

# Kopf in den Daten, Daten in der Hand – Exploration räumlicher Glyphen- Visualisierungen mittels HMD und Manipulator

Rainer Groh

Professur Mediengestaltung, Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden

Rainer.Groh@tu-dresden.de

## Zusammenfassung

HMDs setzen sich im Entertainmentbereich als preiswertes Mittel zur Visualisierung und Augmentierung virtueller Szenarien durch. Als besondere Qualitäten werden Immersion und Echtzeitverhalten hervorgehoben. Wissenschaftliches Arbeiten beruht jedoch zumeist auf Emersion, d. h. auf einem kontemplativen Verhältnis des Nutzers zur Szene, das Vergleiche und Mustererkennung ermöglichen soll. Visuelles Data Mining in räumlich visualisierten Daten stellt einen typischen Anwendungsfall dar. Welche begreifbaren Schnittstellen und projektiven Voraussetzungen sind notwendig, um dem Nutzer ein »menschliches« Intertialsystem zu bieten. Der Beitrag diskutiert Konzepte der Fusion des immersionserzeugenden Werkzeugs mit einem physisch konkreten Manipulator zum Zweck der Exploration in Glyphen-Visualisierungen.

## 1 Einleitung

Seit 2005 wird an der Professur Mediengestaltung die interaktionsförderliche Wirkung hybrider und multiperspektivischer Projektionsformen im Zusammenhang mit planaren Bildebenen untersucht. Die Forschung war auf das Lenken der Aufmerksamkeit durch die Beeinflussungen des Abbildungsprozesses von interaktionsrelevanten Objekten fokussiert. Diese perspektivischen Korrekturen wurden durch Scherungs- und Rotations-Transformationen realisiert. Der auf diese Weise erzeugte Perspektivkontrast eignet sich im Unterschied zu den anderen Kontrastformen (beruhend auf Helligkeit, Farbe, Größe, Bewegungsform oder Kontur) und zu

Veröffentlicht durch die Gesellschaft für Informatik e. V. 2018 in  
R. Dachzelt, G. Weber (Hrsg.):  
Mensch und Computer 2018 – Workshopband, 02.–05. September 2018, Dresden.  
Copyright (C) 2018 bei den Autoren. <https://doi.org/10.18420/muc2018-ws05-0486>

den zeichenhaften Indizierungsmöglichkeiten zur subtilen Beeinflussung des Nutzerverhaltens. Perspektivkontraste sind – so bewies die studienbasierte Forschung – interaktionsförderlich. Abgestützt wurden die Forschungsergebnisse durch ikonografische und kunstgeschichtliche Betrachtungen. Das HMD-Kamerasystem erzeugt wie auch die konventionelle virtuelle Kamera ein störungsfreies und konsistentes Bild. Alle Dinge, die in den Blick geraten, erscheinen erwartungskonform. Neu ist, dass der Hauptpunkt als Teil der optischen Achse erlebbar wird. Die Szene »gehört« dieser beweglichen Achse.

## 2 Stand der Forschung

Der Fokus der Forschung lag bislang auf der Beschreibung der Perspektivität großformatiger Bildwerke, die ab Beginn der Neuzeit (Renaissance) entstanden sind. Hier konnte ein Regelwerk, das weit über die übliche Beschreibung der Anwendung von Linearperspektive hinausgeht, erstellt werden. (Groh, 2017) Bei der virtuellen Rekonstruktion der Verfahren der Alten Meister zeigte sich, dass bestimmte Objekte (insbesondere Menschendarstellungen) mit einer Sonderperspektivität ausgestattet wurden. Der Nutzer wird zur translatorischen Bewegung parallel zur Bildebene (Leinwand) motiviert (Affordanz). Die geschieht unabhängig von einer zeichenhaften Indizierung der Objekte. Ein Teilergebnis der Forschungen bestand in der Formulierung des Verfahrens der »erweiterten perspektivischen Korrektur« (EPK). (Zavesky, 2012) Der Nutzer wird sowohl in Bezug auf seinen Ort als auch sein Blickverhalten zum Bestandteil der untersuchten Szenen und Anwendungsfälle. Schließlich wurde ein Algorithmus entwickelt, der die wechselseitige Abhängigkeit aller relevanten Parameter beschreibt. (Kammer et al. 2012) Dieses Verfahren erlaubt es, statische und dynamische Szenen an den Nutzer anzupassen, indem einzelne Objekte nutzerabhängig »deformiert« werden, so dass sie vom Standpunkt des vor ihnen stehenden Nutzers aus erwartungskonform erscheinen. (Franke et al. 2007; Franke et al. 2008 und Franke 2015)

## 3 Neue Forschungsfragen

Die Frage, wie das Nutzerverhalten affordant gelenkt werden kann, stellt sich beim Einsatz von HMDs erneut. Welche interaktionsförderlichen »Störungen« des konsistenten, per HMD gebotenen Bildes sind notwendig, um Objekte als Interaktionspotenziale oder als Bestandteile von Clustern zu erkennen? Die Klärung der Forschungsfrage ist Voraussetzung eines sinnvollen Einsatzes der stereoskopischen Videobrillen jenseits des Entertainments. Die Hersteller von Videobrillen bewerben ihre Produkte intensiv als Visualisierungsform interaktiver 3D-

Spiele. Mit Immersion wird die Situation des spielenden Nutzers bezeichnet. Dieses »Eingetauchtsein« bzw. Eintauchen geschieht unter der Bedingung der Echtzeit. Der Nutzer treibt einerseits das Spiel, andererseits synchronisiert er sich mit dem Spielgeschehen. Damit verbunden ist das axiale und frontale Eindringen des Nutzers via Kamera in den Raum. Dabei kommen Controller unterstützend zum Einsatz.

Die perspektivische Unverzerrtheit, die in Blickrichtung (zum Hauptpunkt) vorherrscht, ist bereits bei »klassischen« 3D-Spielen gegeben. Aus dem Hauptpunkt quillt – beispielsweise bei einem Rennspiel – die Spielwelt wie aus einem Epizentrum. Zur Peripherie des Bildes hin nehmen die Verzerrung zu. Der Blick muss, um dies wahrzunehmen, vom Hauptpunkt gelöst werden. Dies ist im Spielfluss eines Rennens nicht einfach. Anders als ein Gamer nutzt der Forscher Visualisierungen nur in seltenen Fällen unter der Bedingung von Echtzeit. Im Gegenteil: Darstellungen sollen einen Überblick ermöglichen und sollen Objekte vergleichbar machen. Sie dienen der Mustererkennung, Überwachung, Kartierung oder Vermessung. Dabei werden Gitter, Raster und Lineale genutzt. Der Nutzer ist hier im Zustand der Emersion, d.h. er ist »aufgetaucht«. Sofern Perspektivität überhaupt zum Einsatz kommt, werden isometrische Darstellungen bevorzugt. Hier kann die im Titel formulierte Forschungsfrage präzisiert werden: Welches Potential besitzen HMD-gestützte Projektionsformen für die emersive Exploration räumlicher Glyphen-Visualisierungen? Und so, wie der Nutzer eines Rennspiels des realen Lenkrades bedarf, so braucht der Datenanalysator ein Objekt der Rückkopplung, Verortung und Vergewisserung im Datenraum. Wie sollte ein solcher Manipulator beschaffen sein? Bevor die Fragen prinzipiell beantwortet werden, sollen die wesentlichen Bestandteile des Gesamtsystems vorgestellt werden.

## 4 HMD Kamera

Folgende Eigenschaften zeichnen das Kamerasystem eines HMD aus: Der Öffnungswinkel des zur Blickachse symmetrischen Sichtfeldes (FOV) schwankt zwischen  $90^\circ$  und  $110^\circ$ . Das Bild wird stereoskopisch projiziert. Die wichtigste Eigenschaft besteht jedoch darin, dass das Bild per Head-Tracking in Echtzeit der Kopfbewegung angepasst wird. Dies ist Basis der oben genannten Immersion. Gerade im Prozess des Orientierens nutzt der Mensch Kopfbewegungen zum Durchmustern einer Szene. Dies entspricht dem Schwenken (panning) und Neigen (tilting) einer klassischen Kamera. Blickbewegungen, die das Operieren unterstützen, kommen eher beim ruhenden Bild zum Einsatz. Das Head-Tracking beinhaltet auch das Erfassen translatorischer Bewegungen des Kopfes, als Stellvertreter des Leibes. Der Bewegungsraum ist al-

lerdings limitiert durch das Trackingsystem. Entsprechend geht es nicht um eine kontinuierliche Vorwärtsbewegung, sondern eher um »Prüfbewegungen« (Parallaxen). Hier wären primär die »menschlichen« Bewegungen in der X-Z-Ebene zu nutzen. Die durch Controller geführte Translation über größere Strecken wird vorerst nicht betrachtet.

## 5 3D-Glyphen-Visualisierung

Als Anwendungsfall dient die Visualisierung mehrdimensionaler Daten. Im Vorfeld wurden hierzu mehrere anwendungsorientierte Forschungsprojekte mit Praxispartnern durchgeführt. (Keck et al., 2017) Von besonderem Interesse ist die glyphenbasierte 3D-Visualisierung komplexer Daten. Die Verwendung dreidimensionaler Glyphen eröffnet neue Wege, weitere Dimensionen bestimmten projektionsbedingten Merkmalen zuzuordnen. In einem ersten Schritt sollen die 3D-Glyphen in einem flächigen Gitter angeordnet werden, d. h. Forschungsfragen, die mit der Verdeckung und der Tiefenordnung der Glyphen verknüpft sind, werden vorerst noch nicht gestellt. Wie auch bei Glyphen auf einem flächigen Display, wird durch diese Anordnungsweise Vergleichbarkeit hergestellt. Für die 3D-Glyphen werden einfache geometrische Formen gewählt, welche die Eingriffe in die Perspektivität deutlich zeigen. Die Dreidimensionalität wird so gewählt, dass zielgerichtete Untersuchungen der Besonderheit der Projektion mit HMDs vorgenommen werden können. Abbildung 1 zeigt ein Szenario, in welchem kugelförmige Glyphen zum Einsatz kommen, die dem Nutzer folgen. Einige Glyphen brechen aus dem perspektivischen System aus. Angemerkt werden muss, dass der gezeigte Screenshot nur teilweise den Eindruck des Nutzers wiedergibt.

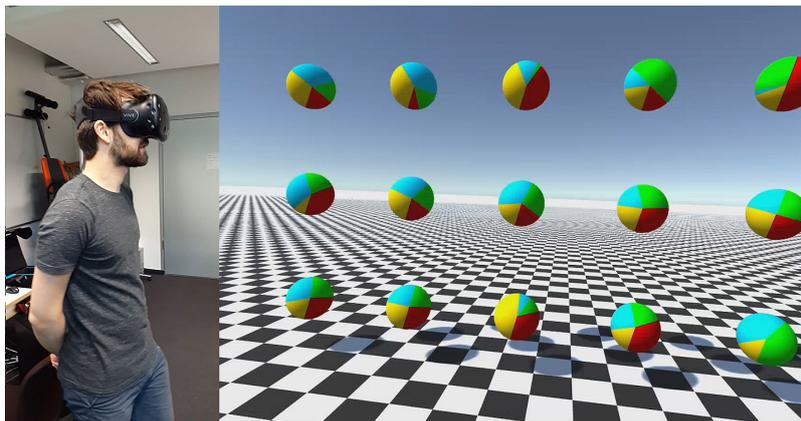


Abbildung 1: Darstellung des Nutzers und der im HMD projizierten 3D-Glyphen (Hinweis: der im rechten Bereich dargestellte Screenshot entspricht nur bedingt dem Bild, das der Nutzer des HMD erblickt)

Die ikonografische Analyse der Multiperspektivität hatte gezeigt, dass die Kamera (das projektive System der Linearperspektive) in einer definierten, geradezu irdischen Relation zur Szene steht. Die wichtigste Relation besteht darin, dass Bildebene und natürliche Horizontebene einen rechten Winkel bilden. Die Aufrechtheit der Bildebene lässt diese »menschlich« werden. D. h. die Aufrechtheit des Menschen wird auf die Bildebene übertragen. In diesem Sinne empfiehlt es sich, auch die Gruppe der Szenenobjekte, also das flächige Glyphengitter, orthogonal zur Horizontebene einzurichten. Die Relativbewegungen der HMD-Kamera zum Gitter geschehen nun in einem »menschlichen« Format.

## 6 Begreifbare Schnittstellen

Für die Interaktion des ruhenden Nutzers mit den virtuellen Objekten stellen die Anbieter von HMDs verschiedene Controller zur Verfügung. Der Nutzer kann nun virtuelle Hände steuern – quasi als Verlängerung seiner oberen Extremitäten. Es geschieht etwas, das bereits in der Maus-Pointer-Interaktion angelegt ist. Es fehlen erneut Unmittelbarkeit und Reaktivität im Verhältnis Hand-Szene. Sinnvoll wäre es, dem Nutzer ein physisches Objekt in die Hand zu geben, das entweder einem virtuellen Objekt stellvertretend entspricht oder das den zu explorierenden Datenraum repräsentiert. Im ersten Fall könnten Manipulationen (Translation, Rotation, Skalierung, Deformation, ...) objektspezifisch vorgenommen werden, im zweiten Fall ginge es um Einflussnahme auf die Struktur und die Relativlage des Glyphen-Diagramms in Relation zum Nutzer (Distanz, Skalierung, Biegung, Umstülpung, ...). Die Gestalt eines solchen Stellvertreters sollte einerseits hinreichend abstrakt sein und andererseits zu bestimmten Manipulationsformen durch seine Gestalt einladen. Raumlage und Position des Manipulators sind kontinuierlich zu tracken. Der »knetbare« Manipulator ist mit feinfühligem Sensorik ausgestattet. Force-Feedback dient der Selbstvergewisserung des Nutzers.

## 7 Fusion

Ein Zusammenführen einer »voreingestellten« Szene mit einer entsprechenden Kamera erzeugt ein Gesamtszenario, das zielgerichtete Untersuchungen ermöglicht. Ziel ist, die Komplexität zu reduzieren. Nur so können aufeinander aufbauende Arbeitspakete künftiger Forschung definiert werden. Weiterhin sollen die Verhältnisse vermenschlicht werden. Hier kann Anleihe bei der Kunstgeschichte genommen werden. Der beschriebene Manipulator bildet die erlebbare Brücke vom Leib des Nutzers hin zur virtuellen Szene. Obwohl der Nutzer, bedingt durch das HMD, in gewisser Weise auf einer kleinen Insel steht, ist er doch »Herr« über die

virtuelle Szene. Im Unterschied zum Controller erzeugt der Manipulator ein Gefühl der Unmittelbarkeit. What you feel is what you get. Abbildung 2 zeigt links die Gesamtszenerie sowie die Relationen der wichtigsten Parameter. Auf der rechten Seite wird der Einsatz des Manipulators skizziert. Wichtig ist, dass die durch den Manipulator ausgelösten Transformationen unter Einhaltung der in Abschnitt 5 genannten Bedingungen geschehen.

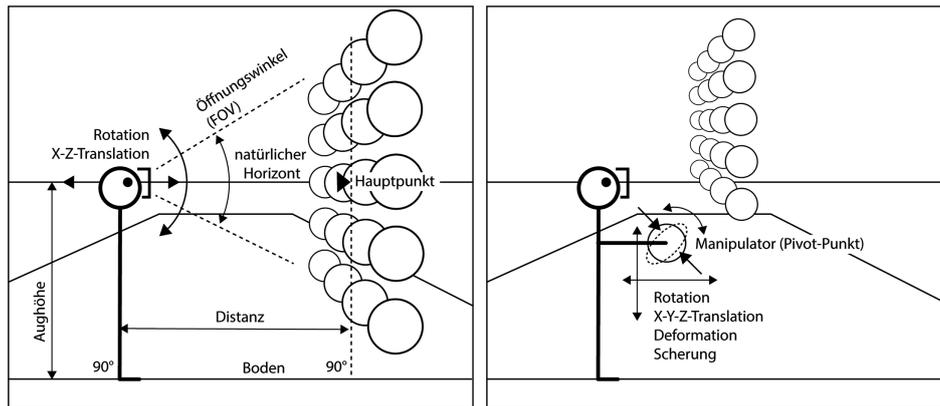


Abbildung 2: Relation von Kamera- und Szenenparametern und Funktion des Manipulators

## 8 Zusammenfassung

Die Darlegungen sind als Konzept einer geplanten Forschungsumgebung zu verstehen. Bevor detaillierte Evaluationsstrategien konzipiert und bevor Hardwarelösungen umgesetzt werden, ist es notwendig, eine Reduktion der Komplexität vorzunehmen. Hier erweist sich der Rückgriff auf Prinzipien der Alten Meister als sinnvoll. Auch diese reduzierten die Komplexität ihrer Szenarien durch »nutzerbezogene Voreinstellungen«. Auf diese Weise entstanden Standards im künstlerischen Schaffen, die wiederum das Lesen und Interpretieren der Bilder lenkten. Ein HMD ist, wie vormalis die Camera obscura, der technische Stellvertreter eines Menschen in einer Szene, die für ihn präpariert wurde. Der Manipulator hingegen spielt die Rolle eines komfortablen Suchers. Nutzt der Künstler seine, ein rechteckiges Fenster formenden, übereinandergelegten Hände als Sucher, so nutzt der HMD-Träger den Manipulator zum Durchmustern der virtuellen Szene.

## Literaturverzeichnis

- Franke, I. S. et al. (2007): Learning from Painting: Perspective-dependent Geometry Deformation für Perceptual Realism. In: 13th Eurographics Symposium on Virtual Environments (EGVE), Weimar, 117-120
- Franke, I. S., Pannasch, S., Helmert, J., Robert, R., Groh, R., & Velichkovsky, B. M. (2008): Towards Attention-Centered Interfaces: An Aesthetic Evaluation of Perspective with Eye Tracking. *Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMCCAP)*, (4/3), 1–13.
- Franke, I. S. (2015): Untersuchungen zum Wahrnehmungsrealismus von Abbildern und Bildern: computergrafische Optimierungsansätze im Spannungsfeld von bildhafter Gestaltung, virtueller Architektur und visueller Wahrnehmung. Dresden: TUDpress.
- Groh, R. (2017). *An Iconography of Interaction*. Dresden: TUDpress
- Kammer, D., Wojdziak, J., Ebner, T., Franke, I., & Groh, R. (2012): A component-oriented framework for experimental computer graphics. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1), 93–100.
- Keck, M., Kammer, D., Gründer, Th., Thom, Th., Kleinsteuber, M., Maasch, A. & Groh, R. (2017). Towards Glyph-based visualizations for big data clustering. In *Proceedings of the 10th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction (VINCI '17)*. ACM, New York, NY, USA, 129-136.
- Zavesky, M. (2012): Wahrnehmungsrealistische Projektion anthropomorpher Formen. Dissertation. TU Dresden, Fakultät Informatik

## Autor



### **Groh, Rainer**

Jahrgang 1956, studierte wissenschaftlichen Gerätebau an der TU Ilmenau und Produktdesign an der „Burg“ in Halle. Er promovierte in Ilmenau und habilitierte sich an der Fakultät für Informatik der Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg. Nach Lehrtätigkeit an der „Burg“ und an der HTW Dresden ist er seit 2003 als Professor für Mediengestaltung an der Fakultät Informatik der TU Dresden tätig.