

„...als sei man mittendrin“ – Lehramtsstudierende konzipieren Virtual-Reality-Exkursionen zu Themen der Bildung für nachhaltige Entwicklung

Daniel Wirth und Ulrike Ohl

Inhaltsverzeichnis

5.1	Potenziale der Virtual Reality in der Bildung für nachhaltige Entwicklung	49
5.2	Die Virtual-Reality-Exkursion als vielversprechende Methode zur Vermittlung von BNE-relevanten Inhalten	51
5.3	Digitalitätsbezogene Professionalisierung von angehenden Geografielehrkräften	53
5.4	Seminarkonzeption „Virtual-Reality-Exkursionen in der Bildung für nachhaltige Entwicklung“	54
5.5	Erste Ergebnisse der Seminarevaluation	56
5.6	Fazit und Ausblick	58
	Literatur.	58

5.1 Potenziale der Virtual Reality in der Bildung für nachhaltige Entwicklung

Bei der Behandlung der faktisch und ethisch komplexen wie auch häufig kontroversen Themen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) im Unterricht besteht oftmals die Herausforderung, dass die jeweils relevanten Prozesse nicht unmittelbar für die Schülerinnen und Schüler erfahrbar gemacht werden können. Dies liegt daran, dass sie

D. Wirth (✉)

Didaktik der Geographie, Universität Würzburg, Bavaria, Deutschland

E-Mail: daniel.wirth@uni-wuerzburg.de

U. Ohl

Lehrstuhl für Didaktik der Geographie, Universität Augsburg, Augsburg, Österreich

E-Mail: ulrike.ohl@geo.uni-augsburg.de

oftmals an Orten stattfinden, die den Lernenden nicht oder nur sehr schwer zugänglich gemacht werden können. Gründe hierfür sind Zeitmangel, Gefahren, ethische Herausforderungen oder hohe Kosten (Freina und Ott 2015). Dabei wäre gerade diese originale Begegnung oder Anschaulichkeit erforderlich, um die für den Aufbau von Gestaltungs-kompetenz wichtigen Prinzipien des Perspektivenwechsels und der Evokation von Empathie bestmöglich zu realisieren (de Haan 2008; Jahn und Haspel 2014) und damit den Anforderungen einer BNE im Sinn transformativer Bildung (Lange 2012) gerecht zu werden.

Durch die Verwendung neuer Technologien ist es möglich, diese Lücke ein Stück weit zu schließen. So bietet der Einsatz von Virtual Reality (VR) didaktische Potenziale, den genannten Herausforderungen zu begegnen. VR ist eine Technologie, die eine computergenerierte Umgebung erzeugt und es den Nutzer*innen durch das Aufsetzen einer VR-Brille ermöglicht, an einem beliebigen Ort in einen dort nicht vorhandenen Raum „einzutauchen“ (Dörner et al. 2013; Slater und Sanchez-Vives 2016; Buchner und Aretz 2020). Nachdem Vorüberlegungen zu diesem Prinzip bereits mehrere Jahrzehnte alt sind, haben technologische Fortschritte (kleinere und leistungsfähigere Mikrochips und Displays bei gleichzeitig stark sinkenden Preisen) in den letzten Jahren der breiten Öffentlichkeit eine einfache Zugänglichkeit ermöglicht (Dörner et al. 2013). Zunächst fand die Technologie vor allem in Computerspielen Verwendung. Im Bildungsbereich wurde VR zunächst im Rahmen der beruflichen Bildung eingesetzt (z. B. beim Training der Steuerung von Maschinen).

Hinsichtlich der didaktischen Potenziale von VR wird neben einer Steigerung von Interesse (Filter et al. 2020) auch die verstärkte Evokation von Empathie postuliert (Bailenson 2018b). Zudem können raumbezogene Strukturen und Prozesse erklärt werden, die anderweitig nicht darstellbar sind (Stojšić et al. 2017). Zur Vermittlung geowissenschaftlicher Inhalte mittels VR im Schulunterricht wird auch eine gesteigerte Lernleistung durch VR berichtet (Jitmahantakul und Chenrai 2019; Markowitz et al. 2018). Für die Perspektive der Studierenden wurde gezeigt, dass die Simulation von Prozessen der Realwelt durch VR in der Hochschulbildung hinsichtlich der Lernleistung im Vergleich zu anderen Methoden besonders effektiv ist (Schneider und Preckel 2017). Weiter schlägt der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) VR auch zur Erkundung von Krisengebieten und Weltnatur- und -kulturerbe im Unterricht vor (WBGU 2019, S. 86, 283) und Fauville et al. (2020) stellen heraus, dass VR ein vielversprechendes Instrument zur Förderung des Bewusstseins für den Klimawandel ist.

Dieser Beitrag soll aufzeigen, inwiefern speziell Virtual-Reality-Exkursionen (VRE) als besondere Form von VR-Lernumgebungen im Kontext der BNE zielführend eingesetzt werden können. Im Anschluss an eine Klärung der didaktischen Potenziale wird ein Seminarkonzept vorgestellt, das angehende Geografielehrkräfte dazu befähigt, selbst VRE zu gestalten und im Unterricht gewinnbringend einzusetzen. Dieses Konzept ist auch in anderen Fächern als der Geografie bei der Behandlung von BNE-Themen einsetzbar. Beispiele sind die Fächer Biologie (z. B. Vergleich des Ökosystems Wald an verschiedenen Standorten) und Physik (z. B. Erkunden eines Wasserkraftwerks).

5.2 Die Virtual-Reality-Exkursion als vielversprechende Methode zur Vermittlung von BNE-relevanten Inhalten

Exkursionen genießen in der Geografiedidaktik im Allgemeinen und in Bezug auf BNE im Besonderen einen hohen Stellenwert, da durch sie „Betroffenheit, Problembewusstsein, Frage- und Infragestellung“ möglich werden (Rinschede und Siegmund 2020, S. 168; vgl. auch Schrüfer und Schockemöhle 2012). Oftmals ist die originale Begegnung mit dem konkreten Lerngegenstand, wie in Abschn. 5.1 dargestellt, jedoch nicht möglich. In diesen Fällen kann durch VRE eine annähernd den Eigenschaften der Exkursionen entsprechende, mediale Repräsentationsform didaktisch fruchtbar gemacht werden (Freina und Ott 2015; Bailenson 2018a).

Unter VRE versteht man eine Reihe von 360-Grad-Sphären-Fotografien oder 360-Grad-Videos, die digital mit weiteren ortsbezogenen Inhaltselementen („points of interest“) wie Grafiken, Texten oder Audiokommentaren angereichert als VR-Lernumgebung konzipiert ist. Die VR-Technologie ermöglicht es den Betrachtenden, die Perspektive im dargestellten Raum frei zu wählen (Immersion) (Slater und Sanchez-Vives 2016; Bredl und Herz 2010). Hierdurch ergibt sich ein Gefühl, Teil des gezeigten Raums zu sein (Präsenzerleben), also ein Gefühl, „als sei man mittendrin“ (Aelker 2016). Je nach technischer Ausstattung des Präsentationsgeräts (Jensen und Konradsen 2018; Zobel et al. 2018) kann der Betrachtende auch mit dem virtuellen Raum interagieren, d. h. es können beispielsweise virtuelle Gegenstände bewegt werden. Je realitätsnaher die computergenerierte Umgebung ist und je mehr simulierte Interaktion mit ihr möglich ist, desto höher ist der Grad an Immersion. In Bildungskontexten wird die Interaktion mit dem virtuellen Raum vor allem dazu genutzt, ihn selbstständig und im Rahmen des problemlösenden Lernens zu erkunden (Buchner und Aretz 2020; Detyna und Kadiri 2019; Prisille und Ellerbrake 2020, S. 327). Hierdurch wird ein individuelles Erleben des Raums und ein daran anschließendes kritisch-reflektierendes Denken über die raumbezogenen Lerninhalte möglich (Birkelbach et al. 2019). Die VR-Lernumgebung wird mithilfe weiterer Arbeitsmaterialien (z. B. Informations- und Sicherungsblätter) durch die Lernenden durchgeführt.¹

Bei der Durchführung einer VRE wird häufig das Prinzip des *Bring Your Own Device* (Kleiner und Disterer 2018) verfolgt. Dies bedeutet, dass bewusst auf hochpreisige, durch die Schule oder Hochschule angeschaffte VR-Brillen verzichtet und sich stattdessen die ubiquitäre Verfügbarkeit von eigenen Smartphones der Lernenden (MPFS 2020) zunutze gemacht wird. Um einen Eindruck räumlicher Tiefe, die physikalisch nicht vorhanden ist (Stereoskopie), mittels Smartphone zu ermöglichen, werden

¹Begrifflich verwandt, jedoch hinsichtlich der Repräsentationsform anders sind Virtuelle Exkursionen (Lindau (2014, S. 261 f.); Wiktorin (2018, S. 225)). Diese sind nicht immersiv, sondern setzen auf hypertextuelle zweidimensionale Darstellungen.

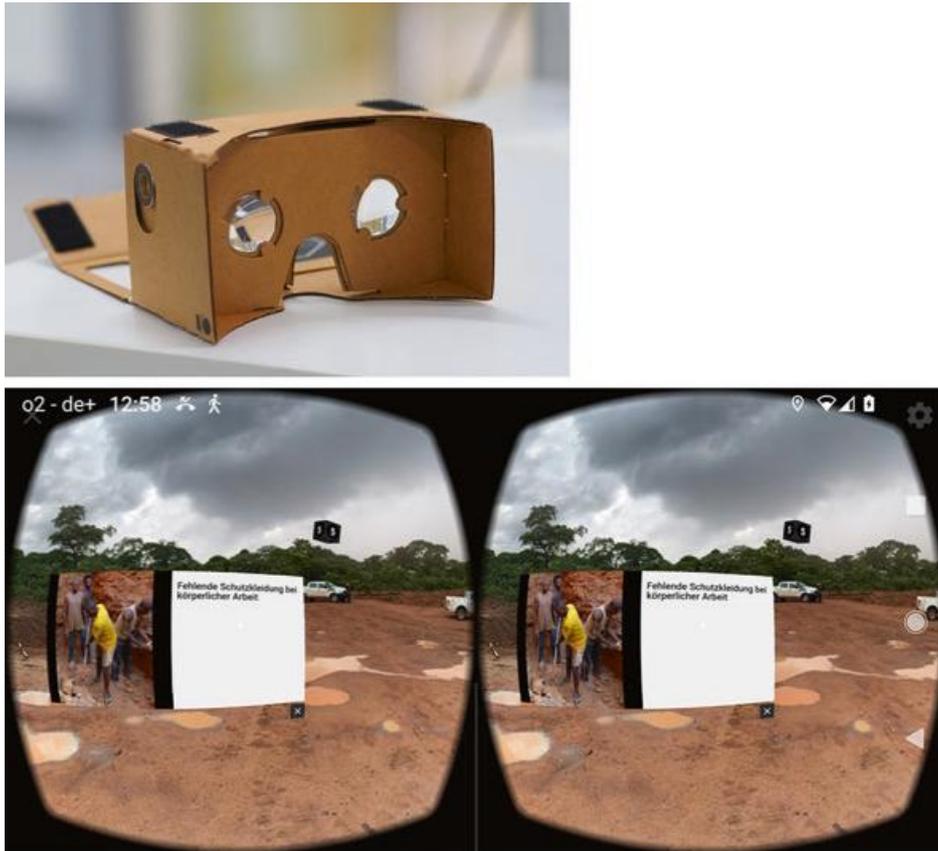


Abb. 5.1 Links: Cardboard mit optischen Linsen zur Aufnahme des schüler*inneneigenen Smartphones. Rechts: Screenshot des Smartphones mit Darstellung des Doppelbildschirms als Voraussetzung für das stereoskopische Sehen (links: CC Author „othree“, rechts Ausschnitt aus <https://www.thinglink.com/video/1422578761940860929>)

Gestelle aus Karton (sog. Cardboards) eingesetzt, in die die Geräte eingelegt werden können (Abb. 5.1). Dieses Prinzip hat neben der Kostenersparnis die Vorteile, dass der Administrationsaufwand an die Lernenden delegiert werden und der Einsatz ohne größeren technischen Vorbereitungsaufwand erfolgen kann. Jedoch gibt es im Setting des *Bring-Your-Own-Device*-Prinzips auch Nachteile. Vereinzelt gibt es Herausforderungen bei der Kompatibilität von Smartphone, Software, Cardboard und Betrachter. Zudem ist mit Smartphones und Cardboards gegenüber hochpreisigen Endgeräten mit eingebautem Monitor (Head Mounted Devices, HMD) eine geringere Bildqualität zu erzeugen (Jensen und Konradsen 2018). Dies kann gegebenenfalls das Präsenzerleben schmälern.

Wie sich zusammenfassend zeigt, bringt die VR-Technologie im Allgemeinen sowie die VRE im Besonderen eine Reihe pädagogischer und didaktischer Potenziale bei der Behandlung von BNE-Themen hinsichtlich der Möglichkeiten des Aufbaus von Gestaltungskompetenz mit sich (de Haan 2008). Dies gilt insbesondere dann, wenn eine reale Begegnung nicht möglich ist und wichtige Prinzipien wie Anschaulichkeit oder das Ermöglichen von Empathie im Fokus stehen. Für die Sekundarstufe I und II

wurden im Kontext des im Abschn. 5.4 vorgestellten Seminars VRE z. B. für die Themen *Textilproduktion* und *-konsum* sowie *Nachhaltige Stadtentwicklung* weltweit entwickelt. Entsprechende Unterrichtsthemen für die Primarstufe sind etwa *Abfall: sortieren, vermeiden, recyceln* (mit Visualisierung der globalen abfallwirtschaftlichen Prozesse) und *Nachhaltige und fair produzierte Lebensmittel aus Ländern des Globalen Südens*.

Jedoch sind VRE durchaus kritisch zu sehen, wenn Lehrende und Lernende sie realen Exkursionen gleichsetzen und letztere dadurch seltener durchgeführt würden. Hier sei betont, dass die reale Exkursion durch keine andere Methode oder Medium ersetzbar ist. Daraus folgt, dass angehende Lehrkräfte die kritisch-konstruktive Anwendung sowie das Design derartiger Lernumgebungen erlernen müssen, um diese Potenziale fruchtbar machen zu können. Dafür muss eine Reihe an Kompetenzen erworben werden, die im nächsten Abschnitt dargestellt werden.

5.3 Digitalitätsbezogene Professionalisierung von angehenden Geografielehrkräften

Während es bei der Vermittlung von BNE-Themen grundsätzlich spezifische Unterrichtsprinzipien zu berücksichtigen gilt (z. B. Vermeidung unterkomplexer Darstellungen, Arbeit mit Basiskonzepten, Sichtbarmachen und Ertragen unsicheren Wissens; Ohl 2018, S. 135ff.), benötigen Lehrkräfte für die Erstellung, Durchführung und Reflexion von VRE darüber hinaus digitalitätsbezogene Kompetenzen zum Aufbau professioneller Handlungskompetenz. Im Kontext der Digitalisierung wurden Erweiterungen hinsichtlich der Aspekte des klassischen Modells (Baumert und Kunter 2006) vorgenommen. Dies ist erforderlich, da Lehrkräfte über spezifische Kompetenzen verfügen sollten, um einen lernprozessförderlichen Einsatz digitaler Medien zu gestalten (KMK 2016; GFD 2018; HGD 2020). Hier setzen Kompetenzmodelle wie TPaCK (Mishra und Koehler 2006), DigCompEdu (Redecker 2017) und DPaCK (Huyer et al. 2019a) an. Neben den Spezifika, die die einzelnen Modelle enthalten, werden bestimmte Fähigkeiten und Fertigkeiten durchgängig als besonders relevant angesehen. Unter Bezug auf Mishra und Kohler (2006) und Redecker (2017) identifizieren Lorenz und Endberg (2019) diesbezüglich die drei folgenden zentralen Bereiche:

- „[1.] das Wissen und die Erfahrung von Lehrpersonen im Umgang mit Technologien und digitalen Ressourcen,
 - [2.] die pädagogisch-didaktischen Kompetenzen der Lehrpersonen zur Gestaltung von mediengestütztem Unterricht sowie
 - [3.] das Wissen um die Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler.“
- [Nummerierung: Verf.]

Dieser Beitrag bezieht sich gezielt auf die ersten beiden Bereiche. Somit fokussieren die weiteren Ausführungen vorrangig die Schulung des Umgangs der (angehenden) Lehrkräfte mit digitalen Medien, hier am Beispiel von VR. Es soll herausgearbeitet werden,

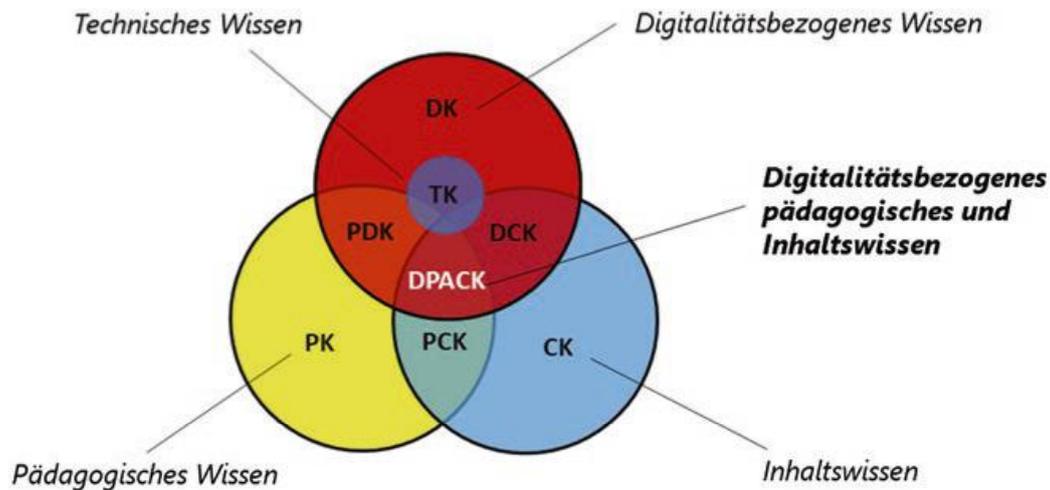


Abb. 5.2 Das DPaCK-Kompetenzmodell (verändert nach Huwer et al. 2019b, S. 361)

wie das Wissen, aber auch die Erfahrungen mit dem Einsatz der Technologie in der Hochschullehre zielführend aufgebaut werden können.

Dabei soll das technologische Wissen entsprechend dem DPaCK-Modell (Abb. 5.2; Huwer et al. 2019b) um den Aspekt des digitalitätsbezogenen Wissens erweitert werden (zum Begriff Digitalität s. ausführlich Huwer et al. 2019a). Digitalitätsbezogenes Wissen geht über das reine technologiebezogene Wissen hinaus. Am Beispiel von VR bedeutet dies, dass (angehende) Lehrkräfte nicht nur befähigt werden sollten, die Technologie zu verstehen und zu nutzen. Darüber hinaus ist es essenziell, sich auch kritisch etwa mit den Manipulationsmöglichkeiten der Technologie auseinanderzusetzen. So können dargestellte Räume z. B. mittels Bildbearbeitungssoftware verändert worden sein, wodurch dem Betrachtenden eine nichtexistierende Realität vorgespielt wird. Gerade im Hinblick auf die Ziele der BNE wäre diese Manipulation problematisch. Gleichzeitig sollten Lehrkräfte im Sinn des zweiten oben genannten Bereichs auch in der Lage sein, eigene VR-Umgebungen zu gestalten. Ziel sollte also sein, dass Lehrkräfte über das Wissen und die Erfahrungen verfügen, die Technologie entsprechend kritisch-reflexiv einzusetzen.

5.4 Seminarkonzeption „Virtual-Reality-Exkursionen in der Bildung für nachhaltige Entwicklung“

„Virtual-Reality-Exkursionen in der Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ist ein Projektseminar im Wahlpflichtbereich, das von Geografielehramtsstudierenden aller Schularten im vierten bis sechsten Semester belegt werden kann. Es wurde in der vorliegenden Form (leicht adaptiert) bereits dreimal mit insgesamt 78 Studierenden durchgeführt.

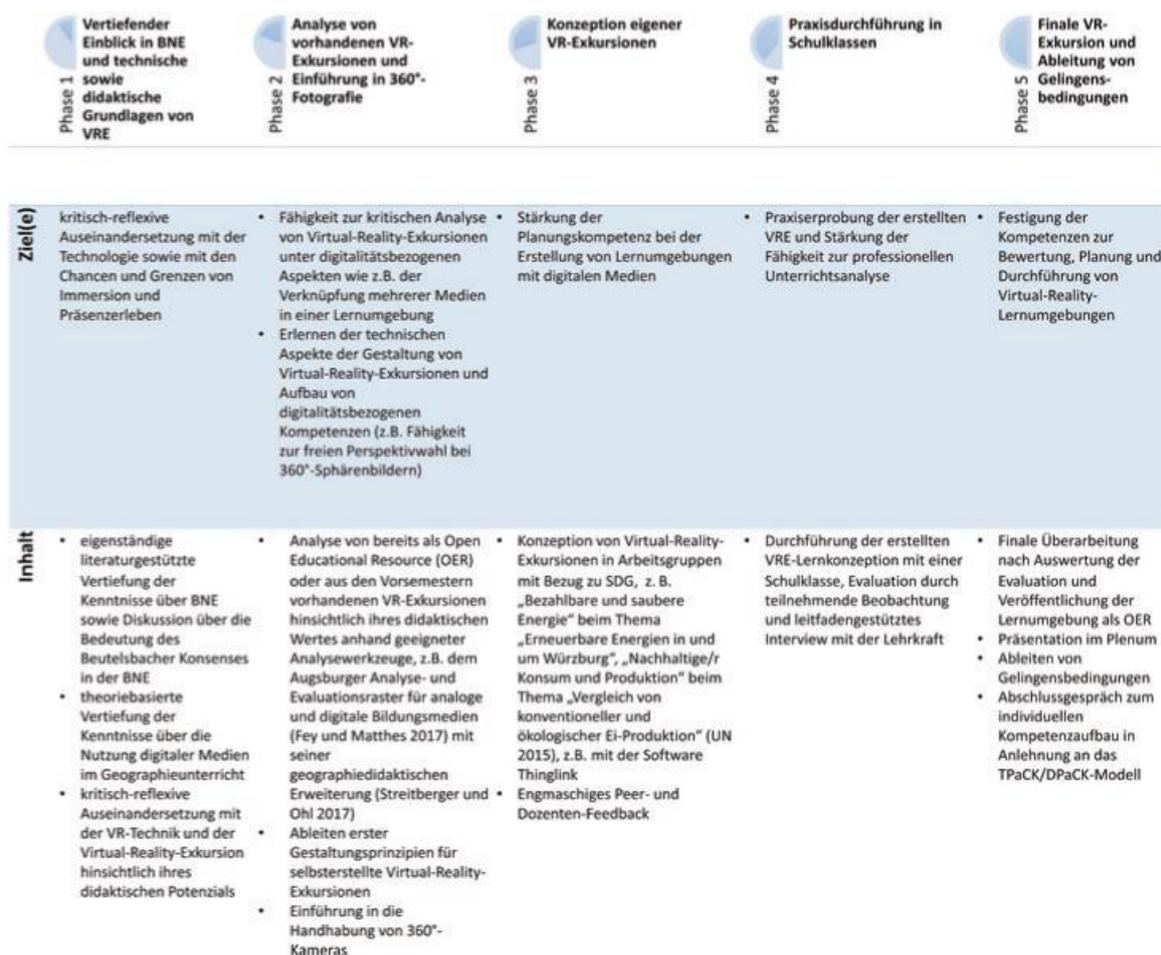


Abb. 5.3 Seminarkonzept „Virtual-Reality-Exkursionen in der Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (Eigene Darstellung)

Grundlegend für die Seminarkonzeption sind, in Anknüpfung an die Ausführungen in Abschn. 5.3, die folgenden Kompetenzerwartungen:

1. Angehende Geografielehrpersonen sind in der Lage, bestehende VRE zu Themen der BNE kritisch zu analysieren und sie innerhalb passender Lernumgebungen zu implementieren.
2. Sie sind in der Lage, eigenständig, theoriegeleitet und unter Beachtung des Zusammenwirkens der Kompetenzbereiche des TPaCK/DPaCK BNE-relevante Lernumgebungen mit VRE zu planen, zu entwickeln und deren Einsatz in der schulischen Praxis kriteriengeleitet zu evaluieren.

Aus diesen Kompetenzerwartungen resultieren konkrete Ziele für die einzelnen Phasen der Lehrveranstaltung. Diese werden in Abb. 5.3 aufgeführt.

Skizze der Durchführung Das Seminar wird in fünf Phasen zu je sechs Zeitstunden gleichmäßig über die Vorlesungszeit verteilt durchgeführt:

Einen Überblick zu Webapps, mit denen VRE gestaltet werden können, bieten Fuchs (2018) und Wirth (2021). Eine schrittweise Hinführung zur Nutzung und Erstellung von VRE, die auch im Seminar verwendet werden, findet sich bei Wirth (2019; 2020).

5.5 Erste Ergebnisse der Seminarevaluation

Die bisherigen Seminardurchläufe wurden im Rahmen einer explorativen Begleitforschung evaluiert. Diese Evaluation bildet zugleich eine wichtige Grundlage für eine folgende umfassendere Studie mit einem Interventionsstudiendesign. Zur Evaluation wurden während des Seminars mehrere Gruppendiskussionen geführt, um zu erfassen, welche Erfahrungen die Studierenden bei der Analyse vorhandener VR-Lernumgebungen sowie bei der Konzeption, beim Einsatz und bei der Evaluation eigener VRE machen und wie sie diese bewerten. Während des Seminars gewannen die Studierenden in Bezug auf die erste oben genannte Kompetenzerwartung u. a. die Erkenntnis, dass beim Einsatz von VR im Kontext der BNE nicht nur rein technische/digitalitätsbezogene Aspekte betrachtet, sondern diese eng mit den inhaltsbezogenen und pädagogischen Aspekten verknüpft werden müssen. Auch zeigte sich, dass Studierende mit anfänglicher Skepsis gegenüber VR (z. B. wegen fehlenden digitalitätsbezogenen Wissens) diese rasch abbauten, wenn sie eine konkrete Lernumgebung erstellen und erproben konnten.

In Bezug auf die zweite oben genannte Kompetenzerwartung hat es sich als besonders zielführend herausgestellt, dass die Seminarteilnehmenden die Möglichkeit haben, die von ihnen entwickelten Lernumgebungen mit Schüler*innen im Rahmen einer responsiven Praxisphase zu erproben, da sie erst hierdurch mit technischen Herausforderungen der Methode im konkreten Anwendungsfall umzugehen lernten und ihre Selbstwirksamkeit erfahren konnten. Den Einsatz von VR beim Unterrichten von BNE-Themen bewerteten die Teilnehmenden durchweg sehr positiv. Vor allem unterstrichen sie die Vorzüge der 360-Grad-Raumdarstellung gegenüber den Möglichkeiten klassischer Medien und die damit verbundene Möglichkeit des eigenständigen Erkundens eines Raums. In Bezug auf die zweite oben genannte Kompetenzerwartung und im Sinn von digitalitätsbezogenem pädagogischem und Inhaltswissen (DPaCK; Huwer et al. 2019b) zeigten die Gruppendiskussionen, dass es bei der Implementierung von VR in einer Seminarveranstaltung für Lehramtsstudierende besonders wichtig ist, die Teilkompetenzen integriert zu vermitteln, also beispielsweise die didaktischen Potenziale und Grenzen einer Technologie vor dem Hintergrund eines konkreten Unterrichtsthemas zu betrachten, anstatt die Funktionsweise einer VR-Brille ohne inhaltliche Bezüge zu erörtern.

Herausfordernd stellte sich die Heterogenität der Studierenden bezüglich digitalitätsbezogener Kompetenzen zu Beginn des Seminars dar. Diese wirkte sich auf die anfängliche Performanz der Studierenden hinsichtlich der Planung und Entwicklung

der VRE mit Lernumgebungen aus. Die Seminarteilnehmer*innen entwickelten während des Seminars sukzessive spezifische Gestaltungskriterien für die Erstellung von VRE und formulierten Gelingensbedingungen für die Durchführung von VRE mit Schüler*innen. Dabei stellte sich z. B. heraus, dass die Passung von VRE und Begleitmaterial hinsichtlich klar festgelegter Kompetenzerwartungen sowie eine genaue Einführung der Schüler*innen in den Umgang mit den Cardboards im Vorfeld der eigentlichen Durchführung besonders wichtig sind.

In weiteren Seminaren soll ein besonderes Augenmerk auf den Aufbau der Planungskompetenz in digitalen Lehr-Lern-Settings gelegt und untersucht werden, inwiefern diese im Rahmen der Lehrveranstaltung gesteigert werden kann.

Hinsichtlich der professionellen Handlungskompetenzen angehender Lehrkräfte können unter Bezug auf diese Erkenntnisse und in Anlehnung an Mittrach et al. (2022) folgende Designmerkmale für die Konzeption künftiger Lehrangebote folgende Konsequenzen abgeleitet werden:

Lehrveranstaltungen sollten

1. vertiefte Kompetenzen über die Vermittlung von BNE und das Unterrichten mit digitalen Medien im Unterricht anhand konkreter Unterrichtsthemen vermitteln oder darauf aufbauen.
2. technisches Hintergrundwissen zu VR vermitteln: Zentrale Begrifflichkeiten wie beispielsweise Immersion und Präsenz müssen literaturbasiert geklärt und verschiedene Hard- und Softwarezugänge aufgezeigt werden.
3. eigene immersive Erfahrungen am Beispiel von BNE-relevanten Themen und Raumbeispielen für die angehenden Lehrkräfte ermöglichen: Eigene umfangreiche Erfahrungen von Immersion und Präsenzerleben bilden die Grundlage für das Verständnis um die Chancen und Grenzen der Technologie.
4. die Konzeption eigener immersiver Lernumgebungen, die auf den Aufbau von BNE-spezifischen Kompetenzen abzielen, integrieren: Durch eine Gestaltung von VR-Lernumgebungen kann eine aktive Auseinandersetzung mit den technischen Möglichkeiten und Grenzen erfolgen. Peer- und Dozierendenfeedback sollte dabei als Lerngelegenheit berücksichtigt werden.
5. Reflexionsräume schaffen: Potenziale und Herausforderungen von VR hinsichtlich BNE-spezifischer didaktischer Anforderungen sollten sowohl literatur- als auch erfahrungsbasiert diskutiert werden.

Diese Designkriterien gilt es, künftig vor dem Hintergrund der Förderung professioneller Handlungskompetenzen von Lehrkräften am Beispiel von VR weiter zu konkretisieren. Dabei sollten auch die übrigen Facetten professioneller Handlungskompetenz und auch der Bereich 3 nach Lorenz und Endberg (2019) (s. o., Abschn. 5.3) Berücksichtigung finden.

5.6 Fazit und Ausblick

VR könnte eine der disruptivsten Technologien unserer Zeit sein (Coles 30.11.2020). Daher ist es notwendig, deren Bildungspotenziale gezielt zu eruieren und fruchtbar zu machen. Wie in diesem Beitrag gezeigt wurde, kann VR einige Anforderungen an eine BNE wie Anschaulichkeit und die Möglichkeit der Perspektivenübernahme besonders gut erfüllen und bietet dadurch die Grundlage für eine BNE als transformative Bildung (Lange 2012). Doch um diese Potenziale tatsächlich ausschöpfen zu können, bedarf es eines gezielten Ausbaus der digitalitätsbezogenen Kompetenzen von Lehrkräften.

Dabei sollte auch beachtet werden, dass VR Limitationen unterliegt. So ist die Interaktion mit dem computersimulierten Raum begrenzt und beispielsweise olfaktorische oder gustatorische Wahrnehmung derzeit noch nicht möglich – hier bleibt die originale Begegnung als alle Sinne ansprechende Darstellungsform deutlich überlegen. Das vorgestellte Seminkonzept stellt eine zielführende Möglichkeit dar, angehende Lehrkräfte zur Erstellung von VR-Lernumgebungen und zum gewinnbringenden Einsatz von VR im Unterricht zu befähigen. Nachdem neue Technologien einem stetigen Wandel unterliegen, wird es zukünftig unumgänglich sein, vorhandene Konzeptionen wie diese an die sich verändernden Möglichkeiten anzupassen.

Das Projekt wird durch die Joachim Herz Stiftung im Kolleg Didaktik:digital gefördert.

Literatur

- Aelker L (2016) Präsenzerleben. In: Schwan S, Unz D, Suckfüll M, Krämer N (Hrsg) Medienpsychologie. Schlüsselbegriffe und Konzepte. W. Kohlhammer, Stuttgart, S 172–179
- Bailenson J (2018a) Experience on demand; What virtual reality is, how it works, and what it can do. W.W. Norton & Company, New York, NY, London
- Bailenson J (2018b) How to create empathy in VR. <https://www.wired.co.uk/article/empathy-virtual-reality-jeremy-bailenson-stanford>. Zugegriffen: 23. Okt. 2021
- Baumert J, Kunter M (2006) Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Z Erzieh 9:469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Birkelbach L, Preglau D, Rammel C (2019) White Paper: BNE im Zeitalter der Digitalisierung
- Bredl K, Herz D (2010) Immersion in virtuellen Wissenswelten. In: Hug T, Maier R (Hrsg) Medien – Wissen – Bildung. Explorationen visualisierter und kollaborativer Wissensräume. Univ. Press, Innsbruck, S 212–224
- Buchner J, Aretz D (2020) Lernen mit immersiver Virtual Reality: Didaktisches Design und Lessons Learned. MedienPädagogik 17:195–216. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X>
- Coles C (30.11.2020) Virtual Reality: The most disruptive technology of the next decade. IDTechEx
- de Haan G (2008) Gestaltungskompetenz als Kompetenzkonzept für Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Bormann I, de Haan G (Hrsg) Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Operationalisierung, Messung, Rahmenbedingungen, Befunde. VS Verl. für Sozialwiss, Wiesbaden, S 23–44

- Detyna M, Kadiri M (2019) Virtual reality in the HE classroom: feasibility, and the potential to embed in the curriculum. *J Geogr High Educ* 1–12. doi:<https://doi.org/10.1080/03098265.2019.1700486>
- Dörner R, Broll W, Grimm P, Jung B (2013) *Virtual und Augmented Reality (VR/AR)*. Springer, Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg
- Fauville G, Queiroz ACM, Bailenson JN (2020) Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. In: Kim J, Song H (Hrsg) *Technology and health. Promoting attitude and behavior change*. Academic Press, London, S 91–108
- Filter E, Eckes A, Fiebelkorn F, Büssing AG (2020) Virtual reality nature experiences involving wolves on youtube: Presence, emotions, and attitudes in immersive and nonimmersive settings. *Sustainability* 12:3823. <https://doi.org/10.3390/su12093823>
- Freina L, Ott M (2015) A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. *Proceedings of the 11th international scientific conference “eLearning and Software for Education”*:133–141
- Fuchs N (2018) Verstehen, was wir sehen. Schüler entwickeln interaktive, virtuelle Exkursionen. *Praxis Geographie*:18–22
- GFD (2018) *Fachliche Bildung in der digitalen Welt; Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik*
- HGD (2020) *Der Beitrag des Fachs Geographie zur Bildung in einer durch Digitalisierung und Mediatisierung geprägten Welt; Positionspapier des Hochschulverbands für Geographiedidaktik (HGD) e.V. Hochschulverband für Geographiedidaktik (HGD) e. V.* <https://geographiedidaktik.org/geographische-bildung-und-digitalisierung/#>. Zugegriffen: 23. Okt. 2021
- Huwer J, Irion T, Kuntze S, Schaal, Steffen, Thyssen, Christoph (2019a) From TPaCK to DPaCK – Digitalization in education requires more than technical knowledge. In: Shelley M, Kiray A (Hrsg) *Education research highlights in mathematics, science and technology*. ISRES Publishing, S 298–309
- Huwer J, Irion T, Kuntze S, Schaal S, Thyssen C (2019b) Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. *MNU Journal* (5), 358–364
- Jahn M, Haspel M (2014) Was macht "gute" BNE aus? – Auf der Suche nach zentralen Kriterien von Gestaltungskompetenz; Bildung als Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung. In: Michel U, Siegmund A, Ehlers M, Jahn M, Bittner A (Hrsg) *Digitale Medien in der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Potenziale und Grenzen*. Oekom, München
- Jensen L, Konradsen F (2018) A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Educ Inf Technol* 23:1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Jitmahantakul S, Chenrai P (2019) Applying virtual reality technology to geoscience classrooms. *Rev Int Geogr Educ Online* 9:577–590. <https://doi.org/10.33403/rigeo.592771>
- Kleiner C, Disterer G (2018) Bring your own device. In: Witt C de, Gloerfeld C (Hrsg) *Handbuch mobile learning*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S 365–383
- KMK (2016) *Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2016/2016_12_08-Bildung-in-der-digitalen-Welt.pdf. Zugegriffen: 23. Okt. 2021
- Lange, EA (2012) Transforming Transformative Learning Through Sustainability and the New Science. In EW Taylor & P Cranton (Hrsg), *Jossey-Bass higher and adult education series. The handbook of transformative learning: Theory, research, and practice*: S. 195–211
- Lindau A-K (2014) Der Einsatz virtueller Exkursionen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Maxton-Küchenmeister J, Meßinger-Koppelt J (Hrsg) *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Joachim-Herz-Stiftung Verlag, Hamburg, S 261–270

- Lorenz R, Endberg M (2019) Welche professionellen Handlungskompetenzen benötigen Lehrpersonen im Kontext der Digitalisierung in der Schule? Theoretische Diskussion unter Berücksichtigung der Perspektive Lehramtsstudierender. *MedienPädagogik* 2019:61–81. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2019.10.16.X>
- Markowitz DM, Laha R, Perone BP, Pea RD, Bailenson JN (2018) Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Front Psychol* 9:2364. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364>
- Mishra P, Koehler MJ (2006) Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teach Coll Rec* 108:1017–1054
- Mittrach S, Wirth D, Meyer C, Ohl U (2022) Professionalisierung angehender Geographielehrkräfte durch den Einsatz von virtueller Realität in universitären Lehrveranstaltungen. In: Gryl I, Pettig F (Hrsg) *Geographische Bildung in digitalen Kulturen. Perspektiven für Forschung und Lehre*. Springer Berlin Heidelberg, angenommen
- MPFS (2020) JIM-Studie 2020: Jugend, Information, Medien; Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger. https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2020/JIM-Studie-2020_Web_final.pdf. Zugegriffen: 23. Okt. 2021
- Ohl U (2018) Herausforderungen und Wege eines systematischen Umgangs mit komplexen Themen in der schulischen Nachhaltigkeitsbildung. In: Pyhel T (Hrsg) *Zwischen Ohnmacht und Zuversicht? Vom Umgang mit Komplexität in der Nachhaltigkeitskommunikation*. oekom Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH, München, S 131–146
- Prisille C, Ellerbrake M (2020) Virtual Reality (VR) and Geography Education: Potentials of 360° ‘Experiences’ in Secondary Schools. In: Edler D, Jenal C, Kühne O (Hrsg) *Modern Approaches to the Visualization of Landscapes*. Springer Fachmedien Wiesbaden; Springer VS, Wiesbaden, S 321–332
- Redecker C (2017) *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office
- Rinschede G, Siegmund A (2020) *Geographiedidaktik*. Schöningh, Paderborn
- Schneider M, Preckel F (2017) Variables associated with achievement in higher education: a systematic review of meta-analyses. *Psychol Bull* 143:565–600. <https://doi.org/10.1037/bul0000098>
- Schrüfer G, Schockemöhle J (2012) Nachhaltige Entwicklung und Geographieunterricht. In: Haversath J-B (Hrsg) *Geographiedidaktik. Theorie – Themen – Forschung*. Westermann, Braunschweig, S 107–132
- Slater M, Sanchez-Vives MV (2016) Enhancing Our lives with immersive virtual reality. *Front. Robot. AI* 3. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>
- Stojšić I, Ivkov Džigurski A, Maričić O, Ivanović Bibić L, Đukićin Vučković S (2017). Possible application of virtual reality in geography teaching. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.438169>
- WBGU (2019) *Unsere gemeinsame digitale Zukunft; Hauptgutachten*. https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/wbgu_hg2019.pdf. Zugegriffen: 23. Okt. 2021
- Wiktorin D (2018) Virtuelle Exkursion. In: Brucker A, Haversath J-B, Schöps A (Hrsg) *Geographie-Unterricht. 102 Stichworte*. Schneider Verlag HohengehrenGmbH, Baltmannsweiler, S 225–226
- Wirth D (2019) Als wäre man mittendrin; Mit „Google Expeditionen“ virtuelle Lernumgebungen nutzen. *Schulmagazin* 5–10:51–52
- Wirth D (2020) Virtuelle Exkursionen selbst gemacht; Mit Google VR Tour Creator Virtual-Reality-Exkursionen gestalten. *Schulmagazin* 5–10:51–52

- Wirth D (2021) Virtual Reality mit dem Smartphone: 360°-Lernumgebungen selbst erstellen. In: Meßinger-Koppelt J, Maxton-Küchenmeister J (Hrsg) Naturwissenschaften digital: Toolbox für den Unterricht 2.0. Joachim-Herz-Stiftung Verlag, Hamburg, S 8–12
- Zobel B, Werning S, Metzger D, Thomas O (2018) Augmented und Virtual Reality: Stand der Technik, Nutzenpotenziale und Einsatzgebiete. In: Witt C de, Gloerfeld C (Hrsg) Handbuch Mobile Learning. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S 123–140