

Virtual Reality – Mittendrin statt nur dabei

Thomas P. Kersten





Inhalt der Präsentation

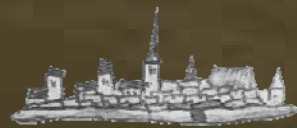
- Einführung
- Definitionen & Geschichte
- Workflow
- Datenerfassung & -modellierung
- Game Engine & Virtual Reality System
- Implementierung der VR-Applikation
- Anwendungen
- Fazit & Ausblick



1. Einführung

- Die neue Realität – Virtual Reality (VR) hat das Potenzial, die Art zu verändern, wie wir die Welt wahrnehmen – überall und für jeden





STADE
1620



1. Einführung

- Visit new worlds with VR you could not image before



1. Einführung

■ Sinnestäuschung





1. Einführung

- **Virtual Reality – zunehmende Bedeutung in zahlreichen Fachdisziplinen**
- **VR – starke Verbreitung im Konsumermarkt durch preisgünstige Systeme**
- **3D-Welten für Jedermann/-frau**
- **Aufgaben für Geodäsie, Photogrammetrie und benachbarte Fächer?**
- **Virtual Reality – neue Visualisierungstechnologie für 3D-Geodaten?**
- **Was brauchen wir für immersive VR-Erlebnisse?**





2. Definitionen & Geschichte

- Als virtuelle Realität (VR) wird die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computer-generierten, interaktiven virtuellen Umgebung bezeichnet.
- Virtual Reality (VR) = “a realistic and immersive simulation of a three dimensional environment, created using interactive software and hardware, and experienced or controlled by movement of the body” (Random House Unabridged Dictionary 2018)
- Virtuelle Realität – Merriam-Webster.com Dictionary (2020):
eine künstliche Umgebung, die durch Sinnesreize (wie z.B. Ansichten und Geräusche), die von einem Computer bereitgestellt werden, erlebt wird und in der die eigenen Handlungen teilweise das Geschehen in der Umgebung bestimmen.



2. Definitionen & Geschichte

- **Immersion** (fachsprachlich „Eintauchen“) beschreibt den durch eine Umgebung der Virtuellen Realität (VR) hervorgerufenen Effekt, der das Bewusstsein des Nutzers, illusorischen Stimuli ausgesetzt zu sein, so weit in den Hintergrund treten lässt, dass die virtuelle Umgebung als real empfunden wird.
- Man spricht von einer **immersiven virtuellen Umgebung** („immersive virtual environment“), wenn es dem Benutzer ermöglicht wird, direkt mit dieser zu **interagieren**.



[https://en.wikipedia.org/wiki/Immersion_\(album\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Immersion_(album))



<https://www.hisour.com/immersion-virtual-reality-21313/>



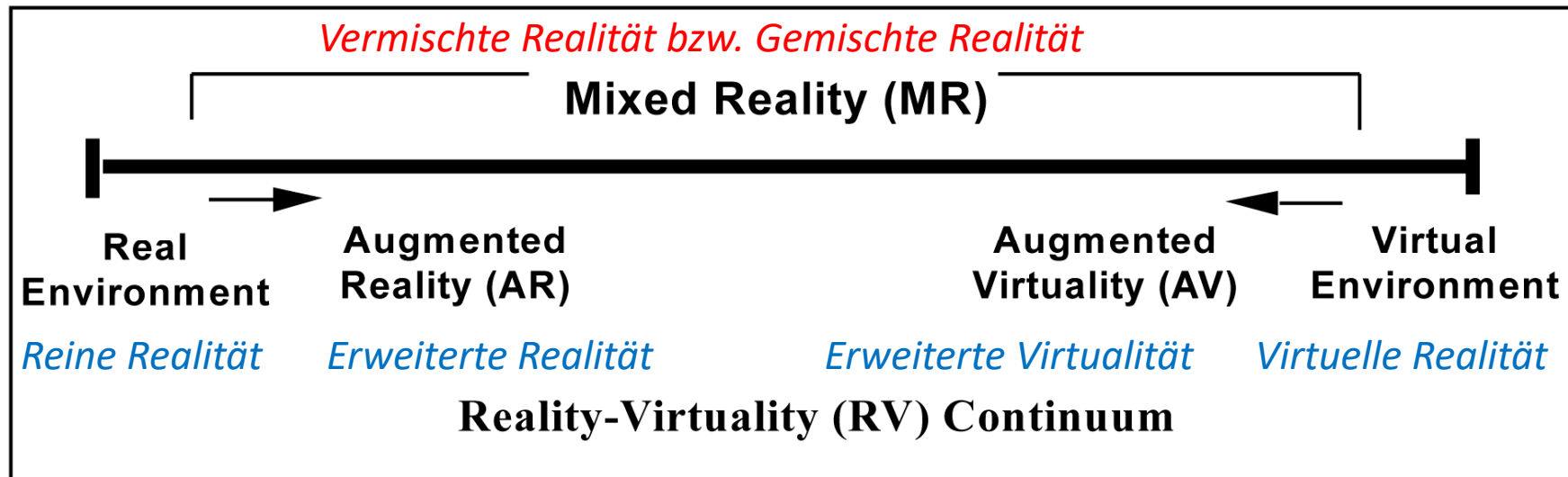
<https://computerhoy.com/listas/gaming/mejores-gafas-realidad-virtual-puedes-comprar-2019-358363>



https://los40.com/los40/2018/11/26/tecnologia/1543239196_147979.html

2. Definitionen & Geschichte

- Mixed Reality Continuum
- Paul Milgram (1994): Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays



Milgram & Kishino 1994



2. Definitionen & Geschichte

■ Sensorama (1962) von Morton Heilig:

a machine that is one of the earliest known examples of immersive, multi-sensory (now known as multimodal) technology and which could be named as the first VR system

■ Damoklesschwert = das erste am Kopf montierte Virtual-Reality-Display von Ian Sutherland vom MIT (1965-1968):

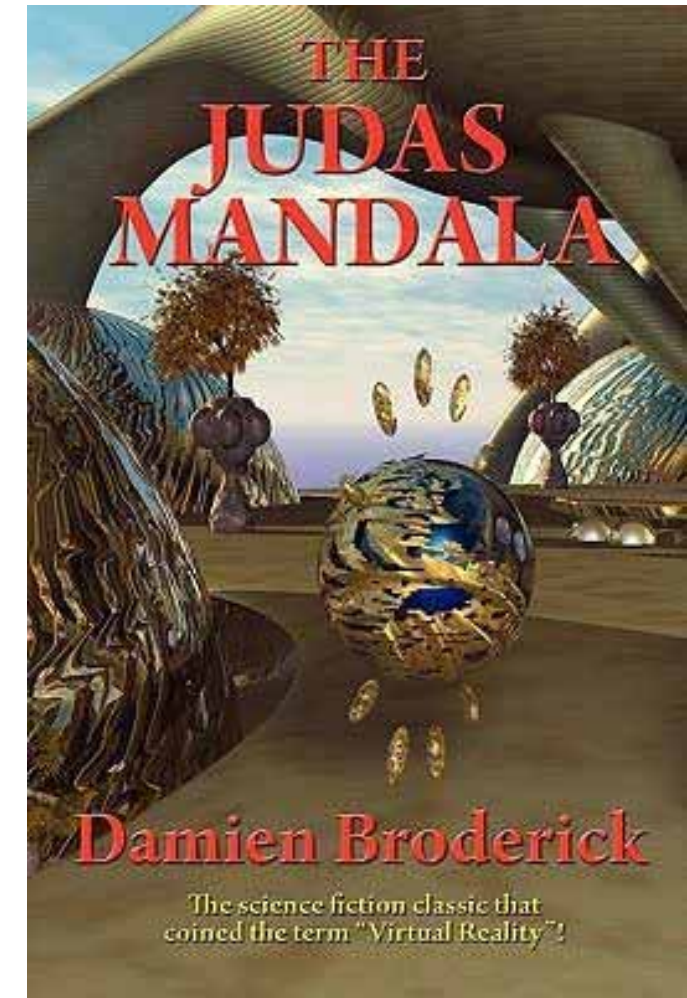


2. Definitionen & Geschichte

■ Begriff Virtual Reality:

- australischer Science Fiction-Autor Damien Broderick
- Zeitreiseroman „The Judas Mandala“ 1982
- Formulierung „virtual reality“ und „virtual matrix“

■ Begriff Virtual Reality – 1987 im Oxford English Dictionary



2. Definitionen & Geschichte

■ Forte VFX1 Headgear (1994) = Virtual Reality-Helm



■ Gescheitert – hoher Preis, geringe Auflösung, Motion Sickness

2. Definitionen & Geschichte

■ Oculus Rift = Virtual-Reality-Headset (2014)

<https://www.cbsnews.com/news/oculus-rift-pre-orders-start-january-6/>



2. Definitionen & Geschichte

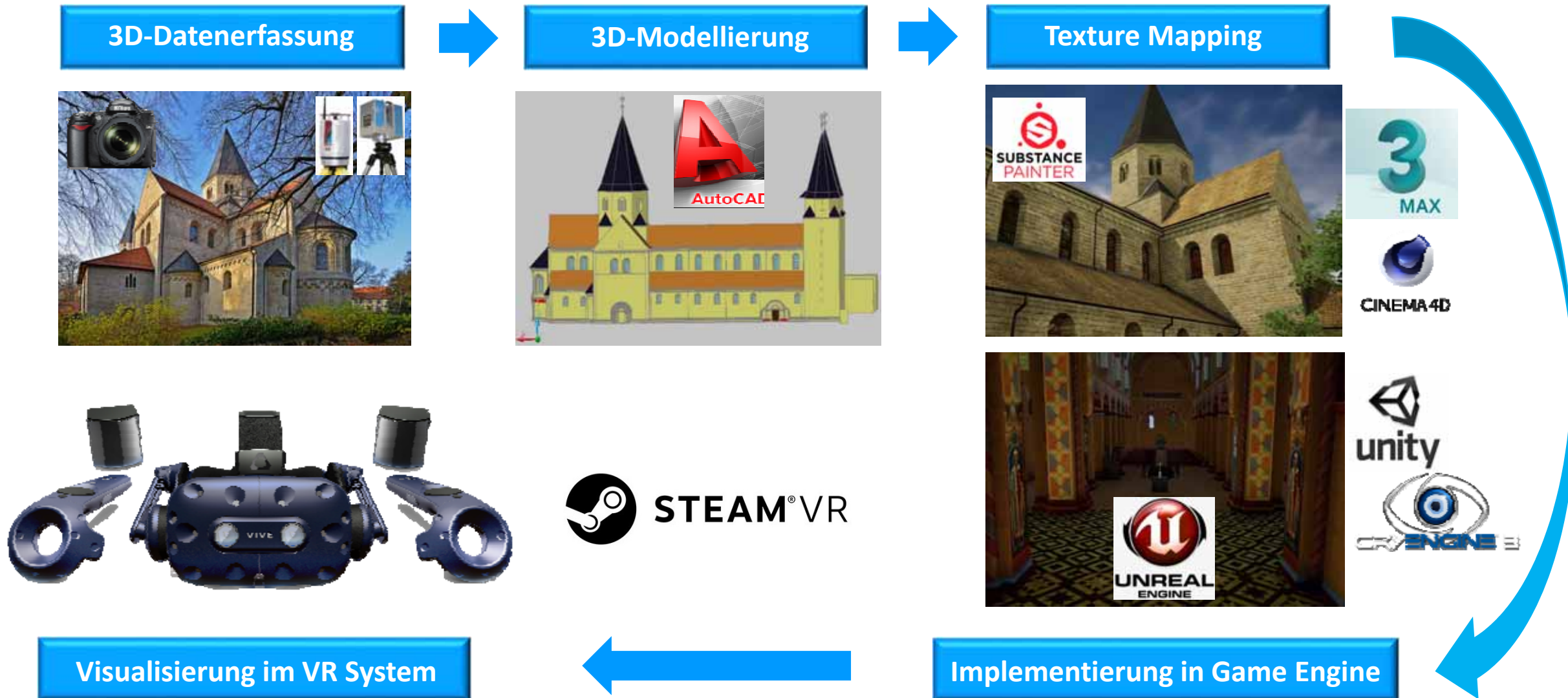
- HTC Vive = Virtual-Reality-Headset (2016)
- Entwickelt durch HTC und Valve Corporation
- Markteinführung am 5. April 2016



<https://www.theverge.com/vr-headset-review>

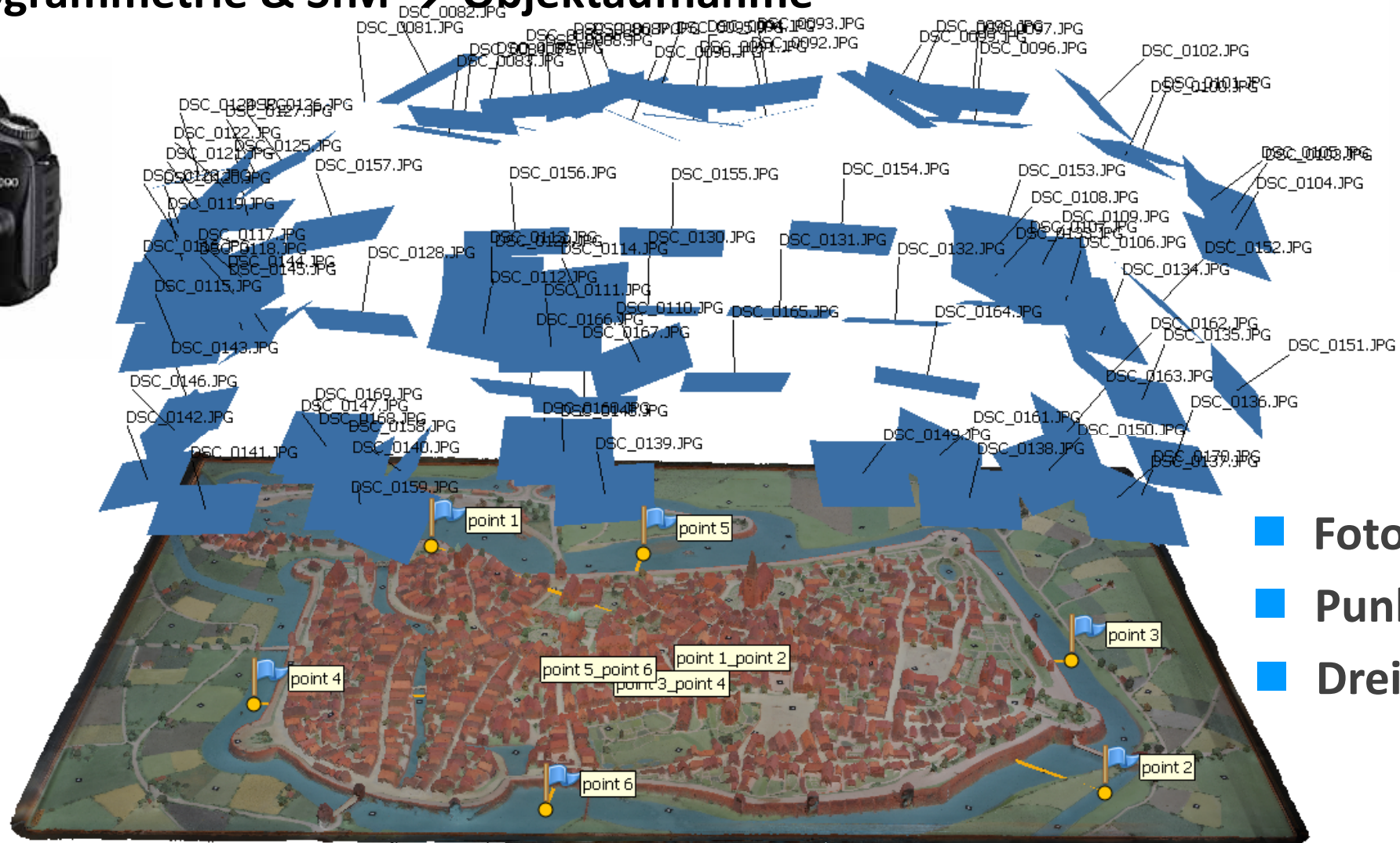


3. Workflow



4. Datenerfassung & -modellierung

■ Photogrammetrie & SfM → Objektaufnahme



- Fotos 106
- Punkte 20,7 Mio
- Dreiecke 4,1 Mio

Stadtmodell 2,1 m × 1,3 m, Maßstab ca. 1:550



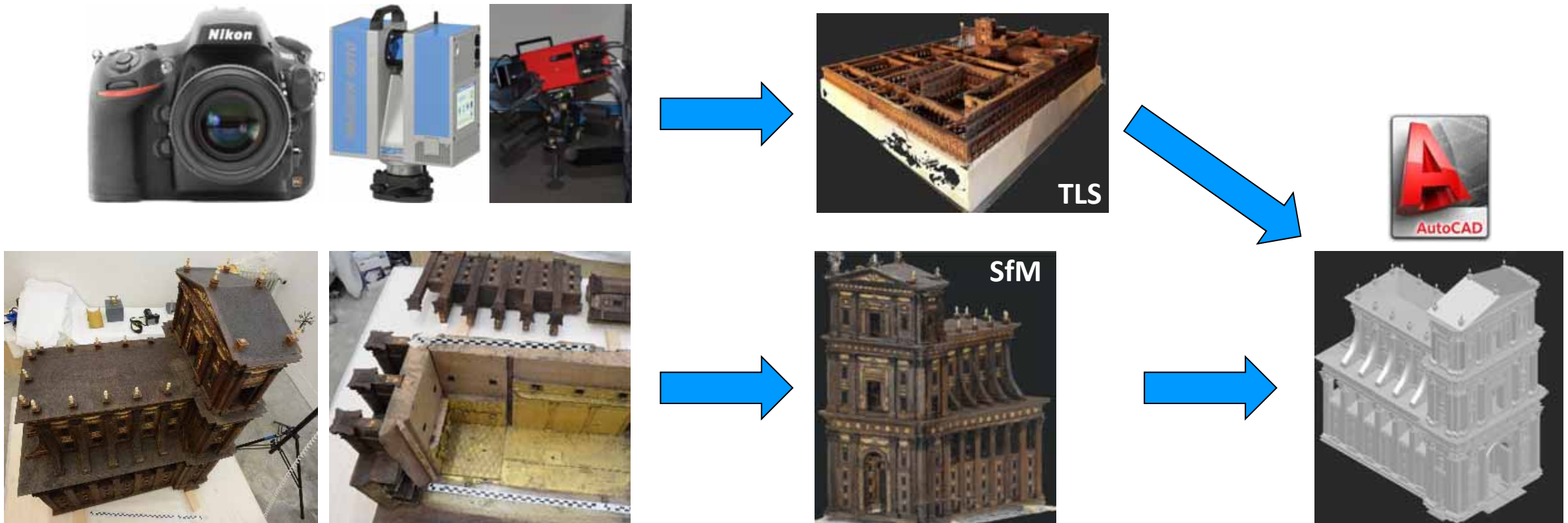
4. Datenerfassung & -modellierung

- Höhenkarte (height map) aus Dreiecksvermaschung → Game Engine
- 974 Stadthäuser aus 13 verschiedenen Stadthausvarianten (Stade 1620)
- Weitere Objekte – Stadtmauern, Brücken, Verteidigungstürme & Kräne
- Sonderbauten – Kirchen, Rathaus, Kaufmannshaus, etc.
- Low-Poly-Modelling in height map in UE4 – High-Poly Modelling in Maya



4. Datenerfassung & -modellierung

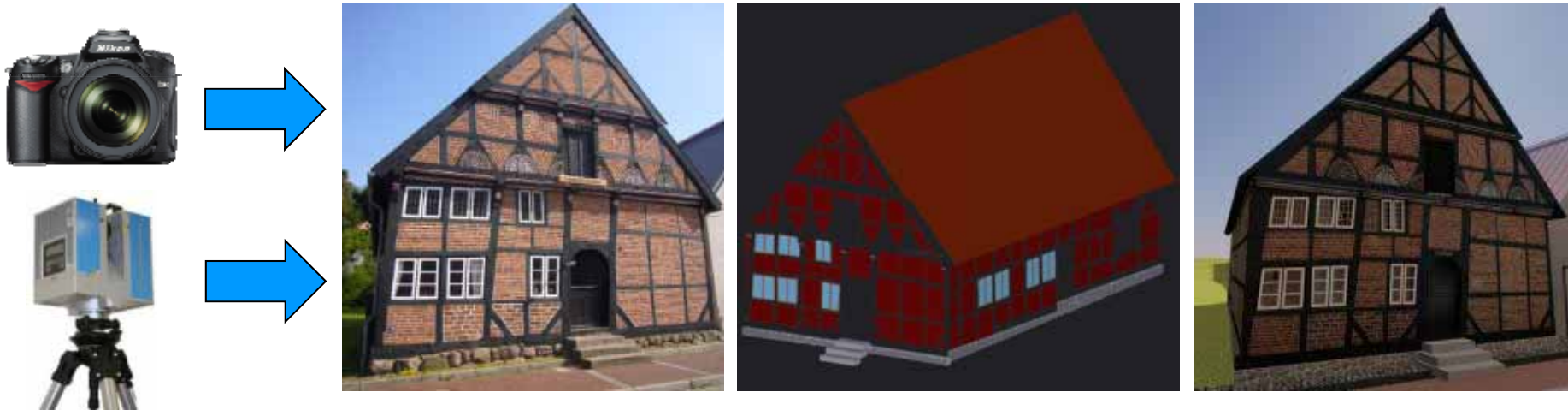
- Photogrammetrie, Streifenprojektion & terrestrisches Laserscanning
→ Objektaufnahme



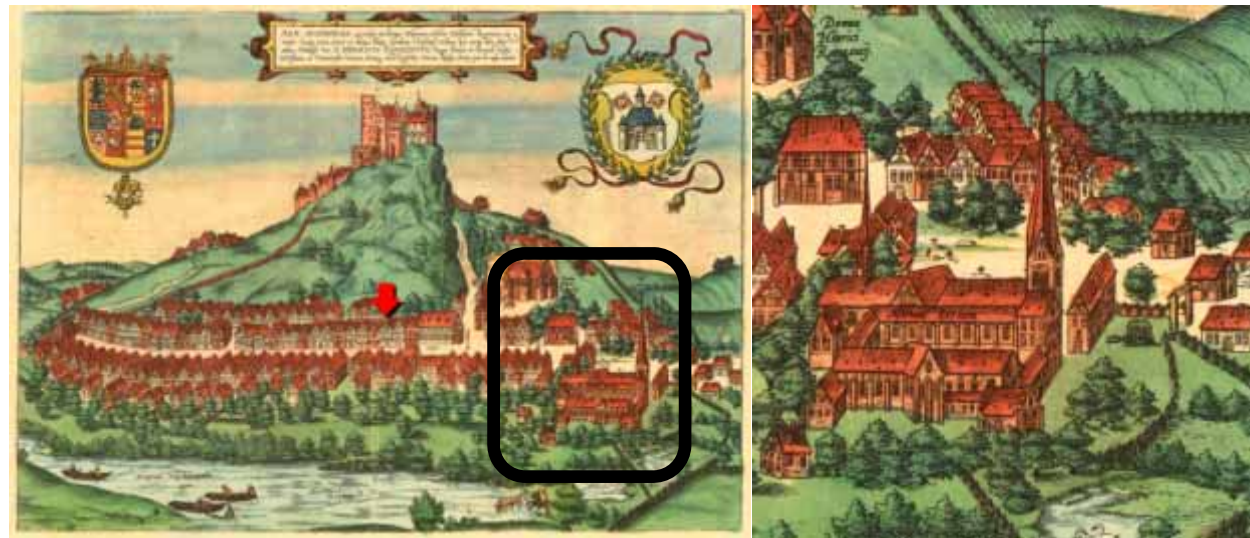


4. Datenerfassung & -modellierung

■ Photogrammetrie & terrestrisches Laserscanning → Gebäudeaufnahme



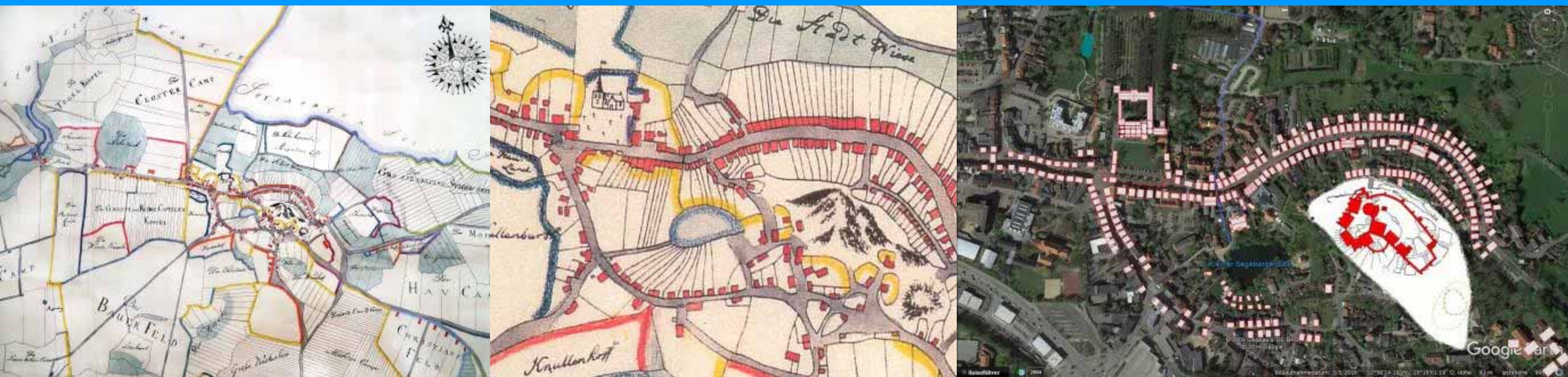
Gebäude –
Alt-Segeberger Bürgerhaus



Marienkirche Segeberg

4. Datenerfassung & -modellierung

- Historische Karten (Beispiel Segeberg um 1600)
- Position der historischen Gebäude in Google Earth
- Expertenwissen anderer Fachdisziplinen (z.B. Historiker)



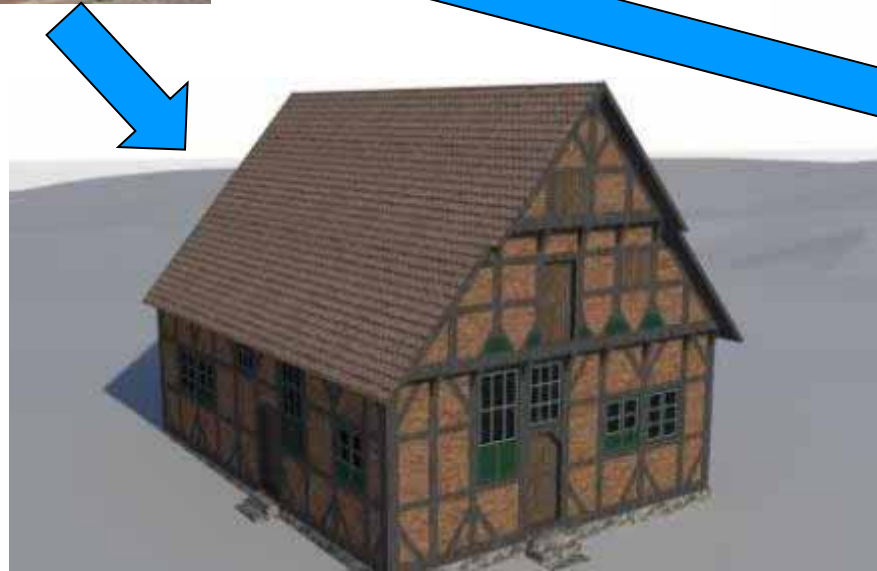


4. Datenerfassung & -modellierung

■ Grundlage Bürgerhaus

➡ 3 unterschiedlich große Modelle mit Variationen

➡ 12 Varianten des Bürgerhauses





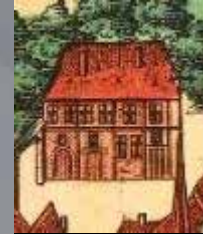
4. Datenerfassung & -modellierung

■ Spezialgebäude – Stiche & Expertenwissen

Marienkirche + Kloster:



Reiches
Bürgerhaus:



Rathaus + Rolandstatue:



Speicher:



4. Datenerfassung & -modellierung

- Modellierung des Kaiserdoms in 3 Teilabschnitten: Außen, Innen & Kreuzgang
- Modellierung einfacher geometrischer Objekte → AutoCAD & Plugin PointCloud

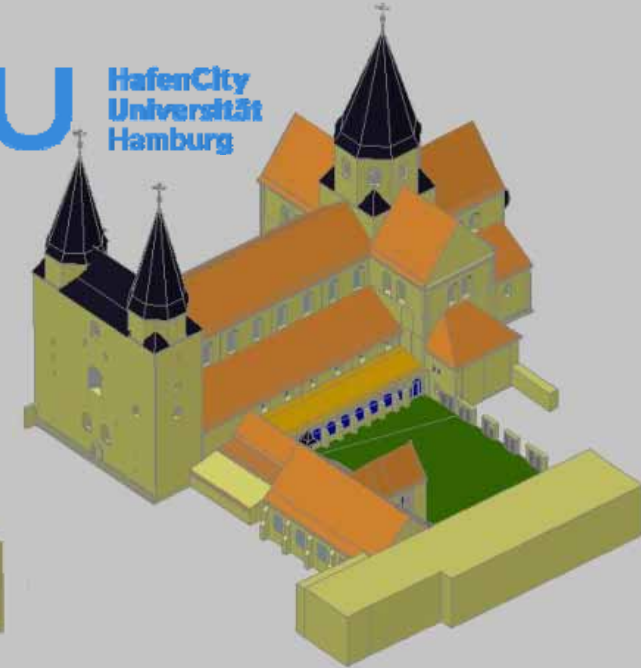
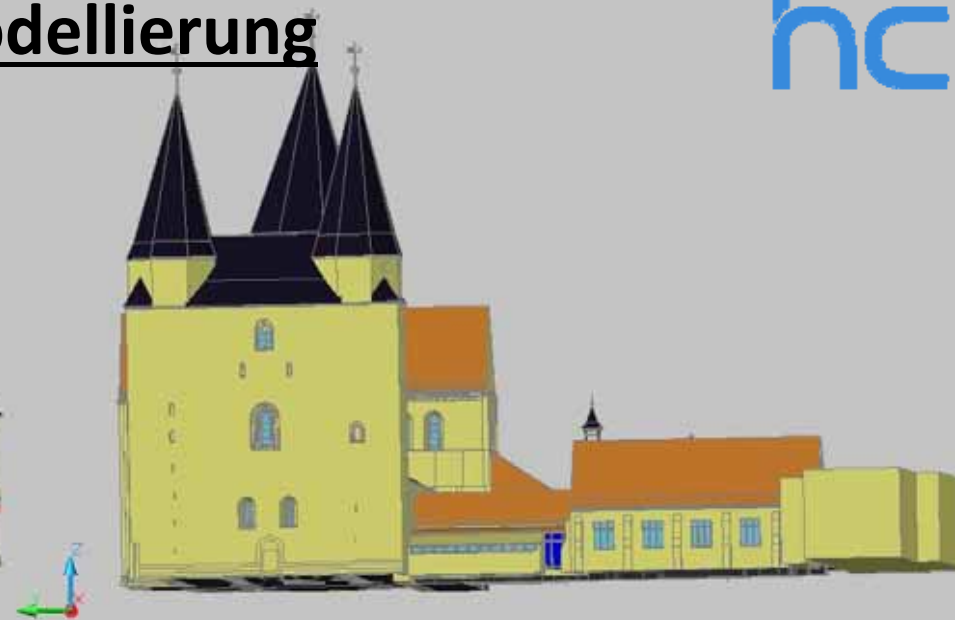


- Modellierung komplexer Oberflächen durch Dreiecksvermaschung → Geomagic

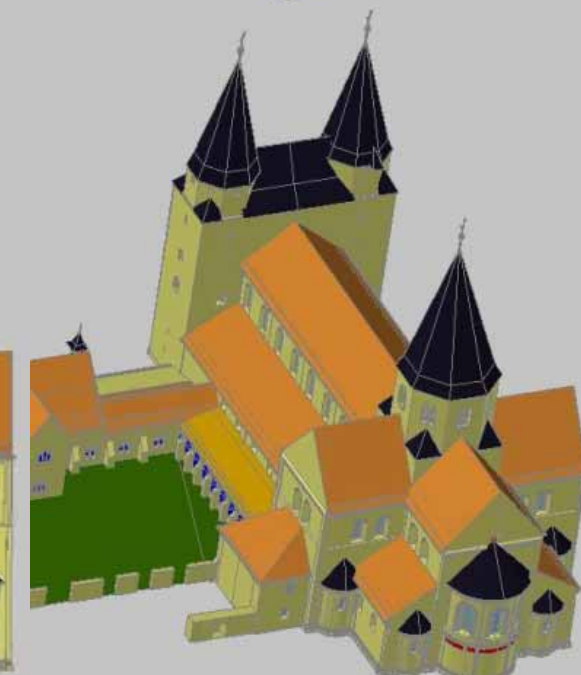
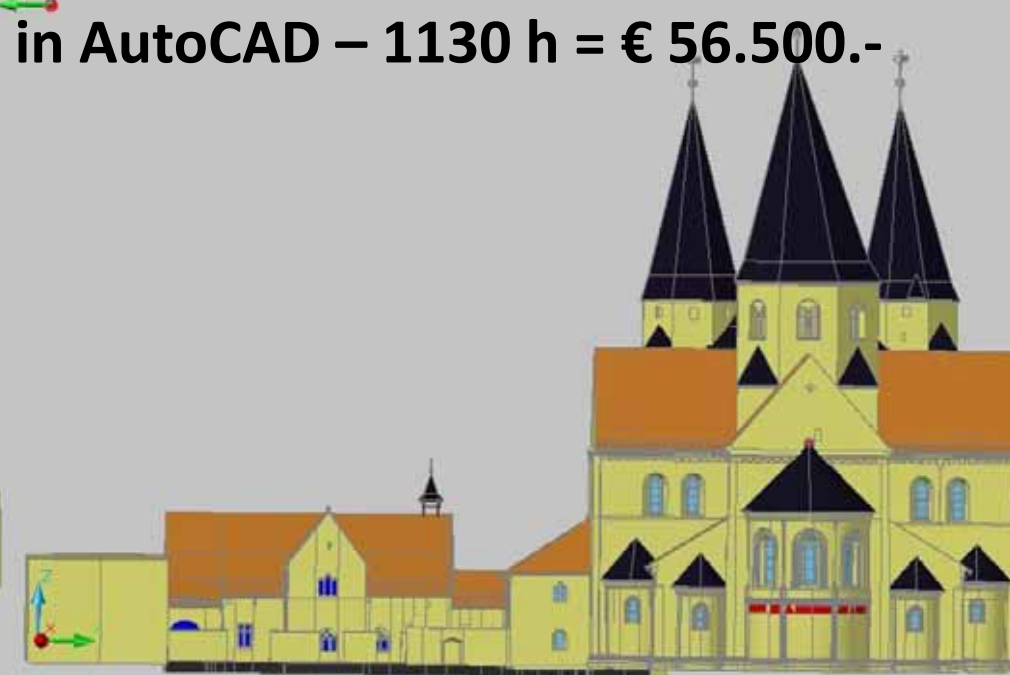
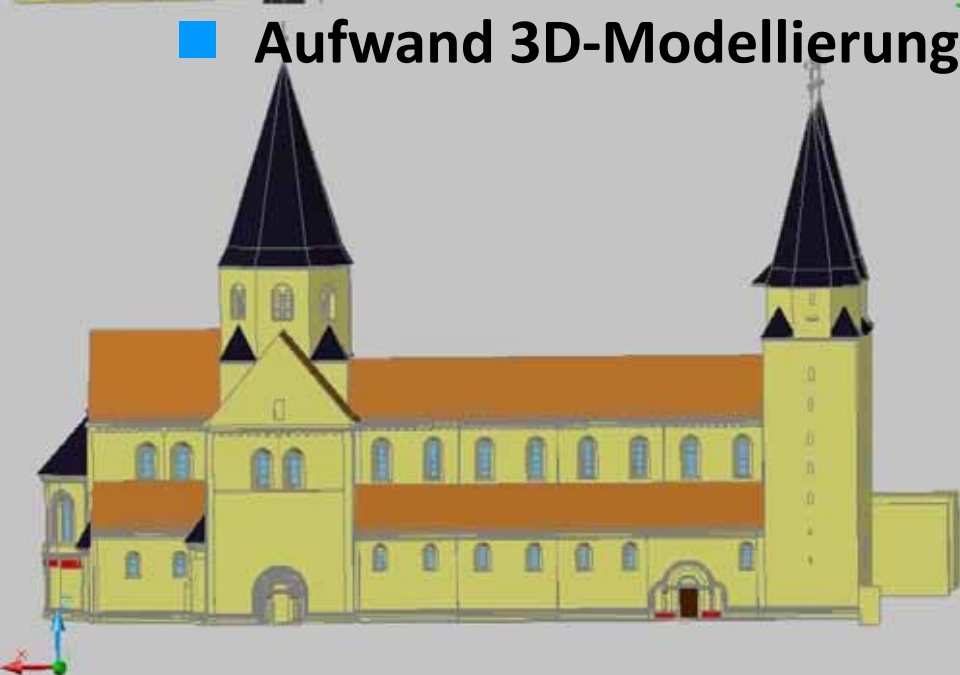




4. Datenerfassung & -modellierung



■ Aufwand 3D-Modellierung in AutoCAD – 1130 h = € 56.500.-





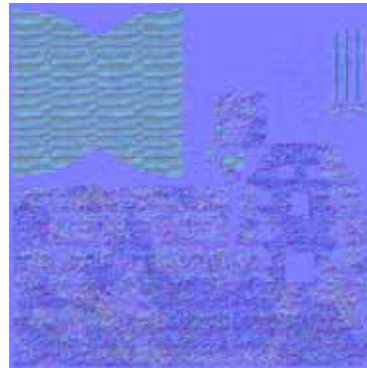
4. Datenerfassung & -modellierung

■ Texture Mapping

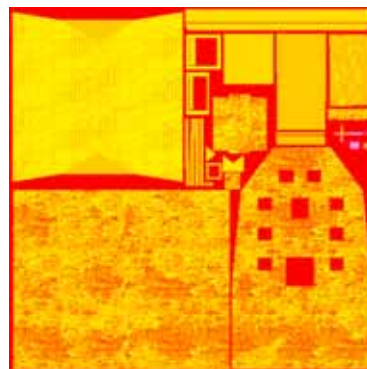
Diffuse Map



Normal Map



Roughness Map,
Ambient Occlusion Map,
& Metallic Map



Texturatlas
(3.45 Mbyte)

Physically-based Rendering

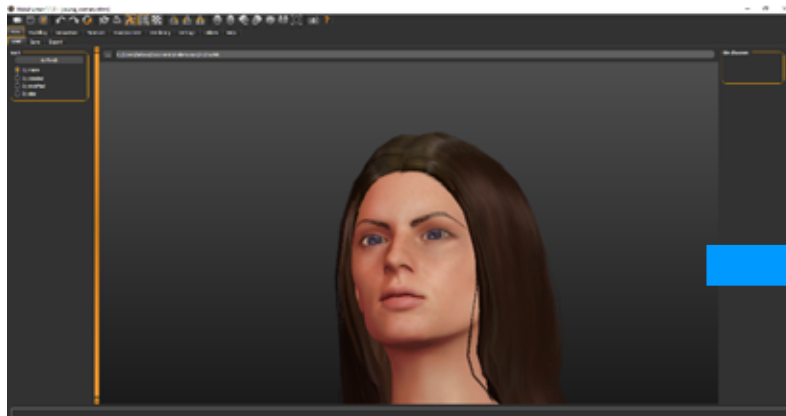
Ziel: fotorealistische Darstellung



4. Datenerfassung & -modellierung

■ Erstellung von animierten Menschen in drei Schritten mit Open-Source Software

MakeHuman:
Modellierung & Vermaschung zur
Erstellung von Menschen



Blender: Erstellung der Kleidungen &
Animationen
Substance Painter:
Texture Mapping der Kleidung



Unreal Engine 4:
Implementierung der Vermaschung,
der Texturen und der Animationen



5. Game Engine & Virtual Reality System

- https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Spiel-Engines



5. Game Engine & Virtual Reality System

- Game Engine – Plattform für Erstellung von 2D-/ 3D-Spielen (Echtzeit-Rendering)
- Game Engine – Unreal von Epic Games (visuelle Programmierung mit Blueprints)
- STEAM VR – Schnittstelle zwischen Game Engine & HTC Vive
- VR-System HTC Vive Pro (seit 2018)
- Tracking der Controller & Brille durch IR-Laser
- Freie Bewegung im definierten Tracking-Raum – max. 4.6×4.6 m
- Interaktionen mit VR-Umgebung durch Controller

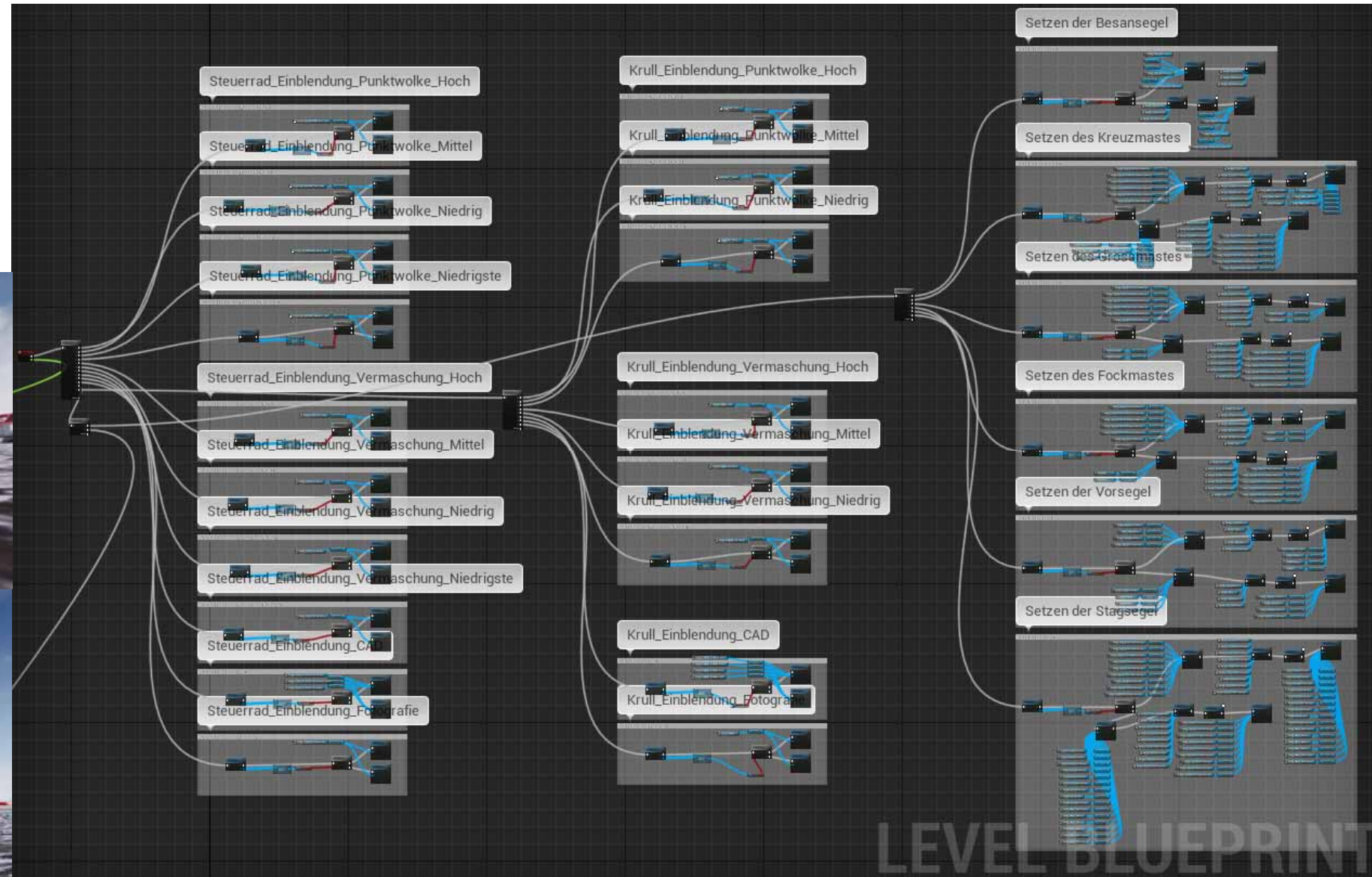


Steam® VR



5. Game Engine & Virtual Reality System

■ Game Engine – Unreal (visuelle Programmierung mit Blueprints)



5. Game Engine & Virtual Reality System

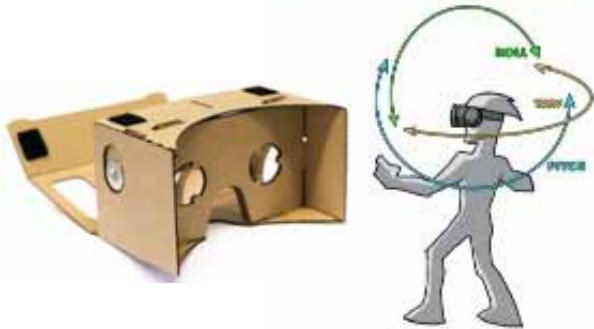
■ VR-Brillen - wachsende Zahl an Anbietern mit unterschiedlichen Konzepten:

A) Mit Inertialsensoren: Nur Kopfdrotationen (3 DOF)

B) Optisches Tracking: Inside-Out

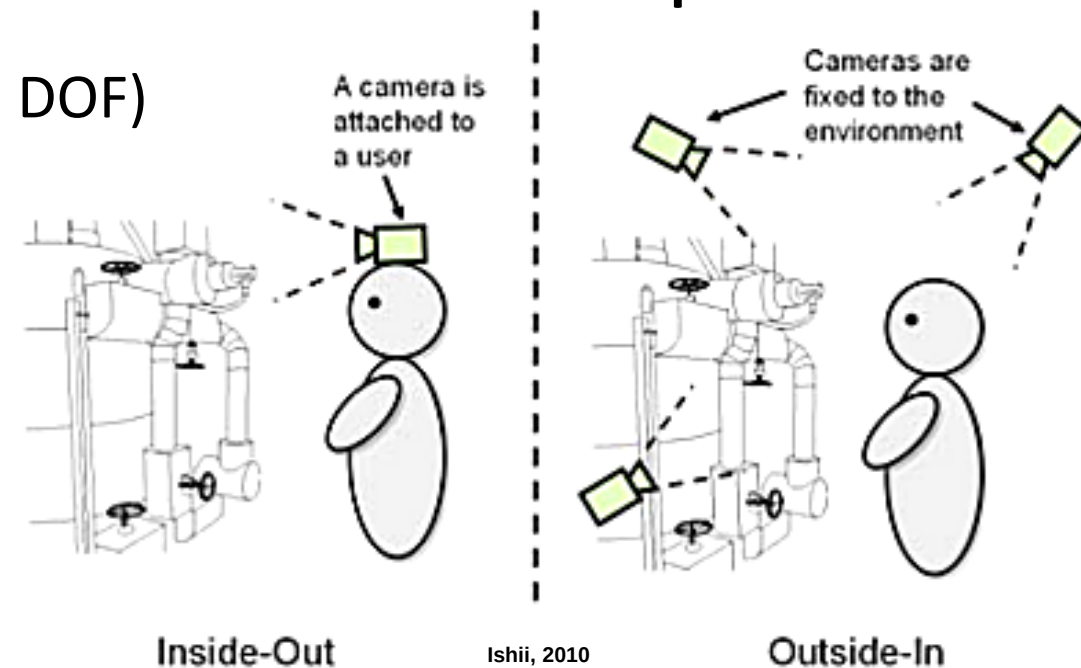
C) Optisches Tracking: Outside-In

3 degrees of freedom (3-DoF)



Hiren Bhide (Qualcomm)

6 degrees of freedom (6-DoF)



Inside-Out

Ishii, 2010

Outside-In



IKU VR Glasses with Bluetooth Gamepad for Smartphones



Jt Vr Box 2.0 VR Glasses



Samsung Gear VR (2015 Edition)



Razer OSVR



Zeiss VR One Plus

5. Game Engine & Virtual Reality System

■ Inside-Out-Tracking – über Sensoren direkt am Headset/Controller:

- ➔ Infrarot-Sensoren: z.B. HTC Vive, Valve Index (Infrarot-Basisstationen benötigt)
- ➔ Kameras: z.B. Oculus Quest, Microsoft Hololens (keine weitere Hardware benötigt)



- ➔ Blitz zum Starten der Zeitmessung
- ➔ Horizontaler und vertikaler Linienlaser (60 Hz)
- ➔ Zeitdifferenz an den Dioden + bekannte Geometrie



Valve Index



Oculus Quest

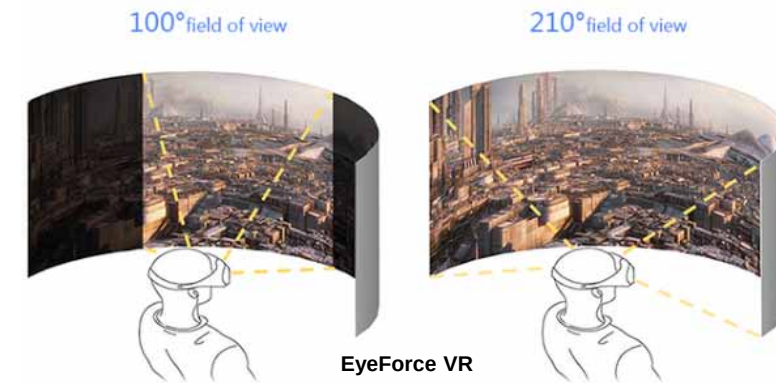
5. Game Engine & Virtual Reality System

- Outside-In-Tracking – über externe, statische Kameras, z.B. Oculus Rift, Playstation VR



- VR-Brillen – Merkmale für Qualität, Komfort und VR-Erfahrung

- ➔ Optische Merkmale: Auflösung, Field of View, Linseneffekte
- ➔ Akustische Merkmale: Tonqualität
- ➔ Performance der Recheneinheit (intern/extern)
- ➔ Design: Gewicht, Polsterung, mit/ohne Kabel



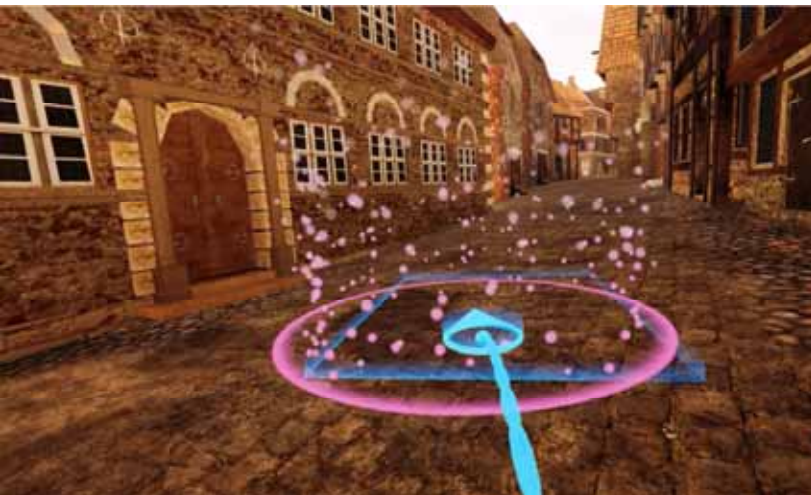
6. Implementierung der VR-Applikation

- Import Heightmap (Landscape) → Texturierung & Anpassung
- Import der Gebäude (FBX) → Texturierung & Platzierung
- Definition Navigationsbereich & Spots & Kollision



6. Implementierung der VR-Applikation

- Steuerung & Navigation – Teleportation mithilfe von Controllern
- Tasten am Controller programmierbar
- Integration aktueller 360° Panoramas – Vergleich historisch vs. aktuell
- Betreten des Kreises – Auslösen des Panoramas durch den Trigger am Controller



6. Implementierung der VR-Applikation

■ Navigation mit der VR-System HTC Vive



- ➔ Physisches Gehen (begrenzt auf die Interaktionsfläche)
- ➔ Teleportation
- ➔ Fliegen (konstante Bewegung)





6. Implementierung der VR-Applikation

■ Navigation durch Teleportation



6. Implementierung der VR-Applikation



■ VR-System HTC Vive – Navigation durch freien Flug (Steuerung durch Controller)

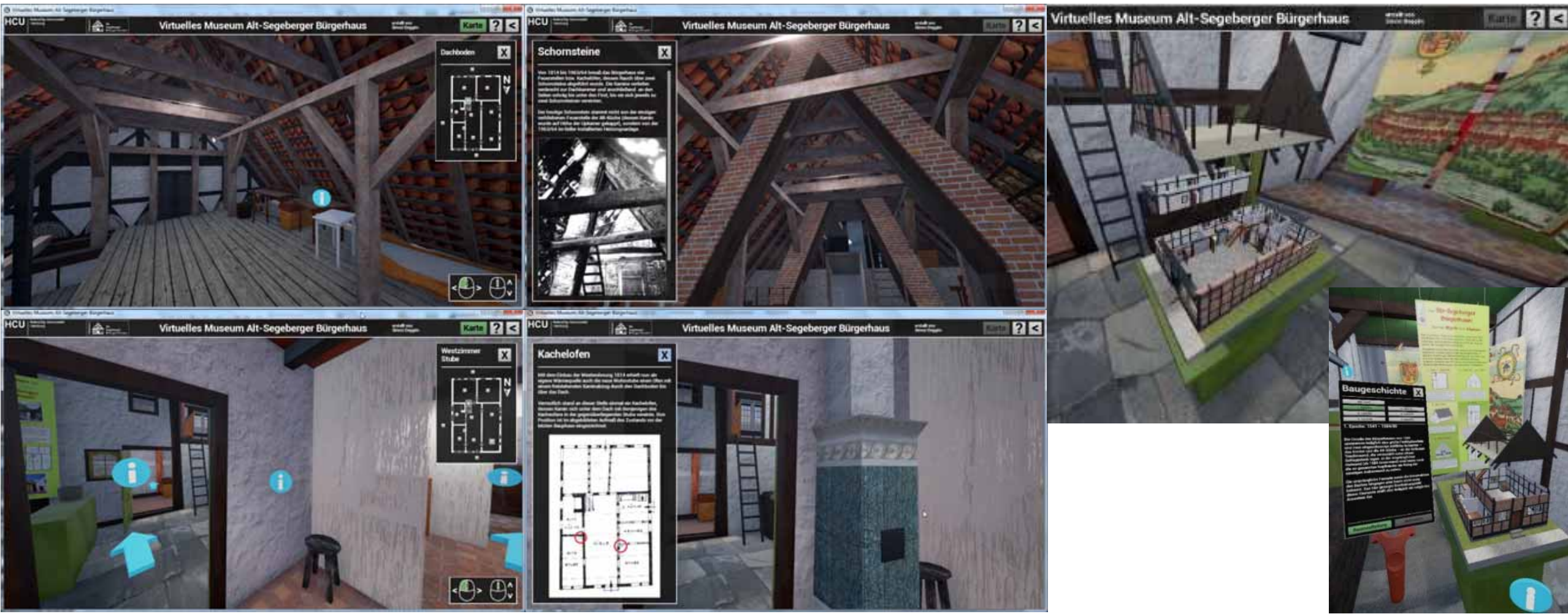
6. Implementierung der VR-Applikation

VR project Selimiye Mosque in Edirne, Turkey



6. Implementierung der VR-Applikation

- Animationen – z.B. nicht-existierende Objekte, Darstellung von Änderungen/Prozesse







6. Implementierung der VR-Applikation

- Mehr-Nutzer-Funktionalität (an unterschiedlichen Orten)





6. Implementierung der VR-Applikation

- Ziel – Prozessorleistung für VR-System mit 90 FPS (ideal) → Optimierung der Daten
- Automatische Verwendung von Level-of-Detail-Algorithmen in der Unreal Engine
- Integration von Vegetation, Wolken, Nebel, Umgebungsbeleuchtung und Audio
- Qualitativ hochwertige Texturen zur Steigerung des immersiven Erlebnisses
- Hochauflösende 4K-Texturen ($4096 \times 4096\text{px}$) in Augenhöhe, geringere in der Höhe
- Texturen von Fotos oder von einer Internet-Datenbank (<https://texturehaven.com/>)



7. Anwendungen

HCU-Projekte





7. Anwendungen

Museum



Meetings



Konferenzen



Therapie (Höhenangst)



Rehabilitation



Medizin (Operation)



7. Anwendungen

Ausbildung

Schule (Lernen)

Planung (Büroeinrichtung)



Kulturelles Erbe

Technik (Schulungen)

Training (Militär)

8. Fazit & Ausblick

- VR-Applikationen aufgrund von 3D-Daten (Volumenmodelle)
- Kompromiss zwischen Datenmenge (LoD) und anwenderfreundlicher Visualisierung
- Verschiedene Game Engines verfügbar (Unity | Unreal)
- Ergänzung der VR-Geometrie durch “Leben” & Audio (& Geruch)
- Interaktion → Animationen, Serious Games → Edutainment
- Integration → Storytelling
- Virtual Reality als neue Form der Informations- & Wissensvermittlung (z.B. in Museen)
- Integration in HCU-Hochschulausbildung – Mastermodul 3D-Visualisierung

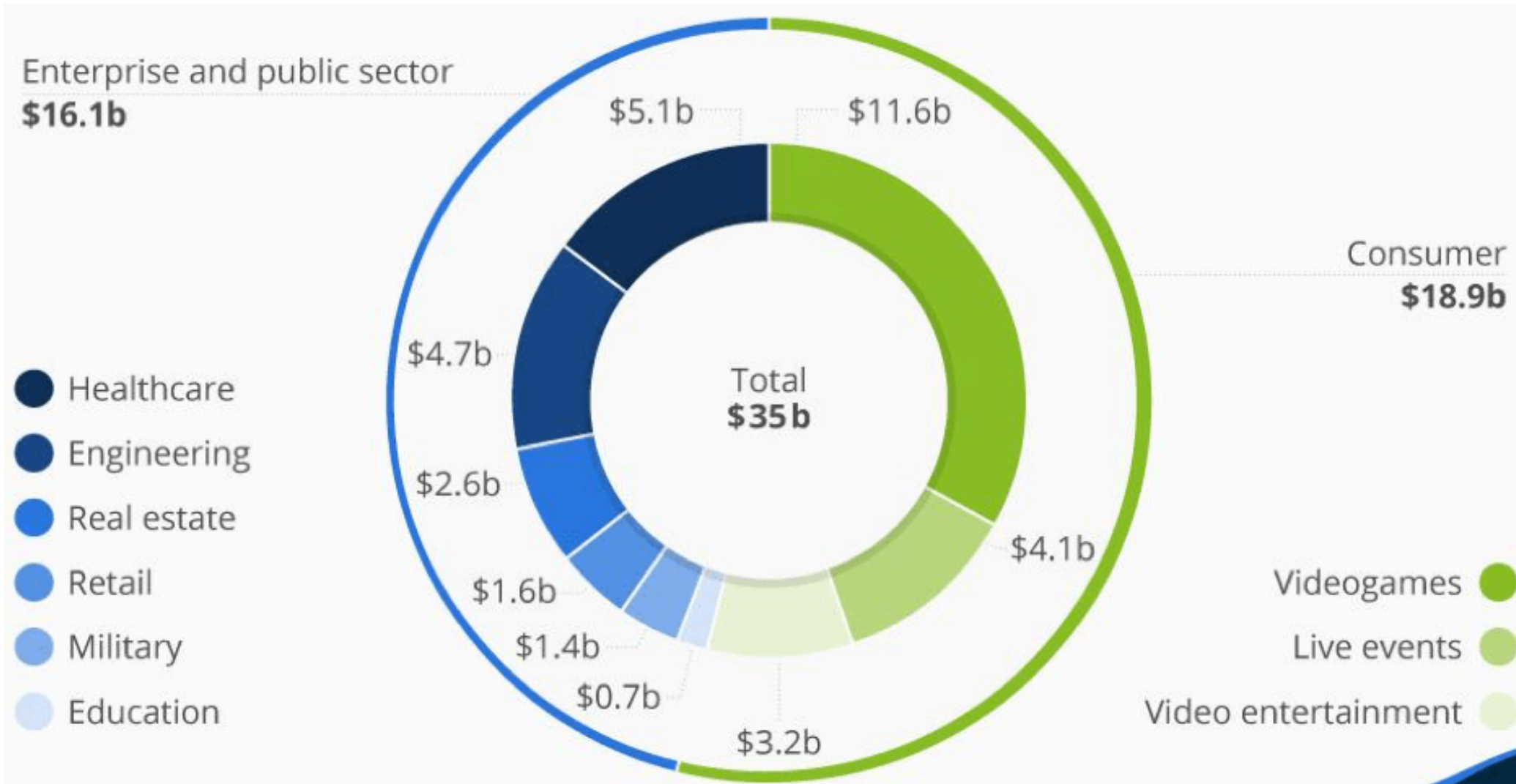


Fjord Clyde Inlet, Kanada



The Diverse Potential of VR & AR Applications

Predicted market size of VR/AR software for different use cases in 2025*



<https://www.statista.com/chart/4602/virtual-and-augmented-reality-software-revenue/>

Dank: M.Sc. Simon Deggim
M.Sc. Alexander Walmsley
Dipl.-ing. Maren Lindstaedt
M.Sc. Felix Tschirschwitz

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**

Kontakt – Prof. Dr.-Ing. Thomas P. Kersten

HafenCity Universität Hamburg, Labor für Photogrammetrie & Laserscanning, Überseeallee 16, D-20457 Hamburg, Thomas.Kersten@hcu-hamburg.de

10. Hamburger Forum für Geomatik 2020



HafenCity Universität Hamburg
3. und 4. Juni 2020

