

Projekttitel	Using virtual reality to learn about inaccessible micro- and macrocosmic structures in primary school	
Projektleitung	Prof. Dr. Corinna Martarelli FernUni Schweiz Fakultät für Psychologie Überlandstrasse 12 CH-3900 Brig E-Mail: corinna.martarelli@fernuni.ch Dr. Sebastian Tempelmann PHBern Institut Forschung, Entwicklung und Evaluation Fabrikstrasse 8 CH-3012 Bern E-Mail: sebastian.tempelmann@phbern.ch	Prof. Dr. Trix Cacchione PH FHNW Institut Primarstufe Bahnhofstrasse 6 CH-5210 Windisch E-Mail: trix.cacchione@fhnw.ch
Projektteam	Dr. Katrin Bölsterli-Bardy Josua Dubach, PHBern Dr. Matthias Probst, PHBern Maya Schärer, PHBern Natalie Schelleis, PH FHNW (ATEO: Softwareentwicklung)	
Abstract	Dieses im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramm für digitale Transformation (NFP77) geförderte Projekt untersucht, wie immersives Virtual Reality (IVR) Primarschulkindern Zugänge zu naturwissenschaftlichen Inhalten eröffnen kann, die ihrer direkten Wahrnehmung normalerweise entzogen sind (z. B. submikroskopische Phänomene wie Atome und Moleküle oder makrokosmische Phänomene wie Sonnensysteme). Da aktives Erleben und Manipulieren der Umwelt (Carey, 2009) als zentrale Quelle des Lernens gilt, bietet eine immersive und interaktive VR-Umgebung hierfür vielversprechendes Potenzial. Tatsächlich zeigen neuere empirische Studien, dass Immersion und Interaktivität in VR das naturwissenschaftliche Lernen effektiv unterstützen können. So berichten Liu et al. (2020), dass 11-jährige Schülerinnen und Schüler bei Themen wie Tierklassifikation, Wetterentstehung sowie menschlichem Atmungs- und Verdauungssystem deutlich mehr lernten, wenn sie IVR statt herkömmliche Materialien verwendeten. Ebenso fanden Chen et al. (2020) heraus, dass Lernende, die in virtuellen Lernumgebungen arbeiteten, nicht nur ein besseres konzeptionelles Verständnis, sondern auch verbesserte praktische Fertigkeiten aufwiesen. Auch andere Arbeiten verweisen auf das grosse Potenzial immersiver VR für die Naturwissenschaftsbildung bei insbesondere jüngeren Lernenden (Conrad et al., 2024; Coban et al., 2022; Parong & Mayer, 2021; Villena-Taranilla et al., 2022; siehe Dubach et al., 2025 für einen Überblick). Trotz dieser vielversprechenden Ergebnisse wurde IVR bislang jedoch nicht im regulären Klassenkontext untersucht, in dem ganze Schulklassen dem vorgegebenen Lehrplan folgen. Ziele und Design der Studie Ziel des Forschungsprojekts war es daher zu untersuchen, inwiefern IVR in authentischen Klassensettings mit Mehrwert eingesetzt werden kann und welchen Einfluss die Faktoren Immersion und Interaktion – einzeln und in	

Kombination – auf den Lernprozess haben. Zu diesem Zweck wurde ein VR-Lehrmittel zum Wasserkreislauf speziell für Schweizer Primarschulen entwickelt, das sich eng am Lehrplan 21 (D-EDK, 2016) orientiert. Dieses Lehrmittel kombiniert IVR-basierte Aktivitäten (z.B. eine virtuelle Wassermodellwelt) mit traditionellen Methoden wie Experimenten im Klassenzimmer (Dubach et al., 2022).

In einer **2x2-Studie** wurde der Einfluss von Immersion (VR-Headsets vs. Computer) und Interaktion (direktes Handeln in der VR vs. Beobachten einer Avatar-Interaktion) auf das Lernen untersucht. Insgesamt nahmen 165 Kinder im Alter von 11 bis 12 Jahren an einer vierwöchigen Intervention teil. Das Vorwissen wurde vor der Intervention erhoben, während das erworbene Wissen direkt im Anschluss an die Intervention und erneut acht Wochen später erfasst wurde.

Zentrale Befunde

Die Ergebnisse zeigen, dass Schülerinnen und Schüler, die mithilfe von VR-Headsets lernten, sowohl unmittelbar nach der Intervention als auch nach acht Wochen signifikant bessere Lernerfolge erzielten als jene, die mit dem Computer arbeiteten. Bezüglich der Interaktion konnten jedoch keine eindeutigen Vorteile einer direkten Handlungsbeteiligung gegenüber dem reinen Beobachten einer Avatar-Interaktion festgestellt werden.

Zusätzlich wurden verschiedene affektive, kognitive und physische Faktoren (z.B. räumliches Präsenzepfinden, Motion Sickness, kognitive Beanspruchung, körperliche Belastung und Zufriedenheit) erfasst. Diese Variablen untermauern die Schlussfolgerung, dass Immersion durch Headsets einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis abstrakter naturwissenschaftlicher Konzepte bei Primarschülerinnen und Primarschülern leisten kann. Separate Auswertungen zum Teilchenmodell ergaben zudem, dass VR besonders gut geeignet ist, Modellvorstellungen zu vermitteln, ohne dabei Fehlkonzepte über die symbolische Natur von Modellen zu verstärken (Dubach et al., 2025).

Bedeutung für die Praxis und Ausblick

IVR lässt sich nach unseren Ergebnissen erfolgreich in den regulären Unterricht integrieren und bietet insbesondere bei der Thematisierung von sonst nicht erfahrbaren Inhalten einen vielversprechenden Ansatz (Liu et al., 2020; Chen et al., 2020; Shi et al., 2022). Da in dieser Studie kein signifikanter Interaktionseffekt festgestellt werden konnte, wird derzeit in einer weiteren, stärker kontrollierten Studie untersucht, wie sich unterschiedliche Formen der Interaktion in VR konkret auf den Lernerfolg auswirken.

Um den Transfer in die Schulpraxis zu erleichtern, wird die gesamte Lernumgebung – einschliesslich Unterrichtsplanungen, Arbeitsblättern, Experimentieranleitungen und der VR-Anwendung – allen interessierten Lehrpersonen frei zur Verfügung gestellt. An der PHBern steht darüber hinaus das «Ideen-Set VR Wasserkreislauf» zur Ausleihe bereit; es beinhaltet sämtliche Materialien einschliesslich eines Sets von VR-Brillen für den Klasseneinsatz.

Insgesamt verdeutlicht das Projekt, dass Virtual Reality einen wertvollen Beitrag leisten kann, um für Kinder schwer vorstellbare naturwissenschaftliche Phänomene erlebbar zu machen und nachhaltige Lernfortschritte zu fördern.

	Weitere Forschung zu den spezifischen Wirkmechanismen von Interaktions- elementen sowie zur langfristigen Integration in den Lehralltag ist jedoch not- wendig, um das Potenzial immersiver Medien im schulischen Kontext voll auszuschöpfen.
Schlagworte	Wasserkreislauf, Virtuelle Realität, Immersion, Interaktion
Laufzeit	01.05.2020 bis 31.12.2024

Stand: 15.04.2025