

Augment your Œuvre

Historie, Anwendungsgebiete und Weiterbildungsmöglichkeiten im Bereich Augmented Reality im kulturellen Kontext

Maja Stark^a

^a Forschungsgruppe INKA / Projekt *AURORA*: Augmented Reality – Organisation und Betrieb eines Anwendungs- und Trainingszentrums, Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin, Deutschland, maja.stark@htw-berlin.de

KURZDARSTELLUNG: Der Titel des Beitrags *Augment your Œuvre* stellt die These auf, ein jeder Kunstschaffende könne sein analoges Werk um digitale Inhalte erweitern – und damit jede Museumsdirektorin, jeder Galerist und jede Kuratorin Objekte der ihr oder ihm anvertrauten Sammlung. Tatsächlich gehören zur Entwicklung einer Augmented-Reality-Anwendung mehrere Schritte von der Ideenfindung über die Digitale Medienproduktion, die Programmierung und den Upload in den Store bis hin zur Veröffentlichung neuer Versionen. Doch wem der Einstieg in die Technologie gelingt, der betritt ein Areal diverser Anwendungsmöglichkeiten, dessen Horizont sich angesichts technologischer Fortschritte stets erweitert. Weiterbildungen können diesen Zugang ermöglichen; damit auch unabhängige Akteure und kleine Kulturinstitutionen der Berliner Kreativszene nicht den Anschluss verlieren, bietet das von der EU unterstützte Projekt *AURORA* an der HTW Berlin seit September 2018 verschiedene Kurse an. Im Anschluss haben Teilnehmer die Möglichkeit, sich für einen von Arbeitsplatz im *AURORA*-Produktionslabor zu bewerben und dort in Zusammenarbeit mit dem Projektpersonal konkrete Anwendungs-, aber auch neue Geschäftsideen im Bereich Augmented Reality umzusetzen.

1. EINFÜHRUNG

In der internationalen Entrepreneur- und Marketingszene ist Augmented Reality (AR), so der O-Ton in entsprechenden Online-Magazinen, eines der Schlagwörter des Jahres 2018 [1]. Während der Hype um Virtual Reality (VR) etwas abgeflaut ist, steht AR als Innovationstrend erst am Anfang der Marktdurchdringung [2]. Im Vergleich zu VR ist bei AR weniger Rechenleistung nötig und die Hardware ist weniger komplex: meist genügt neben der entsprechenden AR-App das eigene Smartphone oder Tablet mit integrierter Kamera – ausreichender Speicherplatz und gegebenenfalls eine stabile Internetverbindung für etwaiges Streaming integrierter Medien vorausgesetzt.

Die Technologie eröffnet nicht nur Marketingexperten, sondern auch Kunst- und Kulturschaffenden ein komplett neues Aktionsfeld, denn mit ihrer Hilfe können

analoge Räume und Objekte mit digitalen Inhalten bespielt werden und Rezipienten unmittelbar und interaktiv eingebunden werden. In einer Welt, in der ständig um Aufmerksamkeit gebuhlt wird, erweist sich AR gerade jetzt, da diese Mixed-Reality-Technologie noch jung und ungewohnt ist, als überraschend und fesselnd. AR macht neugierig, spielt mit der Wahrnehmung, kann zuvor ungekannte und damit einprägsame Erfahrungen herbeiführen, erleichtert den Zugang zu digitalen Zusatzinformationen und generell die Kombination analoger mit digitalen Medien.

Gleichzeitig besteht die große Herausforderung inzwischen weniger in der technischen Entwicklung als vielmehr in der Produktion sinnvoller Konzepte und starker medialer Inhalte – mit ihnen steht und fällt eine gute AR-Anwendung. Besonders an dieser Stelle sind die Expertise, das Wissen und die Kreativität von Kunst- und

Kulturschaffenden einschließlich Gestalterinnen und Gestaltern gefragt.

Der vorliegende Beitrag beleuchtet zunächst einige wesentliche Meilensteine der noch jungen Geschichte von AR einschließlich erster künstlerischer Experimente im 20. Jahrhundert. Im Anschluss werden Anwendungsbereiche unterschiedlicher Kunst- und Kulturbereiche vorgestellt. Der dritte und titelgebende Teil geht nicht zuletzt auf Möglichkeiten des *Augment your Œuvre* ein, indem er die „AURORA School for Artists“ an der HTW Berlin und ihr Kursangebot zur Digitalen Medienproduktion und zu Augmented Reality vorstellt.

2. VISION, TECHNISCHE UMSETZUNG UND DIE ANFÄNGE KÜNSTLERISCHER AUSEINANDERSETZUNG MIT AR

Rückblickend ist der „Character Marker“ in L. Frank Baums *The Master Key* von 1901 die erste überlieferte Vision eines Gerätes zur Einblendung virtueller Informationen in die reale Welt: „It consists of this pair of spectacles. While you wear them every one you meet will be marked upon the forehead with a letter indicating his or her character. The good will bear the letter ‚G,‘ the evil the letter ‚E.‘ [...] Thus you may determine by a single look the true natures of all those you encounter.“ [3].

Während diese fiktive Brille nur den visuellen Sinn ansprach, setzte der Filmemacher Morton Heilig in den späten 1950er-Jahren auf die Erweiterung aller fünf Sinne in einem „Cinema of the Future“ [4].

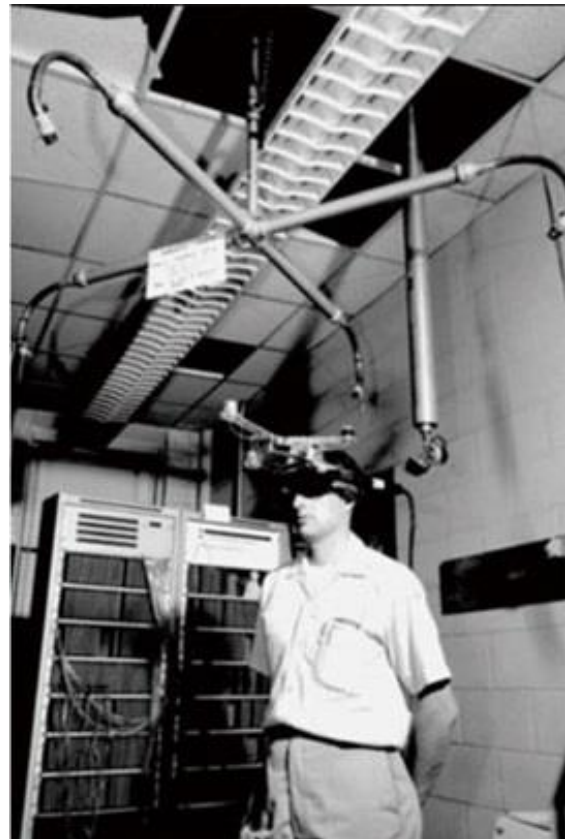


Abb. 1: Ivan Sutherland, *The Sword of Damocles*, 1968. Foto: Ivan Sutherland 1968.

1962 stellte er den Prototypen unter dem Titel *Sensorama* vor: eine synästhetische, immersive Maschine mit beweglichem Stuhl und Kabine, in welche der Kopf hineinzustecken war. Für 25 Cent kam man in den multisensoriellen Genuss einer zehnmütigen Motorradfahrt durch Brooklin: als farbige 3D-Weitwinkelaufnahme, ergänzt um simultane Vibrationen, Stereo-Sound, Aroma und Wind [5].

Unter dem Titel *The Sword of Damocles* präsentierte Ivan Sutherland 1968 gemeinsam mit seinem Studenten Bob Sproull das erste Head Mounted Display (HMD) an der University of Utah und damit die erste Technologie, die es erlaubte, einfache virtuelle Elemente in die reale Welt zu projizieren. Vereinfacht formuliert, wurden Bewegungen des Nutzers mechanisch getrackt, während die Erweiterung der Realität über das getragene Display erfolgte. Aufgrund seines großen Gewichts musste das HMD über ein Gestell an der Raumdecke angebracht werden, um seinen Träger nicht schwertgleich zu erschlagen; es war deshalb zwangsläufig nur begrenzt mobil.



Abb. 2: Myron Krüger, Videoplace, 1974. Foto: Myron Krüger [6]

Auch Künstlerinnen und Künstler interessierten sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts für die Interaktion mit virtuellen Elementen. Als Pioniere der frühen AR-Kunst gelten der US-amerikanische Computerkünstler Myron Krüger mit seiner Arbeit *Videoplace* (1974) und Julie Martin als Produzentin von *Dancing in the Cyberspace* (1994). In letzterem interagierten Tänzerinnen und Tänzer mit virtuellen Objekten, die in Echtzeit auf die Bühne projiziert wurden. Bei *Videoplace* fungiert ein großer Bildschirm als Medium: Der davorstehende Besucher der Installation wird von einer Videokamera aufgenommen und in Echtzeit als einfarbiger ‚Schatten‘ seiner selbst auf den Bildschirm projiziert. Die virtuellen Elemente werden ebenfalls eingeblendet, sodass der Besucher – vermittelt durch sein projiziertes Abbild – mit ihnen interagieren kann. Das Selbst und sein Abbild, Sein und Schein, Realität und Virtualität sind zeitlose Themen. In der künstlerischen Ausformung Myron Krügers faszinieren sie zusätzlich durch ihre Ästhetik und sind vor dem Hintergrund der Digitalisierung aktueller denn je.

Ende der Neunziger Jahre kam AR in Bewegung: Das erste *Mobile Augmented Reality System* (MARS) wurde 1997 an der Columbia University in New York von Steve Feiner und Kollegen vorgestellt. GPS-Informationen dienten dazu, mittels eines HMD Informationen über die Gebäude auf dem Universitätscampus einzublenden [7]. Ein auf dem Rücken getragenes Laptop stellte die nötige Rechenleistung zur Verfügung. Auch fünf Jahre später brauchte man noch zehn Kilogramm an Ausrüstung, um seine Umgebung um nur wenige virtuelle Features erweitert betrachten zu können.

Erst mit der globalen Einführung von Smartphones und Tablets um 2009 – als Miniaturcomputer mit den nötigen Sensoren und ausreichender Leistung ausgestattet – wurde dem Einzug der mobilen AR, wie wir sie heute kennen, der Weg bereitet. Auch in der Softwareentwicklung wurden zwischen 2000 und 2010 neue Maßstäbe gesetzt – unter anderem durch die Einführung von ARToolKit (2000) sowie von Unity (seit 2005) und Vuforia (seit 2010).

3. ANWENDUNGSGEBIETE FÜR AR IN KUNST UND KULTUR

3.1. BILDENDE KUNST

In der Kunsthalle der Hypo-Kulturstiftung München ist aktuell eine große Ausstellung zur *Lust der Täuschung von antiker Kunst bis Virtual Reality* zu sehen. Wie die Schau verdeutlicht, lässt sich der Mensch seit jeher gern von der Kunst vor Augen führen, dass sie seine visuelle Wahrnehmung in die Irre führen kann – diese Lust der Täuschung lässt sich wie ein roter Faden von der Antike (Zeuxis' naturalistisch gemalte Trauben) über die Frühe Neuzeit (*Trompe l'œil*) bis hin zur Gegenwart (VR/AR) verfolgen [8].

Im digitalen Zeitalter, in dem sich mithilfe von Algorithmen immer überzeugendere, jedoch oft nur vermeintliche Abbildungen unserer analogen Wirklichkeit modellieren lassen, ermöglicht AR nicht nur die Kombination analoger und digitaler Ausdrucksformen; vielmehr wird sie von immer mehr Kreativen als eine neue Kunstform wahrgenommen. Zur künstlerischen Auseinandersetzung mit Schein und Sein, Simulation und Realität, Avatar und Mensch scheinen AR und VR in heutigen Zeiten prädestiniert, sind aber keineswegs darauf festgelegt. Aktuelle Künstlerinnen und Künstler, die erfolgreich mit AR arbeiten, sind beispielsweise Banz & Bowinkel, Tim Berresheim, Studio Drift und Tamiko Thiel, die im Jahr 2011 eine der Mitbegründerinnen des ersten AR-Künstlerkollektivs *Manifest.AR* war.

3.2. BUCHKUNST UND ILLUSTRATION

Marius Hügli und Martin Kovakovsky haben bereits im Jahr 2010 im Studiengang Visuelle Kommunikation an der Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Gestaltung und Kunst, ein bemerkenswertes AR-

Buchkunstwerk anhand des *Seltsamen Falls* von *Dr. Jekyll und Mr. Hyde* von Louis

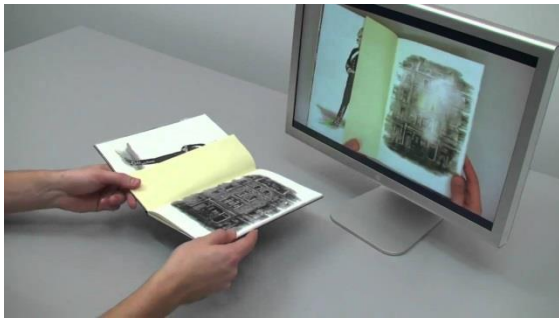


Abb. 3: Marius Hügli/Martin Kovakovsky, *Dr. Jekyll und Mr. Hyde*, 2010. Foto: Hügli/Kovakovsky 2010.

Stevenson (1886) realisiert: Beim Umblättern erklingt Musik, huschen Schatten über Seiten, Porträtierte beginnen sich zu bewegen und ganze Wörter emanzipieren sich von Seiten, stellen sich auf, drohen zu entschweben [9].

Für *The New Yorker* hat der Illustrator, Grafiker und Autor Christoph Niemann vielbeachtete augmentierte Cover gestaltet, die mit der Anwendung *On the Go* virtuell erlebt werden können. Zu seiner künstlerischen Arbeit stellte er gegenüber dem Magazin fest: „The idea of an augmented or virtual reality is inherent in any drawing – it’s almost the definition of a drawing. [...] If you create a world on paper, you create a window. Usually, you just break the surface with your mind, but you always have the feeling of: What if you could step into that world or if something could come out of it?” [10] – das kunsthistorische Fenstermotiv findet sich hier im Smartphone-Display wieder.

3.3. COMIC

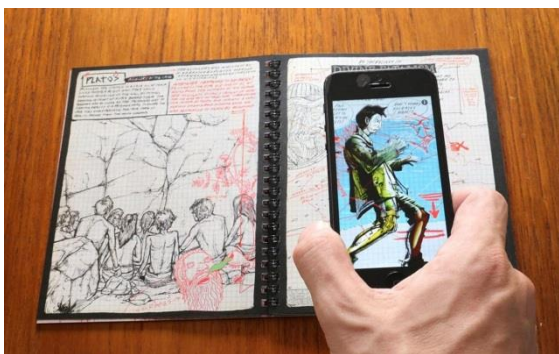


Abb. 4: *Sutu/Lukasz Karluk/Lhasa Mencur, Comic Modern Polaxis*, 2016, Foto: *Stu Campbell*, <https://modernpolaxis.com> (20.10.2018)

Der vom australischen Comic-Künstler Stu Campbell, besser bekannt als *Sutu*, in Zusam-

menarbeit mit Lukasz Karluk und Lhasa Mencur umgesetzte AR-Comic erzählt die Geschichte von Polaxis, einem paranoiden Zeitreisenden, der über alle seine merkwürdigen Erlebnisse ein privates Tagebuch führt. Doch alle seine geheimen Informationen, seine paranoiden Wahnvorstellungen und konspirativen Theorien versteckt er in einer Ebene von erweiterter Realität [11]. In der analogen Ausgabe sind sie verborgen, unsichtbar; für das Verständnis der Lektüre nicht zwingend notwendig – der Clou dieser AR-Anwendung liegt nun darin, dass sie diesen Wahnsinn offenlegt und die Geschichte damit um eine reizvolle Bedeutungsebene erweitert, und dies durch mehrschichtige, großartig umgesetzte Animationen.

3.4. DESIGN

Auf dem diesjährigen *Retune Festival* in Berlin präsentierte das *Studio Above & Below* aus London Visionen eines immateriellen AR-Designs, das im Sinne einer nachhaltigen Zukunft eingesetzt werden könnte – etwa in Form auswählbarer AR-Layer, die sich etwa durch ein Object-Tracking je nach subjektivem Geschmack über eine weiße Tasse legen ließen, wodurch der Besitz weiterer Tassen überflüssig würde [12]. Man stelle sich vor, eine AR-Kontaktlinse sei inzwischen marktfähig und ermöglichte uns die Wahl zwischen verschiedenen Designs nicht nur unserer Alltagsgegenstände, sondern unserer gesamten Umgebung. Solche Szenarien mögen zunächst utopisch bis unheimlich anmuten, genau sie braucht es aber, wenn es um die Frage geht, wie wir die neuen technischen Möglichkeiten künftig nutzen wollen und wie nicht. *Studio Above & Below* gebührt in diesem Kontext Respekt dafür, dass es dazu forscht, wie sich AR ressourcenschonend und damit zum Wohle unseres Planeten nutzen lassen könnte.

3.5. MUSEALER KONTEXT

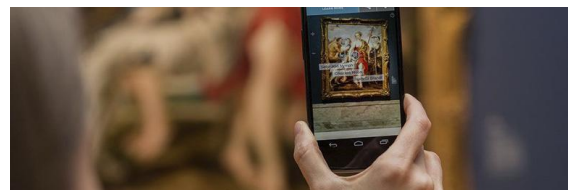


Abb. 5: *ArtLens App des Cleveland Museum for Art*, 2016. Foto: *Cleveland Museum for Art* 2016.

Weltweit nutzen Museen inzwischen mobile AR, um ihren Besuchern auf interaktive Weise zusätzliche Informationen, etwa zu Exponaten,

kulturellen oder geschichtlichen Hintergründen, zu vermitteln. Auch im von der Stiftung Preußischer Kulturbesitz geleiteten Projekt *Museum 4.0* (2016–2019 vom Bund gefördert) wird erprobt, wie VR- und AR-Technologien im Museumskontext zum Einsatz kommen können [13]. Alternativ zum klassischen Audio Guide gibt es beispielsweise individuell gestaltbare AR Guides durch ganze Museen. In Berlin fast schon legendär ist etwa die AR-App *Refrakt* von Carla Streckwall und Alexander Govoni von 2015, die 82 ausgewählte Bilder der Gemäldegalerie Berlin digital erweiterte. Indessen können User der 2016 veröffentlichten *ArtLens App* des Cleveland Museum for Art Bilder ihrer Lieblingsexponate in einem als *You* bezeichneten Bereich der App abspeichern, diese über soziale Medien teilen, sie schneller wiederfinden und entlang ihrer Favoriten personalisierte Touren planen – der Museums-gang wird zum interaktiven Erlebnis [14]. *Community building*, aber auch die schwierige Balance zwischen aktiver Teilnahme und stiller Kontemplation sind dabei Aspekte, die auch im deutschen Museumskontext diskutiert werden und in AR-Vermittlungskonzepte mit einfließen [15]. Nicht zuletzt stellt sich angesichts von Anwendungen wie der *ArtLens App* die Frage nach der Handhabung von Bildrechten.

3.6. MUSIK

Das aktuell vielleicht bekannteste musikalische AR-Beispiel Berlins ist das *Virtuelle Quartett*, welches jüngst in einer Kooperation vom Konzerthaus Berlin mit dem Projekt APOLLO an der HTW Berlin entwickelt wurde. Es besteht aus vier Spielkarten, auf denen Musiker des Streichquartetts vom Konzerthaus Berlin zu sehen sind. Werden die Karten mit der AR-App *KonzerthausPlus* gescannt, erscheinen die vier Streicher *en miniature* und spielen den Anfang von Franz Schuberts *Der Tod und das Mädchen* – und das auch als Solo, Duett oder Trio. Wie schon im Kapitel zur Buchkunst demonstriert, kann AR auch gebundene Seiten zum Klingen bringen, umgesetzt etwa auch in der aktuellen Saisonbroschüre des Konzerthaus Berlin.

Überaus spannend ist die weniger auf Marketing als vielmehr auf künstlerisches Experimentieren in ausgerichtete AR-Anwendung *Fields* für iOS, die es experimentellen Musikern ermöglicht, dreidimensionale Soundinstallationen zu gestalten und zu erleben, so

Chris Maier, der die App gemeinsam mit Nick Dangerfield, Vicki Siolos und Dylan Romer im New Yorker Studio

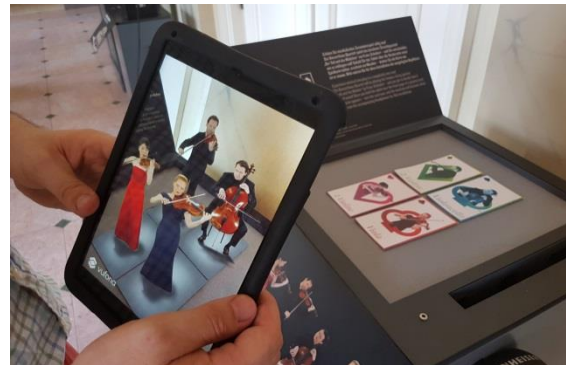


Abb. 5: Virtuelles Quartett, entstanden in Kooperation vom Konzerthaus Berlin und dem Projekt APOLLO der HTW Berlin. Foto: Annette Thoma, Konzerthaus Berlin 2018.

Planeta entwickelt und im Mai 2018 veröffentlicht hat, und: „When you’re laying out sounds spatially, you can create relationships between sounds and ideas that you couldn’t otherwise create in the comparatively narrow confines of a stereo mix. So I’m really interested to see how people might explore narrative storytelling with it.“ [16].

3.7. TANZ



Abb. 6: Playing with Virtual Realities. Foto: Alexander Katan-Schmidt 2017/18.

Playing with Virtual Realities lautete der Titel eines interdisziplinären *Practice-and-Research*-Projektes im gamelab.berlin des Exzellenzclusters *Bild Wissen Gestaltung. Ein Interdisziplinäres Labor* an der Humboldt-Universität zu Berlin, das Tänzer mit Forschenden zusammenbrachte [17]. Projektleitung und Choreografie hatte Einav Katan-Schmidt inne. Fragestellungen, die dort in Tanz und Diskussion unter Rückgriff auf VR-Technologien erörtert wurden, lassen sich im Grunde auch auf AR übertragen – etwa nach der Art und Weise, wie ein Navigieren zwischen analoger und digitaler Welt die Wahrnehmung und Tanzpraxis verändert.

Choreografien an der Grenze zwischen Realität und Virtualität sind prinzipiell auch in AR umsetzbar – das einzige Manko: AR-Brillen sind in ihrer Anschaffung aktuell noch weitaus teurer als VR-Brillen.

4. WEITERBILDUNGSMÖGLICHKEITEN ZU AR FÜR KUNST- UND KULTURSCHAFFENDE

Unabhängige Akteure der Berliner Kreativszene können von April 2018 bis März 2021 die Chance nutzen, sich in der *AURORA School for ARTists* an der HTW Berlin zu AR und Medienproduktion weiterzubilden. Das Projekt wird vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert und wendet sich vor allem an Kunstschafter, Interpret/innen sowie Mitarbeiter/innen kleiner Unternehmen der Kultur- und Kreativindustrie, vorrangig aus den Bereichen Buchkunst und Literatur, Bildende Kunst, Design, Musik und Darstellende Kunst. Explizit sind auch Mitarbeiter/innen beispielsweise kleiner Museen, Kunstvereine, (Puppen-)Theater, Verlage und Tanzkollektive eingeladen teilzunehmen.

Das Weiterbildungsprogramm richtet sich an berufstätige Kreative ohne Vorkenntnisse und besteht aus ein- bis zweitägigen aufeinander aufbauenden Kursen, die auch einzeln gebucht werden können. So bietet Kurs 1 einen ersten Einstieg in das komplexe Feld von AR; Kurs 2 lehrt Teilnehmer die Grundlagen der Medienproduktion; Kurs 3 widmet sich dem Umgang mit AR-Software; Kurs 4 schließt die Weiterbildung mit einem Kapitel zu AR-Prozessmanagement ab [18]. Nach dem Besuch der Workshops besteht zudem die Möglichkeit einer Bewerbung auf einen Arbeitsplatz im Produktionslabor der *AURORA School for ARTists*, um dort eigene AR-App-Konzepte und -Geschäftsideen mit Unterstützung des Projektpersonals zum Erfolg zu führen.

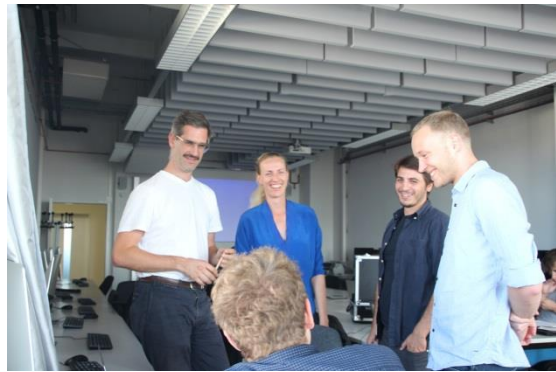


Abb. 6: AR-Summer School der AURORA School for ARTists an der HTW Berlin. Foto: Maja Stark, HTW Berlin 2018.

5. SCHLUSS

AR ist eine noch junge Technologie, die in diversen künstlerischen Bereichen von der Bildenden Kunst über den musealen Kontext bis hin zum Tanz großes Potenzial als neue Kunst- und Vermittlungsform, aber auch als Marketingtool bietet. Und der technologische Fortschritt reißt nicht ab: Mit ARKit (Apple) und ARCore (Google) ist mit neueren mobilen Endgeräten auch ein markerloses Tracking möglich, das wieder neue und spannende Anwendungsmöglichkeiten mit sich bringt. Die neue Technologie wirft aber auch berechtigte Fragen auf, etwa zum Sinn einer Augmentierung analoger Kunstwerke – sprechen diese nicht für sich? –, zum benötigten mobilen Device – was mache ich, wenn ich kein Smartphone habe (Stichwort Partizipation)? –, zum Konflikt zwischen Lust an Aktion und Kommunikation mittels mobiler Geräte und dem Bedürfnissen nach Stille und Ungestörtheit in musealen Sammlungen, und nicht zuletzt zu Nutzungsrechten an Exponaten – wird z. B. ein Bild entfremdet, wenn die Bearbeitung doch eigentlich nur digital über ein Display sichtbar ist? Auch um sich über diese aktuellen Themen eine Meinung bilden und mitdiskutieren zu können, ist ein Grundwissen über die AR-Technologie unumgänglich. Die *AURORA School for ARTists* ist vor diesem Hintergrund als vielleicht einmalige Gelegenheit zu be- und ergreifen, um sich in diesem Bereich weiterzubilden und mit Unterstützung des Projektes sinnvolle AR-Anwendungen umzusetzen. Man darf gespannt sein, wie hoch die Resonanz in den jeweiligen künstlerischen Bereichen sein wird und welche Konzepte entstehen werden – die Chancen dafür, dass mit diesen Ideen auch neues Terrain betreten wird, stehen besonders in bisher eher AR-

fernen künstlerischen Bereichen wie Literatur und Tanz jedenfalls sehr gut.

6. DANKSAGUNG

Ich danke Jürgen Sieck und Elisabeth Thielen für hilfreiche Hinweise sowie im Namen des Projekts AURORA dem EFRE für die Förderung im Rahmen des Programms *Innovationspotenzial in der Kultur II*, ohne welche dieser Beitrag nicht entstanden wäre.



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung



7. LITERATURHINWEIS

[1] Vgl. z.B. Amanda Bowman: Why Augmented Reality Will Be One of the Hottest Marketing Trends in 2018, *smallbizdaily*, Online im Internet: <https://www.smallbizdaily.com/augmented-reality-hottest-marketing-trends-2018/> (20.10.2018); Thorsten Beckmann: Marketing und Vertrieb: Wann Augmented Reality wirklich Sinn macht, *Computerwoche*, Online im Internet: <https://www.computerwoche.de/a/wann-augmented-reality-wirklich-sinn-macht,3577297>

[2] Siehe Projekt Zukunft. Initiative der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (Hg., 2018): *Virtual Reality/ Augmented Reality. Bestandsaufnahme und Best Practices* [PDF online], Online im Internet: https://projektzukunft.berlin.de/fileadmin/user_upload/pdf/studien/VR_Zusammenfassung_final.pdf (16.10.2018).

[3] L. Frank Baum, *The Master Key*, The Bowen-Merrill Company, Indianapolis, 1901, S. 94.

[4] Morton Heilig: The Cinema of the Future. *Espacios*, 1955, S. 23–24.

[5] Vgl. den Artikel zu Morton Heilig im Medienkunstnetz, Online im Internet: <http://www.medienkunstnetz.de/werke/sensorama/> (16.10.2018).

[6] Video Still (16.10.2018), Online im Internet: https://www.youtube.com/watch?v=A6ZYsX_dxzs (20.10.2018).

[7] Vgl. S. Feiner/B. MacIntyre/T. Höllerer/T. Webster: A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. *Personal Technologies*, 1(4), 1997, S. 208–217. Für Fotografien des ersten Outdoor-MARS, der *Touring Machine*, siehe die <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/mars/touring.html> (18.10.2018).

[8] Andreas Beitin: Es werde Schein. Aspekte der Kunst und Kulturgeschichte der Illusion ders./Roger Diederer (Hg.): *Lust der Täuschung. Von antiker Kunst bis Virtual Reality*, München: Hirmer, S. 199–227, hier: S. 210.

[9] Online im Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=PGRqp1LXKSg&feature=youtu.be> (20.10.2018).

[10] Françoise Mouly/Mina Kaneko: Cover Story: Christoph Niemann's „On The Go“, *The New Yorker*, Mai 2016, Online im Internet: <https://www.newyorker.com/culture/culture-desk/cover-story-2016-05-16> (20.10.2018).

[11] Siehe Website zu *Modern Polaxis*, Online im Internet: <https://modernpolaxis.com> (20.10.2018).

[12] Siehe Website von *Studio Above & Below*, Online im Internet: <https://www.studioaboveandbelow.com/> (20.10.2018).

[13] Siehe *Meilenstein für digitale Transformation: Bund fördert „Museum 4.0“*, News vom 15.11.2016, Online im Internet: <http://www.preussischer-kulturbesitz.de/meldung/article/2016/11/15/meilenstein-fuer-digitale-transformation-bund-foerdert-museum-40.html> (20.10.2018).

[14] Zur *ArtLens App* vgl. z. B. Emily Hirsch: GLAMi Nomination Art Lens App. *MW17: Museums and the Web 2017*, Cleveland Ohio, 19.–20. April 2017, Online im Internet: <https://mw17.mwconf.org/glami/artlens-app/> (19.10.2018).

[15] So etwa auf der Tagung *Museum 2.0 – Formen von Virtual und Augmented Reality*, Max Ernst Museum Brühl, 18.–19.01.2018; zum *Community Building* vgl. Hubertus Kohle (LMU München); zum Aspekt der Balance vgl. Johanna Reich.

[17] Vgl. Noah Yoo: Fields Wants to Be *The Augmented Reality App for Experimental Music Fans and Creators Alike*, *Pitchfork*, Aug. 2018, Online im Internet: <https://pitchfork.com/thepitch/fields-wants-to-be-the-augmented-reality-app-for-experimental-music-fans-and-creators-alike/> (20.10.2018).

[18] Siehe die filmisch umgesetzte Projektdokumentation, Online im Internet: https://www.youtube.com/watch?v=q32Bm2MO_34 (20.10.2018).

[19] Siehe die Kursbeschreibungen, Online im Internet: <https://inka.htw-berlin.de/kurse/> (20.10.2018).