

ZURÜCK IN DIE STEINZEIT – EIN „VIRTUELLER“ ERFAHRUNGSBERICHT

Thomas Reuter^a, Susann Hüttner^b, Florian Innerhofer^c

^a Landesamt für Archäologie Sachsen (LfA), Deutschland, Thomas.Reuter@lfa.sachsen.de; ^b Microsoft Deutschland GmbH, Deutschland, Susann.Huettnner@microsoft.com; ^c Landesamt für Archäologie Sachsen (LfA), Deutschland, Florian.Innerhofer@lfa.sachsen.de

KURZDARSTELLUNG: Der vorliegende Beitrag zeigt am Beispiel des neolithischen Brunnens von Altscherbitz (Nordsachsen) eine Anwendung für VR bzw. Mixed Reality in der Archäologie. Der umfassend dreidimensional dokumentierte neolithische Brunnen wurde auf das VR-System Oculus Rift und auf das Mixed-Reality-System Microsoft HoloLens portiert. Neben der Herausforderung die sehr großen Datenmengen massiv zu reduzieren, ist besonders das Feedback von Nutzern und Ausstellungsbesuchern wichtig um zukünftige Projekte planen und umsetzen zu können.

1. EINFÜHRUNG

VR (Virtual Reality) und Mixed Reality bzw. AR (Augmented Reality) haben in unseren Alltag bereits in vielen Bereichen Einzug gehalten. Vor allem das Thema der virtuellen Realität hat mit der Verbreitung der Oculus Rift im Computerspielbereich in letzter Zeit einen neuen Medienhype verursacht. Neben der Spieleindustrie werden darüber hinaus im Zuge von Industrie 4.0 neue Anwendungen entwickelt. Grundsätzlich alle in 3D abgebildeten Systeme lassen sich „begehen“ und machen es möglich, Fertigungsprozesse oder Nutzungsoptimierung bereits in der Projektplanung nachzuvollziehen und so Fehlerquellen frühzeitig zu erkennen [1]. Daraus ergibt sich nahezu folgerichtig die Idee eine in 3D abgebildete Ausstellung oder archäologische Denkmäler virtuell erlebbar zu gestalten. Selbstverständlich sollen dabei diese Informationen den realen Besuch im Museum bzw. am Kulturdenkmal nicht ersetzen, sondern anregen oder ergänzen.

2. DER BRUNNEN VON ALTSCHERBITZ

Durch die seit über 10 Jahren laufende 3D-Funddokumentation verfügt das LfA derzeit über mehr als 17.500 digitalisierte archäologische Objekte [2]. Darunter befinden sich komplexe virtuelle Rekonstruktionen, die in

erster Linie für die archäologische Aufarbeitung angefertigt wurden, aber auch in der Dauerausstellung des Staatlichen Museums für Archäologie Chemnitz (smac) Bestandteil der Szenografie sind [3].

Ein herausragender Befund der letzten Jahre ist der linienbandkeramische Brunnen von Altscherbitz. Während der Ausgrabung wurde die Konstruktion umfassend dreidimensional dokumentiert und rekonstruiert [4]. Alle Hölzer und eine große Anzahl der Funde sind hochauflösend gescannt und mit detaillierten Farbinformationen gespeichert. Es ist vorgesehen, dass die mehr als 7000 Jahre alten Konstruktionshölzer des Brunnens nach ihrer Konservierung mittelfristig in die Dauerausstellung integriert werden. Aufgrund der enormen Größe des Brunnenkastens ist es wahrscheinlich, dass nur ein Teil des Bauwerks rekonstruiert und ausgestellt werden kann. Um dem Besucher dennoch die vollständige Konstruktion und vor allem die zahlreichen archäologischen Erkenntnisse zu vermitteln, stellen VR- und Mixed-Reality-Applikationen ein geeignetes technisches Mittel dar.

3. UMSETZUNG IN VR UND MIXED REALITY

Hinsichtlich einer Evaluierung beider Präsentationsmethoden wurde die Visualisierung des

Brunnens als VR- und als Mixed Reality Applikation auf zwei Plattformen entwickelt. Das LfA verfügt seit Anfang des Jahres 2017 über eine VR-Brille Oculus Rift. Der Nutzer „bewegt“ sich abgeschlossen in einem virtuellen Raum und kann den Brunnenkasten aus allen Richtungen betrachten.

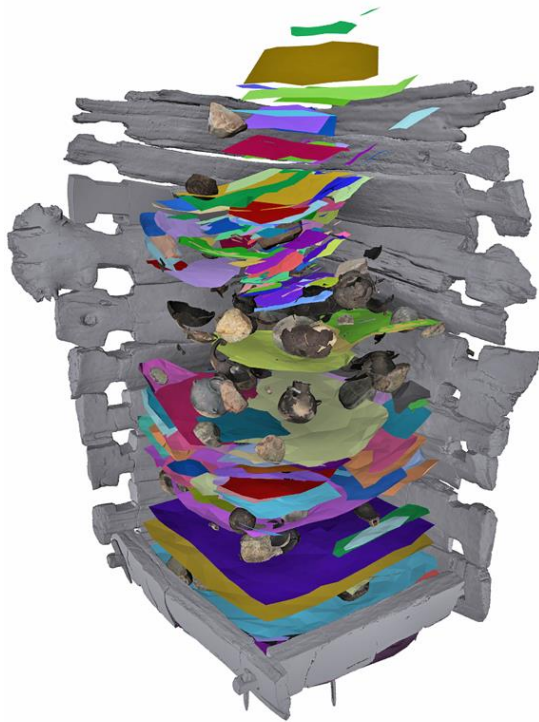


Abb. 1: Visualisierung des Brunnen mit Funden und Stratigraphie.

Im Gegensatz dazu wird auf der Microsoft HoloLens das 3D-Modell als Hologramm in den Raum projiziert. Dabei bewegt sich der Nutzer beim Betrachten physisch frei im realen Raum, ohne das vollständige Eintauchen in eine virtuelle Realität, die Wirklichkeit wird also erweitert. Unter Mixed Reality werden hier Umgebungen oder Systeme zusammengefasst, die die reelle (physische) Welt mit einer virtuellen Realität vermischen [5]. Im „Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum“ sind die erweiterte Realität, die Augmented Reality (AR), und erweiterte Virtualität, die Augmented Virtuality, Teil der sogenannten gemischten Realität (Mixed Reality) [6].

Die in den letzten 10 Jahren digitalisierten Funde, liegen alle als hochauflösende 3D-Modelle mit Texturen vor. Es wird für den Betrieb der Oculus Rift ein leistungsstarker PC vorausgesetzt, dennoch ist es nicht möglich diese Datenmengen mit hoher Bildwiederholrate zu

visualisieren. Es muss eine massive Datenreduktion durchgeführt werden, um eine lauffähige 3D-Szene in Unity modellieren zu können. So musste das ursprüngliche 3D-Modell des Brunnen zunächst um mehr als 99% reduziert werden. Damit einhergehend erfolgt ein erheblicher Detailverlust und es waren kaum noch Bearbeitungsspuren oder andere Geometriemerkmale auf den 3D-Modellen der Hölzer erkennbar. Dieser Detailverlust wird durch die Nutzung von Normal-, Height- und Diffusemaps zum Teil kompensiert.

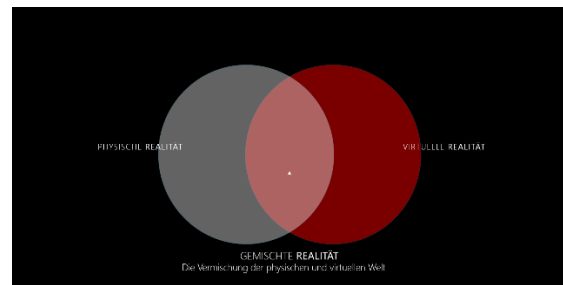


Abb. 2: Virtual und Mixed Reality, Microsoft.



Abb. 3: Auf der Oculus Rift ist der Brunnen von Altscherbitz in einem virtuellen Raum platziert.

Für die Oculus Rift wurden die 3D-Modelle mit der freien Software „Instant Meshes“ komprimiert. In diesem Programm ist es möglich per Maus auf der Modelloberfläche Konturen und Kanten zu skizzieren, anhand dessen eine neues, erheblich kleineres Mesh berechnet wird. Die neue Topologie kann interaktiv bearbeitet und angepasst werden [7]. Das neue 3D-Modell kann als PLY- oder OBJ-Datei exportiert werden [7]. Die notwendigen Texturen wurden anschließend in „xNormal“ erstellt. Die reduzierten Daten wurden danach in eine 3D-Szene in Unity eingefügt. Hier ist zu beachten, dass der Besucher durch möglichst natürliche Grenzen in der virtuellen Welt gelenkt wird. Dies können Räume sein, die jedoch keine Außentüren besitzen sollen.

So kann der Nutzer zu dem dargestellten Inhalt geführt werden. Das Einbinden weiterer Inhalte und Events ist über verschiedene Skripte möglich. Der Nutzer kann sich den Brunnen in Originalfarbe oder stilisiert in monochromer Farbe betrachten. Zusätzliche Grafiken erläutern weitere Sachverhalte des Brunnens.

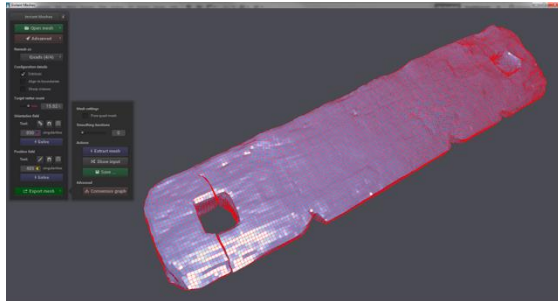


Abb. 4: Interaktive Datenreduktion mit „Instant Meshes“.

Die Microsoft HoloLens verbindet die physische und die virtuelle Realität, indem „Hologramme“, also künstlich erschaffene virtuelle Objekte und Welten, in die reale Welt eingeblendet werden. Die HoloLens ist der erste eigenständige holografische Computer und benötigt keine zusätzlichen Kabel oder externe Sensoren – man kann sich völlig frei im Raum bewegen. Fortschrittliche Kameras und Sensoren im Inneren erfassen kontinuierlich den Raum und alle Aktivitäten. Dazu stehen vier Mikrofone für die Sprachsteuerung, eine Tiefenkamera, eine HD-Kamera, um das Erlebte aufzuzeichnen, und zwei Kameras – je links und rechts zur Verfügung –, die die Umgebung und Bewegungen erfassen.



Abb. 5: Microsoft HoloLens transparente Optik.

Die durchsichtige holografische Optik arbeitet mit einem fortschrittlichen optischen Projektionssystem. Die Hologramme werden mittels optischer Projektion auf diese transparenten Linsen gebracht und erzeugen ein multidimensionales Farbbild mit einer Auflösung von bis zu 2,3 Mio. Lichtpunkten. Die Holografische Prozessor Einheit (Unit) HPU ist ein speziell

entwickelter Prozessor, der große, über die Sensoren eingehende Datenmengen verarbeiten kann. Über die HPU kann Microsoft HoloLens in Echtzeit Gesten erkennen, die Blickrichtung ermitteln und die reale Umgebung erfassen. Die integrierten Lautsprecher erzeugen einen räumlichen Klang, sodass die virtuellen Objekte im Raum gehört und lokalisiert werden können, selbst wenn sich das Hologramm außerhalb des Blickfeldes befindet. Die Hologramme werden dadurch stärker einbezogen, ohne die reale Welt zu überdecken.

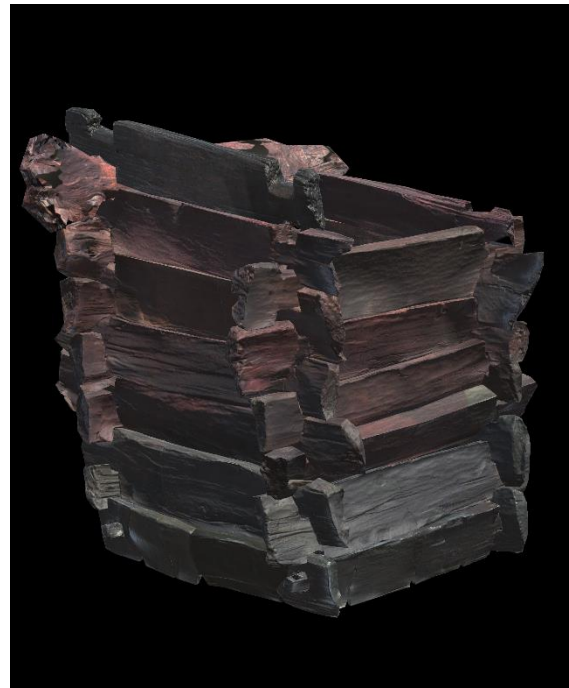


Abb. 6: Ansicht des Brunnens auf der HoloLens.

Eine Komprimierung der hochauflösenden 3D-Daten ist hier in einem noch deutlicherem Maße notwendig, da die Inhalte vollständig über die integrierte HPU dargestellt werden müssen und nicht wie bei der Oculus Rift ein leistungsstarker Desktop-PC zur Verfügung steht.

Bei der Entwicklung wurden zwei verschiedene Varianten getestet. Erstens wurde hierzu Blender als 3D-Modeling-Tool benutzt. Jedes einzelne Holz wurde dabei mithilfe von internen Funktionen um bis zu 99% reduziert und die UVs neu erstellt.

Bei der zweiten Variante wurde die High Poly-mesh des Brunnens in Einzelteile, vier Brunnenbretter pro Schicht, zerlegt. Dazu wurde die Software Meshlab zur schrittweisen Reduktion des Polycounts genutzt. Schrittweise daher, weil je mehr Polygone pro

Durchlauf herausgerechnet werden, desto länger dauert es bei weniger Kontrolle über das Resultat. Dadurch werden mehr Kontrolle über die Zerlegung des Meshes und kleinere Schritte bei der Reduktion erlangt. Mit steigendem Polycount steigt die Rechenzeit exponentiell.

Die reduzierten Daten wurden danach wie bei der Vorgehensweise zur Oculus Rift in eine 3D-Szene in Unity für HoloLens eingefügt und über Visual Studio auf das Gerät installiert.

4. ERFAHRUNGEN

Das LfA konnte sowohl die Oculus Rift als auch, in Zusammenarbeit mit Microsoft Deutschland, die Microsoft HoloLens bei öffentlichen Veranstaltungen mit vielen Besuchern testen und zahlreiche Eindrücke und Rückmeldungen von Nutzern erhalten.



Abb. 7: Einsatz der HoloLens im Staatlichen Museum für Archäologie Chemnitz vor der Vitrine mit Funden aus dem Brunnen von Altscherbitz.

Systemübergreifend stießen beide 3D-Projekte auf breite Begeisterung und positive Kritik. Besonders die jüngeren Besucher benötigten kaum eine Lernphase und fanden sich schnell und intuitiv mit den Systemen zurecht. Nach einer kurzen Einweisung und vor allem einer Eingewöhnungsphase mit der Oculus Rift konnten sich alle Besucher die Visualisierungen des Brunnens eingehend betrachten.

Durch den kabelgebundenen Betrieb der Oculus Rift muss stets darauf geachtet werden, dass sich der Nutzer im sicheren Bewegungsradius aufhält und nicht die Kabelverbindungen auseinanderreißt und so die VR-Brille oder den PC beschädigt bzw. selbst Schaden nimmt. Auch ist es notwendig, eventuelle Hindernisse, z. B. Stühle oder Tische, so zu platzieren, dass ein vollständig in die virtuelle Welt eingetauchter Besucher keinem Verletzungsrisiko

ausgesetzt ist. Aus diesem Grund ist eine dauerhafte Aufsicht an der Station unumgänglich. Während der Nutzung der VR-Brille sind Diskussionen über den dargestellten Inhalt dadurch erschwert, dass der Nutzer vollständig von der realen Welt abgekapselt ist. Eine Wahrnehmung von Gesprächspartnern oder das Erkennen ihrer Gesten ist nicht oder nur sehr schwer möglich, während mit der Microsoft HoloLens das reale Umfeld weiterhin erkennbar bleibt und damit eine aktive Interaktion mit anderen Menschen möglich ist. Diese Unterschiede sind insbesondere für zukünftige Stationen in Ausstellungen relevant, wenn Inhalte und Brillen in Führungen genutzt werden sollen.

5. SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Die Erfahrungen mit der Oculus Rift und der Microsoft HoloLens haben die Vor- und Nachteile aufgezeigt, die für kommende Anwendungen in Betracht gezogen werden müssen. Das Erlebarmachen von archäologischen Funden wird zukünftig eine immer größere Rolle spielen. Projektionen verbinden dabei Originale und dazugehörige Informationen und Bezüge auf eindrucksvolle Art und Weise. Die größte Herausforderung ist jedoch die Besucher dennoch zu einem realen Besuch der Ausstellung und Kulturdenkmälern zu animieren.

Bei der zukünftigen Planung von 3D-Projekten ist ein ausreichender Zeitrahmen einzukalkulieren. Stammen die Originaldaten von hochauflösenden 3D-Scannern, müssen die 3D-Modelle komprimiert werden. Eine automatisierte Reduktion und Texture Mapping, um auch eine große Anzahl von 3D-Modellen unterschiedlichster Form und Größe bearbeiten zu können, ist mit den zur Verfügung stehenden Softwarepaketen derzeit nicht möglich. Es müssen Lösungen entwickelt werden, um effektiv und kostensparend Anwendungen generieren zu können. Projekte an Hochschulen oder durch Softwareunternehmen sind bei steigender Nachfrage zu erwarten, worauf auch Bewegungen auf dem Markt, beispielsweise bei der Software Simplygon, hinweisen. Forschungen zu haptischen und taktilen Reizen in der Virtual sowie Mixed Reality zeigen kommende Entwicklungen auf und lassen erahnen, welches Potential noch existiert.

6. LITERATURHINWEIS

- [1] Schaar, Dirk (2017): *Virtual Reality – Zentraler Bestandteil der Industrie 4.0*, URL: <https://www.summer-of-engineering.de/virtual-reality-zentraler-bestandteil-der-industrie-4-0/> (9.10.2017).
- [2] Reuter, Thomas; Innerhofer, Florian: Mehr als bunte Bildchen – Moderne 3D-Scanner in der Funddokumentation im Landesamt für Archäologie Sachsen. *Blickpunkt Archäologie*, 2/2016, 105–111.
- [3] Kraft, Ingo; Wolfram, Sabine: Die erste Etage – Leben im Wandel von Kalt- und Warmzeiten. *Sächsische Heimatblätter*, Band 60, Heftnr. 4, 336–341; Innerhofer, Florian: Die zweite Etage – Kulturen der Sesshaftigkeit. *Sächsische Heimatblätter*, Band 60, Heftnr. 4, 342–360.
- [4] Elburg, Rengert; Reuter, Thomas; Innerhofer, Florian: 3D-Dokumentation und Visualisierung eines frühneolithischen Holzbrunnens – Erfahrungen und Perspektiven. In: Bienert, Andreas u. a. (Hrsg.), *EVA Berlin 2014*, Staatliche Museen zu Berlin, Berlin 2014, 64–71.
- [5] Microsoft (2017): *Mixed Reality*, URL: https://developer.microsoft.com/de-de/windows/mixed-reality/mixed_reality (10.10.2017).
- [6] Milgram, Paul (1994): *A taxonomy of mixed reality visual displays*, URL: http://www.etclab.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html (10.10.2017).
- [7] Wenzel, Jacob; Tarini, Marco; Panozzo, Daniele; Sorkine-Hornung (2015): *Instant Field-Aligned Meshes*, Online im Internet: <http://igl.ethz.ch/projects/instant-meshes/> (10.10.2017).
Doi: 10.1145/2816795.2818078