

Gestaltung immersiver Lernszenarien: Generative Aktivitäten beim Lernen mit dem *Anne Frank VR House*

Miriam Mulders ¹, Kristian Träg ¹, Lara Kirner ¹ und Lilly Kaninski ¹

Abstract: Das Lernen in immersiver virtueller Realität (VR) kann motivierend und förderlich sein, aber es kann auch zu Ablenkung und kognitiver Überlastung führen. Generative Lernaktivitäten können einige der Einschränkungen des Lernens mit immersiver VR abschwächen, indem sie den Lernenden helfen, sich auf das Lernmaterial zu konzentrieren. Die vorliegende Studie untersucht die Wirksamkeit von zwei generativen Lernstrategien: *Selbst-Erklären* und *Zeichnen*. Während bisherige Studien zu generativen Lernaktivitäten eher kognitive Lernziele adressierten, wurden die Aufgaben in dieser Studie so formuliert, dass Bezüge zum Selbst hergestellt und so affektive Ziele wie die Perspektivenübernahme in den VR-Protagonisten eher erreicht werden können. Vierundsiebzig Bachelorstudierende erkundeten den Raum, in dem Anne Frank sich vor den Nationalsozialisten im zweiten Weltkrieg verstecken musste, in einer immersiven VR-Umgebung. Für die experimentellen Bedingungen wurden die Studierenden nach der VR-Erfahrung entweder aufgefordert, Zeichnungen von Anne Franks Zimmer und ihrem eigenen Zimmer zu erstellen oder zu erklären, wie sich Anne Franks Lebensbedingungen für sie anfühlen würden. Für die Kontrollbedingung nahmen die Studierenden an keiner Lernaktivität teil. In diesem Paper werden die Ergebnisse deskriptiver Analysen der generativen Lernaktivitäten vorgestellt und diskutiert.

Keywords: Generative Lernaktivitäten, Virtual Reality, Anne Frank VR House, Immersives Lernen

1 Einleitung

Virtual Reality (VR) ist ein vielversprechendes Lernwerkzeug. VR-Technologien ermöglichen interaktive Lernerfahrungen in computergenerierten dreidimensionalen Simulationen und binden Nutzende aktiv in den Lernprozess ein [FO15; Ra20]. Während Lernen in VR einerseits motivieren kann, kann es aber auch zu Ablenkung und kognitiver Überlastung führen, was wiederum eine unzureichende Auseinandersetzung mit dem Lernmaterial bedingen kann [MMP23]. Generative Lernaktivitäten haben das Potenzial, solche Einschränkungen von VR abzuschwächen. Es sind Aktivitäten, die von Lernenden vor, während oder nach der VR-Erfahrung ausgeführt werden, mit dem Ziel, das Verständnis des Materials zu verbessern [FM16]. Mehrere Studien haben bereits gezeigt, dass VR-Anwendungen, welche multimediale Gestaltungsprinzipien wie generative Lernaktivitäten integrieren [AVS21; Ma21b], besonders lernförderlich sind. Generative Lernaktivitäten wie *Zusammenfassen* und *Unterrichten* sind wirksam, wenn sie zu einer VR-Erfahrung hinzugefügt werden

¹ Universität Duisburg-Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, Deutschland, miriam.mulders@uni-due.de,  <https://orcid.org/0000-0003-0683-2310>; kristian.traeg@uni-due.de,  <https://orcid.org/0009-0004-4557-2026>; kirner@learninglab.de,  <https://orcid.org/0009-0000-1298-8640>; lilly.kaninski@stud.uni-due.de,  <https://orcid.org/0009-0009-3174-2318>

[KI20; PM18]. Bislang ist jedoch wenig dazu bekannt, wie generative Lernaktivitäten auf affektive Lernparameter (z.B. das Einnehmen der Perspektive von VR-Akteuren) wirken. Der vorliegende Beitrag möchte daher (1) die Konzeption von zwei generativen Lernaktivitäten, nämlich *Zeichnen* und *Selbst-Erklären*, die auf affektives Lernen abzielen, darstellen und (2) die Ausführung eben dieser generativen Lernaktivitäten anhand von deskriptiven Kennwerten näher beschreiben.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Lernen in immersiver VR

Immersionelles Lernen, ein Teilbereich des Multimedia-Lernens, konzentriert sich auf Lernumgebungen, in denen Lernende in eine computergenerierte dreidimensionale Welt eintauchen, diese erkunden und mit dieser interagieren [ML18]. Dabei wird die natürliche Umgebung gänzlich durch eine Simulationsumgebung ersetzt, Positionen und Handlungen werden automatisch verarbeitet und das System gibt Rückmeldungen an einen oder mehrere Sinneskanäle [SC18]. Lernszenarien können geschaffen werden, die Lernende aufgrund verschiedener Einschränkungen in der Realität nicht erleben können [FO15; MN11]. Immersive VR erscheint daher besonders relevant für Lernerfahrungen, die sich in traditionellen Lehrszenarien nur schwer vermitteln lassen [Ba18], wie der Besuch eines Verstecks jüdischer Personen während des zweiten Weltkriegs.

Es gibt eine zunehmende Anzahl von Studien, die die Vorteile des Lernens in immersiven VR-Umgebungen im Vergleich zu anderen medialen Darstellungsformen aufzeigen. Jüngste Meta-Analysen [CBG22; WYG20] und Reviews [Pa21; Ra20] deuten darauf, dass immersive VR im Vergleich zu nicht-immersiven Lernbedingungen vorteilhaft ist. So soll immersive VR die Erinnerung an erlernte Konzepte [MOM19], den Wissenstransfer [Ch18], praktische Fähigkeiten [MBK22] und die emotionale Leistungsfähigkeit erhöhen [Mu23]. Es gibt jedoch auch Studien, die darauf hinweisen, dass immersive VR keinen signifikanten Unterschied im Lernerfolg macht [HJB20; Le19]. Trotz der postulierten Vorteile von VR für das Lehren und Lernen bestehen Herausforderungen, wie das Erleben körperlicher Beschwerden [JK18] oder eine hohe Erregung und kognitive Belastung, die durch Informationsüberlastung ausgelöst wird [MTM19]. Ein Prinzip des Multimedia-Lernens, das *Immersionprinzip* [Ma21a], legt in diesem Zusammenhang fest, dass zusätzliche instruktionale Maßnahmen das Lernen in immersiver VR bedeutsam fördern können. Denn VR-Inhalte sind oftmals komplex und reichhaltig, was mit der Verarbeitung wesentlicher Lerninhalte konkurrieren kann [Ch09]. Es bedarf daher instruktionaler Hilfen, die Lernende unterstützen, sich auf die in VR präsentierten Inhalte zu konzentrieren.

2.2 Theorie generativen Lernens

Gemäß konstruktivistischen Sichtweisen beschreibt die Informationsverarbeitung einen Prozess: Informationen werden nicht von außen übertragen, sondern vom Lernenden selbst konstruiert [Ma19; Wi10]. Lernen als Veränderung kognitiver Strukturen und die Informationsverarbeitung als konstruktiver Prozess bringen den Begriff des *generativen Lernens* hervor. Generatives Lernen bedeutet, dass Lernende sich aktiv mit dem Lerninhalt beschäftigen und durch konkrete Assoziationen zwischen den Vorerfahrungen und den vorhandenen Reizen, Informationen in das Langzeitgedächtnis integrieren [Wi10]. Fiorella und Mayer [FM16] beschreiben in diesem Zusammenhang acht Lernstrategien, die helfen sollen, sich auf das relevante Material zu konzentrieren, die Informationen in einer kognitiven Struktur zu organisieren und ihr relevantes Vorwissen zu aktivieren, um es mit den neuen Informationen zu verbinden. Auch für das Lernen mit immersiver VR werden generative Aktivitäten als förderlich betrachtet [Ma21b; MBK20]. Einige Studien haben bereits deren Wirksamkeit untersucht, wie beispielsweise *Unterrichten* [K120] oder *Zusammenfassen* [PM18]. Wir konzentrieren uns auf zwei andere Aktivitäten: (1) *Zeichnen* bedeutet, den Lerninhalt zu illustrieren. (2) *Selbsterklären* beschreibt, dass Lernende sich den Lerninhalt selbst und mit eigenen Worten erklären.

2.3 Forschungsfragen

Viele der bisherigen Studien zu generativen Lernaktivitäten beim Lernen mit immersiver VR fokussierten kognitive Lernzieldimensionen (z.B. Erinnerung) [Pe23; PM18]. In der vorliegenden Untersuchung wurden Aufgaben für generative Lernaktivitäten entwickelt, welche Effekte auf affektiver Ebene erzeugen sollen, da sich VR als besonders effektiv erwiesen hat, Mitgefühl und Empathie für andere innerhalb der VR zu erzeugen [FK23; MHK21]. Daher haben wir die Aufgaben so formuliert, dass Lernende sich emotional angesprochen fühlen. Während der Aktivitäten sollte stets eine Verbindung zwischen der der VR dargestellten Wirklichkeit und der eigenen Realität hergestellt werden. Somit haben wir die generativen Lernaktivitäten von Fiorella und Mayer [FM16] um den Aspekt *ego-involvement* erweitert, indem Vergleiche zwischen dem Selbst und dem virtuellen Agenten erstellt wurden. In diesem Artikel gehen wir der folgenden Frage nach: In welcher Intensität wurden die generativen Lernaktivitäten ausgeführt?

3 Methodik

3.1 Stichprobe und Prozedur

Insgesamt wurden zwischen Mai 2023 und März 2024 75 Bachelorstudierende der Bildungswissenschaften der Universität Duisburg-Essen rekrutiert. Eine Person wurde von

der Auswertung ausgeschlossen ($N = 74$). Je 24 Versuchspersonen entfallen in die Experimentalgruppen, die restlichen 26 in die Kontrollgruppe. Die Studie war wie folgt aufgebaut: Vor und nach der VR-Erfahrung füllten die Probanden Online-Fragebögen aus. Neben demographischen wurden kognitive (d.h. Wissenstest und Selbsteinschätzung des Wissens pre und post) sowie affektive (d.h. historische Perspektivenübernahme [Ha08] und Selbsteinschätzung der Perspektivenübernahme pre und post) Variablen erfasst. Die Experimentalgruppen führten nach der VR-Erfahrung die generative Aktivität aus, während die Kontrollgruppe sofort mit der Bearbeitung des Post-Fragebogens begann.

3.2 Die Anwendung *Anne Frank VR House*

Die VR-Anwendung *Anne Frank VR House* ermöglicht es, das Versteck von Anne Frank, ihrer Familie sowie weiteren Personen jüdischer Herkunft zu explorieren. Dabei wird den Lernenden die Geschichte der Familie während des zweiten Weltkriegs nahegebracht. Die acht Räume des Verstecks können über ein Head-Mounted Display und zwei Controller erkundet werden (hier: *Meta Quest 2*). Für die Studie ist ausschließlich das Zimmer von Anne relevant, in welchem sich verschiedene Gegenstände befinden, mit denen interagiert werden kann (z.B. Tagebuch; siehe Abb. 1). Die Stimme einer Frau, die den Anschein weckt, dass Anne selbst spricht, gibt Hintergrundinformationen zum Leben im Versteck.



Abb. 1: Screenshots aus dem *Anne Frank VR House*.

3.3 Generative Lernaktivitäten

In dieser Studie untersuchten wir die generativen Lernaktivitäten *Zeichnen* und *Selbst-Erklären* [FM16]. Die Aufgabe zur Aktivität *Zeichnen* forderte die Probanden auf, das Zimmer der Anne auf einem karierten Blatt aus der Vogelperspektive darzustellen. Um Bezüge zur eigenen Lebenswirklichkeit herzustellen, sollten sie im Vergleich dazu zusätzlich ihr eigenes Zimmer zeichnen (siehe Abb. 2). Die Aufgabe zur Aktivität *Selbst-Erklären*

beinhaltete die Aufforderung, sich in die Situation von Anne hineinzuversetzen. Die Probanden sollen sich vorstellen, eine Woche unter ihren Bedingungen leben zu müssen und beschreiben, wie sie sich dabei fühlen würden. Proband SO18 schrieb beispielsweise: *Ich würde mich sehr eingeengt fühlen, vor allem der Verlust an Privatsphäre würde mir zu schaffen machen; ständig mit so vielen Menschen (v.a. Familie) auf kleinstem Raum. Ich würde darunter leiden, nicht mehr rausgehen zu dürfen, in all meinen Freiheiten eingeschränkt zu sein [...]*

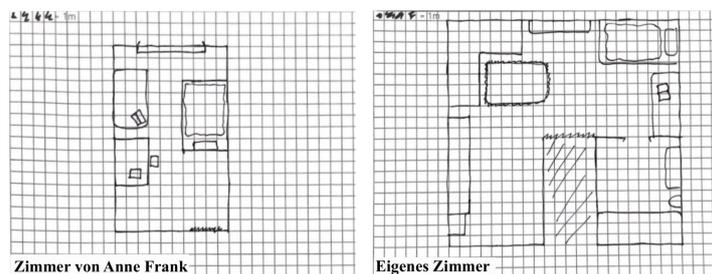


Abb. 2: Generative Lernaktivität *Zeichnen* von Proband HE15.

3.4 Auswertung

Im Fokus des Papers steht die Auswertung der generativen Lernaktivitäten. *Zeichnen* wurde ausgewertet, indem die Größe der beiden von den Studierenden gezeichneten Zimmer berechnet und miteinander verglichen wurden. Falls Gegenstände (z.B. Fernglas) und Möbel (z.B. Bett) eingezeichnet und beschriftet wurden, wurde dies ebenfalls gezählt. *Selbst-Erklären* wurde ausgewertet, indem entlang der Antworten der Studierenden Kategorien und Subkategorien generiert wurden. Anschließend wurde die Häufigkeit der Nennung der (Sub-)Kategorie und die Gesamtwortzahl für jeden Studierenden gezählt.

4 Ergebnisse

Die Studierenden nutzten im Durchschnitt 156,1 Kästchen eines karierten Papiers (9,76 Quadratmeter) für die Zeichnung von Annes Zimmer ($SD = 179,25$) und 271,3 Kästchen (16,96 Quadratmeter) für die Zeichnung des eigenen Zimmers ($SD = 242,8$). Die Zeichnungen reichten insgesamt von 12 Kästchen zu 910 Kästchen. 24 der 25 Studierenden zeichneten außerdem Gegenstände und Möbel ein. Bei Annes Zimmer trugen die Studierenden im Mittel 2,04 Gegenstände und 5,71 Möbel ein, bei ihrem eigenen Zimmer 0,67 Gegenstände und 5,88 Möbel.

Durchschnittlich nutzten die Studierenden 57,16 Wörter ($SD = 25,52$) für die Bearbeitung der Aktivität *Selbst-Erklären*. Die Ausarbeitungen umfassten 20 bis zu 122 Wörter. Die

Studierenden nahmen im Durchschnitt auf 4,92 Kategorien (SD = 1,44) Bezug. Hierbei wurden die Kategorien *Angst, entdeckt zu werden* (N = 16), *Still-sein* (N = 10) und *Sich eingengt oder eingesperrt fühlen* (N = 9) am häufigsten benannt.

5 Diskussion

Insgesamt arbeiteten die Studierenden aktiv an den Arbeitsaufträgen, die der VR-Anwendung nachgeschaltet waren. Bei der Aktivität *Zeichnen* schätzten die Studierenden Annes Raum im Vergleich zur tatsächlichen Raumgröße von 6,50 Quadratmeter mehr als 3 Quadratmeter größer ein. Diese Überschätzung der Studierenden erscheint bedeutsam. Folgestudien könnten untersuchen, inwiefern sich eine numerische Angabe der Raumgröße in der VR selbst oder vor- oder nachgeschaltet auf die Fähigkeit zur Perspektivenübernahme auswirkt. Bei der Aktivität *Selbst-Erklären* benannten Studierende vermehrt die Angst, dass ihr Versteck verraten wird sowie die Einschränkungen im Alltag beispielsweise durch permanentes Still-sein als Belastungsfaktoren, wenn sie sich in Anne Franks Lebenswirklichkeit versetzen sollten. Da kein Vergleichswert zu einer anderen Aufgabe vorliegt, kann die durchschnittliche Wortzahl allerdings nur bedingt interpretiert werden.

Sowohl bei der Aktivität *Zeichnen* als auch *Selbst-Erklären* wurden große Standardabweichungen sichtbar, was darauf deutet, dass die Stichprobe in sich sehr unterschiedlich bemüht bei der Ausführung der generativen Aktivitäten war. Gründe hierfür (z.B. Motivation, Verständlichkeit der Aufgaben) müssen in Folgeuntersuchungen erforscht werden.

Die deskriptiven Analysen der vorliegenden Studie sind Indikatoren für die Intensität der Aufgabenausführung der beiden generativen Lernaktivitäten *Zeichnen* und *Selbst-Erklären*. In nachfolgenden inferenzstatistischen Analysen sollte weitergehend überprüft werden, ob die Intensität der Aufgabenausführung ein bedeutsamer Prädiktor für die Lernziele Wissenszuwachs und erhöhte Perspektivenübernahme ist. Positive Korrelationen könnten die Annahme unterstützen, dass nicht nur die Ausführung generativer Aktivitäten an sich das Lernen befördert [KI20; PM18], sondern auch der mentale Aufwand, der in eine solche Aktivität investiert wird.

Literaturverzeichnis

- [AVS21] Albus, P.; Vogt, A.; Seufert, T.: Signaling in virtual reality influences learning outcome and cognitive load. *Computers & Education* 166, S. 104154, 2021.
- [Ba18] Bailenson, J.: *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W. W. Norton & Company, New York, NY, US, 2018.
- [CBG22] Coban, M.; Bolat, Y. I.; Goksu, I.: The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review* 36, S. 100452, 2022.
- [Ch09] Chandler, P.: Dynamic visualisations and hypermedia: Beyond the “Wow” factor. *Computers in Human Behavior* 25 (2), S. 389–392, 2009.

- [Ch18] Chittaro, L.; Corbett, C. L.; McLean, G. A.; Zangrando, N.: Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning. *Safety Science* 102, S. 159–168, 2018.
- [FK23] Frentzel-Beyme, L.; Krämer, N. C.: Historical Time Machines: Experimentally Investigating Potentials and Impacts of Immersion in Historical VR on History Education and Morality. *Technology, Mind, and Behavior* 4 (1), 2023.
- [FM16] Fiorella, L.; Mayer, R. E.: Eight Ways to Promote Generative Learning. *Educational Psychology Review* 28 (4), S. 717–741, 2016.
- [FO15] Freina, L.; Ott, M.: A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. In: *eLearning and Software for Education (eLSE)*. Bd. 1, S. 133–141, 2015.
- [Ha08] Hartmann, U.: Perspektivenübernahme als eine Kompetenz historischen Verstehens, 2008, URL: <https://ediss.uni-goettingen.de/handle/11858/00-1735-0000-0006-AD13-2?localeattribute=de>.
- [HJB20] Hassenfeldt, C.; Jacques, J.; Baggili, I.: Exploring the Learning Efficacy of Digital Forensics Concepts and Bagging & Tagging of Digital Devices in Immersive Virtual Reality. *Forensic Science International: Digital Investigation* 33, S. 301011, 2020.
- [JK18] Jensen, L.; Konradsen, F.: A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies* 23 (4), S. 1515–1529, 2018.
- [K120] Klingenberg, S.; Jørgensen, M. L. M.; Dandanell, G.; Skriver, K.; Mottelson, A.; Makransky, G.: Investigating the effect of teaching as a generative learning strategy when learning through desktop and immersive VR: A media and methods experiment. *British Journal of Educational Technology* 51 (6), S. 2115–2138, 2020.
- [Le19] Leder, J.; Horlitz, T.; Puschmann, P.; Wittstock, V.; Schütz, A.: Comparing immersive virtual reality and powerpoint as methods for delivering safety training: Impacts on risk perception, learning, and decision making. *Safety Science* 111, S. 271–286, 2019.
- [Ma19] Mayer, R. E.: Thirty years of research on online learning. *Applied Cognitive Psychology* 33 (2), S. 152–159, 2019.
- [Ma21a] Makransky, G.: The Immersion Principle in Multimedia Learning. In (Mayer, R. E.; Fiorella, L., Hrsg.): *The Cambridge handbook of multimedia learning*. 3. Aufl., Cambridge University Press, New York, S. 296–302, 2021.
- [Ma21b] Makransky, G.; Andreasen, N. K.; Baceviciute, S.; Mayer, R. E.: Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology* 113 (4), S. 719–735, 2021.
- [MBK20] Mulders, M.; Buchner, J.; Kerres, M.: A Framework for the Use of Immersive Virtual Reality in Learning Environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)* 15 (24), S. 208–224, 2020.
- [MBK22] Mulders, M.; Buchner, J.; Kerres, M.: Virtual Reality in Vocational Training: A Study Demonstrating the Potential of a VR-based Vehicle Painting Simulator for Skills Acquisition in Apprenticeship Training. *Technology, Knowledge and Learning*, 2022.
- [MHK21] Martingano, A. J.; Hererra, F.; Konrath, S.: Virtual reality improves emotional but not cognitive empathy: A meta-analysis. *Technology, Mind, and Behavior* 2 (1), 2021.

- [ML18] Makransky, G.; Lilleholt, L.: A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development* 66 (5), S. 1141–1164, 2018.
- [MMP23] Mayer, R. E.; Makransky, G.; Parong, J.: The Promise and Pitfalls of Learning in Immersive Virtual Reality. *International Journal of Human–Computer Interaction* 39 (11), S. 2229–2238, 2023.
- [MN11] Mikropoulos, T. A.; Natsis, A.: Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education* 56 (3), S. 769–780, 2011.
- [MOM19] Meyer, O. A.; Omdahl, M. K.; Makransky, G.: Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers & Education* 140, S. 103603, 2019.
- [MTM19] Makransky, G.; Terkildsen, T. S.; Mayer, R. E.: Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction* 60, S. 225–236, 2019.
- [Mu23] Mulders, M.: Learning about Victims of Holocaust in Virtual Reality: The Main, Mediating and Moderating Effects of Technology, Instructional Method, Flow, Presence, and Prior Knowledge. *Multimodal Technologies and Interaction* 7 (3), S. 28, 2023.
- [Pa21] Parong, J.: Multimedia Learning in Virtual and Mixed Reality. In (Fiorella, L.; Mayer, R. E., Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. 3. Aufl., Cambridge University Press, Cambridge, S. 498–509, 2021.
- [Pe23] Petersen, G. B.; Stenberdt, V.; Mayer, R. E.; Makransky, G.: Collaborative generative learning activities in immersive virtual reality increase learning. *Computers & Education* 207, S. 104931, 2023.
- [PM18] Parong, J.; Mayer, R. E.: Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology* 110 (6), S. 785–797, 2018.
- [Ra20] Radianti, J.; Majchrzak, T. A.; Fromm, J.; Wohlgenannt, I.: A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education* 147, S. 103778, 2020.
- [SC18] Sherman, W. R.; Craig, A. B.: *Understanding virtual reality: interface, application, and design*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, 2018.
- [Wi10] Wittrock, M. C.: Learning as a Generative Process. *Educational Psychologist* 45 (1), S. 40–45, 2010.
- [WYG20] Wu, B.; Yu, X.; Gu, X.: Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology* 51 (6), S. 1991–2005, 2020.