

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

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

XR und KI als Erfahrungsräume für Bildung

Ein theoretisches Modell zur Verknüpfung von Spiel, Ästhetik, Kultur und Bewegung

Daniel Autenrieth¹  und Stephan Schenk² 

¹ RWTH Aachen

² Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle

Zusammenfassung

Der Beitrag beschreibt ein theoretisches Modell zur Integration von Extended Reality (XR) und Künstlicher Intelligenz (KI) in Bildungskontexten. Im Zentrum steht die Idee, dass diese Technologien neue Möglichkeitsräume für transformative Bildungsprozesse schaffen können. Das vorgeschlagene Modell basiert auf zunächst sechs Kerndimensionen: Resonanz, Well-being, Vorstellungsbildung, Futures Literacy, Playfulness und Flow-Erleben. Diese Dimensionen sind erweiterbar und gleichzeitig eingebettet in einen XR-KI Erfahrungsraum, der als moderne Heterotopie verstanden wird. Besondere Bedeutung kommt dabei dem Spiel als grundlegender Form menschlichen Lernens und kultureller Entwicklung zu. Es wird argumentiert, dass es weniger um die technische Implementierung dieser Technologien geht, sondern um eine grundlegende pädagogische Haltung, die den Menschen als gestaltendes Subjekt in den Mittelpunkt rückt. Das Modell wurde mit Studierenden praktisch erprobt und versteht sich als Brückenschlag zwischen technologischen Möglichkeiten und pädagogischen Prinzipien. Eine umfassende empirische Validierung des Modells steht noch aus.

XR and AI as Spaces for Educational Experience. A Theoretical Model for Integrating Play, Aesthetics and Cultural Development

Abstract

This article presents a theoretical model for integrating Extended Reality (XR) and Artificial Intelligence (AI) in educational contexts. The central thesis posits that these technologies can create novel spaces for transformative educational processes. The proposed model is structured around six core dimensions: resonance, well-being, imaginative capacity, futures literacy, playfulness, and flow experience. These dimensions are conceived as

expandable and are situated within an XR-AI experiential space, conceptualized as a modern heterotopia. Play assumes particular significance as a form of human learning and cultural development. The authors argue that the focus should shift from technical implementation toward a pedagogical approach that positions humans as creative agents at the centre of the learning process. The model has been practically tested with university students and serves as a bridge between technological possibilities and pedagogical principles. While promising in its theoretical framework and initial applications, comprehensive empirical validation of the model remains a research desideratum.

1. Einleitung

Die rasante Entwicklung von Extended Reality (XR) und Künstlicher Intelligenz (KI) verändert die Art und Weise, wie wir lernen, arbeiten, spielen und gestalten. Diese Veränderung betrifft alle Bildungsbereiche von der Grundschule bis zur Universität und eröffnet insbesondere in den Fächern Kunst, Musik und Sport neue Möglichkeiten zur Gestaltung von Lehr-Lern-Prozessen. Technologien wie Mixed Reality¹ ermöglichen heute bereits Erfahrungen, die dem Science-Fiction-Konzept eines Star Trek Holodecks² in ähnlicher Form nahekommen: In solchen digitalen Umgebungen können Menschen über grosse Distanzen hinweg so zusammenarbeiten, als wären sie physisch am selben Ort. Nicht-reale KI-Entitäten können in natürlichsprachliche Interaktion untereinander oder mit Menschen treten und nahtlos in Lern-, Arbeits- und Spielumgebungen eingebunden werden. Eine solche komplementäre Ergänzung von menschlicher und künstlicher Intelligenz in geteilten virtuellen Räumen verstärkt die von Stalder (2019) beschriebenen Kernelemente einer Kultur der Digitalität, insbesondere Gemeinschaftlichkeit und Partizipation, auf beispiellose Weise.

Die Verbindung von XR und KI eröffnet dabei besonders vielversprechende Perspektiven für die Integration ästhetischer, spielbasierter und bewegungsbezogener Aspekte in Bildungsprozesse. Wie können diese Technologien also genutzt werden, um einerseits ästhetisch und kulturell bereichernde Erfahrungen durch die Verbindung virtueller und realer Elemente zu schaffen, andererseits körperliche Aktivität mittels intelligenter, spielbasierter Bewegungsanreize zu fördern? Das hier entwickelte Modell bietet einen theoretischen Vorschlag zur Beantwortung dieser Fragen, indem es verschiedene Dimensionen transformativer Bildungserfahrungen systematisch miteinander verknüpft.

1 Extended Reality (XR) fungiert als Überbegriff für das gesamte Spektrum zwischen physischer und virtueller Realität, einschliesslich Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) und Mixed Reality (MR). Während VR eine vollständig virtuelle Umgebung schafft und AR digitale Elemente in die reale Welt einblendet, ermöglicht Mixed Reality eine noch tiefere Verschmelzung, in der virtuelle Objekte mit der physischen Umgebung interagieren können. Im Kontext dieses Beitrags verwenden wir XR als umfassenden Begriff für alle diese Technologien.

2 Eine Szene aus Star Trek The Next Generation zeigt eine Holodeck-Erfahrung, die in ähnlicher Form heute durch das Verschmelzen von KI und XR bereits möglich wäre: <https://www.youtube.com/watch?v=MftSwFGptFA&t=1s>.

Diese Perspektive erfordert jedoch ein grundlegendes Umdenken in der Gestaltung von Bildungsprozessen: weg von einer technologiezentrierten, hin zu einer menschenzentrierten Sichtweise, die das aktiv gestaltende Subjekt in den Mittelpunkt rückt.

2. Potenziale und Herausforderungen von XR in Bildungskontexten

Virtual Reality (VR) als vollständig virtuelle Umgebung, Augmented Reality (AR) als Erweiterung der physischen Realität durch digitale Elemente sowie Extended Reality (XR) als Überbegriff für das gesamte Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum eröffnen neue Dimensionen des Lehrens und Lernens.

Virtual Reality zeigt in aktuellen Untersuchungen besondere Stärken im Training praktischer Fertigkeiten durch immersive Lernerfahrungen, während die Aneignung von Wissen und Einstellungen eher durch andere didaktische Ansätze in der realen Welt unterstützt werden kann (Mulders et al. 2024, 698).

Augmented Reality wiederum ermöglicht durch die Verschränkung realer und virtueller Elemente neuartige Formen der Interaktion mit Inhalten, Objekten und Ideen. Lauer (2023, 15) betont dabei die simultane Wahrnehmung von Realität und die Interaktion mit virtuellen Objekten als zentrales didaktisches Gestaltungsmerkmal. Diese Verschmelzung verschiedener Realitätsebenen im Rahmen von *Extended Reality* schafft Erfahrungsräume, die mit traditionellen Medien nicht darstellbar wären.

Die erfolgreiche Integration von XR in Bildungskontexte erfordert didaktische Konzepte. Während bestimmte Herausforderungen wie kognitive Belastung und technische Limitationen berücksichtigt werden müssen, überwiegt das transformative Potenzial dieser Technologien. Die Forschung verweist auf konsistente Befunde zur Motivationssteigerung durch AR-Einsatz, wobei weniger der Medieneinsatz selbst Wirkung entfaltet als vielmehr dessen pädagogisch-didaktische Einbettung in Lehr-Lern-Situationen (Lauer 2023, 19). Mulders et al. (2024, 708) empfehlen dabei einen komplementären Ansatz, der XR-Anwendungen bewusst mit anderen Interaktionsmodi kombiniert bzw. integriert.

Buchner und Kerres (2021) beschreiben Design-based Learning (DBL) als vielversprechenden Ansatz hierzu, mit dem Lernende ihre eigenen AR-Artefakte ähnlich einem ingenieurs- bzw. gestaltungswissenschaftlichen Entwicklungsprozess planen und entwickeln. Der konstruktivistische Charakter zeigt sich besonders im iterativ-zyklischen und nichtlinearen Design-Prozess, der die Entwicklung und Bewertung verschiedener Prototypen erfordert, die nach dem Testing an neue Anforderungen angepasst werden (Buchner und Kerres 2021, 2). Diese aktive Gestaltungsrolle ermöglicht den Lernenden, ihr Verständnis durch kreative Konstruktion zu vertiefen und gleichzeitig wichtige Zukunftskompetenzen (Fullan und Scott 2014) anzubahnen.

Buchner und Kerres (2021, 2) heben insbesondere die Bedeutung einer in ihrem Projekt angelegten dialogischen Komponente des Lernens hervor, wonach Lernende, Lehrende und externe Expert:innen zusammenarbeiten. Diese Form der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteur:innen ermöglicht authentische Lernerfahrungen im Sinne eines partizipativen Gestaltungsprozesses.

Dieser kurze Überblick zur aktuellen Forschung bezüglich XR in verschiedenen Bildungskontexten verdeutlicht einen zentralen Aspekt: Die transformative Kraft dieser Technologien entfaltet sich nicht durch ihre bloße Präsenz oder technische Implementierung, sondern durch ihre bewusste Integration in konstruktivistische Lernszenarien, die Lernende von passiven Konsument:innen zu aktiven Gestalter:innen ihrer Lernumgebungen ermächtigt. Es geht nicht um die Substitution bestehender Praktiken, sondern um die Erschließung neuer Möglichkeitsräume für kollaboratives, kreatives und zukunftsorientiertes Lernen, das den Menschen als gestaltendes Subjekt ins Zentrum rückt.

Die rasante technische Evolution von komplexen VR-Installationen hin zu kompakten AR-Brillen sowie deren zuvor skizzierten pädagogisch-didaktische Implikationen verdeutlichen, dass eine Fokussierung auf spezifische Technologien für den Bildungskontext wenig nachhaltig ist. Entscheidend ist vielmehr eine grundlegende pädagogische Haltung, die von einer weiter fortschreitenden Miniaturisierung und Vereinfachung der Technologie ausgeht, ähnlich der Entwicklung, die wir bei Tablets beobachten konnten. Statt uns von aktuellen technischen Limitierungen einschränken zu lassen, ermöglicht ein zukunftsorientierter Blick, das transformative Potenzial von XR herstellerunabhängig zu durchdenken: Welche pädagogischen Möglichkeiten würden sich eröffnen, wenn XR so niedrigschwellig zugänglich wäre wie heute Tablets? Welche dieser Potenziale lassen sich bereits mit aktueller Technik zumindest prototypisch umsetzen? Dieser visionäre Ansatz erlaubt, innovative didaktische Konzepte zu entwickeln, die nicht an spezifische Technologien gebunden sind, sondern die grundlegenden Möglichkeiten von XR für Bildungsprozesse in den Blick nehmen, und die Frage zu stellen: Wie würde Lehren und Lernen aussehen, wenn es zwischen Analog und Digital keine technischen Sprünge mehr gäbe?

3. Künstliche Intelligenz als Brücke zum «Holodeck»

Das Holodeck in Star Trek ist ein Raum, der vollständig interaktive, computergenerierte Realitäten erzeugen kann. Das Besondere daran sind drei Kernaspekte:

1. Die perfekte visuelle Simulation der Umgebung
2. Die Möglichkeit, mit allem und jedem in dieser Umgebung zu interagieren
3. Künstliche, computergesteuerte Charaktere, die sich natürlich verhalten und intelligent reagieren

Wenn wir nun XR mit moderner KI kombinieren, nähern wir uns genau diesem Konzept. XR definiert dabei die visuelle und interaktive Komponente:

- Wir können virtuelle Objekte und Umgebungen räumlich sehen
- Wir können mit diesen Objekten interagieren
- Die reale Welt kann nach Belieben erweitert oder ausgeblendet werden

Die jüngsten Fortschritte in der KI-Forschung verdeutlichen das transformative Potenzial des Zusammenwirkens von XR und KI (z. B. Parker-Holder et al. 2024). Während XR die immersive Visualisierung und natürliche Interaktion ermöglicht, fügt KI eine adaptive Intelligenzschicht hinzu, die dynamisch auf Interaktionen mit Nutzenden reagiert. Diese Symbiose manifestiert sich in der Möglichkeit, vollständig interaktive, computergenerierte Realitäten zu erzeugen, die konzeptionell dem Holodeck-Paradigma nahekommen.

Die Integration von KI erweitert dabei das Potenzial von XR-Umgebungen: Large Language Models ermöglichen, dass virtuelle Charaktere natürliche Gespräche führen können; die Umgebung adaptiert sich dynamisch an Handlungen von Nutzer:innen, computergesteuerte Agenten reagieren eigenständig und kontextsensitiv, während kontinuierlich adaptive Inhalte in Echtzeit generiert werden. Die aktuelle Forschung zu *Foundation World Models* wie «Genie 2» (Parker-Holder et al. 2024) demonstriert die technische Realisierbarkeit solcher Umgebungen. Diese ermöglichen bereits die generative Synthese von 3D-Umgebungen, die durchgängig stimmig bleiben (persistente Kohärenz). Sie implementieren komplexe physikalische Modelle und erlauben die Integration autonomer Agenten sowie dynamische Umgebungsmodifikationen in Echtzeit.

Diese Symbiose eröffnet neue Perspektiven für partizipative Gestaltungsprozesse. Nutzende agieren nicht nur in vordefinierten Umgebungen, sondern können aktiv die Gestaltung und Weiterentwicklung ihrer virtuellen Kontexte mitprägen, allein schon durch ihre Anwesenheit und individuelle Interaktion in einem sich stetig wandelnden Raum. Die technischen Unterschiede zum Holodeck bestehen zwar weiterhin (zum Beispiel die Materialisierung von Objekten), aber die grundlegende Vision einer intelligent reagierenden immersiven Umgebung ist durch die Kombination von XR und KI bereits heute in greifbare Nähe gerückt. Dieses technologische Zusammenspiel führt uns zu einer grundlegenden Frage: Wie können wir diese neuen Möglichkeitsräume so gestalten, dass sie nicht nur technisch beeindrucken, sondern auch menschliche Grundbedürfnisse nach Spiel, Bewegung und sozialer Interaktion erfüllen, um daraus resultierend authentische Lehr- und Lernsettings zu ermöglichen? Das Potenzial dieser Fragestellung liegt unserer Ansicht nach in einem oft übersehenen Aspekt menschlicher Entwicklung: dem Spiel als ursprünglichster Form des Lernens.

4. Warum spielen wir?

Im kindlichen Erleben verschmelzen Leben, Lernen und Spielen zu einer untrennbaren Einheit. Diese natürliche Synthese zerbricht jedoch im Lauf verschiedener Sozialisationsprozesse, wodurch das Spiel häufig zur blossen «Freizeitbeschäftigung» degradiert und am unteren Ende einer vermeintlichen Ernsthaftigkeitsskala verortet wird.

Dieser reduktionistischen Sichtweise widerspricht der Kulturhistoriker Johan Huizinga entschieden. In seiner grundlegenden Analyse «homo ludens» zeigt er auf, dass der menschliche Spieltrieb der Kultur selbst vorausgeht und als Wurzel unseres Sprach- und Ausdrucksvermögens verstanden werden muss (Huizinga 1956, 155). Das Spielen erfüllt demnach essenzielle Funktionen unserer Existenz. Es vereint Lustgewinn und Befriedigung mit der Fähigkeit zur Anpassung an Veränderungen, wobei es nach Fritz «das enorme kognitive Potenzial des Menschen und seine Verhaltensmöglichkeiten zu bewahren und zu entwickeln» hilft (Fritz 2004, 26).

Obwohl spielerischen Erfahrungen von der Kindheit bis ins hohe Alter zum universellen menschlichen Erleben gehören – und zwar egal, ob bewusst im aktiven Spiel oder unbewusst in sozialen Rolleninteraktionen –, erweist sich die theoretische Erfassung des Spielphänomens als bemerkenswert komplex. Der Spieltheoretiker Brian Sutton-Smith bringt diese Herausforderung auf den Punkt: «[...] when it comes to making theoretical statements about what play is, we fall into silliness» (Sutton-Smith 1997, 226). Diese konzeptuelle Unschärfe fordert uns heraus, den Spielbegriff differenzierter zu betrachten.

5. Spiel

Die englische Sprache bietet mit ihrer Unterscheidung zwischen «to play» und «the game» einen aufschlussreichen Zugang zum Spielverständnis. Während «It's just a game» unter anderem als tröstende Relativierung nach einer verlorenen Spielrunde dient, deutet «It's just play» auf die harmlose Natur kindlichen Spielverhaltens hin. Diese sprachliche Differenzierung offenbart eine Unterscheidung: Das Spielen eines definierten Spiels (Game) – sei es Schach, Golf oder The Legend of Zelda – folgt einem klaren Ziel mit zeitlicher Begrenzung und Siegbedingungen. Im Gegensatz dazu entfaltet sich das freie Spiel (Play) in einem offeneren Rahmen, exemplarisch sichtbar im kreativen Umgang mit Bauklötzen, im Sandkastenspiel oder im Kreativmodus digitaler Spiele (z. B. Minecraft) als Aktivitäten ohne vordefinierte Ziele oder festgelegte Endpunkte.

Der Spielpädagoge Jürgen Fritz begegnet dieser Komplexität mit einem differenzierten Analysemodell, das das Spiel in drei Dimensionen erfasst: Verhaltens-, Rahmungs- und Konstruktionsdimension (Fritz 2004, 16). In der Verhaltensdimension steht die spielerische Aktivität selbst im Zentrum, wobei «die Tätigkeit in den Mittelpunkt des Erlebens und weniger das Ziel oder das beabsichtigte Ergebnis» rückt. Die intrinsische Motivation dominiert: «Es macht Spaß, sich spielerisch zu verhalten» (ebd., 17). Diese Form des Spielverhaltens zeichnet sich durch Autonomie und die Freiheit zur Verfolgung eigener

Impulse aus. Sie öffnet Räume für neue Perspektiven und Selbstwahrnehmungen, fördert die Bereitschaft zum Experimentieren und entwickelt die Fähigkeit, Ungewissheit konstruktiv und offen zu begegnen. Damit schafft sie die Grundlage für divergentes Denken und Kreativität (Robinson 2017). Fritz (2004) betont dabei die adaptive Funktion des Spiels als Mechanismus zur Entwicklung von Anpassungsfähigkeit an sich wandelnde Umweltbedingungen.

In der Betrachtung der Rahmungsdimension tritt die Differenz zwischen Spielwelt und Realität in den Vordergrund. Die Spielenden agieren im «Als-ob-Modus» (Piaget 2009) und erschaffen einen Raum jenseits der alltäglichen Wirklichkeit. Sie «setzen sich über diese verbindliche Realität hinweg und konstituieren eine neue Realität, die ihren momentanen Bedürfnissen und Zielsetzungen entspricht und deren Erfüllung zulässt» (Oerter 1993, 9). Diese konstruierte «Spielwelt» (Fritz 2004, 27) wird durch die Konstruktionsdimension als System aus Vereinbarungen, Regeln und Materialien strukturiert (ebd., 32).

6. Potenziale des Spielens

Golfsport eignet sich als Beispiel zur Veranschaulichung dieser Konstruktion von Spielwelten. Hier wird ein scheinbar triviales Ziel, das Einlochen des Balls, durch ein komplexes System aus Regeln und Feedback künstlich erschwert. Suits prägte dafür die prägnante Definition: «Playing a game is the voluntary attempt to overcome unnecessary obstacles» (Suits 2005, 43).

Diese freiwillige Konfrontation mit Herausforderungen aktiviert und entwickelt persönliche Stärken (McGonigal 2012, 22). Das Spiel erweist sich somit als eine menschliche Praxis, die Flow-Erleben besonders provoziert: Es stellt Herausforderungen, die knapp ausserhalb der aktuellen Komfortzone liegen, dadurch die nächste erreichbare Entwicklungsstufe markieren und so kontinuierliche Weiterentwicklung ermöglichen. Spieleentwickler:innen nutzen diesen Mechanismus, indem sie Umgebungen kreieren, die zu aussergewöhnlichen Leistungen motivieren. Sie fördern Kooperation und Kollaboration und inspirieren zur lustvollen Bewältigung stetig wachsender Komplexität (McGonigal 2012, 13).

Autenrieth und Nickel (2024) unterstützen diese Gedanken und unterstreichen, dass die Gestaltung von Spielen als Katalysator für kreatives und kommunikatives Handeln wirken kann. Sie argumentieren, dass Menschen aller Altersstufen durch die aktive Gestaltung digitaler und analoger Spielwelten Autonomie, Motivation und kreative Gestaltungskraft entwickeln. Die dabei entstehende intrinsische Motivation, ein zentraler Antrieb menschlichen Handelns, wurzelt in der Trias aus Autonomie, Kompetenz und sozialer Einbindung (Deci und Ryan 1993). Diese Charakteristika prägen erfolgreiche Spielkonzepte. Csíkszentmihályi ergänzt diese Aspekte um das «Flow»-Erlebnis – jenen optimalen Zustand zwischen Unterforderung (Bore-out) und Überforderung (Burn-out).

In diesem hochkreativen Zustand verschmelzen Raum- und Zeitempfinden, während sich Konzentration, Lösungsorientierung und Prozessfokus zu einer einzigartigen Erfahrung verdichten (Csíkszentmihályi 2015).

Mit Blick auf die Gestaltung von XR/KI-Lernräumen erwächst vor diesem Hintergrund eine besondere Verantwortung im Kontext pädagogischer Machtstrukturen: Diese Räume bergen das Risiko, Lernende durch gezielte Gestaltung von Regeln, Zielen und Feedback zu steuern und damit ihre natürlichen Spielbedürfnisse zu instrumentalisieren. Im Sinne von Deci und Ryan (1993) kann dies die intrinsische Motivation und Selbstbestimmung schwächen. Entscheidend ist daher eine Gestaltung, die echte Autonomie, Kreativität und Teilhabe ermöglicht, statt unbemerkt neue Machtstrukturen oder Manipulation zu etablieren.

7. Spiel und Bewegung als ästhetisch-kulturelle Erfahrung

Wenn Huizinga (1956, 155) das Spiel als Ursprung der Kultur beschreibt, verweist er darauf, dass Kultur im spielerischen Ausdruck und der ästhetischen Transformation unserer Umwelt entsteht. Diese spielerische Dimension zeigt sich sowohl in befreienden als auch in alltäglichen sozialen Rollenspielen (Goffman und Dahrendorf 2021, 123; Luhmann 2021). Die Frage dabei ist weniger, ob wir spielen, sondern welche Spiele wir bewusst wählen und wie wir ihre transformative Kraft nutzen können. Diese Perspektive gewinnt durch XR und KI neue Relevanz, da diese Technologien jene «realvirtuelle Dimension» erweitern, die Zacharias und Neuser (2014) als zentral für zeitgemäße Bildungsprozesse identifizierten.

Diese kulturschaffende Dimension des digitalen Spiels zeigt sich heute auch in der Verbindung von KI, XR und künstlerischer Praxis, z. B. in KI-generierten immersiven Kunstinstallationen oder algorithmischen Choreografien in virtuellen Räumen.³

Die beschriebenen Potenziale von Spiel, Bewegung und ästhetischer Erfahrung in XR/KI-Umgebungen müssen jedoch im Kontext unserer heutigen Welt verstanden werden. In einer von Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität (VUCA) geprägten Gesellschaft (Bennis und Nanus 1985) gewinnen genau jene Kompetenzen an Bedeutung, die durch spielerisch-ästhetische Erfahrungen gefördert werden: Flexibilität, Kreativität, Resilienz und die Fähigkeit zur konstruktiven Bewältigung von Ungewissheit. Die im Folgenden vorgestellten sechs Dimensionen unseres Modells adressieren genau diese Herausforderungen und zeigen auf, wie XR/KI-Erfahrungsräume als moderne Heterotopien fungieren können – als geschützte Experimentierräume, in denen die für eine VUCA-Welt notwendigen Zukunftskompetenzen spielerisch entwickelt und erprobt werden können.

3 Beispiele: <https://refikanadol.com/works/machine-hallucination-nyc/>, <https://artsexperiments.withgoogle.com/living-archive>.

8. Herleitung eines Modells zur Gestaltung von XR-KI Erfahrungsräumen

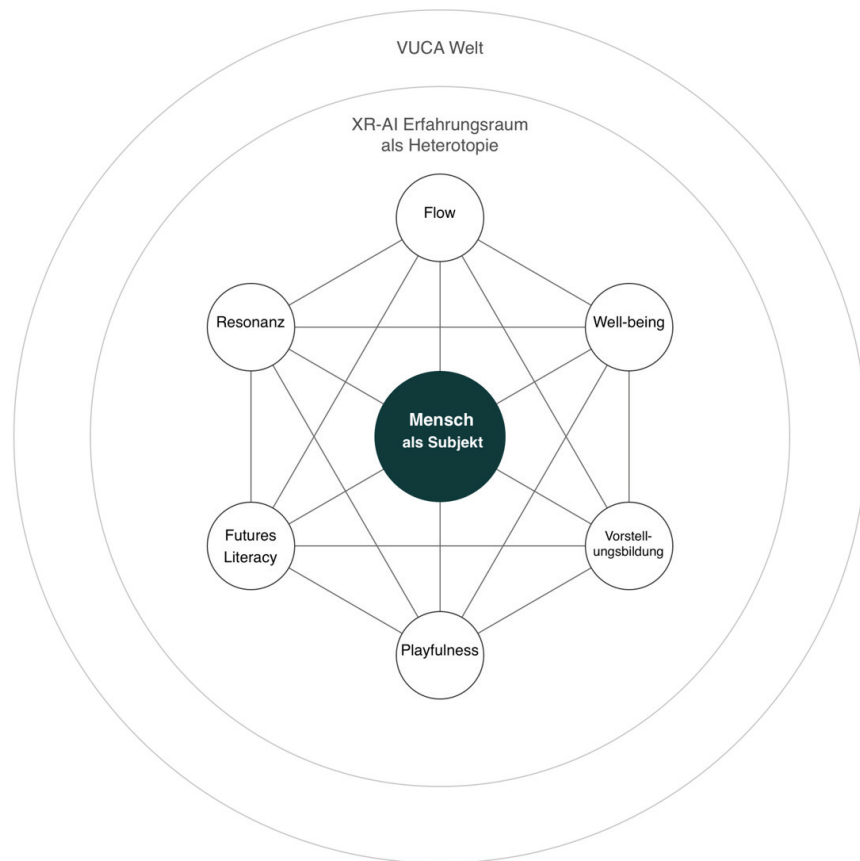


Abb. 1: Aktuelle Konzeptdarstellung (Prototyp), deren visuelle Darstellung durch eine dreidimensional erlebbare Version in AR ergänzt werden soll

Die bisherigen Ausführungen zeigen die vielschichtigen Möglichkeiten zur Gestaltung von pädagogischen Räumen im Kontext von XR und KI: Die technische Evolution ermöglicht zunehmend niedrigschwellige und intuitive Zugänge zu immersiven Erfahrungsräumen. Die Integration von KI schafft dabei adaptive Umgebungen, die der Vision eines Holodecks nahekommen. Gleichzeitig verweist die kulturhistorische Analyse des Spielbegriffs auf menschliche Bedürfnisse und Verhaltensweisen, die in der Gestaltung dieser neuen Räume berücksichtigt werden müssen. Die Verschränkung von Spiel und ästhetischer Erfahrung, wie sie sich beispielhaft in KI-gestützter Kunst manifestiert, deutet dabei auf das transformative Potenzial dieser Entwicklung hin. Diese verschiedenen Perspektiven gilt es nun in einem integrativen Modell zusammenzuführen, das technische Möglichkeiten und menschliche Bedürfnisse gleichermaßen berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund präsentiert unser Modell bewusst einen haltungsorientierten und keinen technologiezentrierten Ansatz für die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen. Zentral ist dabei das Verständnis von KI als komplementäre Ergänzung menschlicher Fähigkeiten, nicht als deren Ersatz (Brynjolfsson 2022). Diese Perspektive orientiert sich an Klafkis Bildungsverständnis, das den Gegenwarts- und Zukunftsbezug betont: Die aktuelle Lebenswelt der Lernenden mit ihren spezifischen medialen und technologischen Erfahrungen bildet den Ausgangspunkt, während zugleich die Vorbereitung auf zukünftige Herausforderungen in den Blick genommen wird (Klafki 1995). Dies manifestiert sich besonders in einer an der aktiven Medienarbeit (Anfang und Demmler 2010) orientierten pädagogischen Haltung, nach der Lernende nicht nur Nutzende, sondern auch Gestaltende ihrer medial-technischen Umwelt werden. Unter den Voraussetzungen einer Kultur der Digitalität (Stalder 2019) und einer KI-geprägten Gegenwart und Zukunft erfordert dies ein verändertes Verständnis von Lehren und Lernen: weg von einem traditionellen, hierarchischen Wissenstransfer im Sinne des Vermittlungsbegriffs, hin zu einem konstruktivistischen, ermöglichungsdidaktischen Ansatz, nach dem Lehrende als Coaches Möglichkeitsräume schaffen (Arnold und Schön 2019).

Unser Modell stellt dazu bewusst den Mensch als Subjekt ins Zentrum. Diese Positionierung reflektiert die Notwendigkeit, in einer immer komplexer werdenden Welt die menschliche Handlungsfähigkeit und Autonomie zu wahren. Die um das Subjekt angeordneten Dimensionen sind dabei als Entwicklungsfelder zu verstehen, die das Subjekt in seiner aktiven Auseinandersetzung mit der Welt unterstützen:

Resonanz wird, im Sinne Hartmut Rosas (2016), als eng mit dem Bildungsbegriff ver-schränkt verstanden: Bildung manifestiert sich dabei, Koller (2012) folgend, als Transformation von Selbst- und Weltverhältnissen in der wechselseitigen Beziehung zwischen Subjekt und Umwelt/Gesellschaft. Der Resonanzbegriff verdient dabei eine tiefere Betrachtung: Rosa versteht darunter eine spezifische Form der *Weltbeziehung, die sich durch wechselseitige Berührung und Verwandlung auszeichnet* (Rosa 2016, 13). Anders als bei einer rein instrumentellen Weltbeziehung, in der die Welt als stumm und verfügbar erscheint, beschreibt Resonanz einen Zustand lebendiger Antwortbeziehungen. In resonanten Momenten sprechen uns Dinge, Ideen oder Menschen an und wir antworten darauf und zwar nicht nur kognitiv, sondern mit unserem ganzen Sein. Dabei ist Resonanz durch eine charakteristische Doppelbewegung gekennzeichnet: Sie umfasst sowohl Selbstwirksamkeit als auch die Erfahrung von Unverfügbarkeit (die Erkenntnis, dass sich echte Resonanz nicht erzwingen lässt) (Rosa 2018, 9).

Diese Konzeption von Resonanz gewinnt in XR/KI-gestützten Erfahrungsräumen besondere Bedeutung: Hier entstehen neue Räume, in denen Subjekte nicht nur mit physischen oder digitalen Objekten, sondern auch mit KI-Entitäten in Beziehung treten können. Entscheidend ist dabei, dass diese Räume nicht auf reine Effizienz oder Kontrolle ausgerichtet sind, sondern Momente echter Berührung und Transformation hervorbringen können. Dies kann sich beispielsweise in einem Dialog mit einer historischen

Persönlichkeit manifestieren, der durch KI ermöglicht wird und der über blosses Faktenwissen hinaus emotionale und intellektuelle Resonanz erzeugt. Oder in kollaborativen Gestaltungsprozessen, in denen XR-Technologie unmittelbares Feedback ermöglicht und so Erfahrungen der eigenen Wirksamkeit schafft. Gleichzeitig erinnert der Resonanzbegriff daran, dass Bildungsprozesse nicht vollständig planbar oder technisch optimierbar sind. Sie behalten damit einen Moment der Unverfügbarkeit (Rosa 2018, 130).

Well-being umfasst eine ganzheitliche Perspektive. Die WHO definiert Gesundheit bereits seit 1948 als «Zustand vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht nur das Freisein von Krankheit und Gebrechen» (WHO 1948). Well-being ist dabei als biologischer und sozialer Prozess zu verstehen, der sich in der kontinuierlichen Suche nach Balance mit der eigenen Umwelt manifestiert (Falk 2022). Ein wesentlicher Aspekt dieses Prozesses ist die Entwicklung der Fähigkeit, die eigenen Bedürfnisse wahrzunehmen und zu erkennen, welche Faktoren das persönliche Wohlbefinden fördern oder beeinträchtigen. Diese Selbsterkenntnis ermöglicht es Menschen, aktiv und selbstbestimmt Entscheidungen für ihr Wohlbefinden zu treffen.

Die zunehmende Virtualisierung von Lebens-, Lern- und Arbeitswelten erfordert eine bewusste Integration körperlicher, mentaler und sozialer Dimensionen des Wohlbefindens (Döllinger et al. 2021). Der Körper spielt dabei eine zentrale, oft unterschätzte Rolle (Arndt 2024). Während traditionelle Bildungskonzepte häufig eine rein kognitive Perspektive einnehmen, zeigt die neurowissenschaftliche Forschung die enge Verbindung zwischen Bewegung und Lernen (Fessler et al. 2008). Körperliche Aktivität fördert nicht nur die Durchblutung des Gehirns und die Bildung neuer neuronaler Verbindungen, sondern unterstützt auch die emotionale Regulation und reduziert Stress (Arndt 2023). Dies korrespondiert mit Falks (2022) Verständnis von Well-being als biologischem Prozess, der eng mit persönlichem, intellektuellem und physischem Wohlbefinden verknüpft ist.

XR-Technologien bieten hier besondere Chancen: Anders als klassische Bildschirmmedien ermöglichen sie natürliche, körperbasierte Interaktionen im Raum (Döllinger et al. 2021). Bewegung wird dabei nicht als zusätzliches Element, sondern als integraler Bestandteil der Lernerfahrung konzipiert. Die mentale Dimension Well-being umfasst neben kognitiven Aspekten auch emotionale und soziale Komponenten (Khoury et al. 2013). Konzepte wie Mindfulness gewinnen dabei zunehmend an Bedeutung (Kabat-Zinn 1990), da sie die Entwicklung von Selbstwahrnehmung und bewusster Selbstregulation unterstützen.

Die soziale Dimension von Well-being manifestiert sich in der Qualität unserer Beziehungen und dem Gefühl von Verbundenheit (Holt-Lunstad et al. 2010). Durch XR und KI besteht die Möglichkeit der Schaffung neuer hybrider Sozialräume, die eine Verschränkung physischer und virtueller Präsenz ermöglichen und damit neue Wege zur Förderung ganzheitlichen Wohlbefindens eröffnen. Diese Räume können dabei als experimentelle Umgebungen dienen, in denen Menschen verschiedene Strategien zur Förderung ihres Wohlbefindens erkunden und für sich selbst evaluieren können.

Vorstellungsbildung beschreibt die Fähigkeit, sich neue Möglichkeiten, Zusammenhänge und Anwendungen zu denken. Sie ist dabei mehr als bloße Fantasie oder Kreativität: Es geht um das aktive Entwickeln mentaler Modelle darüber, was mit bestimmten Werkzeugen, Technologien oder Konzepten möglich ist. Diese Form der Vorstellungskraft ist essenziell für Gestaltung, Innovation und adaptives Handeln: Nur wer sich vorstellen kann, was möglich ist, kann diese Möglichkeiten auch nutzen.

In der Mensch-Maschine-Interaktion zeigt sich die Bedeutung der Vorstellungsbildung besonders deutlich: Während frühe Computer durch ihre command-line Interfaces nur von Expert:innen genutzt werden konnten, die sich deren Funktionsweise präzise vorstellen konnten, ermöglichten grafische Benutzeroberflächen durch Metaphern wie den «Desktop» auch «Laien», sich die Funktionsweise vorzustellen und damit zu arbeiten. Ähnlich verhält es sich heute mit KI-Systemen: Der Unterschied zwischen einer fortgeschrittenen Nutzer:in und einer Person, die noch wenig Potenziale von KI nutzt, liegt oft nicht im technischen Wissen, sondern in der Fähigkeit, sich vorzustellen, was das System leisten kann (Toner-Rodgers 2024, 37).

Diese Vorstellungsbildung lässt sich durch XR-Technologien auf neuartige Weise unterstützen: Abstrakte Konzepte können visualisiert, komplexe Systeme erfahrbar und mögliche Anwendungen direkt erprobt werden. Entscheidend ist dabei der iterative Charakter der Vorstellungsbildung: Jede neue Erfahrung erweitert den Raum des Vorstellbaren und damit den Raum des Möglichen.

Futures Literacy, ein von der UNESCO als Schlüsselkompetenz des 21. Jahrhunderts etabliertes Konzept, beschreibt die Fähigkeit, systematisch über Zukunft nachzudenken und verschiedene Zukunftsszenarien zu antizipieren (Miller 2018). Diese Perspektive greift dabei Überlegungen auf, die Alvin Toffler bereits in den 1970er-Jahren in seinem wegweisenden Werk «Future Shock» formulierte. Angesichts beschleunigter technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen gewinnt diese Kompetenz an Gewicht. Nur wer die parallel verlaufenden Transformationen durch Klimawandel, Digitalisierung und KI in ihrer Komplexität erfassen und verschiedene Entwicklungsszenarien durchdenken kann, ist in der Lage, gegenwärtige Entscheidungen bewusst zu treffen und aktiv an der Gestaltung nachhaltiger Zukünfte mitzuwirken. Das Fehlen dieser Zukunftskompetenz birgt jedoch erhebliche gesellschaftliche Risiken: Menschen, die sich von technologischen und gesellschaftlichen Veränderungen überfordert fühlen, neigen oft zu reaktiven Haltungen und dem Wunsch nach einer idealisierten Vergangenheit (Toffler 2022, 21). Dies kann zur aktiven Blockade notwendiger Transformationsprozesse führen und unterstreicht die Bedeutung von Futures Literacy als zentraler Bildungsaufgabe.

Playfulness wird verstanden als experimentelle Grundhaltung. Während das Spiel zuvor als kulturschaffendes Element theoretisch fundiert wurde, geht es hier um die praktische Übersetzung dieser spielerischen Haltung in Lehr-Lern-Kontexte. Playfulness beschreibt dabei eine Grunddisposition, die sich u. a. durch Neugier, Experimentierfreude und die Bereitschaft zum produktiven Scheitern auszeichnet.

Diese spielerische Haltung schafft ideale Voraussetzungen für *Flow*-Erlebnisse im Sinne Csíkszentmihályis (2015) – jene Momente völligen Aufgehens in einer Tätigkeit, die durch optimale Balance zwischen Herausforderung und Können gekennzeichnet sind.

XR/KI-gestützte Lernumgebungen können diese Verschränkung von Playfulness und Flow gezielt unterstützen: Sie ermöglichen ein geschütztes Experimentieren mit komplexen Konzepten, bieten unmittelbares Feedback und passen sich adaptiv an das Kompetenzniveau der Lernenden an. Dabei geht es weniger um vordefinierte Siegbedingungen, sondern um jene bereits weiter oben beschriebene Qualität im Spiel.

Die beschriebenen sechs Dimensionen bilden ein System, das transformative Bildungsprozesse (Autenrieth 2025) in XR-KI Erfahrungsräumen ermöglicht. Ihre Auswahl und Bedeutung erschliesst sich aus ihrer gegenseitigen Verstärkung beispielsweise in dieser Form: So schafft die spielerische Grundhaltung (Playfulness) einen experimentellen Raum, in dem Flow-Erlebnisse besonders gut entstehen können. Diese wiederum begünstigen resonante Erfahrungen, die ihrerseits Well-being fördern. Die durch resonante Erfahrungen gestärkte Vorstellungsbildung ermöglicht neue Perspektiven auf mögliche Zukünfte (Futures Literacy), während diese Zukunftskompetenz wieder die spielerische Exploration inspiriert.

Andere wichtige Bildungsziele wie Kreativität, Selbstwirksamkeit oder kritisches Denken entstehen dabei als emergente Eigenschaften aus dem Zusammenspiel dieser Grunddimensionen. Die besondere Stärke des Modells liegt gerade in dieser systemischen Verschränkung, die der komplexen Natur von Bildungsprozessen in digitalen Transformationskontexten Rechnung trägt.

9. XR-KI Erfahrungsraum als Heterotopie in einer VUCA Welt

Die Rahmung des Modells durch die zwei konzentrischen Kreise (Abb. 1) verdeutlicht die besondere Qualität dieser Erfahrungsräume: Der innere Kreis repräsentiert den XR-KI Erfahrungsraum als Heterotopie – einen «anderen Raum» im Sinne Foucaults, der sich den üblichen Ordnungen und Regeln der Gesellschaft entzieht und eigene Gesetzmäßigkeiten entwickelt (Foucault 1992). Foucault beschreibt Heterotopien als reale Orte, die wie Gegenentwürfe zur normalen Gesellschaft funktionieren. XR-KI Erfahrungsräume verkörpern diese Qualität in besonderer Weise. Sie sind gleichzeitig real und virtuell, ermöglichen die Koexistenz verschiedener Realitätsebenen und schaffen damit neue Möglichkeiten des Seins, Lernens, Spielens und Handelns.

Ähnlich wie Foucaults Beispiel des Spiegels, der gleichzeitig ein realer Ort und ein virtueller Raum ist, verschränken diese Erfahrungsräume die physische und digitale Realität zu etwas qualitativ Neuem. Sie ermöglichen, gewohnte Perspektiven zu verlassen, neue Rollen einzunehmen und alternative Handlungsmöglichkeiten zu erproben. Die

Integration von KI erweitert diese heterotopische Qualität zusätzlich. Sie ermöglicht Dialoge über Raum und Zeit hinweg, schafft responsive Umgebungen und eröffnet neue Formen der Mensch-Maschine-Interaktion.

Der äussere Kreis symbolisiert die VUCA-Welt als grösseren gesellschaftlichen Kontext (vgl. zur Etablierung des Begriffs: Bennis und Nanus 1985). Das Akronym skizziert eine Welt, die durch Volatilität (Unbeständigkeit), Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität (Mehrdeutigkeit) geprägt ist. Diese VUCA-Charakteristika stellen neue Anforderungen an Bildungsprozesse: Sie erfordern die Fähigkeit, mit Unsicherheit umzugehen, komplexe Zusammenhänge zu verstehen und sich flexibel an veränderte Bedingungen anzupassen. Die heterotopische Qualität der XR-KI Erfahrungsräume bietet dabei einen geschützten Rahmen, in dem genau diese Kompetenzen entwickelt und spielerisch erprobt werden können. Als «andere Räume» ermöglichen sie, die Herausforderungen der VUCA-Welt spielerisch zu erkunden und ohne den unmittelbaren Handlungs- und Regeldruck der realen Welt neue Handlungsstrategien zu entwickeln.

Die Verschränkung dieser beiden Kreise – der heterotopische Erfahrungsraum eingebettet in den VUCA-Kontext – verdeutlicht das transformative Potenzial des Modells: Der XR-KI Erfahrungsraum schafft einen geschützten Experimentierraum, der gleichzeitig eng mit den realen Herausforderungen unserer Zeit verbunden ist. In diesen Räumen können die sechs beschriebenen Dimensionen ihre Wirkung entfalten und Lernende dabei unterstützen, die Kompetenzen anzubahnen, die sie für die Navigation und Gestaltung einer Welt im Wandel benötigen.

10. Entwicklung und Erprobung des Modells

10.1 Theoretische Entwicklung des Modells

Die Entwicklung des Modells basiert auf der Verbindung theoretischer und empirischer Arbeiten im Kontext von KI und Bildung sowie Forschung und Lehre im Bereich des Spiel- und Lerndesigns. Die Auswahl der sechs Kerndimensionen basiert auf drei zentralen Kriterien:

1. Theoretische Fundierung: Jede Dimension muss durch wissenschaftliche Konzepte und/oder empirisch operationalisierbare Praxiserfahrungen untermauert sein
2. Thematische Relevanz: Die Dimensionen sollten spezifische Potenziale von XR/KI-Umgebungen adressieren
3. Praktische Durchführbarkeit: Die Dimensionen müssen in konkrete pädagogische Handlungskonzepte überführbar sein

Das Modell integriert Perspektiven aus Informatik/Data Science, Medienpädagogik und Design, um technologische, pädagogische und gestalterische Aspekte zu verbinden.

Alternative Dimensionen wie etwa «Kreativität» oder «Selbstwirksamkeit» wurden im Entwicklungsprozess ebenfalls erwogen, jedoch aufgrund ihrer starken Überschneidung mit den gewählten Dimensionen nicht als eigenständige Kategorien aufgenommen. So manifestiert sich Kreativität beispielsweise als Schnittmenge aus Vorstellungsbildung und Playfulness, während Selbstwirksamkeit eng mit Flow- und Resonanzerfahrungen verknüpft ist.

10.2 Kritische Einordnung und Ausblick

Das Modell hat in seiner jetzigen Form primär heuristischen Charakter. Während die einzelnen Dimensionen durch bestehende Forschung gut belegt sind, steht eine umfassende empirische Validierung ihrer Wechselwirkungen im spezifischen Kontext von XR/KI-gestützten Bildungskontexten noch aus. Dabei ist zu betonen, dass die vorgestellten sechs Dimensionen keinesfalls als abschliessende Liste zu verstehen sind. Das Modell ist bewusst offen und erweiterbar konzipiert, um auf neue Entwicklungen und Erkenntnisse reagieren zu können.

11. Affordanzen und praktische Anwendung des Modells

Die beschriebenen XR-KI Erfahrungsräume schaffen durch ihre technologischen Möglichkeiten neuartige Affordanzen (Handlungs- und Erlebnisangebote, die bestimmte Aktivitäten und Interaktionen nahelegen oder ermöglichen). Jedoch zeigt die Erfahrung im Bildungskontext deutlich: Affordanzen allein reichen nicht aus, um transformative Bildungsprozesse zu initiieren.

Dies lässt sich an einem weit verbreiteten Substitutionsdenken im Kontext digitaler Bildung zeigen: Das klassische Arbeitsblatt wird zur PDF, der Unterrichtsfilm auf DVD zum YouTube-Video, die Tafel zum digitalen Whiteboard. Die grundlegende Unterrichtspraxis und das dahinter liegende Bildungsverständnis bleiben dabei jedoch oft unverändert (Autenrieth et al. 2025; Knaus 2018). Ähnlich wie ein iPad, das als «Schweizer Taschenmesser» vielfältige Möglichkeiten zur Gestaltung von Lernräumen bietet, aber ohne entsprechende pädagogische Haltung zum reinen Konsumgerät wird, brauchen auch XR-KI Erfahrungsräume eine bewusste didaktische Gestaltung.

Die praktische Stärke des Modells liegt in seiner Flexibilität, verschiedene Zugangswege und Entwicklungspfade zu unterstützen. Die sechs Dimensionen beschreiben nicht primär Eingangstore, sondern vielmehr zentrale Qualitäten, die sowohl in XR-KI-gestützten als auch in konventionellen Lehr-Lern-Settings ihre Wirkung entfalten können. Der tatsächliche Zugang erfolgt meist über konkrete thematische Interessen oder Anwendungsfälle, die dann eine oder mehrere dieser Dimensionen aktivieren können. So könnte beispielsweise eine Schülerin über ihr Interesse an historischen Persönlichkeiten einsteigen und dabei sowohl die Vorstellungsbildung (durch das Imaginieren historischer

Kontexte) als auch Resonanz (durch den Dialog mit KI-gestützten historischen Charakteren) erfahren. Ein anderes Beispiel wäre ein Architekturstudent, der über konkrete Gestaltungsaufgaben den Raum betritt und dabei Flow-Erlebnisse und Playfulness in der kreativen Auseinandersetzung mit räumlichen Konzepten erlebt.

Wie könnte also eine solche Gestaltung konkret aussehen?

12. Praktische Erprobung mit Studierenden

Die Erprobung des Modells erfolgte mit Studierenden des Studiengangs Spiel- und Lern-design im Wintersemester 2024/25 an der *Burg Giebichenstein Kunsthochschule* Halle. Nach einer thematischen Einführung in XR und KI erhielten die Studierenden eine systematische Einführung in die sechs Modelldimensionen und deren Potenziale für die Gestaltung von XR-KI Erfahrungsräumen. Die Studierenden arbeiteten in Kleingruppen und erhielten die Aufgabe, ihre Konzepte explizit anhand der Modelldimensionen zu entwickeln. Dabei zeigte sich eine unterschiedliche Gewichtung der einzelnen Dimensionen. *Playfulness* und *Vorstellungsbildung* erwiesen sich als primäre Einstiegsdimensionen. Die Studierenden nutzten KI als kreativen Partner zur Ideenentwicklung und -validierung. Bildgenerierende KI-Systeme ermöglichten, abstrakte Konzepte schnell zu visualisieren und iterativ zu verfeinern. Dieser KI-gestützte Rapid Prototyping-Prozess⁴ eröffnete eine experimentelle Grundhaltung und erweiterte kontinuierlich den Raum des Vorstellbaren.

Die *Well-being*-Dimension zeigte sich besonders in der bewussten Gestaltung sozialer Interaktionen. Das Augenhöhe-Projekt einer Studierendengruppe macht dies exemplarisch deutlich: Inspiriert von einem Kunstprojekt mit höhenverstellbaren Schuhen entwickelten sie eine AR-Umgebung, die alle Nutzenden auf die gleiche virtuelle Augenhöhe positioniert. Diese Design-Entscheidung adressierte sowohl die körperliche Dimension (bewusste Raumpositionierung) als auch die soziale Komponente des Wohlbefindens (Hierarchieabbau durch gleiche Augenhöhe).

Resonanz entstand überraschend häufig in den Ko-Kreationsprozessen mit KI-Systemen. Studierende berichteten von «Aha-Momenten», wenn die KI unerwartete, aber stimmige Vorschläge generierte, die ihre eigenen Ideen erweiterten oder in neue Richtungen lenkten.

Futures Literacy wurde gezielt durch Szenario-Techniken integriert: Die Gruppen entwickelten ihre Konzepte bewusst für einen Kontext, in dem XR-Technologie so zugänglich wäre wie heute Smartphones. Diese «Was-wäre-wenn»-Perspektive befreite sie von aktuellen technischen Limitationen und ermöglichte visionäre Gestaltungsansätze.

⁴ Rapid Prototyping bezeichnet einen iterativen Entwicklungsansatz, mit dem schnell und kostengünstig funktionsfähige Prototypen erstellt werden, um Ideen frühzeitig zu testen, zu validieren und weiterzuentwickeln.

Flow-Erlebnisse entstanden besonders beim iterativen Prototyping mit KI-Tools, wo die unmittelbare Visualisierung von Ideen und das schnelle Feedback optimale Balancen der Herausforderung schuf.

Die Erprobung zeigte, dass das Modell als heuristisches Framework funktioniert: Die Studierenden nutzten die Dimensionen nicht als Checkliste, sondern als Orientierungsrahmen für kreative Gestaltungsentscheidungen. Besonders wertvoll erwies sich die systemische Verschränkung der Dimensionen. Selten wurde nur eine isoliert betrachtet, meist entstanden Konzepte aus dem Zusammenspiel mehrerer Aspekte. Kritische Rückmeldungen betrafen insbesondere die anfängliche Überforderung durch die Komplexität des Modells. Die Studierenden benötigten konkrete Einstiegshilfen und Beispiele, um die abstrakten Dimensionen in praktische Gestaltungsentscheidungen zu übersetzen. Dies führte zur Entwicklung von Leitfragen für jede Dimension, die als Scaffolding-Instrument dienten.



Abb. 2: Studierende des Studiengangs Spiel- und Lerndesign entwickeln auf Basis des Modells Prototypen einen XR-KI Erfahrungsraum, der sich auf das Konzept der Augenhöhe konzentriert

In einem nächsten Schritt, der im Seminar allerdings nicht erfolgte, hatten die Studierenden überdies geplant, ihre entwickelten Konzepte mittels Apple Vision Pro und virtueller Personas⁵ in lauffähige Prototypen umzusetzen. Obwohl keine:r der Studierenden über Programmiererfahrung verfügte, eröffnet die zunehmende Zugänglichkeit des Vibe Codings⁶ die Möglichkeit, auch diesen Umsetzungsschritt im Seminkontext zu realisieren. Diese Entwicklung ist besonders bedeutsam, da sie die Schwelle zwischen Konzeption und technischer Realisierung erheblich senkt und damit das transformative Potenzial des Modells auch für technische Laien zugänglich macht. Entsprechende handlungsorientierte Formate sind mit angemessenem Scaffolding auch im Schulkontext denkbar und würden die Modelldimensionen *Selbstwirksamkeit* und *Vorstellungsbildung* zusätzlich stärken.

13. Von der Vision zur Gegenwart

13.1 Prototyping-Räume

XR und KI ermöglichen, abstrakte Konzepte in erlebbare Prototypen zu überführen. Menschen können ihre Ideen nicht nur beschreiben, sondern unmittelbar visualisieren, testen und iterativ verbessern. KI fungiert dabei als Übersetzungskraft, die den Weg von der ersten Idee zum vorstellbaren und erlebbaren Konzept unterstützt. Dabei liegt die zentrale Kompetenz nicht in der perfekten Beherrschung von z. B. Prompting-Techniken; vielmehr kann KI auf sehr unterschiedlichen Sprachniveaus in Dialog treten und neue ästhetische Kommunikationsformen erschliessen. Dies ermöglicht z. B. auch Menschen mit Spracheinschränkungen, sich auf neuartige Weise auszudrücken und verstanden zu fühlen. Die Grenzen liegen dabei weniger in der sprachlichen Formulierung als in der individuellen oder kollektiven Vorstellungskraft, die sich in Ko-Kreation mit der KI kontinuierlich erweitern lässt.

5 Virtuelle Personas bei Apple Vision Pro sind dynamische, natürlich wirkende 3D-Darstellungen der Gesichts- und Handbewegungen von Nutzenden, die während der Verwendung von FaceTime und anderen Video-Konferenz-Apps eingesetzt werden. Diese werden durch 3D-Kameras des Headsets erfasst und ermöglichen Anderen, die Person hinter dem Headset zu sehen und mit ihr zu interagieren, als wäre sie physisch anwesend.

6 Vibe Coding bezeichnet einen KI-gestützten Programmieransatz, bei dem Entwickler:innen ihre Programmierabsichten in natürlicher Sprache beschreiben und KI-Tools wie Cursor den entsprechenden Code generieren.

13.2 Neuartige Dialoge

Die Verschmelzung von XR und KI eröffnet neue Formen des Dialogs, z. B. imaginäre Gespräche zwischen historischen und zeitgenössischen Persönlichkeiten.⁷ Ein Diskurs zwischen Aristoteles und Steve Jobs über Technologieethik wird plötzlich als immersives Lernerlebnis möglich, der komplexe philosophische und technologische Zusammenhänge nicht nur intellektuell zugänglich, sondern auch emotional und sinnlich erfahrbar macht.

13.3 Design Futuring

Der XR-KI Erfahrungsraum eignet sich besonders für zukunftsorientierte Gestaltungsprozesse. Lernende können verschiedene Zukunftsszenarien nicht nur gedanklich entwickeln, sondern diese auch unmittelbar erleben und ihre Implikationen erkunden. Dabei entsteht eine produktive Spannung zwischen Idealzustand und heutiger Umsetzbarkeit, die kreative Lösungsansätze fördert.

13.4 Von der Vision zur Gegenwart:

Auch wenn dedizierte Mixed Reality Headsets heute noch schwer zugänglich und oft im Bildungsalltag schwer handhabbar sind, lassen sich viele der beschriebenen Potenziale bereits mit aktuell breit verfügbaren Technologien realisieren, wenn auch noch nicht im Stil eines vollwertigen Holodecks. Konkrete Beispiele dafür sind:

- ChatGPT Advanced Voice Mode zur Interaktion mit virtuellen Personas, die auch auf historischen Persönlichkeiten basieren können. Mit ihnen können wir bereits heute in natürlicher Sprache interagieren und brainstormen.

⁷ Diese Möglichkeit wirft wichtige ethische und geschichtsdidaktische Fragen auf, die einer differenzierten Betrachtung bedürfen. Projekte wie «Lernen mit digitalen Zeugnissen» (LediZ) der LMU München zeigen exemplarisch sowohl Potenziale als auch Herausforderungen dieser Technologie.

Das LediZ-Projekt ermöglicht, mit Holocaust-Überlebenden in einen scheinbar direkten Dialog zu treten. Die aufwendig produzierten 3D-Aufnahmen und die KI-gestützte Sprachverarbeitung schaffen eine Illusion von Präsenz und Unmittelbarkeit. Forschungsergebnisse zeigen, dass Schüler:innen sich trauen, Fragen zu stellen, die sie in realen Begegnungen möglicherweise zurückhalten würden. Dies kann zu tieferen Auseinandersetzungen mit historischen Ereignissen führen.

Gleichzeitig mahnt die Geschichtswissenschaft zur kritischen Reflexion solcher Ansätze. Die Simulation historischer Persönlichkeiten birgt das Risiko einer *Authentizitätsillusion*. Dies kann zu einer problematischen Enthistorisierung führen, in der die zeitliche Distanz und die Konstruiertheit historischen Wissens verschleiert werden (Meseth 2008).

Besonders sensibel ist die Frage der Repräsentation. Wer entscheidet, welche Aussagen eine historische Persönlichkeit in der Simulation tätigen kann? Wie wird mit Widersprüchen, Unsicherheiten und der Fragmentiertheit historischer Überlieferung umgegangen? Die Gefahr einer nachträglichen Glättung oder Instrumentalisierung von Zeitzeug:innenberichten für pädagogische Zwecke muss ernst genommen werden.

Für den Einsatz im Unterricht bedeutet dies, dass KI-gestützte historische Dialoge wertvolle Zugänge schaffen können, aber im Sinne einer kritisch-reflexiven Dimension begleitet werden. Lernende sollten verstehen, dass sie nicht mit der historischen Person selbst, sondern mit einer technisch vermittelten Repräsentation interagieren. Die Auseinandersetzung mit den Grenzen und Konstruktionsbedingungen solcher Systeme wird damit selbst zum Thema.

- Bildgenerierende KI-Systeme, die uns dabei unterstützen, erste Ideen und Konzepte auf Basis von Sprache schnell zu visualisieren und iterativ weiterzuentwickeln.
- KI-gestützte Tools, die aus 2D-Elementen 3D-Objekte erzeugen. Diese können wiederum über Smartphone oder Tablet in Augmented Reality betrachtet und im Raum projiziert werden.

Diese Beispiele zeigen: Es geht weniger um die Verfügbarkeit perfekter technischer Lösungen, sondern vielmehr um die Haltung und Einstellung, bereits heute verfügbare Potenziale kreativ zu nutzen und in Bildungsprozesse zu integrieren. Diese Haltung ist geprägt durch:

- Ein Verständnis von Lernen als einem aktiven, konstruktiven Prozess
- Die Bereitschaft, gewohnte didaktische Pfade zu verlassen
- Den Mut, neue Formen der Interaktion und des Dialogs zu erproben
- Eine Balance zwischen Zukunftsvision und gegenwärtiger Realisierbarkeit

In diesem Sinne sind XR-KI Erfahrungsräume nicht nur technologische Innovationen, sondern vor allem Katalysatoren für ein neues Bildungsverständnis, das die Grenzen zwischen physischer und digitaler Welt, zwischen Lehren und Lernen, zwischen Gegenwart und Zukunft nicht als Barrieren, sondern als kreative Gestaltungsräume begreift. Gerade für Lehrende eröffnen diese Räume besondere Chancen: Als motivierte Lernende im Umgang mit neuen Technologien und Möglichkeiten werden sie zu authentischen Vorbildern für lebenslanges Lernen. Diese gemeinsame Erkundung und Gestaltung technologisch erweiterter Lernräume verstärkt so konstruktivistische Bildungsprozesse, in denen das Lernen selbst zum kollaborativen Gestaltungsakt wird.

Literatur

- Anfang, Günther, und Kathrin Demmler. 2010. «Ganzheitlichkeit als Grundprinzip der Medienpädagogik». In *erzählkultur. Sprachkompetenzförderung durch aktive Medienarbeit*, herausgegeben von Klaus Lutz und Kati Struckmeyer, 9:47–53. Materialien zur Medienpädagogik. München: kopaed.
- Arndt, Petra. 2024. «Wie Bewegung den Lernprozess unterstützt:» Ein Interview mit Neurowissenschaftlerin Petra Arndt Interviewt von Deutsches Schulportal. <https://www.bpb.de/themen/bildung/dossier-bildung/550511/wie-bewegung-den-lernprozess-unterstuetzt/>.
- Arnold, Rolf, und Michael Schön. 2019. *Ermöglichungsdidaktik: ein Lernbuch*. Bern: hep.
- Autenrieth, Daniel. 2025. *Transformative Bildungsprozesse und Partizipation. Eine empirische Untersuchung im Kontext von Künstlicher Intelligenz und der Lehrkräftebildung*. München: kopaed.
- Autenrieth, Daniel, und Stefanie Nickel. 2024. *Kultur der Digitalität = Kultur der Partizipation?! Erforschung und Gestaltung einer partizipativen Bildungslandschaft*. München: kopaed.

- Autenrieth, Nina, Wolfgang Bay, und Thomas Irion. 2025. «Digitalität und Heterogenität als Transformationsherausforderungen für die Primarstufe: Ansätze für Schulentwicklung und Leadership». In *BildungsWelten Grundschule – Heterogenität gestalten. Perspektiven für die Grundschulentwicklung*. Münster: Waxmann.
- Bennis, Warren G., und Burt Nanus. 1985. *Leaders: The Strategies for Taking Charge*. Nachdr. New York, NY: Harper & Row.
- Brynjolfsson, Erik. 2022. «The Turing Trap: The Promise & Peril of Human-Like Artificial Intelligence». *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2201.04200>.
- Buchner, Josef, und Michael Kerres. 2021. «Students as Designers of Augmented Reality: Impact on Learning and Motivation in Computer Science». *Multimodal Technologies and Interaction* 5 (8): Nr. 41. <https://doi.org/10.3390/mti5080041>.
- Csikszentmihályi, Mihaly. 2015. *Flow: das Geheimnis des Glücks*. Übersetzt von Annette Charpentier. 18. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Deci, Edward L., und Richard M. Ryan. 1993. «Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik». *Zeitschrift für Pädagogik* 39: 223–38.
- Döllinger, Nina, Carolin Wienrich, und Marc Erich Latoschik. 2021. «Challenges and Opportunities of Immersive Technologies for Mindfulness Meditation: A Systematic Review». *Frontiers in Virtual Reality* 2 (April):644683. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.644683>.
- Falk, John H. 2022. *The value of museums: enhancing societal well-being*. Lanham: Rowman & Littlefield.
- Fessler, Norbert, Günter Stibbe, und Elke Haberer. 2008. «Besser Lernen durch Bewegung? Ergebnisse einer empirischen Studie in Hauptschulen». *Sportunterricht*.
- Foucault, Michel. 1992. «Andere Räume». In *Aisthesis. Wahrnehmung heute oder Perspektiven einer anderen Ästhetik*, herausgegeben von Karlheinz Barck, Peter Gente, Heidi Paris und Stefan Richter, 34–46. Leipzig: Reclam.
- Fritz, Jürgen. 2004. *Das Spiel verstehen: eine Einführung in Theorie und Bedeutung*. Grundlagen-texte soziale Berufe. Weinheim München: Juventa.
- Fullan, Michael, und Geoff Scott. 2014. «Education PLUS». Collaborative Impact SPC, Seattle, Washington. <https://www.michaelfullan.ca/wp-content/uploads/2014/09/Education-Plus-A-Whitepaper-July-2014-1.pdf>.
- Goffman, Erving, und Ralf Dahrendorf. 2021. *Wir alle spielen Theater: die Selbstdarstellung im Alltag*. Übersetzt von Peter Weber-Schäfer. 19. Auflage, Ungekürzte Taschenbuchausgabe. München: Piper.
- Holt-Lunstad, Julianne, Timothy B. Smith, und J. Bradley Layton. 2010. «Social Relationships and Mortality Risk: A Meta-Analytic Review». Herausgegeben von Carol Brayne. *PLoS Medicine* 7 (7): e1000316. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000316>.
- Huizinga, Johan. 1956. *Homo Ludens. Vom Ursprung der Kultur im Spiel*. Reinbek: Rowohlt.
- Kabat-Zinn, Jon. 1990. *Full catastrophe living: using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness*. New York: Delacorte Press.

- Khoury, Bassam, Tania Lecomte, Guillaume Fortin, Marjolaine Masse, Phillip Therien, Vanessa Bouchard, Marie-Andrée Chapleau, Karine Paquin, und Stefan G. Hofmann. 2013. «Mindfulness-Based Therapy: A Comprehensive Meta-Analysis». *Clinical Psychology Review* 33 (6): 763–71. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2013.05.005>.
- Klafki, Wolfgang. 1995. ««Schlüsselprobleme» als thematische Dimension eines zukunftsorientierten Konzepts von «Allgemeinbildung»». In *Schlüsselprobleme im Unterricht*, herausgegeben von Wolfgang Münzinger und Wolfgang Klafki, 9–14. Die deutsche Schule. Beiheft. 3. Weinheim: Juventa.
- Knaus, Thomas. 2018. «[Me]nsch – Werkzeug – [I]nteraktion. Theoretisch-konzeptionelle Analysen zur «Digitalen Bildung» und zur Bedeutung der Medienpädagogik in der nächsten Gesellschaft». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 31. <https://doi.org/10.21240/mpaed/31/2018.03.26.X>.
- Koller, Hans-Christoph. 2012. *Bildung anders denken: Einführung in die Theorie transformatorischer Bildungsprozesse*. Pädagogik. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Lauer, L. 2023. «Augmentierungen für das Erlernen von Schaltsymboliken im naturwissenschaftlich-orientierten Sachunterricht der Primarstufe». Dissertation (Dr. phil. nat.), Universität des Saarlandes. <https://publikationen.sulb.uni-saarland.de/handle/20.500.11880/37172>
- Luhmann, Niklas. 2021. *Die Gesellschaft der Gesellschaft*. 11. Auflage. stw 1360. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- McGonigal, Jane. 2012. *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World; Includes Practical Advice for Gamers*. London: Vintage.
- Meseth, Wolfgang. 2008. «Holocaust-Erziehung und Zeitzeugen». Bundeszentrale für politische Bildung. <https://www.bpb.de/themen/erinnerung/geschichte-und-erinnerung/39849/holocaust-erziehung-und-zeitzeugen/>.
- Miller, Riel, Hrsg. 2018. *Transforming the Future: Anticipation in the 21st Century*. Abingdon, Oxon New York, NY: Routledge.
- Mulders, Miriam, Josef Buchner, und Michael Kerres. 2024. «Virtual Reality in Vocational Training: A Study Demonstrating the Potential of a VR-Based Vehicle Painting Simulator for Skills Acquisition in Apprenticeship Training». *Technology, Knowledge and Learning* 29 (2): 697–712. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09630-w>.
- Oerter, Rolf. 1993. *Psychologie des Spiels: ein handlungstheoretischer Ansatz*. Quintessenz-Lehrbuch. München: Quintessenz.
- Parker-Holder, Jack, Philip Ball, Jake Bruce, Vibhavari Dasagi, Kristian Holsheimer, Christos Kaplanis, Alexandre Moufarek, u. a. 2024. «Genie 2: A large-scale foundation world model». Research. Dezember 2024.
- Piaget, Jean. 2009. *Nachahmung, Spiel und Traum: die Entwicklung der Symbolfunktion beim Kinde*. 6. Aufl. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Robinson, Ken. 2017. *Out of our minds: the power of being creative*. Third edition. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Rosa, Hartmut. 2016. *Resonanz: eine Soziologie der Weltbeziehung*. 3. Aufl. Berlin: Suhrkamp.

- Rosa, Hartmut. 2018. *Unverfügbarkeit*. Berlin: Suhrkamp.
- Stalder, Felix. 2019. *Kultur der Digitalität*. Edition Suhrkamp. Berlin: Suhrkamp.
- Suits, Bernard. 2005. *The Grasshopper: Games, Life and Utopia*. Peterborough, Ont: Broadview Press.
- Sutton-Smith, Brian. 1997. *The Ambiguity of Play*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1q16s5b>.
- Toffler, Alvin. 1990. *Future Shock*. New York, Toronto, London: Bantam Books.
- Toner-Rodgers, Aidan. 2024. «Artificial Intelligence, Scientific Discovery, and Product Innovation». https://aidantr.github.io/files/AI_innovation.pdf.
- WHO. 1948. «Constitution of the World Health Organization». 1948. <https://www.who.int/about/governance/constitution>.
- Zacharias, Wolfgang, und Hanna-Lena Neuser. 2014. «homo ludens digitalis – Spielen und Lernen heute». <https://web.ev-akademie-tutzing.de/rotunde/index.php/homo-ludens-digitalis-spielen-und-lernen-heute/>.