

Entwicklung einer immersiven Augmented-Reality-Anwendung für Vertretungsstunden zur Förderung der Lernmotivation

Einblicke und Schlussfolgerungen des Prototypen EduAR

Anna Kaufmann,
ak380@hdm-stuttgart.de
Pia, M., Albrecht,
pa027@hdm-stuttgart.de
Elissa Rimovecz,
er064@hdm-stuttgart.de
Melina Rotenberger,
mr235@hdm-stuttgart.de

Studentinnen,
Hochschule der Medien Stuttgart

ACM Reference Format:

Anna Kaufmann, Pia M. Albrecht, Elissa Rimovecz und Melina Rotenberger.
2024. Wie kann man zur Steigerung der Lernmotivation von Schüler:innen
in Vertretungsstunden beitragen? Einblicke und Schlussfolgerungen aus der
Untersuchung des Prototypen EduAR. Hochschule der Medien, 31. August
2024, Stuttgart, Deutschland, 9 Seiten.

ABSTRACT

Diese Arbeit untersucht den Prototyp EduAR, eine Lernapp für das Tablet zur Nutzung digitaler Technologie für die Steigerung der Lernmotivation in Vertretungsstunden. EduAR bietet thematisch passende Lehrinhalte, um Vertretungsstunden produktiv zu nutzen. Durch qualitative und quantitative Methoden wird die Wirksamkeit von EduAR bewertet, insbesondere hinsichtlich der User Experience der Schüler:innen. Außerdem wurde durch einen Fragebogen zur intrinsischen Motivation die Förderung der Lernmotivation analysiert. Die Untersuchung ergab, dass die digitale Lernumgebung von EduAR eine vielversprechende Methode zur Förderung der Lernmotivation in Vertretungsstunden darstellt. Die Ergebnisse sind insgesamt positiv, zeigen allerdings auch Verbesserungspotenziale in der Benutzerfreundlichkeit und Spielanleitung auf, in denen die Anwendung weiter optimiert werden kann. Nach der Untersuchung der Studienlage zu den Themen Augmented Reality und Gamification in der Bildung und Augmented Reality (AR) Methoden für Bildungsspiele, haben wir folgende Forschungsfrage formuliert: Wie kann ein Augmented Reality Exit Game die Lernmotivation von Mittel- und Oberstufenschüler:innen während Vertretungsstunden fördern? In unserer Literature Review werden dreizehn ausgewählte wissenschaftliche Artikel dazu analysiert.

AUTHOR KEYWORDS

Experience design, digital learning, learning experience, efficient time mangement for substitute hours, augmented-reality, exit games

CSS CONCEPT

Human-centered computing › Human computer interaction (HCI) › Interaction paradigms › *Mixed / augmented reality*

EINLEITUNG

„Die digitale Welt muss immer mehr selbstverständlicher Teil unserer Bildung werden – so wie sie schon längst selbstverständlicher Teil unseres Alltags geworden ist.“ – erklärt Bundesbildungsministerin Anja Karliczek [1]. Darüber hinaus sollen die bisherigen Anstrengungen wie das tägliche Lernen, Unterrichten, Lehren und Ausbilden im deutschen Bildungssystem mit digitalen Bildungsangeboten über den gesamten Bildungsweg hinweg verbessert werden. Daran wollen wir mit unserer Studie anknüpfen und auch von unserer Seite einen Beitrag zur sinnvollen Integration von Technologie im Unterricht leisten.

Wir beziehen uns hierbei auf Vertretungsstunden, die sowohl für die Schule, als auch für die Kinder und Eltern eine Herausforderung darstellen. Durch Fachkräftemangel werden fachfremde Lehrkräfte eingesetzt und die Vertretungsstunden bringen dadurch keinen Nutzen für die Schüler:innen, verursachen aber Mehraufwand für die Lehrkräfte. In einer Befragung der Robert Bosch Stiftung haben 67% der Schulleitungen angegeben, dass der Personalmangel eine der größten Herausforderungen für Schulleitungen darstellt [2]. Mit EduAR soll diese wertvolle Unterrichtszeit genutzt werden, um Mehrwert für die Schüler:innen zu schaffen, indem fachbezogene Lehrinhalte oder Soft Skills vermittelt werden. Dabei soll vor allem Wert auf die Steigerung der Motivation der Schüler:innen gelegt werden.

Da laut Statista 2023 bei 75% der Schulen in Deutschland bereits Tablets für ausgewählte Klassen verfügbar sind [3], bedienen wir uns damit außerdem der bereits vorhandenen Infrastruktur in Schulen und vermeiden so Mehrkosten. Mit Tablets können Schüler:innen problemlos in die AR-Welt eintauchen und von 3D-Modellen und visuellen Darstellungen profitieren, die das Lernen spannender und interaktiver machen. In der Human-Computer Interaction (HCI) spielt die Gestaltung von ansprechenden, benutzerfreundlichen und interaktiven Lernumgebungen eine immer größere Rolle. Besonders im Bildungsbereich ist es entscheidend, Technologien zu entwickeln, die nicht nur Wissen vermitteln, sondern auch die Motivation der Lernenden fördern. Die Integration von Gamification und AR bietet hier innovative Ansätze, um herkömmliche Lernprozesse zu transformieren.

Das Hauptziel unserer Studie ist es, zu untersuchen, ob die Lernmotivation der Schüler:innen durch eine gamifizierte AR Anwendung gefördert werden kann. Dabei legen wir besonderen Fokus auf die Herausforderungen der Digitalisierung sowie auf ein spezielles Problem der Lehrkräfte: die effektive Nutzung der Vertretungsstunden. Diese werden von Lehrkräften oft nicht optimal bewältigt, bedingt durch Fachkräftemangel und organisatorische Schwierigkeiten bei spontanen Ausfällen.

Als Lösungsansatz möchten wir dieses Problem angehen und moderne Technologien zeitgemäß einsetzen. Hierbei sollen Lerninhalte mithilfe eines AR-Exit Games vermittelt werden, unabhängig vom Kompetenzprofil der Aufsichtsperson. Damit streben wir nicht nur eine effektive Nutzung digitaler Ressourcen an, sondern auch die Steigerung der Lernmotivation der Schüler:innen.

LITERATURE REVIEW

Ausgehend von unserem Problemstatement zur Steigerung der Lernmotivation von Schüler:innen in Vertretungsstunden haben wir folgende Forschungsfrage formuliert: Wie kann ein AR-Exit Game die Lernmotivation von Mittel- und Oberstufenschüler:innen während Vertretungsstunden fördern? In dieser Literature Review werden zehn ausgewählte wissenschaftliche Artikel analysiert, die sich mit Lernmotivation und dem Einsatz von AR im Bildungsbereich befassen. Ergänzend wurden drei weitere Studien hinzugezogen, um bestehende Forschungslücken zu schließen. Die analysierten Artikel lassen sich in drei zentrale Themenbereiche unterteilen, die im Folgenden näher beleuchtet werden:

AR in der Bildung

Der Einsatz von AR im Bildungsbereich

hat sich in den letzten Jahren als effektive Methode zur Steigerung der Lernmotivation und des Verständnisses komplexer Konzepte etabliert. Zahlreiche Studien belegen, dass AR durch immersive und interaktive Erlebnisse das Engagement der Lernenden fördert. Arztmann et al. (2022) betonen die Bedeutung von AR im naturwissenschaftlichen Unterricht durch das mobile AR-Spiel „Marie's ChemLab“. Dieses Spiel ermöglicht Schüler:innen, grundlegende chemische Konzepte durch Interaktionen in einer virtuellen, aber auf reale Umgebungen abgestimmten Welt zu erforschen. Die Studie zeigt, dass AR-basierte Lernspiele nicht nur das Verständnis von komplexen Konzepten fördern, sondern auch die Lernmotivation steigern können [4]. Li et al. (2017) untersuchen die Auswirkungen von AR auf das Lernen und heben hervor, wie diese Spiele Lernleistungen, soziale Interaktionen und Motivation verbesser-

sern. Die Studie betont, dass AR-Spiele das Engagement und die Freude am Lernen durch interaktive und immersive Erlebnisse erheblich steigern können. Außerdem wird aufgezeigt, dass die Kombination von Spielelementen und AR-Funktionen zu einem höheren Maß an Interesse und Beteiligung der Lernenden führen kann. Dies deutet darauf hin, dass gut gestaltete AR-Umgebungen sowohl die kognitive als auch die emotionale Beteiligung im Lernprozess fördern können [5]. Pombo und Marques (2019) zeigen in ihrem Artikel, dass AR in der mobilen Bildung, insbesondere durch Spiele wie EduPARK, einen positiven Einfluss auf die Lernmotivation und das Engagement von Schüler:innen hat. EduPARK (Abb. 1) nutzt Geocaching-basierte Ansätze, um Lernende aktiv und kontextuell in realen Umgebungen wie städtischen Parks einzubinden, was zu einem authentischen Lernprozess führt [6]. Olim et al. untersuchen ein AR-basiertes Lernspiel, das entwickelt wurde, um Kindern chemische Grundkonzepte näherzubringen. In ihrer Studie mit 30 Teilnehmenden zeigen die Autor:innen, dass das Spiel "Periodic Fable Discovery" nicht nur die Lernmotivation steigert, sondern auch zu einem tieferen Verständnis der Inhalte führt. Die Ergebnisse verdeutlichen, wie AR durch interaktive und immersive Erlebnisse das Bildungserlebnis verbessern kann [7]. Santos und Magalhães entwickeln mit „QuizHuntAR“ ein ortsbasiertes AR-Spiel, das Lerninhalte durch eine Kombination von Schatzsuche und Gamifizierung vermittelt und dabei soziale Interaktionen, physische Aktivität und Kooperation zwischen den Lernenden fördert, was sich positiv auf die Motivation auswirkt [8].

Zusätzlich diskutieren Stalheim und Somy (2024) den Einfluss von AR auf das körperliche



Abb. 1: EduPark

Erleben und Lernen in der Schule. Sie betonen, wie AR-Anwendungen, die Bewegung und Zusammenarbeit in den Lernprozess integrieren, nicht nur die kognitive, sondern auch die physische Aktivität der Schüler:innen fördern. Ihre Ergebnisse zeigen, dass AR-basierte Spiele das Lernen durch Bewegung bereichern und so zu einem umfassenderen und motivierenden Bildungserlebnis beitragen [9].

Obwohl der Einsatz von AR im Bildungsbereich zunehmend erforscht wird, fehlt es bislang an Studien, die sich speziell mit der Anwendung von AR in Vertretungsstunden sowie deren Kombination mit Gamification-Elementen wie Exit Games befassen. Im Rahmen dieser Arbeit wird genau dieser Ansatz untersucht.

Gamifizierung in der Bildung

Gamification hat sich als eine effektive Methode in der Bildung etabliert, um Lernprozesse ansprechender und motivierender zu gestalten. Spielelemente wie Punkte, Ranglisten und Belohnungen werden zunehmend genutzt, um das Engagement der Lernenden zu steigern und gleichzeitig das Lernen zu fördern. Krug und Huwer (2023) betonen in ihrer Studie die Wirksamkeit eines Augmented-Reality-gestützten Exit Games in Form einer Labor-Rallye. Dieses Spiel wurde entwickelt, um das Thema Laborsicherheit in Chemiekursen ansprechend und interaktiv zu vermitteln. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Gamifizierung in Kombination mit AR-Technologie die Motivation der Schüler:innen steigert und gleichzeitig wichtige Inhalte vermittelt [10]. Estudante und Dietrich (2020) demonstrieren, wie AR-basierte Escape-Spiele erfolgreich genutzt werden können, um Chemie für eine breitere Zielgruppe zugänglicher und spannender zu machen (Abb.2). Ihr

Ansatz zeigt, dass durch die Kombination von AR und Gamifizierung nicht nur das Engagement der Lernenden, sondern auch ihre Problemlösungsfähigkeiten und Teamarbeit gefördert werden [11]. Malliarakis et al. (2021) zeigen in ihrer Arbeit, wie Bildung-Escape-Rooms mit Gamifizierung und wissenschaftlichen Rätseln das Interesse der Schüler:innen an naturwissenschaftlichen Fächern wecken können. Durch interaktive, AR-gestützte Rätsel werden komplexe wissenschaftliche Konzepte auf spielerische Weise vermittelt, was die Motivation der Lernenden erhöht [12]. Schürmann, Kirchner-Krath und von Korflesch (2021) untersuchen die Potenziale von Gamification in Bildungsumgebungen und betonen, dass Spielelemente wie Punkte, Ranglisten und Level insbesondere dann wirksam sind, wenn sie die psychologischen Grundbedürfnisse nach Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit erfüllen. Die Forschung zeigt, dass Gamification vor allem dann die Lernmotivation steigert, wenn diese Grundbedürfnisse berücksichtigt werden [13].

In einem weiteren Handout wird die Rolle von Edu-Breakouts hervorgehoben, einer speziellen Form von Bildung-Escape-Spielen, die

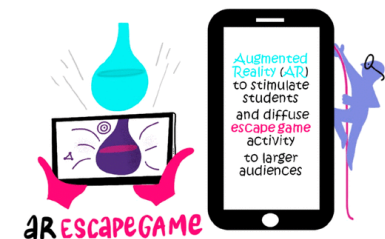


Abb. 2: Chemie Escapegame

durch Gamification die intrinsische Motivation der Lernenden erhöhen. Diese Methode fördert nicht nur das Lernen, sondern auch das kritische Denken und die Zusammenarbeit der Schüler:innen [14]. Trotz dieser vielversprechenden Ansätze fehlt es noch an Forschung zur spezifischen Anwendung von Exit-Games in Vertretungsstunden. Unsere Forschung zielt darauf ab, diese Lücke zu schließen, indem untersucht wird, wie solche Spiele in Vertretungsstunden eingesetzt werden können, um die Lernmotivation der Schüler:innen gezielt zu steigern.

AR Methoden für Bildungsspiele

AR hat sich in den letzten Jahren zu einem zentralen Instrument in der Entwicklung von Bildungs-Spielen etabliert, insbesondere zur Förderung von Lernmotivation und Engagement. Videnovik et al. (2020) betonen, dass AR-basierte Bildungs-Spiele durch ihre immersive und interaktive Natur das Potenzial haben, den Lernprozess zu transformieren und die Lernmotivation der Schüler:innen zu steigern.

Der Einsatz von AR in mobilen Lernspielen ermöglicht es, reale Umgebungen mit digitalen Informationen zu erweitern, wodurch das Lernen sowohl effektiver als auch ansprechender gestaltet wird [15]. Videnovik et al. (2019) heben hervor, dass eine Design-Thinking-Methodik, die auf die Bedürfnisse der Lernenden abgestimmt ist, zur Entwicklung von AR-Spielen beitragen kann, die sowohl Spaß machen als auch pädagogisch wertvoll sind [16]. Diese Methodik berücksichtigt die Qualität der Lernerfahrung (Quality of Experience, QoE) und zielt darauf ab, sowohl die kognitive als auch die emotionale Motivation der Schüler:innen zu

steigern. Eine Fallstudie zeigt, wie AR in einem Prototyp- Spiel erfolgreich eingesetzt wurde, um das Lernen durch situative und interaktive Erlebnisse zu verbessern.

Trotz dieser Fortschritte bleibt eine Herausforderung bestehen: Die erfolgreiche Integration von AR in Bildungsspiele erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen der Spielentwicklung und Bildungsexperten:innen. Laut Videnovik et al. (2020) gibt es oft eine Diskrepanz zwischen den pädagogischen Zielen und der Spielgestaltung, was dazu führen kann, dass Spiele entweder zu unterhaltsam, aber wenig bildungsrelevant, oder zu stark auf das Lernen fokussiert und daher weniger motivierend sind [16]. Diese Lücke verdeutlicht die Notwendigkeit, AR-Spiele zu entwickeln, die sowohl unterhaltsam als auch effektiv beim Erreichen von Lernzielen sind. Unsere Forschung baut auf diesen Ansätzen auf und zielt darauf ab, ein AR-Exit-Game zu entwickeln, das speziell darauf ausgerichtet ist, die Lernmotivation der Oberstufenschüler:innen in Vertretungsstunden zu fördern. Durch die Kombination von AR mit den Prinzipien des Exit-Games und Gamification soll eine spielerische und gleichzeitig lehrreiche Umgebung geschaffen werden, die die Motivation und das Engagement der Schüler:innen auch in nicht regulären Unterrichtssituationen steigert.

METHODOLOGIE

In der Ideenfindungsphase wurden gezielt Optimierungsmöglichkeiten für die bestehenden Softwarebausteine entwickelt, um sowohl den Spaß- als auch den Lernfaktor zu erhöhen. Dabei lag der Fokus auf Zusatzinhalten, die das Kernziel der Anwendung unterstützen und

die Benutzererfahrung verbessern. Im Rahmen der „MoSCoW Priorities“ (Abb.3) wurden die wesentlichen Features der Anwendung definiert und für Testpersonen sowie die Zielgruppe konkretisiert. Die zentrale Frage war: „Was wollen wir wie erreichen?“ Dies führte zur Kategorisierung in Inhalte, Spielablauf, Spielmodi und Belohnungssystem.

Die Userflows, visualisiert in Figma, zeigten den Interaktionsablauf der Nutzer auf. Dabei wurde untersucht, wie lange die Interaktionswege sind, wann der Übergang in den virtuellen Raum erfolgt und wie die Benutzeroberfläche sich verändert. Zudem wurden Unterschiede zwischen Singleplayer- und Multiplayer-Modus analysiert, wobei der Singleplayer-Modus weniger Interaktionen und Voreinstellungen erfordert. Die Marktanalyse verglich die bestehende Konkurrenz und deren Resonanz am Markt, um Wettbewerbsvorteile zu identifizieren und die eigene Software gezielt zu positionieren.

Auf Basis der Userflows wurden Low-Fidelity-Prototypen entwickelt, um die Anordnung der Elemente und die Nutzerfreundlichkeit zu testen. Diese Prototypen ermöglichten frühe Iterationen, bevor der High-Fidelity-Prototyp erstellt wurde, und stellten sicher, dass die Anwendung benutzerzentriert entwickelt wird.

Design Schritte

Die Gestaltungselemente der Anwendung

wurden gezielt aus den Inhalten des Bildungsplans entwickelt und bildeten die Grundlage für den Prototyp. Ein Moodboard unterstützte die Entwicklung eines Designguides und die Darstellung der AR-Inhalte, wobei der Fokus auf ästhetischer und funktionaler Gestaltung lag. Scribbles und Skizzen visualisier-

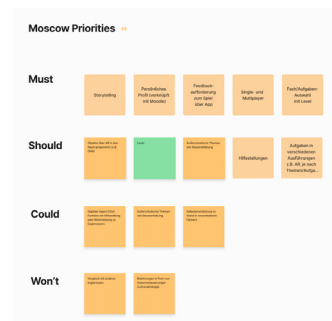


Abb. 3: MoSCoW-Priorities

ten erste Ideen, insbesondere zur Identifikation von Elementen, die den Spaß- und Lernfaktor erhöhen. Dies ermöglichte Diskussionsraum und Verfeinerung der Konzepte. Ebenso wurden erste Wireframes skizziert, um die Benutzeroberfläche zu strukturieren und die Interaktionswege zu optimieren. Die AR-Inhalte wurden interaktiv in Unity ausgearbeitet wurden, um eine tiefgehende Evaluierung zu ermöglichen. Es erfolgte nun die Evaluierung der eigentlichen Nutzertests.

Ablauf Der Ablauf der Nutzertests erfolgte mit der Einholung der Einverständniserklärung zur Datenverarbeitung der Teilnehmenden. Im Pre-Test Interview wurden ihre bisherigen Erfahrungen mit digitalem Lernen und Lernapps erfasst. Anschließend erkundeten die Teilnehmenden in Gruppen den Prototypen der digitalen Exit-Games-Lernumgebung eigenständig.

Nach der Gruppenaufgabe füllten die Teilnehmenden den User Experience Questionnaire Short (UEQ-S) Fragebogen aus, um ihre ersten Eindrücke zu dokumentieren. Ergänzend bewerteten sie ihre intrinsische Motivation mittels eines Motivationsfragebogens und teilten in einem Post-Interview weitere Eindrücke. Die folgenden Ergebnisse konnten dokumentiert werden.

Quantitativ Der UEQ-S Fragebogen wurde genutzt, um den ersten Eindruck der Probanden und Probandinnen nach der Nutzung des Prototyps zu erfassen, wobei sowohl die pragmatische als auch die hedonische Qualität der Anwendung bewertet

Item	Mean	Variance	Std. Dev.	No.	Negative	Positive	Scale
1	0,9	1,8	1,4	8	behindernd	unterstützend	Pragmatische Qualität
2	0,3	2,2	1,5	8	kompliziert	einfach	Pragmatische Qualität
3	0,1	3,0	1,7	8	ineffizient	effizient	Pragmatische Qualität
4	0,9	2,4	1,6	8	verwirrend	übersichtlich	Pragmatische Qualität
5	1,9	1,0	1,0	8	langweilig	spannend	Hedonische Qualität
6	2,4	0,6	0,7	8	uninteressant	interessant	Hedonische Qualität
7	1,8	1,6	1,3	8	konventionell	originell	Hedonische Qualität
8	2,5	0,3	0,5	8	herkömmlich	neuartig	Hedonische Qualität

Abb. 4: UEQ-S Ergebnisse

wurden. Die pragmatische Qualität der App, die Benutzerfreundlichkeit und Effizienz umfasst, zeigte gemischte Ergebnisse. Die Probanden und Probandinnen bewerteten die App als funktional, aber nicht immer optimal unterstützend, mit einem Mittelwert von 0,9 und einer Varianz von 1,8 (Abb.4). Die Komplexität wurde kritisch gesehen, da der Mittelwert bei 0,3 lag und die Varianz von 2,2 relativ hoch war, was darauf hindeutet, dass die App oft als kompliziert empfunden wurde. Auch die Effizienz wurde mit einem Mittelwert von 0,1 und einer hohen Varianz von 3,0 negativ beurteilt, was auf erhebliche Unterschiede in der Wahrnehmung hinweist. Die Übersichtlichkeit war nur mittelmäßig, mit einem Mittelwert von 0,9 und einer Varianz von 2,4, was zeigt, dass die App teils als verwirrend empfunden wurde. Die Signifikanz dieser Ergebnisse deutet darauf hin, dass Verbesserungen in der Benutzerfreundlichkeit und Effizienz notwendig sind, um die Wahrnehmung der Probandinnen und Probanden zu verbessern. Im Gegensatz dazu wurde die hedonische Qualität der App insgesamt positiv bewertet. (Abb.5.) Die App wurde als spannend empfunden, mit einem Mittelwert von 1,9 und einer Varianz von 1,0, was auf ein hohes

Engagement hinweist. Die Interessantheit der Anwendung wurde besonders positiv bewertet, mit einem Mittelwert von 2,4 und einer geringen Varianz von 0,6. Auch die Originalität wurde geschätzt, mit einem Mittelwert von 1,8 und einer Varianz von 1,6, während die Neuartigkeit der App mit einem Mittelwert von 2,5 und einer sehr geringen Varianz von 0,3 besonders hervortrat. Diese hohen Bewertungen und die niedrige Varianz in den hedonischen Aspekten deuten auf eine signifikante positive Nutzererfahrung hin, was darauf hinweist, dass die App in diesen Bereichen erfolgreich ist.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass die App in Bezug auf die pragmatische Qualität Verbesserungspotenzial aufweist, während die hedonischen Qualitäten wie Spannung und Neuartigkeit signifikant positiv bewertet wurden. Diese Stärken sollten bei der Weiterentwicklung der App beibehalten und weiter ausgebaut werden, während gleichzeitig gezielte Verbesserungen an der Benutzerfreundlichkeit und Effizienz vorgenommen werden sollten. Aus dem Feedback ging hervor, dass die App in einigen Bereichen, wie bei der klaren Kommunikation von Aufgaben und den Zielen,

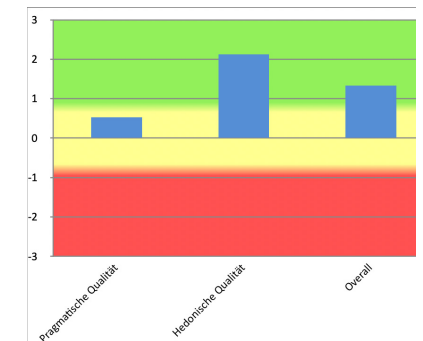


Abb. 5: Hedonische und pragmatische Qualität



Abb. 6: Lernapp „Anton“

noch Verbesserungspotenzial hat. Die Nutzer wünschten sich mehr Informationen und Unterstützung, insbesondere in Abwesenheit eines Lehrers. Interessante Vorschläge, wie passwortgeschützte Logins mit Schulkürzeln, Personalisierung der Präferenzen auf der Benutzeroberfläche und die Bewertungskriterien für Aufgaben, bieten wertvolle Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung der App.

Der Fragebogen zur intrinsischen Motivation ergänzte die Ergebnisse des UEQ-S, indem er detaillierte Einblicke in die emotionale und motivationale Reaktion der Probandinnen und Probanden lieferte. Ausgewählte motivationsfördernde Fragen sollen tiefere Ergebnisse liefern, die für die Studie relevant sind.

Die Mehrheit der Befragten empfand die Tätigkeit als Spaß und konnte ihre Aufmerksamkeit gut darauf richten. Sie fühlten sich kompetent und waren mit ihrer Leistung zufrieden, auch wenn einige Unsicherheiten in Bezug auf die eigene Geschicklichkeit und den Energieeinsatz bestanden. In Bezug auf die Anstrengung und die Wichtigkeit der Aufgabe zeigte sich, dass die meisten Teilnehmenden die Aufgabe als wichtig erachteten und sich entsprechend anstrebten. Allerdings war der Energieeinsatz bei einigen Teilnehmenden niedriger, was auf unterschiedliche Motivationslevels hinweisen

könnte. Bei der Wahrnehmung von Druck und Anspannung gab es gemischte Reaktionen: Während einige Probanden und Probandinnen entspannt waren, fühlten sich andere unter Druck gesetzt.

Die Wahrnehmung der Wahlfreiheit wurde überwiegend positiv bewertet, was darauf hinweist, dass die meisten Probanden und Probandinnen die Aufgabe aus eigenem Antrieb ausführten und sich in ihrer Entscheidung frei fühlten. Allerdings gab es auch hier einige Unsicherheiten, was auf unterschiedliche subjektive Erfahrungen hinweisen könnte.

Quantitativ

Die Pre- und Post-Test-Interviews bieten aufschlussreiche Einblicke in die Erfahrungen der Teilnehmenden mit digitalen Lernmethoden und dem Prototyp der Lern-App. Im Pretest gaben die meisten Teilnehmenden an, bereits Erfahrungen mit digitalem Lernen gemacht zu haben. Die am häufigsten genannten Erfahrungen umfassen die Nutzung von Fahrschul-Apps zur Vorbereitung auf den Führerschein, digitale Übungen in Mathematik und beim Vokabeltraining, sowie den Einsatz von Tablets und Laptops im Unterricht. Besonders häufig wurden Apps wie Goodnotes, Duolingo und spezialisierte Werkzeuge wie Kahoot und Anton genannt. Die Nutzung von digitalen

Tafeln wurde ebenfalls als Teil der Lernerfahrungen erwähnt. Diese Erfahrungen reflektieren eine breite Akzeptanz und Vertrautheit mit digitalen Lernwerkzeugen, wobei Fahrschul-Apps besonders herausstechen.

Im Post-Test-Interview zeigten sich gemischte Rückmeldungen zum Prototyp der LernApp. Während die Mehrheit der Teilnehmenden angab, motiviert gewesen zu sein und die Aufgaben als herausfordernd zu empfinden, berichteten viele, dass sie die Aufgaben nicht sofort vollständig verstanden. Der häufigste Kritikpunkt war, dass die Aufgaben nicht selbsterklärend waren und eine klarere, weniger textlastige Erklärung benötigten. Die Rückmeldungen deuteten darauf hin, dass die Aufgaben besser gestaltet werden sollten, um eine direkte Verständlichkeit zu gewährleisten und eine bessere Integration der Tablets erforderlich wäre.

Die Zusammenarbeit in kleinen Gruppen wurde überwiegend positiv bewertet, auch wenn einige Teilnehmende Bedenken hinsichtlich der Effektivität bei größeren Gruppen äußerten. Die Teilnehmenden wünschten sich eine verbesserte Erkennbarkeit der Bedienelemente und eine klarere Anleitung. Obwohl die Lerngewinne als begrenzt wahrgenommen wurden, wurde die neue Art des Lernens als motivierend empfunden und die App als potenziell nützlich für Vertretungsstunden angesehen. Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass die Teilnehmenden die innovative Lernmethode als spannend und motivierend erlebten, während sie gleichzeitig spezifische Verbesserungsvorschläge machten, um das Nutzererlebnis weiter zu optimieren.

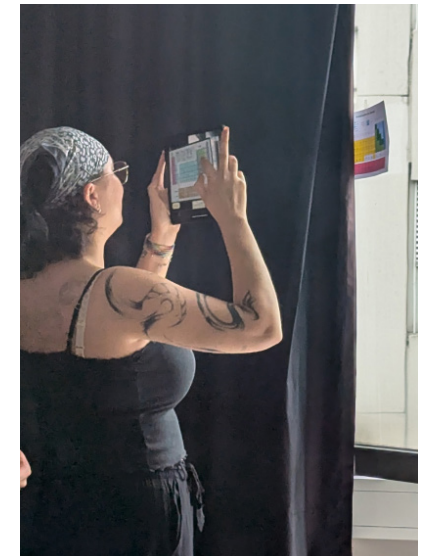


Abb. 7: Probandin beim Testen



Abb. 8: AR in der Anwendung



Abb. 9: Zielgruppe im Nutzertest

ERGEBNISSE

Die Usertests zur digitalen Exit-Game-Lernumgebung für Vertretungsstunden zeigen ein insgesamt positives Bild. Die Mehrheit der Teilnehmenden empfand die Umgebung als interessant, motivierend und ansprechend. Besonders hervorzuheben ist die positive Wahrnehmung der visuellen Gestaltung und das hohe Engagement der Teilnehmenden. Jedoch zeigen die Rückmeldungen auch deutliches Verbesserungspotenzial. Insbesondere in den Bereichen Zugänglichkeit der Aufgaben, Erkennbarkeit der Bedienelemente und Verständlichkeit der Anleitungen bestehen wesentliche Schwächen. Die Aufgaben wurden häufig nicht als selbsterklärend empfunden, was auf die Notwendigkeit hinweist, klarere und weniger textlastige Erklärungen bereitzustellen. Die Erkennbarkeit von Bedienelementen sollte verbessert und die Anleitungen präziser gestaltet werden, um die Nutzerfreundlichkeit zu erhöhen.

DISKUSSION

Die durchgeführten Nutzertests implizieren, dass der Einsatz von AR in Kombination mit Gamification-Elementen, insbesondere in Form eines digitalen Exit-Games, das Potenzial hat, die Lernmotivation von Schüler:innen in Vertretungsstunden zu fördern. Die positive Resonanz der Teilnehmer:innen auf die visuellen und interaktiven Elemente bestätigt, dass solche innovativen Methoden im Bildungsbereich nicht nur die Aufmerksamkeit erhöhen, sondern auch die intrinsische Motivation fördern können. Die zentrale Forschungsfrage lautet: Wie kann man zu einer Steigerung der Lernmotivation von Schüler:innen in Vertretungsstunden beitragen? Unsere Ergebnisse deuten darauf hin,

dass durch die Integration von AR-gestützten Exit-Games die Motivation der Schüler:innen signifikant gesteigert werden kann. Unsere Forschungsergebnisse liefern klare Hinweise darauf, dass die Integration von interaktiven und gamifizierten Elementen dazu führen, dass die Schüler:innen mit Freude und Interesse am Lernprozess teilnehmen. Bezüglich des Lernergebnisses können wir jedoch keine Aussage treffen. Da in dieser Studie der Lernerfolg nicht gemessen wurde, bleibt unklar, ob die erhöhte Motivation auch zu besseren Lernergebnissen führt. Um diese Hypothese vollständig zu validieren, wären daher weitere Untersuchungen notwendig.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung unterstützen die Hypothese, dass Gamifizierung Schüler motivieren kann, sich an Lernspielen zu beteiligen, selbst wenn diese unbeliebten Lernfächer behandeln. Trotz der thematischen Inhalte aus dem Lehrplan für Chemie nahmen die Schüler aktiv am AR Exit Game teil. Die gamifizierten Elemente, wie eine Zeitbegrenzung und die Integration einer Geschichte, motivierten sie dazu, sich mit den Lerninhalten auseinanderzusetzen, die sie in einem traditionellen Unterrichtskontext möglicherweise gemieden hätten. Insbesondere die positiven Rückmeldungen zu den spannenden und interessanten Aspekten der App zeigen, dass solche Spielelemente in der Lage sind, das Engagement der Schüler:innen in schulischen Kontexten zu erhöhen.

Die Ergebnisse der Studie haben weitreichende Implikationen für das Feld der Human-Computer Interaction. Sie unterstreichen die Relevanz von Benutzerfreundlichkeit und emotional ansprechendem Design in Bildungsanwendungen. Die positive Wahrnehmung der visuellen Gestaltung und der interaktiven Elemente weist

darauf hin, dass AR-Technologien in der Lage sind, traditionelle Bildungsformate zu transformieren, indem sie ein immersives und motivierendes Lernerlebnis bieten. Gleichzeitig zeigt die Studie, dass es in der HCI-Forschung und -Praxis notwendig ist, die Benutzerfreundlichkeit weiter zu verbessern, um eine nahtlose und effektive Nutzung solcher innovativen Technologien zu gewährleisten. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse die Bedeutung einer iterativen, nutzerzentrierten Designmethodik in der Entwicklung von Bildungsanwendungen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollten daher in die Weiterentwicklung von EduAR einfließen, um das Potenzial dieser Anwendung zur Steigerung der Lernmotivation voll auszuschöpfen.

Die Ergebnisse unserer Studie stehen im Einklang mit den Erkenntnissen aus anderen Forschungen zur Wirkung von Gamification und AR im Bildungsbereich. Ähnliche Studien haben gezeigt, dass AR in Kombination mit spielerischen Elementen das Engagement und die Motivation der Lernenden durch ein hohes Maß an Immersion und Interaktivität signifikant steigern können und das Verständnis komplexer Konzepte fördert [7, 9, 10, 11, 12, 13, 15]. Ein relevanter Unterschied zu anderen Untersuchungen besteht darin, dass unsere Studie speziell den Einsatz von AR in Vertretungsstunden adressiert, ein bisher wenig erforschtes Feld. Unsere Arbeit eröffnet neue Perspektiven für den Einsatz von AR und Gamification in informellen Lernsituationen. Dies erweitert das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von AR in der Bildung und hebt die Relevanz solcher Ansätze für die Praxis hervor.

Die praktischen Implikationen unserer Ergebnisse sind vielversprechend. Durch die Implementierung von AR-basierten Gamifica-

tion-Elementen in Vertretungsstunden könnten Schulen eine Möglichkeit finden, die Motivation und das Engagement der Schüler auch in nicht regulären Unterrichtsphasen zu steigern. Dies könnte dazu beitragen, die Qualität der Vertretungsstunden zu verbessern und diese Zeiten effektiver für den Lernprozess zu nutzen.

LIMITATIONEN

Obwohl die Ergebnisse vielversprechend sind, gibt es mehrere Limitationen, die bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden müssen.

Die Stichprobengröße der durchgeführten Tests war relativ klein, was die Generalisierbarkeit der Ergebnisse einschränkt und die Ergebnisse nicht repräsentativ für die gesamte Mittelstufen-Schülerschaft macht. Zukünftige Studien sollten daher größere Stichproben umfassen, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen. Zudem wurde die Studie in einer kontrollierten Umgebung durchgeführt, die nicht die tatsächlichen Bedingungen einer Vertretungsstunde widerspiegelt, was zu Verzerrungen führen könnte. Um diesen Bias zu minimieren, wären Feldstudien in echten Vertretungsstunden notwendig. Auch mit Bedacht auf den Hawthorne-Effekt [17] könnte die Motivation und das Verhalten der Schüler in einer echten Unterrichtssituation anders ausfallen. Zudem handelt es sich bei EduAR nur um einen Prototyp mit eingeschränkter Funktionalität und Softwarefehlern, die das Nutzererlebnis negativ beeinflussen und die Ergebnisse verfälschen können.

Abschließend zeigen die Usertests, dass die digitale Escape-Room-Lernumgebung eine vielversprechende Methode zur Steigerung der Lernmotivation in Vertretungsstunden darstellt.

CONCLUSION

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unsere Studie gezeigt hat, dass Augmented Reality in Kombination mit Gamification-Elementen eine vielversprechende Methode zur Steigerung der Lernmotivation in Vertretungsstunden darstellt. Mit gezielten Verbesserungen in der Benutzerfreundlichkeit und Anleitung könnte die Nutzererfahrung weiter optimiert werden. Die Studie bestätigt, dass AR-basierte Exit-Games die intrinsische Motivation fördern sowie die Kooperation zwischen Schülern fördern und dass Benutzerfreundlichkeit und Spielspaß eine zentrale Rolle bei der Akzeptanz solcher Lernspiele spielen. Die Ergebnisse tragen zur bestehenden Forschung im Bereich HCI und Bildungstechnologien bei, indem sie zeigen, dass AR und Gamification auch in informellen Lernumgebungen wie Vertretungsstunden wirksam sein können. Dies erweitert die Anwendbarkeit dieser Technologien und bietet neue Ansätze für die Gestaltung motivierender Lernumgebungen. Darüber hinaus liefert die Studie wichtige Erkenntnisse für die Praxis, insbesondere für Lehrkräfte und Bildungsinstitutionen, die nach innovativen Methoden suchen, um Vertretungsstunden sinnvoll zu gestalten

und die Lernmotivation der Schüler zu steigern. Die Kombination von AR und Gamification könnte hier ein vielversprechendes Werkzeug sein. Zukünftige Studien sollten größere Stichproben umfassen und in echten Vertretungsstunden stattfinden, um die Aussagekraft der Ergebnisse zu erhöhen. Ebenso sollte sich zukünftige Forschung auf die Langzeiteffekte von AR-basierten Lernspielen auf die Lernmotivation konzentrieren.

In dieser Studie lag der Fokus auf der UX und der Motivation, nicht jedoch auf der tatsächlichen Wissensvermittlung. Es bleibt daher unklar, ob die gesteigerte Motivation auch zu einem besseren Lernerfolg führt. Künftige Studien sollten auch den Einfluss solcher AR und Gamification-Ansätze auf den Lernerfolg messen, um eine umfassendere Bewertung der Effektivität zu ermöglichen.

Ebenso wäre es sinnvoll, Unterschiede zwischen verschiedenen Altersgruppen und Schultypen zu untersuchen, um gezielte pädagogische Strategien für die Praxis zu entwickeln. Darüber hinaus sollten Methoden entwickelt werden, um die Integration von AR und Gamification in den regulären Unterricht, in Vertretungsstunden sowie im Hausaufgaben- und Prüfungsvorbereitungskontext zu fördern und dadurch das große Potenzial dieser Technologien auszuschöpfen.

REFERENZEN

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). (2024, August 29). Bundeskanzlerin und Bundesbild Digitalisierung in der Bildung. <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/bundeskanzlerin-und-bundesbild-digitalisierung-in-der-bildung.html>
- [2] Bosch Stiftung. (2024, August 29). Fachkräftemangel an Schulen. <https://www.bosch-stiftung.de/de/magazin/fachkraeftemangel-an-schulen>
- [3] Statista. (2024). Umfrage zu Tablets und Smartphones in Schulen. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1298496/umfrage/umfrage-zu-tablets-und-smartphones-in-schulen/>
- [4] M. Arztmann, J. L. D. Alfaro, J. Blattgerste, J. Jeuring und P. Puyvelde, „Marie's ChemLab: A Mobile Augmented Reality Game to Teach Basic Chemistry to Children“, European Conference On Games Based Learning, Bd. 16, Nr. 1, S. 65–72, Sep. 2022, doi: 10.34190/ecgbl.16.1.518
- [5] J. Li, E. D. Van der Spek, L. Feijs, F. Wang und J. Hu, „Augmented Reality Games for Learning: A Literature Review“, Lecture Notes in Computer Science, S. 612–626, Jan. 2017, doi: 10.1007/978-3-319-58697-7_46.
- [6] L. Pombo und M. M. Marques, „Improving students' learning with a mobile augmented reality approach – the EduPARK game“, Interactive Technology And Smart Education, Bd. 16, Nr. 4, S. 392–406, Nov. 2019, doi: 10.1108/itse-06-2019-0032.
- [7] S. C. Olim, V. Nisi und T. Romão, „Periodic fable discovery: an augmented reality serious game to introduce and motivate young children towards chemistry“, Multimedia Tools And Applications, Bd. 83, Nr. 17, S. 52593–52619, Nov. 2023, doi: 10.1007/s11042-023-17526-9.
- [8] J. E. Da Silva Santos und L. G. M. Magalhaes, „QuizHuntAR: A location-based Augmented Reality game for education“, International Conference On Graphics And Interaction (ICGI), Nov. 2021, doi: 10.1109/icgi54032.2021.9655273.
- [9] O. R. Stalheim und H. M. Somby, „An embodied perspective on an augmented reality game in school: pupil's bodily experience toward learning“, Smart Learning Environments, Bd. 11, Nr. 1, Juni 2024, .
- [10] M. Krug und J. Huwer, „Safety in the Laboratory—An Exit Game Lab Rally in Chemistry Education“, Computers, Bd. 12, Nr. 3, S. 67, März 2023, doi: 10.3390/computers12030067.
- [11] A. Estudante und N. Dietrich, „Using Augmented Reality to Stimulate Students and Diffuse Escape Game Activities to Larger Audiences“, Journal Of Chemical Education, Bd. 97, Nr. 5, S. 1368–1374, März 2020, doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00933.
- [12] C. Malliarakis, P. Mozelius und O. Shabalina, „Can you Escape from Dr. Tom Cat's Lab - Educational Escape Rooms with Scientists, Riddles and Serious Games as Learning Tools“, www.researchgate.net, September 2021. https://www.researchgate.net/publication/354816622_Can_you_Escape_from_Dr_Tom_Cat's_Lab_-_Educational_Escape_Rooms_with_Scientists_Riddles_and_Serious_Games_as_Learning_Tools
- [13] M. Ernst-Heidenreich u. a., Möglichkeiten, Grenzen und Herausforderungen schulischer Digitalisierung: Ein Praxishandbuch. 2024, ISBN: 978-3-7799-7707-0
- [14] Handout zu Edu-Breakouts: Eine Einführung, 2021
- [15] M. Videnovik, V. Trajkovic, L. V. Kionig und T. Vold, „Increasing quality of learning experience using augmented reality educational games“, Multimedia Tools And Applications, Bd. 79, Nr. 33–34, S. 23861–23885, Juni 2020, doi: 10.1007/s11042-020-09046-7.
- [16] M. Videnovik, T. Vold, L. Kionig und V. Trajkovic, „Design Thinking Methodology for increasing quality of experience of augmented reality educational games“, Universitaet Hohenheim, Sep. 2019, doi: 10.1109/ithet46829.2019.8937385.
- [17] É. Gosselin, „Hawthorne Revisited: Management and the Worker, its Critics, and Developments in Human Relations in Industry, by Henry A. Landsberger, 132 pp. Cornell University, Ithaca, N.Y.“, Relat. Ind., Bd. 14, Nr. 2, S. 306, 1959, doi: 10.7202/1022329ar.

BILDVERZEICHNIS

- Abbildung 1** <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952122000040> 25.08.2024
- Abbildung 2** <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.9b00933> 25.08.2024
- Abbildung 3** Eigene Darstellung
- Abbildung 4** Eigene Darstellung
- Abbildung 5** Eigene Darstellung
- Abbildung 6** <https://anton.app/de/> 22.08.2024
- Abbildung 7** Eigene Darstellung
- Abbildung 8** Eigene Darstellung
- Abbildung 9** Eigene Darstellung