist es möglich, lebenswichtige Parameter wie Herzfrequenz, Blutdruck und Atemfrequenz auf realistische Weise zu simulieren (Lee et al., 2020). Dies bietet Lernenden die Möglichkeit, ein umfassenderes Verständnis für die Überwachung und Behandlung von Patienten in unterschiedlichen Situationen zu entwickeln. Die direkte Rückmeldung, die Auszubildende erhalten, reflektiert ihre Handlungen und trägt dazu bei, ihre klinischen Fähigkeiten sowie ihre empathischen Kompetenzen gegenüber den Patienten zu verbessern.

Diese Forschungsarbeit zielt darauf ab, die Auswirkungen von vorhandenen Vitalfunktionen und dem Reaktionsverhalten virtueller Patienten in VR auf die Wahrnehmung und Reaktion von Pflegeauszubildenden zu untersuchen. Ziel ist es, Erkenntnisse zu gewinnen, die für zukünftige Anwendungen in der Pflege relevant sind. Im Januar 2020 startet an der HAW Hamburg das von dem Bundesministerium für Gesundheit geförderte und von Prof. Dr. Jan Neuhöfer geleitete *Pflegedigital 2.0 Projekt*. Das Projekt strebt die Entwicklung einer praktischen, mehrsprachigen und vollständig digitalen Lösung an. Diese soll das interaktive Erlernen grundlegender pflegerischer Handlungsprozesse ermöglichen und ausgewählte Prozesse in virtueller Realität trainieren. Die Anwendung ist flexibel sowohl vor als auch während des Präsenzunterrichts einsetzbar. Zielgruppen sind Auszubildende, Lernende und Studierende mit Migrationshintergrund in der Pflegeausbildung. Das Projekt bietet insgesamt 24 interaktive E-Learning-Module Web-based-Trainings (WBTs) an, darunter auch Virtual Reality Trainings (*VR-Nuggets*) für Teilschritte ausgewählter Module.

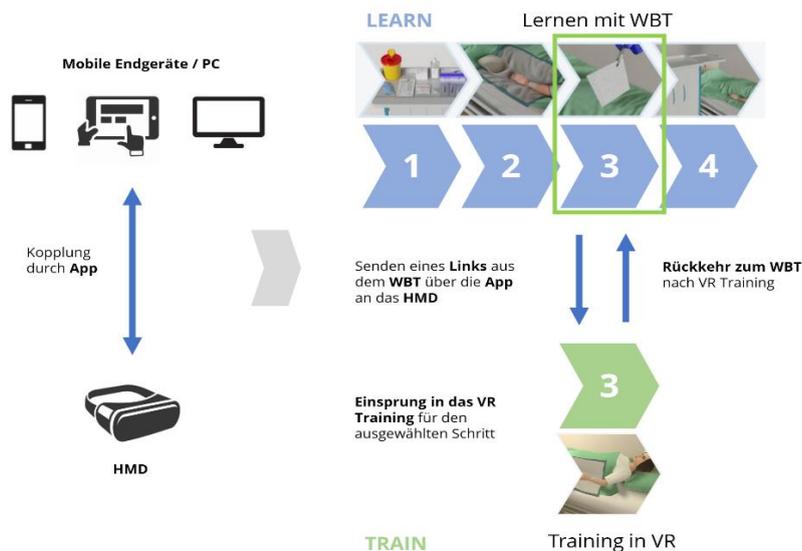


Abbildung 2: Konzept "VR-Nugget" (Neuhöfer, 2020)

Im Rahmen von Pflegedigital 2.0 wird in dieser Arbeit ein unterstützendes VR-Nugget entwickelt. Hierbei setzen sich die Teilnehmer mit Modul 14, der "Intramuskulären Injektion", auseinander. Sie führen dabei verschiedene Schritte des Moduls an einer virtuellen Patientin durch, die mit Vitalfunktionen und Reaktionsverhalten ausgestattet ist. Zur Evaluation wurden in dieser Arbeit zwei Anwendungsversionen implementiert – eine mit und eine ohne Patientenreaktion. Testpersonen verwenden die Anwendungen, und ihre Eindrücke sowie Erfahrungen werden anschließend mittels eines Fragebogens ausgewertet, der darauf abzielt, die soziale Präsenz der jeweiligen Patientin zu ermitteln. Die Ergebnisse werden abschließend verglichen.

2 Grundlagen

Die VR-Nuggets greifen das Konzept des Skillslabs(siehe Kapitel 2.1) auf, bei dem die Rolle des Patienten oder des „Trainingsphantoms“ eine besondere Bedeutung hat. Diese Phantommodelle können unterschiedliche Aspekte des menschlichen Körpers nachahmen und ermöglichen praxisnahe Übungen ohne direkte Auswirkungen auf Patienten(Stefanidis et al.,2017). In den VR-Nuggets könnte diese Rolle durch eine virtuelle Patientin mit realistischem Reaktionsverhalten übernommen werden. Dieses Kapitel beschreibt unter anderem, worum es im Skillslab geht, wie eine virtuelle Patientin in einer Anwendung implementiert werden kann, wie mit VR-Patienten gelernt wird und welche positiven Effekte sie insbesondere in VR-Anwendungen haben können.

2.1 Skillslab

Ein sogenanntes Skillslab, auch als Fertigkeitenlabor bezeichnet, wird vom Interprofessionellen Verband zur Integration und Förderung des Skill-Lab-Konzeptes (VIFSG) als ein Raum beschrieben, der in der beruflichen Bildung für Gesundheitsberufe eingesetzt wird. In einem derartigen Raum können die typischen Tätigkeitsbereiche dieser Berufe in einer möglichst realitätsnahen Umgebung nachgebildet werden. Oftmals verfügen sie über einen angeschlossenen Beobachtungsraum, in dem die Handlungen der Lernenden von außen verfolgt werden können. Ziel ist es, diese Handlungen durch die Nutzung des Skillslabs zu erproben, zu reflektieren und weiterzuentwickeln (VIFSG 2018). Dabei handelt es sich um eine Simulation, in der der Pflegealltag in einer kontrollierten Umgebung dargestellt wird. Susanne Schewior-Popp thematisiert in ihrem Buch 'Lernsituationen planen und gestalten' (2005) die Planung und Ausgestaltung von Lernsituationen im Kontext handlungsorientierten Unterrichts im Lernfeld. Dabei hebt sie die Intention des Skills Labs hervor, welche darin besteht, "*die Kluft zwischen Theorie und Praxis, zwischen Denken und Handeln zu minimieren*". Im Skillslab spielt das "Phantom" eine wichtige Rolle, insbesondere in der medizinischen und pflegerischen Ausbildung. Ein Phantom ist eine nachgebaute, anatomisch korrekte menschliche oder tierische Figur, die dazu dient, bestimmte medizinische Verfahren und Fertigkeiten zu üben (stellvertretend für den Patienten). Es handelt sich dabei um ein simuliertes Modell, das oft aus Materialien wie Kunststoff oder Gummi besteht. (Stefanidis et al.,2017). Durch die Verwendung von Phantomen können Lernende Fehler machen, ohne negative Auswirkungen auf echte Patienten zu haben. Sie können ihre Fertigkeiten wiederholen und verbessern, bis sie sicher und kompetent sind.

2.2 Virtuelle Patienten

Nach den Ausführungen von Prof. Dr.-Ing. Heinz U. Lemke (Los Angeles, USA, Technische Universität Berlin) gewinnen IT-Modelle in der Medizin, insbesondere in der Radiologie sowie in der kardiovaskulären und onkologischen Chirurgie, zunehmend an Bedeutung, da sie die Reproduzierbarkeit ermöglichen. In der medizinischen Wissenschaft, sind Modelle zur Reproduzierbarkeit unerlässlich. Das Ziel besteht darin, Ärzte mit Modellen zu unterstützen, weg von "Trial and Error" hin zu einer individualisierten Medizin. Diese umfasst laut Lemke nicht nur Pharmakokinetik, sondern auch Diagnostik und Therapie am Patienten im Gesamten, einschließlich seiner Umgebung – also auch Geräte und Personal in einer Einrichtung.

Das übergeordnete Ziel besteht darin, so viele Informationen wie möglich vom Patienten zu erfassen, zu strukturieren, in einem patientenspezifischen Modell zu integrieren und diagnostische sowie therapeutische Prozesse damit zu verknüpfen. Eine umfassende integrierte Modellierung einer medizinischen Situation ist ohne informationstechnische Verfahren nicht möglich. Dies spiegelt sich zunehmend auch in den Konzeptionen für den digitalen Operationssaal wider. Virtuelle Patienten kann man also als spezielle Computerlernprogramme, die klinische Situationen simulieren beschreiben. Virtuelle Patienten sind also computerbasierte Simulationen von klinischen Szenarien, die es medizinischen Fachkräften ermöglichen, diagnostische und therapeutische Fähigkeiten in einer sicheren und kontrollierten Umgebung zu trainieren (Cook et al.,2010).

Lernende übernehmen die Rolle von Ärzten oder Pflegekräften, führen klinische Untersuchungen durch, veranlassen Laboruntersuchungen und treffen diagnostische sowie therapeutische Entscheidungen basierend auf den Befunden. Diese Softwareform greift das Konzept des fallbasierten Trainings („*case-based training*“) auf. Es ermöglicht Medizinstudierenden und Ärzten in der Fort- und Weiterbildung das sichere Üben am Computer ohne Gefährdung realer Patienten. Die folgenden Unterkapitel beleuchten die Gründe für den Einsatz virtueller Patienten, den aktuellen Stand der Technik und geben einen generellen Überblick auf Simulationsformen im Gesundheitssystem.

2.2.1 Stand der Technik

Klinische Routinedaten werden häufig als Grundlage für die Erstellung von Virtuellen Patienten verwendet. In der Regel erfolgt die Überführung dieser Daten manuell, jedoch wäre eine automatisierte Übernahme wünschenswert. Das eViP-Format etabliert einen Standard für Virtuelle Patienten und definiert eine Datenstruktur zur Austauschbarkeit dieser. Verschiedene E-Learning-Systeme, wie zum Beispiel CAMPUS oder CASUS (Pottle, 2019) , unterstützen bereits diesen Standard. Die Bereitstellung von klinischen Routinedaten in diesem Format ermöglicht es den Softwaresystemen, auf die entsprechenden Daten zuzugreifen.

Bei der automatisierten Erstellung von Virtuellen Patienten aus Patientendokumentationen müssen Datenschutzbestimmungen eingehalten werden. Gemäß der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) gelten als personenbezogene Daten alle Informationen, die sich auf eine identifizierte (z.B. Name, Anschrift) oder identifizierbare natürliche Person („betroffene Person“) beziehen. Eine Person ist bereits identifizierbar, wenn die Möglichkeit besteht, ihre Identität festzustellen.

Mögliche Identifizierungsmerkmale können eine Kombination verschiedener scheinbar unbedenklicher Kriterien (z.B. Alter, Beruf, Haarfarbe, Wohnort) sein, wenn sie im Einzelfall die Identifizierung ermöglichen. Besondere Kategorien von personenbezogenen Daten, wie Gesundheitsdaten (z.B. Diagnosen, Untersuchungen und Ergebnisse), genetische oder biometrische Daten, werden durch Art. 9 DSGVO als sensibel betrachtet. Für diese Daten gelten daher erhöhte Datenschutzanforderungen.

In der aktuellen Zeit wurde vermehrt Virtual Reality (VR) für die Entwicklung von Simulations- und Schulungsinstrumenten genutzt (Pottle, 2019), insbesondere unter Einsatz verkörperter virtueller Patienten (Lee et al., 2020). Dies ermöglicht die Achtung des grundlegenden ethischen Grundsatzes "*Niemals das erste Mal am Patienten*" (Granry und Moll et al., 2012). VR (Virtual Reality) bezeichnet den Einsatz von Software, um eine immersiv gestaltete, simulierte Umgebung zu schaffen. Im Unterschied zu herkömmlichen Benutzeroberflächen tragen Nutzer bei VR ein Head-Mounted Display (HMD), das sie in eine Umgebung versetzt, in der die Interaktion mit virtuellen Welten und Figuren auf eine Weise erfolgt, die als besonders realistisch und immersiv empfunden wird. Es gibt neben den HMDs noch weitere Techniken um VR zu nutzen. Cave-Systeme (Cave Automatic Virtual Environment) zum Beispiel sind spezielle VR-Räume, in denen Bilder auf mehreren Projektionsflächen dargestellt werden, um eine immersive Umgebung zu schaffen, die der Benutzer betreten kann (Milgram, P., & Kishino, F., 1994). Immersive VR unterscheidet sich von Desktop VR durch die Integration von Stereoskopie und räumlichem Tracking, was eine tiefere und realistischere immersive Erfahrung ermöglicht und das Präsenzgefühl steigern kann. Stereoskopie in der VR bedeutet, dass jedem Auge ein leicht unterschiedliches Bild präsentiert wird, um einen räumlichen 3D-Effekt zu erzeugen (Bowman et al., 2012). Die einzigartige Fähigkeit von VR besteht darin, den Nutzern das Gefühl zu vermitteln, sich physisch in einer anderen Umgebung zu befinden, und geht damit über bisherige Technologien hinaus (Pottle, 2019). Die VR-Technologie hat hierbei zwei zentrale Vorteile. Zum einen kann das medizinische Personal wesentlich zeiteffizienter fort- und weitergebildet werden. Zum anderen können Lehreinrichtungen und Kliniken durch den geringen Bedarf an Schulungsressourcen Kosten für die Ausbildung einsparen. Die VR-Software Firma *ORamaVR* veröffentlichte 2019 die Ergebnisse einer randomisierten Kontrollstudie im *Journal of Arthroplasty*. In dieser Studie wurden Chirurgen in zwei Schulungsgruppen aufgeteilt, wobei eine Gruppe mittels VR unterrichtet wurde, während die zweite Gruppe keine VR-Unterstützung erhielt. Die Untersuchung zeigte, dass die chirurgischen Fähigkeiten der Gruppe mit VR-Unterstützung um acht Prozent besser waren als die der Gruppe ohne VR. Des Weiteren ermöglicht der Einsatz von VR, Auszubildenden, Erfahrungen in einer realistischen Umgebung zu sammeln, bevor sie tatsächliche medizinische Geräte wie Nadeln oder Skalpelle in die Hand nehmen. Dies trägt dazu bei, Fehler durch medizinisches Fachpersonal zu minimieren, indem die Prozesse in einer virtuellen Umgebung wiederholt geübt werden können. (Pelachaud et al., 2021).

Elemente der nonverbalen Kommunikation im medizinischen Kontext, umfassen Gesichtsausdruck, Kopfbewegungen, Körperhaltung, Berührung, zwischenmenschliche Distanz und Tonfall (für eine Übersicht siehe Hall et al., 2019). Während die verbale Kommunikation wichtig ist (Conigliaro, 2007), spielt die nonverbale Kommunikation zwischen Pflege und Patient eine entscheidende Rolle, da sie die verbale Kommunikation verstärken oder ihr widersprechen kann. Daher ist sie für die Patientenzufriedenheit und das Behandlungsergebnis von Bedeutung (Ambady et al., 2002; Loricé et al., 2017). Lavelle et al. (2015) berichteten beispielsweise, dass prosoziale Verhaltensweisen des Patienten während einer Routinekonsultation, die eine Interaktion einleiten oder aufrechterhalten (z. B. direkter Blick, Lächeln, Nicken, Verwendung von Handgesten), den Kliniker dazu veranlassen, ähnliche prosoziale Verhaltensweisen zu zeigen. Dies führt zu einer verbesserten therapeutischen Beziehung. In einer „Virtual Reality“ Umgebung sind diese Aspekte zumindest teilweise realisierbar.

"VR ermöglicht Handeln, nicht nur Beobachten. Beim Tun wird der ganze Körper auf multisensorische Weise einbezogen. Und je mehr der Körper eingesetzt wird, desto größer ist die Chance, etwas zu lernen und zu behalten." - Mel Slater, 2019

In Zukunft könnten weitere nonverbale Verhaltensweisen erforscht werden, um die Simulation sozialer Interaktion in medizinischen Umgebungen zu verbessern. Ein Beispiel ist die Bedeutung der Berührung in der medizinischen Versorgung, da sie eine entscheidende Rolle bei der Kommunikation mit Patienten spielt (Kim und Buschmann, 1999). Daher könnte die Entwicklung haptischer Schnittstellen neue Möglichkeiten für das Training sozialer Fähigkeiten im Zusammenhang mit sozialer Berührung bieten (Pelachaud et al., 2021).

2.2.2 Einsatzbereiche

"Die Medizin ist eine Kunst, deren Magie und schöpferische Fähigkeit seit langem in den zwischenmenschlichen Aspekten der Arzt-Patienten-Beziehung liegt" (Hall et al., 1981). Der Aufbau und die Aufrechterhaltung einer effektiven und vertrauenswürdigen Arzt-Patienten-Beziehung sind von grundlegender Bedeutung für die Bereitstellung einer qualitativ hochwertigen Versorgung (Ha und Longnecker, 2010). In der Praxis von Gesundheitsdienstleistern spielen wichtige verbale und non-verbale Kommunikationsfähigkeiten, besonders während der Face-to-Face-Interaktion, eine zentrale Rolle. Dabei geht es darum die therapeutische Allianz zu fördern (Zolnierek und DiMatteo, 2009) und die Patientenzufriedenheit zu steigern (Brown et al., 1999). Kommunikationsfähigkeiten beziehen sich darauf, Informationen effektiv an andere Personen zu vermitteln (Beaulieu et al., 2011).

Das betrifft nicht nur den Inhalt, sondern auch die Art und Weise, wie die Informationen übermittelt werden. Einschließlich nonverbaler Elemente wie Tonfall, Empathie, Gestik, Körpersprache und Mimik während der Behandlung. In modernen Krankenhäusern ist die Verweildauer der Patienten tendenziell verkürzt, was dazu führt, dass weniger Patienten für einen direkten Patientenunterricht zur Verfügung stehen. Insbesondere in Universitätskliniken nimmt die Zahl der Schwerstkranken zu. Somit ist eine direkte Lehre am Patienten zunehmend eingeschränkt und eine Arzt-Patienten-Beziehung kommt nur erschwert zustande. Dies gilt insbesondere für viele relevante saisonale Erkrankungen, bei denen ein Unterricht durch direkten Patientenkontakt nicht immer gewährleistet werden kann. Wichtige diagnostische Verfahren, wie die Hirntoddiagnostik bei Kindern, finden oft außerhalb des regulären Unterrichts statt. Die Ausbildungsprogramme im Gesundheitswesen bieten also keine ausreichende klinische Erfahrung und Betreuung, um wesentlichen Fähigkeiten zu erwerben (Brown et al., 1999). Virtuelle Patienten bieten einen geschützten Rahmen ("*psychological safety*") und ermöglichen die einfache Darstellung berufs- und sektorenübergreifender Perspektiven.

Studierende haben im praktischen Einsatz nur selten Gelegenheit, Patienten von der Aufnahme bis zur Entlassung zu betreuen oder in alle wesentlichen Entscheidungsschritte der klinischen Versorgung eingebunden zu werden. Des Weiteren ermöglichen Virtuelle Patienten es, bereits in vorklinischen Fächern einen realitätsnahen Praxisbezug herzustellen, indem theoretische Lerninhalte mit praktischen Anwendungsbeispielen aus der Klinik verknüpft werden. Auszubildende können so wichtige Konzepte frühzeitig in einer klinischen Anwendung üben.

2.2.3 Simulationen im Gesundheitswesen

Die Schulung und Bewertung der nonverbalen Kommunikation zwischen Pflege und Patient sowie der Zusammenhang mit den klinischen Ergebnissen ist in jedem Fall eine Herausforderung. Oftmals ist dies intrusiv (z. B. Echtzeitbeobachtung) oder erfordert umfangreiche Ressourcen (z. B. Interaktionen mit Schauspielern, die standardisierte Patienten darstellen; Henry et al., 2012). Deshalb werden medizinische Simulationen, von Gesundheitsbehörden in vielen Ländern gefördert (Granry und Moll, 2012; Alinier und Platt, 2014). Die Verwendung von standardisierten Geräten oder Virtual-Reality-Tools trägt zur Nachbildung eines klinischen Kontexts bei. Ziel ist es, medizinisches Fachpersonal in klinischen, therapeutischen oder diagnostischen Verfahren zu unterrichten oder zu schulen (Ker und Bradley, 2010). Die medizinische Simulation reproduziert reale klinische Szenarien in einem standardisierten, sicheren und reproduzierbaren Kontext, um die Vertiefung der Auszubildenden während ihrer Erstausbildung oder Weiterbildung zu erleichtern (Gaba, 2004).

Obwohl die medizinische Simulation die klinische Erfahrung nicht ersetzen kann, bietet sie die Möglichkeit, Feedback zu erhalten und Vertrauen zu gewinnen, ohne das reale klinische Geschehen zu durchlaufen oder die ersten Male in der Praxis "*weit weg vom Patienten*" zu sein (Okuda et al., 2009; Wolf et al., 2011). Im Bereich des Gesundheitswesens eignen sich verschiedene Simulationstechniken für Auszubildende für psychomotorische, kognitive oder kommunikative Lernaufgaben (Munshi et al., 2015). Die "prozedurale Simulation", durchgeführt mit realistischen Teil- oder Ganzkörpermodellen, ist die traditionellste (Lapkin et al., 2010) und wird meist verwendet, um das Erlernen psychomotorischer Fähigkeiten wie chirurgische Gesten oder Pflege zu erleichtern (siehe Rivière et al., 2018). Die "standardisierte Simulation" erfolgt in Form von Rollenspielen mit gut ausgebildeten Schauspielern, um klinische Szenarien zu simulieren oder einen Patienten mit einem bestimmten Gesundheitsproblem darzustellen (d. h. einen menschlichen standardisierten Patienten). Dies ermöglicht eingehende Erfahrungen mit klinischem Denken, Entscheidungsfindung oder Kommunikationstechniken in verschiedenen Situationen, einschließlich Krisenintervention (Keltner et al., 2011). Der Einsatz standardisierter Simulationen ist jedoch aufgrund der hohen Kosten für die Rekrutierung und Ausbildung von Patientendarstellern begrenzt.

Die "virtuelle Realität" (VR) im Gesundheitswesen bezieht sich auf computerbildschirmbasierte Simulationen, die eine multisensorische und immersive interaktive Erfahrung in einer sicheren Umgebung bieten (Rizzo et al., 2017; Riva und Serino, 2020). Diese Techniken werden für Anwendungen wie "Serious Games" genutzt. Hierbei werden Auszubildende mit virtuellen Situationen konfrontiert, die realen Ereignissen nachempfunden sind und die es ihnen ermöglichen, klinische Reflexe zu entwickeln (z.B. die Durchführung einer Injektion oder die Verabreichung von Medikamenten) (Wang et al., 2016). Mit dieser Art der Simulation für den Einsatz virtueller Patienten wird sich im Kontext dieser Arbeit beschäftigt.

2.3 Virtuelle Patienten in VR

Zum Training sozialer Interaktionen werden in Gesundheitsausbildungen ECAs "Embodied Conversational Agents" (ECAs) verwendet. Diese werden für Diagnose- oder Sanierungszwecke eingesetzt, entweder als Partner für soziale Interaktion (Grossard et al., 2020) oder als virtuelle Coaches, die den Nutzer motivieren sollen (Ali et al., 2021). In zunehmendem Maße werden Embodied Conversational Agents (ECAs) auch als "virtuelle Patienten" (VPs) eingesetzt (Abbildung 3b). Dabei repräsentieren sie einen Patienten in einer virtuellen Umgebung. Dies ermöglicht es dem Auszubildenden, sei es ein Kliniker oder Student, eine menschenähnliche Interaktion von Angesicht zu Angesicht zu führen (vgl. Combs und Combs, 2019). Die Effektivität dieser Form Einsatzes von "Virtuellen Patienten" und die mit dem Design einhergehenden Probleme werden in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.



Abbildung 3: VR in Benutzung a) Pflegeauszubildende trägt HMD(Head Mounted Display) b)Cardiologische Untersuchungen am Virtuellen Patienten in VR c)projektion von mehreren Szenen für eine Gruppenaufgabe d) Lichtreaktion der Pupille eines Virtuellen Patienten(Pottle, 2019)

2.3.1 Effektivität und Präsenz.

Bis zum Jahr 2030 wird laut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) weltweit ein Bedarf von mehr als 40 Millionen neuen Ärzten, Krankenpflegern, medizinischem Fachpersonal und anderen Gesundheitsfachkräften prognostiziert. Dies würde einer Verdoppelung der derzeitigen Mitarbeiterzahl im medizinischen Sektor entsprechen. Durch die verbesserte Gesundheitsversorgung leben viele Menschen länger, was jedoch auch mit einem Anstieg chronischer Gesundheitsrisiken wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Krebs einhergeht. Das herkömmliche Ausbildungsmodell, bei dem Lehrkräfte große Vorlesungssäle unterrichten, dürfte den zukünftigen Anforderungen an qualifiziertes Gesundheitspersonal nicht mehr gerecht werden (Rivière et al., 2018). Infolgedessen verschieben sich medizinische Ausbildungsstrategien vermehrt hin zur Nutzung von VR-Simulationen mit virtuellen Patienten. Diese Simulationen sind besser skalierbar und reproduzierbar, jederzeit und überall verfügbar. Gleichzeitig liefern sie Lernergebnisse, die mit standardisierten klinischen Lernumgebungen vergleichbar sind (vgl. Consorti et al., 2016). Dies trägt auch zu einer Verbesserung der Fähigkeiten bei der Interaktion mit echten Patienten bei.

Es wurde festgestellt, dass Menschen bei der Interaktion mit virtuellen Personen im Vergleich zu realen Personen sogar leicht empathischere Reaktionen zeigen (Deladisma et al., 2007). Die Probanden sind eher bereit, Informationen preiszugeben. Vermutlich aufgrund des beruhigenden Effekts, dass es sich "*schließlich nur um einen Computer handelt*" (Lucas et al., 2014).

Aufgrund der Fähigkeit von ECAs, menschliches Verhalten zu simulieren und zu imitieren, neigen Nutzer dazu, mit ihnen wie mit einer realen Person zu interagieren (Gratch et al., 2013). Soziale Präsenz in der virtuellen Realität (VR) bezieht sich auf das Ausmaß, in dem sich Benutzer in einer VR-Umgebung als physisch anwesend und miteinander verbunden erleben. Im Kontext von Embodied Conversational Agents (ECAs) bezieht sich dies darauf, wie realistisch und lebendig die Interaktion mit virtuellen Gesprächspartnern oder Avataren wahrgenommen wird, was Einfluss auf die Qualität der sozialen Erfahrung hat (Biocca et al., 2003). Im Kontext der Simulationsausbildung im Gesundheitswesen sind Virtuelle Patienten typischerweise computergestützte Programme, die ECAs verwenden, um echte Patienten zu simulieren und eine klinische Begegnung nachzubilden.

2.3.2 Reaktion und Emotionsverhalten

Eine der größten Herausforderungen bei der Implementierung von Virtuellen Patienten besteht in der Entwicklung von Modulen zur Simulation sowohl verbaler als auch nonverbaler Verhaltensweisen (siehe 2.2.1). Je nach Kontext kann es erforderlich sein, nur eine Teilmenge der nonverbalen Verhaltensweisen wie Körperhaltung und Gestik zu simulieren, ohne notwendigerweise die Mimik oder den Blick im Mittelpunkt zu haben (Ochs et al., 2018). In solchen Fällen ist der Einsatz eines Embodied Conversational Agents (ECA) innerhalb einer Virtual-Reality-Umgebung sinnvoll. Wenn das Hauptziel jedoch eher auf dem verbalen Inhalt der Kommunikation oder Entscheidungsfindung liegt, könnte ein Chatbot oder eine textbasierte Schnittstelle besser geeignet sein (Tanaka et al., 2017).

In den meisten Simulationssystemen, in der medizinischen Ausbildung, wird ein Entscheidungsbaum verwendet. Dieser wird benötigt, um die Interaktion zu steuern und die Reaktionen der VP abhängig von den Entscheidungen und/oder dem Verhalten des Auszubildenden auszulösen. Die möglichen Reaktionen der VP hängen von den spezifischen Anforderungen der Simulation ab und können spezifische Merkmale eines Patienten darstellen, wie zum Beispiel emotionale Zustände oder pathologische Symptome (Rizzo und Shilling, 2017).

Diese Reaktionen können aus einem vordefinierten Satz von Kombinationen aus verbalen und nonverbalen Verhaltensweisen ausgelöst werden, die dem Ablauf eines Szenario Skripts folgen. Wenn die Simulation auf Smartphones oder Tablets laufen soll, sind technische Ressourcen begrenzt, und umfangreiche Berechnungen können nicht immer durchgeführt werden, wie zum Beispiel die Echtzeit-Erkennung von nonverbalem Verhalten. In solchen Fällen greift die Simulation stattdessen auf Text- und grafische Menüschnittstellen zurück und verwendet vordefinierte Animationen, um das Verhalten der virtuellen Patienten zu steuern (Philip et al., 2020).

2.3.3 Probleme

Trotz ihrer Vorteile ist die VR-Simulation kein universelles Hilfsmittel. Vielmehr sollte sie als Werkzeug betrachtet werden, das gezielt eingesetzt wird, um bestimmte Lernziele zu erreichen. Damit sie effektiv genutzt werden kann, ist es wichtig, VR in den Lehrplan und die pädagogischen Methoden einer Bildungseinrichtung zu integrieren. Es gibt auch Situationen, in denen VR nicht die optimale Wahl ist. Zum Beispiel ist sie möglicherweise nicht die beste Methode, um das Abtasten des Abdomens zu lehren, da in dieser Situation keine komplexe virtuelle Umgebung erforderlich ist, sondern lediglich eine präzise physische Darstellung eines Unterleibs.

Neben den Bildungsbarrieren stehen neuen Technologien oft Herausforderungen gegenüber, da ihre Implementierung Unterstützung der Lehrkräfte erfordert. Viele Unternehmen bieten jedoch Testphasen an, in denen sich die Lehrkräfte mit der Technologie vertraut machen können, und die Angst vor VR verliert an Bedeutung, je mehr sie eingesetzt wird (Pottle, 2019). Im VR-Bereich, besonders wenn es um die Integration von Embodied Conversational Agents (ECAs) als virtuelle Patienten geht, stößt man auf eine weitere Herausforderung bezüglich der animierten Darstellung.

Das *Uncanny Valley* („Gruselgraben“ oder „unheimliches Tal“), erstmals von Mori im Jahr 1970 beschrieben, besagt, dass Objekte, die menschenähnlich aussehen und handeln, bei genauerer Betrachtung aber unnatürlich wirken, Abscheu und Angst beim Menschen auslösen können.

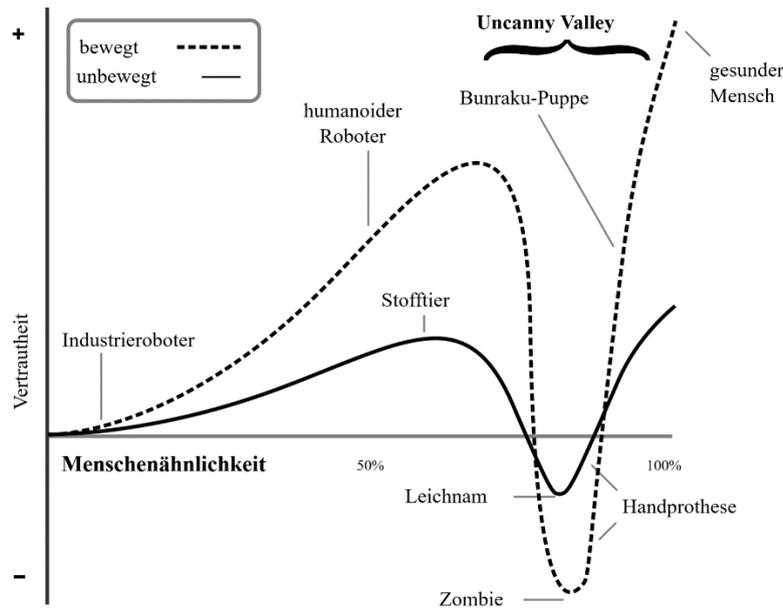


Abbildung 4: Relation Menschenähnlichkeit auf Vertraulichkeit

Abbildung 4 zeigt in Form eines Graphen, dass mit zunehmender Menschenähnlichkeit anfangs auch die Vertraulichkeit gegenüber dem menschenähnlichen Objekt steigt. Ab einem bestimmten Punkt fällt die Vertraulichkeit jedoch stark ab, und bei etwa 75 Prozent Ähnlichkeit zwischen dem Objekt und einem Menschen beginnt das *Uncanny Valley*. Objekte, die sich in diesem Bereich der Skala befinden, können auf Menschen unheimlich wirken. Nach einem Tiefpunkt steigt die Vertraulichkeit jedoch wieder stark an, bis der Punkt erreicht ist, an dem das Objekt von einem Menschen nicht mehr zu unterscheiden ist oder es sich tatsächlich um einen Menschen handelt. Diese Wahrnehmung ist besonders ausgeprägt bei Objekten, die in der Lage sind, sich zu bewegen. Gemäß Mori könnte eine mögliche Erklärung im Selbsterhaltungstrieb des Menschen liegen. Wenn eine Person stirbt, bewegt sich ihr äußeres Erscheinungsbild von der Spitze des Graphen (gesunde Person) hinunter in das *Uncanny Valley*. In diesem Zustand ist die Person unbeweglich, und die Verwesung setzt ein. Dennoch bleibt sie einem menschlichen Erscheinungsbild immer noch „ähnlich“.

Im Kontext virtueller Patienten könnte das *Uncanny Valley* z.B. auftreten, wenn die Animationen und die Darstellung realistisch erscheinen, aber gleichzeitig bestimmte menschliche Eigenschaften unvollkommen nachgeahmt werden (z.B. Mimik oder Sprachverhalten). In einer Studie wurde die Wahrnehmung fotorealistischer virtueller Menschen mit weniger detaillierten Modellen in Desktop-Anwendungen verglichen. Der *MetaHuman Creator* (2023) wurde verwendet, der als führend im Bereich digitale Avatare gilt, um Realismus zu gewährleisten (Higgins et al. ,2021).

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass realistischere Modelle in Bezug auf Menschenähnlichkeit, Unheimlichkeit und Attraktivität besser abschneiden. Die Umsetzung erfordert jedoch einen hohen Rechenaufwand (Higgins et al., 2021). In dieser Arbeit wird für die Darstellung des virtuellen Patientenzimmers und des virtuellen Patienten das mobile *Head-Mounted Display* Oculus Quest 2 verwendet. Dieses mobile HMD weist im Vergleich zu stationären HMDs und leistungsstarken Grafikkarten eine eingeschränkere Rechen- und Grafikleistung auf. In diesem Kontext ist die Umsetzung eines fotorealistischen virtuellen Patienten also nicht möglich, und es gilt, Probleme wie das *Uncanny Valley* zu vermeiden.

3 Konzept

Die VR-Anwendung, die im Rahmen dieser Arbeit implementiert wird, wurde mit der Entwicklungsumgebung Unity (2023) entwickelt und orientiert sich an einer Aktivität im Modul 14 des Web Based Trainings, im Projekt PflegeDigital 2.0. Sie behandelt die „*intramuskuläre Injektion*“ und stellt eine Situation dar, die dem Skillslab ähnlich ist. In dieser Situation bearbeiten und lernen Nutzende einen festen Ablauf, um die intramuskuläre Injektion an einer virtuellen Patientin durchzuführen, wobei auch die Atmung und das Reaktionsverhalten bei Fehlern simuliert werden. Die Wahl fiel auf Aktivität 2, da hier tatsächlich ein "Eingriff" an der Patientin erfolgt und nicht, wie in Aktivität 1 des Moduls, nur die Injektion vorbereitet wird. Es wird also ein Mehrwert von VR vermutet, da hier eine invasive Prozedur (Spritze geben) an der virtuellen Patientin durchgeführt wird. Zudem können in Aktivität 2 mehrere Fehlerzustände eintreten, selbst bei völlig korrekter Durchführung der Arbeitsschritte, wie etwa das Auftreten von Blut in der Spritze. An dieser Stelle ist es besonders interessant zu beobachten, wie Nutzer auf die mögliche Reaktion der Patientin reagieren. Es stellt sich die Frage, ob sie die Arbeitsschritte behutsamer, aber dafür langsamer durchführen oder möglicherweise unsicherer werden. Weitere Erkenntnisse dazu finden sich im Kapitel zur Evaluation.

3.1 Handlungsprozess

Bei einer intramuskulären Injektion (Kurzschreibweise: i.m.) wird ein flüssiges Arzneimittel mittels einer Spritze und Kanüle in einen Skelettmuskel eingebracht. Diese Art der Injektion kommt in der Humanmedizin auch bei den meisten Impfungen zum Einsatz. Der Handlungsprozess im Skillslab umfasst drei Schritte: die allgemeine Vorbereitung im Patientenzimmer, die Nachbereitung und die eigentliche Injektion (Pflegedigital 2.0, 2023). Der eigentliche Schritt der Injektion beinhaltet zwei Aktivitäten: die Vorbereitung der Injektionsstelle und die eigentliche Injektion, wobei letzteres in dieser Arbeit umgesetzt wurde.



*Abbildung 5: Modul 14 – Schritt 2 – Aktivität 2 der Intramuskulären Injektion
Quelle: Pflege Digital 2.0 (2023)*

In Schritt 2, der Aktivität 2 "Injektion Durchführen" (Abbildung 5), wird erklärt, dass Pflegekräfte die Kanülenkappe entfernen und dann ausreichend tief in den Muskel stechen sollen. Anschließend erfolgt eine Aspiration. Sollte die Pflegekraft beispielsweise auf den Knochen treffen oder Blut in der Spritze erscheinen, muss die Injektion sofort abgebrochen werden. Wenn keine Probleme auftreten, wird das entsprechende Arzneimittel langsam injiziert. Danach wird die Kanüle zügig aus der Haut gezogen, und die Einstichstelle wird mit einem Tupfer komprimiert. Nachdem die Injektionsutensilien versorgt sind, wird die Einstichstelle mit einem Pflaster abgedeckt. (Pflegedigital 2.0, 2023)

3.2 Die Anwendung

Um die VR-Nuggets für verschiedene HMD-Hersteller und die Nutzung im Browser zugänglich zu machen, wird ein angepasstes WebXR-Framework (<https://github.com/De-Panther/unity-webxr-export.git?path=/Packages/webxr-interactions>) verwendet. Dieses Framework verarbeitet erforderliche Eingabeinformationen für VR-Anwendungen, wie etwa Positionsdaten der Controller und des HMDs. Die Anwendung kann direkt über eine Website im Browser des HMDs gestartet werden, ohne dass eine separate Installation erforderlich ist. Die relevanten Daten sind zentral auf einem Server gespeichert (Immersive Web Developer, 2023).

Bereits erstellte VR-Nuggets verwenden WebXR, welches vorher in das Unity-Projekt integriert und mit den essenziellen WebXR-Interaktionen ausgestattet wurde. Diese ermöglichten eine effiziente Nutzung und Anpassung während der Implementierung der Anwendung. Die VR-Anwendung ermöglicht eine praxisnahe und immersive Übung des in Modul 14 - Schritt 2 - Aktivität 2 beschriebenen Ablaufs.

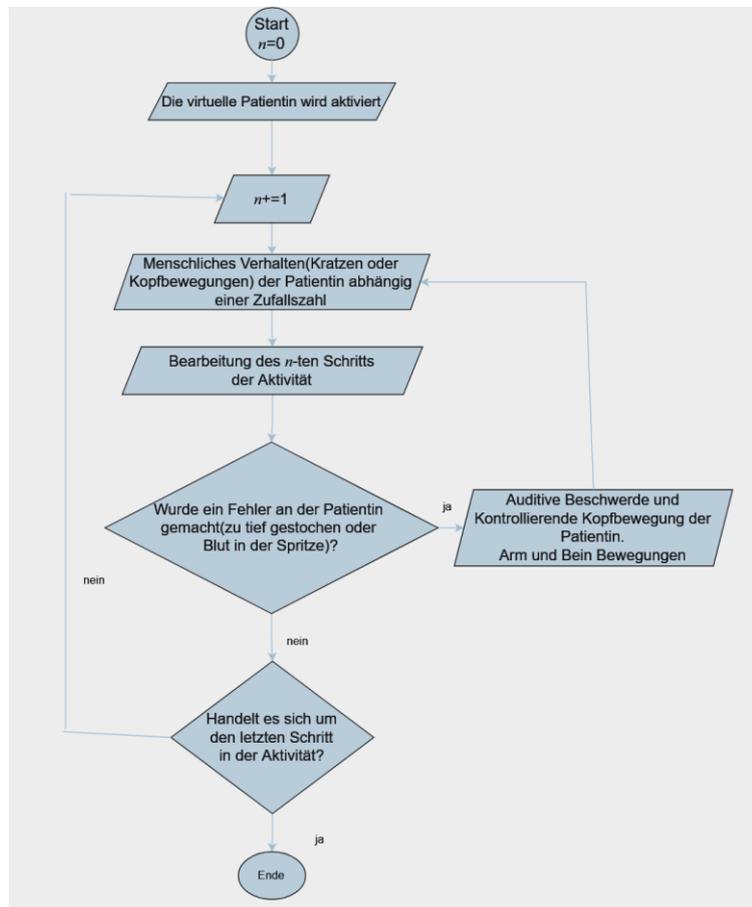


Abbildung 6: Ablaufdiagramm der Patientenverhaltensweisen

Quelle: Eigene Darstellung

Es stehen zwei Anwendungsversionen zur Verfügung. In beiden Versionen befinden sich die Nutzenden in einem virtuellen Skillslab, wo vor ihnen ein Wagen mit Pflegeutensilien steht und eine Patientin auf einem Krankenbett liegt. In einer Version verfügt die Patientin über eine Atmungs- und Bewegungsfunktion sowie ein Reaktionsverhalten bei Fehlern der Anwender. In der zweiten Version fehlen diese Funktionen, und Fehler im Handlungsprozess werden rein textuell angezeigt. Da es sich um den zweiten Schritt der Aktivität handelt, liegt die Patientin bereits auf der Seite, und die Injektionsstelle ist vorbereitet.

Unabhängig von der gewählten Anwendungsversion haben die Nutzenden nun die Möglichkeit, die Arbeitsschritte der Aktivität zu durchlaufen. Beim ersten Injektionsversuch ist in beiden Anwendungsversionen immer Blut in der Spritze vorhanden (Siehe Abbildung 6). Danach wird die Zeit gemessen, die bis zur erfolgreichen neuen Injektion benötigt wird. Der einzige Unterschied besteht darin, dass in einer der Anwendungsversionen die Patientin durch eine Handbewegung und ein auditives Signal den Nutzer auf sein Fehlverhalten hinweist und kurz schnell atmet.

3.3 Die Virtuelle Patientin

Die Patientin fungiert als ECA in dieser Anwendung (Abbildung 7). Sie übernimmt die Rolle des Phantoms, wie sie in Abschnitt 2.1 beschrieben wird, mit dem Unterschied, dass ein Phantom natürlicherweise keine Vitalfunktionen und kein Reaktionsverhalten aufweist. Es stellt sich die Frage, ob die Virtuelle Patientin nun überhaupt noch als Phantom einzustufen ist. Zumindest präsentiert sich die Virtuelle Patientin in Anwendungsversion 2 ohne ihr Reaktionsverhalten gut als Phantom, und es lassen sich auf vielen Ebenen interessante Vergleichsparameter ermitteln. Die reagierende Patientin soll nonverbale Kommunikation ermöglichen und positive Auswirkungen auf die Präsenz haben (siehe Kapitel 2.3.1). Gratch et al. zeigen, dass aufgrund der Fähigkeit von ECAs, menschliches Verhalten zu simulieren und zu imitieren, Nutzende dazu neigen, mit ihnen wie mit einer realen Person zu interagieren. Diese Arbeit untersucht unter anderem, ob es Unterschiede in der Durchführung des Moduls mit einem VP ohne Reaktionsverhalten gibt. Das Modell der virtuellen Patientin wurde vom Pflegedigital 2.0 Projekt zur Verfügung gestellt. Es ist bereits mit Texturen versehen und verfügt über ein geriggtes Skelett, um Animationen und Posen durchzuführen.



Abbildung 7: Virtuelle Patientin in klassischer Pose (links, geöffnet in Blender) und in der für Modul 14 relevanten Pose (rechts, geöffnet in Unity), Quelle: Eigene Darstellung

Die virtuellen Patienten in den beiden Anwendungsversionen unterscheiden sich in folgenden Faktoren: Atmungsfunktionalität, Stimme, Gestik und Reaktionsverhalten auf Fehler. Für die Stimme der Patientin wird MURF.AI (2023) verwendet. Dabei handelt es sich um eine KI-gestützte Software, welche geschriebenen Text in Sprache variabler Tonalität interpretiert. Diese sollte hinreichend realistisch sein, um den Lernerfolg nicht negativ zu beeinflussen (siehe 2.3.3).

Die virtuelle Patientin in der anderen Anwendungsversion verfügt über keine dieser Attribute und kann daher durchaus mit einem statischen Phantom aus dem Skillslab(siehe Kapitel 2.1) verglichen werden. Aufgrund der im Modul 14 relevanten Positionierung und der in Kapitel 2.3.3 herausgearbeiteten Problematiken wurde auf die Mimik der Patientin verzichtet. Die Nutzer sehen den Kopf der Patientin nur im peripheren Sichtfeld und von hinten, da der Fokus auf der Injektionsstelle und den zu verwenden Materialien liegen soll (Abbildung 7). Daher wurde sich bei der Implementierung eher auf Vitalfunktionen wie Atmung und nonverbale Kommunikationsgestiken wie Zuckungen oder eine verkrampfte Handhaltung konzentriert. Es ist zudem interessant, ob die Version mit realistischeren Merkmalen wie Atmungsfunktionalität, variabler Stimme und Gestik eine höhere Lernmotivation und Engagement bei den Anwendern hervorruft.

4 Implementierung

Das Patienten-Asset, das im Rahmen des Forschungsprojekts zur Verfügung gestellt wurde, wurde in der Grafiksoftware Blender (2024) angepasst und ist nun speziell für den Einsatz im 14. Modul gestaltet (siehe Abbildung 8). Die Patientin liegt auf der Seite, und es wurde modellierte und texturierte Unterwäsche um den Intimbereich hinzugefügt. Das 3D-Modell des Pflasters wurde vollständig neu erstellt und mit Texturen versehen. Alle anderen Modelle entsprechen den Assets aus dem Pflegedigital 2.0 Projekt Repository. Eine markierte rote Stelle zeigt die Einstichstelle am linken Oberschenkel an.

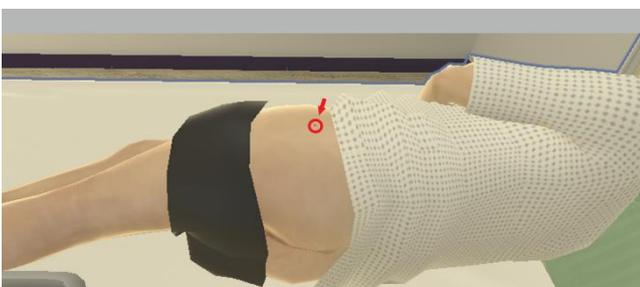


Abbildung 8: Die Patientin mit markierter Injektionsstelle und die Utensilien in der Unity-Szene

Quelle: Eigene Darstellung

Die Strukturierung des Ablaufs in den zuvor umgesetzten VR-Nuggets erfolgt durch ein Task-System. Dieses repräsentiert die einzelnen Aufgaben und Hilfestellungen als Node-System, das durch einfaches "Zusammenstecken" miteinander verbunden werden kann (siehe Abbildung 9). Innerhalb einer Activity können verschiedene *Task Cluster* eingefügt werden, die wiederum beliebig viele *Task Connections* beinhalten können. Diese verweisen auf Task-Nodes, die mit *Help-Nodes* verknüpft sind. Das Task Cluster dieser Anwendung ist mit insgesamt 16 Tasks verbunden, die von der Desinfektion der Hände bis zur Versorgung der Einstichstelle mit einem Pflaster reichen. Jeder Task innerhalb des Node-Systems ist einem *Task Listener* zugewiesen. Diese *Listener* verfügen über wichtige Funktionen, die bei Abschluss der Aufgabe, bei einem Fehler oder bei der Aktivierung von Hilfestellungen aufgerufen werden. Mithilfe dieser *Listener* können an bestimmten Zeitpunkten Objekte sowie Skripte/Komponenten gesteuert werden, beispielsweise um sie zu aktivieren oder zu deaktivieren. Dies ermöglicht eine präzise Steuerung und Anpassung des Ablaufs der Anwendung entsprechend den Nutzerinteraktionen und -fortschritten.

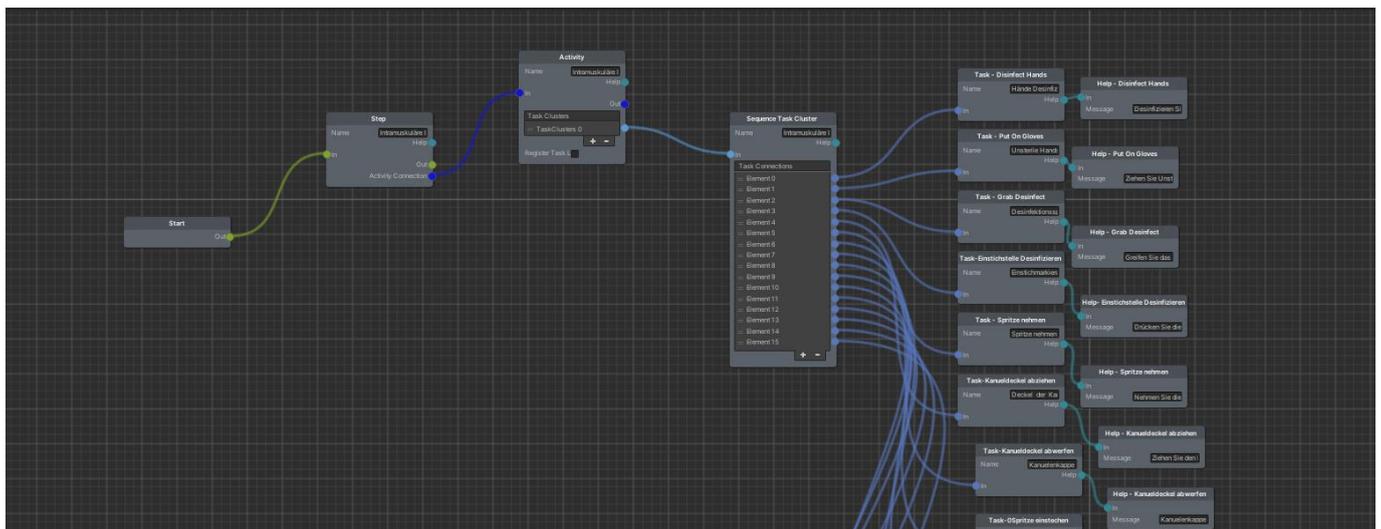


Abbildung 9: Ausschnitt des für Modul 14 relevanten Node-Graphen, Quelle: Unity(2024)

4.1 Tasks

Die Tasks "Disinfect Hands" (Hände desinfizieren) und "Put On Gloves" (Handschuhe anziehen) wurden aus einem vorherigen Modul übernommen, um sich mit dem Aufbau der Tasks vertraut zu machen. Der nächste Schritt besteht darin, das Desinfektionsspray zu greifen. Das Spray, wie die meisten Utensilien (z.B. Pflaster, Tupfer und Spritze), sollte als *WebXRInteractable* greifbar sein, geregelt über eine Komponente, die es dem Objekt ermöglicht, frei durch den virtuellen Raum getragen zu werden. Diese Komponente wurde bereitgestellt und nicht selbst entwickelt.

Für *WebXRInteractables* besteht die Möglichkeit, einen *PoseContainer* hinzuzufügen, welcher *PoseData* mit Informationen über die Positionen der Finger enthält, die die Finger annehmen sollen, wenn sie das Objekt halten. Der *PoseContainer* liegt auf dem Spray und ist für das Festhalten des Sprays angepasst. Wenn der Nutzer nun das Spray aufnimmt, muss er die Injektionsstelle besprühen. Durch Drücken des Knopfes B am Controller wird ein Partikelsystem aktiviert, um das Sprühen zu simulieren. Wenn Teile des Partikelsystems auf den Collider der Injektionsstelle treffen, wird über die Funktion *NotifyExecution()* dem Task mitgeteilt, dass dieser abgeschlossen ist, und der Node-Graph (Abbildung 9) springt im Taskcluster zum nächsten Task.

Im nächsten Task muss der Nutzer die Spritze ebenfalls mittels *PoseContainer* aufnehmen und eine noch vorhandene Kanülenkappe abnehmen und im Abfallbehälter entsorgen. Inspiriert von den bisherigen VR-Nuggets befindet sich am Mülleimer des Wagens das Skript "WasteContainer", eine bereitgestellte Komponente, die festlegt, welche Objekte weggeworfen werden können und über Tags referenziert wird. Die Kanülenkappe ist bereits mit einem Tag versehen, um über das Skript "Item" das Zurücksetzen der Kappe zu regeln, wenn sie fallengelassen wird. Auf dem Mülleimer liegt ein Collider. Wenn dieser von dem Collider der Kanülenkappe getroffen wird, wird die Kanülenkappe deaktiviert, und erneut wird über die Funktion *NotifyExecution()* dem Task mitgeteilt, dass dieser abgeschlossen ist. Im Mülleimer wird das Modell einer weggeworfenen Kanülenkappe aktiviert. Als nächster Schritt steht nun die Injektion an. Ab hier spielt die Einbindung der VR-Patientin in Anwendungsversion 1 eine besondere Rolle, worauf im nächsten Unterkapitel eingegangen wird.

4.2 Einbindung der VR Patienten

Die Anwendung legt bestimmte Anforderungen an die virtuelle Patientin fest, darunter das Reagieren, Atmen, Sprechen und das korrekte Verhalten im Falle eines Fehlers. Diese Verhaltensweisen werden durch speziell erstellte Skripte gesteuert (siehe Abbildung 10). Im Folgenden werden diese Skripte anhand des zeitlichen Ablaufs der Anwendung näher beschrieben.

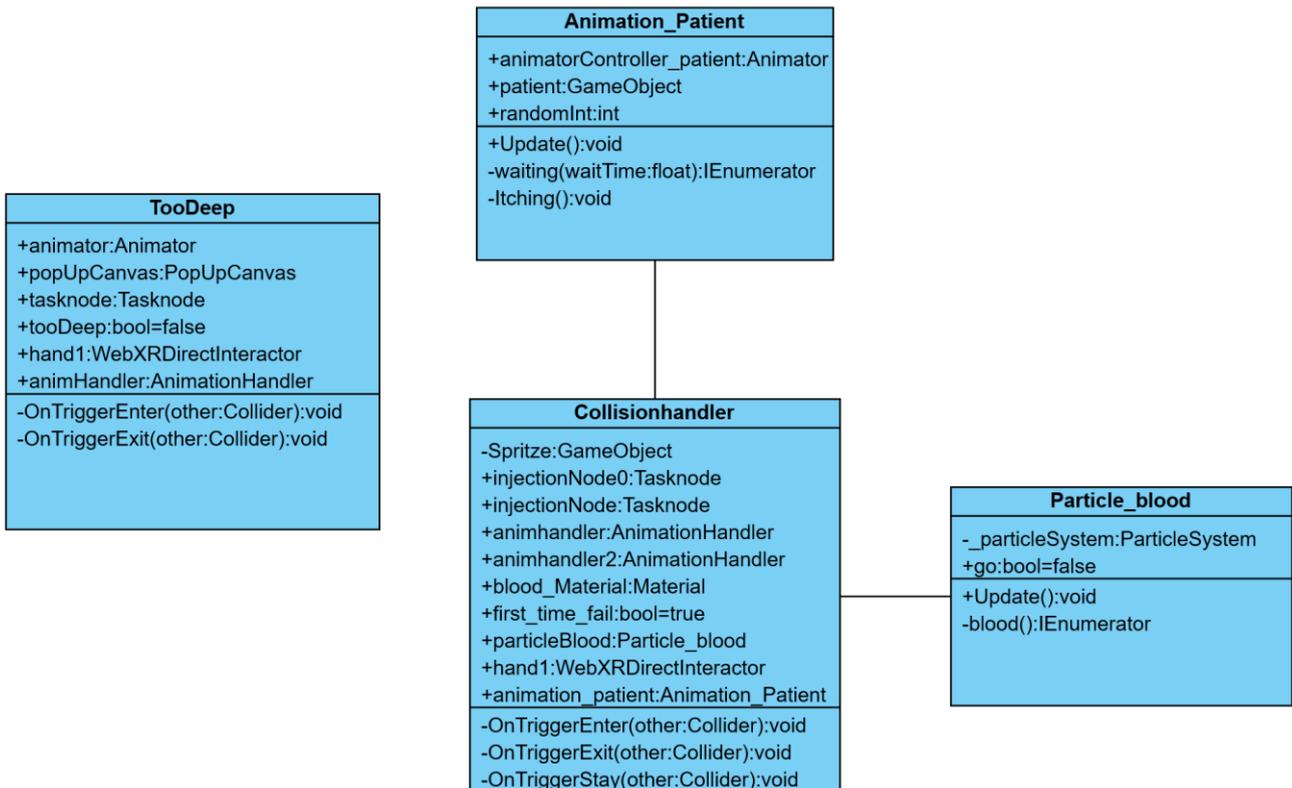


Abbildung 10: Klassendiagramm zur Steuerung des Reaktionsverhaltens der Patientin in AV1
Quelle: Eigene Darstellung

Zu Beginn ist zu erwähnen, dass es sich um ein Klassendiagramm aus AV1 handelt, wobei Anwendungsversion 2 über einige Skripte nicht verfügt, wie zum Beispiel das Skript "Animation_Patient". Das Skript "Animation_Patient" wird in AV1 zu Beginn der Anwendung aufgerufen und startet über den "animatorController-patient" die Animationen der virtuellen Patientin, im ersten Fall das Atmen. In bestimmten Fällen wird durch eine Zufallszahl entschieden, ob die VR-Patientin Bewegungen ausführt, wie zum Beispiel sich kratzen oder den Kopf bewegen.

Sobald alle Vorbereitungstasks abgeschlossen sind und der Nutzer die Injektion zum ersten Mal ausführt, wird beim ersten Eintreten der Kanüle ein Fehlerzustand ausgelöst. Die boolesche Variable *"first_time_fail"* definiert, ob es sich um den ersten Injektionsversuch handelt. Wenn dem so ist, wird die Textur der Spritze angepasst und das Innere der Spritze färbt sich rot – es ist Blut in der Spritze. Das Skript *"Particle_blood"* löst beim Herausziehen der Spritze auch ein kleines Blut-Partikelsystem an der Injektionsstelle aus. Die IEnumerator-Operation *"blood()"* lässt sich definieren, wie lange das Blut sichtbar ist. Über eine Instanz der Klasse *"Animation_Patient"* wird eine Reaktionsanimation der Patientin abgespielt. Die VR-Patientin zuckt mit dem Bein und dreht leicht den Kopf, um ihren Zustand zu überprüfen. Über ein "Autsch" macht sich die Patientin ebenfalls bemerkbar. Der Nutzer muss nun die Spritze entsorgen, und sobald sich diese im Abfallbehälter befindet, taucht eine neue Spritze auf, mit der der Nutzer ab nun weiterverfährt. Der erste Fehlerzustand wurde unausweichlich eingebaut, da so eine Vergleichsgrundlage des Reaktionsverhaltens in beiden Anwendungsversionen besteht. In einem Fall sieht man die Patientin reagieren, im anderen Fall nicht. Hinzu kommt, dass der Nutzer durch die Fehlersituation möglicherweise unter Stress steht. Diese Aspekte könnten sich auf die emotionale Ansteckung und die wahrgenommenen Verhaltenswechselwirkungen zwischen Nutzer und VR-Patientin auswirken (mehr dazu im Kapitel 5 "Evaluation").

Sobald der Nutzer nun bei seinem zweiten Anlauf den Collider an der Injektionsstelle erneut auslöst, ist die Variable *"first_time_fail"* im Zustand *"False"*. Jetzt gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder der Nutzer führt die Injektion entsprechend den Anweisungen im Modul durch. In diesem Fall passiert nichts, und weitere Anschluss-tasks können ausgeführt werden. Sollte der Nutzer die Kanüle jedoch zu tief einführen, stößt diese auf einen zweiten Collider. Das Skript *"Too_Deep"* reguliert, ob zu tief eingestochen wurde und man möglicherweise auf einen Knochen traf. Wenn dem so ist, wird über einen *"AnimationHandler"* eine schmerzverzerrte Animation in Form einer Kopfbewegung und einer krampfenden Hand der Patientin ausgeführt. Die Patientin macht sich ebenfalls wieder auditiv bemerkbar, und der Controller erzeugt durch Vibration ein leichtes haptisches Feedback. Die *Tasknode* kann somit noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden, und die Injektion muss ein weiteres Mal durchgeführt werden.

4.3 WebXRInteractions

Die erfolgreich abgeschlossene Injektion erfordert nun, dass die Stelle mit einem Tupfer komprimiert und anschließend mit einem Pflaster versorgt wird. Über einen *WebXRDirectInteractor* werden Events ausgelöst, wenn dieser über ein *Interactable* "hovered" (wenn sich der Trigger Collider des *DirectInteractors* und der des *Interactables* berühren) oder wenn der *DirectInteractor* nicht mehr über einem *Interactable* "hovered" (wenn der Trigger Collider des *DirectInteractors* den des *Interactables* verlässt). In diesem Fall muss der Nutzer mit dem Tupfer eine bestimmte Zeit über der Einstichstelle schweben, um diese zu komprimieren. Wenn der Nutzer den Tupfer zu schnell von der Einstichstelle entfernt, löst *OnHoverExit* einen Fehler aus, und der Vorgang muss wiederholt werden. Mittels Liste können diesen Feldern (Siehe Abbildung 11) Aktionen und Methoden hinzugefügt werden, die bei entsprechendem Verhalten des Nutzers ausgeführt werden. Um anschließend das Pflaster aufzukleben, wird der *SocketInteractor* verwendet.

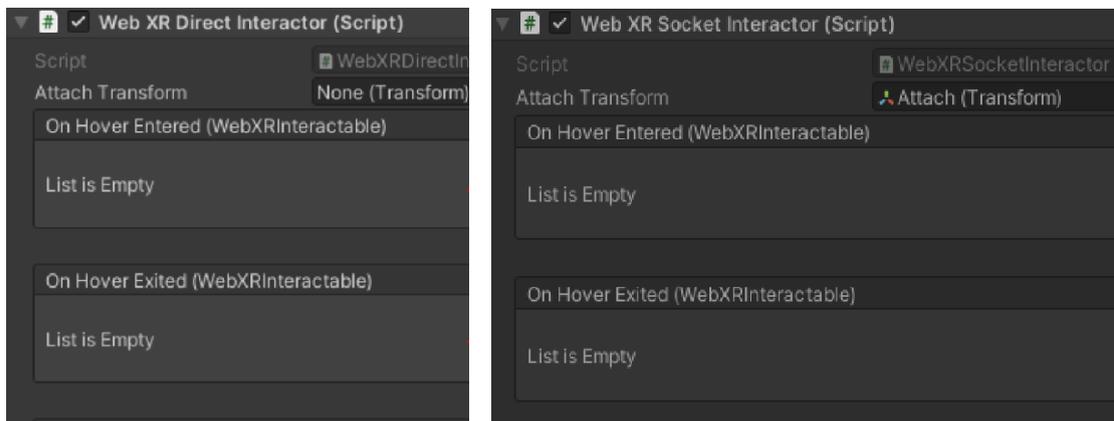


Abbildung 11: *WebXRDirectInteractor* und *WebXRSocketInteractor* als Components in Unity,
Quelle:Unity(2024)

Der *SocketInteractor* hält *Interactables* in einem *Socket* (Sockel) und fungiert praktisch als "Ablage" für *Interactables*, in diesem Fall, um das Pflaster an Ort und Stelle zu halten. Eine wichtige Komponente des *Socket Interactors* ist die *AttachTransform*, die die Position, Rotation und Skalierung des Punktes bestimmt, an dem ein *Interactable* im *SocketInteractor* abgelegt wird. Wenn der Nutzer also das Pflaster greift und es mit dem Collider des *SocketInteractors* kollidiert, bleibt es an der gewünschten Position über der Injektionsstelle haften.

4.4 Animationen

Die Animationen der VR-Patientin in AV1 basieren auf den in Blender erstellten Animationen. In Unity werden diese durch zusätzliche Bewegungen und Events erweitert und über einen Animator verwaltet (siehe Abbildung 12). Hier ist beispielhaft der Animator für die normalen Verhaltensweisen der Patientin während des Modulablaufs dargestellt. Zu Beginn der Anwendung wird über den Entry State der *Idle State* (Leerlauf) aufgerufen. Wenn keine weiteren Trigger oder Events zu anderen Zuständen führen, bleibt das Programm im Idle State. In diesem Fall ist auf dem *Idle State* eine Atemanimationssequenz hinterlegt, da die Patientin grundsätzlich permanent atmet. Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, verfügt die VR-Patientin über verschiedene Verhaltensmuster, die zufallsbasiert aufgerufen werden. Entsprechende Trigger sorgen dafür, dass die Patientin sich kratzt oder eine Kopfbewegung ausführt.

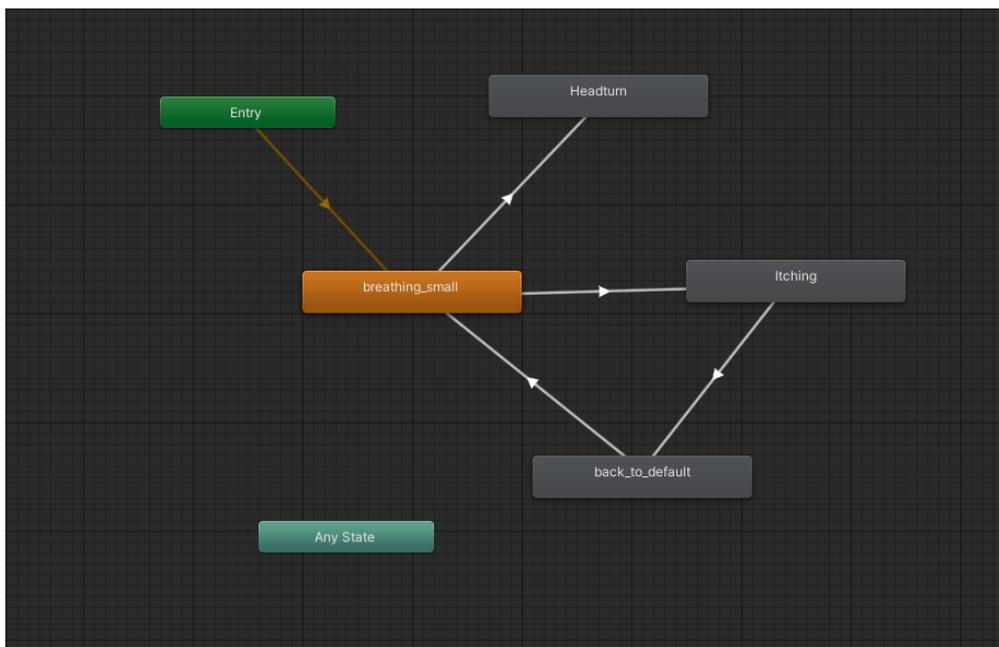


Abbildung 12: Animator für Verhaltensmuster der VR Patientin in Anwendungsversion 1, Quelle: Unity(2024)

5 Empirische Evaluation

Nach Abschluss der Entwicklung stehen die beiden Anwendungsversionen Testpersonen zur Verfügung, die gebeten werden, an einer Evaluation teilzunehmen. Dabei werden nicht nur die Wahrnehmung gegenüber der Patientin, sondern auch die wahrgenommene soziale Präsenz und mögliche Anzeichen von „*Motion Sickness*“ in beiden Anwendungsversionen überprüft und anschließend miteinander verglichen. Diese Evaluation erfolgt durch eine strukturierte Umfrage, die mithilfe des Programms LimeSurvey (2023) erstellt wird. Die Umfrage wird entweder durch einen ausgedruckten Fragebogen oder direkt über die Website von LimeSurvey durchgeführt.

Trotz der Vorteile, die VR mit sich bringt, gibt es Einschränkungen durch die sogenannte Motion Sickness, von der einige Benutzer betroffen sind. Nutzer, die unter Motion Sickness leiden, berichten insbesondere über ein verstärktes allgemeines Unwohlsein aufgrund von Übelkeit und desorientierungsbedingten Symptomen (Kourtesis et al., 2023). Dahlman et al. stellten die Hypothese auf, dass die Bewegungskrankheit (Motion Sickness) das verbale Arbeitsgedächtnis der Nutzer signifikant beeinträchtigt. In einer vergleichbaren Studie mit immersiver VR führten Varmaghani et al. eine Untersuchung durch, bei der die Teilnehmer in zwei Gruppen aufgeteilt wurden: eine VR-Gruppe (N = 25) und eine Kontrollgruppe (N = 22), die ein Brettspiel spielte.

Die Ergebnisse zeigten, dass die VR-Gruppe keine Steigerung der visuell-räumlichen Verarbeitungsfähigkeit aufwies, während die Kontrollgruppe eine solche Steigerung zeigte. Dies legt nahe, dass die Motion Sickness die visuell-räumliche Verarbeitung und/oder die Lernfähigkeit beeinträchtigen könnte (Varmaghani et al., 2016). In einer anderen Studie analysierten Mittelstaedt et al. die Auswirkungen von Motion Sickness auf kognitive Funktionen wie Reaktionszeit, räumliche Verarbeitung, visuelles Arbeitsgedächtnis und visuelle Aufmerksamkeitsverarbeitung vor und nach VR-Sitzungen. Die Befunde deuten darauf hin, dass Motion Sickness negative Auswirkungen auf die Aufmerksamkeitsverarbeitung und die Reaktionszeiten hat, während räumliche Fähigkeiten und das visuell-räumliche Gedächtnis unbeeinträchtigt bleiben.

Kourtesis et al. (2023) haben in ihrer Untersuchung von Fragebögen zur Bewertung von Cyber- bzw. Motion Sickness festgestellt, dass der Cybersickness Questionnaire – VR (CSQ-VR) kurz, valide und zuverlässig ist. Der Cybersickness Questionnaire – VR (CSQ-VR) wurde von Kourtesis entwickelt und umfasst sechs Fragen (siehe Tabelle 1 im Anhang). Diese Fragen werden auf einer Likert-Skala von 1 bis 5 beantwortet, wobei 1 für "Gefühl war abwesend (gar nicht)" und 5 für "Extremes Gefühl (sehr stark)" steht. Ziel des Fragebogens ist es sicherzustellen, dass die Beurteilung der Patientin nicht durch Motion Sickness beeinflusst wird. Ein CSQ-VR-Score wird berechnet, um Vergleiche mit zu anderen Zeitpunkten in der Evaluation erfragten CSQ-VR-Scores zu ermöglichen. Die Fragen des Fragebogens werden vor und nach jeder Anwendungsversion gestellt. Zu beachten ist, dass eine Übersetzung des Fragebogens ins Deutsche bisher nicht verfügbar ist und vom Autor dieser Arbeit erstellt wurde, ohne Verifizierung.

Ein Schlüsselement im Umgang mit ECAs in virtuellen Umgebungen ist die soziale Präsenz, das Ausmaß, in dem ein Gesprächspartner (hier die virtuelle Patientin) bei der Kommunikation über elektronische Medien (hier die VR-Umgebung und das HMD) als natürliche Person wahrgenommen wird. Wie in Kapitel 2 beschrieben, können nonverbale Kommunikationsgestiken und das Reaktionsverhalten von ECAs zur Authentizität des Virtuellen Patienten beitragen. Daher werden die beiden Anwendungsversionen mit einem Maß für soziale Präsenz ebenfalls miteinander verglichen. Harms, C., & A. Biocca, F. et al. entwickelten im Jahr 2004 einen Fragebogen, um ein Maß für soziale Präsenz zu entwickeln und zu testen. Das Ergebnis ist der "*Measure of Social Presence Questionnaire*", welcher 34 Fragen enthält. Der Fragebogen ermittelt neben der wahrgenommenen Co-Präsenz auch die Aufmerksamkeitsbindung, die emotionale Ansteckung und die Verhaltenswechselwirkungen zwischen virtuellem Patienten und Proband. Die Fragen werden ebenfalls auf einer Likert Skala von 1 (stimme überhaupt nicht zu) - 5 (stimme voll zu) beantwortet. Es sei auch hier darauf hingewiesen, dass die Übersetzung des Fragebogens ins Deutsche bislang nicht verfügbar ist und daher vom Autor dieser Arbeit erstellt wurde, ohne Verifizierung.

Für die Evaluation wird eine Umfrage in LimeSurvey erstellt, die 109 Fragen in 28 unterteilten Fragegruppen umfasst. Dabei handelt es sich um 15 verschiedene Gruppen, da sowohl der CSQ-VR als auch der *Measure of Social Presence Questionnaire* auf beiden Anwendungsversionen angewendet werden, um einen Vergleich zu ermöglichen (daher kommen diese Fragegruppen doppelt vor). In den Fragegruppen geben die Testpersonen demographische Daten an und beantworten Fragen zu ihrem Wohlbefinden (CSQ-VR), zur virtuellen Patientin, zur wahrgenommenen sozialen Präsenz und zu den Verhaltenswechselwirkungen (MoSPQ). Abschließend gibt es vergleichende Fragen (siehe Abbildung 8). Die Evaluation folgt einem *Within-Subjects-Design*, bei dem allen Teilnehmenden beide Anwendungsversionen gezeigt und von ihnen bewertet werden.

Zunächst werden demographische Daten erfasst, darunter Alter, Geschlecht, Körpergröße, Händigkeit und Informationen zu medizinischer oder pflegerischer Ausbildung sowie Erfahrungen im Bereich VR. Vor dem Start der Anwendung werden die Teilnehmenden nach ihrem Wohlbefinden befragt. Nach dem Start des ersten Durchlaufs der Anwendung wird für jede teilnehmende Person zuerst die Patientin mit Reaktionsverhalten präsentiert. Nach Abschluss dieser Anwendung beantworten die Teilnehmenden die 36 Fragen, die dem Measure of Social Presence Questionnaire entsprechen. Danach erkundigt sich der Fragebogen erneut nach dem Wohlbefinden, um etwaige durch die Anwendung hervorgerufene Veränderungen feststellen zu können und einen Vergleichsmaßstab zu ermitteln. Dies führt zu einem zweiten Durchlauf der VR-Anwendung, dieses Mal begleitet von der Patientin ohne Vitalfunktion und ohne Reaktionsverhalten.

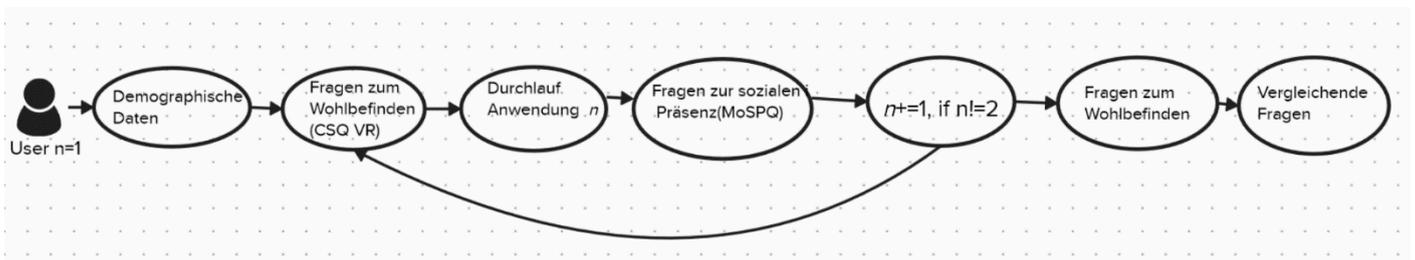


Abbildung 13: Beispielhafter Ablauf der Evaluation, Quelle: Eigene Darstellung

Nach Abschluss dieser Anwendung werden erneut das Wohlbefinden (CSQ-VR) abgefragt und der MoSPQ-Fragebogen ausgefüllt. Abschließend beinhaltet der Fragebogen 6 Fragen, die einen direkten Vergleich zwischen der Anwendungsversion mit und ohne Reaktionsverhalten der Patientin ermöglichen. Dabei wird erkundigt, ob bei einer der Versionen bedachter gehandelt wurde und bei welcher Version die Schritte besser verinnerlicht wurden. Insgesamt beteiligen sich 21 Personen an der Befragung, wobei die Evaluierung pro Person etwa 40 Minuten in Anspruch nimmt und mithilfe einer Meta Quest 2 durchgeführt wird. Unter den 21 Teilnehmern verfügen 8 über eine medizinische oder pflegerische Ausbildung. Die Geschlechterverteilung zeigt 13 Männer und 8 Frauen, wobei alle rechtshändig sind. Das Alter der Teilnehmer variiert zwischen 21 und 30 Jahren. Neun von 21 der Befragten hatte zuvor noch keine Erfahrung mit der Nutzung einer VR-Brille.

5.1 Auswertung des CSQ-VR Fragebogens

Es wird zunächst überprüft, ob Unterschiede im CSQ-VR-Score (Abbildung 14) vor und nach dem ersten Einsatz der Anwendung vorhanden sind. Dies ist bei vier Testpersonen der Fall. Bei einer Testperson erhöht sich der Score um zwei Punkte, bei den anderen drei betroffenen jeweils um einen Punkt, was darauf hindeutet, dass die Symptome insgesamt um zwei bzw. einen Punkt stärker wahrgenommen werden.

Insbesondere nimmt das Symptom Haltungsinstabilität um zwei Punkte zu, während Schwindel, Desorientierung und Müdigkeit jeweils um einen Punkt zunehmen. Eine Testperson, deren Score sich um einen Punkt erhöht, gibt an, dass die Haltungsstabilität um einen Punkt zunimmt. Eine weitere teilnehmende Person gibt an, dass jeweils ein Punkt mehr in Haltungsinstabilität und Müdigkeit auftritt. Eine andere Person gibt dies für Desorientierung an.

Bei der letzten Person, bei der sich der Score erhöht hat, betrifft dies die Kategorie Schwindel.

Bei 6 der Testpersonen ergibt sich nach der zweiten Anwendungsversion, erneut eine Veränderung in der Bewertung im Vergleich zur Einschätzung nach der ersten Version. Davon hatten drei der Personen bereits nach der Anwendungsversion 1 eine Score-Erhöhung. Insgesamt steigt der Score um 10 Punkte, wobei jeweils drei Punkte mehr bei den Kategorien Schwindel, Haltungsinstabilität und Ermüdung auftreten, sowie ein Punkt bei der Desorientierung.

Bei vier der sechs Testpersonen erhöhen sich die Kategorien Schwindel und Haltungsinstabilität um jeweils einen Punkt. Eine weitere Testperson erhöht die Ermüdung und Desorientierung um einen Punkt, während die letzte Testperson die Ermüdung um 2 Punkte anhebt. Es zeigt sich keine Verringerung des CSQ-Scores bei keiner der Teilnehmenden. Vier der sieben Teilnehmenden, die Unterschiede in beiden Stichproben angaben, haben erklärt, bisher keine Erfahrungen mit VR-Brillen gemacht zu haben.

User	Score zu Beginn	Nach AV 1	Nach AV2
1	6	6	6
2	6	6	6
3	6	6	6
4	6	7	9
5	6	6	6
6	6	6	6
7	6	6	8
8	7	8	10
9	6	6	6
10	6	6	6
11	6	6	8
12	6	6	6
13	7	8	8
14	6	6	6
15	6	6	6
16	6	6	6
17	6	6	7
18	6	6	6
19	6	6	6
20	8	10	11
21	6	6	6

Abbildung 14: Ergebnisse des CSQ-VR
Quelle: eigene Darstellung

5.2 Auswertung des MoSPQ Fragebogens

In Abbildung 15 sind die Durchschnittswerte, Standardabweichungen und Faktorladungen der Fragen nach Patienten aufgeführt. Die Faktorladungen zeigen an, wie stark sich jede Variable auf dem jeweiligen Faktor auswirkt und haben Werte im Bereich von 0 bis 1. Die Skala reicht von Eins für "Stimme überhaupt nicht zu" bis Fünf für "Stimme vollkommen zu".

Die Mehrheit der Antworten auf die Fragen des MoSPQ-Fragebogens zeigt keine Normalverteilung (überprüft durch Kolmogorov-Smirnov- und Shapiro-Wilk-Tests). Daher wird der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test verwendet, um die statistische Signifikanz der Ergebnisse zu berechnen. Ein Konfidenzintervall von 95 % wird dabei angewendet. Die gängige Nullhypothese, die besagt, dass es keinen signifikanten Effekt gibt, wird in dieser Analyse ebenfalls verwendet. Die kritischen Z-Werte bei Verwendung eines Konfidenzniveaus von 95 Prozent sind -1,96 und +1,96, was den Standardabweichungen entspricht. Der nicht korrigierte p-Wert, der mit einem Konfidenzniveau von 95 Prozent verknüpft ist, beträgt 0,05(Signifikanzniveau). Wenn der Z-Wert zwischen -1,96 und +1,96 liegt, ist der nicht korrigierte p-Wert größer als 0,05. In diesem Fall greift die Nullhypothese.

Abbildung 15: Auswertung des MoSPQ-Fragebogens, Quelle: Eigene Darstellung

	Virtuelle Patientin mit Reaktionsverhalten	Virtuelle Patientin ohne Reaktionsverhalten
Co-Präsenz	Faktorladung	Faktorladung
F1	M=4.28, SD=0.99, 0.82	M=3.10, SD=1.29, 0.52
F2	M=4.52, SD=0.75, 0.88	M=3.20, SD=1.40, 0.55
F3	M=2.22, SD=1.75, 0.31	M=3.23, SD=1.06, 0.56
F4	M=2.90, SD=1.77, 0.47	M=2.85, SD=1.48, 0.46
F5	M=4.00, SD=0.90, 0.75	M=2.95, SD=1.61, 0.49
F6	M=4.04, SD=0.90, 0.76	M=2.85, SD=1.48, 0.46
F7	M=3.33, SD=1.75, 0.58	M=3.52, SD=1.12, 0.63
F8	M=2.70, SD=1.58, 0.42	M=3.52, SD=1.72, 0.63
Wahrgenommene Aufmerksamkeitsbindung		
F9	M=3.62, SD=1.18, 0.66	M=2.76, SD=1.21, 0.44
F10	M=3.85, SD=1.04, 0.71	M=2.47, SD=1.16, 0.37
F11	M=2.42, SD=1.37, 0.36	M=3.38, SD=1.17, 0.59
F12	M=3.20, SD=1.30, 0.55	M=2.80, SD=1.37, 0.45
F13	M=2.90, SD=1.40, 0.47	M=2.60, SD=1.28, 0.40
F14	M=2.90, SD=1.63, 0.47	M=3.29, SD=1.18, 0.57

Wahrgenommene emotionale Ansteckung		
F15	M=3.62, SD=1.18, 0.65	M=2.95, SD=1.38, 0.48
F16	M=3.09, SD=1.35, 0.52	M=2.76, SD=1.77, 0.44
F17	M=2.57, SD=1.70, 0.39	M=2.90, SD=1.66, 0.47
F18	M=2.95, SD=1.38, 0.49	M=2.62, SD=1.60, 0.41
F19	M=3.95, SD=1.40, 0.74	M=2.10, SD=1.63, 0.27
F20	M=2.57, SD=1.76, 0.39	M=2.81, SD=1.58, 0.45
F21	M=2.48, SD=1.85, 0.37	M=2.20, SD=1.56, 0.30
F22	M=2.76, SD=1.55, 0.44	M=2.67, SD=1.75, 0.41
Wahrgenommene Verhaltenswechselwirkungen		
F23	M=3.29, SD=1.34, 0.55	M=2.29, SD=1.27, 0.32
F24	M=4.04, SD=0.94, 0.76	M=2.42, SD=1.55, 0.35
F25	M=4.00, SD=0.75, 0.75	M=2.61, SD=1.69, 0.40
F26	M=4.09, SD=0.65, 0.77	M=2.43, SD=1.55, 0.36
F27	M=4.14, SD=1.56, 0.79	M=2.52, SD=1.34, 0.38
F28	M=2.70, SD=1.43, 0.42	M=2.23, SD=1.53, 0.30
Wahrgenommenes Verständnis		
F29	M=3.42, SD=1.06, 0.61	M=2.52, SD=1.34, 0.38
F30	M=3.29, SD=1.33, 0.57	M=2.24, SD=1.30, 0.31
F31	M=4.19, SD=0.97, 0.80	M=2.67, SD=1.41, 0.42
F32	M=4.00, SD=0.00, 0.75	M=2.57, SD=1.58, 0.39
F33	M=3.81, SD=1.30, 0.70	M=2.66, SD=1.24, 0.42
F34	M=2.90, SD=1.73, 0.48	M=2.30, SD=1.80, 0.32

Bei der Frage, ob der Benutzer das Gefühl hat, als ob die Virtuelle Patientin und er sich im selben Raum befinden würden, konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($Z = 0,725$, $p = 0,468$). Ebenso ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei der Frage, ob der Nutzer sich der Präsenz der Virtuellen Patientin im Raum bewusst war ($Z = 0,830$, $p = 0,407$), ob die Virtuelle Patientin kaum wahrgenommen wurde ($Z = -0,494$, $p = 0,621$), dem Gefühl, als ob man glaube, man sei mit der Patientin im selben Raum ($Z = 0,571$, $p = 0,568$), und ob sich die Patientin der Anwesenheit des Nutzers bewusst sei ($Z = 0,688$, $p = 0,491$). Auch bei der Frage, ob die Virtuelle Patientin den Nutzer im Raum nicht wahrgenommen hat ($Z = -0,091$, $p = 0,927$), konnten keine signifikanten Unterschiede erkannt werden. Somit ergibt sich für die Kategorie "Co-Präsenz" kein signifikanter Unterschied zwischen der Anwendungsversion mit Reaktionsverhalten und Vitalfunktionen und der Anwendungsversion ohne.

Auch bei der wahrgenommenen Aufmerksamkeitsbindung wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versionen festgestellt. Weder ließ sich nachweisen, dass man sich in einer der Versionen leichter von der Virtuellen Patientin ablenken ließ ($Z = 0,886$, $p = 0,375$), noch dass man nicht aufmerksam auf ihre Reaktion geachtet hat ($Z = -0,534$, $p = 0,593$). Gleiches gilt für die Beurteilung, ob die virtuelle Patientin dem Nutzer gegenüber aufmerksam war ($Z = 0,211$, $p = 0,832$), und ob sie dazu neigte, den Nutzer zu ignorieren ($Z = -0,194$, $p = 0,846$).

Auch hinsichtlich der emotionalen Ansteckung gibt es keinen Grund, die Nullhypothese zu verwerfen. Weder schien die virtuelle Patientin in einer der Anwendungsversionen glücklicher zu wirken, wenn der Nutzer glücklich war ($Z = 0,148$, $p = 0,882$), noch war der Nutzer nervös, wenn die virtuelle Patientin nervös war ($Z = -0,139$, $p = 0,890$), noch war der Nutzer traurig, wenn die virtuelle Patientin traurig war ($Z = 0,156$, $p = 0,876$). Ebenso zeigen die Fragen, ob die virtuelle Patientin vom Reaktionsverhalten des Nutzers beeinflusst wurde ($Z = 0,861$, $p = 0,389$), und ob der Nutzer vom Reaktionsverhalten der Patientin beeinflusst wurde ($Z = 0,369$, $p = 0,712$), keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anwendungsversionen.

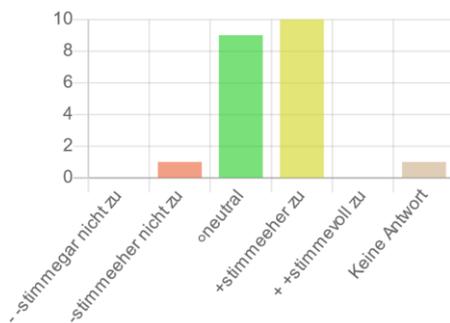
Die Verhaltenswechselwirkungen werden ebenfalls nicht signifikant anders wahrgenommen. Weder beim Vergleich, ob die Handlungen des Nutzers von den Handlungen der Patientin abhängig sind ($Z = 0,542$, $p = 0,587$), noch bei der Betrachtung des Reaktionsverhaltens ($Z = 0,894$, $p = 0,371$) und des Einflusses ($Z = 0,751$, $p = 0,453$) gegenüber der Patientin, konnten signifikante Unterschiede zwischen den Anwendungsversionen festgestellt werden. Ebenso zeigt der umgekehrte Vergleich, ob die Handlungen der Patientin von den Handlungen des Nutzers abhängig waren ($Z = 0,988$, $p = 0,323$), keine signifikanten Unterschiede. Auch hinsichtlich des Reaktionsverhaltens ($Z = 0,788$, $p = 0,430$) und des Einflusses ($Z = 0,225$, $p = 0,822$) der Patientin gegenüber dem Nutzer wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anwendungsversionen festgestellt.

Die Unterschiede in der letzten Vergleichskategorie, dem wahrgenommenen Verständnis zwischen der virtuellen Patientin und dem Nutzer, sind nicht signifikant. Die Fragen, ob die Patientin ihre Gedanken ($Z=0,918$, $p=0,358$) und Absichten ($Z=0,799$, $p=0,424$) klar kommunizieren konnte, zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Anwendungsversionen. Gleiches gilt für die Frage, ob die Gedanken ($Z=1,256$, $p=0,209$) und Absichten ($Z=0,905$, $p=0,365$) des Nutzers für die virtuelle Patientin klar verständlich waren.

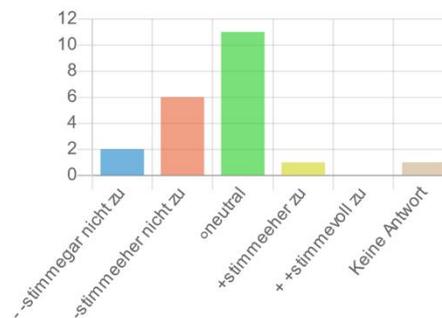
5.3 Auswertung der Vergleichenden Fragen

In den vergleichenden Fragen zeigt sich, dass die Probanden die Schritte des Moduls in der Version mit Reaktionsverhalten etwas besser verinnerlicht haben. Von insgesamt 21 Teilnehmern stimmten 10 Personen der Aussage eher zu. Im Vergleich dazu konnte nur eine Person die Schritte des Moduls bei der Anwendungsversion ohne Reaktionsverhalten der Patientin besser verinnerlichen.

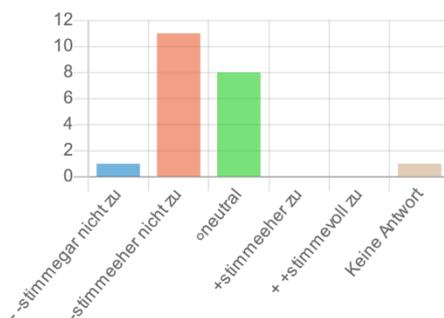
Im Vergleich zur Anwendung ohne Reaktionsverhalten habe ich die Schritte des Moduls bei der Umsetzung mit Reaktionsverhalten besser verinnerlicht.



Im Vergleich zur Anwendung mit Reaktionsverhalten habe ich die Schritte des Moduls bei textueller Umsetzung besser verinnerlicht.



Ich habe durch die textuelle Umsetzung mit mehr Bedacht gehandelt.



Ich habe durch das Reaktionsverhalten der Patientin mit mehr Bedacht gehandelt.

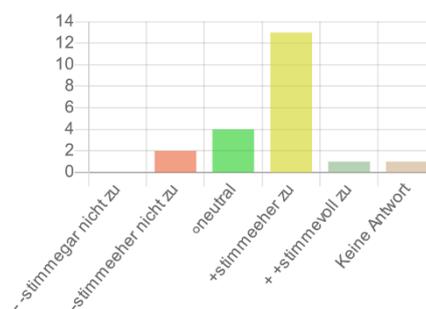


Abbildung 16: Ergebnisse der vergleichenden Fragen, Quelle: Eigene Darstellung

Des Weiteren zeigt sich in Abbildung 16, dass die Probanden in der Version mit Reaktionsverhalten den Stichproben zufolge mit etwas mehr Bedacht gehandelt haben. Elf Personen stimmen hier eher zu. Auf die gegensätzliche Frage, ob durch die Version ohne Reaktionsverhalten mit mehr Bedacht gehandelt wird, gibt es 11 Stimmen, die der Aussage eher nicht zustimmen, und eine Person stimmt überhaupt nicht zu.

6 Diskussion und Fazit

6.1 Diskussion der CSQ-VR Ergebnisse

Die Analyse der Ergebnisse des CSQ-VR-Fragebogens zeigt, dass sich in sieben Fällen die Symptome verstärkt haben, während in allen anderen Testfällen keine Veränderungen auftraten. Insbesondere bei Probanden, die bereits vor der ersten Anwendung leichte Schwindel- oder Müdigkeitsgefühle hatten, verstärkten sich diese Symptome nach Durchführung beider Anwendungen. Es ist zu betonen, dass die Ursachen für diese Veränderungen nicht unbedingt nur auf die Bewegungskrankheit (Motionsickness) zurückzuführen sind.

Die intensive visuelle Stimulation in der virtuellen Realität kann bei einigen Personen zu Ermüdung führen, insbesondere bei längerer Nutzung. Das ständige Fokussieren auf nahe oder entfernte Objekte in der virtuellen Umgebung kann die Augen belasten und Müdigkeit verursachen. Dies stellt sich als besonders problematisch dar, wenn die Testperson bereits vor der Nutzung der VR-Anwendung müde war. Ein Tester, bei dem die Symptome Haltungsinstabilität und Desorientierung zugenommen haben, berichtete von einer ruckeligen Übertragung bei der ersten Anwendung. Bei webbasierten VR-Anwendungen können technische Probleme wie Verzögerungen bei der Bewegungsnachverfolgung oder eine niedrige Bildwiederholrate auftreten, die das Gehirn daran hindern können, die virtuelle Umgebung als realistisch und konsistent mit den Bewegungen des Körpers wahrzunehmen.

Vier Probanden, die von den abgefragten Symptomen des CSQ-VR unbeeinflusst blieben, berichteten darüber hinaus, dass sie sich nach der Durchführung unter anderem "wacher", "erholter", "fitter" oder "präsenster" fühlten. In der für diese Umfrage konzipierten VR-Anwendung müssen Benutzer aktiv handeln, sich bewegen oder Aufgaben lösen. Diese aktive Beteiligung kann die körperliche Aktivität fördern, und selbst geringe Mengen an Adrenalin könnten die Selbstwahrnehmung der Symptome beeinflussen und zu einer positiveren Einschätzung führen.

Das Konzept der VR-Nuggets zielt darauf ab, Motion Sickness und Ermüdungserscheinungen zu reduzieren. Daher ist es positiv zu verzeichnen, dass 14 der 21 Testpersonen entweder keine oder eine positive Veränderung der Symptome angegeben haben. Auffällig ist, dass nach der zweiten Anwendungsversion drei Testpersonen mehr eine Verschlechterung der Symptome angeben als nach dem ersten Durchlauf, vermutlich aufgrund des kurzen zeitlichen Intervalls zwischen den Durchläufen. Die genannten Effekte könnten sich bei einer fortgesetzten Verkettung von VR-Nuggets verstärken. Allerdings lässt sich bei zwei VR-Nuggets mit nahezu identischem Inhalt kein eindeutiger Trend erkennen.

6.2 Diskussion der MoSPQ Ergebnisse

Die Auswertung des MoPSQ deutet darauf hin, dass die erste Anwendungsversion (AV1) mit Reaktionsverhalten einen kleinen Vorteil im "Co-Präsenz"-Score aufweist. Die Aussagen dieser Kategorie des Fragebogens werden insgesamt positiv bewertet (Score AV1=28,01, AV2=24,68, Max=40). Ein Unterschied in der Bewertung zeigt sich bei den Fragen aus derselben Kategorie: F5 - „*Ich glaube, die virtuelle Patientin hatte oft das Gefühl, als wären wir gemeinsam im selben Raum.*“ (AV1=4, AV2=2,95) und F1 - „*Ich war mir der Präsenz der Virtuellen Patientin im virtuellen Raum bewusst.*“ (AV1=4,28, AV2=3,1). Die festgestellten Unterschiede könnten darauf hindeuten, dass grundlegende Vitalfunktionen wie das Atmungsverhalten und das Reaktionsverhalten der Patientin einen Einfluss auf die Co-Präsenz haben und möglicherweise positiv dazu beitragen.

Bei der wahrgenommenen Aufmerksamkeitsbindung erzielen beide Anwendungsversionen ähnliche Ergebnisse (Score AV1=18,89, AV2=17,3, Max=30). Besonders interessant ist hierbei die Frage F10: „*Ich ließ mich leicht von der virtuellen Patientin ablenken, wenn andere Dinge passiert sind*“ (AV1=3,85, AV2=2,47). Dies deutet darauf hin, dass ein zu vielfältiges Reaktionsverhalten, insbesondere das sprachliche Verhalten der virtuellen Patientin, möglicherweise von den eigentlichen Arbeitsschritten im Modul ablenken kann. Einige Probanden gaben an, dass die randomisierten Reaktionsmuster der Patientin (Kratzen, Drehen) darauf hindeuten könnten, eine bestimmte Aktion durchzuführen, wie zum Beispiel die Injektionsstelle erneut zu versorgen. Da die Patientin in der Szene jedoch nur im peripheren Sichtfeld zu sehen ist, fallen die Verhaltensmuster der Patientin nur subtil auf. Möglicherweise veranlasst dies die Nutzer dazu, genauer hinzuschauen. Die Auswertung von F14 - „*Die virtuelle Patientin neigte dazu, mich nicht wahrzunehmen oder zu ignorieren*“ (AV1=2,09, AV2=3,29) legt nahe, dass die Vitalfunktionen der Patientin die Menschlichkeit und somit auch die Aufmerksamkeitsbindung stärken. Durch das reaktive Verhalten könnte die Patientin in AV1 weniger leblos wirken, und der Nutzer hat nicht das Gefühl, ignoriert oder missachtet zu werden.

Auch der Wert für die wahrgenommenen Verhaltenswechselwirkungen zeigt eine positive Tendenz für AV1 im Vergleich zu AV2 (Score AV1=22,26, AV2=14,5, Max=30). Besonders die Aussagen in F24 - „*Mein Verhalten hat das Verhalten der virtuellen Patientin beeinflusst*“ (AV1=4,04, AV2=2,42) und F25 - „*Die Handlungen der virtuellen Patientin waren oft von meinen Handlungen abhängig*“ (AV1=4, AV2=2,61) verdeutlichen die Unterschiede. Da die Patientin in AV2 über keine reaktiven Attribute verfügt und somit nicht auf die Anwesenheit des Nutzers reagiert, lassen sich die divergierenden Ergebnisse in den Befragungswerten gut erklären.

Zusammenfassend sind zwei Fragen in der letzten Kategorie recht aufschlussreich. In der Gesamtbewertung zeigt sich erneut eine leichte Tendenz zugunsten von AV1 (Score AV1=21,61, AV2=14,96, Max=30). Die Frage F31 - „*Ich konnte verstehen, was die virtuelle Patientin kommunizieren wollte*“ (AV1=4,19, AV2=2,67) und F32 - „*Die virtuelle Patientin konnte ihre Absichten klar kommunizieren*“ (AV1=4, AV2=2,57) zielen beide auf das wahrgenommene Verständnis des Probanden und die ausgedrückten Empfindungen der Patientin ab.

Das Vorhandensein einer schmerzhaften Reaktion der Patientin mit anschließender motorischer Reaktion gibt dem Probanden einen klaren Hinweis darauf, dass er möglicherweise im Falle der Injektion zu tief gestochen hat oder die richtige Stelle verfehlt hat. Daher könnte die Bewertung von AV1 besser ausgefallen sein, da dieses Reaktionsverhalten in AV2 fehlt und die Patientin in dieser Anwendungsversion, rein funktionell, eher einem Phantom aus dem Skills Lab ähnelt.

Zusammenfassend sei erneut darauf hingewiesen, dass die Ergebnisse des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests keinen signifikanten Effekt zeigen. Eine Erweiterung der Testgruppe könnte möglicherweise dazu führen, dass einige der Vergleichskategorien statistisch signifikant werden.

6.3 Diskussion der vergleichenden Fragen

Die Tendenz des Fragebogens "Measure of Social Presence" spiegelt sich auch in einigen Vergleichsfragen wider. Insbesondere beim Vergleich, in welcher Anwendungsversion die Probanden mit mehr Bedacht gehandelt haben, zeigt sich eine eindeutige Präferenz für AV1. Dies könnte durch die menschenähnliche Reaktion von AV1 im Vergleich zu einer starren, schaufensterpuppenartigen Figur in AV2 erklärt werden.

Hier spielt möglicherweise auch das Uncanny Valley eine Rolle. Ein Beispiel hierfür ist der Droide R2-D2 aus dem Star Wars-Universum (George Lucas, 1977), der trotz seines nicht-menschlichen Aussehens aufgrund seiner reaktiven und menschenähnlichen Eigenschaften als weniger unheimlich wahrgenommen wird als eine leblose Schaufensterpuppe. Diese Wahrnehmung könnte zu einem bewussteren Umgang mit AV1 führen.

6.4 Fazit

Die Auswertung des MoSPQ und der vergleichenden Fragen deutet darauf hin, dass kein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Anwendungsversionen und damit den virtuellen Patienten festzustellen ist. Die Teilnehmenden empfinden die Patientin mit Reaktionsverhalten und der Fähigkeit, den Uncanny-Valley-Effekt zu umgehen, nicht eindeutig angenehmer. Die Patientin in Anwendungsversion eins wird auch nicht als wesentlich präsenter wahrgenommen. Es scheint, dass die Testpersonen dennoch oft eine Vorliebe für einen virtuellen Patienten mit Vitalfunktionen und Reaktionsverhalten haben, sei es aufgrund des faszinierenden, menschlichen Aspekts oder des Reaktionsverhaltens, das eine stärkere Aufmerksamkeitsbindung erzeugt. Offensichtlich hängt dies stark von den individuellen Präferenzen und Erwartungen der Nutzenden ab, und das Vorwissen im medizinischen oder pflegerischen Bereich scheint zumindest in dieser Testgruppe keinen Einfluss auf die Präferenz zu haben. Die wesentlichste Einschränkung dieser Evaluation liegt in der begrenzten Stichprobengröße. Mit lediglich 21 Teilnehmenden kann sie nur bedingt als repräsentativ gelten, bietet jedoch erste Anhaltspunkte. Lediglich 7 der Teilnehmenden haben einen Hintergrund im Bereich Pflege oder Medizin. Trotz Bemühungen, weitere Testpersonen aus diesen Fachgebieten zu gewinnen, war der Erfolg begrenzt. Es bleibt eine Möglichkeit, dass, obwohl die bisherigen Ergebnisse dieser Studie darauf nicht hindeuten, in der Pflege durchaus eine Präferenz für eine der virtuellen Patientinnen besteht.

Es zeigt sich, dass der Pflegeprozess selbst als potenzieller limitierender Faktor betrachtet werden kann, da Gespräche mit den Testpersonen darauf hinweisen, dass ein Pflegeprozess, auf den man sich konzentrieren muss, zu Ablenkung führen kann. Insbesondere die Tatsache, dass die Patientin bei der Auswahl der Behandlungsutensilien im peripheren Sichtfeld des Nutzers bleibt und sich sogar in die andere Richtung dreht, könnte diesen Effekt verstärken. In diesem Kontext wäre es interessant zu erforschen, wie ein Handlungsprozess, der beispielsweise ein Aufklärungsgespräch einschließt, die Kategorien wie emotionale Ansteckung oder Aufmerksamkeitsbindung beeinflussen könnte, die ebenfalls im MoSPQ erfasst sind. Es besteht die Möglichkeit, dass eine solche Herangehensweise besser geeignet ist, um diese Aspekte zu stärken.

In dieser Arbeit wurde eine virtuelle Patientin mit Reaktionsverhalten und Vitalfunktionen als Alternative zu einer virtuellen Patientin ohne Reaktionsverhalten, die eher dem aus dem Skillslab beschriebenen Phantom ähnelt, vorgestellt. Dabei wurden grundlegende Theorien zum digitalen Lernen mit Agenten sowie Forschungsarbeiten zu deren Gestaltung betrachtet. Ein kurzer historischer Überblick über die Entstehungsgeschichte, die Aufgaben und Vorteile von virtuellen Patienten wurde gegeben. Es wurden verschiedene Rollen und Funktionen sowie die Effekte von Reaktionsverhalten, Aufmerksamkeitsbindung, Stimme und Gestik behandelt, ebenso wie die Virtual-Reality-Faktoren der wahrgenommenen Präsenz und des Uncanny-Valley-Effekts.

Die Implementierung erfolgte in Form einer digitalen Skillslab-Situation, die im Vergleich zu anderen VR-Nuggets durch die Einbindung und Erweiterung der dort vorhandenen Patientin erweitert wurde. Die Patientin wurde mithilfe von Animationen für Gestik und Atmung sowie einer KI-generierten Stimme erstellt, um eine hinreichend realistische Darstellung zu ermöglichen und mögliche Probleme des Uncanny Valleys zu umgehen. Ihr Gegenüber wurde nicht verändert und entspricht der standardisierten Patientin aus dem PflegeDigital 2.0 Projekt. Abschließend erfolgte eine empirische Evaluation, bei der versucht wurde, Unterschiede in der sozialen Präsenz der Patienten herauszuarbeiten.

6.5 Ausblick

Die Konzepte und Überlegungen hinter virtuellen Patienten korrelieren stark mit denen von Embodied Conversational Agents (ECAs). Seit der Entwicklung des ersten virtuellen Patienten hat sich die Technologie enorm verbessert. Die Leistungsfähigkeit mobiler Head-Mounted Displays (HMDs) verbessert sich kontinuierlich, und es könnte in Zukunft möglich sein, fotorealistische Darstellungen von Menschen auf ihnen zu erzeugen. Ob diese jemals in der Lage sein werden, den Uncanny Valley-Effekt vollständig und für alle Nutzenden zu umgehen, bleibt jedoch noch unsicher. Die Frage, inwiefern ein Eingriff mit Controllern in der virtuellen Realität tatsächlich die realen Handlungen präzise vermitteln kann, ist durchaus relevant. Es gibt gewisse Einschränkungen, da die virtuelle Umgebung und die haptischen Eigenschaften der Controller nicht vollständig mit der Realität übereinstimmen. Ein Beispiel hierfür ist die korrekte Handhabung der Spritze, die in der virtuellen Umgebung nicht die physischen Gegebenheiten der realen Welt exakt widerspiegelt. Es besteht die Möglichkeit, dass Nutzende das Modul im VR Skillslab exzellent beherrschen, aber in der realen Welt aufgrund der Unterschiede in der Haptik der Controller Schwierigkeiten haben. Trotzdem trägt die VR-Umgebung dazu bei, die Schritte des Moduls zu verinnerlichen und erleichtert das Lernen durch den gamifizierten Ansatz.

Es kann als effektive Methode dienen, um Abläufe zu üben und zu verstehen, bevor sie in der realen klinischen Praxis angewendet werden. Wichtig ist jedoch, dass Lernende sich bewusst sind, dass die virtuelle Umgebung möglicherweise nicht alle Aspekte der physischen Realität perfekt abbilden kann. Daher sollten VR-Trainingseinheiten als unterstützendes Element betrachtet werden, das zusätzliche Praxis und Anleitung in der realen Welt erfordert. Einige HMDs verfügen allerdings bereits über Möglichkeiten, physischen Widerstand zu erzeugen.

Dadurch könnten auch komplexere abdominale Operationen mit virtuellen Patienten trainiert werden. Obwohl diese Arbeit einen eher simplen Pflegeschritt umsetzte, der nicht zwingend auf komplexe Widerstandsmethoden zurückgreifen musste, wäre es dennoch nützlich gewesen, um den Injektionsprozess noch immersiver zu gestalten. Bei weiterem Fortschritt in dieser Technologie könnten HMDs mit derartigen Funktionen erschwinglicher werden. Die Arbeit mit virtuellen Patienten, die möglichst immersiv und menschenähnlich wirken, lässt sich nicht nur auf den Pflegebereich, sondern auch auf das gesamte medizinische Feld ausweiten.

Komplexe chirurgische Operationen könnten mit physischem Widerstand in einem Skillslab simuliert werden. Gerade für seltene Operationen, bei denen häufig nicht genug Experten verfügbar sind, könnte ein Training mit HMDs und einem entsprechenden virtuellen Patienten hilfreich sein.

Die Fortschritte in künstlicher Intelligenz, wie künstliche neuronale Netze und Deep Learning, bieten ein großes Potenzial für das Verhalten von pädagogischen Agenten. Zukünftige Interaktionen mit Nutzenden könnten vielfältiger und flexibler gestaltet werden. Beispielsweise könnte durch Sprachverarbeitung eine tatsächliche verbale Kommunikation zwischen Nutzenden und Patienten ermöglicht werden. Text- oder sprachbasierte Eingaben können immer besser ausgewertet und fallbasiert interpretiert werden. Dies eröffnet ein enorm interessantes Feld für psychologisches Training, insbesondere für Personen im Autismusspektrum oder bei seltenen psychischen Erkrankungen. Virtuelle Patienten mit entsprechendem Sprach- und Reaktionsverhalten könnten angehenden Psychologen in der Ausbildung ein breiteres Fallspektrum bieten.

Die Anwendungsbereiche für virtuelle Patienten und Agenten sind vielfältig. Sie können sowohl in praxisorientierten Schulungen als auch in theoretisch ausgerichteten Kursen eingesetzt werden. Solange ein Bedarf an digitaler Lehre besteht, wird die Forschung bestrebt sein, Lehrinhalte kontinuierlich zu optimieren. Die erfolgreiche Umsetzung einer authentischen Arzt-Patienten-Interaktion in der digitalen Bildung bleibt auch in den kommenden Jahren eine zentrale Herausforderung der Forschung.

Anhänge

Anhang 1: Fragen des MoSPQ-Fragebogens

1.Co-Präsenz

F1: Ich hatte oft das Gefühl, als ob die Virtuelle Patientin und ich uns im selben Raum befinden würden.

F2: Ich war mir der Präsenz der Virtuellen Patientin im virtuellen Raum bewusst.

F3: Ich habe die Patientin kaum im virtuellen Patientenzimmer wahrgenommen.

F4: Ich hatte oft das Gefühl, als wären die Patientin und ich an verschiedenen Orten, anstatt zusammen im gleichen Raum zu sein.

F5: Ich glaube, die virtuelle Patientin hatte oft das Gefühl, als wären wir gemeinsam im selben Raum.

F6: Ich hatte das Gefühl, dass sich die virtuelle Patientin meiner Anwesenheit bewusst war.

F7: Die virtuelle Patientin hat mich im virtuellen Raum nicht wahrgenommen.

F8: Ich glaube, die virtuelle Patientin hatte oft das Gefühl, als wären wir an verschiedenen Orten, anstatt gemeinsam im virtuellen Patientenzimmer.

2.Wahrgenommene Aufmerksamkeitsbindung

F9: Ich habe aufmerksam auf die Reaktionen der virtuellen Patientin geachtet.

F10: Ich ließ mich leicht von der virtuellen Patientin ablenken, wenn andere Dinge passiert sind.

F11: Ich neigte dazu, nicht aufmerksam auf die virtuelle Patientin zu achten

F12: Die virtuelle Patientin war mir gegenüber aufmerksam

F13: Die virtuelle Patientin wirkte abgelenkt, wenn andere Dinge passierten.

F14: Die virtuelle Patientin neigte dazu, mich nicht wahrzunehmen oder zu ignorieren.

3.wahrgenommene Emotionale Ansteckung

F15: Manchmal wurde ich vom Reaktionsverhalten der virtuellen Patientin beeinflusst.

F16: Wenn ich glücklich war, neigte die Patientin auch dazu, glücklich zu sein.

F17: Wenn ich traurig war, schien die virtuelle Patientin ebenfalls niedergeschlagen zu sein.

F18: Wenn ich nervös war, schien die Patientin ebenfalls nervös zu werden.

F19: Die virtuelle Patientin wurde von meinem Reaktionsverhalten beeinflusst

F20: Wenn die virtuelle Patientin glücklich war, neigte ich dazu, auch glücklich zu sein.

F21: Wenn die virtuelle Patientin Anzeichen von Unwohlsein gezeigt hat, neigte ich dazu, ebenso zu empfinden.

F22: Wenn die virtuelle Patientin nervös/angespannt war, neigte ich dazu, ebenso nervös/angespannt zu sein.

<p>4.wahrgenommene Verhaltenswechselwirkungen</p> <p>F23: Meine Handlungen waren oft von den Handlungen der virtuellen Patientin abhängig.</p> <p>F24: Mein Verhalten war oft eine direkte Reaktion auf das Verhalten der virtuellen Patientin</p> <p>F25: Mein Verhalten hat das Verhalten der Virtuellen Patientin beeinflusst.</p> <p>F26: Die Handlungen der virtuellen Patientin waren oft von meinen Handlungen abhängig.</p> <p>F27: Das Verhalten von der virtuellen Patientin war oft eine direkte Reaktion auf mein Verhalten.</p> <p>F28: Das Verhalten der virtuellen Patientin hat oft mein Verhalten beeinflusst.</p>
<p>5.Wahrgenommenes Verständnis</p> <p>F29: Ich konnte meine Absichten klar mit der virtuellen Patientin kommunizieren.</p> <p>F30: Meine Gedanken waren für die virtuelle Patientin klar verständlich</p> <p>F31: Ich konnte verstehen, was die virtuelle Patientin kommunizieren wollte.</p> <p>F32: Die virtuelle Patientin konnte ihre Absichten klar kommunizieren.</p>

Anhang 2: Fragen des CSQ-VR-Fragebogens nach Kourtesis et al. (2023)

Bezeichnung	Frage
Übelkeit A	Empfinden Sie Unwohlsein (z.B. Bauchschmerzen, Reflux, oder Brechreiz)?
Übelkeit B	Empfinden Sie Schwindel (z.B. Benommenheit)?
Vestibulär A	Fühlen Sie sich desorientiert (z.B. räumliche Verwirrung)?
Vestibulär B	Empfinden Sie Haltungsinstabilität (z.B. Ungleichgewicht)?
Okulomotorik A	Empfinden Sie eine optisch bedingte Erschöpfung (z.B. Müdigkeitsgefühl oder Schläfrigkeit)?
Okulomotorik B	Haben Sie optisch bedingte Beschwerden (z.B. Überanstrengung der Augen, verschwommene Sicht oder Kopfschmerzen)?

Literaturverzeichnis

Clancey WJ, Shortliffe EH(1984), eds. Readings in medical artificial intelligence:the first decade. Reading, Mass.: Addison-Wesley.

Amy L. Baylor; Jeeheon Ryu (2003): The API (Agent Persona Instrument) for Assessing Pedagogical Agent Persona. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/237627605_The_API_Agent_Persona_Instrument_for_Assessing_Pedagogical_Agent_Persona.

Atkinson, Robert K.; Mayer, Richard E.; Merrill, Mary Margaret (2005): Fostering social agency in multimedia learning: Examining the impact of an animated agent's voice. In: *Contemporary Educational Psychology* 30 (1), S. 117–139. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2004.07.001.

Susanne Schewior-Popp: *Lernsituationen planen und gestalten. Handlungsorientierter Unterricht im Lernfeldkontext*. Thieme-Verlag, Stuttgart 2005, [ISBN 978-3-13-140751-1](#); S. 20.

Janet Kolodner: *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann Series in Representation & Reasoning. Morgan Kaufmann Publishers In, 1993, [ISBN 978-1-55860-237-3](#).

Symposium in der Reihe: Innovationen und Visionen in der medizinischen Bildgebung, Thema „Der digitale Operationssaal – Methoden, Werkzeuge, Systeme, Applikationen“, 2. bis 3

Haag M, Huwendiek S. The virtual patient for education and training: A critical review of the literature. *it – Information. Technology Methoden und innovative Anwendungen der Informatik und Informationstechnik*. 2010;52(5):281-7

Bloice MD, Simonic KM, Holzinger A. Casebook: *a virtual patient iPad application for teaching decision-making through the use of electronic health records*.

CASUS in.struct. *Das fallbasierte multimediale Lern- und Autorensystem für die Aus- und Weiterbildung*. Zuletzt geprüft am 22.01.23

HL7 FHIR Foundation. *FHIR Release 3 (STU)*. Zuletzt geprüft am 02.03.23

Verordnung (EU) des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung)

VIFSG (2018): Skills-Lab-Konzept - VIFSG. Online verfügbar unter <https://www.vifsg.de/unsere-themen/skills-lab-konzept/>, zuletzt aktualisiert am 03.12.2018, zuletzt geprüft am 27.01.2023.

Rizzo, A. S., und Koenig, S. T. (2017). Is Clinical Virtual Reality Ready for Primetime? *Neuropsychology*

- Cook, D. A., Erwin, P. J., & Triola, M. M. (2010). Computerized virtual patients in health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Academic Medicine*, 85(10), 1589-1602.
- Granry, J., und Moll, M. (2012). "*Rapport de mission: État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé,*" in *Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé*.
- Conigliaro, R. L. (2007). Ärzte im Gespräch mit Patienten/Patienten im Gespräch mit Ärzten: Verbesserung der Kommunikation bei Arztbesuchen. *JAMA* 297, 748-752. doi:10.1001/jama.297.7.750
- Ambady, N., Koo, J., Rosenthal, R., and Winograd, C. H. (2002). Körperliche Nonverbale Kommunikation von Therapeuten prognostiziert die Gesundheit geriatrischer Patienten Ergebnisse. *Psychol. Aging* 17, 443-452. doi:10.1037/0882-7974.17.3.443
- Lavelle, M., Dimic, S., Wildgrube, C., McCabe, R., und Priebe, S. (2015). Nonverbale Kommunikation in Begegnungen von Psychiatern und Patienten mit Schizophrenie.
- Kim, E. J., und Buschmann, M. T. (1999). Die Wirkung von ausdrucksstarker körperlicher Berührung bei Demenzpatienten. *Int. J. Nurs. Stud.* 36, 235-243. doi:10.1016/s0020-7489(99)00019-x
- Lucas, G. M., Gratch, J., King, A., und Morency, L.-P. (2014). It's Only a Computer: Virtual Humans Increase Willingness to Disclose. *Comput. Hum. Behav.* 37, 94-100. doi:10.1016/j.chb.2014.04.043
- Gratch, J., Hartholt, A., Dehghani, M., und Marsella, S. (2013). Virtual Humans: a New Toolkit for Cognitive Science Research. *Proc. Annu. Meet. Cognitive Sci. Soc.* 35, 42-43.
- Tanaka, H., Adachi, H., Ukita, N., Ikeda, M., Kazui, H., Kudo, T., et al. (2017a). Erkennung von Demenz durch interaktive Computer-Avatare. *IEEE J. Transl. Eng. Health Med.* 5, 1-11. doi:10.1109/jtehm.2017.2752152
- Tanaka, H., Negoro, H., Iwasaka, H., und Nakamura, S. (2017b). Embodied Conversational Agents for Multimodal Automated Social Skills Training in People with Autism Spectrum Disorders. *PloS one* 12, e0182151. doi:10.1371/journal.pone.0182151
- Philip, P., Micoulaud-Franchi, J. A., Sagaspe, P., Sevin, E., Olive, J., Bioulac, S., et al. (2017). Virtual Human as a New Diagnostic Tool, a Proof of Concept Study in the Field of Major Depressive Disorders. *Sci. Rep.* 7, 42656-7. doi:10.1038/srep42656
- Masahiro Mori: Bukimi no tani the uncanny valley. In: *Energy*. Band 7, 1970, S. 33–35.
- Bowman, D. A., McMahan, R. P., & Ragan, E. D. (2012). Questioning naturalism in 3D user interfaces. *Communications of the ACM*, 55(9), 74-85.

- Higgins, Darragh; Egan, Donal; Fribourg, Rebecca; Cowan, Benjamin; McDonnell, Rachel (2021):Ascending from the valley: Can state-of-the-art photorealism avoid the uncanny? In: Eakta Jain (Hg.):ACM Symposium on Applied Perception 2021. Unter Mitarbeit von Anne-Hélène Olivier, Massimiliano Di Luca, Katja Zibrek und Rebecca Fribourg. SAP '21: ACM Symposium on Applied Perception 2021.Virtual Event France, 16 09 2021 17 09 2021. New York, NY ,United States: Association for Computing Machinery (ACM Digital Library), S. 1–5
- Lapkin, S., Levett-Jones, T., Bellchambers, H., und Fernandez, R. (2010). Die Wirksamkeit von Patientensimulationspuppen bei der Vermittlung von Clinical Reasoning Skills an Krankenpflegeschüler im Grundstudium: A Systematic Review. *Clin. Simul. Nurs.* 6, e207-e222.doi:10.1016/j.ecns.2010.05.005
- Okuda, Y., Bryson, E. O., DeMaria, S., Jr., Jacobson, L., Quinones, J., Shen, B., et al. (2009). Der Nutzen von Simulationen in der medizinischen Ausbildung: Was ist die Evidenz? *Mt. Sinai J. Med.* 76, 330-343. doi:10.1002/msj.20127
- Munshi, F., Lababidi, H., und Alyousef, S. (2015). Low- versus High-Fidelity-Simulationen in der Lehre und Bewertung klinischer Fertigkeiten. *J. Taibah Univ. Med. Sci.* 10, 12-15. doi:10.1016/j.jtumed.2015.01.008
- Consorti, F., Mancuso, R., Nocioni, M., und Piccolo, A. (2012). Wirksamkeit von virtuellen Patienten in der medizinischen Ausbildung: eine Meta-Analyse randomisierter Studien. *Comput. Educ.* 59, 1001-1008.doi:10.1016/j.compedu.2012.04.017
- Combs, C. D., und Combs, P. F. (2019). Emerging Roles of Virtual Patients in the Age of Ai. *AMA J. Ethics* 21, E153-E159. doi:10.1001/amajethics.2019.153
- Ali, R., Hoque, E., Duberstein, P., Schubert, L., Razavi, S. Z., Kane, B., et al.(2021). Älter werden und sich engagieren: A Pilot Randomized Controlled Trial of an Online Conversational Skills Coach for Older Adults. *Am. J. Geriatric Psychiatry* 29, 804-815. doi:10.1016/j.jagp.2020.11.004
- Grossard, C., Dapogny, A., Cohen, D., Bernheim, S., Juillet, E., Hamel, F., et al. (2020). Kinder mit Autismus-Spektrum-Störung produzieren mehr zweideutige und weniger sozial bedeutungsvolle Mol. *Autism* 11, 5-14. doi:10.1186/s13229-020- 0312-2
- Wang, I., und Ruiz, J. (2021). Untersuchung des Einsatzes nonverbaler Kommunikation in virtuellen Agenten. *Int. J. Human-Computer Interact.* 37,1648-1673. doi:10.1080/ 10447318.2021.1898851
- Ker, J., und Bradley, P. (2010). Simulation in der medizinischen Ausbildung. *Underst. Med. Educ. Evid. Theory Pract.* 1, 164-180. doi:10.1002/9781444320282.ch12
- Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J., (2004).Towards a more robust theory and measure of social presence: Review and suggested criteria. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5),456-480.

- Zolnierek, K. B. H., und DiMatteo, M. R. (2009). Physician Communication and Patient Adherence to Treatment. *Med. care* 47, 826-834. doi: 10.1097/mlr.0b013e31819a5acc
- Pottle, J. (2019). Virtuelle Realität und die Transformation der medizinischen Ausbildung. *Future Healthc. J.* 6, 181-185. doi:10.7861/fhj.2019-0036
- Beaulieu, M.-D., Haggerty, J., Beaulieu, C., Bouharaoui, F., Lévesque, J.-F., Pineault, R., et al. (2011). Zwischenmenschliche Kommunikation aus der Patientenperspektive Instruments. *hcpol* 7, 108-123. doi:10.12927/hcpol.2011.22636
- Varmaghani, S.; Abbasi, Z.; Weech, S.; Rasti, J. Spatial and attentional after effects of virtual reality and relations to cybersickness. *Virtual Real.* 2021, 26, 659-668.
- Mittelstaedt, J.M.; Wacker, J.; Stelling, D. VR aftereffect and the relation of cybersickness and cognitive performance. *Virtual Real.*2018, 23, 143-154. [CrossRef]
- Pople, H.E., Heuristic Methods for Imposing Structure on Ill-Structured Problems: The Structuring of Medical Diagnostics, in *Artificial Intelligence in Medicine*, Peter Szolovits (ed), Westview Press, 1982.
- Jack D. Myers, "The Background of INTERNIST-I and QMR," in *A History of Medical Informatics*, eds. Bruce I. Blum and Karen Duncan (New York: ACM Press, 1990), 427-33.
- Stefanidis, D., Yonce, T. C., Green, J. M., Coker, A. P., & Cadier, B. (2017). Training and simulation for laparoscopic ventral hernia repair: a new curriculum. *Journal of surgical education*, 74(3), 433-440.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel:

selbständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe. Alle Passagen, die ich wörtlich aus der Literatur oder aus anderen Quellen wie z. B. Internetseiten übernommen habe, habe ich deutlich als Zitat mit Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Datum

Unterschrift