



hochschule aschaffenburg
university of applied sciences

Beispiel: Photogrammetrie

Computergrafik: Realitätserfassung

Block I: Realitätserfassung

- Lektion 2: Praxisübung „Photogrammetrie“
 - Methoden der 3D Rekonstruktion
 - Time of Flight Messsysteme
 - Lasertracker
 - Photogrammetrie
 - Praxisbeispiel: Modellroboter
 - Grundlagen: Autodesk ReCap, (Meshmixer); Unity



„Almost real“





Anwendungsszenario

Projektspezifikation

Anwendungsszenario

- Produktkommunikation für Kunden-Messe
- Darstellung eines Industrie 4.0 – Fabrikmodells für Aus- und Weiterbildung
- Botschaft: „Attraktiver Ausbildungsbetrieb“
- Problem
 - Keine Konstruktionsdaten (CAD)
 - Detaillierte Struktur (kein einfaches generatives Modellieren sinnvoll)

Anwendungsszenario

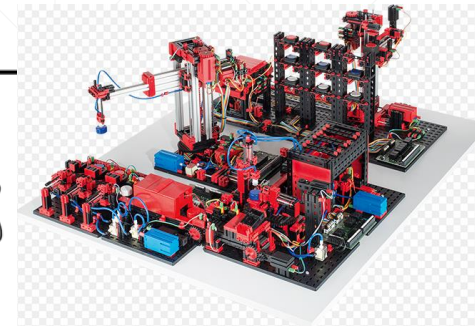
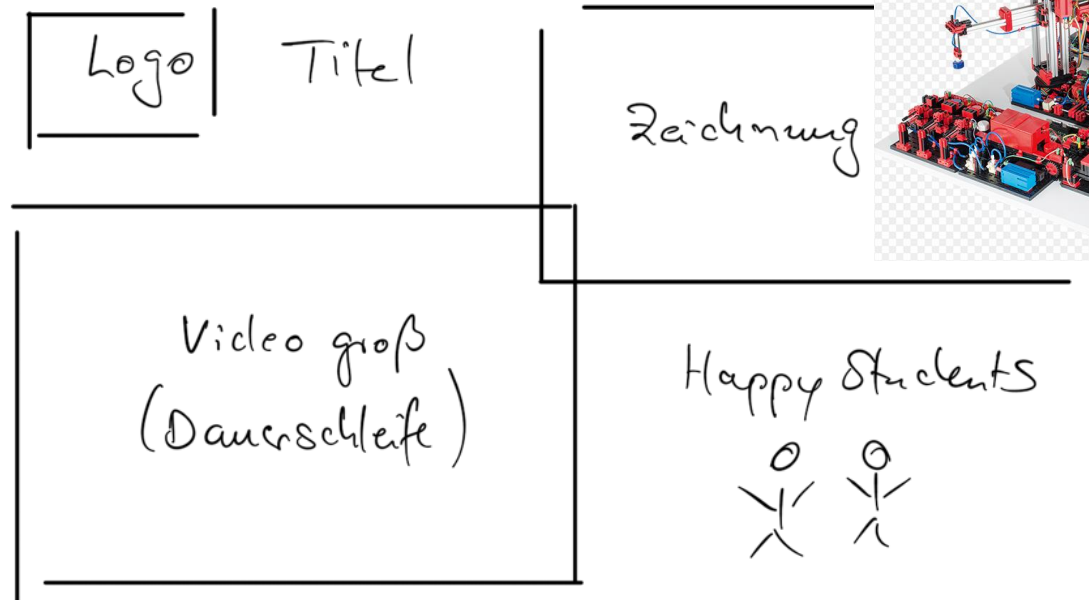
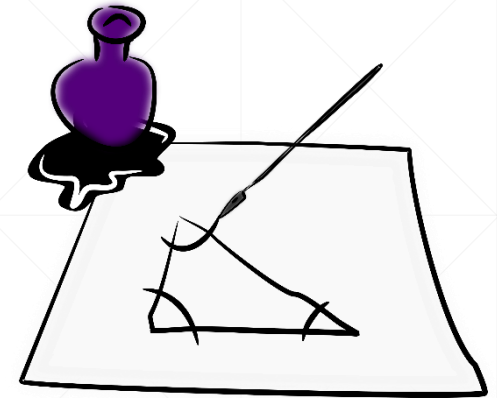
Endlosschleife



Planung

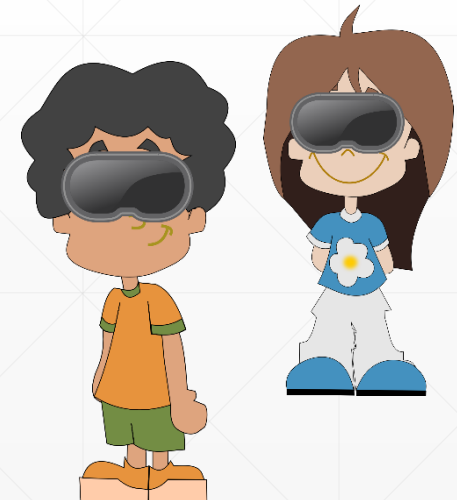
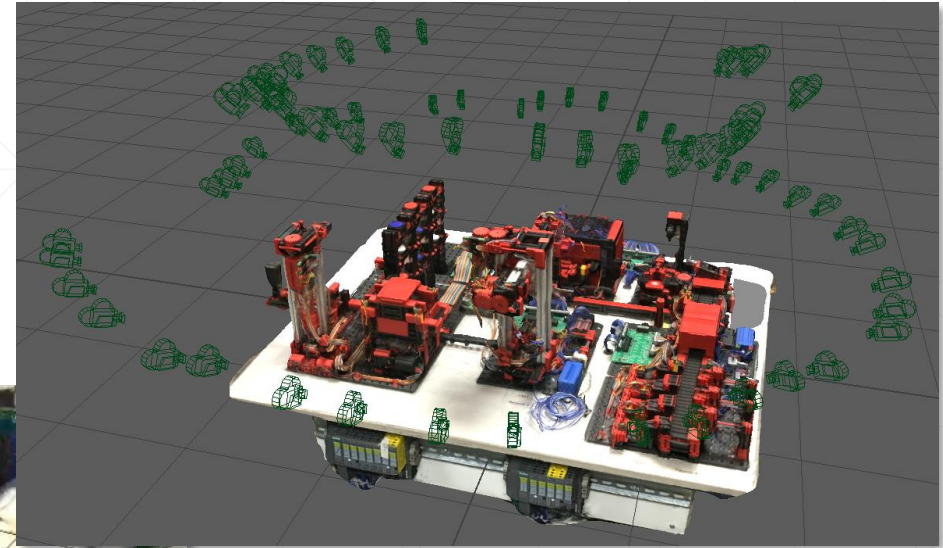
„Design Document“

- „Computergrafik“ fängt in vielen Fällen mit Papier und Bleistift an





Experience Education
Education Experience



- Grundlegende Messprinzipien ...

- Time-of-Flight (ToF)
- Laserscanner
- Photogrammetrie
- Streifenprojektion

... zur Erfassung von 3D Modellen.

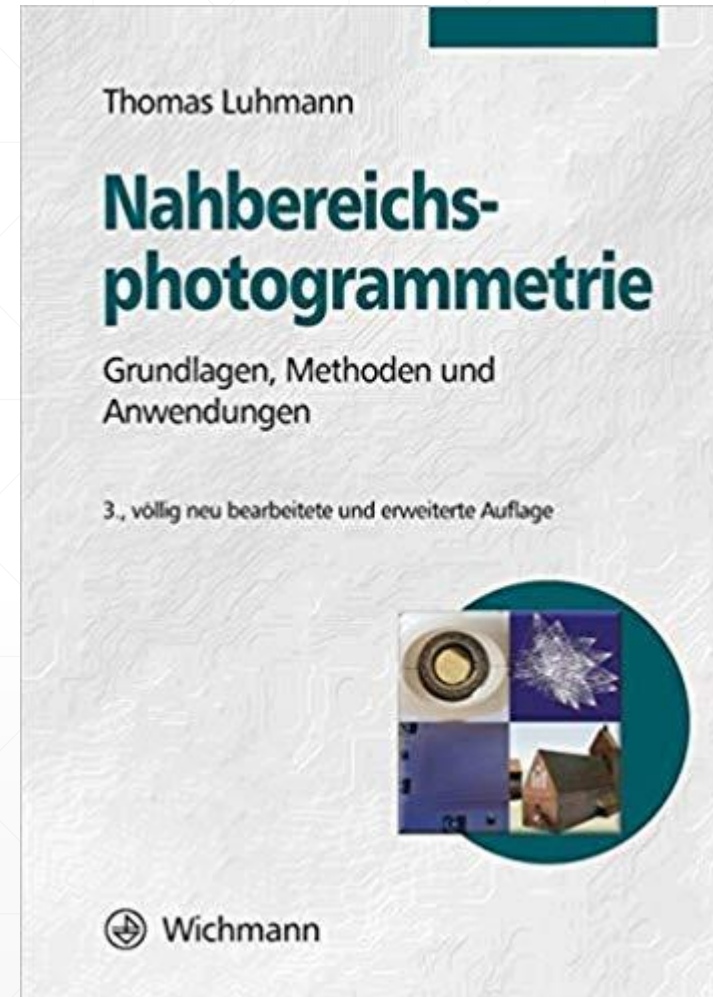


Achtung!
Keine Messtechnik-Vorlesung!

Hardware

Projektspezifikation

Literatur

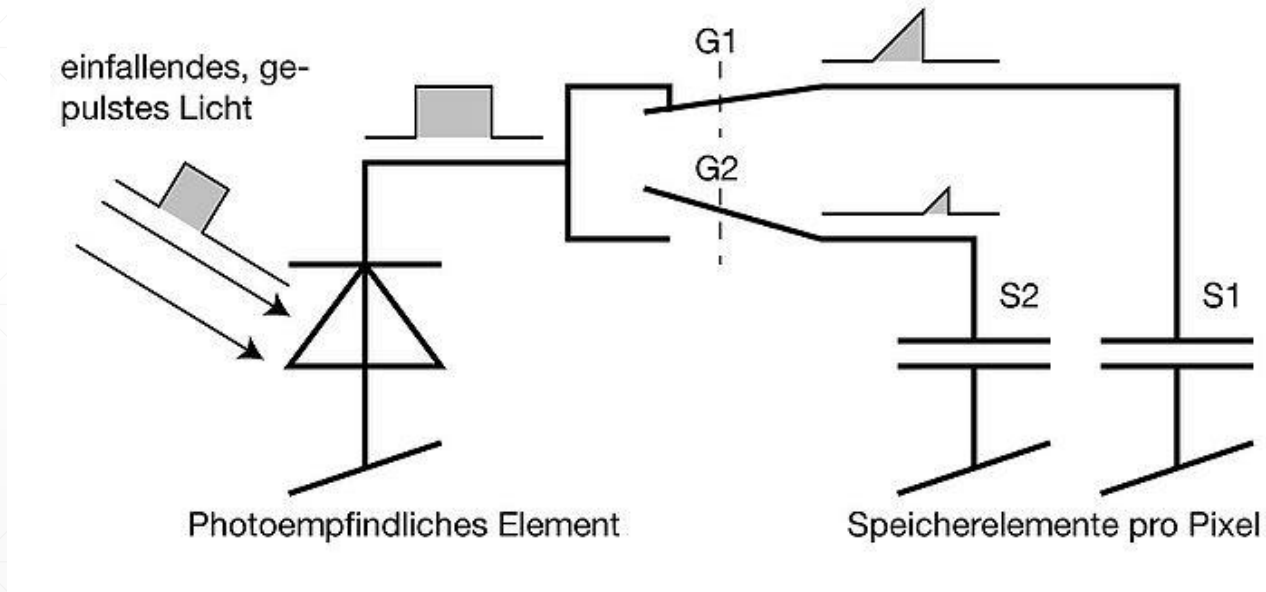


Laufzeitmessung „Time-of-Flight“, ToF



(Quelle: Microsoft)

Auswertung von reflektierten Lichtpulsen



hier: naher IR Bereich

Abtastrate	~60kHz
Genauigkeit	1cm

(Quelle: Wikipedia)

Laufzeitmessung

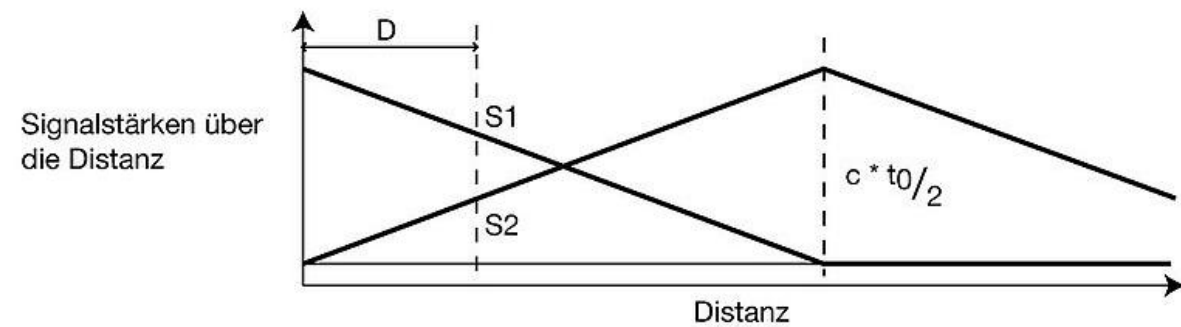
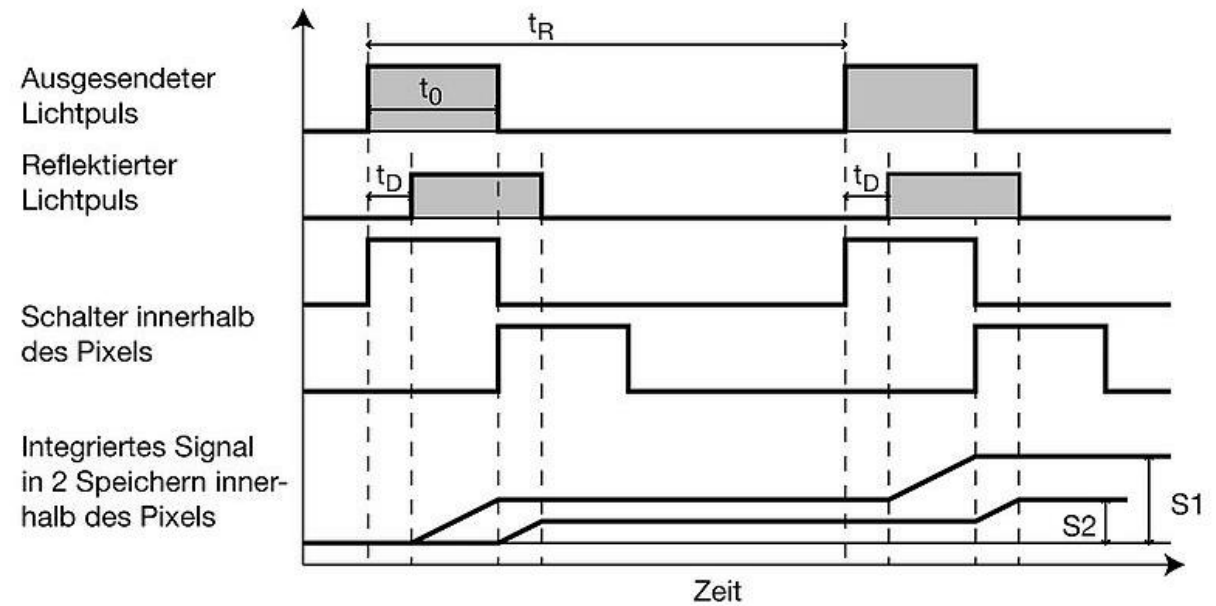
„Time-of-Flight“, ToF

Laufzeit bei Abstand $D = 2,5\text{m}$:

$$t_D = 2 \frac{D}{c_{\text{luft}}} = 2 \frac{2,5 \text{ m}}{299.710 \text{ km s}^{-1}} \approx 16,7 \text{ ns}$$

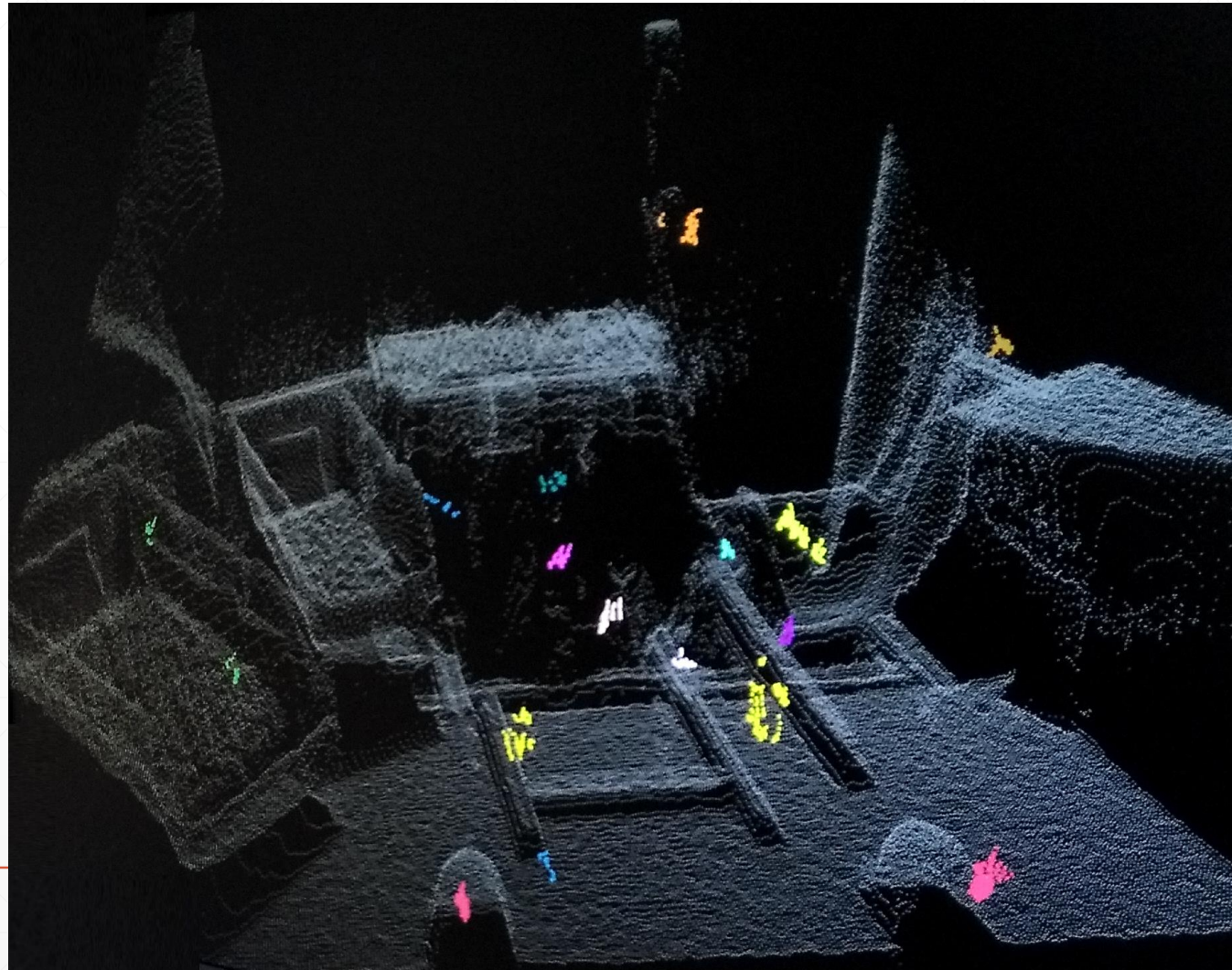
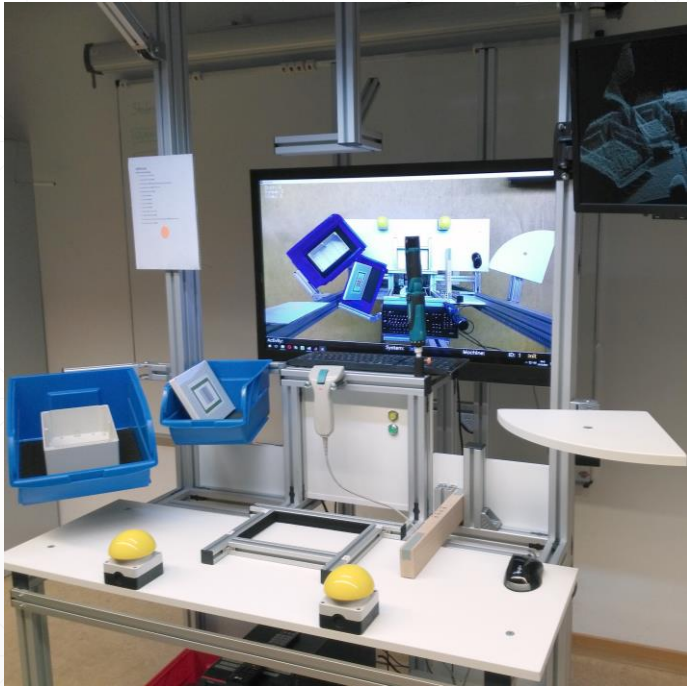
Max. Abstand bei Pulslänge 50ns :

$$D_{\text{max}} = \frac{c_{\text{luft}} t_0}{2} = \frac{299.710 \text{ km s}^{-1} \cdot 50 \text{ ns}}{2} \approx 7,5 \text{ m}$$



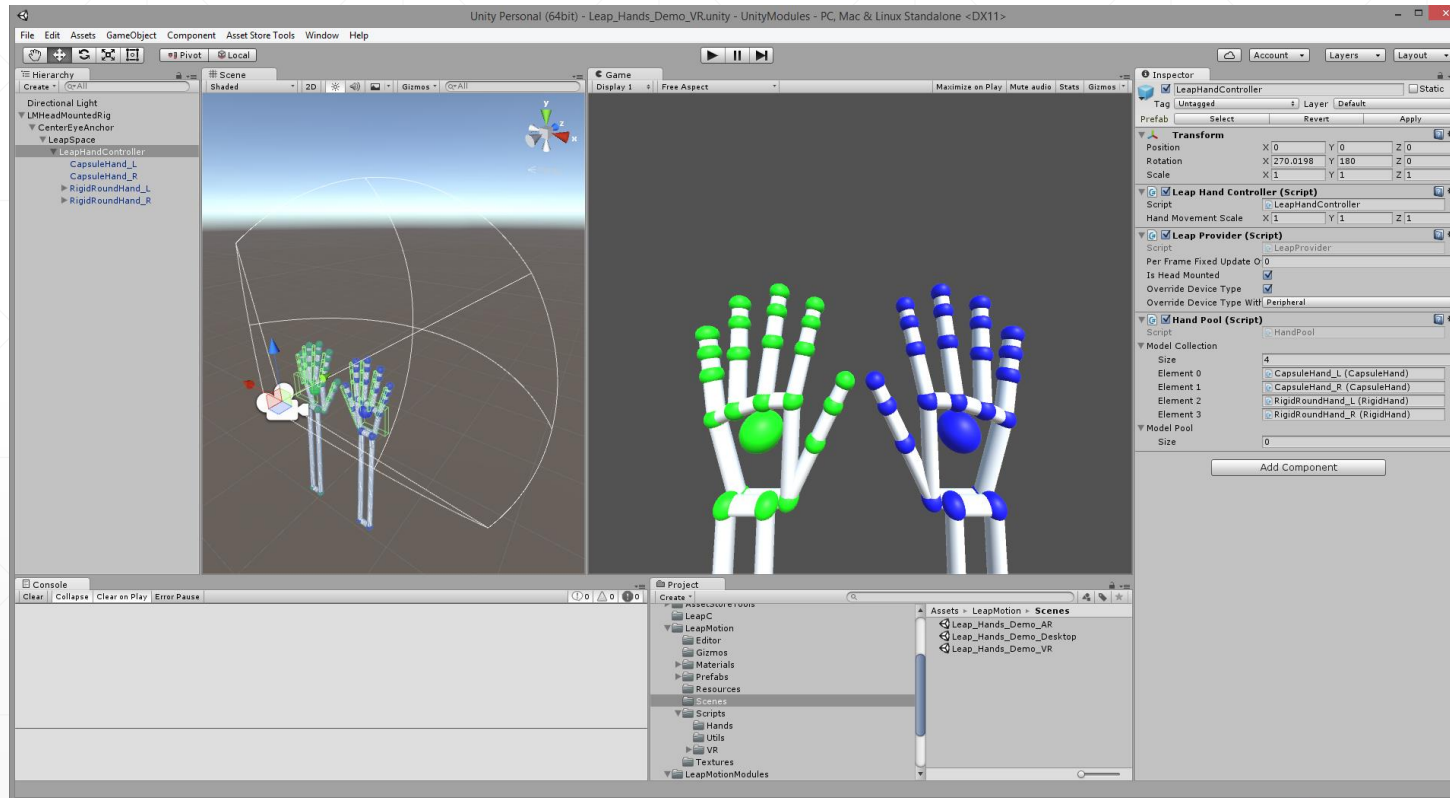
3D Live-Visualisierung

GePRO: Gestenbasierte Prozessanalyse



Laufzeitmessung: Weiteres Beispiel

Virtuelle Repräsentation (Hände)



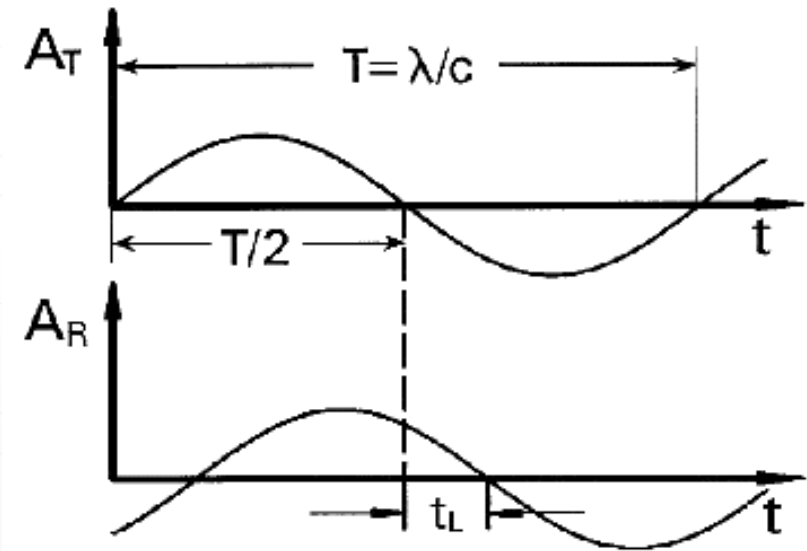
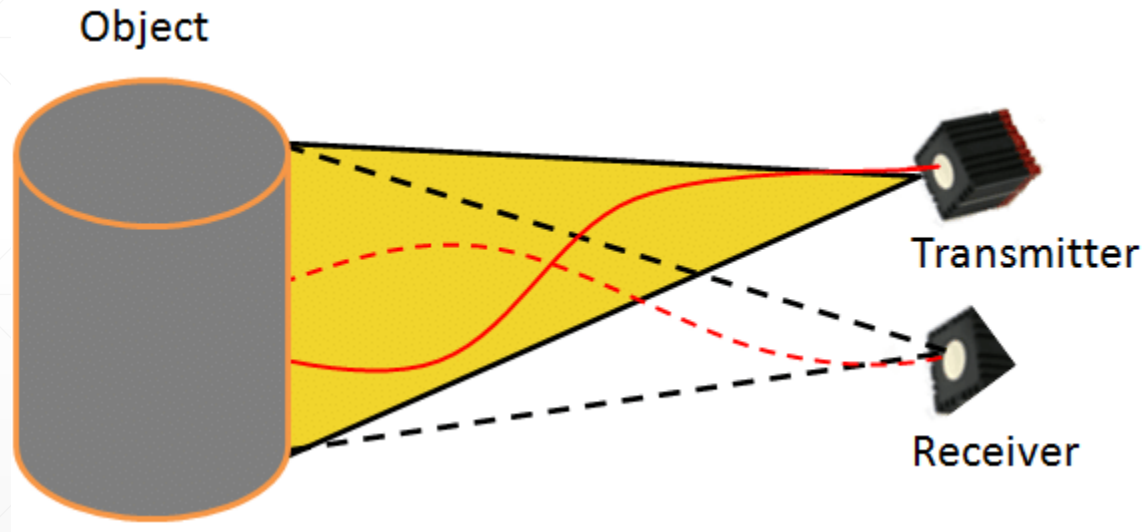
Interferenzmessung

Laserscanner; Continuous Wave Verfahren (CW)

Abtastrate	1MHz
Genauigkeit	1mm

Abtastung über Raumwinkel, Bestimmung der Phasendifferenz

i.d.R. mehrere Wellenlängen



(Quelle: Jamtsho, Sonam. (2018).
Geometric Modelling of 3D Range Cameras and their
Application for Structural Deformation Measurement.)

(Quelle: <http://www.geoinformation.net>)

Interferenzmessung

Laserscanner



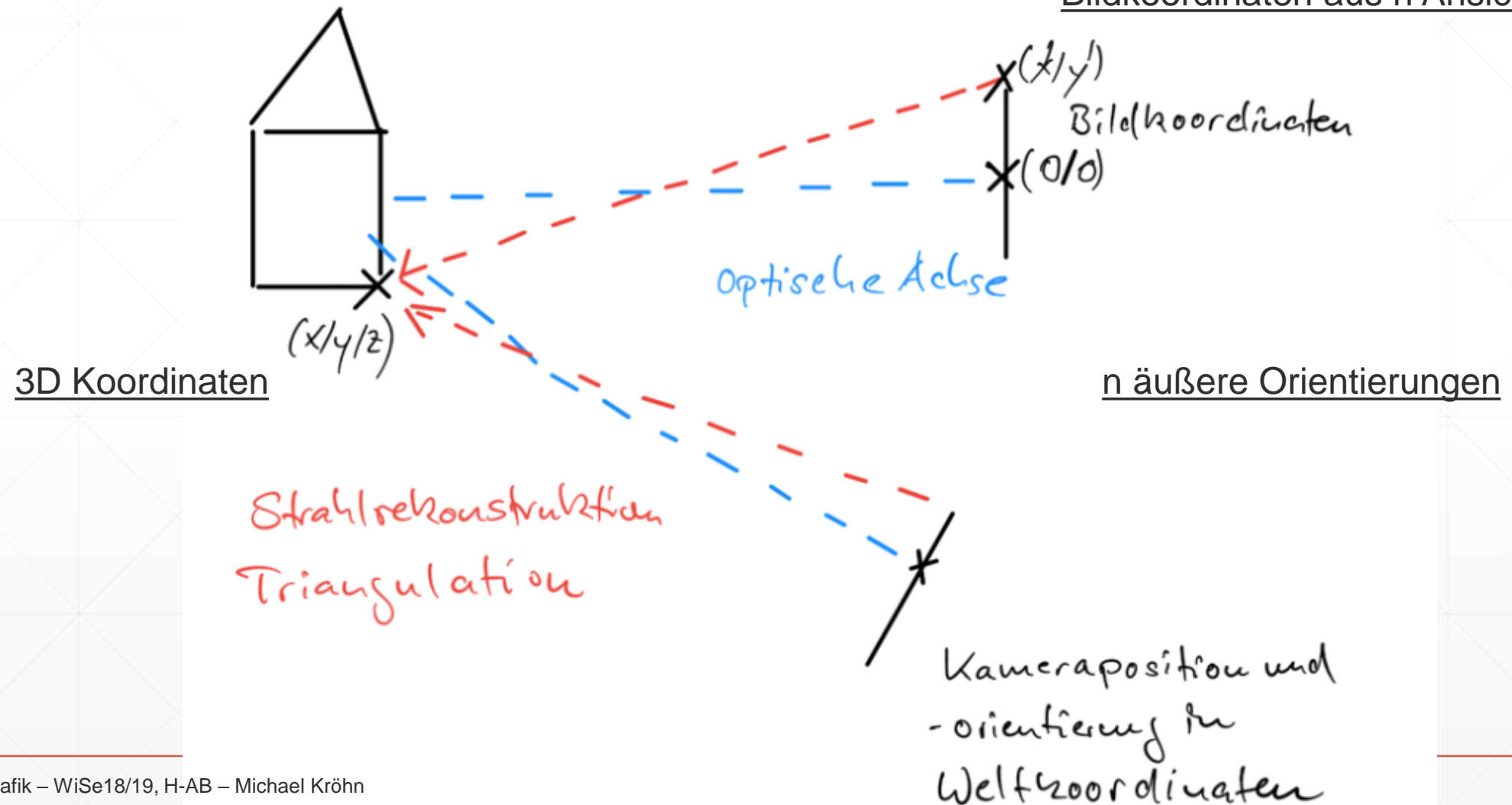
(Quelle: Faro)

Reflektionsbild des 3D-Laserscans einer Flugzeughalle. Zu jedem Bildpunkt existiert auch eine 3D-Koordinate, die hier nicht dargestellt ist.

Photogrammetrie

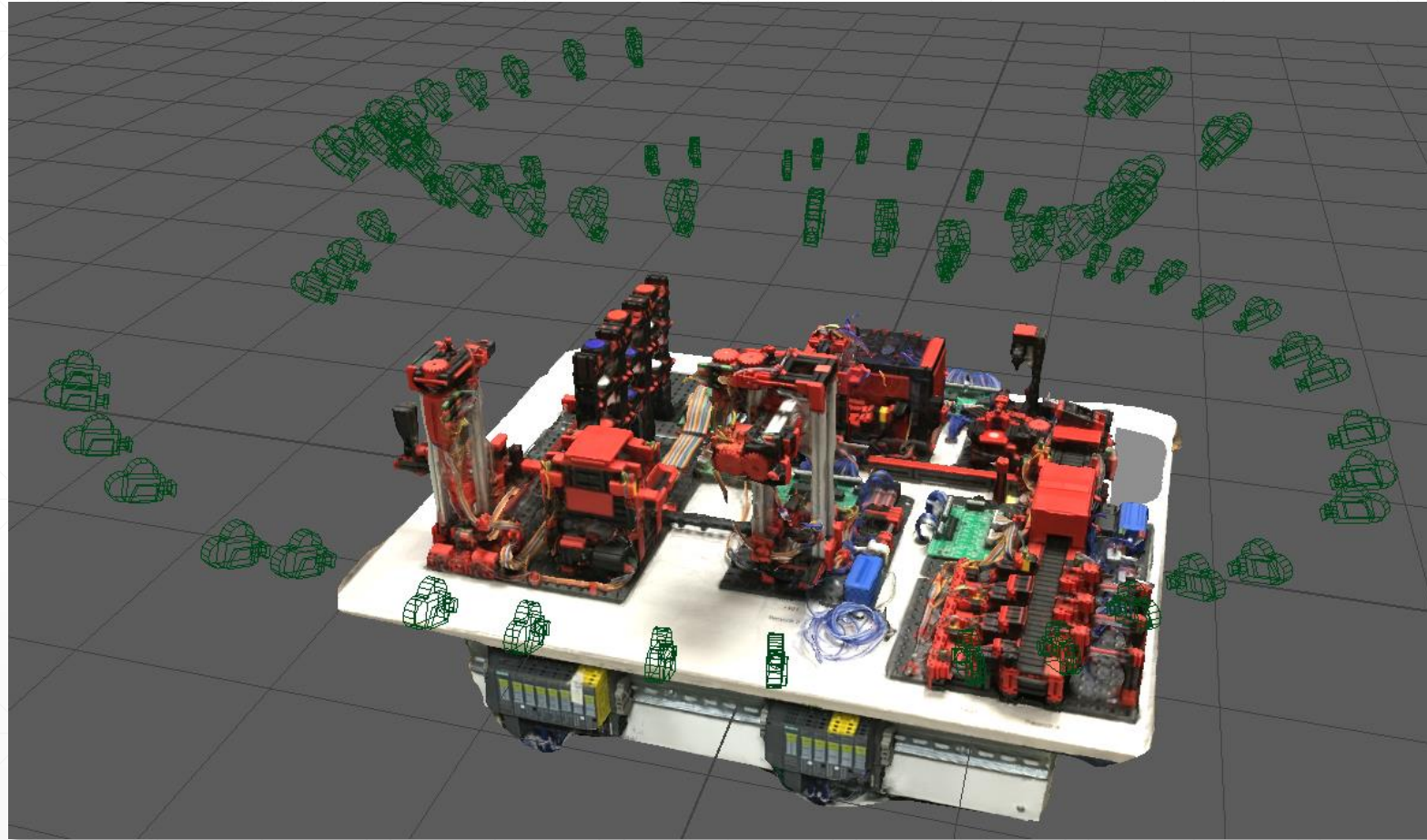
Nahbereich

Bildkoordinaten aus n Ansichten



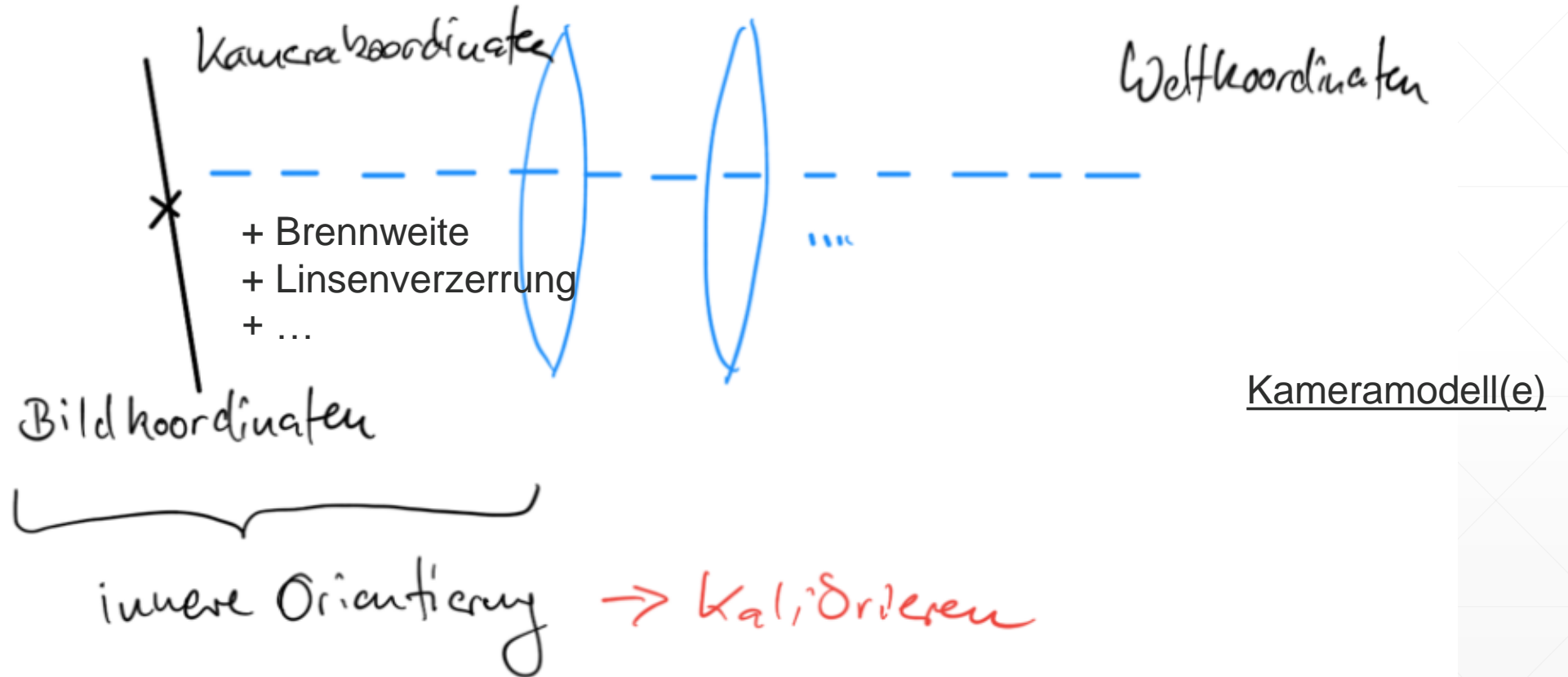
Photogrammetrie

Nahbereich



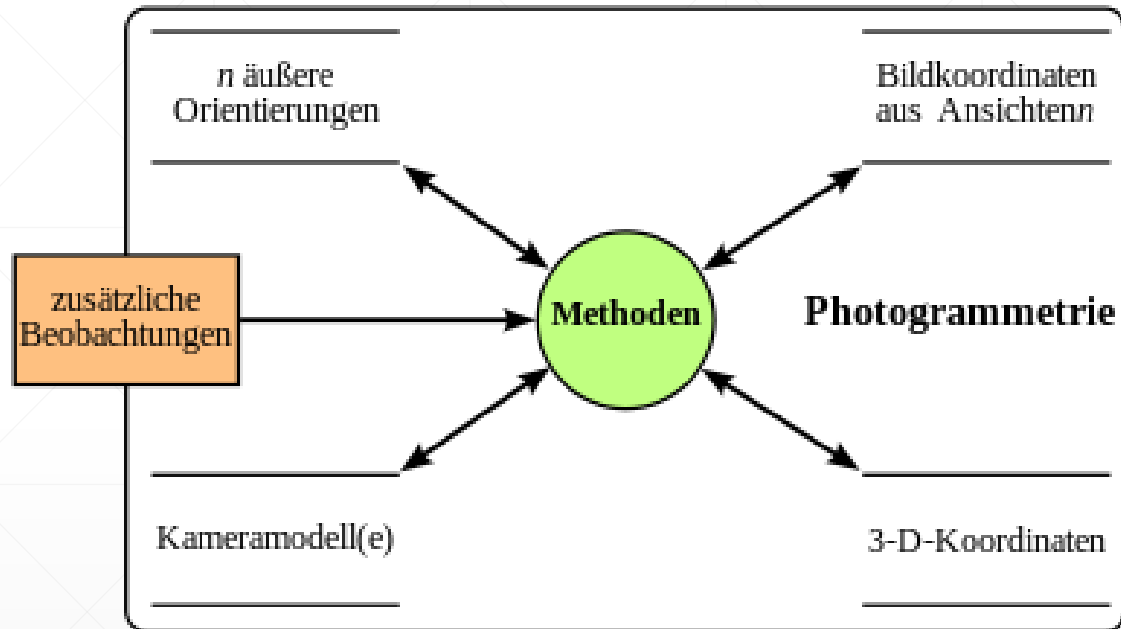
Photogrammetrie

Nahbereich



Photogrammetrie

Nahbereich



$$x = PX$$

mit

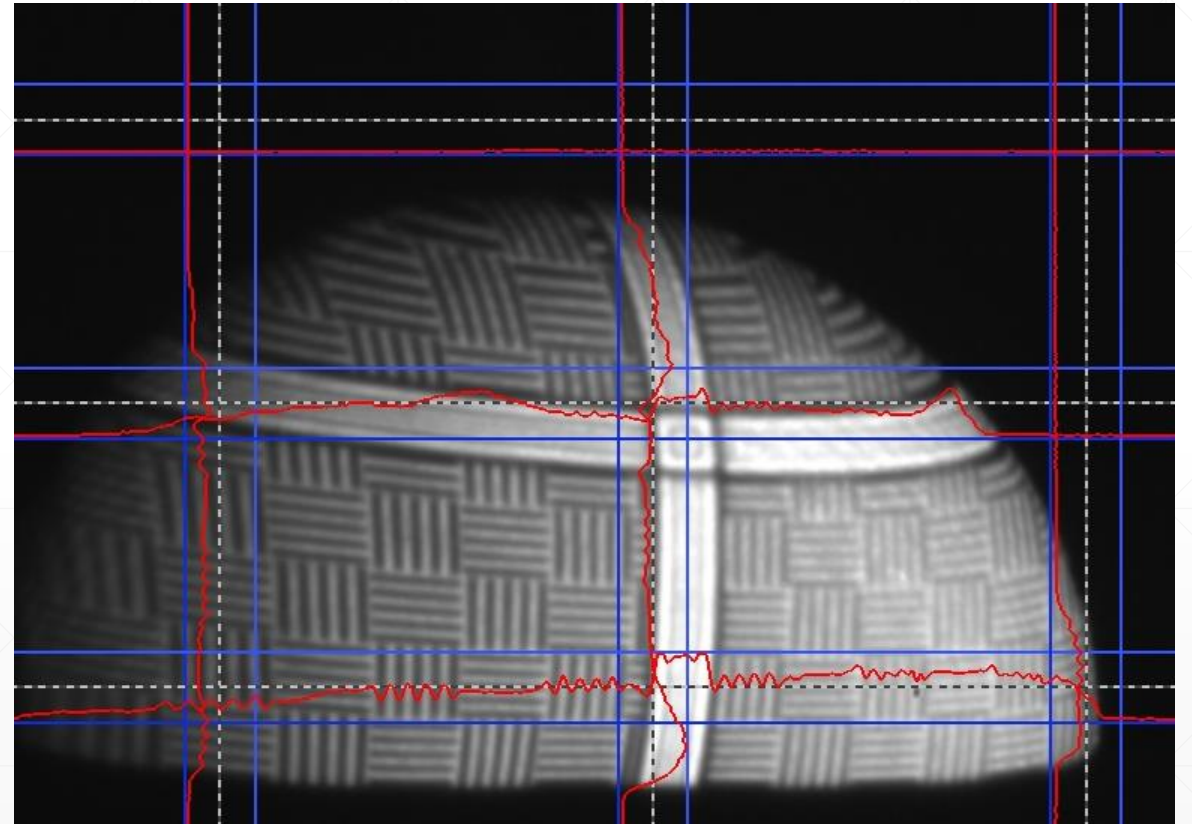
$$P = KR[I | -Z]$$

- x – homogene Bildkoordinate (2D)
- X – homogener Raumpunkt (3D)
- P – Projektionsmatrix
- K – Kalibriermatrix mit Kamerakonstante
- R – Rotationsmatrix
- I – Einheitsmatrix
- Z – Lage des Projektionszentrums (homogen)

(Quelle: Wikipedia)

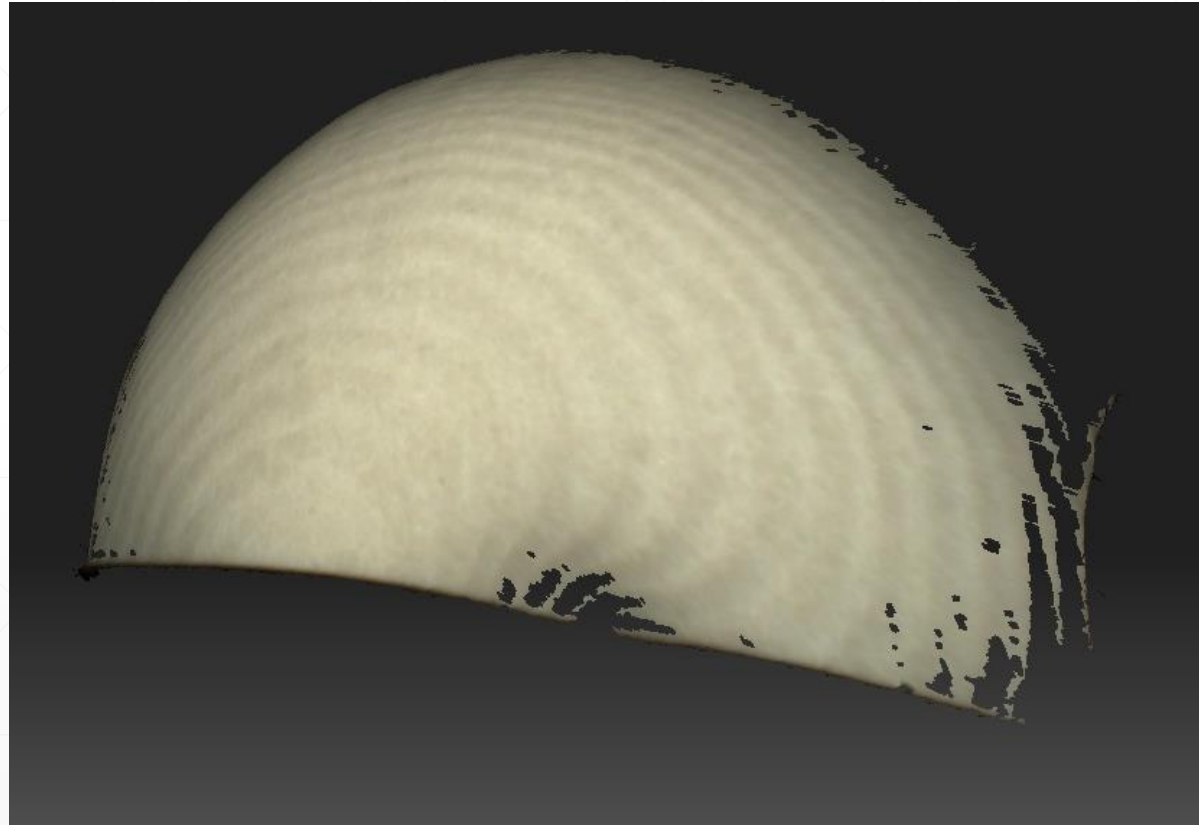
Streifenprojektion

Nahbereich



Streifenprojektion

Nahbereich



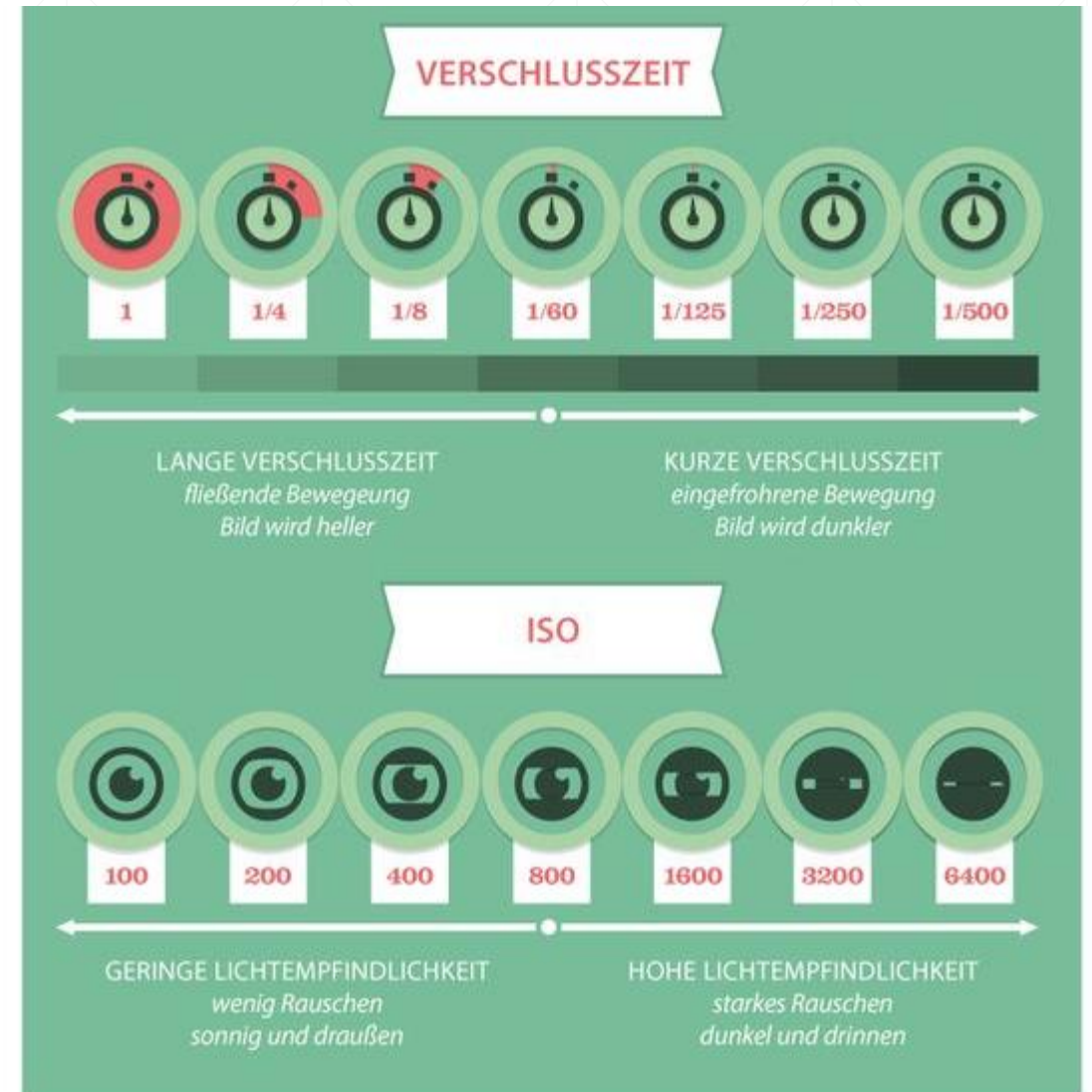
Prototyping

Content Creation

Vorbereitungen



Vorbereitungen



(Quelle: pinterest)

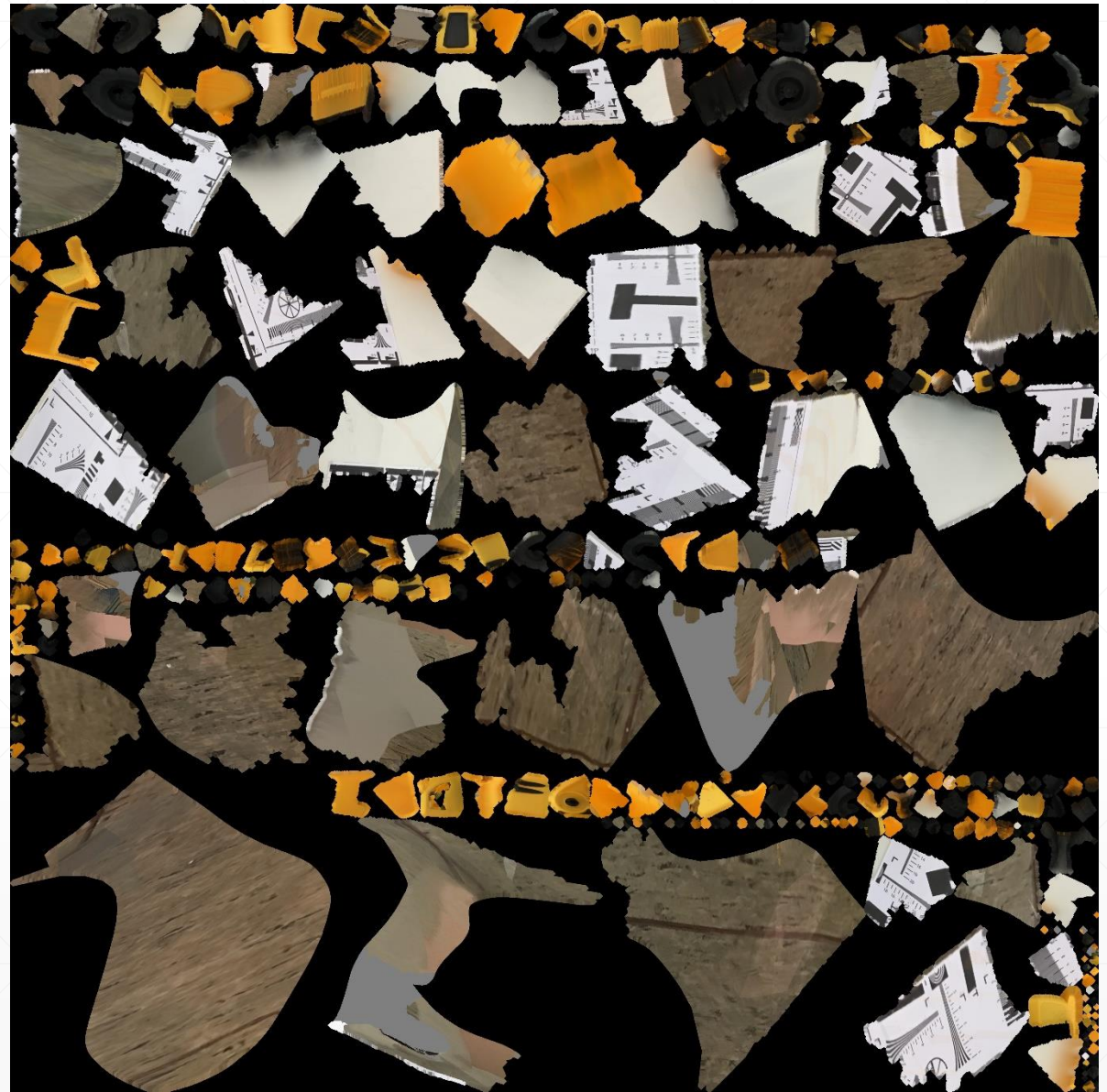
Software



Exkurs: Texturen

Asset Creation

Diffuse Map



Vorgehensweise

- Verschiedene Arten von Texturen
 - Einfache Strukturen, wiederholte Anwendung auf den gleichen Körpern (Tiling)
 - Darstellungen (bspw. Front einer Maschine), die auf Körper „aufgeklebt“ werden.
- Bilder für Texturen aufnehmen
 - 2D Bild heißt Albedo Map oder Diffusion Map
 - Muss gleichmäßig (homogen) ausgeleuchtet sein, sonst kein nahtloses Tiling möglich
 - Größe meist quadratisch, 512x512Px bis 8192x8192Px
- Erzeugen weiterer Maps aus ursprünglichem Bild
 - Height Map, Normal Map / Bump Map, Metallic Map; bspw. mit Materialize

Bump Map

Emboss Bump Mapping =



Verschobene Höhentextur (gegen Lichtquelle)
– Originale Höhentextur



Software



Materialize