

Themenheft Nr. 51:

Immersives Lehren und Lernen mit Augmented und Virtual Reality – Teil 2.

Herausgegeben von Miriam Mulders, Josef Buchner, Andreas Dengel und Raphael Zender

Digitale pädagogische Inhaltskompetenzen gestalterisch aufbauen mit Augmented und Virtual Reality

Eine Pilotstudie mit angehenden Primarlehrpersonen anhand des DPACK-Modells

Jérôme Zraggen¹ 

¹ Pädagogische Hochschule St. Gallen

Zusammenfassung

Viele medienpädagogische Studien zu Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) beziehen sich auf den Einsatz von entsprechenden Anwendungen und Hilfsmitteln im Unterricht. Über die Gestaltung eigener Inhalte für AR und VR, insbesondere im Lehramtsstudium, ist in diesem Zusammenhang wenig veröffentlicht worden. In diesem Beitrag werden im Sinne einer explorativen Pilotierung Hinweise dafür gesucht, dass der gestalterische Umgang mit AR und VR digitale pädagogische Inhaltskompetenzen in Bezug auf diese Technologien fördern kann. Hierfür wurden 13 Lehramtsstudierende des Studiengangs Kindergarten und Primar der Pädagogischen Hochschule St. Gallen befragt. Sie nahmen an einem Modul in der Schnittstelle von Gestaltung und Informatik teil, in dem neben AR und VR weitere digitale Gestaltungsformen erprobt wurden. Die Onlinebefragung basierte auf dem DPACK-Modell von Döbeli-Honegger (2021), einer Weiterentwicklung des TPACK-Modells (Koehler und Mishra 2009) um die drei Perspektiven der Dagstuhl-Erklärung (Gesellschaft für Informatik – GI 2016): die anwendungsbezogene, die gesellschaftlich-kulturelle und die technologische Perspektive. Neben diversen methodischen Verbesserungspotenzialen für Folgestudien konnten Hinweise dafür gefunden werden, dass die gestalterische Auseinandersetzung mit AR und VR ein interesseweckender Zugang sein kann, der eine bewusste Haltung zu diesen Technologien fördert. Dies müsste jedoch in weiteren Studien mit angepasstem Design untersucht werden.

Building Digital Pedagogical Content Skills Creatively with Augmented and Virtual Reality. A Pilot Study with Prospective Primary Teachers Using the DPACK Model

Abstract

Many media pedagogical studies on augmented reality (AR) and virtual reality (VR) refer to the use of corresponding applications and tools in the classroom. Little has been published in this context about the design of own content for AR and VR, especially in teacher training. In this paper, indications are sought in the sense of an exploratory piloting whether the creative use of AR and VR can promote digital pedagogical content competencies in relation to these technologies. For this purpose, 13 student teachers of the Kindergarten and Primary program of the University of Teacher Education St. Gallen were interviewed. They participated in a course in the interface of design and computer science, in which other digital forms of design were tested in addition to AR and VR. The online survey was based on the DPACK model of Döbeli Honegger (2021), a further development of the TPACK model (Koehler and Mishra 2009) by the three perspectives of the Dagstuhl Declaration (Gesellschaft für Informatik – GI 2016): the application-related, sociocultural and technological perspectives. In addition to various methodological improvement potentials for follow-up studies, indications were found that the creative engagement with AR and VR can be an interest-generating approach to these technologies that promotes a conscious attitude towards them. However, this would have to be investigated in further studies with adapted design.

1. Digitalität in den Gestaltungsfächern

Die Verwendung digitaler Medien in den Gestaltungsfächern wird momentan noch sehr unterschiedlich gehandhabt. Im Bildnerischen Gestalten (BG) haben digitale Medien bereits eine lange Tradition: Seit dem Aufkommen der digitalen Bildbearbeitung und filmischen Formate ist der elektronische Anteil an den Produkten, aber auch an den Prozessen, immer grösser geworden, aber überwiegend im zweidimensionalen Bereich geblieben, wie auch die Studie von Brefin und Busslinger (2013) zeigt, derzufolge vor zehn Jahren die dritte Dimension im digitalen Bereich in der Bildnerischen Gestaltung noch keine Rolle spielte. Im Textilen und Technischen Gestalten (TTG) war der Einsatz digitaler Medien bis vor kurzem weitgehend auf die Recherche, Dokumentation und Präsentation beschränkt. So wird im Lehrplan 21 (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK) 2015) der Suchbegriff «digital» im BG fünfmal erwähnt, während sich die einzige Erwähnung im TTG auf die Bedienung einer Digitalkamera bezieht (TTG.3.B.4.b). Für das Recherchieren und Präsentieren wird keine Form genannt (TTG.1.B.2, TTG.2.A.1, TTG.3.A.1, TTG.3.B.1), so dass es der Lehrperson überlassen bleibt, inwieweit hier digitale Medien eingesetzt

werden. Dass die Entwicklung von 3D-Druckern und CNC-Maschinen verstanden und ihre Bedeutung für die Gesellschaft eingeschätzt werden soll (TTG.3.A.2.c), ist nur ein Beispiel, zeigt aber den Wandel vom Werken zum designorientierten Gestalten (Truniger 2016, 9), zumal die Ausbildung im Design auch immer von der Technologie geprägt wird (Kim, Joines, und Feng 2022). Industrielle Entwurfs- und Fertigungsprozesse gewinnen auch im TTG an Bedeutung. Sie werden erschwinglicher; zudem findet seit einigen Jahren eine neue Art der Entwicklung statt: Dreidimensionales Entwerfen kann zunehmend intuitiv auch digital erfolgen, sei es durch leichter zugängliche 3D-Programme, multitouchfähige Bildschirme oder die Gestaltung im virtuellen oder virtualisierten Raum (Huber, Waxman, und Dyar 2022; Bellalouna 2019). So kann ein bisher zentrales Element – die handwerkliche Herstellung – immer einfacher auch in Schulen automatisiert vollzogen werden (Wettstein 2020) – oder sogar zu Hause, wie Vladimir im Beitrag von Pöhl und Schuoler (2020, 45) exemplarisch zeigt, indem die Aufgabe mithilfe eines privaten 3D-Druckers zuhause gelöst wird. Das bedeutet auch, dass dreidimensionale virtuelle Modelle zunehmend Einzug in den Unterricht halten und die Verwendung und damit auch die Gestaltung dieser Modelle an Bedeutung gewinnt (Emmenegger 2020).

1.1 Das DPACK-Modell

Im heutigen medienpädagogischen Fachdiskurs geht es nicht mehr nur um digitale Medien als Werkzeuge, für die es Medienkompetenzen (Baacke 1975) braucht, sondern um die «Bildung in der digitalen Welt» (Heinen und Kerres 2017, 131) als Ganzes. Die Dagstuhl-Erklärung (Gesellschaft für Informatik – GI 2016) benennt für Phänomene und Situationen in der digital vernetzten Welt drei Perspektiven: die technologische (Wie funktioniert das?), die gesellschaftlich-kulturelle (Wie wirkt das?) und die anwendungsbezogene (Wie nutze ich das?). Auch von einer Lehrperson erfordert die Digitalisierung erweiterte Kompetenzen. Häufig wird zu diesem Zweck das TPACK-Modell (Koehler und Mishra 2009) herangezogen (z. B. Buchner und Zumbach 2020; Deibl et al. 2021; Gabriel, Hütthaler, und Nader 2022; Wyss et al. 2022). Im Zentrum des TPACK-Modells steht die Ergänzung der Schnittmenge von pädagogischem und inhaltlichem Wissen, die Shulman (1986) als fachdidaktisches Wissen postuliert hat, um die technologische Komponente. Döbeli Honegger (2021) kritisiert jedoch die einseitige Ausrichtung dieser technologischen Komponente auf die reine Anwendung und schlägt stattdessen ein «D» für Digitalität vor, das in Anlehnung an das Dagstuhl-Dreieck alle drei Perspektiven umfasst – also neben der Anwendungsperspektive auch die gesellschaftlich-kulturelle und die technologische. In Abbildung 1 wird dies zugunsten der Übersichtlichkeit durch die grauen Pfeile mit den Begriffen Informatik, Anwendung und Medienbildung dargestellt, die sich über die Digitalitätskompetenz in der Schnittmenge DPACK zuspitzen. Döbeli Honegger

(2021) bezeichnet allerdings z. B. Mediendidaktik präziser als «Allgemeine digitale pädagogische Kompetenz». Nicht zu vernachlässigen ist hierbei die Bedeutungsverschiebung des «K» in TPACK von Knowledge zu Kompetenz vor dem Hintergrund, dass das Wissen allein nicht ausreicht. Es stellt sich vielmehr die Frage, welche Kompetenzen Lehrpersonen für einen zeitgemässen Unterricht in einer Kultur der Digitalität benötigen. Um beim Beispiel der Mediendidaktik zu bleiben, genügt es nicht mehr zu wissen, welche digitalen Werkzeuge im Unterricht wie nutzbar sind. Für einen adäquaten Umgang gilt es, die Einflüsse auf die Gesellschaft, Erwartungshaltungen, empirische Studien sowie technische und soziale Prinzipien zu beachten (Döbeli Honegger 2021).

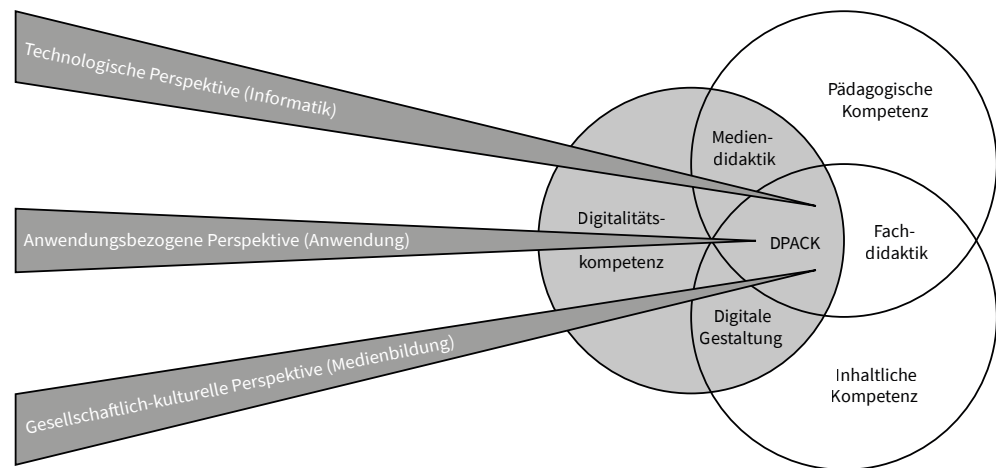


Abb. 1: DPACK-Modell, eigene Darstellung mit vereinfachten Begriffen nach <https://mia.phsz.ch/DPACK>.

Mit der fortschreitenden Digitalisierung der Gestaltungsfächer, die sich auch stark auf die gestalterischen Kompetenzen und damit auf ihre Vermittlung auswirkt, wird diese Schnittmenge der digitalen pädagogischen Inhaltskompetenzen (DPACK) immer komplexer und wichtiger. Dies lädt ein zu einer näheren Betrachtung der Frage, wie gestalterische Auseinandersetzungen digitale Kompetenzen fördern können, ähnlich wie sie beispielsweise von Bader und Götsch (2020, 36) gestellt wurde: Durch sinnliche Übungen wurden ästhetische Erfahrungen mit dem Smartphone gewonnen. Durch mehrperspektivische Zugänge und Reflexionen wurde in ihrer Studie deutlich, dass die kontextualisierte Vertiefung zu einem bewussteren und differenzierteren Umgang mit digitalen Medien führen kann. Ähnlich wird hier dieser Frage mit Fokus auf Augmented und Virtual Reality nachgegangen.

1.2 *Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR)*

Die Definition von AR und VR bzw. das Spektrum von Mixed Reality (MR) oder Extended Reality (XR) soll an dieser Stelle nicht zu ausführlich diskutiert werden, da in diesem Beitrag lediglich zwei Settings beschrieben werden, die sich eindeutig zuordnen lassen: zum einen die Nutzung der VR-Brille «Oculus Quest» (bzw. «Meta Quest»), zum anderen der Einsatz von Smartphones, wobei die von der Kamera erfasste physische Realität durch Überlagerung digitaler Elemente «augmentiert» wird. Bereits Milgram und Kishino (1994) zeigten auf, dass das Spektrum grösser ist. Wie sich auch die Technologien zur visuellen Präsentation weiterentwickeln und nicht mehr nur auf VR-Brillen beschränkt sind, beschreiben z. B. Kerres, Buchner und Mulders (2021). Auch wenn AR und VR nicht neu sind (Wyss et al. 2022), ist die didaktische Gestaltung eigener Animationen und 3D-Objekte insbesondere durch Lehrpersonen der Volksschule noch nicht weit verbreitet und oft mit Aufwand verbunden. Exemplarisch kann hier PCBuildAR (Buchner, Otto, und Kerres 2021) genannt werden, wo mit dem AR-Anbieter Areeka (Amlogy 2022) zusammengearbeitet wurde. Auch das Projekt ÖHA! (Grünberger et al. 2021) hatte mehrere Projektpartner zur Seite. Die Handhabung der Technologie wird jedoch immer einfacher und potenter und damit auch für Schulen relevanter – auch für jüngere Schüler:innen (Gabriel, Hütthaler, und Nader 2022, 2). Als vielversprechend mit Kindern erwies sich das Projekt von Buchner und Aretz (2020), bei dem durch den Zusammenbau einer Google Cardboard (o. J.) auch eine handlungsorientierte Komponente hineinspielte.

Ein Beispiel für einen künstlerischen Einsatz von XR berichtet Zembala (2022) und geht dabei auf den Aspekt der künstlerischen Forschung ein. Vielfältige kunstpädagogische Einsätze in der MR werden in der Publikation «Mixed Reality und Augmented Reality im Kunstunterricht» von Peez (2021) genannt. Auffallend ist hier jedoch der überwiegende Einsatz von Apps, denen eine gewisse Abhängigkeit oder Unsicherheit innewohnt. Als Beispiel für solche Unsicherheiten kann Aurasma genannt werden, eines der ersten grossen AR-Autorenwerkzeuge, das nach relativ kurzer Zeit wieder von der Bildfläche verschwand (Poghos 2020). Um solche Technologien mit einer gewissen Unabhängigkeit gestalten zu können, ist es derzeit noch notwendig, bestimmte Grundkonzepte der Informatik zu verstehen. Es gibt nur wenige Möglichkeiten, mit einem kleinen Budget oder gar kostenfrei AR- und VR-Szenarien mit wenigen Mausklicks zu erstellen. Artivive (2022) kommt diesem Anspruch für AR relativ nahe, auch wenn die Anwendung derzeit noch auf Bildmarker beschränkt ist, die Videos abrufen. Dabei gibt es interessante Gestaltungsmöglichkeiten, wenn erweiterte Einstellungen verwendet werden. Allerdings ist die kostenlose Version auf 100 Aufrufe pro Monat beschränkt, und die Betrachtenden müssen die App erst herunterladen, um die Werke zu sehen. CoSpaces Edu (2022) wiederum ist sehr vielfältig durch die Möglichkeit, 3D-Welten mit programmierbaren Elementen zu erzeugen. Leider ist die Gratisversion stark limitiert und die Profiversion wird

schnell kostspielig. Ebenfalls ein mächtiges Tool in Bezug auf AR könnte Adobe Aero (Adobe 2022) sein. Die iOS-App wird seit 2019 gratis angeboten. Die Desktop-App befindet sich jedoch seit 2019 im Beta-Stadium. Zusammen mit der Beschränkung auf iOS kann diese Software leider (noch) nicht uneingeschränkt für Schulen empfohlen werden. Der Anspruch der Einfachheit, insbesondere wenn es sich um angehende Primarlehrpersonen handelt, spricht auch nicht für die Verwendung von Game Engines wie Unity (2022) oder Unreal (Epic Games 2022), die mit erheblichem Aufwand erlernt werden müssen.

Spannend ist AR.js (2022), ein quelloffenes Framework, das die Nutzung von AR für alle kostenfrei nutzbar macht. Als mögliche Auslöser werden derzeit Image Tracking (Bildererkennung), Location Based AR und Marker Tracking genannt. Dargestellt werden können Bilder, Videos und 3D-Objekte, die auch animiert sein können. Zudem können gewisse Grundkörper (Kugeln, Würfel etc.) direkt erzeugt werden («AR.js» 2022). Dies funktioniert, indem eine Webseite aufgerufen wird, auf der die entsprechenden Scripts von AR.js mittels JavaScript aufgerufen werden. Anschliessend können Marker, Elemente und Aktionen definiert werden. Da die Webseite direkt auf die Kamera des Geräts zugreift, ist die Installation einer zusätzlichen App nicht notwendig. Das gesamte AR.js-Framework basiert auf A-Frame (2020), das seinerseits auf Three.js (2022) aufbaut. So ist es möglich, die aufgerufenen Elemente nicht nur einzubetten, sondern auch mit Befehlen aus A-Frame beispielsweise zu skalieren, zu drehen oder ihre Position zu verändern oder es zum Beispiel schneien zu lassen, wenn das der gewünschten Wirkung dient (Shin 2022).

1.3 Erkenntnisinteresse

Ausgehend von den obigen Ausführungen lässt sich vermuten, dass die gestalterische Arbeit mit AR und VR – insbesondere mit 3D-Objekten – neben gestalterischen Absichten durchaus Potenzial bietet, zu den digitalen Kompetenzen der Studierenden gemäss DPACK-Modell beizutragen: Die Anwendungskompetenz im Sinne der Mediennutzung ist dabei selbsterklärend. Gleichzeitig soll die Reflexion über die Wirkung und die Bedeutung in der gesellschaftlich-kulturellen Perspektive angeregt werden. Es besteht die Gefahr, dass die Technologie aufgrund der hohen Attraktivität oder wegen des Neuheitseffekts (z. B. Akçayır und Akçayır 2017) einfach zum Selbstzweck wird. Da Gestaltung stark auf Reflexion basiert (Rogh, Weber, und Arbogast 2017), würde eine «Effekthascherei» dem zuwiderlaufen.

AR.js ist zudem interessant für die Vermittlung von Informatikgrundlagen: Ein Grundverständnis von HTML und JavaScript ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Nutzung. Dies geschieht direkt in einer konkreten Anwendung und einem relativ überschaubaren Code, Änderungen werden sofort sichtbar. Zudem können weiterführende gestalterische Fragen von Position, Grösse oder Ausrichtung dazu

beitragen, dass einerseits die ästhetische Wirkung des Dargestellten hinterfragt wird, aber auch die technische Umsetzung gesucht wird. Insofern stellt sich die Frage, *ob sich bei Lehramtsstudierenden Hinweise dafür finden lassen, dass der gestalterische Umgang mit AR und VR einen Beitrag zu den digitalen pädagogischen Inhaltskompetenzen dieser Technologien leisten kann*. Insbesondere im Lehramtsstudium gibt es im gestalterischen Bereich noch sehr wenige Daten, weshalb dieser Aspekt in diesem Beitrag explorativ untersucht werden soll.

2. Rahmenbedingungen und Unterrichtsaufbau

An der Pädagogischen Hochschule St. Gallen (PHSG) ist das Wahlpflichtmodul «Digitales Gestalten» Teil des Studiums der Kindergarten- und Primarstufe. Im Umfang von vier ECTS-Credits werden den Studierenden gestalterische Kompetenzen im digitalen Bereich vermittelt. Lag der Fokus in früheren Jahren noch stark auf StopMotion und Film, da sich hier technische und gestalterische Ansprüche gut verbinden lassen (Moser 2021, 716), greift dies in der heutigen Zeit zu kurz, um den breiten aktuellen Entwicklungen wie AR und VR gerecht zu werden, die im Alltag und in Lehrmitteln immer präsenter werden. Daher wurden auch diese Technologien in das Modul aufgenommen. Die verbindliche Grundausbildung im Bereich Medienpädagogik beschränkt sich auf ein Modul mit einem ECTS-Credit im ersten Jahr. Die restliche Ausbildung läuft durch die Wahl von Modulen aus dem Fachbereich Medien und Informatik oder wie in diesem Artikel beschrieben in Modulen anderer Fachbereiche. Das Modul wurde im Frühlingsemester 2022 mit 13 Studierenden aus dem ersten und zweiten Studienjahr durchgeführt. Als zusätzlicher Anreiz konnte ein Kooperationsprojekt mit dem Regionalen Didaktischen Zentrum (RDZ) Wattwil realisiert werden. Die RDZ dienen an fünf Standorten im Kanton der Unterstützung des Volksschulunterrichts und der Verbreitung von schulischen Innovationen (RDZ 2022). Ein zentrales Element sind wechselnde Lernarrangements, die von Klassen aller Zyklen der Volksschule besucht werden können. Ein solches Lernarrangement in Wattwil zum Thema «Gestaltung einer Future City» sollte mit einem «digitalen Raum» ausgestattet werden. Angebote dafür sollten die Studierenden im Modul konzipieren.

2.1 Aufbau des Moduls

In der ersten Einheit wurden zunächst drei grundlegende Themen in Gruppen in einem sehr explorativen Setting erarbeitet. Die 13 Studierenden konnten ihr Thema frei wählen, durch eine Obergrenze von fünf Personen pro Gruppe wurde gewährleistet, dass jedes Thema von mindestens drei Personen bearbeitet wurde:

- A. VR: Eine Gruppe von fünf Studierenden befasste sich mit fünf Oculus Quests (bzw. Meta Quests). Sie hatten den Auftrag, die App Tilt Brush kennenzulernen und die Handhabung der Brillen bei sich selbst, aber auch bei anderen zu erleben. In gestalterischer Hinsicht ist die Gestaltung im dreidimensionalen Raum ohne die Grenzen der Physik ein beeindruckendes Phänomen.
- B. StopMotion: Mit der App «Stop Motion Studio» sammelten fünf Studierende erste Erfahrungen mit der Produktion von Animationsfilmen. Da es keine grosse Herausforderung ist, mit dieser App erste kleine Filme zu produzieren, sollte hier deutlich werden, dass die Erstellung eines Trickfilms kein ausreichender Inhalt sein kann. Ein Film oder ein Trickfilm ist kein Selbstzweck, sondern kann verschiedene Funktionen haben, die unterschiedliche Anforderungen stellen.
- C. Creative Coding: Durch P5.js bekamen drei programmierinteressierte Studierende einen Einblick in die Welt der Variablen, Funktionen und Schleifen. Die Tutorialreihe von «The Coding Train» (Schiffman 2021) war dabei die Orientierungshilfe. Neben dem interaktiv-gestalterischen Potenzial von P5.js sollten die drei Studierenden auch ein Grundverständnis für das Programmieren bekommen, was zum Beispiel bei AR.js hilfreich sein kann. Darüber hinaus ist P5 bzw. Processing eine geeignete Grundlage für die Programmierung mit Arduino, was in der digitalen Gestaltung im Sinne des «Making» durchaus an Relevanz gewinnt.

Anschliessend wurden die Inhalte erweitert oder vertieft: Gruppe A (VR) beschäftigte sich mithilfe eines aufgezeichneten Referats zu Mixed Reality zusätzlich mit AR, Gruppe B (StopMotion) orientierte sich auf einer MindMap zu klassischen Filmthemen wie Schnitt, Musik, Geräusche, Gestaltungsmittel etc. und Gruppe C (P5.js) fuhr mit dem Coding Train weiter.

2.2 Entstandene Projekte

In der Folge wurden – ähnlich wie beim Gruppenpuzzle – drei neue Gruppen gebildet, in welchen jeweils A, B und C vertreten waren. In dieser Aufteilung wurden nach einem Austausch über die zentralen Inhalte der jeweiligen Technologien thematische Gestaltungsprojekte konzipiert: Im Hinblick auf das RDZ wurde ein weiteres Projekt thematisch in Richtung Träume und Wünsche gesucht. Da viele junge Erwachsene nach zwei Jahren Pandemie das Bedürfnis verspürten zu verreisen, wurde dies zum Thema. Die neuen Gruppen 1, 2 und 3 sollten nun nach Möglichkeiten suchen, das Thema «Reisen» zu visualisieren. In der Form waren sie frei, auch mussten nicht alle Technologien angewendet werden. So entstanden drei sehr unterschiedliche Projekte:

1. Mit Bildmontage, PowerPoint-Animation, und Mixed-Media-Aufnahmen entstanden diverse kurze Filme, die auf Smartphones mit der Artivive-App mittels Postkarten als Auslöser in AR betrachtet werden können.
2. Mithilfe von Videoaufnahmen, JumpCuts, StopMotion und GreenScreen verwandelten sich die Studierenden in Playmobil-Figuren und begaben sich auf eine Reise. Als Produkt entstand ein Film.
3. Rund um die Kokosnuss drehte sich dieses Projekt: In Tilt Brush wurde eine Strand-Szene gezeichnet, in P5.js wurde eine Traum-Szene bzw. Titel-Animation erstellt und mit StopMotion die rollende Reise einer Kokosnuss gezeigt. Die VR-Malerei wurde im fertigen Film nicht verwendet, da sich das Interesse des betreffenden Studenten auf die 3D-Modellierung mit SculptVR verlagerte, was für das Gesamtkonzept als vorteilhaft erachtet wurde.

Auf der Grundlage dieser ersten Projekte wurden ein Intro-Video mit StopMotion- und GreenScreen-Technologie sowie drei Lernangebote fürs RDZ erstellt: Malen auf dem iPad, StopMotion und Modellieren in der VR, wobei die Kreationen mit AR.js in die physische Future City eingebettet werden können.

3. Beschreibung der Pilotstudie

Um zu untersuchen, ob sich Hinweise dafür finden lassen, dass der gestalterische Umgang mit AR und VR einen Beitrag zu den digitalen pädagogischen Inhaltskompetenzen dieser Technologien leisten kann, wurde eine standardisierte Online-Befragung mit Microsoft Forms (2022) durchgeführt. Wegen des erhöhten Aufwands für die Koordination mit dem RDZ wurde diese Form gewählt. So war sichergestellt, dass die Antworten bereits schriftlich vorliegen und keine Transkription nötig würde. Die Befragung wurde nach Abgabe der Angebote ans RDZ Ende April terminiert, damit in den letzten drei Unterrichtseinheiten im Anschluss noch reagiert werden konnte, falls fachlich kritische Lücken oder Fehler im Konzept festgestellt werden sollten. Um sicherzustellen, dass die Befragung nur das abbildet, was durch die eigene Beteiligung der Studierenden erfahren wurde, beschränkten sich die Einführungen und Diskussionen auf die bewusste Anwendung der verschiedenen Technologien. Etwaige mediendidaktische, medienerzieherische, technologische oder fachdidaktische Fragen von Studierenden wurden selbstverständlich beantwortet und/oder kurz diskutiert, aber eine vertiefte Auseinandersetzung wurde nicht angestoßen, um die Befragung nicht zu verfälschen. Fachliche Diskussionen folgten im Anschluss an die Befragung und wurden in die qualitative Auswertung und in die Ergebnisdiskussion einbezogen.

3.1 Fragebogen und Stichprobe

Der Fragebogen war nicht anonym. Deshalb wurde bewusst auf Fragen zur Unterrichtsqualität oder -auswertung verzichtet. Da der Kurs zudem nicht mit einer Note abgeschlossen wurde, waren diesbezüglich keine Hemmungen zu erwarten. Ausserdem wären viele Antworten aufgrund der engen Begleitung nachvollziehbar und somit nicht wirklich anonym gewesen. Inhaltlich orientierte sich der Fragebogen an den digitalen Bereichen des DPACK-Modells mit Fragen zu Mediendidaktik, Medienbildung, Informatik und digitaler Gestaltung aus fachlicher und fachdidaktischer Sicht. Der Fokus lag auf AR und VR. Neben den Voraussetzungen wurde mit geschlossenen Fragen nach der eigenen Auseinandersetzung und nach subjektiven Kompetenzeinschätzungen der Studierenden und mit offenen Fragen nach Haltungen und Kenntnissen gefragt. Die Antworten wurden deduktiv nach den Bereichen des DPACK-Modells kategorisiert und die Freitextantworten nach Mayring (2015) inhaltlich strukturiert.

Ergänzend wurden die Studierenden nach der Befragung im Hinblick auf die Abschlusspräsentation gefragt, wie sie sich eine zeitgemäße Form der Ausstellung oder Präsentation, z. B. bei einem Elternabend in der Schule, vorstellen. Sie konnten sich hierfür tischweise austauschen und hielten ihre Antworten schriftlich fest. Die Antworten sind ebenfalls in den Rohdaten aufgeführt und werden in die qualitative Analyse und die Diskussion einbezogen.

Die Stichprobe bildeten alle Studierenden des Moduls, die alle an der Umfrage teilgenommen haben (Selbstselektion). In den Rohdaten wurden sie nach Eingang der Antworten von S01 bis S13 indiziert. Es handelt sich um acht weibliche und fünf männliche Studierende (S04, S06, S07, S08, S11) mit heterogenen Vorkenntnissen mit der Zielstufe Primar. Die meisten waren im 4. Semester, drei berufsbegleitende Studierende befanden sich im 2. Semester (S01, S07, S11). Hinzu kam eine Quereinsteigerin (S02).

3.2 Ergebnisse der Onlinebefragung

Zu beachten gilt hier, dass der Kurs zum Zeitpunkt der Befragung wie erwähnt noch nicht abgeschlossen war, wodurch alle Antworten einem Zwischenstand und nicht einem Endzustand nach dem Modul entsprechen. Die Rohdaten werden mit diesem Beitrag zur Verfügung gestellt. An dieser Stelle werden die Häufigkeiten der Codes in den Kategorien Anwendungskompetenz, Mediendidaktik, Medienbildung, digitale Gestaltung und Schnittmenge DPACK dargestellt. Hierfür wurden die genannten Antworten entsprechend strukturiert und ausgezählt. Die Zuordnung der Fragen ist in den angefügten Rohdaten ersichtlich. Die qualitative Auswertung durch eine Inhaltsanalyse (Mayring 2015) folgt anschliessend (3.3).

Fokus Voraussetzungen: Die Motivation, sich für das Modul anzumelden, ging bei zwei Dritteln überwiegend von einem technischen Interesse aus, was bei einer Studentin (S02) eher kompensatorisch für ihre nach eigener Einschätzung dürftigen Informatikkenntnisse war. Sie hat auch als einzige keinerlei Vorkenntnisse notiert. Ein Drittel nannte explizit ein Interesse an Gestaltung im digitalen Kontext (S03, S04, S09, S11). Hinsichtlich der diesbezüglichen Vorkenntnisse nannten drei Studierende unbewegte Bilder (Bildbearbeitung und digitales Malen: S03, S06, S10) und vier Studierende bewegte Bilder (Filmschnitt und StopMotion: S03, S06, S08, S11), von denen zwei zu diesem Zeitpunkt an ihrer thematisch verwandten Bachelorarbeit zu den Themen digitale Malerei (S03) und Programmieren mit Scratch (S08) waren. Zwei Drittel hatten rezeptive Erfahrungen mit AR und VR, aber selbst hatte noch niemand etwas erstellt.

Fokus Anwendungskompetenz: Nach der Startphase konnten sich alle Studierenden frei den Themen oder Technologien widmen, die sie interessierten. Für die Einschätzung wählten sie aus vier Antwortmöglichkeiten zum einen aus, wie intensiv sie sich mit den Technologien auseinandergesetzt haben (von *gar nicht* bis *vertieft*) und später, wie kompetent sie sich darin fühlen (von *keine Ahnung* bis *beherrsche ich gut*). StopMotion und Video wurden am intensivsten genutzt und die eigene Kompetenz darin wurde auch am höchsten eingeschätzt. Bei AR und VR liegt die Selbsteinschätzung der Kompetenz im mittleren Bereich, während Creative Coding am niedrigsten eingeschätzt wird.

Fokus Mediendidaktik: Hier wurde zum einen die erlebte Vermittlung über verschiedene Formate abgefragt (siehe 2.1), zum anderen auch die Erkenntnisse, die die Studierenden für ihre eigene pädagogische Zukunft mitnehmen. Das Vermittlungsangebot mit Zusammenstellungen und Tutorials wurde als anregend und motivierend empfunden. Geschätzt wurde die individuelle Vertiefung, die ermöglicht wurde, und dass niederschwellige Einblicke in alle Bereiche möglich waren, wenn auch eine Person dies als einschüchternd empfand (S07). Bei entsprechender Eignung können sich alle Studierenden vorstellen, StopMotion und Video sowie AR didaktisch einzusetzen oder von den Schüler:innen einsetzen zu lassen. Nur etwas mehr als die Hälfte hält den entsprechenden Einsatz von VR für realistisch, noch weniger für Creative Coding – und wenn, dann mit Scratch.

Offen gefragt nach einem konkreten möglichen Unterrichtssetting mit den Technologien wurde mit Abstand am häufigsten StopMotion erwähnt (neun Nennungen). Alle anderen behandelten Technologien wurden ein- bis zweimal genannt. Von den genannten Fächern wurden fünfmal Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG), dreimal Gestaltung, zweimal Deutsch und je einmal Mathe und Musik angegeben. Der Mehrheit der Studierenden fiel es leicht, auf diese Frage eine Antwort zu geben. Konkret danach gefragt, worauf sie beim Einsatz von AR und VR achten würden, wurden eine *klare Instruktion* und die *Möglichkeit, Dinge auszuprobieren* mit jeweils sieben

Nennungen am häufigsten genannt. *Einfach halten* wird fünfmal genannt, ebenso oft das *Abwägen der Faktoren Zeit, Nutzen, Kosten und/oder Platzbedarf* – insbesondere bei VR. Die Studierenden bescheinigen den beiden Technologien vielfältige didaktische Potenziale: die Zugänglichkeit von Objekten und Orten, die sonst schwer oder gar nicht zu erreichen sind; innovative Unterrichtsgestaltung und die Verbesserung des Lernens durch Gamification und Immersion bzw. «Erlebnisse» sowie gesteigerte Motivation und Begeisterung.

Fokus Medienbildung: Auf die Frage nach Bedeutung und Wirkung von AR und VR gab es sehr viele unterschiedliche und teilweise widersprüchliche Antworten. Einigkeit besteht darin, dass deren Bedeutung zunimmt. Den erweiterten Gestaltungsmöglichkeiten mit ihrer faszinierenden und motivierenden Attraktivität stehen jedoch diverse kritische Haltungen gegenüber, insbesondere die Angst vor Realitätsverlust und sozialen Abstrichen.

Fokus Informatik: Um zu sehen, inwieweit die gestalterische Auseinandersetzung auch das Verständnis für Informatik fördern kann, wurde gefragt, wie AR und VR funktionieren. Bei AR haben ausser S02, die sich schwache Informatikkenntnisse attestiert, alle erwähnt, dass die physische Realität durch die Kamera eines Smartphones oder Tablets erfasst und durch digitale Objekte angereichert wird. Dies wird durch Marker ausgelöst und funktioniert durch programmierte Hintergrundprozesse. Bei VR wurde die Brille von fast allen erwähnt. Den grössten Eindruck scheint die Immersion hinterlassen zu haben, die implizit – z. B. durch das Wort «eintauchen» – am zweithäufigsten genannt wurde. Das dynamische Sichtfeld, das es ermöglicht «sich umzusehen», die Interaktion über Hände oder Controller und die künstlich geschaffene «Welt» wurden jeweils drei- bis viermal genannt, insbesondere von den Studierenden, die sich am intensivsten mit dieser Technologie auseinandergesetzt haben.

Fokus digitale Gestaltung, insb. AR und VR in der Schnittmenge DPACK: Drei Studierende erwähnten eine unklare oder zu eingeschränkte Vorstellung des Feldes vor dem Modulstart. Die meisten Studierenden betonten die neu gelernten Fähigkeiten und die Horizonterweiterung in Bezug auf digitale Gestaltung. Nach einigen Fragen zur Mediendidaktik wurde schliesslich die Kernfrage nach dem didaktischen Potenzial von AR und VR für die Fächer Bildnerische sowie Textile und Technische Gestaltung gestellt. Im Bildnerischen Gestalten wurde die räumliche Komponente am stärksten betont, dicht gefolgt von der Motivation und dem Spassfaktor. Konkrete Szenarien mit AR wurden viermal genannt, Potenziale für die Kunstvermittlung zweimal. Im Textilen und Technischen Gestalten gab die Hälfte der Studierenden an, dass die Technologien ein grosses Potenzial haben, den Designprozess vom Entwurf bis zur Präsentation zu bereichern. Drei Studierende hingegen konnten sich auf Anhalt nichts darunter vorstellen.

Wenn es um den Unterschied zwischen VR-Malerei in Tilt Brush und VR-Modellierung in SculptVR geht, gibt es zwei Hauptunterschiede in Bezug auf das Produkt: Offensichtlich ist der am häufigsten genannte visuelle Unterschied zwischen dem Malen mit flachen «Pinzelstrichen» und der Modellierung mit soliden Körpervolumina. Die damit entfernte zusammenhängende 3D-Druckbarkeit des modellierten Körpers wurde dagegen nur einmal erwähnt. Da einige Personen die VR-Brille zum Zeitpunkt der Befragung noch nicht ausprobiert hatten, wurden auch fünf Vermutungen geäußert, die als solche deklariert wurden.

3.3 Qualitative Inhaltsanalyse der Befragungen

Zentrales Erkenntnisinteresse ist die digitale pädagogische Inhaltskompetenz mit besonderem Augenmerk auf AR und VR durch die Auseinandersetzung mit digitaler Gestaltung in einem didaktischen Kontext. Das Modul bietet hierfür gute Rahmenbedingungen, da die beiden Faktoren Zeit und Interesse nicht in jedem Modul in diesem Umfang vorhanden sind. Dass die Studierenden im Rahmen eines Projektes ein Lernarrangement konzipieren konnten, war eine gute Gelegenheit. Ihre Motivation, etwas zu schaffen, das von vielen Schulklassen genutzt werden kann, war sehr hoch.

Die kleine Gruppengröße ermöglichte ein exploratives Unterrichtssetting. Mit Hilfe von Unterstützungsmaterialien konnten drei technologische Bereiche parallel eingeführt werden, sodass Zeit für individuelle Beratung und Unterstützung blieb. Ausserdem konnten die Studierenden so einen Einblick in die anderen Bereiche gewinnen, was sehr geschätzt wurde, zumal sie so wussten, was ihnen im weiteren Verlauf des Moduls überhaupt zur Auswahl stand. Es wurde auch geschätzt, dass es eine erste Projektrunde zum freien Experimentieren gab. Dies äussert sich auch darin, dass sie dies auch ihren Schüler:innen ermöglichen wollen. Ebenfalls im Bereich der *Mediendidaktik* zu verorten ist der mögliche Einsatz der Technologien im Unterricht: Zuerst wurde eher abstrakt gefragt, was sie einsetzen würden, «wenn's passt», um (a) Lernmaterialien herzustellen und (b) die Schüler:innen selbst damit arbeiten zu lassen. Interessant erscheint, dass sich sogar mehr Studierende vorstellen können, Schüler:innen mit AR arbeiten zu lassen (alle ausser S02), als es selbst zu nutzen (alle ausser S02, S05, S09). Weiter wurde nach einem konkreten didaktischen Setting gefragt. Hier zeigt sich das folgende Bild: StopMotion und Video werden neunmal erwähnt, während AR nur zweimal genannt wird, obwohl in der abstrakten Frage eine fast gleich hohe Einsatzbereitschaft signalisiert wurde. Als Interpretation liegt die Vermutung nahe, dass die Studierenden gerne auf Erfahrungen zurückgreifen, die im Bereich von klassischen StopMotion- und Videoarbeiten auch aufgrund der vermehrten Vorkenntnisse häufiger erinnert werden dürften als neue Entwicklungen wie AR. Hinzu kommt, dass die Auseinandersetzung mit AR weniger häufig war als mit dem Bewegten Bild.

Im Bereich der *Medienbildung* wurde nach Bedeutungen und Wirkungen von AR und VR gefragt. An der Vielzahl der unterschiedlichen Antworten lässt sich erkennen, dass dieses Thema durchaus von Interesse war, aber im Plenum nicht diskutiert wurde. Da die Zuordnung von Bedeutung und Wirkung, aber auch zu didaktischen Potenzialen, relativ undifferenziert war, könnte man für eine Folgeuntersuchung überlegen, die Begriffe anhand eines Beispiels zu schärfen oder die Fragen detaillierter zu stellen. In Gesprächen und Diskussionen im Anschluss an die Onlinebefragung bestätigte sich das Interesse an den möglichen Effekten solcher Technologien. Dies ist bemerkenswert, insofern zu Beginn des Moduls die Relevanz eher niedrig eingestuft wurde, was sich in entsprechenden Äusserungen im Unterricht zeigte.

Im Bereich der *digitalen Gestaltung* wurde die Horizonterweiterung hervorgehoben und dass man viel Neues gelernt habe. Allerdings erwähnte nur S05 die Möglichkeit, die verschiedenen Methoden oder Technologien zu kombinieren. Gerade im Kontext von AR scheint dieses Element jedoch zentral zu sein, da es sich um die Verwendung digital gestalteter (oder digitalisierter) Objekte handelt. Wird kein heruntergeladenes Modell verwendet, kommt schnell die eigene digitale Gestaltung ins Spiel. Erfreulich erscheint die Vielfalt, die sich in den Antworten zur Funktionsweise von AR widerspiegelt: Es bleibt nicht lediglich beim Schema «Bild-Marker ruft Video ab» oder beim schlussendlich fürs RDZ verwendete Prinzip «Muster-Marker ruft 3D-Objekt ab», sondern es wird die kreative Vielfalt von Markern und Objekten hervorgehoben, wobei die Muster-Marker bei AR.js besonders überzeugend waren.

Diese Vielfalt zeigte sich auch in der Anschlussfrage nach zwei Wochen, in der es um attraktive Präsentationsmöglichkeiten ging, z. B. an einem Elternabend. Auch hier wurde AR sehr breit erwähnt, zum einen die Verwendung von Bildern als Marker und das Aufrufen von Werken mittels Markern, aber hier gingen die Studierenden weiter: Das Erweitern von gemalten Bildern durch AR beispielsweise zeigt ein gestalterisches Potenzial auf, das in der Befragung kaum erwähnt wurde. Auch die Steigerung der Interaktivität durch digitale Möglichkeiten wurde genannt, einerseits im Sinne eines Quiz, mit dem sich Eltern die Werke ihrer Kinder «erarbeiten» sollen, andererseits die gezielte Platzierung von Codes, die den Kindern zugeordnet werden und dann entlang einer Route an der Wand oder auf dem Boden entdeckt werden können. Auch aufwendige Varianten wie AR-Walls wurden genannt, allerdings als ambitionierte und kostspielige Möglichkeit. In dieser Hinsicht waren die Antworten erfreulich, da offenbar Visionen geweckt wurden, die man vor der Auseinandersetzung nicht erwartet hätte. Neben AR wurden verschiedene weitere technische Möglichkeiten genannt, die sicherlich interessanter erscheinen als die klassische Bildschirmpräsentation. VR hingegen wurde nur von einer Gruppe genannt: Ein 3D-Objekt in VR zu betrachten und eventuell ein Video des Entstehungsprozesses zu zeigen, liese sich auch mit Google Cardboard realisieren, aber das eigene Ausprobieren deutet darauf hin, dass eine Stand-Alone-Brille vorausgesetzt wurde. Auch

wenn eine Cardboard-Lösung im Unterricht gezeigt wurde, kann im Zusammenhang mit der Befragung davon ausgegangen werden, dass die Studierenden bei VR zunächst an die häufiger gesehene und erlebte Stand-Alone-Brille denken und damit nicht sofort eine preiswerte Cardboard-Lösung in Betracht ziehen, die für verschiedene Zwecke ausreichend wäre, was auch die geäußerten finanziellen Bedenken relativieren würde. Eine häufigere Nutzung auch in anderen Fächern könnte dazu führen, dass Studierende im Gegensatz zu den Studienergebnissen auch diese günstigere Lösung bei entsprechenden Anforderungen vermehrt in Betracht ziehen.

4. Diskussion der Ergebnisse

Im Sinne einer explorativen Pilotierung wurden Hinweise gesucht, ob der gestalterische Umgang mit AR und VR digitale pädagogische Inhaltskompetenzen in Bezug auf diese Technologien fördern kann. Dazu wurden 13 Studierende befragt. Die Ergebnisse lassen trotz des geringen Stichprobenumfangs und des explorativen Charakters interessante Anknüpfungspunkte für zukünftige Untersuchungen zu: In erster Linie zeigt sich, dass die gestalterische Auseinandersetzung mit AR und VR einen interesseweckenden Zugang zu diesen Technologien darstellen kann. Die Gefahr, sie lediglich als Effekthascherei oder als Gag zu nutzen, scheint sich zugunsten einer bewussteren Haltung zu verringern. Wurden die beiden Technologien vorgängig subjektiv nicht einmal im Feld der digitalen Gestaltung verortet, scheinen sie nach dem Projekt als attraktive Gestaltungsmöglichkeit angesehen zu werden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass dies auch durch die indirekte Auseinandersetzung geschah: Bei der Frage nach einem Unterrichtssetting nannten vor allem die «Experten» (S07, S08, S11) AR und VR, doch in der Anschlussfrage nach zwei Wochen beschrieben auch die Kolleg:innen interessante Settings. Die Tatsache, dass sich fast alle im Gegensatz zu anfänglichen Bedenken gegenüber AR und VR zumindest zutrauen, sich darin einzuarbeiten, weist auch darauf hin, dass Hemmungen abgebaut wurden und die Technologien an Handhabbarkeit gewonnen haben. Deutlichere Ergebnisse hätten wohl erzielt werden können, wenn alle Studierenden direkte Erfahrungen mit AR und VR hätten sammeln müssen. Da der Kurs jedoch breit ausgelegt war und diese Technologien nur zwei Aspekte von mehreren darstellten, wurde zugunsten einer individuellen Vertiefung darauf verzichtet.

Was die Informatikkenntnisse betrifft, wurde im Unterricht Zurückhaltung in der Vermittlung geübt, um die Ergebnisse der Befragung nicht zu verfälschen. Es bestand die Hoffnung, dass sich ein Interesse an der technischen Funktionsweise entwickelt, um die gestalterischen Möglichkeiten auszuloten. Es haben sich jedoch nur wenige Studierende mit diesem Aspekt auseinandergesetzt: Creative Coding wurde am wenigsten angewendet und AR.js wurde erst nach der Befragung v. a. von zwei Studenten (S07 und S11) intensiver angeschaut und experimentell eingesetzt. Auch

andere Studierende nahmen sich nach der Befragung aufwendigerer Projekte wie den Game Engines von Unity (2022) und Unreal (Epic Games 2022) an. Der Zeitpunkt ist spannend: Erst nach Abgabe der Angebote für das RDZ waren sie offen für derartige Auseinandersetzungen. Dies sollte bei Folgeuntersuchungen beachtet werden. Als Fallbeispiele bekräftigen sie den Ansatz, sich der Technik über eine gestalterische Nutzung mehrperspektivisch anzunähern. Das DPACK-Modell hat sich dabei als schlüssige Referenz erwiesen: Wären die Fragen streng nach TPACK gestellt worden, wären die Wissenslücken in der Informatik und die konzeptionellen Unklarheiten in der Medienbildung wohl weniger entdeckt worden, da die Anwendung prinzipiell vielversprechend erscheint. Zudem kann die didaktische Anwendung auch kritischer betrachtet werden, wenn der medienerzieherische Hintergrund bekannt ist.

5. Methodenkritik und Ausblick

Da es sich um eine Pilotstudie handelt, in der es mitunter darum ging, Rückschlüsse für das Forschungssetting zu ziehen, wird die Methodenkritik mit dem Ausblick verbunden.

Zukünftige Arbeiten sollten Folgendes berücksichtigen: Die ursprünglichen Einstellungen, Verständnisse und Kompetenzen sollten zu Beginn des Kurses erfasst werden, um über die Entwicklung der einzelnen Studierenden in Bezug auf DPACK aussagekräftigere Daten zu erhalten. Inwiefern dies mit einer schriftlichen Befragung sinnvoll ist, hängt vom Fokus ab. Da auch in Folgeuntersuchungen keine wesentlich grössere Stichprobe zu erwarten ist, könnten quantitative Auswertungen mit eher geschlossenen Fragen vor allem für Vergleiche über die Modulgruppe hinaus mit anderen Studierenden in Betracht gezogen werden. Hierfür wäre aber zuvor eine vertiefte qualitative Betrachtung angebracht, um die durch diese Pilotstudie aufgeworfenen Vermutungen und Fragen näher zu untersuchen.

Möglich sind hierfür leitfadengestützte Interviews zu Beginn und gegen Ende des Moduls. Auch die Art der Fragen sollte dabei überdacht werden, wie am Beispiel des gestalterischen Potenzials zu sehen ist: Im Vergleich zur nachträglichen Frage nach den Präsentationsformen, die reichhaltiger ausfiel, waren die Antworten in der Umfrage eher zurückhaltend. Es ist nicht auszuschliessen, dass sich der gestalterische Prozess in den Köpfen der Studierenden vor allem auf die Herstellung von Objekten bezieht und deren Präsentation für sie weniger präsent ist. Da aber in der Befragung die Kunstvermittlung und die Betrachtung der Kreationen als Potenzial genannt wurden, scheint dies nicht die einzige Erklärung zu sein. Für nachfolgende Befragungen könnte es daher fruchtbar sein, nicht abstrakt nach Potenzialen zu fragen, sondern konkrete Situationen zu beschreiben und nach diesbezüglichen Einsatzmöglichkeiten zu fragen. Durch diesen Transfer wäre man zudem näher beim Kompetenzbegriff, denn in dieser Befragung ging es höchstens um Kenntnisse. Um

tatsächliche Kompetenzen zu erfassen, müssten aber auch die praktischen Umsetzungen einbezogen werden. Auch das nüchterne Einzelsetting der Befragung, die zuhause ausgefüllt wurde, um den individuellen Stand aller Studierenden zu erfassen, wirkt vermutlich nicht besonders anregend für spontane eigene Ideen. So scheint eine Diskussion in Kleingruppen anregender und damit produktiver zu sein, wenn es um Gestaltungspotenziale neuer Technologien geht, zumal kollaboratives Arbeiten in der Gestaltung ein wichtiges Element ist (Schmidt-Wetzel 2017). Gerade auch im Hinblick auf das angesprochene vertiefte Bewusstsein für AR und VR können sich Gespräche und Diskussionen als ergiebige Quellen erweisen. Die Studierenden erwähnten zwar im Nachhinein die Fragen und die Antwortmöglichkeiten des Fragebogens positiv und konnten sich meist sehr gut zuordnen. Dennoch wurde in der Auswertung deutlich, dass Rückfragen möglich sein sollten, weshalb leitfadengestützte Interviews trotz des höheren Aufwands zu bevorzugen sind.

Was in der Erhebung zu kurz kommt, ist die Bedeutung der Auseinandersetzung mit AR und VR für die Gestaltung. Mit Blick auf das Thema des Hefts wurde hier der Fokus auf den technologischen Bereich gelegt, was keinesfalls darüber hinwegtäuschen darf, dass gerade durch diese Entwicklung zentrale Elemente der Gestaltung und der Ästhetischen Bildung beeinflusst werden, die einer vertieften Betrachtung bedürfen. Diese Relevanz wird in den kommenden Jahren mit der zunehmenden Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Gestaltungsmöglichkeiten wahrscheinlich noch zunehmen. Die breitere Abdeckung mit leistungsfähigeren Geräten wird ihren Teil dazu beitragen, den Einfluss dieser Technologien auf die Pädagogik, aber auch auf den Gestaltungsbereich weiter zu verstärken. Ganz neue Fragen stellen sich, wenn wir davon ausgehen, dass elektronische Arbeitsschritte grundsätzlich auch von Computern übernommen werden können: Wie sieht aktuell eine zukunftsorientierte Designausbildung aus (Meyer und Norman 2020) und wie verändert sich das Curriculum durch Künstliche Intelligenz und Machine Learning? Welchen Einfluss auf unsere Wahrnehmung – und damit auf die gestalterische Ausbildung – hat es, wenn digitale Objekte ohne physikalische Begrenzungen unsere Welt ergänzen? Es liegt auf der Hand, dass auch diese Fragen in allen Facetten des DPACK-Modells bearbeitet werden sollten. Wie die Weiterentwicklung des Dagstuhl-Dreiecks zur Charta Digitale Bildung (2019) betont, geht es letztlich darum, wie wir unsere digitale Welt *gestalten*.

Literatur

- Adobe. 2022. «Adobe Aero». Create augmented reality. <https://www.adobe.com/products/aero.html>.
- «A-Frame». 2020. Make WebVR. <https://aframe.io/>.
- Akçayır, Murat, und Gökçe Akçayır. 2017. «Advantages and Challenges Associated with Augmented Reality for Education: A Systematic Review of the Literature». *Educational Research Review* 20 (February): 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>.
- Amlogy. 2022. «Areeka». *Belebe deinen Unterricht. Mit Augmented Reality*. <https://areeka.net/>.
- AR.js. 2022. *Augmented Reality on the Web*. <https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs/>.
- Artivive. 2022. *The Future Of Art*. <https://artivive.com/>.
- Baacke, Dieter. 1975. *Kommunikation und Kompetenz: Grundlegung einer Didaktik der Kommunikation und ihrer Medien*. München: Juventa.
- Bader, Nadia, und Michaela Götsch. 2020. «Mit der Kamera im Rücken und dem Stift auf der Wand. Wie können ästhetische Erfahrungen Handlungskompetenzen an digital-analogen Schnittstellen fördern?» *BÖKWE* 1 (März): 33–37.
- Bellalouna, Fahmi. 2019. «VR Based Design Process of Industrial Products». *International Conference on Competitive Manufacturing*. 240–45. Stellenbosch, Südafrika. https://www.researchgate.net/publication/337075988_VR_Based_Design_Process_of_Industrial_Products.
- Brefin, Daniel, und Erich Busslinger. 2013. *Einsatz digitaler Medien im Unterrichtsfach Bildnerisches Gestalten. Auswertung einer Umfrage bei Lehrkräften der Sekundarstufe II in der Nordwestschweiz*. 125. Aufl. Basel: Institut Lehrberufe für Gestaltung und Kunst HGK FHNW. <http://hdl.handle.net/11654/27265>.
- Buchner, Josef, und Diane Aretz. 2020. «Lernen mit immersiver Virtual Reality: Didaktisches Design und Lessons Learned». Herausgegeben von Klaus Rummler, Ilka Koppel, Sandra Aßmann, Patrick Bettinger, und Karsten D. Wolf. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, Jahrbuch Medienpädagogik 17: 195–216. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.05.01.X>.
- Buchner, Josef, Daniel Otto, und Michael Kerres. 2021. «PCBuildAR: Die Entwicklung von Augmented Reality Karten für den Informatikunterricht als partizipativer Designprozess». *Medienimpulse*, Dezember. <https://doi.org/10.21243/MI-04-21-12>.
- Buchner, Josef, und Jörg Zumbach. 2020. «Augmented Reality In Teacher Education. A Framework To Support Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge». *Italian Journal of Educational Technology*, Nr. IJET-Online First (Mai). <https://doi.org/10.17471/2499-4324/1151>.
- Charta Digitale Bildung. 2019. *charta digitale bildung*. <https://charta-digitale-bildung.de/>.
- CoSpaces Edu. 2022. *CoSpaces Edu for kid-friendly 3D creation and coding*. 2022. <https://cospaces.io/edu/>.

- Deibl, Ines, Stephanie Moser, Jörg Zumbach, Stephan Czermak, Richard Edlinger, Gerhard Zwingenberger, Lukas Prudky, und Christoph Eibl. 2021. «AR im Klassenzimmer». *Medienimpulse*, Dezember. <https://doi.org/10.21243/MI-04-21-14>.
- Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK). 2015. «Lehrplan 21» <https://v-ef.lehrplan.ch/index.php>.
- Döbeli Honegger, Beat. 2021. «Covid-19 und die digitale Transformation in der Schweizer Lehrerinnen- und Lehrerbildung». *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 39 (3). <https://beat.doebe.li/publications/2021-beat-doebeli-honegger-bzl.pdf>.
- Emmenegger, Thomas. 2020. «Kreativ und virtuell. Neue Herausforderungen durch Industrie 4.0 im TTT Unterricht». *Werkspuren* 4/2020 (160): 28–31.
- Epic Games. 2022 «Unreal». <https://www.unrealengine.com/>.
- Gabriel, Sonja, Matthias Hütthaler, und Michael Nader. 2022. «Lernen in augmentierten Realitäten an Pädagogischen Hochschulen». *Medienimpulse*, März: 42. <https://doi.org/10.21243/MI-01-22-23>.
- Gesellschaft für Informatik – GI. 2016. «Dagstuhl-Erklärung». 2016. <https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>.
- Google o. J. *Google Cardboard*. <https://arvr.google.com/cardboard/>.
- Grünberger, Nina, Klaus Himpsl-Gutermann, Petra Szucsich, Katja Schirmer, Martin Sankofi, Klemens Frick, und Birgit Döbrentey-Hawlik. 2021. «Partizipation, Nachhaltigkeit und Offenheit als Leitlinien medienpädagogischer Projekte». *Medienimpulse* (Dezember). <https://doi.org/10.21243/MI-04-21-15>.
- Heinen, Richard, und Michael Kerres. 2017. ««Bildung in der digitalen Welt» als Herausforderung für Schule». *DDS – Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis* 109 (2): 128–145. <https://www.dds.uni-hannover.de/>.
- Huber, Amy M., Lisa K. Waxman, und Connie Dyar. 2022. «Using Systems Thinking to Understand the Evolving Role of Technology in the Design Process». *International Journal of Technology and Design Education* 32 (1): 447–77. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09590-1>.
- Kerres, Michael, Miriam Mulders, und Josef Buchner. 2022. «Virtuelle Realität: Immersion Als Erlebnisdimension Beim Lernen Mit Visuellen Informationen». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 47 (AR/VR - Part 1): 312–30. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.15.X>.
- Kim, Byungsoo, Sharon Joines, und Jing Feng. 2022. «Technology-Driven Design Process: Teaching and Mentoring Technology-Driven Design Process in Industrial Design Education». *International Journal of Technology and Design Education*, März. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09739-0>.
- Koehler, Matthew J., und Punya Mishra. 2009. «What Is Technological Pedagogical Content Knowledge?» *Contemporary Issues In Technology And Teacher Education* 9(1): 60–70.

- Mayring, Philipp. 2015. *Qualitative Inhaltsanalyse Grundlagen und Techniken*. 12. Aufl. Weinheim: Beltz.
- Meyer, Michael W., und Don Norman. 2020. «Changing Design Education for the 21st Century». *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation* 6 (1): 13–49. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.12.002>.
- Microsoft. 2022. «Microsoft Forms». <https://forms.office.com/>.
- Milgram, Paul, und Fumio Kishino. 1994. «A Taxonomy Of Mixed Reality Visual Displays». *IEICE Transactions on Information and Systems* E77-D: 1321–9. https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf.
- Moser, Heinz. 2021. «Überlegungen zum Lernen mit und über Medien im Zeitalter der Digitalisierung». Herausgegeben von Klaus Rummler, Ilka Koppel, Sandra Aßmann, Patrick Bettinger, und Karsten D. Wolf. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, Jahrbuch Medienpädagogik 17: 709–32. <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2021.05.18.X>.
- Peez, Georg. Hrsg. 2021. *Mixed Reality und Augmented Reality im Kunstunterricht: Beispiele, Forschung und Reflexionen zur Verknüpfung von physischen und virtuellen Wirklichkeitsanteilen in der Kunstpädagogik*. München: kopaed.
- Poghos, Nar. 2020. «What's the Best Alternative for HP Reveal — Aurasma». *AR/VR Journey*, Juli 2020. <https://catchar.io/article/whats-the-best-alternative-for-hp-reveal-aurasma>.
- Pöhl, Regula, und Daniel Schuoler. 2020. «Aus Latten und Leisten. Ordnen und aufbewahren». *Werkspuren* 20.4 (160): 44–5.
- RDZ. 2022. *Regionale Didaktische Zentren PHSG*. <https://www.phsg.ch/de/dienstleistung/regionale-didaktische-zentren>.
- Rogh, Wida, Julia Weber, und Silvia Arbogast. 2017. *Fachdidaktik Kunst und Design: Lehren und Lernen mit Portfolios*. Herausgegeben von Nicole Elisabeth Berner und Christine Rieder. Bern: Haupt.
- Schiffman, Daniel. 2021. «TheCodingTrain – P5.js». Code! Programming with P5.js. https://www.youtube.com/watch?v=HerCR8bw_GE.
- Schmidt-Wetzel, Miriam. 2017. *Kollaboratives Handeln im Kunstunterricht: Eine qualitativ-empirische Untersuchung mit Praxisbeispielen*. Kontext Kunstpädagogik. München: kopäd.
- Shin, Don. 2022. «AR Over the Web Browser Using AR.js, A-Frame, & WebXR». Gehalten auf der CrossComm, Raleigh Convention Center, February 21. <https://youtu.be/wPJ6LHtV844>.
- Shulman, Lee S. 1986. «Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching». *Educational Researcher* 15 (2): 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>.
- Three.js. 2022. *JavaScript 3D Library*. <https://threejs.org/>.

- Truniger, Peter. 2016. «Vom Werkseminar zum Bachelor Art Education oder vom Werken zum design-orientierten Gestalten». In *Schlüsselherz und Stiefelknecht. Handarbeits- und Werkunterricht von 1870 bis 2014*, herausgegeben von Zürcher Hochschule der Künste und Schulmuseum Mühlebach, 9–13. Zürich: Lehrmittelverlag Zürich.
- Unity Technologies. 2022. «Unity». <https://unity.com/>.
- Wettstein, Stefan. 2020. «Handwerklich und digital. Grundsätzlicher Wandel der Fächer Technisches und Textiles Gestalten». *Werkspuren* 2/2020 (158): 34–7.
- Wyss, Corinne, Florian Furrer, Adrian Degonda, und Wolfgang Bühner. 2022. «Augmented Reality in der Hochschullehre: Überlegungen zu einer zukunftsweisenden Ausbildung von Lehrpersonen». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 47 (AR/VR - Part 1): 118–37. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.06.X>.
- Zembala, Anna. 2022. «Förderung der emotionalen und sozialen Kompetenzen mit XR-Medienkunstprojekten: Eine Skizze zur Begründung und Aufstellung der ersten Rahmenbedingungen». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 47 (AR/VR - Part 1): 355–72. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.17.X>.