

»WHAT YOU SEE IS NOT WHAT YOU GET«. ZUM QUALIFIZIERTEN EINSATZ VON VIRTUELLEN 3D-DARSTELLUNGEN

MOTIVATION

In der Forschungs- und Vermittlungsarbeit des Museums kommen im zunehmenden Maße digitale Technologien zum Einsatz. Vor allem virtuelle dreidimensionale Darstellungen werden genutzt, um Sachverhalte, beispielsweise Rekonstruktionen oder Funktionsprinzipien, zu visualisieren und dadurch begreifbar zu machen. Gegenwärtige Technologien reichen von kontinuierlichen 3D-Animationen bis hin zu interaktiven Augmented-Reality-Anwendungen.

Eine häufige Intention derartiger Anwendungen ist das Rückversetzen des musealen Exponats in seinen ursprünglichen Kontext, wie beispielsweise den ursprünglichen Standort. Das Mittel der Bildgenerierung von dreidimensionalen Inhalten wird in diesem Zusammenhang oftmals mit dem Ziel eingesetzt, einen visuellen Eindruck dessen, was nicht mehr existiert oder nicht mehr zusammengehörig ist, zu erlauben. Neue Produkte, wie die Oculus Rift von Facebook oder die CardboardVR von Google, welche das vollständige Eintauchen in eine virtuelle Welt für viele Konsumenten attraktiv und erschwinglich machen, wecken entsprechende Erwartungshaltungen auch in der Vermittlungsarbeit von Museen.

TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND

Die Erzeugung von virtuellen Darstellungen durch den Rechner basiert stets auf einer mathematischen Definition sowohl des Inhaltes (respektive der zu visualisierenden Szene) als auch des Abbildungsprozesses selbst. Um das lediglich mathematisch festgelegte Abbildungssystem vor allem in Beziehung zur virtuellen Szene handhabbar zu machen, wird dieses oftmals als Virtuelle Kamera zusammengefasst¹. Durch diese Abstraktion ist es möglich, gleichsam analoger Fotografie oder Filmerstellung das Verhältnis von Kamera zu Szene festzulegen. Aufgrund der Virtualität ist im Gegensatz zur Realität sehr viel einfacher möglich, die Eigenschaften der Kamera und damit auch der erzeugten Darstellung zu verändern. Hieraus ergibt sich das eigentliche Potenzial der Abbildung virtueller Szenen. Dabei drängt sich jedoch auch die Frage auf, inwieweit diese einfach beeinflussbaren Darstellungen ein authentisches Bild der virtuellen Szene vermitteln. Einen möglichen Ansatz, sich dieser Thematik zu nähern, bietet das Fachgebiet der Mediengestaltung, welche daran forscht, ob das Abbild der virtuellen Szene den visuellen Erwartungen des Betrachters im Realen entspricht². Hierfür werden die Begriffe Wahrnehmungsrealismus³ bzw. Wahrnehmungskonformität verwendet⁴.

Defizite bei der Abbildung virtueller Szenen

Technologisch werden virtuelle dreidimensionale Darstellungen durch die Fachrichtung der Computergrafik in der Informatik vorangetrieben⁵. Im Sinne einer authentischen Vermittlung wird als grafische Ausdrucks-

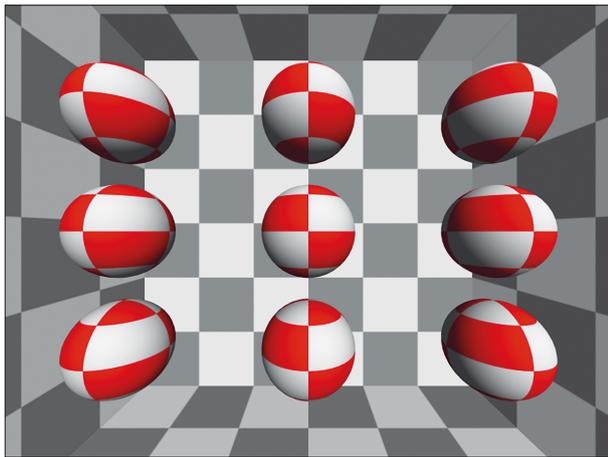


Abb. 1 Abbildungsergebnis von einem Kugelfeld. Es ergeben sich durch Zentralprojektion entsprechend der Abbildungsvorschrift Verzerrungen. – (Nach Franke 2015, 182 Abb. 4-21).

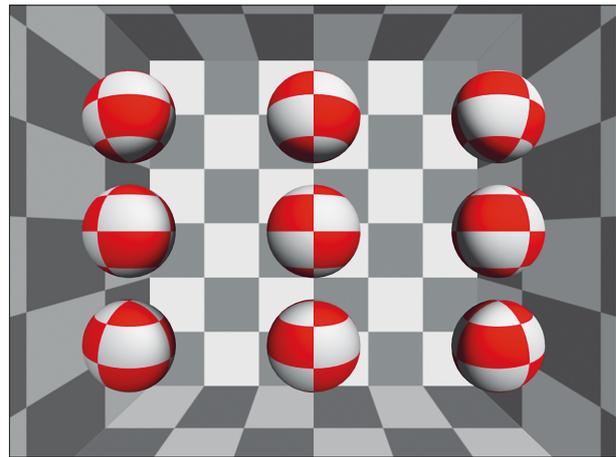


Abb. 2 Abbildungsergebnis von einem Kugelfeld. Es ergeben sich durch die Wahl eines multiperspektivischen Projektionsverfahrens keine Verzerrungen. – (Nach Franke 2015, 182 Abb. 4-22).

form oftmals ein computergrafisch erzeugter Fotorealismus eingesetzt. Eine kritische Auseinandersetzung zeigt jedoch, dass das zugrunde liegende Konzept der virtuellen Kamera – im Wesentlichen eine mathematische Umsetzung einer *camera obscura*⁶ – die natürlichen visuellen Wahrnehmungsgewohnheiten des Menschen nur z. T. berücksichtigt⁷. Es liegen Defizite in computergrafischen Darstellungen vor, die oft auch Grundlage zu Abneigung⁸, Fehldeutungen oder falschen Interpretationen des Gesehenen führen können⁹. Im nachfolgenden Beispiel wird der angesprochene Sachverhalt veranschaulicht. **Abbildung 1** zeigt das Abbild einer virtuellen Szene mit einem Kugelfeld. Die Kugeln in den peripheren Bildbereichen erscheinen unnatürlich verzerrt und entsprechen nicht den Erwartungen des Betrachters an die Darstellung einer Kugel. Dagegen entsprechen die in **Abbildung 2** dargestellten Kugeln den Sehgewohnheiten des Betrachters. Die hier angewendete Multiperspektive erlaubt jedoch eine der Erwartungshaltung des Betrachters konformere Darstellung.

UNTERSUCHUNG

Eine eingehende Untersuchung zeigt, dass die Ursachen beispielsweise der optisch wahrgenommenen Proportionsveränderungen in den zugrunde liegenden mathematischen Abbildungsvorschriften liegen. Das Bild ist zwar mathematisch korrekt, entspricht jedoch nicht der Erwartung des Betrachters¹⁰. Das Bild ist dabei nicht *per se* »falsch«, da es bestimmte visuelle Merkmale gibt, die den Erfahrungen des Menschen, die er in seiner realen Umwelt sammeln kann, entsprechen. Eingehendere Analysen dieses Sachverhaltes zeigen verschiedene Auswirkungen der Differenz zwischen in der virtuellen Szene vorhandener und durch die Visualisierung vermittelter Szenenkonstellation.

I. Franke u. a. beschreiben 2008 eine Untersuchung, in der gezeigt wurde, dass die durch die Projektion entstandenen Proportionsveränderungen beim Betrachter Präferenzen in der Bildwahrnehmung hervorrufen. A. Yankova und I. Franke befassen sich 2008 mit der Fehldeutung der in der abgebildeten Szene dargestellten Objekte. Kugeln werden beispielsweise in bestimmten Szenen und Kamerakonstellationen nicht mehr als solche erkannt, bzw. menschlichen Modelle als stark verzerrt wahrgenommen. Darüber hinaus kann eine unreflektierte 3D-Darstellung auch zu Fehlinterpretationen führen. Anhand von Menschmodellen konnte dies z. B. für die Ausrichtungswahrnehmung nachgewiesen werden¹¹.



Abb. 3 Rekonstruktion des Bildes: »Ansicht von Dresden – Der Neumarkt von der Moritzstrasse aus« von Canaletto (Bernardo Bellotto) mit computergrafischer Zentralprojektion. – (Nach Franke u. a. 2007, 28 Abb. 2-3).



Abb. 4 Rekonstruktion des Bildes: »Ansicht von Dresden – Der Neumarkt von der Moritzstrasse aus« von Canaletto (Bernardo Bellotto) mit computergrafischer Multiperspektive. – (Nach Franke u. a. 2007, 28 Abb. 4).

LÖSUNGSANSÄTZE

Die eingangs beschriebene Flexibilität virtueller Systeme bietet Lösungsansätze, die auf der Beobachtung des Umgangs mit perspektivischen Darstellungen in künstlerischen Werken beruhen¹². W. R. Ware skizziert 1878 mit seinen geometrischen Tafeln dabei auch Darstellungsregeln, welche für eine algorithmische Umsetzung herangezogen werden können. Immanent für das Fachgebiet Computergrafik ist dabei das Konzept der Mono- und Multiperspektive, welche in verschiedenen technischen und inhaltlichen Ausprägungen den Charakter der Abbildung gestalten kann. Wird diese Methode als ein Werkzeug zur Bildgestaltung verstanden, dann ergeben sich neue Möglichkeiten, um einen wahrnehmungskonformeren und damit authentischeren Eindruck der abzubildenden Szene zu generieren. Im nachfolgenden Beispiel zeigt sich die unterschiedliche Wirkung der beiden Projektionsarten deutlich. Wirkt das Kirchengebäude in **Abbildung 3** stark verzerrt, so wird dieses durch die multiperspektivische **Abbildung 4** erwartungskonform und damit auch authentischer abgebildet.

SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR DEN EINSATZ VON DREIDIMENSIONALEN DARSTELLUNGEN IM MUSEALEN KONTEXT

Aufgrund der aufgezeigten Problemstellung ist ein qualifizierter Umgang mit dreidimensionalen Darstellungen, insbesondere der, durch computergrafische Visualisierungstechnologien erstellten, notwendig. Die Möglichkeiten des Virtuellen und die damit verbundenen Lösungsansätze überwiegen dabei dessen Nachteile. Vor allem die angesprochenen Lösungsansätze, insbesondere der Multiperspektive, eröffnen einen Gestaltungsspielraum für Bildschaffende. Dieser Spielraum kann genutzt werden, um für den Besucher, respektive Betrachter eine – im Sinne des menschlichen Blickens und Sehens optimierte und damit authentischeren – Visualisierung zu erreichen. Für die Gestaltung sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen:

– Die Eignung von 3D für den zu visualisierenden Sachverhalt

Eine dreidimensionale Darstellung bedeutet nicht zwingend einen besseren Eindruck des Sachverhaltes zu erhalten. Vor allem komplexe Sachverhalte können durch Reduktion im Sinne von Schemata und Abstrak-



Abb. 5 Oculus Rift mit GoPro3+ und interaktivem Handschuh. – (Nach Günther u. a. 2015, 327 Abb. 1).

tion verständlich gemacht werden. Die essenzielle Frage ist in diesem Zusammenhang, ob die dritte Dimension dazu zwingend erforderlich ist.

– Die Auswahl einer geeigneten Projektionsart (z. B. Zentralprojektion, Parallelprojektion)

Die Projektionsart entscheidet wesentlich über den visuellen Charakter der erzeugten Abbildung. Während Zentralprojektionen in der Regel zu einer perspektivischen Darstellung einer Szene führen, erzeugt eine Parallelprojektion eher flächige Darstellung. Dies kann beispielsweise im Sinne der im vorhergehenden Punkt genannten Abstraktion genutzt werden.

– Notwendige Perspektivität der Darstellung (z. B. Monoperspektive, Multiperspektive)

Ein weiterer Gesichtspunkt für die Gestaltung von dreidimensionalen Darstellungen ist die Perspektivität. Bestimmte Szenenkonstellationen erfordern unter Umständen eine multiperspektivische Darstellung des Sachverhaltes, um einen wahrnehmungskonformen Eindruck zu erhalten. Folgende Objekteigenschaften können eine gesonderte Darstellung notwendig machen: 3D-Objekte in virtuellen Szenen, die nach R. Groh 2005 1) sphärisch ummantelt, 2) singular oder 3) dialogisch bedeutsam sind, erfordern eine gesonderte perspektivische Darstellung. Bezogen auf das vorangestellte Beispiel der Neumarktszene (**Abb. 3-4**) bedeutet dies, dass das Kirchengebäude als inhaltlich bedeutsames Objekt insbesondere die aufgezeigten Kriterien erfüllt und deshalb perspektivisch gesondert behandelt wurde. Die konkrete Festlegung der Binnenperspektive der entsprechenden Objekte (der perspektivischen Struktur des abgebildeten Objektes) orientiert sich an natürlichen menschlichen Wahrnehmungseigenschaften. Da das menschliche Sehen sich aus permanenten Blicksprüngen zusammensetzt (Fixationen und Sakkaden), werden periphere Objekte nur unscharf wahrgenommen. Eine bewusste Wahrnehmung erfordert einen direkten Blick auf das Objekt. Das bedeutet im Gegensatz zur virtuellen Kamera, dass sich der natürliche Seheindruck aus verschiedenen Perspektiven zusammensetzt. Eine Analyse der künstlerischen Darstellung ergab, dass die Binnenperspektive einem direkten Bick des Malers auf das entsprechende Objekt entspricht¹³. Es ergibt sich somit ein eigener vom Hauptpunkt (zentraler Fluchtpunkt des Bildes) abweichender zusätzlicher Hauptpunkt für das Objekt. Dies kann in einer algorithmische Umsetzung computergrafisch nachempfunden werden¹⁴, wobei es verschiedene Ansätze für die technische Umsetzung gibt¹⁵.

– Notwendigkeit an Interaktivität

Für die Gestaltung von virtuellen 3D-Darstellungen ist ebenfalls von Bedeutung, ob diese interaktiv oder statisch ist. Aktive Systeme können auf den Betrachter reagieren und Korrekturvorgänge ausführen¹⁶ und diese gegebenenfalls kaschieren¹⁷. Statische Abbilder erfordern im Gegensatz dazu Darstellungsqualitäten, in der eine Perspektivität des Authentischen bereits initial festgelegt ist. Auch entscheidet der Grad an Interaktivität über den Charakter der Darstellung: Kann der Betrachter in einer Virtuellen Welt eigenständig navigieren? Wird der Betrachter im Sinne eines Videos geführt, gar vorgeführt? Oder wird dem Betrachter lediglich ein Einblick im Sinne eines Fensters in den virtuellen Raum ermöglicht?

AUSBLICK

Erfolgt ein angepasster Einsatz von 3D-Darstellungen und damit auch der Virtualität, ergeben sich ganz neue, »eigen«-artige Möglichkeiten für die Vermittlungsarbeit. Insbesondere die Einbeziehung »eigener«, leiblicher Relationen, wie bei Aughanded Virtuality¹⁸ oder die Verwendung von interaktiven Anamorphosen¹⁹, kann einen wesentlichen Beitrag für eine authentischere Darstellung auf Grundlage einer engeren Verknüpfung von Realität und Virtualität leisten (vgl. **Abb. 5**).

Anmerkungen

- 1) Angel/Shreiner 2012.
- 2) Groh 2014.
- 3) Zavesky 2012.
- 4) Franke 2015.
- 5) Foley u. a. 1990. – Angel/Shreiner 2012.
- 6) Hansen 1938.
- 7) Groh u. a. 2006.
- 8) Franke 2007.
- 9) Franke u. a. 2008. – Zavesky 2011.
- 10) Yankova/Franke 2008.
- 11) Zavesky 2012.
- 12) Ware 1878.
- 13) Vgl. Groh 2005.
- 14) Franke/Zavesky/Dachselt 2007.
- 15) Kamera-basierter oder Objekt-basierter Ansatz vgl. Zavesky 2012.
- 16) Holmqvist 2011.
- 17) Dornhöfer u. a. 2002.
- 18) Günther u. a. 2015.
- 19) Franke/Zavesky 2017.

Literatur

- Angel/Shreiner 2012: E. Angel / D. Shreiner, *Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with Shader-Based OpenGL* (Boston ©2012).
- Dornhöfer/Unema/Velichkovsky 2002: S. M. Dornhöfer / P. J. A. Unema / B. M. Velichkovsky, *Blinks, Blanks and Saccades: How Blind We Really are for Relevant Visual Events*. *Progress in Brain Research* 140, 2002, 119-131.
- Foley u. a. 1990: J. D. Foley / A. van Dam / S. K. Feiner / J. F. Hughes, *Computer Graphics: Principles and Practice* (Reading ²1990).
- Franke 2007: I. S. Franke, *Malerei als Leitbild – Computergrafik von Morgen*. In: R. Groh / S. Koch (Hrsg.), *Universum der technischen Bilder: Bilder vom Forschen*. Studentarbeiten des Studiengangs Medieninformatik. Ausstellung der Universitätssammlungen Kunst + Technik in der Altana Galerie (13. April-21. Juli 2007, Dresden) (Dresden 2007) 28-31.
- 2015: I. S. Franke, *Untersuchungen zum Wahrnehmungsrealismus von Abbildern und Bildern: computergrafische Optimierungsansätze im Spannungsfeld von bildhafter Gestaltung, virtueller Architektur und visueller Wahrnehmung* (Dresden 2015).
- Franke/Zavesky 2017: I. S. Franke / M. Zavesky, *Perspektivkontrast Kp – Zur Relevanz von Proportion und Ausrichtung für computergrafische Visualisierungen*. In: D. Lordick (Hrsg.), *Beyond Rendering*. Tagungsband zur 8. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Geometrie und Grafik 2012 in Berlin (Berlin 2017) 48-63. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-237679> (17.09.2019).
- Franke/Zavesky/Dachselt 2007: I. S. Franke / M. Zavesky / R. Dachselt, *Learning from Painting: Perspective-Dependent Geometry Deformation for Perceptual Realism*. In: B. Fröhlich / R. Blach / R. J. van Liere (Hrsg.), *Proceedings of the 13th Eurographics Symposium on Virtual Environments 2007 and the 10th Immersive Projection Technology Workshop (IPT-EGVE 2007, 15.-18. Juli 2007, Weimar) (Weimar 2007)* 117-120. DOI: 10.2312/PE/VE2007Short/117-120.
- Franke u. a. 2008: I. S. Franke / S. Pannasch / J. R. Helmer / R. Rieger / R. Groh / B. M. Velichkovsky, *Towards Attention-Centered Interfaces: An Aesthetic Evaluation of Perspective with Eye Tracking*. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications* 4/3, 2008, 1-13.
- Groh 2005: R. Groh, *Das Interaktions-Bild: Theorie und Methodik der Interfacegestaltung* (Dresden 2005).
- 2014: R. Groh, *Ikonomie der Interaktion: Geschichte, Struktur und Funktion interaktiver Bilder* (Dresden 2014).
- Günther/Franke/Groh 2014: T. Günther / I. S. Franke / R. Groh, *Aughanded Virtuality – An augmented virtuality approach to see your hands in the virtual scene*; Dresden 2014. <https://www.youtube.com/watch?v=IBYFWgBaXIA&t=7s> (17.09.2019).
- 2015: T. Günther / I. S. Franke / R. Groh, *Aughanded Virtuality – The Hands in the Virtual Environment*. In: *Proceedings of the IEEE 10th Symposium on 3D User Interfaces*, 23.-27. März 2015, Frankreich (Arles 2015) 327-328. DOI: 10.1109/VR.2015.7223428.

- Groh/Franke/Zavesky 2007: R. Groh / I. S. Franke / M. Zavesky, With a Painter's Eye: An Approach to an Intelligent Camera. In: Proceedings of The Virtual 2006 – Designing Digital Experience (m3 – man medium machine, 14.-16. September 2006, Stockholm) (Stockholm, Rosenön 2006), m3-man | medium | machine 4, 2007, 120-133.
- Hansen 1938: F. Hansen, Das Jahrhundert der Photographie (Chronica der Camera obscura) (Berlin-Lankwitz 2¹⁹³⁸).
- Holmqvist 2011: K. Holmqvist, Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures (Oxford, New York 2011).
- Ware 1878: W. R. Ware, Papers on Perspective: XII Distortions and Corrections. Figure Painting IV/140, 1878, 71-73.
- Yankova/Franke 2008: A. Yankova / I. Franke, Angle of View vs. Perspective Distortion: A Psychological Evaluation of Perspective Projection for Achieving Perceptual Realism in Computer Graphics. In: Proceedings of Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization (APGV'08, 9.-10. August 2008, Los Angeles) (New York 2008) 204-204. DOI: 10.1145/1394281.1394330.
- Zavesky 2011: M. Zavesky, Human Models for Studies on Visual Perception Changes. In: L. Pau / G. Stanke / M. Pochanke (Hrsg.), 3D-NordOst 2011: 14. Anwendungsbezogener Workshop zur Erfassung, Modellierung, Verarbeitung und Auswertung von 3D-Daten (Berlin 2011) 121-130.
- 2012: M. Zavesky, Wahrnehmungsrealistische Projektion anthropomorpher Formen [Diss. Technische Univ. Dresden, Fakultät Informatik 2012]. www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/10062/Dissertation_Zavesky.pdf (20.11.2018).

Zusammenfassung / Summary

»What you see is not what you get«. Zum qualifizierten Einsatz von virtuellen 3D-Darstellungen

Der Beitrag befasst sich mit der Herausforderung, dreidimensionale Welten im Kontext von musealer Vermittlung so zu vermitteln, dass diese den Erwartungen des Betrachters an das Dargestellte erfüllen. Insbesondere Aspekte einer wahrnehmungskonformen Darstellung spielen in diesem Zusammenhang eine essenzielle Rolle für eine authentischere Visualisierung des gewünschten Inhaltes. Die bloße Übertragung der virtuellen Objekte mittels Zentralprojektion, wie häufig praktiziert, erzeugt zwar ein mathematisch »korrektes« Bild, zeigt aber auch Mängel in der Darstellung bestimmter Szeneninhalte. Lösungsansätze wie beispielsweise eine angepasste Multiperspektive und die Berücksichtigung verschiedener Aspekte virtueller dreidimensionaler Darstellungen erlauben einen Gestaltungsspielraum, der vor allem auch für die Generierung eines authentischen Eindrucks des virtuell definierten Raumes genutzt werden kann. Darüber hinaus können auf dieser Grundlage zukünftige Vermittlungssysteme, die beispielsweise den eigenen Körper in Relation setzen, gestaltet werden.

»What you see is not what you get«. On the Qualified Use of Virtual 3D Depictions

The article addresses the challenge of communicating three-dimensional worlds in the context of museum presentation in such a way that they meet the viewer's expectations of what is being represented. In particular, aspects of a representation that conforms to human perception are essential here for a more authentic visualisation of the desired content. While merely conveying the virtual objects by means of perspective projection, as is commonly practised, does produce a mathematically »correct« image, it also has shortcomings when it comes to the representation of certain scene content. Potential solutions such as an adapted multiple perspective and the consideration of different aspects of virtual three-dimensional representations allow a freedom of design that can primarily also be used to generate an authentic impression of the virtually defined space. In addition, future presentation systems, for example ones which work in relation to the viewer's body, can be designed on this basis.

Translation: J. Titheridge