

Themenheft 68: XR im Sport-, Musik- und Kunstunterricht.

Herausgegeben von David Wiesche, Nicola Przybylka, Katharina Brönnecke, Isolde Malmberg und Raphael Zender

Kulturelle Bildung im Metaverse

Mitgestaltung der digital-immersiven Welt

Jérôme Zraggen¹ , Michael Duss¹ , Manuel Garzi¹  und Josef Buchner¹ 

¹ Pädagogische Hochschule St. Gallen

Zusammenfassung

Lernende müssen auf allen Bildungsstufen Wissen, Fähigkeiten und Haltungen entwickeln, die ihnen ermöglichen, aktiv an der Gestaltung der zunehmend digitalen Welt teilzunehmen (Kerres 2020). Im Kontext einer Kultur der Digitalität (Stalder 2016) geht es nicht mehr nur um Fragen der medialen Vermittlung, sondern auch um die Gestaltung individueller und gesellschaftlicher Realitäten.

Angesichts der zunehmenden Realisierung einer umfassenden digital-immersiven Welt (KI-gestützte, global vernetzte, soziale xReality [Rauschnabel et al. 2022], das «Metaverse») wird die Frage nach einer aktiven Beteiligung und damit nach einem gestalterischen Zugang immer drängender. Bei der noch jungen XR-Technologie ist der Zugang zur Mitgestaltung jedoch keineswegs selbstverständlich. Anhand eines Fallbeispiels soll aufgezeigt werden, dass die iterativen Zyklen beim Entwickeln einer XR-App durchaus vergleichbar sind mit den Prozessen, die beim Gestalten in der analogen Welt zum Zuge kommen. Entsprechend wird das Instrument «Forschend Lernen und Gestalten» (Pöhl und Zraggen 2024) auf die XR-Technologie übertragen. So soll gezeigt werden, wie Entwurfshandeln in XR genutzt werden kann, um der Gestaltbarkeit der Welt – als zentrales Thema der Kulturellen Bildung – auch in der Digitalität gerecht zu werden. Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen für die Lehrpersonenbildung formuliert, um die Gestaltbarkeit der digital-immersiven Welt («Metaverse») zu verhandeln.

Cultural Education in the Metaverse. Shaping the Digital-Immersive World

Abstract

Learners at all levels of education must develop knowledge, skills, and attitudes that enable them to actively participate in shaping an increasingly digital world (Kerres 2020). Within the context of the digital condition (Stalder 2016), the focus is no longer solely on questions of media mediation but also on the creation of individual and societal realities.

Given the growing realization of a comprehensive digital-immersive world (AI-supported, globally networked, social xReality [Rauschnabel et al. 2022], the «Metaverse»), the question of active participation and thus a design-oriented approach becomes increasingly pressing. However, access to co-design in the still-emerging XR technology is by no means self-evident. Using a case study, it will be demonstrated that the iterative cycles involved in developing an XR app are indeed comparable to the processes found in analogous design practices. Accordingly, the instrument «Inquiry-Based Learning and Design» (Pöhl and Zraggen 2024) will be applied to XR technology. This aims to show how design practices in XR can be utilized to address the theme of shaping the world – a central concern of cultural education – within digitality as well. On this basis, recommendations for teacher education will be formulated to engage with the potential for shaping the digital-immersive world («Metaverse»).

1. Einleitung

1.1 Kultur der Digitalität

Wie sich die Welt im Zuge der Digitalisierung verändert, bleibt nicht länger allein eine Frage des technischen Fortschritts. In der «Kultur der Digitalität» (Stalder 2016) verschmelzen Technologie, soziale Interaktionen und kulturelle Praktiken, sodass neue, komplexe Realitäten entstehen. Diese Realitäten müssen nicht nur konsumiert, sondern können aktiv mitgestaltet werden – eine Aufgabe, der sich auch die Kulturelle Bildung stellen muss (vgl. Jörissen 2019). In diesem Beitrag soll dargelegt werden, wie dies auf Basis von Entwurfshandeln in Bezug auf XR (siehe unten) mit Unterstützung von Künstlicher Intelligenz (KI) geschehen könnte, indem Empfehlungen für die Lehrpersonenbildung formuliert werden.

Der Begriff der «Kultur der Digitalität» weist darauf hin, dass der Aufbau der digitalen Infrastruktur unserer gesellschaftlichen Strukturen bereits so weit fortgeschritten ist, dass ihre Auswirkungen die Art und Weise unseres alltäglichen Zusammenlebens beeinflussen (Stalder 2021). Die technologische Praxis wird somit zunehmend zu einer sozialen und damit auch kulturellen Praxis, die durch Vernetzung, Algorithmizität und Referenzialität geprägt ist (Stalder 2016).

Auch wenn die Digitalität in ihren spezifischen Ausprägungen nicht zentral geplant oder gesteuert wurde, bleibt sie – zumindest vorerst – ein menschengemachtes Phänomen. Die Digitalisierung stellt uns die infrastrukturellen Grundlagen bereit; wie wir diese jedoch nutzen, prägt fortlaufend unsere Kultur der Digitalität – auch und gerade im Bildungsbereich. Jandrić und Knox (2022) sprechen in diesem Zusammenhang von einem *postdigital turn*. Solche kulturellen Aushandlungsprozesse lassen sich allenfalls beeinflussen: etwa dadurch, ob eine Hochschule Vorlesungen online überträgt oder nicht; ob digitale Lehrmittel zum Einsatz kommen oder ungenutzt bleiben; ob Smartphones

im Schulkontext erlaubt sind oder verboten werden. Der Begriff der Beeinflussung ist dabei mit Bedacht gewählt, denn *Steuerung* würde eine Kontrolle suggerieren, die in dieser Form nicht gegeben ist. Die Rezeption einer Vorlesung liegt weiterhin im Ermessen der einzelnen Studierenden, und auch die Folgen eines Handyverbots sind umstritten (Beland und Murphy 2016; Kessel et al. 2020).

Die Digitalität ist folglich nicht deterministisch gesetzt, sondern offen für Gestaltung und Veränderung durch menschliches Handeln sowie soziale und kulturelle Einflüsse. In diesem Sinne fordert auch Kerres (2020), dass Lernende aller Bildungsstufen dazu befähigt werden, die zunehmend digitale und KI-geprägte Welt aktiv mitzugestalten (vgl. auch Buchner 2025; Irion 2020). Dazu ist es notwendig, sowohl Wissen und Fähigkeiten zu erwerben als auch Haltungen zu entwickeln, sodass die Mitgestaltung unter Berücksichtigung des komplexen Zusammenspiels aus Technologie, Gesellschaft und Nutzung erfolgt (Brinda et al. 2019; Kerres 2020). Dies gilt auch für solche Formen von Welt, die mithilfe spezifischer Technologien digital-immersiv erlebt und gestaltet werden.

1.2 Digital-immersive Welt(en)

Die rasante Entwicklung im Bereich der Computertechnologien ermöglicht bereits seit vielen Jahren die Erschaffung neuer Formen von Welt, in denen sowohl unsere physische Realität um digitale Elemente erweitert als auch vollständig ausgeblendet und durch eine digitale Realität ersetzt werden kann. Zugänglich und gestaltet werden diese Welten mithilfe der Technologien Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR), die unter dem Begriff XR (xReality) summiert werden (Rauschnabel et al. 2022).

AR beschreibt dabei alle neuen Welten, die durch digitale Elemente erweitert oder angereichert werden. In Abgrenzung zu bisherigen stark technisch geprägten Definitionen von AR (Rauschnabel et al. 2022, 12), beschreiben Rauschnabel et al. (2022, 7) anhand des Assisted-Mixed Reality Kontinuums verschiedene Ausprägungen von AR, die basierend auf Wahrnehmungsspezifika sowie technischen Gestaltungskriterien differenziert werden können. Werden digitale Elemente als künstliche Erweiterung oder Ergänzung der physischen Realität implementiert und folglich als solche wahrgenommen, handelt es sich um *Assisted Reality*. Werden digitale Objekte jedoch als Bestandteil der physischen Realität gestaltet und als solche wahrgenommen, handelt es sich um *Mixed Reality* (Rauschnabel et al. 2022).

VR beschreibt all jene Welten, die die physische Realität vollständig ausblenden und durch eine virtuelle Realität ersetzen (Slater und Sanchez-Vives 2016). Auch für VR lassen sich unterschiedliche Ausprägungen identifizieren, basierend auf der wahrgenommenen Intensität, sich vollständig in der virtuellen Welt zu befinden (Präsenzerleben).

Atomistische VR-Welten erzeugen ein geringes Präsenzerleben bei Nutzenden, wogegen holistische VR-Welten die virtuelle Umgebung als Realität wahrnehmen lassen (Rauschnabel et al. 2022).

Gemein ist diesen XR-Welten das Erleben von Immersion, definiert als die von Nutzenden empfundene intensive kognitive und emotionale Eingebundenheit (Mühlhoff und Schütz 2019; Georgiou und Kyza 2017). Dieses Verständnis von Immersion als Erlebensdimension (Kerres et al. 2022) unterscheidet sich von der Konzeption von Immersion als objektiver Beschreibung einer Technologie, wie sie etwa in der VR-Forschung meist auftritt (Slater und Sanchez-Vives 2016). Gänzlich unabhängig von technologischen Parametern ist jedoch auch das Immersionserleben nicht: Verschiedene Überblicksarbeiten zeigen, dass das Erleben digitaler Umgebungen über Head-Mounted-Displays (HMDs; AR/VR-Brillen) in Kombination mit der Möglichkeit, mit digitalen Objekten zu interagieren (z. B. über Controller oder Handgesten), kognitiv und emotional intensiver wahrgenommen wird im Vergleich zu klassischen Medien (Cummings und Bailenson 2016; Makransky 2021).

Dieses Potenzial von XR soll nun auch digital-soziale Erfahrungen intensivieren, indem Nutzende als Teilnehmende und Teilgebende im «Metaverse» bzw. in verschiedenen «Metaverses» agieren. Metaverse bezeichnet digitale Welten, die geteilte, persistente und dezentralisierte Erfahrungen ermöglichen (Hwang und Chien 2022). Mithilfe von XR werden diese Welten zu digital-immersiven Erfahrungen mit dem Ziel, nicht mehr zwischen «im Metaverse sein» und «im echten Leben sein» unterscheiden zu müssen (S.-M. Park und Kim 2022). Floridi (2015) bezeichnet diese Verschmelzung von «Online-sein» und «Offline-sein» als *Onlife*, jenen Zustand, in dem der Mensch durchgehend sowohl in der digitalen als auch der physischen Welt existiert. Mit dem durch XR erlebten Metaverse erhält dieser Zustand eine neue Qualität, die sowohl Chancen eröffnet als auch Risiken mit sich bringt (Wernbacher et al. 2023).

Umso wichtiger ist es, spezifisches Wissen und Fähigkeiten sowie Haltungen zur Mitgestaltung dieser digital-immersiver Welten zu fördern, da auch sie Teil der Kultur der Digitalität sind. Diese Forderung soll in der Folge aus der Perspektive der Kulturellen Bildung näher erörtert werden.

1.3 Digitalität mitgestalten als Kulturelle Bildung

Kulturelle Bildung ist ein Containerbegriff (Weiss 2017) und somit nicht trennscharf definiert. Zentral ist die Persönlichkeitsentwicklung durch kulturelle Betätigung, wobei insbesondere die Selbstwirksamkeit im Fokus steht (vgl. Dietrich 2022). Damit geht einher, dass das Mitgestalten der Welt ein Kernanliegen der Kulturellen Bildung ist (Zirfas 2015). Wie die zwölf Argumente für Kulturelle Bildung in ihrer Reihenfolge suggerieren, muss man hierfür die Welt zuerst verstehen (Bundesvereinigung Kulturelle Kinder- und Jugendbildung (BKJ) 2020). Um die Welt also bewusst gestalten zu können, muss sie

zuerst als gestaltet und somit gestaltbar wahrgenommen werden (J. H. Park 2016). Dies bedingt ein entsprechendes Verhältnis des Subjekts zur Welt: Sehe ich diese als gegeben an oder als veränderbar? Im Zusammenhang mit der Digitalität konstatieren Engel und Kerres (2023, 9), dass sich in dieser Sichtweise nicht nur die Verhältnisse des Menschen zur Welt verändern, sondern das wechselseitige Verhältnis von Mensch und Welt selbst. Den digitalen Akteuren und Prozessen schreiben sie eine Agency zu, die es in Bezug auf diese Selbst- und Weltverhältnisse zu berücksichtigen gilt (ebd., 7), und dies nicht in Form einseitiger Einflüsse, sondern als Verhältnis an sich, das durch die und in der Digitalität geprägt und konstituiert wird. Dies korrespondiert mit dem Konzept der relationalen Agency (vgl. Raithelhuber 2022). Der Mensch ist in diesem Verständnis nicht mit der Digitalität konfrontiert, sondern deren inhärenter Bestandteil. Selbst- und Weltverhältnisse konstituieren sich somit zwangsläufig in der Digitalität.

In der Transformatorischen Bildungstheorie spricht man von Bildungsprozessen, wenn Selbst- und Weltverhältnisse transformiert werden (Koller 2023, 16). Im Unterschied zu Lernprozessen, bei denen Wissen innerhalb der bestehenden Denkstrukturen angeeignet wird, führen Bildungsprozesse zu einer Veränderung dieser Denkstrukturen (Kokemohr 2007) und somit der Selbst- und Weltverhältnisse. Solche Transformationen sind unverfügbar, d. h. sie können höchstens begünstigt, nicht aber hergestellt werden. Koller (2023, 71) setzt eine Krisenerfahrung als Bedingung für solche transformatorischen Bildungsprozesse voraus. Im wissenschaftlichen Diskurs setzt sich zunehmend die Kritik am Krisenbegriff durch, da es keine Katastrophe braucht, um Bildungsprozesse zu erfahren (vgl. Bähr et al. 2019, 5; Koller 2023, 188–90). Deshalb wird in diesem Artikel, wie auch im später beschriebenen Instrument (vgl. Kapitel 2), der Begriff der *Irritation* als Bildungsanlass verwendet (vgl. Combe und Gebhard 2019, 154; Sabisch 2019, 126; Pöhl und Zraggen 2025). Irritationen sind ebenfalls unverfügbar und nicht erzeugbar. Es stellt sich somit die Frage, wie diese dennoch im Unterricht gefördert werden können. Irritationsfreundliche Situationen können didaktisch intendiert und hergestellt werden: Die Konfrontation mit Ungelöstem, Unfertigem, Widersprüchlichem, radikal Neuem oder verfremdetem Bekanntem kann Irritationen auslösen und so zu Bildungsprozessen (Bähr et al. 2019, 10) und zu lebensweltbezogenen Aufgaben (Girmes 2018, 76) führen. Dazu gehören auch ästhetische Erfahrungen (vgl. Combe und Gebhard 2019, 136) als Verweilen (vgl. Brinkmann und Willatt 2019, 831–33) oder Zugang zu Gegenständen oder Situationen (vgl. Borg-Tiburcy 2019, 810). Im Sinne der Digitalität geht damit einher, dass die Dichotomie von analogen und digitalen Medien dekonstruiert werden sollte. So stellen auch Brenne und Brönnecke heraus, dass die «oftmals anvisierte Präsenzerfahrung in ästhetisch-künstlerischen Bildungsprozessen [...] keine Frage der Medialität, sondern einer qualitativen Intensität» ist (2021, 17). Auch wenn eine direkte leibliche Interaktion der Hand durch digitale Medien oft ersetzt oder simuliert wird – was gerade bei XR ein

spannendes Thema ist – sollten diese Möglichkeiten nicht gegeneinander ausgespielt, sondern als erweiterte Möglichkeit der Weltgestaltung betrachtet werden (Brenne und Brönnecke 2021, 17).

2. Entwerfen als Strategie

Der Anspruch, die Welt wahrzunehmen, zu verstehen und zu gestalten, weist Parallelen zum Entwurfsmodell von Kretz (2019) auf. Er sieht drei unmittelbar zusammenhängende Dimensionen des Entwerfens, eine untersuchende, eine ordnende und eine verändernde. In der untersuchenden Dimension wird wahrgenommen und beobachtet. In der verändernden werden Visionen generiert, die – wie die Beobachtungen – in der ordnenden Dimension wiederum überprüft werden. Dabei handelt es sich nicht um einen Ablauf, sondern sich wechselseitig bedingende Iterationen (Reinmann 2024; Kretz 2019).

Dem Entwurfsmodell von Kretz folgend bezieht sich Entwerfen also immer auf einen Kontext, der in seinen Zusammenhängen erfasst und bearbeitet werden muss. Fortlaufend sind iterative Prozesse nötig, um Entwürfe in diesem Kontext zu evaluieren und einzuschätzen, zu optimieren und weiterzuentwickeln. Damit ist angedeutet, dass Entwürfe immer *Jeweiligkeiten* (Greiner-Petter 2020, 91) darstellen: eine Lösung kann heute passen, morgen aber nicht mehr, oder an einer Stelle passen und an einer anderen nicht (vgl. Zraggen 2024, 94). Für den schulischen Kontext beinhalten solche iterativen Entwurfsprozesse das Potenzial, einerseits das systemische Denken zu fördern, indem Zusammenhänge untersucht und beobachtet werden, andererseits die Gesetztheit der Mitwelt zu hinterfragen: Wenn jeder Zustand eine *Jeweiligkeit* ist, kann er auch verändert werden, ob kurz-, mittel- oder langfristig. In diesem Sinne können derart bewusst gemachte Entwurfsprozesse dabei unterstützen, die eigene Lebenswelt als konstruiert (Kraus 2006) und damit als gestaltbar wahrzunehmen.

2.1 Entwicklung des Instruments «FLUG»

Das Entwurfsmodell von Kretz (2019) stammt aus der Architektur und hat einen übergeordneten Anspruch auf Gültigkeit in Bezug auf vielfältige Entwurfsprozesse. Um es in einem schulischen Kontext nutzbar zu machen, muss das Modell entsprechend präzisiert oder ergänzt werden. Pöhl und Zraggen (2024) haben hierfür nach Theorien und weiteren Modellen gesucht, um die Tätigkeiten in den drei Dimensionen des Entwerfens im Bildungskontext verorten zu können. Für entsprechende forschende Lernprozesse wurden die vier Kriterien forschenden Lernens von Reiting (2013) herangezogen: Im erfahrungsbasierten Hypothesisieren werden Vermutungen, Fragen und Hypothesen generiert. Beim Explorieren wird der entsprechende Stoff untersucht – empirisch, explorativ oder gedanklich. Ein wichtiges Element, das in anderen Modellen häufig fehlt oder zumindest nicht explizit genannt wird, ist der kritische Diskurs: Der Austausch

mit Anderen über Prozesse und Erkenntnisse ist zentral. Als letztes Kriterium wird die Anwendung der entstandenen Artefakte und Erkenntnisse genannt. Diese Kriterien können auch bei kindlichen Auseinandersetzungen mit der Welt beobachtet werden, was diesen Ansatz wertvoll für den schulischen Kontext macht. Für den explorativen Akt des Untersuchens sollte Gestaltung als Forschungsform (vgl. Mieg 2020) mitgedacht werden, was mit der verändernden Dimension des Entwerfens korrespondiert. Als Modell hierfür wurde das Leitprinzip *Forschen und Gestalten* von Steinmann und Mikutta (2020) herangezogen, da hier die beiden namensgebenden Pole integrativ gedacht werden.

Forschend lernen und gestalten

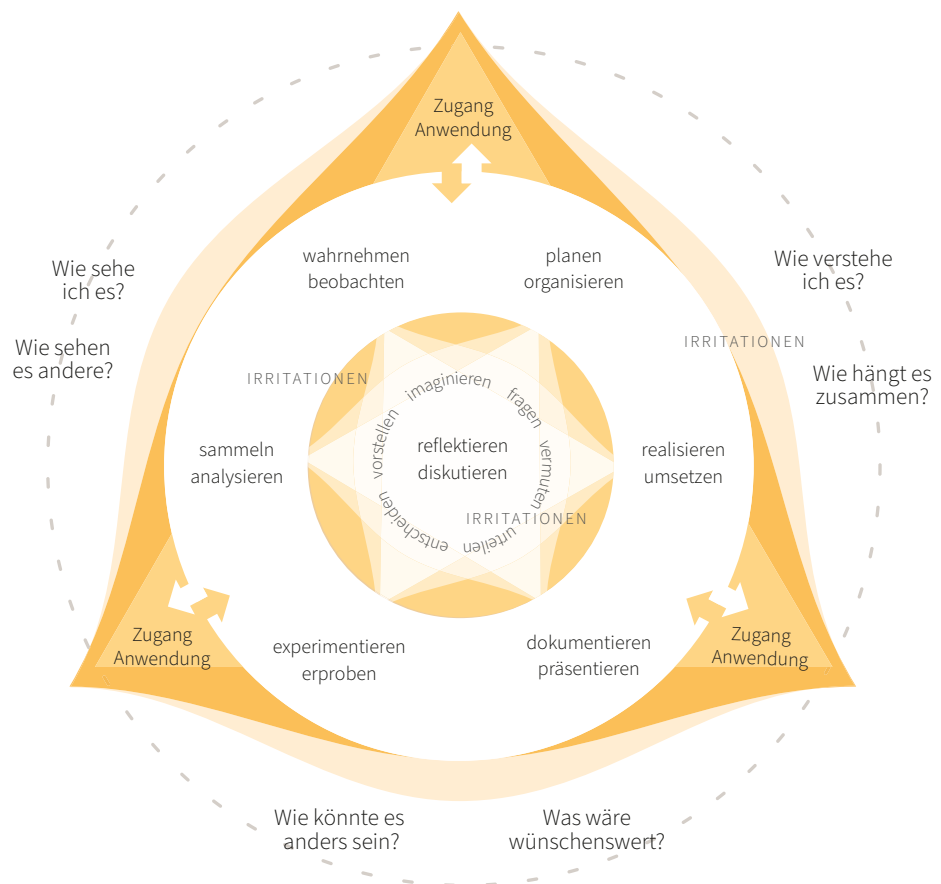


Abb. 1: Instrument FLuG (Pöhl und Zraggen 2024).

Entstanden ist dadurch das Instrument *Forschend Lernen und Gestalten (FLuG)*, vgl. Abbildung 1, welches das Leitprinzip *Forschen und Gestalten* (Steinmann und Mikutta 2020) in den drei Dimensionen des Entwerfens (Kretz 2019) um die Kriterien des Forschenden Lernens nach Reiting (2013) und die Irritationsfreundlichkeit (vgl. Bähr et al. 2019) ergänzt, ausführlicher beschrieben bei Pöhl und Zraggen (2024).

2.2 Einsatz des Instruments

Primär soll FLuG der Reflexion während forschender Gestaltungsprozesse und der Planung von entsprechendem Unterricht dienen, weitere Verwendungszwecke werden aktuell überprüft. Zentrales Anliegen des Instruments ist, die Handlungsfähigkeit im Ungewissen zu stärken, indem Zusammenhänge in nächstgrösseren Kontexten gesucht werden. Dabei evozieren die Zugänge und Schlüsselfragen einen Lebensweltbezug, in den die Sichtweise von Anderen einbezogen wird. Der diskursive Kern verbindet die möglichen Tätigkeiten konstruktiv und dialogisch.

Aktuell steht das Instrument in der Phase der Überprüfung in der Lehrpersonenbildung und mit Lernenden der Primarstufe. Zudem werden Szenarien entwickelt, die den Einsatz in verschiedenen Kontexten nachvollziehbar machen sollen, da das Instrument nicht selbsterklärend ist. Ein solches Szenario betrifft den Einsatz in der Lehrpersonenbildung bei der Gestaltung mit digitalen Medien. In Bezug auf XR soll nun ein bereits bestehendes Fallbeispiel als Grundlage dienen und aus Sicht von FLuG untersucht werden. In Kapitel 3 wird das Fallbeispiel beschrieben. Am Ende von Kapitel 3 wird dargelegt, weshalb dieses Fallbeispiel dazu geeignet schien, in Bezug zu FLuG gesetzt zu werden. Kapitel 4 befasst sich mit entsprechenden Implikationen für die Lehrpersonenbildung. In Kapitel 5 werden schliesslich praktische Empfehlungen formuliert.

3. Fallbeispiel: XR-App «KlangRaum»

In diesem Kapitel wird die Entwicklung der App «KlangRaum» beschrieben, die als Fallbeispiel für einen forschenden Gestaltungsprozess in der XR dient. Nach Rauschnabel et al. (2022) handelt es sich um eine AR-App, die digitale Elemente als Bestandteile der Realität vorsieht (Mixed Reality). Dadurch weist das Unterfangen eine hohe Komplexität auf, was als geeignete Grundlage für den Transfer auf einfachere Anwendungsfälle erachtet wird.

3.1 Entstehung und Beschreibung

Im Rahmen eines Wahlmoduls an der Pädagogischen Hochschule St. Gallen mit dem Titel «Mensch und Raum» (1 ECTS) sollten die Studierenden auch Raumerfahrungen in XR machen. Neben bestehenden Apps wie Open Brush (im VR- und Passthrough-Modus),

Anne Frank House VR, Ocean Rift (im Aquarium-Modus) und einem 360° Video (LOS, von Klaus Merz und Sandro Zollinger), sollte auch eine klangliche Raumerfahrung eine Rolle spielen. Mangels Alternativen wurde von einem der Dozierenden der Versuch gestartet, selbst eine entsprechende App herzustellen. Dabei ist eine App für das HMD Meta Quest 3 entstanden, in der ein von einer Musikgruppe interpretierter Song räumlich erfahren werden kann (verfügbar unter <https://osf.io/hmru4/>). Die einzelnen Instrumente Gitarre, Vibraphon, Bass, Schlagzeug und Gesang werden lediglich von primitiven geometrischen Körpern (weissen Kugeln und Würfeln) visuell repräsentiert. Das Audio der separaten Instrumente ist räumlich bei diesen visuellen Repräsentationen verortet. Beim Starten der App erscheinen die einzelnen Instrumente im Raum verteilt – je eines in den vier Ecken und der Gesang in der Mitte des Raums. Ausser diesen Audio emittierenden weissen Körpern gibt es keine weiteren virtuellen Elemente. Die physische Realität ist durch *video see-through* ebenfalls im HMD sichtbar. Eine Person, die das HMD trägt, kann sich somit frei durch den physischen Raum bewegen und die virtuellen klingenden Körper erkunden. Dabei lassen sich die Körper auch mit den Händen fassen und in der Position verändern. Die virtuelle Musikgruppe kann also nach Belieben räumlich platziert werden.

3.2 Grundlagen und erste Version

Im Folgenden soll berichtet werden, wie diese App hergestellt wurde. Der Dozent, der die App entwickelt hat, ist Instrumentalpädagoge, Musiker und Sound Designer. Durch die gelegentliche Zusammenarbeit mit Game-Entwicklern konnte er rudimentäre Erfahrungen im Umgang mit Game-Engines sammeln. Eine Game-Engine ist eine Software zur Entwicklung von Computerspielen.

Das Fallbeispiel wurde mit der Game-Engine Unity 2022.3 und dem Software Development Kit (eine Sammlung von Programmierwerkzeugen und Programmbibliotheken) Meta XR SDK 64.0 hergestellt. Die entsprechende Entwicklungsumgebung wurde anhand des Leitfadens von Meta eingerichtet (Meta 2024).

Um die nun folgenden Arbeitsschritte nachvollziehen zu können, wird zuerst erläutert, wie die Mixed-Reality-Erfahrung in diesem Fallbeispiel technisch zustande kommt. Über Kameras aussen am HMD wird die physische Umgebung aufgenommen und in Echtzeit auf den Displays im HMD stereoskopisch dargestellt, als könnte durch das HMD hindurchgeschaut werden (*video see-through*). Mithilfe der Kameras und zusätzlicher Sensoren kann der physische Raum erfasst, vermessen und als Gitternetz (*Scene Mesh*) abgespeichert werden. Anhand dieser Daten werden automatisch Wände, Boden und Decke erkannt, was manuell nachgebessert oder ergänzt werden kann. Dieser ganze Prozess nennt sich *Scene Setup* und kann aus dem HMD heraus gestartet werden. Das daraus resultierende *Scene Model* wird auf dem HMD abgespeichert und kann dann in einer App als Bezugsrahmen erkannt und verwendet werden (Meta 2024).

- Eine entscheidende Vereinfachung beim Entwickeln einer App in Unity für Meta Quest sind die sogenannten *Building Blocks* (Meta 2024). Das sind Kernfunktionen, die per drag and drop einer Szene in Unity hinzugefügt werden können. Szenen sind in Unity der Ort, wo mit Inhalten gearbeitet wird (Unity 2024). Die Grundelemente der angestrebten App konnten somit innerhalb weniger Minuten zusammengestellt werden:
- *[BuildingBlock] Camera Rig*: Die Kamera in einer Unity Szene erfasst den jeweiligen Ausschnitt der Szene, der gerendert und auf den Displays im HMD sichtbar gemacht werden soll.
 - *[BuildingBlock] Passthrough* (Metas Bezeichnung für *video see-through*): Ermöglicht, die physische Umgebung als Hintergrund der Szene darzustellen.
 - *[BuildingBlock] Room Model*: Bildet Wände, Boden und Decke des physischen Raums als virtuellen Raum in der Unity Szene ab.

Die nächsten Arbeitsschritte benötigten wesentlich mehr Zeit. Als erstes wurden die weissen geometrischen Körper hinzugefügt, welche die Instrumente visuell repräsentieren sollten. Diese mussten einem Quadrat an den gewünschten Positionen – im Bereich der vier Ecken und in der Mitte – angehängt werden. Das Quadrat – auf dem *[BuildingBlock] Room Model* als Boden referenziert – wird dann dem *Scene Model* entsprechend in der Grösse und Lage des physischen Bodens abgebildet. Wenn das Quadrat als unsichtbar definiert wird, sind nur noch die Körper schwebend im Raum sichtbar.

Da die Körper Audio emittieren sollten, und zwar für räumliches binaurales Hören (Richtungshören), musste die entsprechende Implementierung vorgenommen werden. Diese Schritte wurden mithilfe der entsprechenden offiziellen Dokumentationen auf der Entwicklerseite von Meta (2024) zu *OVR Scene Manager* bzw. *Spatial Audio* umgesetzt. Die als separate Audiofiles verfügbaren einzelnen Instrumenten-Spuren stammen aus einer vorbestehenden Mehrspuraufnahme des Songs. Da diese sequenziell mit den einzelnen Instrumenten vorgenommen wurde, ist auf jedem der Audiofiles nur das entsprechende Instrument zu hören.

3.3 *Forschend Lernen und Entwickeln*

Im Folgenden soll nun aufgezeigt werden, wie die App mehrere weitere Entwicklungsschritte durchlaufen hat. Diese Form des iterativen Fortschreitens, welche in der Softwareentwicklung üblich ist (vgl. Camburn et al. 2017), weist deutliche Parallelen zu den in FLuG dargestellten Prozessen auf. Zuerst werden hier die einzelnen Schritte beschrieben und dann im anschliessenden Kapitel zum FLuG-Instrument in Bezug gesetzt.

Im ausführlichen Test der ersten Version der App kam beim entwickelnden Dozenten das Bedürfnis auf, mit den repräsentierten Inhalten interagieren zu können. Da die Steuerung der App keine Controller benötigte und die Hände somit frei waren, entstand die Idee, die Objekte mit den Händen greifen und umplatzieren zu können. Diese

Funktionalität liess sich in Unity wiederum mit wenigen Handgriffen realisieren. Der [BuildingBlock] *Grab Interaction* fügte der Szene automatisch folgende Komponenten hinzu:

- [BuildingBlock] Interaction auf Camera Rig
- [BuildingBlock] Hand Tracking left/right auf Camera Rig
- [BuildingBlock] HandGrab auf einem Platzhalter-Objekt in der Szene. Dieses Platzhalter-Objekt konnte entsprechend auf die Instrumenten-Objekte kopiert werden.

Dank der Möglichkeit, die Instrumente nun umplatzieren und neu anordnen zu können, ergibt sich die Affordanz, verschiedene Aufstellungen auszuprobieren und mit der entsprechenden Wirkung auf die räumliche Wahrnehmung zu experimentieren. Zum intensiven Testen gehörte auch, die App in verschiedenen Räumen zu testen, um die Adaptivität des Raummodells zu prüfen. Dabei zeigte sich, dass beim Starten der App die weissen Körper je nach Raumgrösse verformt wurden, da sie fix an die virtuelle Bodenfläche geheftet waren und sich mit dieser zusammen in der Länge und Breite anpassten, also gedehnt oder gestaucht wurden, da angeheftete Child-Objekte die Ausdehnungs-Eigenschaften des entsprechenden Parent-Objekts übernehmen. Um dies zu vermeiden, wurden sogenannte Spawnpoints an den Stellen gesetzt, wo die Körper beim Starten erscheinen sollten, womit die Ausdehnungsdimensionen der Körper von denen der Bodenfläche entkoppelt werden konnte. Um dies zu realisieren, musste ein kurzes Skript geschrieben werden. Da der entwickelnde Dozent nicht über die dafür notwendigen Fähigkeiten verfügt, wurde dieser Schritt unter Einbezug von KI, konkret des Large Language Models (LLM) ChatGPT, ausgeführt. Folgender Prompt lieferte das gewünschte Resultat: «Schreib mir ein Skript in C# für Unity, welches bei Start ein auswählbares Objekt an der Stelle spawnnt, wo sich das Objekt befindet, auf welchem das Skript ist».

Der nächste Aspekt der App, der noch nicht zufriedenstellend war, betraf die Raumakustik. Für die Simulation der Raumakustik kam *Shoebox Room Acoustic* von Meta zur Verwendung (Meta 2024). Hierbei handelt es sich um eine simplifizierte Raumsimulation, in der frühe Reflexionen und Nachhall anhand eines Quaders berechnet werden, der einen virtuellen Raum mit bestimmten Dimensionen und Oberflächentexturen darstellt. Die Dimensionen des virtuellen Raums sollten sich nun automatisch an die des physischen anpassen können, d. h. der Quader musste die Dimensionen des *Scene Models* abgreifen. Hier führte eine einfache Befragung des LLM leider nicht ohne Weiteres zur Lösung, da das *Scene Model* keine Methode bietet, welche die Dimensionen direkt liefert. Mit beträchtlichem Aufwand konnte per Trial and Error-Verfahren eine funktionierende Lösung gefunden werden.

Dieser Stand der App wurde den Co-Dozierenden des Wahlmoduls «Mensch und Raum» vorgestellt. Erst hier, im Austausch mit kritischen Rezipienten, wurde erkannt, dass die 3D-Spatialisierung der Klangquellen noch nicht korrekt war. Folglich konnte

die entsprechende Einstellung in Unity eruiert und korrigiert werden. Somit war die App schliesslich auf einem Stand, der einen Testeinsatz mit den Studierenden des Moduls erlaubte.

3.4 *Iteratives Entwickeln und FLuG*

Das hier beschriebene explorative iterative Vorgehen zur Entwicklung der XR-App «KlangRaum» orientierte sich an Praxiserfahrungswissen, welches der Autor der App in seiner Freizeit autodidaktisch erworben hatte. Der ganze Prozess befolgte keinen vorgegebenen Ablauf und es fand keine Meta-Reflexion über das Vorgehen per se statt. Ausserdem war dem Autor der App zu diesem Zeitpunkt das FLuG-Instrument nicht bekannt. Im Sinne einer retrospektiven Passung sind aber auffällige Parallelen zu den im FLuG-Instrument verdichteten Leitprinzipien, Dimensionen und Kriterien erkennbar, auf welche im Folgenden explizit hingewiesen werden soll.

Zuerst wurde hypothetisiert, von einem Laien könne eine XR-App selbst hergestellt werden. Dabei stellte sich die Frage, was mit den aktuell zur Verfügung stehenden Möglichkeiten machbar ist. Die entsprechenden Werkzeuge (Unity als Game-Engine, Meta XR SDK) und Hilfsmittel (ChatGPT als «Code Coach») wurden empirisch exploriert, wofür auf ein gewisses Mass an Vorerfahrung zurückgegriffen werden konnte. Ein kritischer Diskurs fand mit den Co-Dozierenden statt und das entstandene Produkt kam in einem Lehrmodul zur Anwendung. Wie die Wortwahl bereits andeutet, entspricht dies den vier Kriterien forschenden Lernens von Reitinger (2013). Darüber hinaus stellt eine solche explorative und iterative Annäherung auf Basis eines konkreten Vorhabens aber auch einen exemplarischen Zugang analog dem Framework von FLuG dar.

Irritationen, ein zentraler Aspekt des FLuG-Instruments, sind in der Entwicklung von Software unvermeidlich. Oft funktioniert die App nicht so wie intendiert oder zeigt gar fehlerhaftes Verhalten, was in einem jeweils nächsten iterativen Zyklus verbessert werden muss.

Eine starke Subjektorientierung war ebenfalls gegeben, da der Autor der App seinen Fragestellungen bezüglich auditiver Wahrnehmung in Mixed Reality nachging und auch entsprechendes Vorwissen bzw. entsprechende Vorarbeiten einsetzte. Die Lernerfahrungen des Autors bezogen sich dann sowohl auf den Inhalt (Fragen rund um die virtuelle Akustik) als auch auf den Prozess (iteratives Entwickeln einer App für Mixed Reality).

Bei der Lebenswelt, von der ausgegangen wurde, handelt es sich um eine augmentierte Realität. Für den Autor der XR-App geben Hörerfahrungen mit virtuellem Audio den Anlass dazu, Klangereignisse in der physischen Welt «mit anderen Ohren» wahrzunehmen, genauer hinzuhören, subtile akustische Phänomene zu entdecken und dadurch die Hörfähigkeit zu schulen, was wiederum die Fähigkeit verbessert, virtuelles Audio zu gestalten. Dies veranschaulicht die Transformation des von Digitalität geprägten Selbst- und Weltverhältnisses im Sinne von Engel und Kerres (2023).

4. Implikationen für die Lehrpersonenbildung

Ausgehend von den im vorigen Kapitel beobachteten und beschriebenen Parallelen zwischen dem Vorgehen bei der Entwicklung der XR-App «KlangRaum» und den das FLUG-Instrument konstituierenden Leitprinzipien, Dimensionen und Kriterien sollen nun entlang der zentralen Aspekte des FLUG-Instruments Implikationen für ein mögliches Lernsetting an einer Pädagogischen Hochschule ausgearbeitet werden, in welchem sich an das Gestalten einer digital-immersiven Welt herangewagt wird. Zunächst erfolgen erste Reflexionen und Fragen zur Umsetzbarkeit, die dann in Kapitel 5 zu konkreten Empfehlungen ausformuliert werden.

4.1 Didaktische Vorüberlegungen und Schlüsselfragen

Auch wenn die Entwicklung des Fallbeispiels kein didaktisches Setting war, stellten sich Fragen nach den Rahmenbedingungen: Welche Ziele werden verfolgt und in welchem Abstraktionsgrad (von Programmcode bis Designtool) kann und soll das Projekt umgesetzt werden? Für die Lehre müssen die Ziele geklärt sein und es gilt, die möglichen und leistbaren Erwartungen abzuschätzen, um Enttäuschungen und Überforderungen zu mindern (aktives Erwartungsmanagement).

Je nach Person ist die Ausgangslage eine andere. Es gilt, die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Studierenden, aber auch ihre Interessen, Neigungen und Motive einzubeziehen (im Fallbeispiel Erfahrungen des App-Autors mit Unity, Akustik und Schallausbreitung). Wie können dabei die drei Dimensionen des Entwerfens den Studierenden bewusst gemacht und wie kann dabei der Ansatz von FLUG verinnerlicht werden?

4.2 Zugänge, Anwendungen und Irritationen

Der *Zugang* erfolgte im Fallbeispiel über die Absicht, eine eigene XR-App selbst herzustellen. Ein wichtiger erster Schritt ist das Kennenlernen der Technologie (z. B. AR). Was aber kann Studierenden zugemutet werden? Sich mit den wichtigsten Grundlagen einer Game-Engine vertraut zu machen, dürfte von angehenden Lehrpersonen zu bewerkstelligen sein. Zuerst soll das Medium im Sinne des *Enacting* (Buchner und Hofmann 2022) erfahren werden. Die Studierenden sollen auf handelnde Weise lernen, das Medium zu nutzen und anhand von geeigneten und exemplarisch aufbereiteten Umgebungen und Situationen erfahren, worum es geht. Dies kann über einen Einführungs-Kurs in die Game-Engine und/oder durch die Nutzung von (mitgelieferten) Onboarding-Möglichkeiten und Tutorials erfolgen.

Zur *Anwendung* kam im Fallbeispiel die entwickelte App, aber auch die erworbenen Kenntnisse wurden im Rahmen von weiteren Entwicklungsprojekten angewendet. Post-digitale Selbst- und Weltverhältnisse wurden erweitert. Zudem stellte sich die Frage, welche Nutzungsmöglichkeiten für die erworbenen Kenntnisse und die App denkbar sind.

Irritationen (z. B. die Verformung der Körper) führten zur Weiterentwicklung der App. Scheitern soll als produktive Irritation betrachtet werden, die zu Fortschritt führt und dem Aufbau von Frustrationstoleranz dient.

4.3 Tätigkeitsfelder und diskursiver Kern

Das *Sammeln* bezieht sich v. a. auf die Recherche, um sich einzuarbeiten und Kenntnisse aufzubauen. Die Möglichkeiten der Entwicklungsumgebung sollten genutzt werden, seien es vorgefertigte Objekte oder SDKs (mit vorprogrammierten Kernfunktionen für XR) und Building Blocks. So sind gewisse Experimente möglich, ohne alle technischen Abhängigkeiten zu beherrschen. Je nach Komplexität kann ein Spielen mit der Technik, z. B. verändern von Parametern, hilfreiche Erkenntnisse und Irritationen erzeugen. Es empfiehlt sich, möglichst Anleitungen aus offiziellen Quellen der entsprechenden Hersteller zu konsultieren. Das garantiert Informationen aus erster Hand. Der Einsatz von KI ist bereits heute in einigen Situationen hilfreich. Im Fallbeispiel wurde ein LLM zum Generieren von Programmcode verwendet, was in einem Fall direkt zum Ziel führte, in einem anderen nicht. Das Potenzial von KI als Hilfsmittel wird voraussichtlich stetig zunehmen, und entsprechende Möglichkeiten sollten fortlaufend gesucht, ausprobiert und evaluiert werden.

Organisieren: Das Einrichten von Hardware, Software und entsprechenden Benutzerkonten verursacht einen nicht zu unterschätzenden Aufwand. Um nicht zu viel Zeit zu verlieren und anfänglichen Frustrationen bei den Studierenden vorzubeugen, ist es unerlässlich, dass Dozierende Aufwand und Ertrag abschätzen, wobei der Zeitaufwand für die Studierenden und der Lerngehalt gemeint sind. Je nach Umfang des Lerneinheit könnte es sinnvoll sein, die ganze Entwicklungsumgebung vorzubereiten und zur Verfügung zu stellen. Gegebenenfalls kann für diese vorbereitenden Schritte auch professionelle Unterstützung durch Fachstellen für pädagogischen Mediensupport der Bildungsinstitutionen herangezogen werden.

«Prototyping» (*umfasst mehrere Tätigkeitsfelder*): Im Bereich XR (wie generell in der Softwareentwicklung) läuft der Entwicklungsprozess iterativ als Prototyping (Camburn et al. 2017). Als Unterstützung sollten regelmässige Austauschgefässe und KI-Tools mitgedacht werden. Das Vorgehen ist anschlussfähig an Methoden wie Rapid Prototyping, Design Thinking und Maker Education. Die App wurde im Fallbeispiel an verschiedenen Orten getestet.

Wahrnehmen: Das Sehen der «Hand» und der weissen Körper löste im Fallbeispiel den instinktiven Drang aus, die Objekte zu greifen. Die Wahrnehmung solcher Affekte soll gefördert werden.

Das *Präsentieren* und *Diskutieren* mit den Mitdozierenden bereicherte die Entwicklung der App. Der Austausch mit Mitstudierenden, Dozierenden und evtl. weiteren Bezugsgruppen (Familie, Freunde) sollte eingeplant werden.

5. Empfehlungen für die Lehrpersonenbildung

Ausgehend von den zentralen Erkenntnissen aus der vorangegangenen Reflexion des Prozesses der App-Entwicklung anhand des FLuG-Instruments sollen nun allgemeine Prinzipien und Leitfragen für die Unterstützung der Arbeit mit XR in der Lehre formuliert und gebündelt werden.

5.1 Didaktische Vorüberlegungen

Als Ursprung stellt sich die Frage der Rahmenbedingungen: In welchem Segment der XR soll die Auseinandersetzung erfolgen? Welche Hard- und Software steht zur Verfügung und in welcher Abstraktion soll gearbeitet werden? Welche Ressourcen (seitens Dozierenden und Hochschule) sind vorhanden? Im Sinne des Konzepts «low floors, high ceilings» (vgl. Blake-West und Bers 2023) sollen die Studierenden weder unter- noch überfordert werden. Hierfür müssen der Lernraum, die angestrebten Ziele und die Komplexität der technologisch-didaktischen Lernumgebung aufeinander abgestimmt werden. Hier gilt es, eine realistische Abschätzung der möglichen und leistbaren Erwartungen vorzunehmen, um spätere Enttäuschungen und Überforderungen aller Beteiligten nach Möglichkeit zu verhindern (Erwartungsmanagement). Aufwand und Ertrag müssen abgewogen werden.

5.2 Schlüsselfragen

Wie können die drei Dimensionen des Entwerfens den Studierenden bewusst gemacht werden?

Wie sehe ich es? Neben der subjektiven Sichtweise können in XR auch wortwörtlich andere Perspektiven eingenommen und so Blickwinkel bewusst gemacht werden. Sowohl der physische wie auch der digitale Raum können als Faktor(en) einbezogen werden.

Wie sehen es andere? Und wie nutzen sie es? Durch Feedback und achtsames Kommentieren-lassen im Testing können wertvolle Erkenntnisse generiert werden.

Wie könnte es anders sein? Welche Potenziale gibt es in XR, um die physische Realität zu erweitern? Wie kann auch die eigene Erscheinung verändert werden und inwiefern verändert dies die Selbstwahrnehmung?

Was wäre wünschenswert? Insbesondere bei technisch anspruchsvollen Projekten darf die ethische Perspektive nicht vernachlässigt werden. Ein reflektierter Umgang mit den Möglichkeiten der Technologie sollte immer gewährleistet sein.

Wie verstehe ich es? Im Dreieck von Technologie, Prozess und Inhalt darf der Fokus des Verstehens nicht auf der technischen Ebene verbleiben, sondern sollte alle Ebenen berücksichtigen.

Wie hängt es zusammen? In der Digitalität sind viele Zusammenhänge und Konsequenzen unsichtbar: Welche Parameter entscheiden über die Darstellung der Objekte? Wo liegt der Fehler? Welche Ressourcen verbraucht eine Anfrage bei einem LLM? Dies kann exemplarisch auch auf Zusammenhänge in der physischen Realität transferiert werden. Es soll versucht werden, das grosse Ganze zu erfassen.

5.3 Zugänge, Anwendungen und Irritationen

Zugänge: Gesucht werden exemplarische, halboffene explorative Lernsituationen. Was kennen die Studierenden voraussichtlich und welche Unterstützung wird von den Softwareanbietenden oder Drittparteien zur Verfügung gestellt? Als Einstieg können ggf. einfache Objekte oder Beispielszenen der Authoring-Software bearbeitet werden (z. B. Wie lässt sich ein Würfel bearbeiten?), wodurch Projektideen (Zugänge) entstehen können. Dabei werden die Studierenden idealerweise auch an den vom FLuG-Instrument angedachten iterativen und reflexiven Zugang herangeführt und üben das Erkennen und Formulieren von Fragen.

Anwendungen: Im schulischen Rahmen liegt der Fokus auf dem Prozess – der Weg zu jeder Jweiligkeit hat seinen Wert. Im Rahmen der Lehrpersonenbildung stellen sich jeweils Fragen zum Transfer der gewonnenen Erkenntnisse und Artefakte.

Irritationen: Unvorhergesehenes kann immer und auf allen Ebenen zwischen menschlicher Aktion und technischer Umsetzung passieren – etwas funktioniert nicht wie erwartet oder wirkt nicht wie erwartet. Die Etablierung einer positiven und konstruktiven Kultur im Umgang mit Fehlern und Scheitern ist als wichtige Gelingensbedingung anzusehen. Probleme und Fehlversuche sollten als produktive Irritationen betrachtet werden, die zu Fortschritt führen. Frustration soll in Neugier und Hartnäckigkeit umgewandelt werden. Von einer Lehrperson können bspw. Probleme statt Lösungen präsentiert werden, auch um die gegenseitige Unterstützung erfahren zu lassen.

5.4 Tätigkeitsfelder inkl. diskursiver Kern

Die *Tätigkeitsfelder* sind verbunden mit dem *diskursiven Kern*. Die genannten Begriffe sind exemplarisch zu verstehen, wobei die produzierenden Tätigkeiten (umsetzen, erproben, ...) unter *Prototyping* zusammengefasst werden.

Sammeln: Je nach Abstraktionsgrad (gemäss Vorüberlegungen) sollen (KI-)Hilfsmittel und online Ressourcen bzw. Recherche-Hilfen zur Verfügung gestellt werden. Die Möglichkeiten der Entwicklungsumgebung sind oft hilfreich. Für die

Begleitung stellt sich die Frage nach der Abhängigkeit von Abstraktionsgrad und Gestaltungsmöglichkeiten (Programmcode vs. Designtools). Mit LLMs können ggf. Ideen auf Hürden überprüft werden.

Organisieren: Im Sinne der Befähigung der Studierenden sollten diese (je nach Studiengefäss) in vernünftigem Aufwand bei der Einrichtung einbezogen werden. Beispielsweise könnte in den ersten Einheiten die Installation der Software parallel zu anderen Tätigkeiten geschehen, damit Wartezeiten nicht unproduktiv ablaufen und der Support (inkl. institutioneller Unterstützung) und online Ressourcen (inkl. LLM) gewährleistet werden kann.

Prototyping: Für den Entwicklungsprozess können bestehende Methoden (z. B. Design Thinking) angewendet werden. Als Unterstützung für die Umsetzung kommen neben Tutorials auch LLMs zum Einsatz, indem bspw. Anregungen für Manipulationen und Hinweise für deren Umsetzung generiert werden können. Gestaltungsmöglichkeiten sollen zielgerichtet erprobt werden (z. B. Optik, Audio, Form, Umgebung), wobei persönliche Bezüge reflektiert werden sollen: Was gefällt mir – wieso? Was passiert mit mir? AR-Apps sollten an verschiedenen Orten getestet werden. Durch regelmässige Austauschgefässe soll die explorative Haltung der Studierenden auch durch Peer Support gefördert werden. Bei der Begleitung soll darauf geachtet werden, dass Eigeninitiative und Hartnäckigkeit (insb. beim Scheitern) gefördert werden. Unterstützung, Hinweise und Inspiration sollten bereitgehalten, aber zurückhaltend eingesetzt werden.

Wahrnehmen: Die Wahrnehmung soll geschärft werden. Hierfür sollte das Enacting möglichst reichhaltig gestaltet werden (z. B. einen Würfel betrachten: Er klingt nicht, schwebt vielleicht. Wie wirken Licht und Schatten? Kann ich ihn bewegen oder anfassen?). Dabei auf allfällige Affekte hinweisen und dem Impuls der sofortigen Unterstützung widerstehen: Hilfe zur Selbsthilfe.

Präsentieren: Es sollen wiederholte Gefässe für den Austausch eingeplant werden. Dabei kann das Testing durchgeführt werden, wobei es vorkommen kann, dass auch einfache Manipulationen für andere beeindruckend wirken können (Wie hast Du das geschafft?).

6. Fazit und Ausblick

Dieser Artikel verfolgt die Absicht, die Fähigkeit zur Mitgestaltung der digital-immersiven Welt zu unterstützen. Hierfür wird auf das Entwerfen als aussichtsreiche Strategie verwiesen und das Instrument FLuG als Möglichkeit der pädagogischen Unterstützung vorgestellt. Die Kombination mit der Dokumentation eines Fallbeispiels zur eigengestalterischen Befähigung in XR soll dazu beitragen, dass Ängste reduziert werden, diese Technologien im schulischen Kontext nicht nur zu nutzen, sondern zu verstehen und selbst zu gestalten. Dies soll nicht aus einer digitalenthusiastischen Perspektive geschehen,

sondern aus der Haltung, dass die eigengestalterische Auseinandersetzung ein tiefergehendes Verständnis für das Zusammenspiel zwischen Technologie, Mensch und Gesellschaft mit sich bringt, wie es etwa im digital-immersiven Metaverse bereits sichtbar wird. Diese Auseinandersetzung soll schliesslich in einer reflektierten und v. a. gesteigert handlungsfähigen Haltung von Lehrpersonen münden (Zraggen 2023). Die Zusammenstellung von Hinweisen für die Praxis aufgrund des Fallbeispiels ist hierfür ein Ansatz, der im Anschluss an die Abfassung dieses Artikels erprobt und empirisch evaluiert wird. So stellt sich die Frage nach Verständlichkeit und Nützlichkeit der Empfehlungen sowie der Notwendigkeit des kritischen Diskurses hierüber auf unterschiedlichen Stufen und damit einhergehend die Frage ihrer weiteren Ausdifferenzierung.

Sabisch (2019, 128) schlägt vor, über Fallbeispiele medialer Erfahrungen und deren Irritation als indirekte Empirie nachzudenken. In diesem Sinne soll das Fallbeispiel auch dazu dienen, im Vergleich zur Erprobung darüber nachzudenken, wie sich diese Prozesse in XR beschreiben und erfassen lassen: Können ähnliche Erfahrungen wie die beschriebenen bei den Studierenden beobachtet werden? Wie äussern sich Irritationen und Bildungsmomente, die nicht direkt beobachtet, sondern nur indirekt nachvollzogen werden können?

Aufgrund der fortschreitenden Durchdringung und Transformation der Welt durch KI und alltagstauglicher Hardware für XR verändern sich die Verhältnisse von Mensch und Welt immer mehr ins Unüberschaubare. Als mögliche Strategie soll Entwurfshandeln die Handlungsfähigkeit im Ungewissen (Pöhl und Zraggen 2025) auch in XR unterstützen. Hier sollen die aufgeführten Empfehlungen dazu dienen, sich diesen Herausforderungen zu stellen. Durch die stete Situierung und Positionierung in der Welt und die Betrachtung der Zusammenhänge soll eine relationale Agency (Raithelhuber 2022) gefördert werden. Insbesondere in der Lehrpersonenbildung erscheint dies elementar, da angehende Lehrpersonen immer weniger mittels Fertigkeiten auf eine ungewisse Zukunft vorbereitet werden können, sondern durch Strategien und Haltungen.

Literatur

- Bähr, Ingrid, Ulrich Gebhard, Claus Krieger, Britta Lübke, Malte Pfeiffer, Tobias Regenbrecht, Andrea Sabisch, und Wolfgang Sting. 2019. «Irritation im Fachunterricht. Didaktische Wendungen der Theorie transformatorischer Bildungsprozesse». In *Irritation als Chance: Bildung fachdidaktisch denken*, herausgegeben von Ingrid Bähr, Ulrich Gebhard, Claus Krieger, Britta Lübke, Malte Pfeiffer, Tobias Regenbrecht, Andrea Sabisch und Wolfgang Sting, 3–39. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS.
- Beland, Louis-Philippe, und Richard Murphy. 2016. «Ill Communication: Technology, Distraction & Student Performance». *Labour Economics* 41: 61–76. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2016.04.004>.

- Blake-West, Jessica C., und Marina U. Bers. 2023. «ScratchJr Design in Practice: Low Floor, High Ceiling». *International Journal of Child-Computer Interaction* 37 (September):100601. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100601>.
- Borg-Tiburcy, Kathrin. 2019. «Die bildungstheoretische Relevanz von Übergängen zwischen ästhetischer und theoretischer Dimension kindlicher Tätigkeit». *Zeitschrift für Pädagogik* 65 (6): 804–24. <https://doi.org/10.25656/01:24150>.
- Brenne, Andreas, und Katharina Brönnecke. 2021. «Händische Responsivität im Kontext (post-) digitaler Präsenz». *Zeitschrift Ästhetische Bildung* 13 (1). http://zaeb.net/wordpress/wp-content/uploads/2021/05/BrenneBrönnecke_Mai-21.pdf.
- Brinda, Torsten, Niels Brügger, Ira Diethelm, Thomas Knaus, Sven Kommer, Christine Kopf, Petra Missomelius, Rainer Leschke, Friederike Tilemann, und Andreas Weich. 2019. «Frankfurt-Dreieck zur Bildung in der digital vernetzten Welt: Ein interdisziplinäres Modell». <https://doi.org/10.18420/INFOS2019-A1>.
- Brinkmann, Malte, und Carlos Willatt. 2019. «Ästhetische Bildung und Erziehung: Eine phänomenologische und bildungstheoretische Vergewisserung». *Zeitschrift für Pädagogik* 6: 825–44. <https://doi.org/10.3262/ZP1906825>.
- Buchner, Josef. 2025. «Digitale Medien Und Bildung: Ein Spannungsfeld». In *Digitalisierung in der Bildung – Ein Kinderspiel?*, herausgegeben von Cornelia Große, Christoph Helm, Ramona Obermeier und Alexandra Postlbauer, 12–28. Weinheim, Basel: Beltz Juventa.
- Buchner, Josef, und Martin Hofmann. 2022. «The More the Better? Comparing Two SQD-Based Learning Designs in a Teacher Training on Augmented and Virtual Reality». *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 19 (24). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00329-7>.
- Bundesvereinigung Kulturelle Kinder- und Jugendbildung (BKJ), Hrsg. 2020. «Argumente für Kulturelle Bildung. Warum Kulturelle Bildung wichtig ist». <https://www.bkj.de/themen/was-ist-kulturelle-bildung/argumente-fuer-kulturelle-bildung>.
- Camburn, Bradley, Vimal Viswanathan, Julie Linsey, David Anderson, Daniel Jensen, Richard Crawford, Kevin Otto, und Kristin Wood. 2017. «Design Prototyping Methods: State of the Art in Strategies, Techniques, and Guidelines». *Design Science* 3:e13. <https://doi.org/10.1017/dsj.2017.10>.
- Combe, Arno, und Ulrich Gebhard. 2019. «Irritation, Erfahrung und Verstehen». In *Irritation als Chance: Bildung fachdidaktisch denken*, herausgegeben von Ingrid Bähr, Ulrich Gebhard, Claus Krieger, Britta Lübke, Malte Pfeiffer, Tobias Regenbrecht, Andrea Sabisch und Wolfgang Sting, 133–58. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS.
- Cummings, James J., und Jeremy N. Bailenson. 2016. «How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence». *Media Psychology* 19 (2): 272–309. <https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740>.
- Dietrich, Michael. 2022. «Mit Kultureller Bildung durch die Krise». <https://doi.org/10.25529/S7TB-HT71>.

- Engel, Juliane, und Michael Kerres. 2023. «Bildung in der Nächsten Gesellschaft. Eine post-digitale Sicht auf neue Formen der Subjektivierung». *Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik* 23. <https://doi.org/10.21240/lbzm/23/04>.
- Floridi, Luciano, Hrsg. 2015. *The Onlife Manifesto*. Cham: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04093-6>.
- Georgiou, Yiannis, und Eleni A. Kyza. 2017. «The Development and Validation of the ARI Questionnaire: An Instrument for Measuring Immersion in Location-Based Augmented Reality Settings». *International Journal of Human-Computer Studies* 98: 24–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.09.014>.
- Girmes, Renate. 2018. «Warum aktivierende Bildungsangebote und Bildungsdesign zwei Seiten derselben Medaille sind». In *Bildungsperspektive Design*, herausgegeben von June H. Park, 76–91. Design und Bildung – Schriftenreihe zur Designpädagogik, Bd. 2. München: kopaed.
- Greiner-Petter, Felix. 2020. *Entwerfen als wertendes Unterscheiden: urteiltstheoretische Ungewissheit und das architektonisch Jeweilige*. Dresden: Thelem.
- Hwang, Gwo-Jen, und Shu-Yun Chien. 2022. «Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective». *Computers and Education: Artificial Intelligence* 3: 100082. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100082>.
- Irion, Thomas. 2020. «Digitale Grundbildung in der Grundschule: Grundlegende Bildung in der digital geprägten und gestaltbaren, mediatisierten Welt». In *Digitale Bildung im Grundschulalter. Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen*, von Mareike Thumel, Rudolf Kammerl und Thomas Irion, 49–81. München: kopaed. <https://doi.org/10.25593/978-3-86736-543-7>.
- Jandrić, Petar, und Jeremy Knox. 2022. «The Postdigital Turn: Philosophy, Education, Research». *Policy Futures in Education* 20 (7): 780–95. <https://doi.org/10.1177/14782103211062713>.
- Jörissen, Benjamin. 2019. «Digital/Kulturelle Bildung: Plädoyer für eine Pädagogik der ästhetischen Reflexion digitaler Kultur». <https://doi.org/10.25529/92552.420>.
- Kerres, Michael. 2020. «Bildung in der digitalen Welt: Eine Positionsbestimmung für die Lehrerbildung». In *Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung*, herausgegeben von Martin Rothland und Simone Herrlinger. Bd. Beiträge zur Lehrerbildung und Bildungsforschung. Münster: Waxmann.
- 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: 312–30. <https://doi.org/10.21240/mpaed/47/2022.04.15.X>.
- Kessel, Dany, Hulda Lif Hardardottir, und Björn Tyrefors. 2020. «The Impact of Banning Mobile Phones in Swedish Secondary Schools». *Economics of Education Review* 77 (August): 102009. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.102009>.
- Kokemohr, Rainer. 2007. «Bildung als Welt- und Selbstentwurf im Anspruch des Fremden. Eine theoretisch-empirische Annäherung an eine Bildungsprozessstheorie». In *Bildungsprozesse und Fremdheitserfahrung*, herausgegeben von Hans-Christoph Koller, Winfried Marotzki und Olaf Sanders, 13–68. Bielefeld: transcript. <https://doi.org/10.1515/9783839405888-001>.
- Koller, Hans-Christoph. 2023. *Bildung anders denken: Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse*. 3., erweiterte und aktualisierte Auflage. Stuttgart: W. Kohlhammer.

- Kraus, Björn. 2006. «Lebenswelt und Lebensweltorientierung. Eine begriffliche Revision als Angebot an eine systemisch-konstruktivistische Sozialarbeitswissenschaft». *Kontext. Zeitschrift für Systemische Therapie und Familientherapie* 37 (2): 116–29. <https://doi.org/10.25656/01:12387>.
- Kretz, Simon. 2019. «Der Kosmos des Entwerfens: Eine Erforschung entwerferischer Gedanken- und Erkenntnisprozesse». Application/pdf. ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000317599>.
- Makransky, Guido. 2021. «The Immersion Principle in Multimedia Learning». In *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, herausgegeben von Richard E. Mayer und Logan Fiorella, 3. Aufl., 296–303. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.031>.
- Meta. 2024. «Apps für Horizon OS Extended Reality in Unity entwickeln». <https://developers.meta.com/horizon/documentation/unity>.
- Mieg, Harald A. 2020. «Eine Systematik der Forschungsformen und ihre Eignung für Forschendes Lernen». In *Forschendes Lernen. Theorie, Empirie, Praxis*, herausgegeben von Carmen Wolf, Susanne Haberstroh und Maren Petersen, 21–34. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS.
- Mühlhoff, Rainer, und Theresa Schütz. 2019. «Die Macht der Immersion. Eine affekttheoretische Perspektive». *Navigationen – Zeitschrift für Medien- und Kulturwissenschaften* 19 (1): 17–34. <https://doi.org/10.25969/mediarep/12593>.
- Park, June H. 2016. «Designpädagogik – Bildungsbeitrag des Designs». In *Didaktik des Designs*, herausgegeben von June H. Park und Johannes Kirschenmann, 36–42. Design & Bildung: Schriftenreihe zur Designpädagogik, Bd. 1. München: kopaed.
- Park, Sang-Min, und Young-Gab Kim. 2022. «A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges». *IEEE Access* 10: 4209–51. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175>.
- Pöhl, Regula, und Jérôme Zraggen. 2024. «Entwerfen als transformative Strategie». Herausgegeben von werken.ch. *Werkspuren* 4/2024 (176): 30–33.
- Pöhl, Regula, und Jérôme Zraggen. 2025. «Ins Ungewisse. Entwerfen als transformative Strategie». *KULTURELLE BILDUNG ONLINE*. <https://doi.org/10.25529/HY1S-MJ92>.
- Raithelhuber, Eberhard. 2022. «Welches Verständnis von Agency braucht die Übergangsforschung? Plädoyer für einen relational-relativistischen, nicht-anthropozentrischen Zugang». *Zeitschrift für Pädagogik Beiheft* 1: 32–48. <https://doi.org/10.3262/ZPB2201032>.
- Rauschnabel, Philipp A., Reto Felix, Chris Hinsch, Hamza Shahab, und Florian Alt. 2022. «What Is XR? Towards a Framework for Augmented and Virtual Reality». *Computers in Human Behavior* 133: 107289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289>.
- Reinmann, Gabi. 2024. «Forschendes Entwerfen – Ein Modell für Research Through Design und seine Entwicklung». *Impact Free* 55 (Januar).
- Reitinger, Johannes. 2013. *Forschendes Lernen: Theorie, Evaluation und Praxis in naturwissenschaftlichen Lernarrangements*. Theorie und Praxis der Schulpädagogik, Band 12. Immenhausen: Prolog.
- Sabisch, Andrea. 2019. «Responsivität und Medialität in Bildung- und Erfahrungsprozessen». In *Irritation als Chance: Bildung fachdidaktisch denken*, herausgegeben von Ingrid Bähr, Ulrich Gebhard, Claus Krieger, Britta Lübke, Malte Pfeiffer, Tobias Regenbrecht, Andrea Sabisch und Wolfgang Sting, 105–32. Wiesbaden, Heidelberg: Springer VS.

- Slater, Mel, und Maria V. Sanchez-Vives. 2016. «Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality». *Frontiers in Robotics and AI* 3. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>.
- Stalder, Felix. 2016. *Kultur der Digitalität*. Edition Suhrkamp 2679. Berlin: Suhrkamp.
- Stalder, Felix. 2021. «Was ist Digitalität?» In *Was ist Digitalität?*, herausgegeben von Uta Hauck-Thum und Jörg Noller, 3–7. Digitalitätsforschung / Digitality Research. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62989-5_1.
- Steinmann, Annett, und Andreas Mikutta. 2020. «Designpädagogik trifft technisches Gestalten im Primarbereich. Impulse für eine fachliche Neuorientierung». In *Designwissenschaft trifft Bildungswissenschaft*, herausgegeben von June H. Park, 14–25. Design & Bildung, Band 3. München: kopaed.
- Unity. 2024. «Introduction to scenes». <https://docs.unity3d.com/Manual/CreatingScenes.html>.
- Weiss, Gabriele, Hrsg. 2017. «Kulturelle Bildung – ein Containerbegriff?» In *Kulturelle Bildung-Bildende Kultur: Schnittmengen von Bildung, Architektur und Kunst*, 13–25. Pädagogik. Bielefeld: transcript.
- Wernbacher, Thomas, Jaakko Helin, Alexander Pfeiffer, und Alexiei Dingli. 2023. «Das Metaverse aus technischer, soziologischer und ökologischer Sicht: Chancen und Herausforderungen im Kontext der Medienbildung». *Medienimpulse*. <https://doi.org/10.21243/MI-02-23-14>.
- Zraggen, Jérôme. 2023. «Digitale pädagogische Inhaltskompetenzen gestalterisch aufbauen mit Augmented und Virtual Reality: Eine Pilotstudie mit angehenden Primarlehrpersonen anhand des DPACK-Modells». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 51: 170–90. <https://doi.org/10.21240/mpaed/51/2023.01.17.X>.
- Zraggen, Jérôme. 2024. «Eine forschende Haltung als Weg zur Professionalisierung im TTG». *Journal de recherche en éducations artistiques (JREA)* 3: 90–102. <https://doi.org/10.26034/vd.jrea.2024.5078>.
- Zirfas, Jörg. 2015. «Kulturelle Bildung und Partizipation: Semantische Unschärfen, regulative Programme und empirische Löcher». *KULTURELLE BILDUNG ONLINE*. <https://doi.org/10.25529/92552.98>.