

Artenvielfalt im Unterricht - Ergebnisse qualitativer Befragungen von Schüler:innen zum Einsatz von XR

Miriam Mulders¹, Kristian Träg² und Lara Kirner³

Abstract: Im Fokus des Papiers steht die Untersuchung der von *greenpeace* entwickelten XR-Lernanwendung “Der Artenvielfalt auf der Spur” mit Fokus auf der Umgebung des Amazonas-Regenwaldes. Die Aussagen von acht Fokusgruppen mit Schüler:innen der siebten bis neunten Klasse deutscher Schulen wurden qualitativ ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Schüler:innen bedeutsam ihr Wissen zu Biodiversität anreichern konnten. Ferner gaben die Schüler:innen an, sich im Nachgang mit assoziierten Inhalten (z.B. Arten- und Klimaschutz) auseinandergesetzt und eigene Verhaltensweisen reflektiert zu haben. In allen Fokusgruppen wurde deutlich, dass die Lernanwendung sowohl die Einstellungs- als auch die Verhaltensebene positiv beeinflussen konnte. Insgesamt wurde die Lernanwendung von den Schüler:innen positiv bewertet, was sie auf die erlebten Lernprozesse wie physische und soziale Präsenz und der Verarbeitung von audio-visuellen Reizen zurückführten.

Keywords: Biodiversität, Artenvielfalt, nachhaltige Entwicklung, Augmented Reality, Virtual Reality, Extended Reality, XR, Fokusgruppe

1 Einleitung

Mit der Einführung der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung durch die Vereinten Nationen [UN15] fiel auch in Deutschland das Augenmerk der Schulbildung zunehmend auf das Vermitteln eines Bewusstseins für das Verbessern der Lebensbedingungen auf unserem Planeten [WKS22]. Gleichzeitig hat sich seit der COVID-19-Pandemie das Lernen vieler Schüler:innen in den digitalen Raum verschoben. Mit der Rückkehr an die Schulen ergibt sich nun also die Herausforderung der Vereinigung digitaler und physischer Lernräume, zusätzlich zur inhaltlichen Vermittlung der Ziele für nachhaltige Entwicklung. Neuen Technologien, wie Virtual und Augmented Reality (VR, AR), werden dabei große Potenziale zugesprochen [Ga18]. Problematisch ist, dass solchen Technologien oftmals die Fähigkeit zugeschrieben wird, sie würden per se gelingendes Lernen fördern [Ke18]. Eine Reihe von Studien (z.B. [Ha21], [WYG20]) zeigten zwar, dass VR oder AR bestimmte Lehr- und Lernziele (z.B. räumliches Vorstellungsvermögen, Empathie)

¹Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, miriam.mulders@uni-due.de

² Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, kristian.traeg@uni-due.de

³ Universität Duisburg Essen, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement, Universitätsstraße 2, 45141 Essen, kirner@learninglab.de

angemessen adressieren können, zur Erreichung anderer Ziele (z.B. deklarativer Wissenserwerb) jedoch weniger geeignet scheinen. Von wissenschaftlichem Interesse sind darüber hinaus auch diejenigen kognitiven Prozesse, die beim Lernen mit einer bestimmten Technologie stattfinden (z.B. das Erleben von Präsenz in VR), und die Effekte auf ausgewählten Lernzieldimensionen näher erklären können [BBM22], [MP21].

Dieser Beitrag möchte daher eine xReality (XR)-Lernanwendung zum Themenkomplex Artenvielfalt von *greenpeace* im Feld erproben und dabei unterschiedliche Lernzieldimensionen und Lernprozesse untersuchen. Die Lernanwendung zielt darauf ab, bei Schüler:innen das Interesse an einer nachhaltigen Entwicklung unserer Lebenswelt zu wecken und zudem Änderungen auf Einstellungs- und Verhaltensebene anzustoßen.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Der XR-Begriff

Die Begriffe AR, VR, XR und MR werden nicht immer einheitlich verwendet. Im Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum etwa sind AR und VR Punkte auf einem gemeinsamen Spektrum, in dem sich der Schwerpunkt der Interaktion zunehmend von der realen Welt (bei AR) in die virtuelle Welt (bei VR) verlagert [MK94], [SSW21]. Man könnte übergreifend also von einem Spektrum der Gemischten Realität (Mixed Reality, MR) oder Erweiterten Realität (XR) sprechen. Im Gegensatz dazu sehen Rauschnabel et al. [Ra22] AR und VR als zwei verschiedene Systeme, die sich in der Form der wahrgenommenen Präsenz unterscheiden. Demnach ist man in Anwendungen auf dem AR-Spektrum lokal, also physisch, präsent, während man als Benutzer:in einer Anwendung auf dem VR-Spektrum virtuell, d.h. telepräsent ist. Sie schlagen *XR* als Überbegriff vor, wobei das *X* nicht für *Extended* steht, sondern (wie in der Mathematik) als Platzhalter zu verstehen ist.

Die vorliegende Anwendung „Der Artenvielfalt auf der Spur“ wird von *greenpeace* selbst als AR-Anwendung bezeichnet [GP22]. Nach der Taxonomie von Milgram und Kishino [MK94] würde sie eher auf die VR-Seite des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums fallen, da Interaktionen zwar niedrig immersiv, aber weitgehend in der virtuellen Anwendung stattfinden. Nach Rauschnabel et al. [Ra22] fiel sie eindeutig auf die holistische Seite des VR-Spektrums, da zwar inhaltliche Aufgaben bearbeitet werden können, für welche die Präsentation sekundär wäre, das Hauptaugenmerk der Anwendung aber das „vor Ort Sein“ ist. Um Unklarheiten aufgrund der Nomenklatur zu vermeiden, wird die Anwendung im Folgenden als *greenpeace XR* im Sinne von Rauschnabel et al. [Ra22] bezeichnet.

2.2 Lernen in XR

Physische und soziale Nähe erleben zu können, ist ein wichtiger Angebotscharakter von XR-Technologie. Durch das Eintauchen in die virtuelle Umwelt sollte das dort Präsenzierte von den Lernenden als relevanter wahrgenommen werden [MP21], [Mu22]. In Verbindung mit Präsenz spielen Handlungsfähigkeit bzw. Kontrolle eine Rolle. Ein höherer Grad an Interaktionsmöglichkeiten sollte sich demnach ebenfalls positiv auf Interesse, Motivation, Selbstwirksamkeit, Embodiment, kognitive Belastung und Selbstregulation auswirken, was zu besseren Lernergebnissen führt [MP21], [SI22].

2.3 Forschungsfragen

Die Charakteristika der XR-Lösung führen zu stärker wahrgenommenem Präsenzerleben und Interaktionsmöglichkeiten [MP21]. Denkbar wäre nun, dass dies zu längerfristigen Behaltensleistungen bei den Schüler:innen führt. Da Wissenszuwachs bzw. konzeptuelle Veränderung oft mit Einstellungsänderungen einhergeht [AF00], [SS15], [VJ18], ist dies ein untersuchungswerter Aspekt. Zur Prüfung der zugrundeliegenden Modelle [MP21], [Mu22] soll von den Schüler:innen außerdem erfragt werden, welche Lernprozesse sie während des Durchlaufens der Anwendung erlebt haben. Diese Studie geht also den folgenden vier Forschungsfragen (F) nach:

- F1: Welche Lerninhalte konnte die Anwendung vermitteln?
- F2: Hat die Anwendung Änderungen auf Einstellungs- und Verhaltensebene angestoßen?
- F3: Welche Prozesse erlebten die Schüler:innen beim Lernen mit der Anwendung?
- F4: Wie bewerteten die Schüler:innen die Anwendung für den Schulunterricht?

3 Methodik

3.1 Stichprobe

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurden im März 2023 acht Fokusgruppen (FG) mit Schüler:innen der siebten bis neunten Klasse verschiedener Schulen ($N = 84$; n pro FG: 2 bis 25 Schüler:innen; $M = 10.5$; $Md = 9$; drei Oberschulen, eine Realschule, zwei Gesamtschulen, zwei Gymnasien) in Deutschland erhoben.

3.2 Die *greenpeace* Anwendung „Der Artenvielfalt auf der Spur“

Die XR-Lernlösung „Der Artenvielfalt auf der Spur“ [GP22] wurde von *greenpeace*, einer transnationalen non-profit Organisation, deren Ziel u.a. der Schutz von Umwelt und Klima

ist, für mobile Endgeräte entwickelt. Die App ist für die beaufsichtigte Anwendung im Klassenzimmer der Jahrgangstufen sieben bis neun konzipiert und soll zum einen Wissen vermitteln, zum anderen die Relevanz der Ziele für nachhaltige Entwicklung verdeutlichen. Im Kern besteht das Lernangebot aus einer webbasierten Lösung. Flankiert wird sie durch ein Begleitmaterial mit technischen Hinweisen und didaktischen Impulsen. Nach dem Scannen eines QR-Codes mit einem mobilen Endgerät (z.B. Tablet) können die Schüler:innen virtuell an verschiedene Orte auf dem Globus reisen, welche sie im gewöhnlichen Unterricht schwer wahrnehmen können. Im Fokus dieser Studie steht nur ein Teil der *greenpeace* Anwendung, nämlich die virtuelle Darstellung des Amazonas-Regenwaldes. Letztere Welt ist durch auditive (z.B. Geräusche des Regenwaldes) und visuelle Inhalte (z.B. intakter vs. nicht-intakter Regenwald) geprägt und kann von den Schüler:innen frei erkundet werden. Verschiedene Interaktionen mit virtuellen Agenten (z.B. einheimische Tiere) sind möglich. Einen Eindruck bietet Abbildung 1. Innerhalb der Umgebung sind Informationen zur Lebenswirklichkeit im Regenwald eingebunden.



Abb. 1: Screenshot aus der *greenpeace* Lernanwendung zum Amazonas-Regenwald

3.3 Prozedur und Datenauswertung

Die Schüler:innen erprobten die Anwendung auf eigenen mobilen Endgeräten mit dem Fokus auf dem Themenblock Amazonas-Regenwald im Rahmen einer Doppelstunde im regulären Schulunterricht. Den Lehrkräften wurde ein exemplarischer Unterrichtsverlauf vorgeschlagen, dessen Kern die Exploration der Anwendung beinhaltete. Nach ein bis zwei Wochen wurden mit den Schüler:innen circa einstündige FG durchgeführt. Lehrkräfte und Vertreter:innen von *greenpeace* waren dabei nicht anwesend. Die FG fanden online über das Videokonferenztool *Zoom* statt. Die Gruppen wurden von einem Moderator angeleitet und von einer Protokollantin begleitet. Die FG folgten einem auf die

Forschungsfragen abgestimmten Interviewleitfaden⁴ und waren in Blöcke (z.B. Erleben von Präsenz) unterteilt. Visuell wurde jede FG durch ein *miro*-Board⁵ unterstützt. Auf mehreren Folien wurden die unterschiedlichen Themenblöcke illustriert und die von den Schüler:innen geäußerten Inhalte protokolliert. Bei Fragen zum Vergleich mit konventionellem Unterricht wurde den Schüler:innen gegenüber ergänzt, dass es sich dabei um die Art von Unterricht handele, den diese normalerweise haben. Jede FG wurde aufgenommen, transkribiert und nach den Prinzipien der fokussierten Inhaltsanalyse nach Kuckartz [KR20] ausgewertet. Dazu wurden in Anlehnung an den Interviewleitfaden Kategorien und Subkategorien abgeleitet (siehe Interviewleitfaden) und diese analysiert.

4 Ergebnisse

4.1 F1: Lerninhalte

Die FG waren in der Lage, viele über die Anwendung erworbenen Konzepte wiederzugeben. Anhand von Vergleichen der Transkripte der FG ergaben sich Überschneidungen hinsichtlich der Lernzieldimensionen Wissen zu Biodiversität, Interesse am Amazonas-Regenwald und Einstellungen zu Umwelt und Nachhaltigkeit.

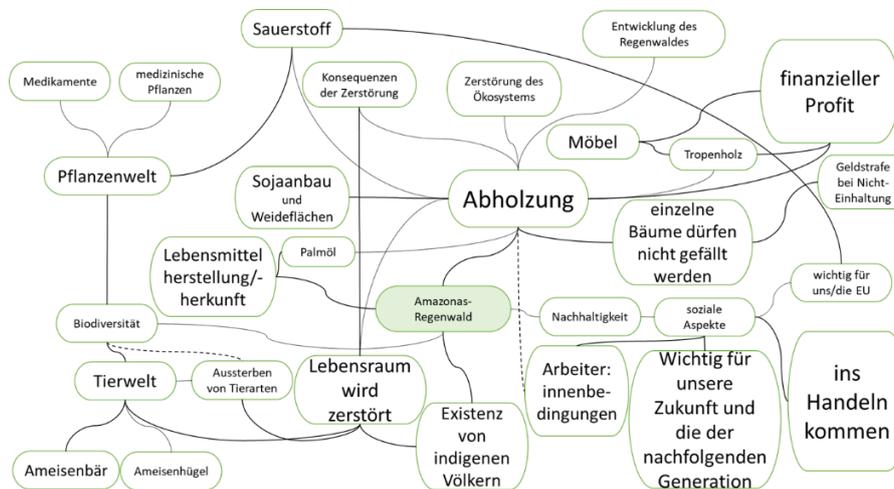


Abb. 2: Mindmap zu den vermittelten Lerninhalten (größere Schrift bedeutet häufigere Nennung)

Abbildung 2 zeigt eine aus den Transkripten abgeleitete Mindmap derjenigen Inhalte, die durch die Anwendung vermittelt bzw. deren Auseinandersetzung mit eben diesen

⁴ Unter diesem Link ist der Leitfaden für die Fokusgruppen zu finden: <https://shorturl.at/uvMTU>

⁵ Unter diesem Link ist ein Screenshot des *miro*-Boards zu finden: <https://rb.gy/4zcnr>

ausgelöst wurde. Je größer die Schrift in der Mindmap, desto häufiger wurde das entsprechende Konstrukt von den Schüler:innen im freien Gespräch benannt (2pt pro Nennung). Die Abbildung verdeutlicht, dass sich die Schüler:innen besonders mit den Lerninhalten Abholzung, Anbau von Soja, Lebensmittelherstellung und finanziellen Motiven globaler Akteure sowie deren wechselseitigen Beziehungen beschäftigten. Die weitere Analyse zeigte auf, dass die Schüler:innen über den deklarativen Wissenserwerb hinaus sich im Nachgang auf einer affektiven Ebene mit den Inhalten auseinandersetzten und diese in einen gesellschaftlichen bzw. globalen Zusammenhang einordneten. Ferner gaben die Schüler:innen an, zum eigenen Handeln angeregt worden zu sein.

4.2 F2: Änderungen auf Einstellungs- und Verhaltensebene

In allen acht FG wurde von positiven Einstellungsveränderungen zu den Themen Umweltschutz und Biodiversität berichtet. Von den insgesamt 84 Befragten meldeten sich 16 (19,0 %) hierzu zu Wort. So berichtet ein:e Schüler:in aus FG2: *„Es hat meine Einstellung gepusht. Vorher hätte ich gesagt “Ja, ist gar nicht so schlimm” und jetzt habe ich nach den Bildern und so gemerkt: Das ist nicht normal.“* Neben der Erkenntnis der Bedeutung der Abholzung des Regenwaldes und damit verbundener Effekte wurde in den FG sichtbar, dass die Schüler:innen die Inhalte der Anwendung reflektiert und damit begonnen haben, sich Gedanken über die Zukunft zu machen. Diese beziehen sich sowohl auf die Entwicklung der Erde, mitsamt der negativen Auswirkungen auf ihr eigenes Leben, als auch auf das der nachfolgenden Generationen, wie aus dem folgenden Zitat deutlich wird: *„Wir bewerten das so hoch, weil wir alle gemerkt haben, dass es wirklich jetzt ein richtiges Problem, was uns oder unsere Kinder später betreffen könnte. Deswegen ist das uns allen so wichtig.“* (FG4). Die Thematik schien in allen Gruppen nach Verwendung der Anwendung an Bedeutung gewonnen zu haben. Die Schüler:innen gaben an, das Bedürfnis entwickelt zu haben, dass sie selbst, ihre Familien und die Regierung für den Umwelt- und Artenschutz aktiv werden. Mit der Änderung auf der Einstellungsebene wurde vermehrt eine Veränderung auf der Verhaltensebene angedeutet oder zumindest Ideen für eine nachhaltigere Lebensweise entwickelt [AF00]. Hinsichtlich des eigenen Verhaltens und seitens der Familie wurden Essgewohnheiten (z.B. Verzicht auf Palmöl), Kaufverhalten (z.B. das Beachten von fairen Produktionsweisen) und die Reduktion von Plastikartikeln benannt. In der Schule sahen die Schüler:innen die Digitalisierung oder den Einsatz von recyceltem Papier als Chance umweltbewusster zu agieren.

4.3 F3: Lernprozesse

Insgesamt erlebten sich die Schüler:innen im Lernprozess als konzentriert und motiviert und berichteten, dass sie einen *„besseren Eindruck“* (FG6) vom Regenwald und vom Leben vor Ort gewonnen haben, weshalb sie sich leichter in die dortigen Lebensumstände

hineinversetzen konnten, wie ein:e Schüler:in berichtet: „Weil man das in der virtuellen Welt direkt erleben konnte, und man konnte sich damit fast reinschleichen und das Leben fühlen, so wie der es da eigentlich fühlt. [...]“ (FG4). Diese Effekte wurden auf die authentische und spannungsreiche audio-visuelle Darbietung der Lerninhalte und das Erleben von physischer und sozialer Präsenz zurückgeführt, welche als zentrale Merkmale für das Lernen benannt wurden. Zudem wurde vermehrt geäußert, dass die Exploration der Anwendung Spaß bereitete und dass das Lernen leichter fiel, weshalb die Anwendung oft als „hilfreich“ (FG5) beschrieben wurde. Demzufolge scheinen die erlebten Lernprozesse von zentraler Bedeutung für die Effektivität der XR-Anwendung zu sein, weshalb im nächsten Schritt kategoriale Zusammenhänge nach der Methode von Kuckartz untersucht wurden [KR20]. Bedeutsame Zusammenhänge konnten aufgedeckt werden (siehe Abb. 3). Wenn Schüler:innen bspw. von Prozessen, die während des Lernens bei ihnen stattgefunden haben, berichteten, folgte in 25 Fällen direkt oder in unmittelbarer zeitlicher Nähe, also innerhalb von zwei Sätzen [KR20], eine Bewertung der Anwendung.

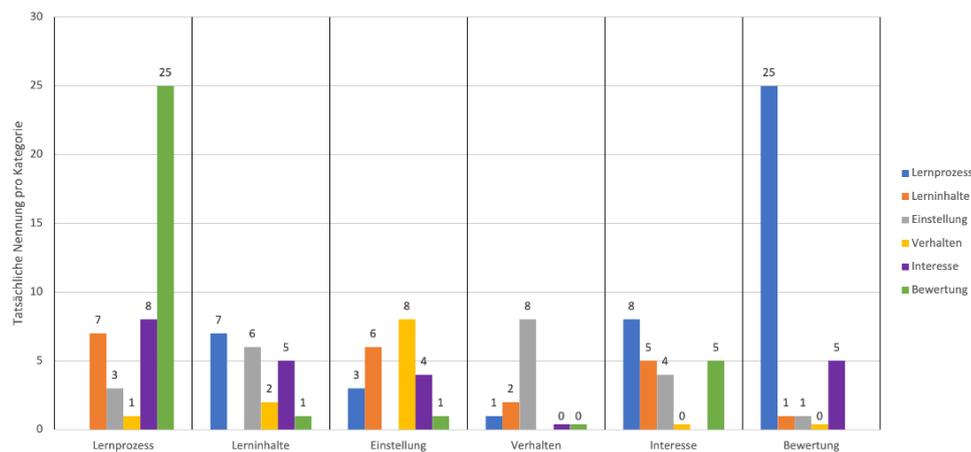


Abb. 3: Kategorialer Zusammenhang

4.4 F4: Bewertung für den Schulunterricht

Während der FG durften die Schüler:innen mündlich auf zehnstufigen Likert-Skalen die XR-Anwendung bewerten und angeben, inwiefern sie sich solche Anwendungen für andere Unterrichtsfächer wünschen (siehe *miro*-Board). Es zeigte sich, dass die Schüler:innen den Unterricht mit der XR-Anwendung überaus positiv bewerteten ($M = 7.50$, $N = 62$) und dass sie sich Vergleichbares in hohem Maß auch für andere Fächer (z.B. Geschichte) wünschen ($M = 8.60$, $N = 43$). Die Anwendung wurde als gelungene Abwechslung zum gewöhnlichen Unterricht erlebt, welche die Inhalte realistisch und spannend darbietet. Die Schüler:innen bewerteten positiv, dass sie in ihrem Tempo und nach ihrem Interesse die Anwendung erkunden konnten und dass die komplexen Inhalte

komprimiert zusammenfasst wurden. Sie nannten sowohl für das Lernen mit XR-Anwendungen aber auch mit analogen Unterrichtsmaterialien, die sie aus ihrem sonstigen Unterricht kennen, Vor- und Nachteile, weshalb sie eine Mischung beider präferieren.

5 Diskussion

Die Ergebnisse offenbaren mehrere Implikationen. Zum einen bietet der starke Zusammenhang zwischen Lernprozessen und Bewertung der Anwendung Optimierungspotentiale für die Entwickler:innen. So könnte der erkundende Lernansatz um wahrgenommene Präsenz weiter ausgebaut werden. Allerdings könnte es sich lohnen, in Folgeuntersuchungen weitere Faktoren von Präsenz, wie Flow oder Agency, zu berücksichtigen. Zum anderen ist das starke Verlangen nach weiterer solcher Anwendungen – auch für weitere Schulfächer – durchaus auch als Aufforderung an Entwickler:innen zu verstehen, solche zu produzieren. Dies stützt auch frühere Befunde, nach welchen Lernende der Generation Z verstärkt Interesse an digitalen und audiovisuellen Lernmedien zeigen [SG17]. Daran anknüpfend zeigt der Befund, dass affektives Lernen durch XR unterstützt werden kann, da deren audio-visuelle Stimulierung zur Auseinandersetzung mit der gegebenen Thematik motiviert.

Die vorliegende Arbeit ist unter anderem durch ihr Design limitiert. Es fehlt eine Kontrollgruppe, mit der die Wirksamkeit der XR im Vergleich zu anderen medialen Darstellungsformen beurteilt werden könnte. Zudem wurden für jede Gruppe lediglich zu einem Messzeitpunkt Daten erhoben. Ferner ist debattierbar, ob die Fragen des Leitfadens suggestiv oder zumindest mit einer positiven Erwartungshaltung formuliert waren. Dies könnte dazu beigetragen haben, dass die Schüler:innen überwiegend positive Aussagen über die Anwendung getroffen haben, was in der Folge Mitschüler:innen durch sozialen Druck davon abgehalten haben könnte, negative Antworten zu geben, selbst als die Moderator:innen explizit danach gefragt hatten. Hier muss zudem angemerkt werden, dass der Großteil der Wortmeldungen von männlichen Schülern stammt, während weibliche Schülerinnen sich eher zurückhielten. Dies könnte die Generalisierbarkeit der Ergebnisse negativ beeinflussen. Ferner sind die Ergebnisse möglicherweise dadurch verzerrt, dass sich Schüler:innen mit einem großen Wissensschatz aktiver an der FG beteiligten als solche, die nicht am Thema interessiert sind bzw. wenig dazu wissen.

Insgesamt lässt sich die XR-Anwendung „Der Artenvielfalt auf der Spur“ als wirksame Anwendung einstufen, die eine reflektierte sowie affektive Beschäftigung mit dem in ihr präsentierten Inhalten erreicht und deren Einsatz im Unterricht von den Schüler:innen als ausgesprochen positiv wahrgenommen wurde. Die Anwendung kann also einen Beitrag dazu leisten, Bildung zu nachhaltiger Entwicklung in einem digitalen Kontext auf eine Art aufzubereiten, die von den Lernenden gut angenommen wird.

Literaturverzeichnis

- [AF00] Ajzen, I., & Fishbein, M.: Attitudes and the Attitude-Behavior Relation: Reasoned and Automatic Processes. *European Review of Social Psychology*, 11(1), 1–33, 2000.
- [BBM22] Büssing, A. G., Borchers, T., & Mittrach, S.: Immersive virtuelle Realität in der Hochschulbildung für nachhaltige Entwicklung: Gestaltungskriterien, Potenziale und Herausforderungen. In J. Weselek, F. Kohler, & A. Siegmund (Hrsg.), *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung: Herausforderungen und Perspektiven für die Hochschulbildung* (S. 23–37). Springer, 2022.
- [Ga18] Gadelha, R.: Revolutionizing Education: The promise of virtual reality. *Childhood Education*, 94(1), 40–43, 2018.
- [GP22] GP, greenpeace: *Augmented Reality-Anwendung: Der Artenvielfalt auf der Spur | Greenpeace*. https://www.greenpeace.de/bildungsmaterial/Begleitheft_Der_Artenvielfalt_auf_der_Spur.pdf. Stand: 23.05.2022.
- [Ha21] Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C.: Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), S. 1–32, 2021.
- [Ke18] Kerres, M.: *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. De Gruyter Oldenbourg, 2018.
- [KR20] Kuckartz, U.; Rädiker, S.: *Fokussierte Interviewanalyse mit MAXQDA*. Schritt für Schritt. Springer VS, Wiesbaden, 2020.
- [MP21] Makransky, G., & Petersen, G. B.: The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937–958, 2021.
- [MK94] Milgram, P., & Kishino, F.: A taxonomy of Mixed Reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), 1–15, 1994.
- [Mu22] Mulders, M.: *Jenseits von Medienvergleichen: Komplexe Zusammenhänge des Lernens in Virtual Reality am Beispiel des Anne Frank VR House*. https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico_mods_00076929. 2022.
- [Ra22] Rauschnabel, P. A., Felix, R., Hinsch, C., Shahab, H., & Alt, F.: What is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality. *Computers in Human Behavior*, 133, 107289, 2022.
- [Ro19] Rogers, S., *Virtual Reality: THE Learning Aid Of The 21st Century*, <https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/03/15/virtual-reality-the-learning-aid-of-the-21st-century/#7bf34e5f139b>, Stand: 05.06.2023.
- [SG17] Seemiller, C., & Grace, M.: Generation Z: Educating and Engaging the Next Generation of Students. *About Campus*, 22(3), 21–26, 2017.

- [SI22] Slater, M., Banakou, D., Beacco, A., Gallego, J., Macia-Varela, F., & Oliva, R.: A Separate Reality: An Update on Place Illusion and Plausibility in Virtual Reality. *Frontiers in Virtual Reality*, 3:914392, 2022.
- [SS15] Sinatra, G. M., & Seyranian, V.: Warm Change about Hot Topics: The Role of Motivation and Emotion in Attitude and Conceptual Change about Controversial Science Topics. In *Handbook of Educational Psychology* (3. Aufl.). Routledge, 2015.
- [SSW21] Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M.: Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 2021.
- [UN15] UN, United Nations: *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>, 2015.
- [VJ18] Vaughn, A. R., & Johnson, M. L.: Communicating and enhancing teachers' attitudes and understanding of influenza using refutational text. *Vaccine*, 36(48), 7306–7315, 2018.
- [WKS22] Weselek, J., Kohler, F., & Siegmund, A.: Einleitung: Bildung für nachhaltige Entwicklung in einer digitalisierten (Hochschul-)Welt – alte Werte in neuen Möglichkeiten denken. In J. Weselek, F. Kohler, & A. Siegmund (Hrsg.), *Digitale Bildung für nachhaltige Entwicklung: Herausforderungen und Perspektiven für die Hochschulbildung* (S. 1–7). Springer, 2022.
- [WYG20] Wu, B., Yu, X., & Gu, X.: Effectiveness of immersive virtual reality using headmounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), S. 1991–2005, 2020.