

## **Schlussbericht zum Teilvorhaben**

### **ProVoiceVR: Virtual Reality für die Transferarbeit in der Stimmtherapie mit Feedbackfunktion (Förderkennzeichen: 16SV8918)**

Förderlinie: START-interaktiv: Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität  
Förderkennzeichen: 16SV8918  
Laufzeit: 01.08.2022 - 31.07.2025  
Projekträger: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin

Verbundpartner: VReedback GmbH, Osnabrück  
Verbundkoordination: Melvin Stubbe; VReedback GmbH, Osnabrück  
Teilvorhabenleitung: Prof. Dr. Hilke Hansen

Autorin: Hilke Hansen (unter Mitarbeit von Jannis Hansa); Fakultät Wirtschafts- und  
Sozialwissenschaften, Hochschule Osnabrück  
Datum: 10.12.2025

## **Inhalt**

### **Teil I: Kurzdarstellung**

1. Aufgabenstellung und Voraussetzungen des Gesamtvorhabens
2. Wissenschaftlicher und technischer Stand
3. Planung und Ablauf
4. Fachliteratur, Informations- & Dokumentationsdienste
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

### **Teil II: Eingehende Darstellung der Ergebnisse des Teilvorhabens**

1. Ergebnisse des Teilvorhabens im Vergleich zur Vorhabenbeschreibung
2. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit
3. Verwertbarkeit und Nutzen der Ergebnisse
4. Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens an anderer Stelle
5. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

## **Literatur**

## **Teil I: Kurzdarstellung**

### **1. Aufgabenstellung und Voraussetzungen des Gesamtvorhabens**

Zentrales Ziel des Gesamtvorhabens war die Entwicklung einer innovativen Virtual Reality (VR)-Anwendung zur Unterstützung der logopädischen Stimmtherapie. Die geplante Anwendung sollte insbesondere Berufssprecher\*innen, wie Lehrer\*innen, Fachkräfte in Kindertageseinrichtungen oder Mitarbeiter\*innen in Telefonzentralen, darin unterstützen, die in der Stimmtherapie erlernten gesunde Stimmfunktionen in ihren beruflichen Alltag zu integrieren. Von behandlungsbedürftigen Stimmstörungen sind ca. 6–15% der Bevölkerung betroffen (Martins et al., 2014), wobei Berufssprecher\*innen ein deutlich erhöhtes Risiko aufweisen. Eine besonders hohe Prävalenz besteht bei Lehrer\*innen (Martins et al., 2014). Kennzeichen einer Stimmstörung sind eine schnelle Stimmermüdung, ein heiserer, rauher oder belegter Stimmklang, Halsschmerzen bis hin zu einem vollständigen Stimmverlust (Aphonie). Stimmstörungen gehen mit hohen individuellen Belastungen und gesellschaftlichen Kosten, u. a. durch Arbeitsunfähigkeit, einher.

Für viele Stimmpatient\*innen und ihre behandelnden Logopäd\*innen/Sprachtherapeut\*innen stellt der Transfer von stimmrelevanten Verhaltensweisen in alltägliche Sprechsituationen eine Herausforderung dar. Eine zentrale Hürde ist die Verschiedenartigkeit des Lernsettings in der logopädischen Therapie und des Anwendungssettings im (beruflichen) Alltag. Die Komplexität von Alltagssituationen (z.B. im Klassenzimmer, in der Turnhalle, in einem Meetingraum oder beim Morgenkreis in der Kita) unterscheidet sich deutlich vom Einzelsetting der Therapiesituation. Alltägliche Sprechsituationen sind vielfach durch variable Anforderungen gekennzeichnet, die u.a. durch Störgeräusche, die Verhaltensweisen von Zuhörenden oder Gesprächspartner\*innen und Stressreaktionen der Sprecher\*innen entstehen.

Die geplante VR-Anwendung sollte einerseits spezifische Alltagsszenarien und die mit ihnen verbundenen variablen Anforderungen realitätsnah simulieren können. Andererseits sollte sie die Möglichkeit bieten, objektives Feedback zu ausgewählten stimmrelevanten Parametern zu geben. Dazu gehören beispielsweise, die Stimmlautstärke, die Tonhöhe und die Sprechgeschwindigkeit. Biofeedback ist u.a. im Heimtraining relevant, um Patient\*innen in der Einschätzung der eigenen stimmlichen Leistungen zu unterstützen. Der Einsatz von Biofeedback ermöglicht aber auch in der logopädischen Therapiesituation einen direkten Zugang zu objektiven Rückmeldungen über ausgewählte stimmliche Parameter.

Im Rahmen der Entwicklung objektiver Feedbackverfahren war die Erprobung eines auf maschinellem Lernen basierenden Modells zur Beurteilung der Stimmqualität von Nutzer\*innen ein weiteres Ziel des Gesamtvorhabens. Sofern die Leistung des Modells klinischen Anforderungen an die Einschätzung der Stimmqualität gerecht wird, sollte eine Integration in die VR-Anwendung realisiert werden.

### **2. Wissenschaftlicher und technischer Stand**

Zum Zeitpunkt der Antragstellung war keine vergleichbare und in Deutschland verfügbare VR-Anwendung bekannt, die auf die Unterstützung des Transfers in der logopädischen Stimmtherapie ausgelegt ist. Eine Vielzahl von Studien aus dem Bereich der Psychologie (Al-Rasheed et al., 2022; Emmelkamp & Meyerbröker, 2021; Döllinger et al., 2024; Riva et al., 2021; Wienrich et al., 2021; Wienrich et al., 2024), aber auch einzelne Fachartikel aus anderen logopädischen Behandlungsgebieten

(Bryant et al., 2020; Devane et al., 2023; Vaezipour et al., 2022) maßen und messen dem Einsatz von VR-Anwendungen im therapeutischen Rahmen große Potenziale zu. Mehrere Studien wiesen zudem darauf hin, dass sowohl die Stimmgebung als auch Stressreaktionen von Sprecher\*innen in VR- und Realsituationen vergleichbar sind (Brundage & Hancock, 2015; Moise-Richard et al., 2021; Remacle et al., 2021; Slater et al., 2006) was eine wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz dieser Technologie in der logopädischen Stimmtherapie darstellt. Vor diesem Hintergrund konnte von einem hohen Anwendungspotenzial der geplanten VR-Software ausgegangen werden.

Technischer Ausgangspunkt der geplanten Forschungsarbeit war eine von der kooperierenden Firma VReedback GmbH entwickelte und bereitgestellte VR-Software für Rhetoriktrainings. Dieser Anwendungsprototyp verfolgte ähnliche Zielsetzungen in Bezug die Einbettung rhetorischer Übungen in einen realitätsnahen Rahmen auf der Basis immersiver Simulationen in 3D-modellierten Szenarien. Die Anforderungen an eine VR-Anwendung zur Unterstützung der logopädischen Stimmtherapie wurden durch den Anwendungsprototypen sowohl in Hinblick auf die Gestaltung, Szenarien, Funktionalität und Analyseparameter nicht erfüllt.

### **3. Planung und Ablauf**

Das Gesamtprojekt ProVoiceVR konnte in der geplanten Laufzeit vom 01. August 2022 bis zum 31. Juli 2025 realisiert werden. Das für 30 Personalmonate geplante Teilvorhaben der Hochschule Osnabrück wurde in diesem Zeitrahmen kostenneutral um 2 Monate verlängert (Beschäftigungszeitraum des wissenschaftlichen Projektmitarbeiters: 01.10.2022 – 31.05.2025).

Das Projekt beinhaltete zwei Teilvorhaben, die von der Firma VReedback GmbH (Osnabrück) und dem Fachbereich Logopädie der Hochschule Osnabrück verantwortet wurden. Die Verbundkoordination lag bei der Firma VReedback GmbH. Über die gemeinsame Durchführung wurde ein Kooperationsvereinbarung geschlossen, die die Aufgabenteilung und die wechselseitigen Rechte und Pflichten beinhaltet. Das Verbundvorhaben wurde in enger Abstimmung der eng aufeinander bezogenen, aber jeweils eigenständig bearbeiteten Teilvorhaben durchgeführt.

Der zentrale Aufgabenbereich der Firma VReedback GmbH war die technische Entwicklung der VR-Anwendung und die technische Unterstützung der erprobenden Nutzer\*innen. Darüber hinaus verantwortete die Firma Vreedback GmhB die Entwicklung des auf maschinellem Lernen basierenden Modells zur Beurteilung der Stimmqualität. Die Aufgaben des Kooperationspartners wurden in fünf zentralen Arbeitspaketen realisiert:

- *Arbeitspaket 2:* Konzeption und Realisierung virtueller Szenarien auf der Basis der identifizierte Nutzeranforderungen
- *Arbeitspaket 3:* Entwicklung eines Systems zur Echtzeit-Audiowiedergabe mit virtueller Raumortung mit simulierter Raumakustik zur Nachbildung der akustischen Alltagsbedingungen
- *Arbeitspaket 4:* Entwicklung von Methoden zur Extraktion der für das maschinelle Lernen relevanten Parameter
- *Arbeitspaket 5:* Entwicklung einer externen Steuerungssoftware auf der Basis der identifizierten Bedürfnisse von Therapeut\*innen und der Patient\*innen

- *Arbeitspaket 8*: Entwicklung und Optimierung eines auf maschinellem Lernen basierenden Modells zur Erkennung der Stimmqualität

Das Projektteam der Hochschule Osnabrück war für die Planung, Durchführung und Auswertung der Erprobungsphasen mit Therapeut\*innen und Patient\*innen verantwortlich. Folgende zentrale Forschungsfragen standen im Zentrum:

1. Wie beurteilen Stimmtherapeut\*innen und Stimmpatient\*innen die Einsatzmöglichkeiten von VR in der Stimmtherapie?
2. Welche Weiterentwicklungsbedarfe in Bezug auf den Anwendungsprototypen, einschließlich zielgruppenspezifischer Darstellungsszenarien, bestehen, um einen Einsatz von VR in der Stimmtherapie zu ermöglichen?

In zwei iterativen Erprobungsphasen (2023 und 2024) wurden die Anwendungsprototypen in unterschiedlichen Settings und mehreren Therapieeinheiten von Nutzer\*innen eingesetzt, um sowohl Sinnhaftigkeit und Mehrwert als auch Usability und Weiterentwicklungsbedarfe zu ermitteln. Die Nutzer\*innen berichteten in qualitativen Interviews über ihre Erfahrungen und Einschätzungen. Eine inhaltsanalytische Auswertung der Interviews bildete eine zentrale Grundlage der weiteren technischen Entwicklung.

Als Trainingsdaten für das geplante auf maschinellem Lernen basierende Modell zur Beurteilung der Stimmqualität von Patient\*innen, wurden durch das Hochschulteam insgesamt knapp 1400 Samples beeinträchtigter und unbeeinträchtigter Stimmen mit der GRBAS-Skala zur Klassifizierung der Stimmqualität gelabelt.

Informationen zu den Ergebnissen der vom Projektteam der Hochschule verantworteten Arbeitspaketen 1, 6 und 7 stehen im Mittelpunkt des nachfolgenden Teil III dieses Schlussberichts.

Wöchentliche Online-Treffen und regelmäßige Präsenz-Treffen der beiden Verbundpartner trugen über die gesamte Projektlaufzeit hinweg zu einer kontinuierlichen und detaillierten Abstimmung zwischen Nutzeranforderungen und technischen Entwicklungsmöglichkeiten bei (Arbeitspaket 9). Der intensive Austausch ermöglichte zentrale Entwicklungsimpulse für das Gesamtvorhaben, wie beispielsweise die Entscheidung die Anwendung nach Abschluss des Vorhabens verstärkt interaktive Funktionen in die VR-Anwendung zu integrieren.

#### **4. Fachliteratur, Informations- & Dokumentationsdienste**

Zur Vorbereitung und Auswertung der qualitativen Interviews setzte das Hochschulteam den methodischen Ansatz der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) sowie die Software MAXQDA 2022 (Verbi Software) ein.

Für die Ausarbeitung einer Übersichtsarbeit zu den Erfahrungen von Nutzer\*innen mit vollimmersiven VR-Anwendungen im Kontext der Logopädie wurde die Online-Kollaborationsplattform Rayyan (Ouzzani et al., 2016) verwendet.

Umfangreiche Literaturrecherchen, u.a. zu den Themen VR, stimmtherapeutische Methoden, therapeutischer Transfer, User Experience und Mensch-Computer-Interaktion, wurden vornehmlich über die Datenbanken MEDLINE (via PubMed), Web of Science (Clarivate Analytics) und CINAHL

(EBSCO) durchgeführt. Für den Projektverlauf zentrale Literatur kann dem Literaturverzeichnis dieses Schlussberichts sowie den bereits realisierten und geplanten Veröffentlichungen (s. entnommen werden).

## **5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Die Zusammenarbeit mit folgenden Forschungseinrichtungen war für die Arbeit des Hochschulteam im Projektverlauf bedeutsam:

Im Rahmen der Auswahl stimmlicher Parameter für die geplanten Biofeedbackfunktionen, inkl. des Machine-Learning Modells, konnte ein intensiver fachlicher Austausch mit der Abteilung Forschung & Klinische Logopädie der Klinik für Ohren-, Nasen-, Hals- und Gesichtschirurgie am Universitätsspital Zürich (USZ) realisiert werden.

Die Entwicklung des Machine-Learning-Modells profitierte zudem von einem Austausch mit dem Institut für Hörtechnik und Audiologie der Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth. Dort besteht Interesse an einer weiteren Nutzung der erhobenen Stimmaufnahmen und Bewertungsdaten.

In Zusammenarbeit mit der FH Münster wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit das Potenzial von VR für den Einsatz in der Stottertherapie durch fünf stotternde Erwachsene erprobt und eingeschätzt (Schröder, 2024).

Im Kontext der Literaturrecherche wurde Kontakt mit zwei Forscherinnen der Universität Würzburg aufgenommen, deren Publikationen im Bereich VR und User Experience für das Forschungsvorhaben hohe Relevanz hatten (Wienrich et al., 2021; Wienrich & Gramlich, 2020). Eine vertiefte Auseinandersetzung mit psychologischen Theorien und Erkenntnissen zu gesundheitsbezogenen Verhaltensänderungen sowie mit potenziellen Wirkmechanismen von VR-Anwendungen im Transferprozess in der Stimmtherapie wurde durch die Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Psychologie Intelligenter Interaktiver Systeme des Instituts für Mensch-Computer-Medien der Universität Julius-Maximilians-Universität Würzburg unterstützt. Die Publikationen des Fachbereichs im Bereich VR und User Experience waren von hoher Relevanz für die Erarbeitung eines Scoping Reviews zu Nutzererfahrungen von VR-Anwendungen in der Logopädie. Über die Projektlaufzeit hinaus wird aus dieser Zusammenarbeit ein weiterer Fachartikel entstehen, der gesundheitspsychologischen Mechanismen des stimmtherapeutischen Transfers darstellt und aufzeigt, wie VR dabei unterstützend eingesetzt werden kann.

## Teil II: Eingehende Darstellung der Ergebnisse des Teilvorhabens

### 1. Ergebnisse des Teilvorhabens im Vergleich zur Vorhabenbeschreibung

Im Folgenden werden die Arbeitspakete und die jeweiligen zentralen Ziele der Antragsplanung des Teilvorhabens aufgezeigt, die wichtigsten Positionen der Verwendung der Zuwendung aufgelistet und die erzielten Ergebnisse zusammenfassend dargelegt.

#### *Arbeitspaket 1 – Ziele aus dem Antrag*

Zentrales Ziel war die Identifikation von Einsatzbereichen, Benutzeranforderungen und relevanten VR-Szenarien für die geplante VR-Anwendung. Dies erfolgte durch die Planung, Durchführung und systematischen Auswertung einer Erprobung des Anwendungsprototyps durch Nutzer\*innen. Ergänzend wurde eine Literaturrecherche und Experteninterviews u.a. zu stimmbelastenden beruflichen Alltagssituationen durchgeführt.

#### *Arbeitspaket 1 – Verwendung der Zuwendung*

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Verwendungsnachweises waren Personalkosten für den wissenschaftlichen Mitarbeiter (812) und die studentische Hilfskraft (0822) sowie Anschaffungskosten für VR-Brillen und Tablets (831).

#### *Arbeitspaket 1 – Ergebnisse*

Insgesamt 7 Therapeut\*innen und 13 Patient\*innen setzten den Anwendungsprototyp in mehreren logopädischen Therapieeinheiten und in unterschiedlichen Settings (ambulant und stationär) ein. Damit konnte die ursprünglich geplante Größe des qualitativen Samples um wesentliche Perspektiven erweitert werden. Die Befragten berichteten in retrospektiven Leitfaden-Interviews über ihre Erfahrungen und Einschätzungen. Nähere Informationen zum gewählten qualitativen Forschungsdesign, dem Vorgehen in der Fallauswahl, Datenerhebung und inhaltsanalytischen Datenauswertung können einer Veröffentlichung zur ersten Nutzer\*innenbefragung entnommen werden (Hansa & Hansen, 2025).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Nutzer\*innen die Potenziale von VR in der Stimmtherapie sehr positiv einschätzen. Sowohl Patient\*innen als auch Therapeut\*innen bewerteten die Technologie als hilfreich und vielversprechend. Die Therapeut\*innen formulierten drei zentrale Anwendungsbereiche, wobei deutliche Unterschiede in der Einschätzung der Relevanz dieser Bereiche für die Stimmtherapie erkennbar wurden:

- *Simulation relevanter Alltagssituationen:* Mittels VR können realitätsnahe Umgebungen erzeugt werden, in denen die Patient\*innen im geschützten Rahmen der Therapie den Transfer der gelernten Techniken und Verhaltensweisen gezielt unter Einfluss spezifischer Stressoren üben können. Dadurch werden sie nach Einschätzung der Befragten besser auf Realsituationen vorbereitet.
- *Identifikation ungünstiger Verhaltensweisen durch Beobachtung in der Simulation:* Oft sorgen die Bedingungen und Stressoren am Arbeitsplatz der Patient\*innen (Hintergrundlärm, Leistungsdruck, Raumakustik, etc.) für stimmlich ungünstige Reaktionen. Durch die VR-Simulation können die auslösenden Stressoren realitätsnah simuliert werden. Typische

Reaktionen der Patient\*innen werden für die Therapeut\*innen beobachtbar und können in der Therapieplanung gezielt berücksichtigt werden.

- *Einfache Anwendung von Biofeedbackmethoden:* Für die Erhebung stimmbezogenen Biofeedbacks ist in der Regel ein Mikrofon erforderlich, das einen konsistenten Winkel und Abstand zum Mund aufweist. Durch das integrierte Mikrofon in der VR-Brille sind diese Bedingungen gegeben, was die Implementierung von Biofeedbackfunktionen aus Sicht einzelner Therapeut\*innen deutlich vereinfacht. Zusätzlich besteht über Tracking-Sensoren die Möglichkeit zur Erfassung und Beurteilung der Kopf- und Körperhaltung, die ebenfalls für die Erarbeitung einer gesunden Stimmfunktion bedeutsam sein kann.

Neben diesen drei zentralen Potenzialen brachten die befragten Therapeut\*innen und Patient\*innen zahlreiche Vorschläge für die Implementierung neuer oder die Verbesserung bestehender Anwendungsfunktionen ein. Diese umfassten Designaspekte, Anforderungen an die Individualisierbarkeit der Anwendung, Analysemöglichkeiten und sonstige Anmerkungen, die in die Planung der Weiterentwicklungen eingeflossen sind.

Die Ergebnisse der Nutzer\*innenbefragung sowie eine ergänzende Literaturanalyse und Expertenbefragung bildeten die Grundlage für die nutzerzentrierte Spezifikation der Anwendungsanforderungen für die folgenden Entwicklungsschritte. In enger Abstimmung mit dem Verbundpartner wurde die Anforderungsanalyse diskutiert und zentrale Aufgaben für die technische Entwicklung abgeleitet. Diese wurden in den Arbeitspaketen 2 bis 5 von der Firma VReedback GmbH technisch umgesetzt. Im Zentrum stand dabei die Konzeption, das Design und die technische Umsetzung relevanter virtueller Szenarien (Arbeitspaket 2), die Entwicklung eines Systems zum Niedriglatenz-Monitoring des Mikrofoneingangs des VR-Headsets mit simulierter Raumakustik zur Nachbildung der akustischen Bedingungen denen die Patient\*innen in ihrem Alltag ausgesetzt sind (Arbeitspaket 3), die Entwicklung der für das Feedback und maschinelle Lernen benötigten Verfahren zur Extraktion der als relevant identifizierten Stimm- und Audioparameter (Arbeitspaket 4) und die technischen Realisierung der Feedback-Funktionen und der externen Steuerungssoftware zur Anwendung in Begleitung von Therapeut\*innen und für den selbstständigen Heimbetrieb (Arbeitspaket 5). Das Hochschulteam begleitete diese Entwicklungsaufgaben kontinuierlich.

Detaillierte Informationen zu den Ergebnissen der Arbeitspaketen 2 bis 5 beinhaltet der Schlussbericht zum Teilvorhaben der Firma VReedback GmbH.

Anders als im Antrag geplant, wurden die Ergebnisse der Literaturanalyse zu stimmbelastenden Alltagssituationen und Umweltbedingungen nicht zu einer Publikation ausgearbeitet. Hintergrund dieser Entscheidung war die Einschätzung des Hochschulteams, dass eine Übersichtsarbeit mit dieser Ausrichtung vor dem Hintergrund des recherchierten Forschungsstands keinen maßgeblichen fachlichen Beitrag leistet.

#### *Arbeitspaket 6 – Ziele aus dem Antrag*

Im Mittelpunkt des Arbeitspakets stand die zweite Erprobungsphase durch Nutzer\*innen. Der Fokus sollte dabei auf den entwickelten Feedback-Funktionen und Störelementen liegen. Der Antrag sah vor, dass Therapeut\*innen und Patient\*innen die Anwendung im Therapiesetting und im Heimtraining erproben.

#### *Arbeitspaket 6 – Verwendung der Zuwendung*

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Verwendungsnachweises waren Personalkosten für den wissenschaftlichen Mitarbeiter (812) und die studentische Hilfskraft (0822). Zudem wurden nicht vorgesehene Anschaffungskosten für VR-Brillen und Tablets (831) erforderlich und umgewidmet, um die Vorteile einer neuen Generation von VR-Brillen für die Projektentwicklung nutzen zu können.

#### *Arbeitspaket 6 – Ergebnisse*

5 Therapeut\*innen und 4 Patient\*innen setzten den Anwendungsprototyp in mehreren logopädischen Therapieeinheiten im ambulanten Behandlungssettings. Die ursprünglich geplante Anzahl von 10 Patient\*innen konnte nicht erreicht werden. Hintergrund waren technische Herausforderungen und die Absage einer Patientin, die ihre Deutschkenntnisse als nicht ausreichend für das geplante Interview einschätzte.

Anders als im Antrag geplant konnte die VR-Anwendung von den Nutzer\*innen nicht im Heimtraining erprobt werden. Aus Sicht der Therapeut\*innen hatten die beteiligten Patient\*innen noch nicht die Fähigkeiten erreicht, die einen zielführenden Einsatz im Heimtraining unterstützen. Das methodische Vorgehen entsprach dem der ersten Erprobungsphase. Aufgrund der weitgehend mit den Ergebnissen der ersten Nutzer\*innenbefragung übereinstimmenden Einschätzungen entschied sich das Hochschulteam für eine paraphrasierende Auswertung und strebte keine Publikation der Ergebnisse an.

Die Nutzer\*innen setzten die VR-Anwendung erneut mit den bereits in der ersten Erprobungsphase beschrieben Schwerpunkten im Therapiesetting ein.

Neben der Rückmeldungen einzelner technischer Probleme, äußerten die Befragten folgende Empfehlungen für die Weiterentwicklung der VR-Anwendung:

- Eine vereinfachte und stabilere Kopplung zwischen Brille und Tablet
- Die Möglichkeit der Aufzeichnung und des Abspielens der Simulation aus Publikumssicht
- Mehr Interaktionsmöglichkeiten mit dem Publikum
- Vereinfachte Möglichkeiten weitere Medien einzubinden (z.B. Power Point Präsentationen)
- Vereinfachte Möglichkeiten zwischen Szenarien zu wechseln
- Die Möglichkeit auf dem Tablet zu sehen, was in der Simulation passiert
- Vielfältige Anregungen zur Optimierung ausgewählten Szenarien (Klassenzimmer, Kita, Meeting-Raum)
- Vorschlag neuer Szenarien (z.B. kleines Gesprächssetting mit 1-3 Personen, erweiterte Sitzpositionen)

In Hinblick auf die Biofeedback-Funktionen und ihre automatisierte Auswertung wurden folgende Empfehlungen formuliert:

- Live-Anzeigen sollten deaktivierbar sein und nach der Anzeige ausgeblendet werden können
- Auswertungsbildschirme nach Trainingsende sollte deaktivierbar sein
- Wertende Begriffe sollten im Auswertungsbildschirm vermieden werden.
- Möglichkeiten einrichten, Textfeedback selbst konfigurieren und zu beschriften
- Verschiedene Zielparameter sollten vorgegeben werden können (z.B. Stimmqualität, Haltung, Sprechpausen)
- Biofeedback-Werte sollten auch auf dem Tablet angezeigt werden können

Zusätzlich zu den Empfehlungen in Hinblick auf die Weiterentwicklung der VR-Anwendung wurden die Therapeut\*innen um ein Feedback zu den Kosten für die Softwarenutzung und die Hardware befragt.

Auch die Ergebnisse der zweiten Nutzer\*innenbefragung wurden von den Kooperationspartner intensiv diskutiert und zentrale Entwicklungsaufgaben für die verbleibende Laufzeit des Projekts abgestimmt. Im Rahmen der Projektlaufzeit konnten nicht alle Vorschläge der Nutzer\*innen umgesetzt und in die Anwendung implementiert werden. Die Firma VReedback GmbH wird die Entwicklungsarbeit nach Projektabschluss in einer Beta-Phase fortsetzen.

Neben der Durchführung und Auswertung der zweiten Erprobungsphase war im Arbeitspaket 6 auch eine systematische Literaturübersicht zu den Anforderungen von Nutzer\*innen an biofeedbackbasiertes Heimtraining im Bereich Logopädie geplant. Eine intensive Recherchephase zeigte, dass die Studienlage zu diesem Thema für eine Literaturarbeit zu diesem Zeitpunkt nicht ausreichend war. Aufgrund der Auseinandersetzung mit methodischen Zugängen zur Erfassung von Nutzererfahrungen mit voll-immersiven Anwendungen, entschied das Hochschulteam den Schwerpunkt der geplanten Übersichtsarbeit zu verschieben und auf Nutzererfahrungen der Zielgruppe über das Heimtraining hinaus in allen logopädischen Settings auszuweiten. Das nach JBI-Standards erarbeitete Scoping Review mit dem Arbeitstitel "User experiences with fully immersive virtual reality applications in the context of speech-language-hearing sciences. A scoping review" ist derzeit im Begutachtungsprozess (s. Teil III).

Ergänzend entschied das Hochschulteam sich für die Erarbeitung einer weiteren Publikation, die sich theoriebasiert mit den Potentialen und Wirkungsweisen von VR-Anwendungen in stimmtherapeutischen Transferprozessen auseinandersetzt. Die Publikation wird derzeit gemeinsam mit Expertinnen des Fachbereichs Psychologie Intelligenter Interaktiver Systeme des Instituts für Mensch-Computer-Medien der Universität Julius-Maximilians-Universität Würzburg erarbeitet und soll nach Projektende in der Fachzeitschrift Journal of Voice veröffentlicht werden.

#### *Arbeitspaket 7 – Ziele aus dem Antrag*

Arbeitspaket 7 wurde gemeinsam mit der kooperierenden Firma VReedback GmbH umgesetzt. Ziel war die Akquise, die Verarbeitung und das Labeling von Trainingsdaten für die Entwicklung des geplanten Machine-Learning Modells zur Erfassung der Stimmqualität.

#### *Arbeitspaket 7 – Verwendung der Zuwendung*

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Verwendungsnachweises waren Personalkosten für den wissenschaftlichen Mitarbeiter (812) sowie die Kosten für eine freie Mitarbeiterin, die das Labeling der Trainingsdaten in einem verblindeten Verfahren unterstützte.

#### *Arbeitspaket 7 – Ergebnisse*

Die zentrale Aufgabe des Hochschulteams lag in der Akquise und im Labeling von Stimmaufnahmen. Nachdem die intensiv durchgeführte Akquise über ein vom Kooperationspartner VReedback entwickeltes Portal zur Aufzeichnung von Stimmsamples nicht die erforderliche Anzahl an Stimmsamples erbrachte, entschied das Projektteam Stimmsamples aus der Saarbrückener Stimmdatenbank zu verwenden. Diese Stimmdaten sind online und kostenfrei in dem Repositorium „European Language Grid“ unter folgender Adresse verfügbar: <https://live.european-language-grid.eu/catalogue/corpus/11624>

Für die Entwicklung des geplanten auf maschinellem Lernen basierenden Modells zur Beurteilung der Stimmqualität von Patient\*innen, wurden insgesamt knapp 1400 Samples beeinträchtigter und unbeeinträchtigter Stimmen gelabelt. Anders als im Projektantrag vorgesehen entschied sich das Projektteam für das Labeling die GRBAS-Skala (Hirano, 1981) zur Klassifizierung der Stimmqualität zu verwenden. Bei dieser Skala handelt es sich um ein international eingesetztes Klassifikationssystem, das eine hohe Übereinstimmung zu der im Antrag vorgeschlagenen, im deutschsprachigen Raum verbreiteten RBH-Skala aufweist. Der Firma VReedback GmbH entwickelte auf der Basis dieses Trainingsdatensatzes ein Modell zur automatischen Erfassung der Stimmqualität, das eine 80% Übereinstimmung mit den durch die Projektmitarbeitenden gelabelten Daten erreicht. Die Integration des Modells in die VR-Anwendung konnte im Rahmen des Projektzeitraums realisiert werden. Nutzereinschätzungen zu dieser Funktion liegen bisher nicht vor. VReedback plant die Erprobung und Weiterentwicklung der auf die automatische Erfassung der Stimmqualität aufbauenden Feedback-Funktion durch Nutzer\*innen im Anschluss an den Projektzeitraum.

Die Trainingsdaten stehen unter folgendem Link open source zur Verfügung:  
<https://zenodo.org/records/17080420>

## **2. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit**

Die im Projektantrag formulierte Planung der Projektarbeit erwies sich insgesamt als zielführend für die Entwicklung einer praxistauglichen VR-Anwendung für die logopädische Stimmtherapie mit Biofeedback-Funktionen. Die iterative Einbindung von Therapeut\*innen und Patient\*innen in zwei Erprobungsphasen sowie die systematische Auswertung ihres Feedbacks trugen maßgeblich dazu bei, dass eine sichere, hilfreiche und praktikable Anwendung vorangetrieben werden konnte. Die im Projektzeitraum durchgeführten Arbeiten sowie die dafür aufgewandten Ressourcen waren notwendig und angemessen. Die im Arbeitsplan des Teilvorhabens dargestellten zentralen Ziele konnten auf dieser Basis erfolgreich bearbeitet werden. Es wurden keine zusätzlichen Ressourcen für das Projekt notwendig.

## **3. Verwertbarkeit und Nutzen der Ergebnisse**

In der folgenden Darstellung stehen der wissenschaftliche und versorgungspraktische Nutzen und die Verwertbarkeit der Ergebnisse des Vorhabens im Zentrum. Die Hochschule verfolgt als Projektpartner keine wirtschaftlichen Ziele. Einschätzungen zu den wirtschaftlichen Erfolgsaussichten und der wirtschaftlichen Anschlussfähigkeit werden im Schlussbericht des Kooperationspartners VReedback GmbH dargestellt.

In beiden durchgeführten Erprobungsphasen stellte der wahrgenommene versorgungsrelevante Nutzen von VR-Anwendungen – und spezifisch des Anwendungsprototyps – im Rahmen der logopädischen Stimmtherapie einen Fokus der qualitativen Interviews mit Therapeut\*innen und Patient\*innen dar. Auch wenn die getesteten Anwendungsversionen nicht allen Bedarfen und Wünschen der Nutzer\*innen gerecht werden konnten, bewerteten die meisten Befragten die Idee und die vorliegende VR-Anwendung als nützliches Instrument für die logopädische Stimmtherapie. Wenngleich die wahrgenommenen Vorteile und Einsatzbereiche von VR insbesondere von den beteiligten Therapeut\*innen unterschiedlich eingeschätzt wurden, ist das Fazit der Erhebungen, dass

VR-Anwendungen eine Bereicherung für die logopädische Stimmtherapie darstellen können, sofern zentrale Voraussetzungen (vor allem Störungsfreiheit, Bedienbarkeit, technischer Support) erfüllt werden. Durch den immersiven Charakter der VR-Umgebungen werden Trainingsszenarien ermöglicht, die ohne VR nicht oder nur mit großem logistischem Aufwand umsetzbar wären, wie bspw. das Üben stimmtherapeutischer Techniken in alltagsnahen Situationen. Durch den hohen Grad der Modifizierbarkeit der Umgebungen und Anforderungen können dabei zudem die individuellen Ziele und Fähigkeiten der Patient\*innen berücksichtigt werden. Ergänzend zu diesen, vom Hochschulteam vor Projektbeginn antizipierten Einsatzmöglichkeiten, konnte durch die Nutzer\*innenbefragungen auch das diagnostische Potenzial der Beobachtung von Stimmpatient\*innen unter simulierten Alltagsbedingungen beschrieben werden.

Durch die Veröffentlichung der Ergebnisse der Nutzer\*innen-Evaluation in einer internationalen Fachzeitschrift konnte das Teilvorhaben einen relevanten Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn leisten, da bisher kein Fachartikel eine VR-Anwendung im Kontext der logopädischen Stimmtherapie differenziert evaluieren.

Die Nutzung der VR-Anwendung im Heimtraining wurde von den befragten Patient\*innen und Therapeut\*innen unter den oben genannten zentralen Voraussetzungen ebenfalls positiv bewertet. Diese Einschätzung konnte im Rahmen des Projekts nicht auf der Basis einer Nutzer\*innen-Erprobung überprüft, konkretisiert und im Detail beschrieben werden. Die spezifische Situation des Heimtrainings erfordert eine nutzerzentrierte Evaluation, die in einem Folgeprojekt realisiert werden sollte.

Wesentliche Impulse für die praxisorientierte Weiterentwicklung der Anwendung ProVoiceVR lieferte zudem der Hinweis der befragten Therapeut\*innen auf Einsatzmöglichkeiten in weiteren Fachgebieten der Logopädie. In einer begleitenden realisierten Bachelorarbeit konnte der Einsatz der Anwendung im Fachgebiet Stottern bereits durch Patient\*innen positiv evaluiert werden. Spezifische Einsatzbereiche und Bedarfe zentraler logopädischer Fachgebiete sollten identifiziert und relevante Funktionen schrittweise in die Anwendung integriert werden.

Auf der Basis der bisherigen Erkenntnisse kann davon ausgegangen werden, dass die entwickelte Anwendung sowohl in der Prävention als auch in der Diagnostik und Rehabilitation von Stimmstörungen einen versorgungsrelevanten Beitrag leistet und effektive logopädische Interventionen unterstützt. Sowohl für den Einsatz im Therapiesetting als auch für die Anwendung im Heimtraining steht ein Nachweis der Effektivität und Effizienz des Einsatzes der Anwendung ProVoiceVR in der Stimmtherapie – und in weiteren Fachgebieten der Logopädie – noch aus. Neben experimentell orientierten Studiendesigns sind auch explanatorische Designs erforderlich, die sich empirisch mit den Wirkmechanismen der Anwendung ProVoiceVR in der Transferphase der Stimmtherapie auseinandersetzen.

Einen anschlussfähigen wissenschaftlichen Beitrag leistet das Projekt durch die derzeit noch andauernde Erarbeitung eines Fachartikels zu den Potentialen und Wirkmechanismen von VR-Anwendungen in der stimmtherapeutischen Transferarbeit. Durch die Zusammenarbeit mit Expertinnen des Fachbereichs Psychologie Intelligenter Interaktiver Systeme des Instituts für Mensch-Computer-Medien der Universität Julius-Maximilians-Universität Würzburg konnte das Hochschulteam an gesundheitspsychologische Forschungsergebnisse anschließen, die für das Verständnis der Wirkungsweisen von VR in der logopädischen (Transfer-)Arbeit von hoher Relevanz sind. Bisher liegen für die Logopädie keine Arbeiten vor, die sich theoriebasiert mit VR-Anwendungen beschäftigen. Die

Auseinandersetzung mit den von den Expertinnen identifizierten Potentialen von VR-Anwendungen im Prozess der Veränderung gesundheitsrelevanter Verhaltensweisen erweiterte die Perspektive des Hochschulteams nachhaltig. Konkret entstehen daraus auch in Hinblick auf die Anwendung ProVoiceVR Impulse für die Integration innovativer Elemente, die zur Überwindung von Barrieren im Transfer beitragen können, wie beispielsweise die Einführung eines virtuellen Selbst, das vielfältige stimmliche Verhaltensweisen in einem realistischen, aber geschützten Raum erproben und sich selbst dabei beobachten kann.

Das mit der Grundidee eines objektiven Biofeedbacks entwickelte, auf maschinellem Lernen basierende Modell zur Stimmqualität konnte im Projektzeitraum eine Zuverlässigkeit von ca. 80% erreichen. Die im Rahmen des Projekts erhobenen Trainingsdaten stehen der Forschungsgemeinschaft über die Daten-Repositorium zenodo unter folgenden Link zur Verfügung: <https://zenodo.org/records/17080420>

Informationen zu technischen Details werden im Schlussbericht des Kooperationspartners VReedback GmbH berichtet.

Aus klinischer Sicht ist dieser Wert als vielversprechend einzuschätzen. Um die Eignung in präventiven, diagnostischen und therapeutischen Bereichen genauer einschätzen zu können, sind weitere Performance-Analysen beispielsweise zur Re-Test-Genauigkeit sinnvoll.

Zum Projektende lag eine deutlich verbesserte Version der VR-Anwendungsprototypen zur Unterstützung der Transferarbeit in der logopädischen Stimmtherapie vor. Diese wird durch den Projektpartner VReedback GmbH auch nach Ablauf der Förderung weiterentwickelt, um in Zukunft für logopädische Einrichtungen erwerbbar zu sein. Um den Bedarfen logopädischer Praxen und Abteilungen gerecht zu werden, ist davon auszugehen, dass die VR-Anwendung in den kommenden Jahren vermehrt interaktive Funktionen integrieren und über den Anwendungsbereich der logopädischen Stimmtherapie hinaus erweitert werden wird, um Transferprozesse in weiteren logopädischen Fachgebieten, wie beispielsweise im Bereich Stottern, gezielt zu unterstützen.

#### **4. Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens an anderer Stelle**

Im Rahmen der Präsentation von Projektergebnissen auf dem 12. European Congress of Speech and Language Therapy der European Speech and Language Therapy Association (ESLA) in Brügge (BE) wurde das Projektteam auf die belgische Firma „withVR BV“ aufmerksam. Sie bietet die VR-Anwendung „withVR“ an, die spezifisch für den Einsatz in der logopädischen Therapie entwickelt wurde und bereits vertrieben wird. Zur Anwendung „withVR“ lagen bis zu diesem Zeitpunkt keine internationalen Veröffentlichungen vor. Der Kontakt entstand über die Teilnahme der Firma als Aussteller auf der ESLA-Tagung.

Das Projektteam schätzt die Firma *withVR BV* als Wettbewerber ein, geht jedoch aktuell von einer ausreichend großen Nachfrage aus, da bisher keine weiteren transferorientierten VR-Anwendungen auf dem Markt bekannt sind.

## 5. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

### *Veröffentlichungen im Projektzeitraum*

Hansa, J. & Hansen, H. (2025). User-centered qualitative evaluation of a fully immersive, head mounted virtual reality application prototype to facilitate real-life transfer in voice therapy. *International Journal of Speech-Language Pathology*, online ahead of print, 1–13.

### *Geplante Veröffentlichungen*

Hansa, H., Lefahrt, R., & Hansen, H. (2025). User experiences with fully immersive virtual reality applications in the context of speech-language-hearing sciences. A scoping review. *International Journal of Language & Communication Disorders* (im Reviewverfahren).

Hansa, H., Wienrich, C., Döllinger, H., & Hansen H. (2026). Potentials of virtual reality applications for generalization in voice therapy. *Journal of Voice* (in Vorbereitung).

### *Konferenz- und Tagungsbeiträge im Projektzeitraum*

Neben den genannten Fachartikeln wurden der Forschungsstand und die Forschungsergebnisse bei mehreren Kongressen und Vortragsreihen präsentiert:

- 04/2024: Demonstration der VR-Anwendung beim 7. Hamburger Stimmsymposium
- 06/2024: Postervortrag und Posterpräsentation beim 52. Kongress des Deutschen Bundesverbandes für Logopädie (dbl) in Oberhausen
- 06/2024: Onlinevortrag im Rahmen der Vortragsreihe *Logopädie Digital* (<https://logopaedie-lauer.de/logopaedie-digital/>)
- 09/2024: Vortrag beim 12. European Congress of Speech and Language Therapy der European Speech and Language Therapy Association (ESLA) in Brügge (BE)
- 05/2025: Demonstration der VR-Anwendung beim 53. Kongress des Deutschen Bundesverbandes für Logopädie (dbl) in Bremen
- 09/2025: Onlinevortrag im Rahmen der Vortragsreihe „Fachgespräch Logopädie Osnabrück“

## **Literatur**

Al-Rasheed, A., Alabdulkreem, E., Alduailij, M., Alduailij, M., Alhalabi, W., Alharbi, S., & Lytras, M.D. (2022). Virtual Reality in the Treatment of Patients with Overweight and Obesity: A Systematic Review. *Sustainability*, 14(6), 3324.

Brundage, S.B. & Hancock, A.B. (2015). Real Enough: Using Virtual Public Speaking Environments to Evoke Feelings and Behaviors Targeted in Stuttering Assessment and Treatment. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 24(2), 139–49.

Bryant, L., Brunner, M., & Hemsley, B. (2020). A review of virtual reality technologies in the field of communication disability: implications for practice and research. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 15(4), 365–72.

Devane, N., Behn, N., Marshall, J., Ramachandran, A., Wilson, S., & Hilari, K. (2023). The use of virtual reality in the rehabilitation of aphasia: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 45(23), 3803–22.

- Döllinger, N., Mal, D., Keppler, S., Wolf, E., Botsch, M., Israel, J.H., Latoschik, M.E., & Wienrich, C. (2024). Virtual Body Swapping: A VR-Based Approach to Embodied Third-Person Self-Processing in Mind-Body Therapy [Internet]. In: Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Honolulu HI USA: ACM, 1–18. Available from: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3613904.3642328>
- Emmelkamp, P.M.G. & Meyerbröker, K. (2021). Virtual Reality Therapy in Mental Health. *Annu Rev Clin Psychol*, 17, 495–519.
- Hansa, J. & Hansen, H. (2025). User-centered qualitative evaluation of a fully immersive, head-mounted virtual reality application prototype to facilitate real-life transfer in voice therapy. *International Journal of Speech-Language Pathology*, online ahead of print, 1–13.
- Hirano, M. (1981). Psycho-acoustic evaluation of voice. In: Arnold, G.E., Winckel, F., Wyke, B.D. (eds). *Disorders of human communication. 5. Clinical examination of the voice (81-84)*. Springer.
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden. 5. Auflage*. Beltz Juventa.
- Martins, R. H. G., Pereira, E. R.B. N., Hidalgo, C. B., & Tavares, E. L. M. (2014). Voice disorders in teachers. A review. In: *Journal of Voice*, 28(6), 716–724.
- Moise-Richard, A., Menard, L., Bouchard, S., & Leclercq, A.L. (2021). Real and virtual classrooms can trigger the same levels of stuttering severity ratings and anxiety in school-age children and adolescents who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 68., 105830.
- Remacle, A., Bouchard, S., Etienne, A.M., Rivard, M.C., & Morsomme, D. (2021). A virtual classroom can elicit teachers' speech characteristics: evidence from acoustic measurements during in vivo and in virtuo lessons, compared to a free speech control situation. *Virtual Reality*, 25(4), 935–44.
- Riva, G., Malighetti, C., & Serino, S. (2021). Virtual reality in the treatment of eating disorders. *Clin Psychology and Psychoth*, 28(3), 477–88.
- Schröder, D. (2024). Erprobung von Virtual Reality in der Stottertherapie. Eine Bewertung durch stotternde Erwachsene. Bachelorarbeit, Fachhochschule Münster. Verfügbar unter: [https://provoice.vreedback.de/wp-content/uploads/2025/01/Daria-Schroeder\\_-Bachelorarbeit\\_VR-in-der-Stottertherapie.pdf](https://provoice.vreedback.de/wp-content/uploads/2025/01/Daria-Schroeder_-Bachelorarbeit_VR-in-der-Stottertherapie.pdf) [Zugriff am 15.09.2025]
- Slater, M., Pertaub, D.P., Barker, C., & Clark, D.M. (2006). An Experimental Study on Fear of Public Speaking Using a Virtual Environment. *CyberPsychology & Behavior*, 9(5), 627–33.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*, 5(1), 210.
- Wienrich, C. & Gramlich, J. (2020). appRaiseVR – An Evaluation Framework for Immersive Experiences. *i-com*, 19(2), 103–21.
- Wienrich, C., Döllinger, N., & Hein, R. (2021). Behavioral Framework of Immersive Technologies (BehaveFIT): How and Why Virtual Reality can Support Behavioral Change Processes. *Front Virtual Real*, 2, 627194.

Wienrich, C., Horn, V., Krauss, J., & Bürger, A. (2024). Personal space invasion to prevent cyberbullying: design, development, and evaluation of an immersive prevention measure for children and adolescents. *Virtual Reality*, 28(2), 75.

Vaezipour, A., Aldridge, D., Koenig, S., Theodoros, D., & Russell, T. (2022). „It’s really exciting to think where it could go“: a mixed-method investigation of clinician acceptance, barriers and enablers of virtual reality technology in communication rehabilitation. *Disability & Rehabilitation*, 44(15), 3946–58.