

VR²epair

Immersives Erfahrungslernen der Reparatur von Elektrogeräten für Kreislaufwirtschaft Evaluationsbericht Österreich

Projektnummer: KA210-VET-F24979FD

Projektdauer: 09/2023 – 02/2025

Projektleitung: Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof (DE)

Partnerorganisationen: Wirtschaftskammer Steiermark (AUT),
Mindconsole GmbH (AUT)



Open license: This work is licensed under CC BY-NC 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	3
1. Einleitung:	3
2. Ergebnisse:	4
2.1 Abschnitt 1 - Einleitende Fragen	4
2.1.1 Frage 1: Hatten Sie vorher bereits Erfahrungen mit VR-Anwendungen?	4
2.1.2 Frage 2: Welche Teile der VR-App haben Sie getestet?	5
2.2 Abschnitt 2 - Teil 1: Quantitative Evaluation 1 (Fragen zur Immersion).....	6
2.2.1 Frage 3: In der computererzeugten Welt hatte ich den Eindruck, dort gewesen zu sein.....	6
2.2.2 Frage 4: Ich hatte das Gefühl, dass die virtuelle Umgebung hinter mir weitergeht. 7	
2.2.3 Frage 5: Ich hatte das Gefühl, nur Bilder zu sehen	7
2.2.4 Frage 6: Ich hatte das Gefühl, in dem virtuellen Raum zu handeln, statt etwas von außen zu bedienen.....	8
2.2.5 Frage 7: Wie bewusst war Ihnen die reale Welt, während Sie sich durch die virtuelle Welt bewegten (z.B. Geräusche, Raumtemperatur, andere Personen etc.)?	9
2.2.6 Frage 8: Ich achtete noch auf die reale Umgebung	9
2.2.7 Frage 9: Meine Aufmerksamkeit war von der virtuellen Welt völlig in Bann gezogen	10
2.2.8 Frage 10: Wie real erschien Ihnen die virtuelle Umgebung?	11
2.2.9 Frage 11: Die virtuelle Welt erschien mir wirklicher als die reale Welt.....	11
2.3 Abschnitt 2 - Teil 2: Quantitative Evaluation 2 (Fragen zur Messung des Lernerfolgs)	12
2.3.1 Frage 12: Wie bewerten Sie den Wissenszuwachs durch die Nutzung der VR-App	12
2.3.2 Frage 13: Die virtuelle Lernumgebung hat mein Verständnis für das Thema verbessert	13
2.3.3 Frage 14: Können Sie das Gelernte aus der VR-App in der Praxis anwenden?....	13
2.3.4 Frage 15: Wie motivierend fanden Sie das Lernen mit der VR-App im Vergleich zu traditionellen Lernmethoden?	14
2.3.5 Frage 16: Würden Sie gerne mit solch einer VR-Applikation weitere Inhalte lernen?	15
2.4 Abschnitt 3 - Qualitative Evaluation:.....	15
2.5 Abschnitt 4 - Soziodemographische Angaben	16
2.5.1 Frage 18: Alter	16
2.5.2 Frage 19: Geschlecht	17
2.5.3 Frage 20: Höchste abgeschlossene Ausbildung	17
2.5.4 Frage 21: Beruf	18
3. Diskussion:.....	18
Literaturverzeichnis:	20



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorerfahrung mit VR – Anwendungen	5
Abbildung 2: Welche Teile der VR-App wurden getestet	5
Abbildung 3: Eindruck der VR – Welt.....	6
Abbildung 4: Grenzen der virtuellen Umgebung	7
Abbildung 5: Bilder statt flüssiger Animation	7
Abbildung 6: Handeln im virtuellen Raum.....	8
Abbildung 7: Bewusstsein der realen Welt in der virtuellen Welt.....	9
Abbildung 8: Bewusstsein der realen Umgebung	9
Abbildung 9: Aufmerksamkeit in der virtuellen Welt	10
Abbildung 10: Realität der virtuellen Umgebung	11
Abbildung 11: Virtuelle Welt vs. reale Welt.....	11
Abbildung 12: Wissenszuwachs durch die VR-App	12
Abbildung 13: Verbesserung des Verständnisses für das Thema	13
Abbildung 14: Praxisanwendung des Gelernten	13
Abbildung 15: Lernen mit VR vs. traditionelle Lernmethoden.....	14
Abbildung 16: Bereitschaft zum Lernen mit VR-Apps	15
Abbildung 17: Altersverteilung der Probanden.....	16
Abbildung 18: Geschlechterverteilung der Probanden	17
Abbildung 19: Ausbildung der Probanden.....	17
Abbildung 20: Beruf der Probanden.....	18

1. Einleitung:

Das Projekt VR²epair ist ein EU - kofinanziertes Projekt mit dem Ziel, das Training der Reparatur von Elektrogeräten für die Berufsausbildung zu erleichtern, indem gängige Haushaltsgeräte in einer VR - Simulation mit verschiedenen möglichen Defekten simuliert werden, so dass sowohl die Fehlersuche als auch die Reparatur in einer interaktiven und immersiven Umgebung geübt werden können.

Das Ergebnis ist ein innovativer Kurs, der die Ausbildung relevanter Elektroberufe in Bezug auf die Reparatur elektrischer Geräte und insbesondere die Problemlösungskompetenz deutlich verbessern soll. Damit ist das Projekt eine notwendige Begleitmaßnahme zur erfolgreichen Umsetzung des EU-Ziels einer Kreislaufwirtschaft bis 2050 und leistet einen wichtigen Beitrag zur praktischen Umsetzung des gesetzlichen Reparaturanspruchs.

VR ermöglicht ortsunabhängiges Training und das Erlernen von Inhalten, die in der realen Welt nicht in dieser Form geübt werden können [Mossel et al., 2015]. VR-basierte Trainings wurden bereits im militärischen und gesundheitlichen Kontext verwendet. Heutzutage sind leistbare Geräte verfügbar, die es ermöglichen, VR in einem viel größeren Ausmaß in unterschiedlichen Bereichen und Kontexten zu verwenden. Daher ist es notwendig zu untersuchen, für welche Aufgaben und Anwendungen, und mit welchen Einschränkungen (z.B. haptisches Feedback) sich diese Technologie gut einsetzen lässt und wie man sie möglichst vielen Menschen zugänglich machen kann [Gorksi et al., 2021]. Hinsichtlich des Einsatzes von VR im

Kontext Lernen, zeigen aktuelle Studien, dass das Lernen mit VR zu einer höheren Motivation und einem höheren Interesse der Benutzer führen kann [Schrom-Feiertag et al., 2018, Feng et al., 2018] und somit zu einem effizienteren Lernen mit kürzerer Trainingszeit. Zusätzlich bietet VR einen sicheren Raum, wo Fehler ohne Risiken gemacht werden dürfen. Diese Sicherheit führt zu höherem Selbstvertrauen als in realen Umgebungen [Popovici and Marhan, 2008].

Um die in diesem Projekt entwickelte VR-Applikation bestmöglich und mit der entsprechenden Primärzielgruppe (Elektrotechniker in der Aus- und Weiterbildung) zu testen, wurde die Testung in Österreich an den folgenden Bildungseinrichtungen durchgeführt:

- Landesberufsschule Voitsberg: Die LBS Voitsberg bildet Lehrlinge im Lehrberuf Elektro-Gebäudetechnik, welcher aus der klassischen Lehre zum Elektroinstallateur entstanden ist, aus. Weiters werden auch die Ausbildungen in den Zusatzmodulen Gebäudeleittechnik, Erneuerbare Energien und Gebäudetechnik-Service angeboten.
- Landesberufsschule Eibiswald: LBS für Elektroinstallationstechnik und Radiomechanik.
- Höhere Technische Lehranstalt (HTL) BULME: Die Ausbildungsschwerpunkte sind Elektronik und Technische Informatik, E-Technologies, Maschinenbau & Wirtschaftsingenieurwesen.

Um auch die sekundäre Zielgruppe (an Reparatur interessierte Laien) in die Testung einzubinden, wurde die App auch mit Besuchern und Besucherinnen eines Repair Cafés in Graz getestet.

2. Ergebnisse:

Die Umfrage besteht aus vier verschiedenen Abschnitten (Abschnitt 1 - Einleitende Fragen, Abschnitt 2 - Teil 1: Quantitative Evaluation 1 (Fragen zur Immersion), Abschnitt 2 - Teil 2: Quantitative Evaluation 2 (Fragen zur Messung des Lernerfolgs), Abschnitt 3 - Qualitative Evaluation und Abschnitt 4: Soziodemographische Angaben. Insgesamt nahmen in Österreich 81 Schüler/Studenten, Lehrlinge, (Fach)-Arbeiter, Angestellte und Beamte an der Testung und anschließend an der Umfrage teil und die Ergebnisse werden nachfolgend genau abgebildet und analysiert.

2.1 Abschnitt 1 - Einleitende Fragen

Abschnitt 1 der Umfrage befasst sich mit einleitenden Fragen zur Erfahrung mit VR-Anwendungen der Probanden und welche Teile der VR-App sie ausprobiert haben.

2.1.1 Frage 1: Hatten Sie vorher bereits Erfahrungen mit VR-Anwendungen?



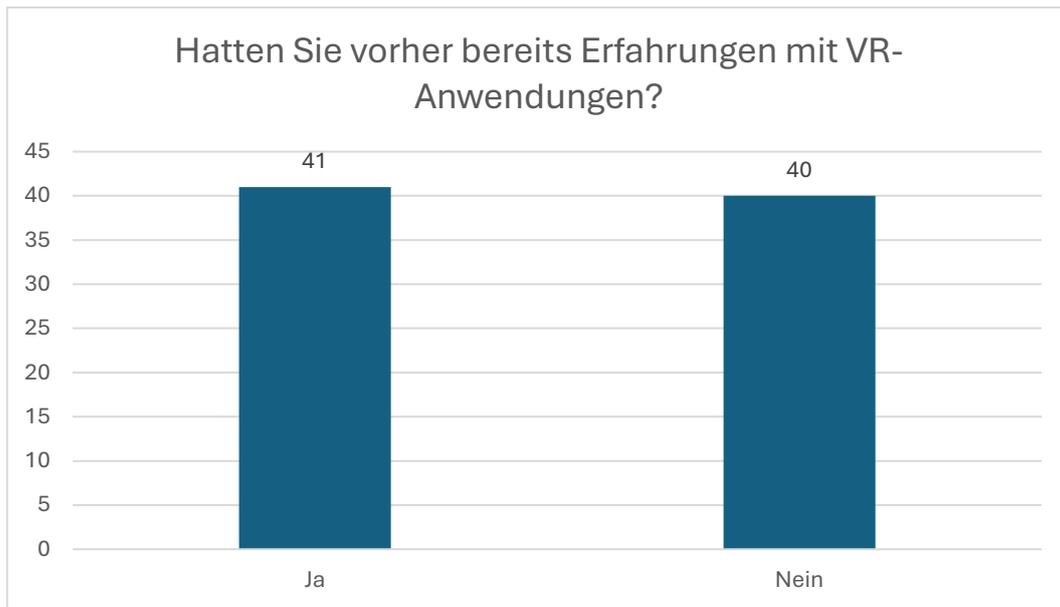


Abbildung 1: Vorerfahrung mit VR – Anwendungen

Die nahezu gleichmäßige Verteilung zwischen Teilnehmenden mit (41) und ohne (40) VR-Vorerfahrung ist positiv zu interpretieren, denn somit sind Meinungen aus beiden Perspektiven vorhanden und die App trifft nicht nur eine Nische, sondern potenziell sowohl Neueinsteiger als auch erfahrene Anwender und Anwenderinnen. Dies unterstreicht die Niedrigschwelligkeit und Benutzerfreundlichkeit der VR-App.

2.1.2 Frage 2: Welche Teile der VR-App haben Sie getestet?

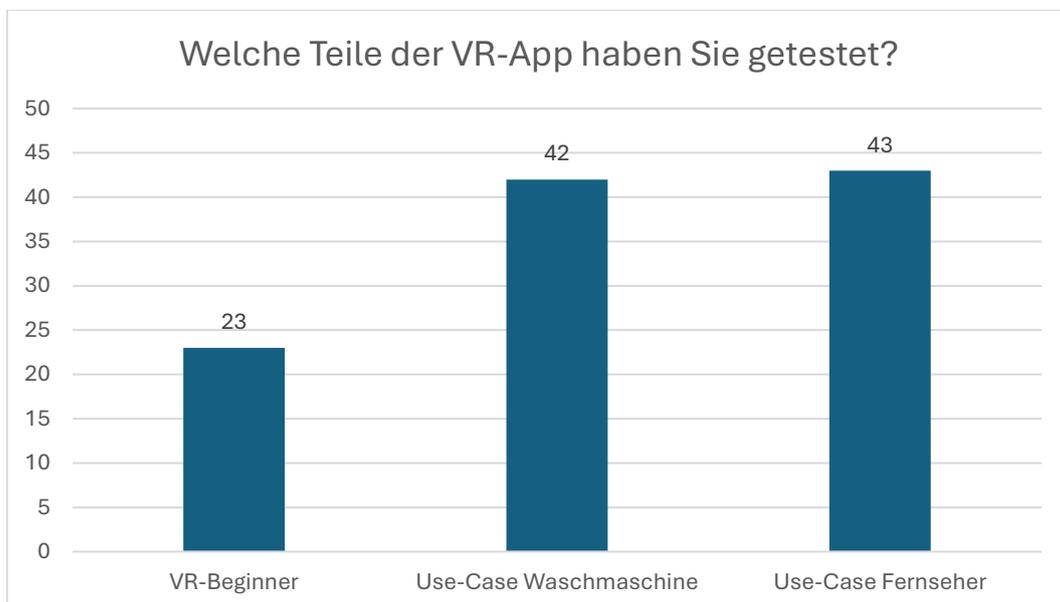


Abbildung 2: Welche Teile der VR-App wurden getestet

Die Ergebnisse zeigen, dass beide Use-Cases – Waschmaschine (42) und Fernseher (43) – fast gleich häufig getestet wurden, was auf ein ausgewogenes Interesse an den Anwendungsszenarien hinweist. Auch das Einsteiger-Tutorial für VR-Beginner wurde



mit 23 Teilnehmenden gut angenommen, was die Zugänglichkeit der App für VR-Neulinge unterstreicht.

2.2 Abschnitt 2 - Teil 1: Quantitative Evaluation 1 (Fragen zur Immersion)

Dieser Teil der Umfrage besteht hauptsächlich aus Fragen aus der standardisierten Skala **IPQ** (Igroup Presence Questionnaire), welche hauptsächlich zur Messung des Gefühls der Präsenz in einer virtuellen Umgebung dient.

2.2.1 Frage 3: In der computererzeugten Welt hatte ich den Eindruck, dort gewesen zu sein...

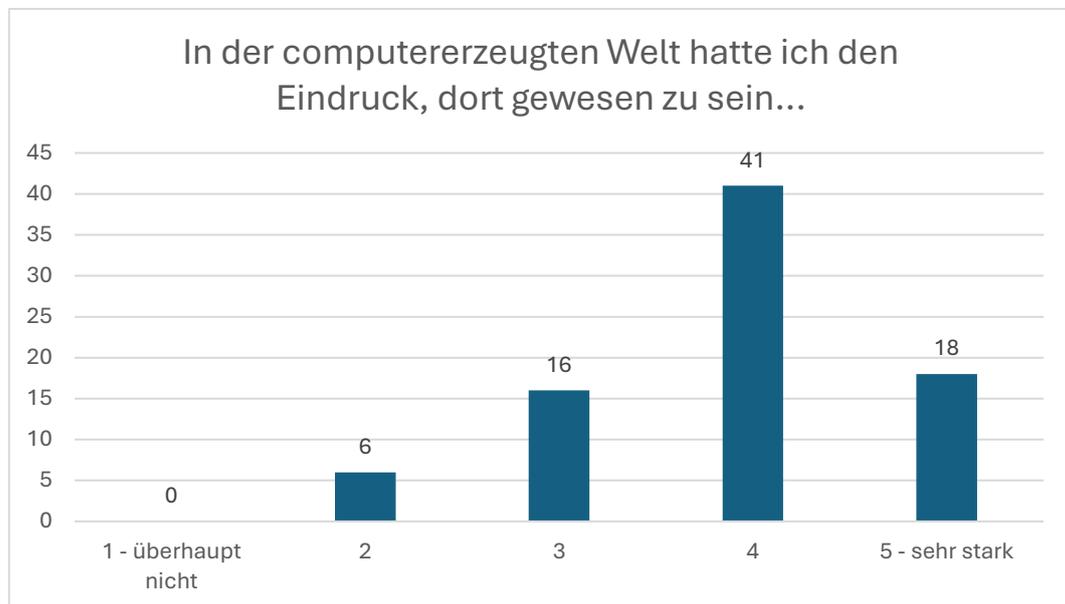


Abbildung 3: Eindruck der VR – Welt

Die Mehrheit der Teilnehmenden (41 bei Stufe 4 und 18 bei Stufe 5) hatte stark bis sehr stark den Eindruck, tatsächlich in der virtuellen Welt gewesen zu sein. Dies deutet auf eine hohe Immersion und ein gelungenes Präsenzgefühl innerhalb der VR-Anwendung hin.



2.2.2 Frage 4: Ich hatte das Gefühl, dass die virtuelle Umgebung hinter mir weitergeht

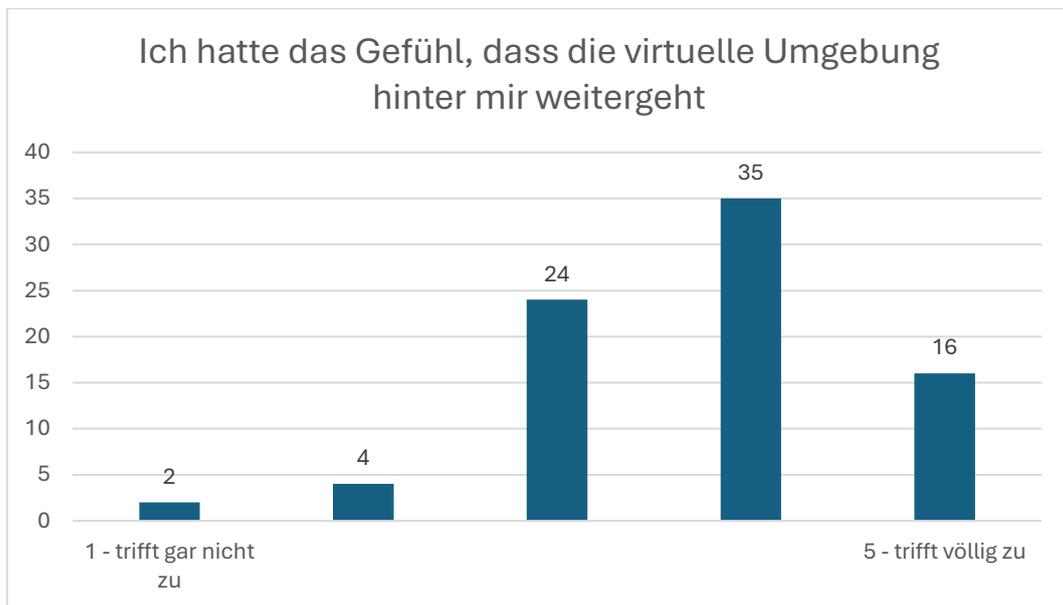


Abbildung 4: Grenzen der virtuellen Umgebung

Die Mehrheit der Teilnehmenden (35 bei Stufe 4 und 16 bei Stufe 5) hatte stark bis vollständig das Gefühl, dass die virtuelle Umgebung auch hinter ihnen weitergeht, was für eine überzeugende räumliche Gestaltung und Tiefenwirkung der VR-App spricht. Nur sehr wenige gaben an, dieses Gefühl nicht gehabt zu haben.

2.2.3 Frage 5: Ich hatte das Gefühl, nur Bilder zu sehen

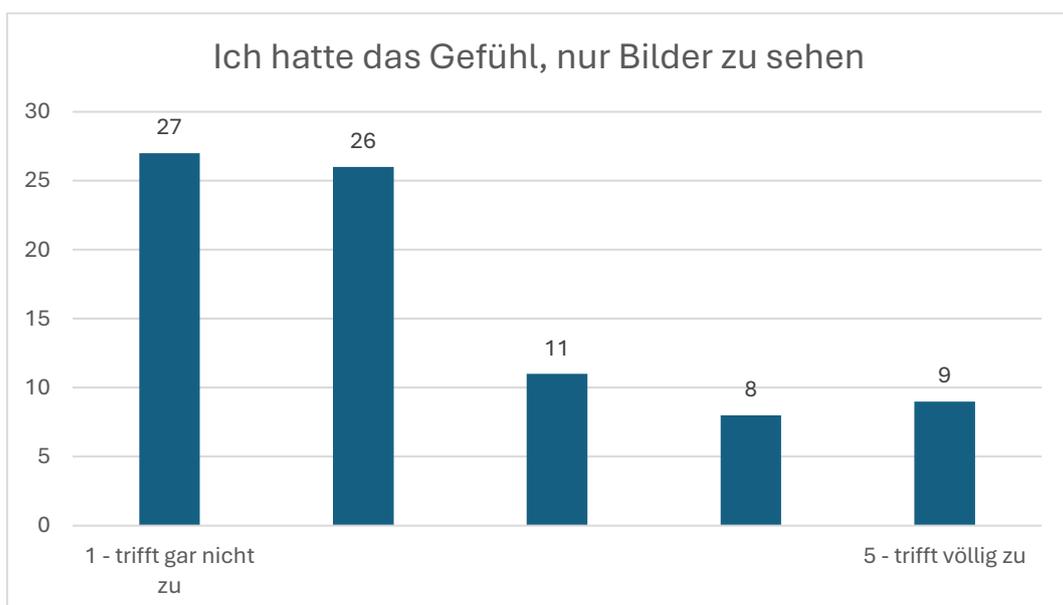


Abbildung 5: Bilder statt flüssiger Animation

Die Mehrheit der Teilnehmenden (insgesamt 53 bei den Stufen 1 und 2) hatte nicht das Gefühl, nur statische Bilder zu sehen, was auf eine gelungene und flüssige Darstellung der virtuellen Umgebung hinweist. Dies spricht für eine überzeugende technische Umsetzung der VR-App.

2.2.4 Frage 6: Ich hatte das Gefühl, in dem virtuellen Raum zu handeln, statt etwas von außen zu bedienen

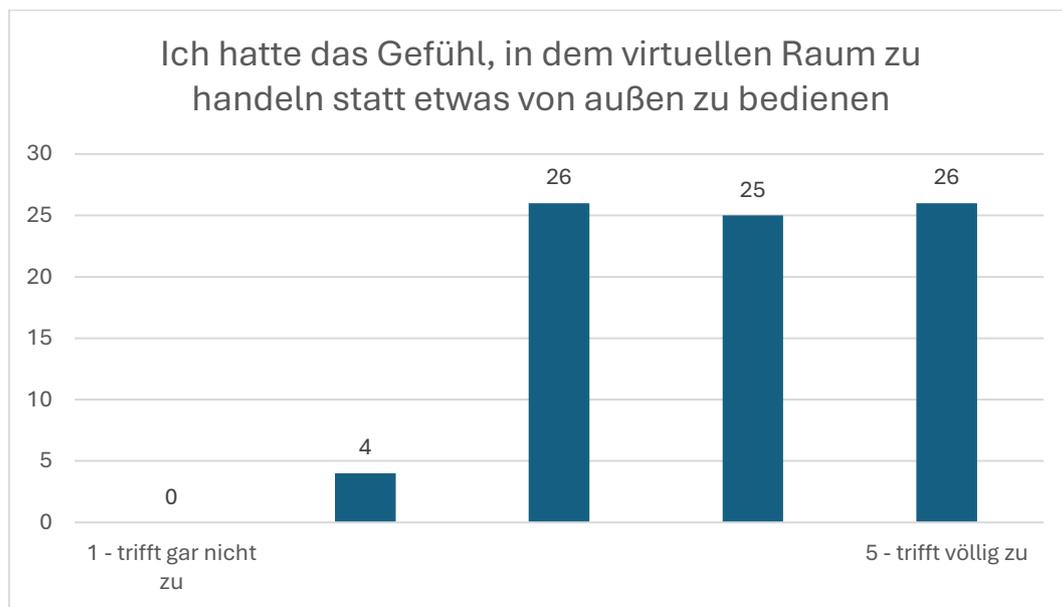


Abbildung 6: Handeln im virtuellen Raum

Die überwiegende Mehrheit der Teilnehmenden (insgesamt 77 bei den Stufen 3 bis 5) hatte das Gefühl, aktiv im virtuellen Raum zu handeln, statt nur von außen zu interagieren. Dies unterstreicht den hohen Grad an Interaktivität und das immersive Design der VR-Anwendung.

2.2.5 Frage 7: Wie bewusst war Ihnen die reale Welt, während Sie sich durch die virtuelle Welt bewegten (z.B. Geräusche, Raumtemperatur, andere Personen etc.)?

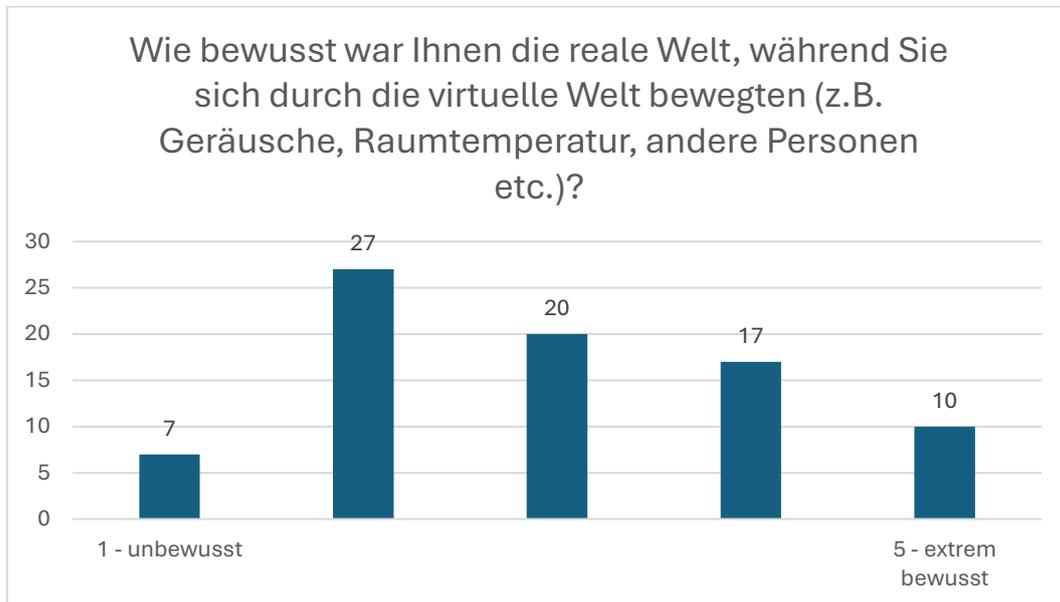


Abbildung 7: Bewusstsein der realen Welt in der virtuellen Welt

Die Mehrheit der Teilnehmenden nahm während der Nutzung der VR-Anwendung ihre reale Umgebung noch deutlich wahr, was auf äußere Störfaktoren wie Geräusche oder Mitlernende hinweist. Dies zeigt, dass die Immersion zwar vorhanden war, jedoch durch die reale Testsituation teilweise eingeschränkt wurde.

2.2.6 Frage 8: Ich achtete noch auf die reale Umgebung

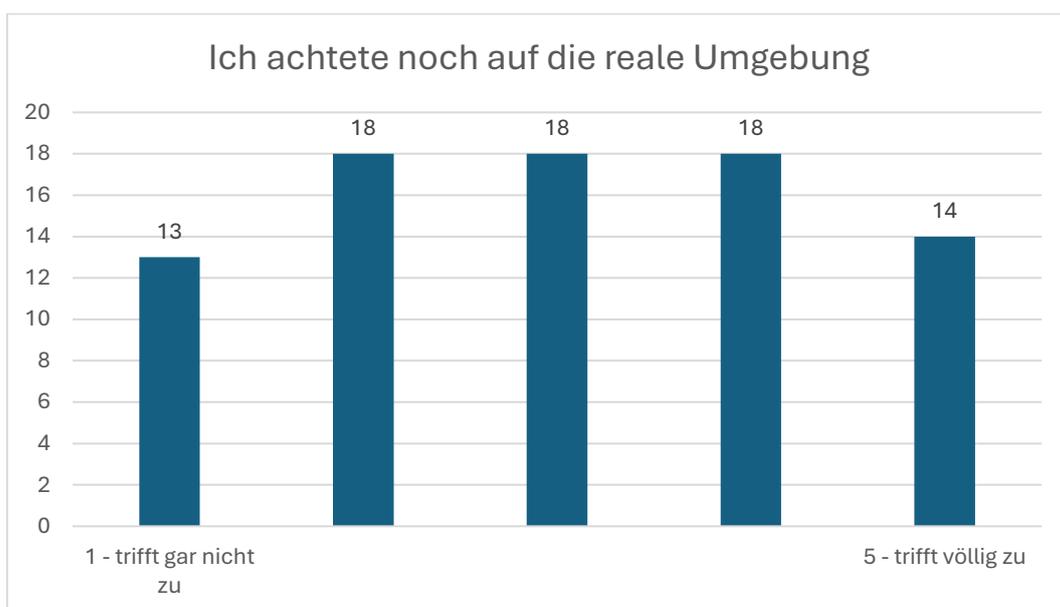


Abbildung 8: Bewusstsein der realen Umgebung

Die Antworten verteilen sich relativ gleichmäßig über alle Antwortstufen, was darauf hinweist, dass das Maß an Aufmerksamkeit für die reale Umgebung individuell sehr unterschiedlich war. Dies könnte durch persönliche Unterschiede im Immersionserleben oder durch äußere Bedingungen während der Testsituation erklärbar sein.

2.2.7 Frage 9: Meine Aufmerksamkeit war von der virtuellen Welt völlig in Bann gezogen

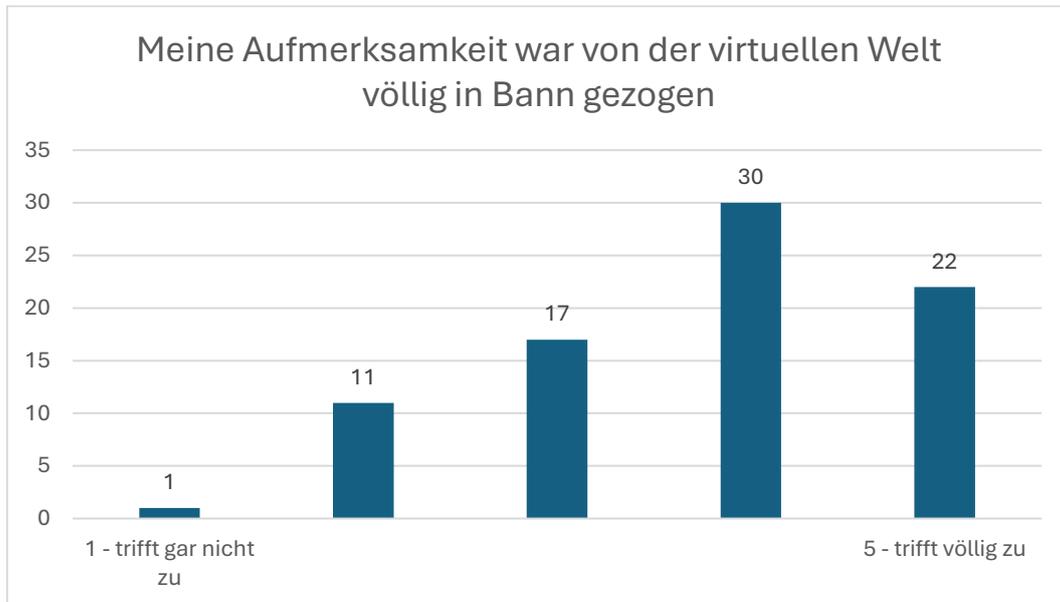


Abbildung 9: Aufmerksamkeit in der virtuellen Welt

Die Mehrheit der Teilnehmenden (52 bei den Stufen 4 und 5) fühlte sich stark bis vollständig von der virtuellen Welt gefesselt, was auf eine hohe immersive Wirkung der VR-Anwendung hinweist. Nur sehr wenige gaben an, dass ihre Aufmerksamkeit nicht vollständig auf die virtuelle Umgebung gerichtet war.



2.2.8 Frage 10: Wie real erschien Ihnen die virtuelle Umgebung?

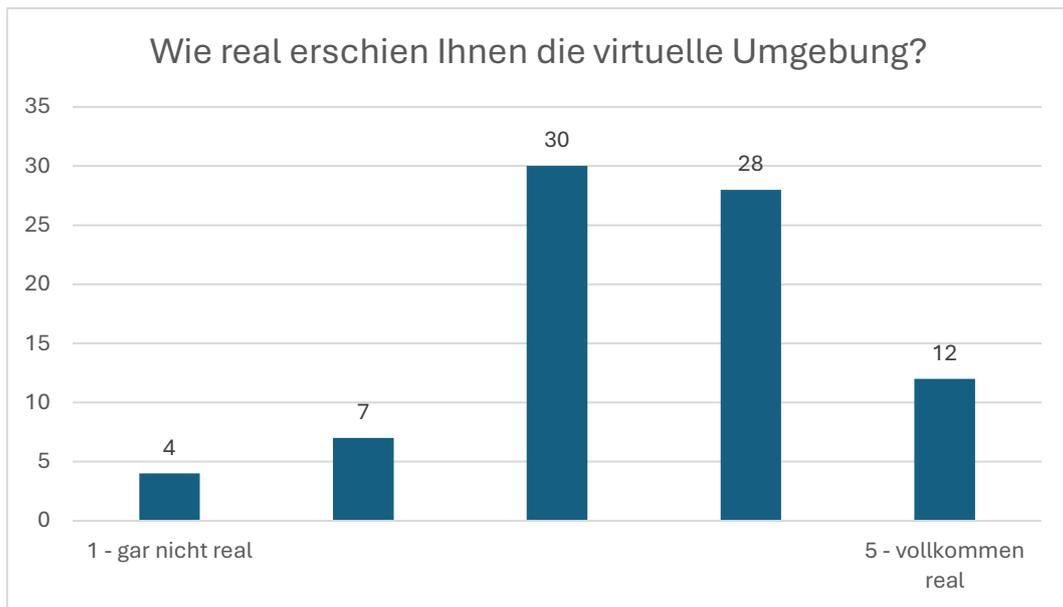


Abbildung 10: Realität der virtuellen Umgebung

Die Mehrheit der Teilnehmenden (insgesamt 70 bei den Stufen 3 bis 5) empfand die virtuelle Umgebung, als eher bis sehr real, was auf eine überzeugende visuelle und räumliche Gestaltung hinweist. Nur ein kleiner Teil nahm die Umgebung als wenig realistisch wahr.

2.2.9 Frage 11: Die virtuelle Welt erschien mir wirklicher als die reale Welt

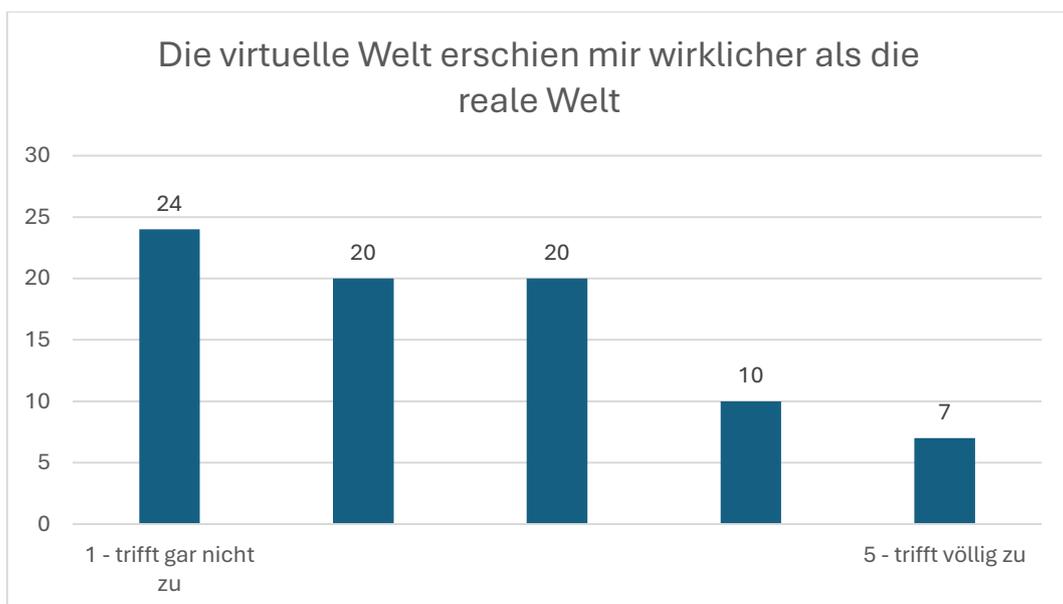


Abbildung 11: Virtuelle Welt vs. reale Welt

Die meisten Teilnehmenden empfanden die virtuelle Welt nicht als wirklicher als die reale (24 bei Stufe 1), was angesichts des Lernfokus der App nachvollziehbar ist. Dennoch zeigten 37 Personen eine gewisse bis starke Zustimmung, was auf ein eindrucksvolles Maß an Immersion bei einigen Nutzenden hindeutet.

2.3 Abschnitt 2 - Teil 2: Quantitative Evaluation 2 (Fragen zur Messung des Lernerfolgs)

In diesem Abschnitt der Umfrage wurden Fragen zur Messung des Lernerfolgs gestellt.

2.3.1 Frage 12: Wie bewerten Sie den Wissenszuwachs durch die Nutzung der VR-App

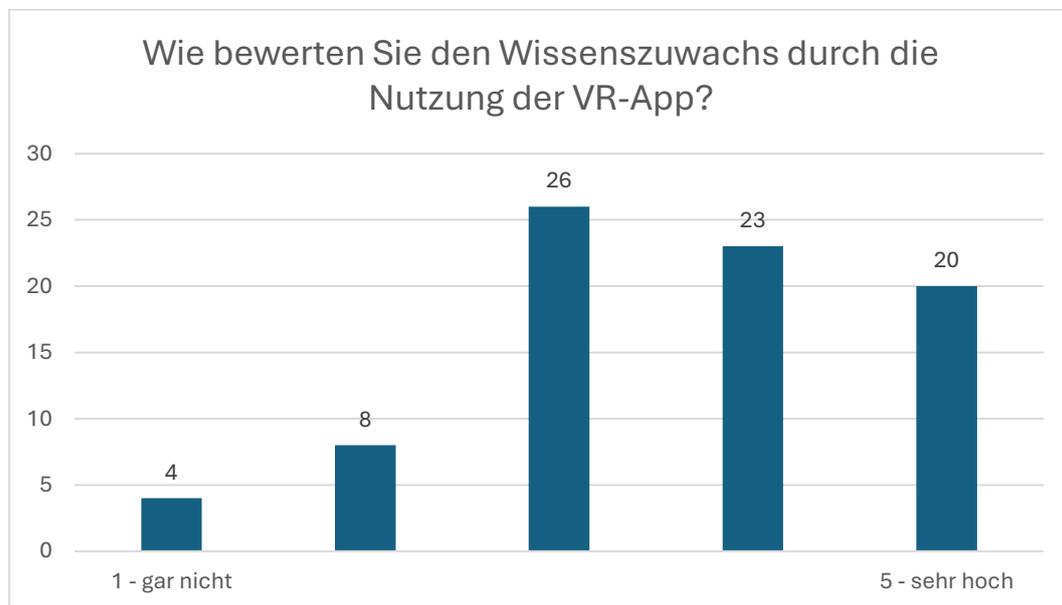


Abbildung 12: Wissenszuwachs durch die VR-App

Die Mehrheit der Teilnehmenden (insgesamt 69 bei den Stufen 3 bis 5) bewertete den Wissenszuwachs durch die Nutzung der VR-App als mittel bis sehr hoch. Dies deutet auf einen klaren Lernerfolg und die didaktische Wirksamkeit der Anwendung hin.



2.3.2 Frage 13: Die virtuelle Lernumgebung hat mein Verständnis für das Thema verbessert

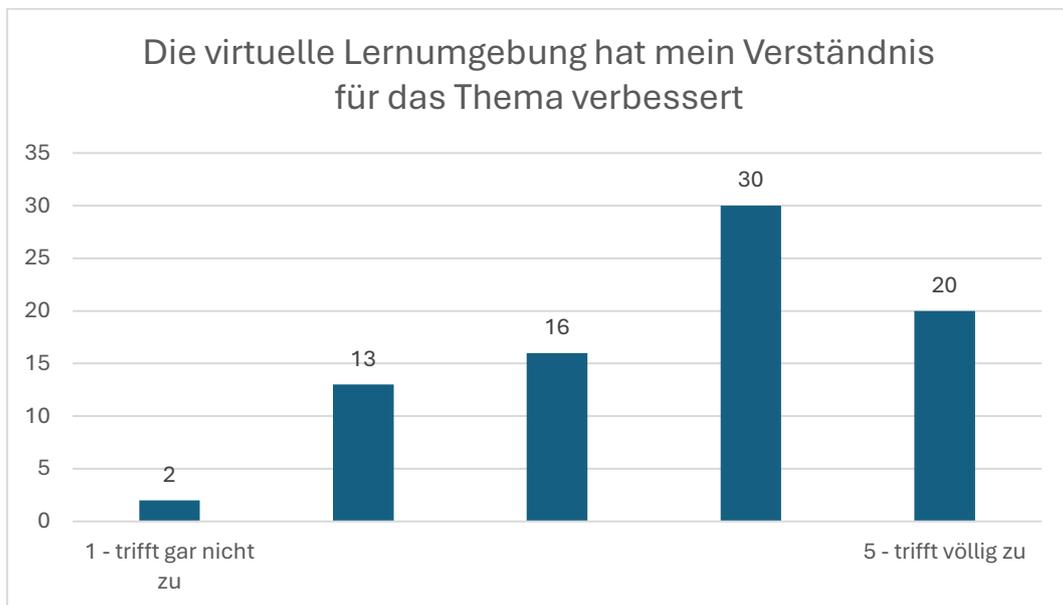


Abbildung 13: Verbesserung des Verständnisses für das Thema

Die große Mehrheit der Teilnehmenden (insgesamt 66 bei den Stufen 3 bis 5) bestätigte, dass die virtuelle Lernumgebung ihr Verständnis für das Thema verbessert hat. Dies zeigt, dass die VR-App nicht nur motivierend, sondern auch inhaltlich effektiv zur Wissensvermittlung beigetragen hat.

2.3.3 Frage 14: Können Sie das Gelernte aus der VR-App in der Praxis anwenden?

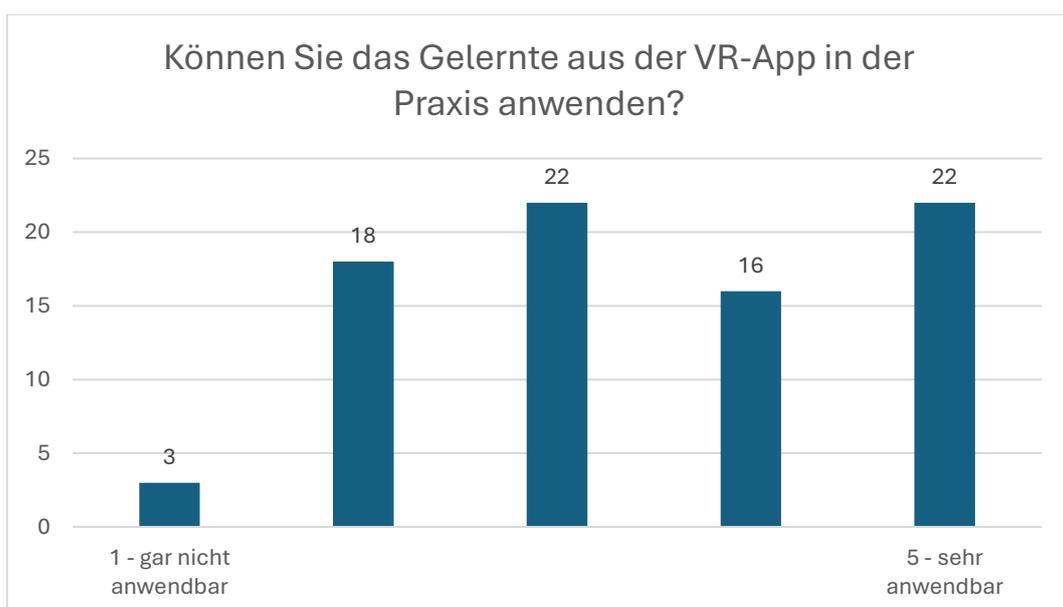


Abbildung 14: Praxisanwendung des Gelernten



Weniger als die Hälfte der Teilnehmenden schätzt das in der VR-App Gelernte als gut bis sehr gut in der Praxis anwendbar ein. Dies deutet darauf hin, dass der praktische Nutzen der Anwendung für die berufliche Ausbildung aus Sicht vieler Nutzender noch begrenzt ist und weiter optimiert werden sollte.

2.3.4 Frage 15: Wie motivierend fanden Sie das Lernen mit der VR-App im Vergleich zu traditionellen Lernmethoden?

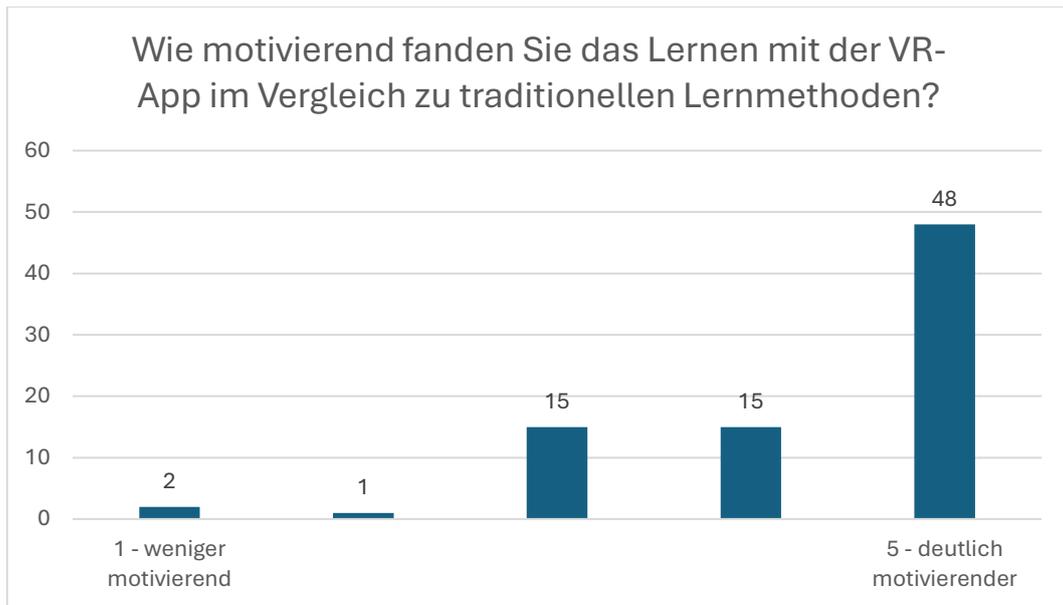


Abbildung 15: Lernen mit VR vs. traditionelle Lernmethoden

Ein Großteil der Teilnehmenden (48 Personen) empfand das Lernen mit der VR-App als deutlich motivierender im Vergleich zu traditionellen Methoden. Dies spricht klar für das Potenzial von VR als innovatives und engagierendes Lernmedium in der beruflichen Ausbildung.

2.3.5 Frage 16: Würden Sie gerne mit solch einer VR-Applikation weitere Inhalte lernen?

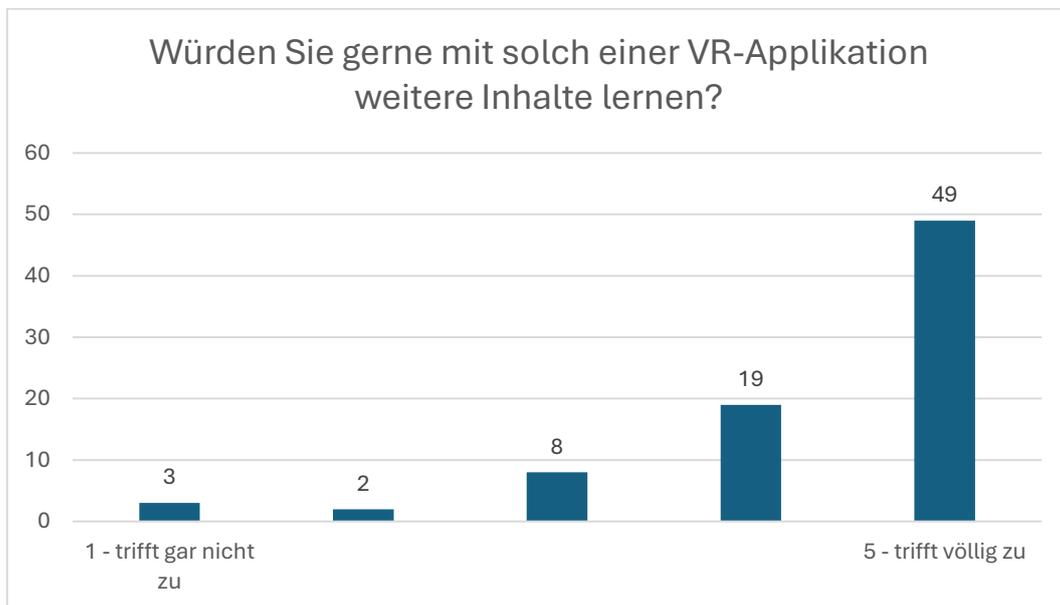


Abbildung 16: Bereitschaft zum Lernen mit VR-Apps

Die große Mehrheit der Teilnehmenden (49 bei Stufe 5) würde sehr gerne mit einer ähnlichen VR-Applikation weitere Inhalte lernen, was auf eine hohe Akzeptanz und Begeisterung für diese Lernform hinweist. Nur eine sehr kleine Minderheit zeigte sich weniger aufgeschlossen gegenüber weiterem VR - basiertem Lernen.

2.4 Abschnitt 3 - Qualitative Evaluation:

Dieser Abschnitt der Umfrage besteht aus einer offenen Frage: „Was können Sie aus dem VR-Training mitnehmen? ((Lern)-Erfahrung, Probleme, positive Kommentare, etc.)“

Der Großteil der Antworten auf diese Frage war sehr positiv. Viele der getesteten Personen gaben an, dass sie es gerne länger probiert hätten und auch sehr gerne wieder machen würden. Viele der Probanden gaben auch an, dass es ihnen sehr viel Spaß gemacht hat, sie etwas Neues lernen konnten und dass diese Art des Lernens viel besser und effektiver ist als ein klassischer Frontalunterricht mit Folien oder Ähnlichem. Einige der Tester gaben an, dass es eine sehr interessante Art und Weise ist zu Lernen und eine gute Grundlage darstellt, um weitere Anwendungen für andere bzw. weitere Themengebiete zu erstellen. Besonders hervorzuheben sind hier die positiven Kommentare bezüglich der Handhabung der Spitzzange und des Akkuschraubers mit Rechts- und Linkslauf beim Waschmaschinen-Use-Case, welche als äußerst realistisch beschrieben wurden. Auch der Austausch des Heizstabes sowie der Platine wurden als sehr realistisch aufgefasst.



Natürlich gab es auch negative Anmerkungen, wobei sich diese sehr in Grenzen hielten.

Beim Use-Case Fernseher gaben einige der getesteten Personen an, dass sie sich gewünscht hätte auch hier etwas tatsächlich reparieren zu können, denn da dies nicht der Fall ist, war der Use-Case für gewisse Tester etwas demotivierend. Weiter wurde angemerkt, dass das Tutorial beim TV-Use-Case nicht ständig, sondern nur bei Bedarf erscheinen sollte, sowie das der defekte ELKO herausgelötet und der Neue wieder eingelötet werden können sollte, sodass der Fernseher dann wieder funktioniert, denn dies würde zu einer Motivationssteigerung der Nutzer führen. Einige wenige Probanden merkten auch an, dass die Rückwand des TV-Geräts, sowie die Platine in diesem mit Schrauben zu entfernen sein sollte.

Beim Waschmaschinen-Use-Case gab es nur bezüglich der Handhabung der Ratsche, sowie des Multimeters kleinere Kritikpunkte, da diese aus Sicht der Tester etwas umständlich zu bedienen sind.

2.5 Abschnitt 4 - Soziodemographische Angaben

2.5.1 Frage 18: Alter

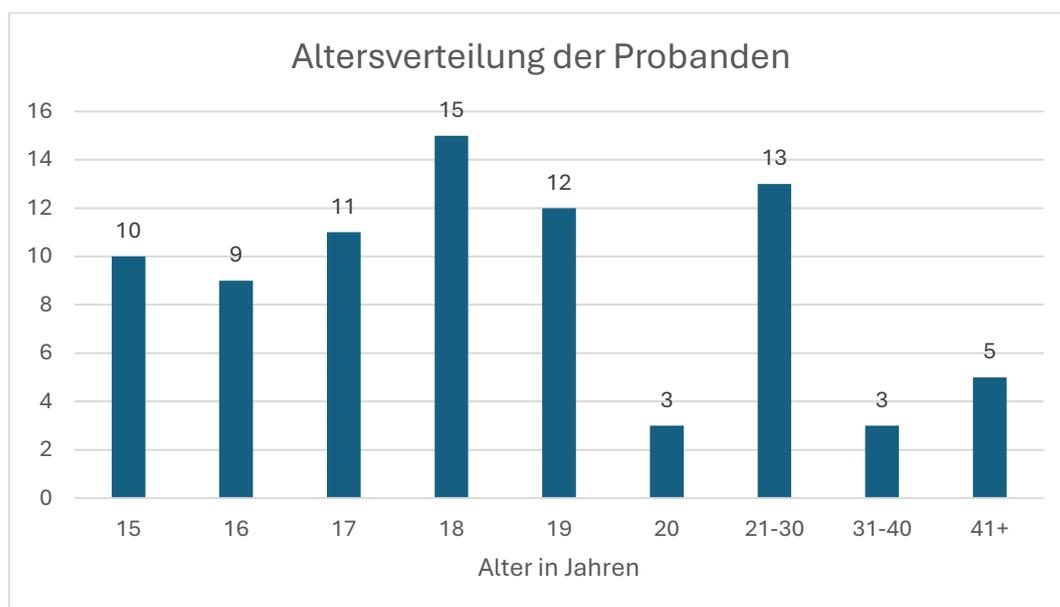


Abbildung 17: Altersverteilung der Probanden

Die Altersverteilung zeigt, dass der Großteil der Teilnehmenden zwischen 15 und 20 Jahren alt war, mit einem Schwerpunkt im Bereich 17–19 Jahre – also exakt in der anvisierten Primärzielgruppe von Schülern und Lehrlingen. Die Probanden über 20 sind hauptsächlich die Teilnehmenden des Repair Cafés, sowie auch Lehrpersonen oder Ausbilder, die in die Testung miteinbezogen wurden.



2.5.2 Frage 19: Geschlecht

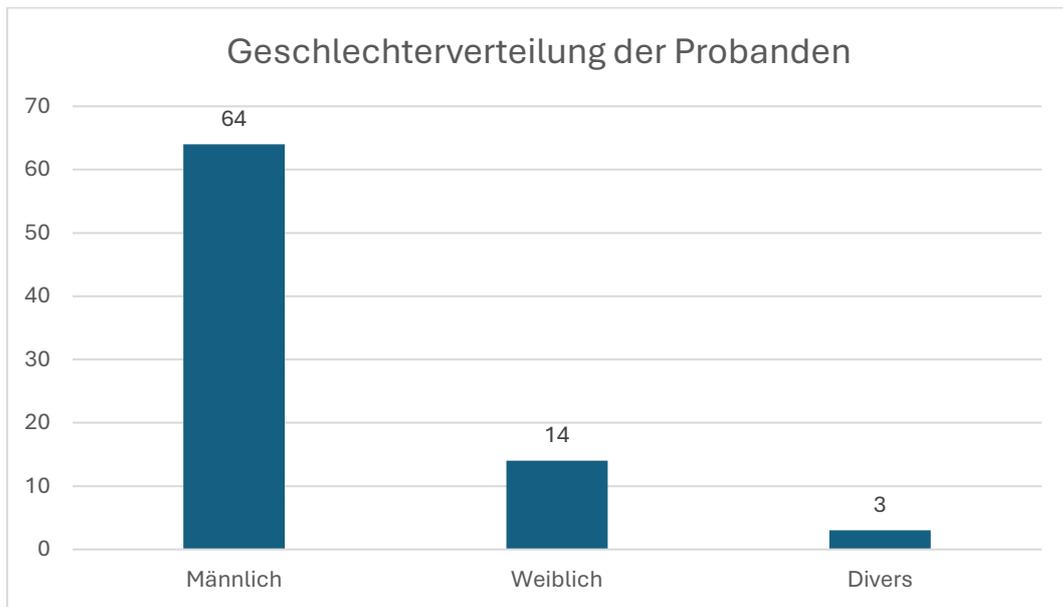


Abbildung 18: Geschlechterverteilung der Probanden

Die Geschlechterverteilung zeigt eine klare Mehrheit männlicher Teilnehmender (64 von 81), was typisch für technische Ausbildungsbereiche wie Elektrotechnik ist. Dennoch ist die Beteiligung weiblicher und diverser Personen ein positives Zeichen für zunehmende Diversität in diesen Berufsfeldern.

2.5.3 Frage 20: Höchste abgeschlossene Ausbildung

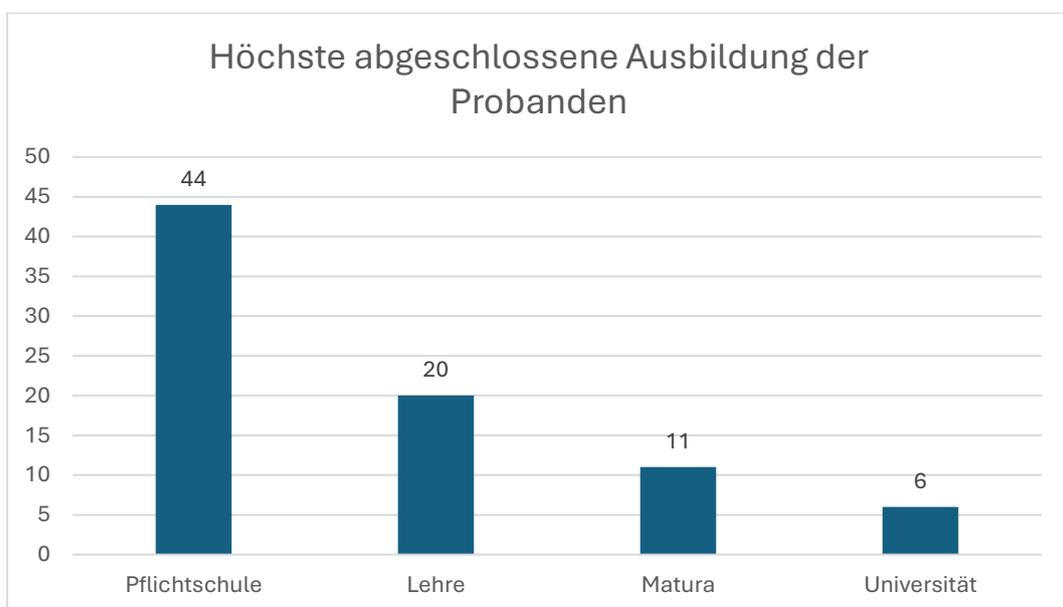


Abbildung 19: Ausbildung der Probanden

Die Mehrheit der Teilnehmenden verfügte über einen Pflichtschulabschluss (44), was dem Ziel entspricht, hauptsächlich Lehrlinge und Schüler technischer Schulen einzubeziehen. Die Beteiligung von Personen mit höherer Ausbildung – etwa Lehre,

Matura oder Universitätsabschluss – weist zudem auf eine gemischte Testgruppe hin, in der auch Ausbilderinnen oder Fachkräfte vertreten waren.

2.5.4 Frage 21: Beruf

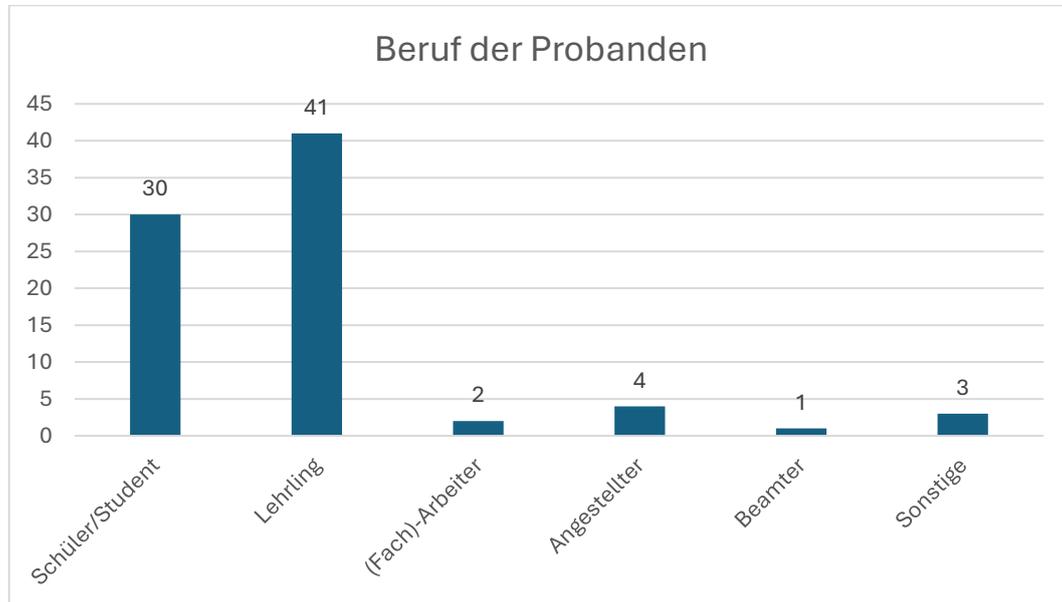


Abbildung 20: Beruf der Probanden

Die überwiegende Mehrheit der Teilnehmenden waren Lehrlinge (41) und Schüler bzw. Studierende (30), was die gezielte Ansprache der primären Zielgruppe des Projekts widerspiegelt. Die geringe Zahl an berufstätigen Personen deutet darauf hin, dass die Evaluation stark auf die Ausbildungsphase fokussiert war.

3. Diskussion:

Die Ergebnisse der Evaluation der VR²epair - Anwendung in Österreich zeigen ein ausgesprochen positives Gesamtbild hinsichtlich der Akzeptanz, technischen Umsetzung und des didaktischen Potenzials der entwickelten VR-Lernumgebung für Auszubildende im Bereich Elektrotechnik.

Erfahrungen mit VR und getestete Inhalte:

Die nahezu gleichmäßige Verteilung zwischen Teilnehmern mit und ohne Vorerfahrung mit VR - Anwendungen verdeutlicht die breite Zugänglichkeit der App – sowohl für technikaffine Nutzerinnen als auch für Einsteiger. Besonders positiv hervorzuheben ist, dass das Einsteiger-Tutorial gezielt angenommen wurde und so ein niederschwelliger Einstieg in die immersive Lernumgebung ermöglicht wurde.

Immersion und Nutzererlebnis:

Die Rückmeldungen zur Immersion bestätigen eine gelungene Umsetzung der VR-Umgebung: Die Mehrheit der Nutzer berichtete, dass sie sich tatsächlich „in der



virtuellen Welt“ befanden, sich darin bewegen und handeln konnten und die Umgebung als realistisch wahrnahmen. Einschränkungen in der Wahrnehmung der realen Welt sowie unterschiedliche Angaben zur Ablenkung deuten jedoch darauf hin, dass die Testsituation – etwa durch Geräusche oder begrenzten Platz in der Schule – die Immersion vereinzelt beeinflusst haben dürfte. Dennoch zeigen die Ergebnisse eine starke Einbindung in die virtuelle Welt, insbesondere was Aufmerksamkeit und Handlungsgefühl betrifft.

Lernerfolg und Motivation:

Die Daten belegen einen klaren Lernerfolg: Der Wissenszuwachs sowie das verbesserte Verständnis für die Lerninhalte wurden von der großen Mehrheit der Teilnehmenden bestätigt. Besonders bemerkenswert ist, dass viele angaben, das Gelernte direkt in der Praxis anwenden zu können – ein zentraler Erfolgsfaktor für berufsbildende Trainings. Auch die hohe Motivation gegenüber traditionellen Lernmethoden sowie der Wunsch, künftig weitere Inhalte mit VR zu lernen, unterstreichen den pädagogischen Mehrwert dieser Technologie.

Qualitative Rückmeldungen:

Die offenen Antworten der Teilnehmenden zeigen eine hohe Zufriedenheit mit der VR - Anwendung. Viele betonten den Spaßfaktor, die Abwechslung zum klassischen Unterricht und das Interesse, tiefer in die Materie einzusteigen. Besonders realitätsnahe Simulationen – etwa bei der Nutzung von Werkzeugen wie Spitzzange, Multimeter oder Akkuschauber – wurden positiv hervorgehoben. Gleichzeitig lieferten die Kommentare auch wertvolle Hinweise zur Verbesserung: Einige Probanden wünschten sich beim Fernseher-Use-Case mehr Interaktivität und echte Reparaturhandlungen. Kritische Anmerkungen betrafen außerdem kleinere technische Details oder auch die Handhabung einzelner Werkzeuge.

Zielgruppenerreichung:

Die soziodemographischen Daten bestätigen, dass die definierte Zielgruppe – insbesondere Jugendliche in Ausbildung zum/zur Elektrotechnikerin – erfolgreich erreicht wurde. Die Verteilung nach Alter, Ausbildungsstand und Beruf zeigt, dass die Anwendung in der Praxisumgebung realistisch getestet wurde. Auch die Beteiligung von Ausbildnern und berufstätigen Fachkräften liefert wertvolle Einblicke über die Einsatzmöglichkeiten über die Zielgruppe hinaus.

Fazit:

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass VR²epair ein innovatives und wirksames Lerninstrument darstellt, das technische Inhalte praxisnah, motivierend und realitätsgetreu vermittelt. Die breite Zustimmung der Testpersonen sowie die konkreten Verbesserungsvorschläge zeigen nicht nur den hohen Nutzwert, sondern auch das vorhandene Entwicklungspotenzial.



Literaturverzeichnis:

1. [Mossel et al., 2015] Mossel, A., Peer, A., Goellner, J., and Kaufmann, H. (2015). Towards an immersive virtual reality training system for cbrn disaster preparedness.
2. [Górski et al., 2021] Górski, F., Grajewski, D., Buń, P., and Zawadzki, P. (2021). Study of interaction methods in virtual electrician training. IEEE Access, 9:118242–118252.
3. [Schrom-Feiertag et al., 2018] Schrom-Feiertag, H., Lorenz, F., Regal, G., and Settgast, V. (2018). Augmented and virtual reality applied for innovative, inclusive and efficient participatory planning.
4. [Popovici and Marhan, 2008] Popovici, D. and Marhan, A. M. (2008). Virtual Reality- Based Environments for Learning and Training, pages 123–142.

