

Rebecca Ralser*, Johanna Trummer**, Lucas Weinberg*** & Lars Keller****

Ein Erfahrungsbericht aus dem Sparkling Science Projekt *Freeze For Future – Jugendliche schaffen Gletscherwelten für die Zukunft der Klimawandelbildung*

* rebecca.ralser@uibk.ac.at, Institut für Fachdidaktik, Bereich Education Communication for Sustainable Development (EDUCOMSD), Universität Innsbruck

** johanna.trummer@uibk.ac.at, Institut für Fachdidaktik, Bereich Education Communication for Sustainable Development (EDUCOMSD), Universität Innsbruck

*** lucas.weinberg@uibk.ac.at, Institut für Fachdidaktik, Bereich Mathematik und Naturwissenschaften (MSE), Universität Innsbruck

**** lars.keller@uibk.ac.at, Institut für Fachdidaktik, Bereich Education Communication for Sustainable Development (EDUCOMSD), Universität Innsbruck

***Freeze For Future* holt den Gletscher ins Klassenzimmer**

Hochgebirgsregionen stellen sensible Ökosysteme dar, die auf äußere Faktoren wie Temperaturanstieg schnell reagieren. Aus diesem Grund dienen sie als außerschulische Lernorte, an denen der Klimawandel spür- und sichtbar wird. Bedingt durch die Folgen des Klimawandels nehmen jedoch die Gefahren im Hochgebirge stetig zu. Felsstürze, Stein- und Eisschläge sowie Vermurungen, die durch das Schmelzen von Permafrost und Gletschereis entstehen, erschweren zunehmend schulische Exkursionen in diese Gebiete. Als Beispiele können hier die Bergsturzereignisse am Fluchthorn 2023 (vgl. Zhuang et al. 2025) und von Blatten 2025 (vgl. Schulte et al. 2025) genannt werden. Das Citizen-Science-Projekt *Freeze For Future – Jugendliche schaffen Gletscherwelten für die Zukunft der Klimawandelbildung* hat sich daher zum Ziel gesetzt, gemeinsam mit Jugendlichen und Forschenden der Universität Innsbruck eine virtuelle Gletscherexkursion zu entwickeln, um einen innovativen Zugang für zukünftige Bildungszwecke zu schaffen. Dieser Beitrag gibt Einblicke in die Projektumsetzung und deren Ergebnisse. Darüber hinaus bietet er Optionen für den Einsatz dieser virtuellen Lernumgebung im Unterricht.

Lernen im digitalen Raum: Potenziale und didaktische Einbettung

Exkursionen zu Orten wie Hochgebirgsregionen und Gletschervorfeldern, an denen Veränderungen durch den Klimawandel sichtbar werden, fördern authentisches, selbstbestimmtes Lernen (vgl. Keller et al.

2019; Young et al. 2020). Das durch den Klimawandel zunehmende Risiko von Naturgefahren wie Stein Schlag, Gletscherschmelze und Felssturz, die durch das Abtauen der Gletscher und des Permafrostes häufiger werden (vgl. Huss et al. 2013), aber auch die mit solchen Exkursionen verbundenen steigenden Kosten erschweren Exkursionen zu Hochgebirgsregionen für Schulen (vgl. Salman 2023). Vor diesem Hintergrund eröffnet der Einsatz von Virtual Reality (VR) neue Möglichkeiten für die Klimawandelbildung (vgl. Krammer et al. 2021).

Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz von VR, den traditionellen Unterricht durch immersive Lernerfahrungen zu bereichern (vgl. Hellriegel & Cubela 2018), wobei Immersion das psychologische Gefühl, in der virtuellen Umgebung präsent zu sein, beschreibt (vgl. Geniusas 2022). Computergenerierte, dreidimensionale Umgebungen (vgl. Niedermeier & Müller-Kreiner 2019) erschaffen realistische Erfahrungen, welche den Nutzer*innen das Gefühl geben, in eine ‚reale‘ Welt einzutauchen (vgl. Slater & Wilbur 1997; Oh et al. 2018). Durch VR-Brillen oder Google Cardboards, die mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablets in immersive Lernwerkzeuge umwandeln (vgl. Alsancak Sirakaya 2025), finden solche virtuellen Umgebungen den Weg in die Klassenzimmer.

VR-gestützte Lernmaterialien vermitteln Wissen über interaktive Erlebnisse, stärken vernetztes Denken und erhöhen die Motivation der Lernenden (vgl. Schollän 2019; Guerra-Tamez 2023). Selbstbestimmtes Lerntempo fördert in heterogenen Gruppen individuelle Voraussetzungen und Problemlösekompetenzen (vgl. Wyss et al. 2022). Im Rahmen einer

VR-Sitzung sollen jedoch die Dauer und die Intensität von VR-Sitzungen reguliert und durch Pausen sowie Reflexionsphasen ergänzt werden, um einer möglichen Reizüberflutung vorzubeugen (vgl. Cook & Lischer-Katz 2020). Ein zielgerichteter Einsatz der VR unterstützt den kompetenzorientierten Aufbau zentraler Bildungsziele im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung (vgl. Hellriegel & Cubela 2018; Sedlák et al. 2022). Neben den positiven Aspekten, die der Einsatz von VR mit sich bringt, ist jedoch zu beachten, dass VR das Natur-Erlebnis nicht ersetzen kann (vgl. Cerv et al. 2025). Nachteile können sich zudem dadurch ergeben, dass Nutzer*innen einer erhöhten kognitiven Belastung ausgesetzt sind und die Integration von VR in den Schulalltag aufgrund technischer Hürden nur schwer umsetzbar ist (vgl. Pirker & Dengel 2021). Für den Einsatz sind daher ein gut durchdachtes Design sowie eine fachdidaktische Begleitforschung des Designs ratsam.

Projektbeschreibung

Freeze For Future – Jugendliche schaffen Gletscherwelten für die Zukunft der Klimawandelbildung (FFF-Gletscherwelten) ist ein transdisziplinäres Citizen-Science-Projekt (2022–2025). Die Projektleitung liegt am Institut für Fachdidaktik der Universität Innsbruck. Gemeinsam mit Jugendlichen aus vier Schulen und Expert*innen wurde eine virtuelle Umgebung des Gaisbergferners (Ötztal, Tirol) entwickelt. Die Firma LASERDATA GmbH war für die technische Umsetzung des Projektes verantwortlich. FFF-Gletscherwelten wird im Rahmen der Sparkling Science 2.0 Ausschreibung (2021) durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) gefördert. Ziel war es, aus Sicht der Jugendlichen

eine virtuelle Lernumgebung zu schaffen, die künftigen Generationen Gletscherlandschaften erfahrbar macht. Die VR eröffnet dabei neue Zugänge zur Klimawandelbildung, indem sie neue, nur via VR erlebbare Perspektiven ermöglicht, und integriert zentrale Prinzipien der Bildung für nachhaltige Entwicklung, wie Zukunftsorientierung und verantwortungsvolles Handeln (vgl. Rieckmann 2018; Österreichische UNESCO-Kommission 2024).

Die Schüler*innen waren aktiv an Konzeption, Datenerhebung, Umsetzung und Evaluierung der VR-Umgebung beteiligt. Einer konstruktivistischen Exkursionsdidaktik folgend, erhielten die Schüler*innen beispielsweise die Möglichkeit, ihrem Interesse folgend einzelne Stationen, deren Inhalte im Verlauf des Artikels genauer erklärt werden, auszuwerten. Diese beruhen auf Begehungen des Untersuchungsgebietes, Interviews sowie Audio- und Fotoaufnahmen. Auf diese Weise trugen sie wesentlich zu Inhalten, Design und zur Optimierung der Benutzeroberfläche bei, um die Immersion und das Präsenzepfinden in der VR-Umgebung zu steigern (vgl. Holly et al. 2021). Transdisziplinarität, die Zusammenarbeit mit Schüler*innen, Forschenden und Expert*innen aus unterschiedlichen Fachbereichen, bilden gemäß des Citizen-Science-Ansatzes den Kern des Projektes (vgl. Rigolot 2020). Im Kontext von Arnsteins (1969) Leiter der Partizipation siedelt sich das Projekt auf den obersten beiden Sprossen an, da in dem von Erwachsenen initiierten Projekt Entscheidungen gemeinsam mit Jugendlichen getroffen werden, wobei die Schüler*innen auch die Koordination bestimmter Arbeitsaufträge übernehmen.

Die Firma LASERDATA GmbH entwickelte als technischer Projektpartner einen VR-Prototypen des Untersuchungsgebietes, welcher die Basis für das Pro-

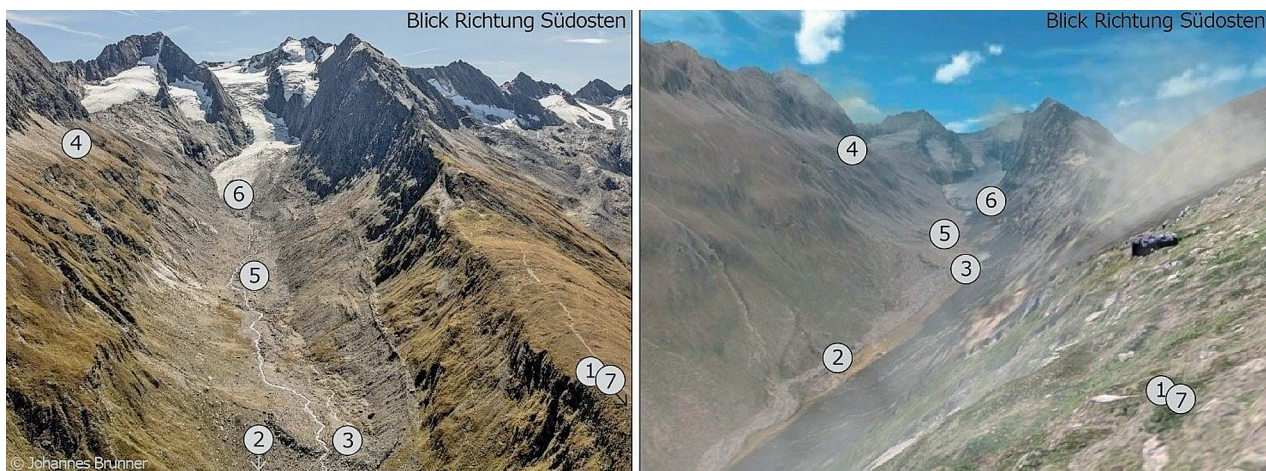


Abb. 1: Überblick über das Gaisbergtal mit räumlicher Verortung der Stationen der VR-Umgebung. Links: Drohnenaufnahme des Untersuchungsgebietes mit Blick Richtung Süden (Bildquelle: Johannes Brunner 2022). Rechts: Kartenausschnitt des Untersuchungsgebietes (Datenquelle: ÖK BEV/TIRIS 2025). Die Stationen lassen sich folgendermaßen den Beschreibungen in Kap. 3 zuordnen: (1) Ausgangspunkt der Exkursion, (2) 1850er Moräne, (3) 1920er Moräne, (4) Hoch über dem Tal in das Jahr 1953, (5) Zeitsprung in die Gegenwart, (6) Gletschertor des Gaisbergferners, (7) Reflexion und Rückblick auf der Hohen Mut (Quelle: eigene Darstellung)

jekt darstellte. Dieser diente den Schüler*innen im weiteren Projektverlauf als Arbeitsgrundlage. Während Forschungswochen in Obergurgl im Sommer 2023 und 2024 erkundeten die Schüler*innen das Gelände des Untersuchungsgebietes, entwickelten eigene Forschungsfragen und gestalteten Inhalte für die VR-Umgebung. Fotogrammetrische Drohnen-aufnahmen ergänzten dabei das digitale Modell. Die Projektarbeit folgte einem konstruktivistischen Ansatz und förderte eigenständiges, forschendes Lernen. Die ersten zwei Projektjahre galten der Konzeption und Weiterentwicklung der VR-Umgebung und das dritte Jahr diente ihrer Evaluation.

Erkenntnisse und Inhalte der virtuellen Gletscherwelt

Nach zwei Projektjahren liegt die finale VR-Umgebung der Exkursion zum Gaisbergferner vor. Sieben von Schüler*innen erarbeitete Stationen (siehe Abb. 1) führen vom Talbeginn bis zur Gletscherzunge, wo Nutzer*innen verschiedene Themen erkunden und diskutieren können.

Während der 15-minütigen VR-Gletscherexkursion durch das Gaisbergtal navigieren die Nutzer*innen per Teleportation zwischen Stationen, die durch Granate (rötliche kubische Mineralien) aktiviert werden (siehe Abb. 3). Jugendliche Sprecher*innen führen durch die Stationen mithilfe eigens verfasster Texte, die gemeinsam mit Forschenden entwickelt und professionell eingesprochen wurden. So entstand eine authentische, schüler*innenzentrierte Lernumgebung, die die Lernenden in das Zentrum stellt, indem sie ihrem Interesse und ihren Beobachtungen nach Themen vertieft erforschen können.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Stationen der Gletscherexkursion eingegangen. Abb. 2 und Abb. 3 veranschaulichen Ausschnitte aus der VR-Umgebung bildlich.

Überblick über die einzelnen Stationen

Die virtuelle Exkursion durch das Gaisbergtal beginnt auf der Hohen Mut (Station 1; siehe Abb. 2.1) mit einem Überblick über das Tal und einer Einführung in die Nutzung der VR-Umgebung. Von dort führt der Weg zur 1850er Moräne (Station 2; siehe Abb. 2.2), die ein ehemaliges Gletschermaximum markiert und zur Auseinandersetzung mit geomorphologischen Prozessen und der Kleinen Eiszeit anregt. Die 1920er Moräne (Station 3; siehe Abb. 2.3) bietet eine vergleichende Perspektive auf den Gletscherrückgang und an dieser Stelle können der anthropogene Klimawandel und seine Folgen thematisiert werden. Ein virtueller Perspektivenwechsel auf rund 2800 m Höhe ermöglicht an Station 4 (siehe Abb. 2.4a & Abb. 3.4b) den Vergleich historischer

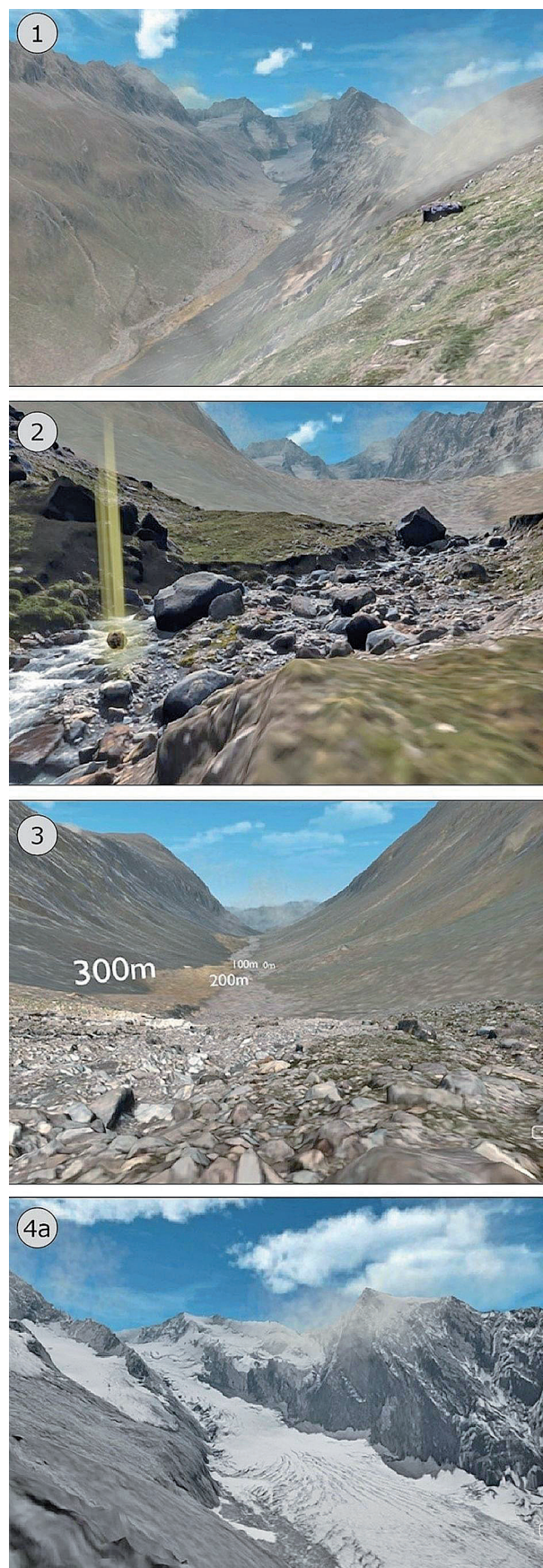


Abb. 2: Ausschnitte aus der VR-Umgebung. Die Nummerierungen stimmen mit jenen in Abb. 2 überein und lassen sich folgenden Stationen in Kapitel 3 zuordnen: (1) Ausgangspunkt der Exkursion, (2) 1850er Moräne, (3) 1920er Moräne, (4a) Hoch über dem Tal in das Jahr 1953 (Quelle: eigene Darstellung)

und aktueller Luftbilder (1953/2022) und macht das Ausmaß der Gletscherschmelze sichtbar. Station 5 (siehe Abb. 3.5) bietet einen Zeitsprung zurück ins Jahr 1953, wodurch der Masseverlust des Gletschers erfahrbar wird. An Station 6 (siehe Abb. 3.6), dem Gletschertor, treten akustische und visuelle Eindrücke in den Vordergrund, um die Dynamik und Verletzlichkeit des Gletschers anhand des eingestürzten Gletschertors zu verdeutlichen. Den Abschluss der Exkursion bildet erneut die Hohe Mut (Station 7; siehe Abb. 3.7), von der aus das gesamte Tal mit allen besuchten Stationen überblickt werden kann. Auf diese Weise können die Nutzer*innen das Erlebte noch einmal reflektieren.

Potentiale für die Verwendung in der Schule

Durch die im Projekt *FFF-Gletscherwelten* entstandene virtuelle Lernumgebung können Lernende virtuelle Exkursionen zum Gletscher unternehmen. Laut Zender et al. (2018) ist die Vermittlung komplexer Sachverhalte und Erkenntnisse auf verschiedenen Ebenen durch eine VR-Umgebung aufgrund der Möglichkeit zur Visualisierung besser vermittelbar als auf herkömmliche Art. Aus diesem Grund kann die virtuelle Lernumgebung als Unterrichtseinstieg für unterschiedliche Themen verwendet werden. An den einzelnen Stationen wird das Interesse der Schüler*innen geweckt sowie an bisheriges Wissen angeknüpft und dadurch werden schüler*innenzentrierte Lernprozesse gefördert. Dies wird in den nachfolgenden Punkten noch deutlicher veranschaulicht.

Durch das Erleben des Gletscherrückgangs werden abstrakte Prozesse konkret und erfahrbar (vgl. Kubisch et al. 2023; Keller et al. 2021; Young et al. 2020). Anhand kooperativer Arbeitsaufträge (z. B. Beobachtungsaufgaben, Diskussionen in Partner*innenarbeit) wird darüber hinaus soziales Lernen gefördert. Schüler*innen können Beobachtungen diskutieren, Hypothesen aufstellen oder Veränderungsprozesse bewerten. Nach dem VR-Erlebnis können Lernende die beobachteten Veränderungen analysieren und mit realen Daten, wie Satellitenbildern oder Klimadiagrammen, vergleichen. Dies ermöglicht auch den Transfer auf andere Regionen, Zukunftsszenarien oder verwandte Themenbereiche. Zu diesen Bereichen gehören zum Beispiel gefährdete Arten im Hochgebirge, Auswirkungen auf den Tourismus, die Landwirtschaft oder die Energiegewinnung.

Fazit und Ausblick

Das Citizen-Science-Projekt *FFF-Gletscherwelten* zeigt, wie VR, Klimawandelbildung und aktive Schüler*innenbeteiligung erfolgreich verknüpft werden

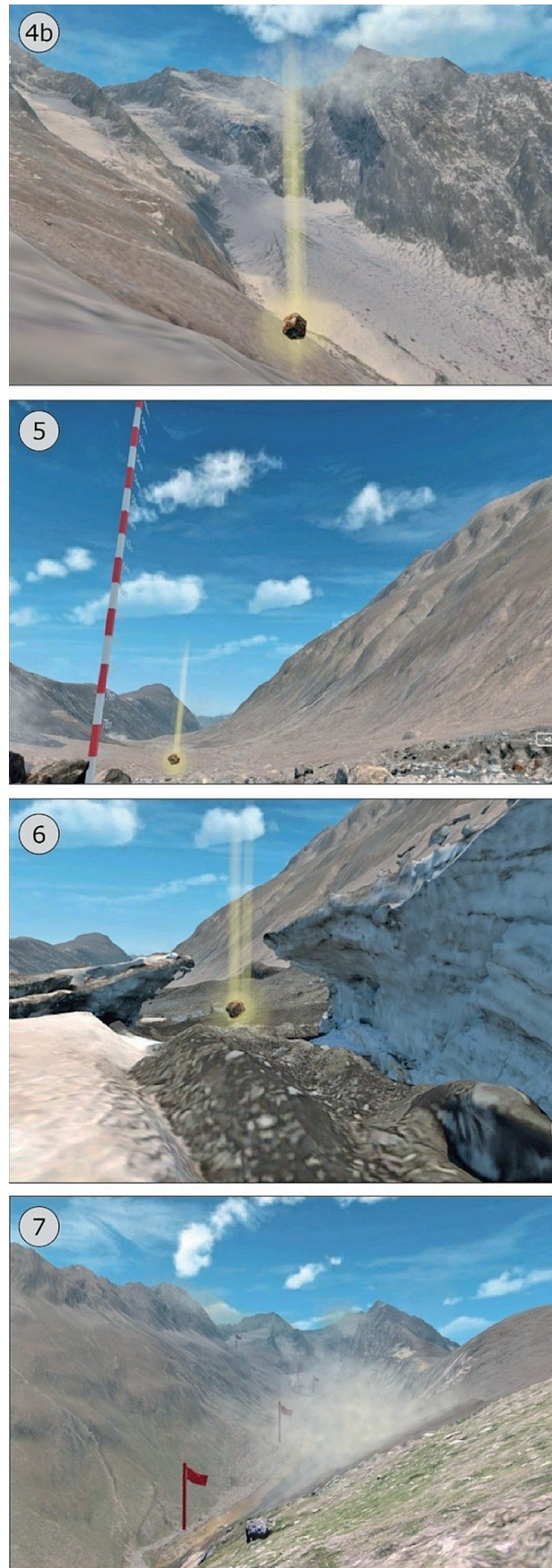


Abb. 3: (4b) Hoch über dem Tal in das Jahr 2022, (5) Zeitsprung in die Gegenwart, (6) Gletschertor des Gaisbergferners, (7) Reflexion und Rückblick auf der Hohen Mut (Quelle: eigene Darstellung)

können. Jugendliche wirkten nicht nur forschend, sondern auch gestalterisch mit, wodurch ihre Perspektiven direkt in die Entwicklung der Lernumgebung einfließen. Der Entwicklungsprozess ermöglichte eine fortlaufende Integration ihrer Beiträge, was zu gesteigerter Immersion und Nutzer*innenzentrierung führte.

Die VR-Umgebung wird nach Abschluss des Projekts für Bildungszwecke als Open-Source-Version zur Verfügung stehen. Die Veröffentlichung ist für Dezember 2025 geplant; es wird sowohl eine VR-Brillenkompatible Datei (.apk für Oculus Quest) als auch eine Desktopversion für PCs und Laptops bereitgestellt. Damit soll der nachhaltige und barrierefreie Zugang zu innovativen Lernmaterialien, unabhängig von technischen Voraussetzungen, gesichert werden. Die VR bietet ein praxisnahes und motivierendes Beispiel dafür, wie digitale Bildungsformate sinnvoll in die schulische Klimawandelbildung integriert werden können.

Danksagung

Wir danken allen beteiligten Personen, die tatkräftig bei der Umsetzung dieses Projektes mitwirkten. Ein besonderer Dank geht an die mitwirkenden Schüler*innen, die im Rahmen der bestehenden Schulkooperationen als Citizen Scientists dieses Projekt mit ihrem Wissen und ihren Erfahrungen mitgestaltet haben. Unser Dank gilt auch der Schweizerischen Botschaft in Österreich für ihre Unterstützung.

Literatur

- Alsancak Sirakaya, D. (2025): Systematic Examination of Educational Virtual Reality Studies: Google Cardboard. In: PER 12(3). S. 88–101. DOI: <https://doi.org/10.17275/per.25.35.12.3>
- Arnstein, S. R. (1969): A Ladder Of Citizen Participation. In: Journal of the American Institute of Planners 35(4). S. 216–224. DOI: <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>
- Cerv, P. B., A. G. Büssing & A. Möller (2025): Only green time, and not screen time, predicts connectedness to nature among urban middle school students. In: People and Nature 7(10). S. 2500–2510. DOI: <https://doi.org/10.1002/pan.3.70143>
- Cook, M. & Z. Lischer-Katz (2020): Practical steps for an effective virtual reality course integration. In: College & Undergraduate Libraries 27(2–4). S. 210–226. DOI: <https://doi.org/10.1080/10691316.2021.1923603>
- Geniusas, S. (2022): What Is Immersion? Towards a Phenomenology of Virtual Reality. In: Journal of Phenomenological Psychology 53(1). S. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1163/15691624-20221396>
- Guerra-Tamez, C. R. (2023): The Impact of Immersion through Virtual Reality in the Learning Experiences of Art and Design Students: The Mediating Effect of the Flow Experience. In: Education Sciences 13(2). 185. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13020185>
- Hellriegel, J. & D. Cubela (2018): Das Potenzial von Virtual Reality für den schulischen Unterricht. Eine konstruktivistische Sicht. In: MedienPädagogik Occasional Papers 2018. S. 58–80. DOI: <https://doi.org/10.25656/01:25951>
- Holly, M., J. Pirker, S. Resch, S. Brettschuh & C. Gütl (2021): Designing VR experiences—expectations for teaching and learning in VR. In: Educational Technology & Society 24(2). S. 107–119.
- Huss, M., A. Voinesco & M. Hoelzle (2013): Implications of climate change on Glacier de la Plaine Morte, Switzerland. In: Geographica Helvetica 68(4). S. 227–237. DOI: <https://doi.org/10.5194/gh-68-227-2013>
- Keller, L., S. Parth, S. Kubisch, C. Baumann, G. Wachsmann & A. Heufelder (2021): Klimawandel sichtbar machen: Das Projekt KlimaAlps. In: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society 30(3). S. 204–206. DOI: <https://doi.org/10.14512/gaia.30.3.15>
- Keller, L., J. Stötter, A. Oberrauch, A. Kuthe, A. Körfgen & K. Hüfner (2019): Changing Climate Change Education: Exploring moderate constructivist and transdisciplinary approaches through the research-education cooperation k.i.d.Z.21. In: GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society 28(1). S. 35–43. DOI: <https://doi.org/10.14512/gaia.28.1.10>
- Krammer, S., M. Leichtfried & M. Pissarek (2021): Deutschunterricht im Zeichen der Digitalisierung. StudienVerlag, Innsbruck.
- Kubisch, S., L. Keller & S. Parth (2023): Klimawandelbildung. In: Gryl, I., M. Lehner, T. Fleischhauer & K. W. Hoffmann (Hrsg.): Geographiedidaktik. Fachwissenschaftliche Grundlagen, fachdidaktische Bezüge, unterrichtspraktische Beispiele. Springer, Berlin. S. 155–166.
- Niedermeier S. & C. Müller-Kreiner (2019): VR/AR in der Lehre!? Eine Übersichtsstudie zu Zukunftsvisionen des digitalen Lernens aus der Sicht von Studierenden. https://www.pedocs.de/volltexte/2019/18048/pdf/Niedermeier_MuellerKreiner_2019_VR_AR_in_der_Lehre.pdf (01.11.2025)
- Oh, C. S., J. N. Bailenson & G. F. Welch (2018): A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents, and Implications. In: Frontiers in Robotics and AI 5. 114. DOI: <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00114>
- Österreichische UNESCO-Kommission (2024): Transformative Bildung, Global Citizenship Education und Bildung für Nachhaltige Entwicklung. Eine Erkundung. Dossier des Fachbeirats der Österreichischen UNESCO-Kommission „Transformative Bildung/Global Citizenship Education“. Eigenverlag, Wien.
- Pirker, J. & A. Dengel (2021): The Potential of 360° Virtual Reality Videos and Real VR for Education-A Literature Review. In: IEEE computer graphics and applications 41(4). S. 76–89. DOI: <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>

- Rieckmann, M. (2018): Die Bedeutung von Bildung für nachhaltige Entwicklung für das Erreichen der Sustainable Development Goals (SDGs). In: ZEP – Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik 41(2). S. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.25656/01:18955>
- Rigolot, C. (2020): Transdisciplinarity as a discipline and a way of being: complementarities and creative tensions. In: Humanities & Social Sciences Communications 7(1). 100. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00598-5>
- Salman, A. (2023): Field Trips and Their Effect on Student Learning: A Comparison of Knowledge Assessment for Physical versus Virtual Field Trips in a Construction Management Course. In: Virtual Worlds 2(3). S. 290–302. DOI: <https://doi.org/10.3390/virtualworlds2030017>
- Schollän, L. (2019): Chancen und Herausforderungen von Virtual Reality in ausgewählten Bildungskontexten. In: LBzM 20. S. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.21240/lbzm/20/16>
- Schulte, L., J. I. Santisteban, I. C. Fuller & J. A. Ballesteros-Cánovas (2025): Editorial preface to special issue: Temporal and spatial patterns in Holocene floods under the influence of past global change, and their implications for forecasting “unprecedented” future events. In: Global and Planetary Change 254. 105021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2025.105021>
- Sedlák, M., Č Šašinka, Z. Stachoň, J. Chmelík & M. Doležal (2022): Collaborative and individual learning of geography in immersive virtual reality: An effectiveness study. In: PLOS ONE 17(10). e0276267. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276267>
- Slater, M. & S. Wilbur (1997): A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. In: Presence: Teleoperators & Virtual Environments 6(6). S. 603–616. DOI: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Wyss, C., F. Furrer, A. Degonda & W. Bühler (2022): Augmented Reality in der Hochschullehre. In: MedienPädagogik 47. S. 118–137. DOI: <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.06.X>
- Young, J. C., L. D. Carsten Conner & E. Pettit (2020): ‘You really see it’: environmental identity shifts through interacting with a climate change-impacted glacier landscape. In: International Journal of Science Education 42(18). S. 3049–3070. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1851065>
- Zender, R., M. Weise, M. von der Heyde & H. Söbke (2018): Lehren und Lernen mit VR und AR – Was wird erwartet? Was funktioniert? In: Schiffner, D. (Hg.): Proceedings der Pre-Conference-Workshops der 16. E-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2018). Eigenverlag, Frankfurt.
- Zhuang, Y., R. K. Dash, Y. Bühler, R. Chen & P. Bartelt (2025): Fluidization and snow cover effects in rock-ice-snow avalanches: Lessons from Piz Cengalo, Fluchthorn, and Piz Scerscen events. In: Computers and Geotechnics 186. 107456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2025.107456>