

„Scan Your Head“

(SYH)

Von der Bilderfassung zum fertigen 3D Modell

Projektbericht

AG Bildbearbeitung

**Stefan Abel
Ulli Mergesmann
Claus Schuster**

26. Juli 2023

Projektziel

**Echtzeiterfassung eines menschlichen Kopfes
und Erstellung eines 3D Modells**



**Randbedingung:
einfacher und kostengünstiger Gesamtprozess**

Problemdarstellung

Die Auflösung beim Scannen eines Menschen z.B. mit einer Kinect-Kamera ist gering und auch mittels der Methode der Photogrammetrie ergeben sich nur ungenügende Ergebnisse.

Die minimalen Bewegungen der gescannten Person zwischen den Aufnahmen beeinflussen die Qualität.

Lösung: gleichzeitige Fotos in Echtzeit

Workflow

- Bilderfassung: gleichzeitige Aufnahmen mit 50 ESP32-Kameras
- Punktwolken und Mesh erstellen mittels open source Software
- Modell virtuell nachbearbeiten
 - Oberflächen glätten, Meshes reduzieren
 - Sculpting (hinzufügen, wegnehmen)
 - Modell wasserdicht machen
 - Wandstärke erstellen
- Modell realisieren z.B. mittels 3D Druck

Detailfragen

- Genügt die Qualität von kostengünstigen ESP32-Kameras
- Welcher Abstand Objekt – Kamera ist optimal
- Wieviele Kameras sind notwendig
- Wie soll die gleichzeitige Auslösung erfolgen
- Welche Beleuchtung ist notwendig
- Wie vermeiden wir die Überbelichtung bei gegenüberliegenden Kameras
- Die Tiefenschärfe muss einfach nachjustierbar sein
- Das fertige „Aufnahmegerät“ muss transportabel sein
- Die Software soll sicher und bedienerfreundlich sein

Planungsphase

(Jan – Dez. 2021)

Genügt die Auflösung der ESP32 mit dem OV2640 Kameramodul um ein 3D Modell zu erstellen?

- Testung des Prinzips mittels 3 ESP32 und dem OV2640 Kameramodul
- gleichzeitige Auslösung der ESP-Kameras über ein Skript
- Entwicklung eines Prototypen - Kameragehäuses
- 3D-Modellerstellung mittels Photogrammetriesoftware (z.B. Zephyr, Agisoft, Meshroom)

Ergebnisse aus der Planungsphase

1. Die Auflösung der ESP32Cams von 2 MP ist ausreichend für die Weiterverarbeitung und Erstellung eines 3D Modells
2. Die kürzeste Entfernung Kamera-Kopf beträgt 235mm und die längste 271mm.
Bei Einstellung des Kamerafokus auf 230 mm reicht die Tiefenschärfe bis zu 280mm
3. Anzahl Kameras und Kugelsegmente:
50 Kameras genügen, um das Modell mit genügend Überschneidungen zu erfassen.
Das Kugelmodell wird aus 3 Segmenten bestehen
4. Ein ESP32Cam Gehäuse ist konstruiert und gedruckt:
Kamera mittig, Durchlüftung, mit Schlitz am Holzbogen einsetzbar und mit Kabelbinder fixierbar

Ergebnisse aus der Planungsphase



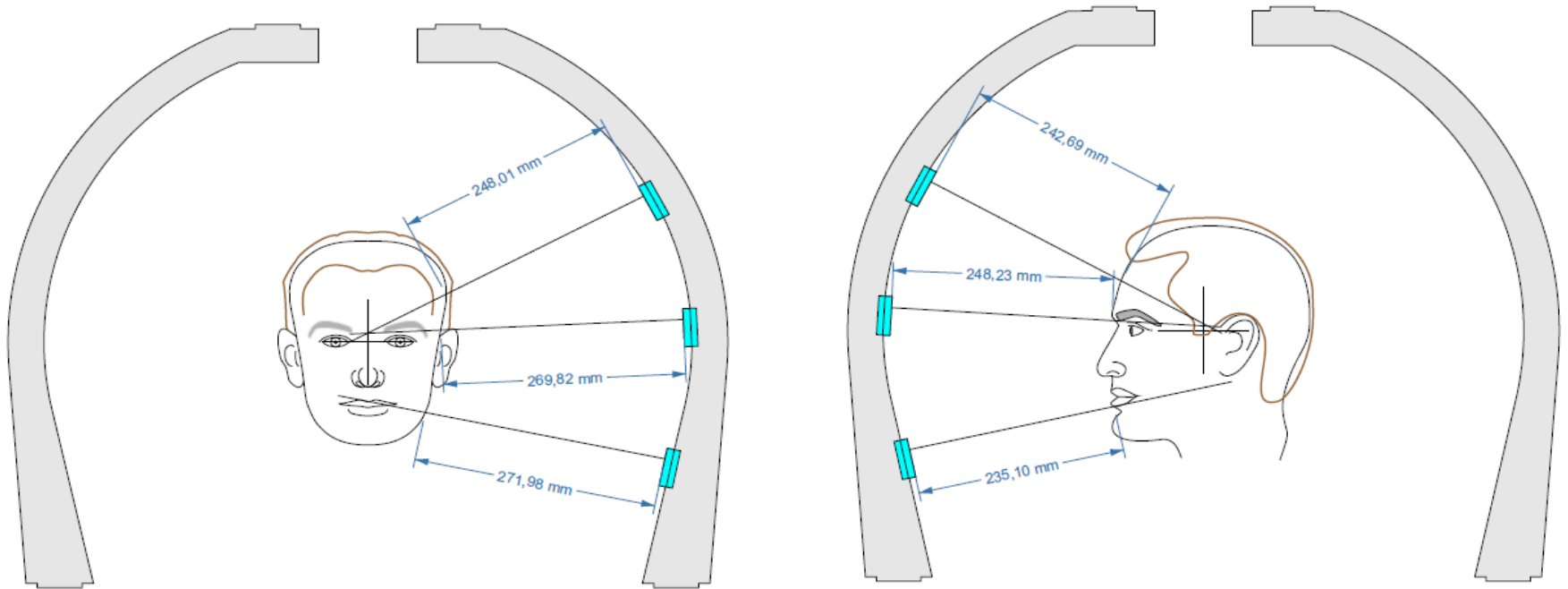
Ergebnisse aus der Planungsphase

- Wieviele Kameras sind notwendig

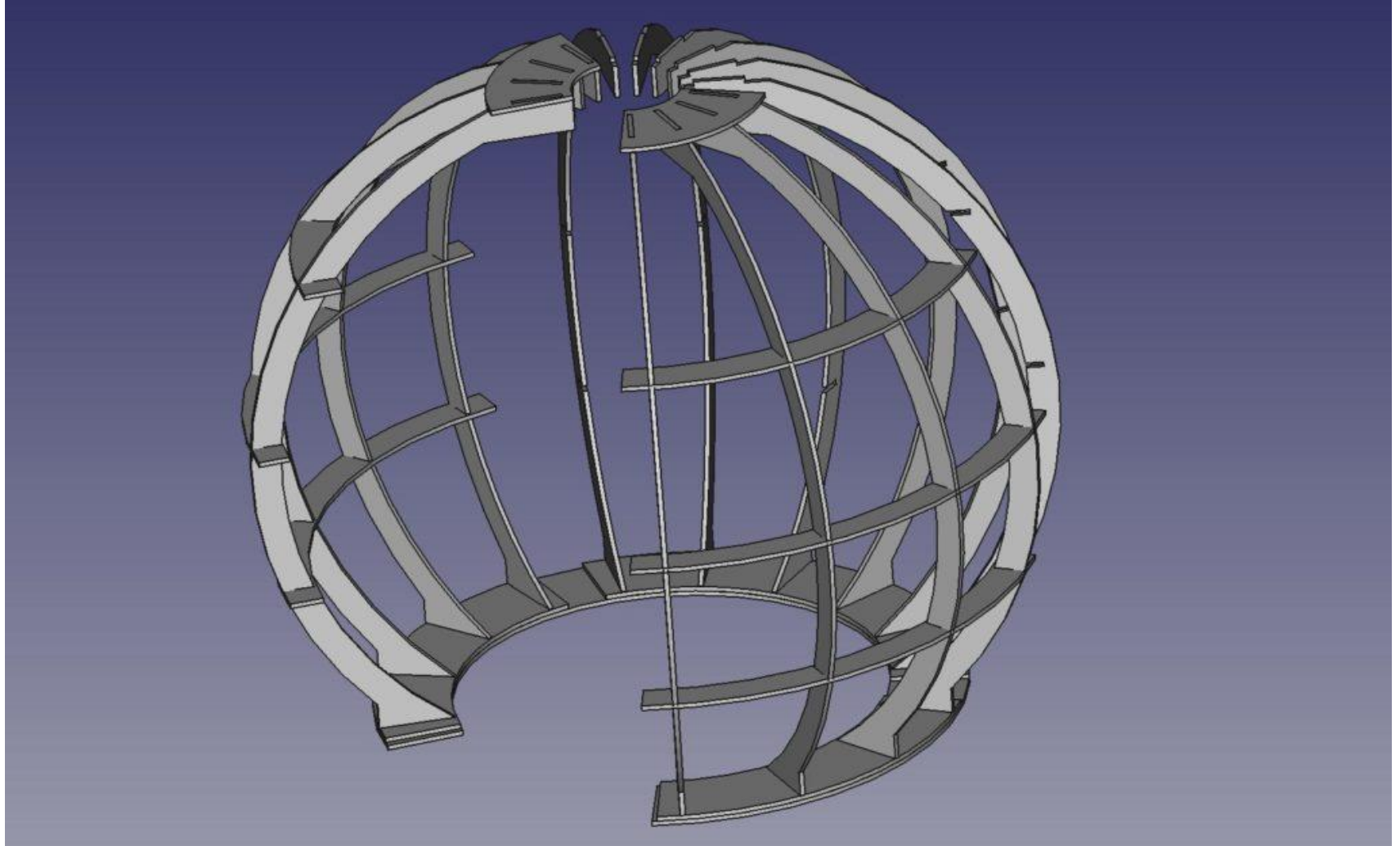


In einem Testaufbau mit einem Drehteller wurden die Anzahl der Bilder ermittelt, die zu einem guten Resultat geführt haben. Bei diesen Tests konnten mit ca. 50 Bilder gute 3D-Objekte erstellt werden.

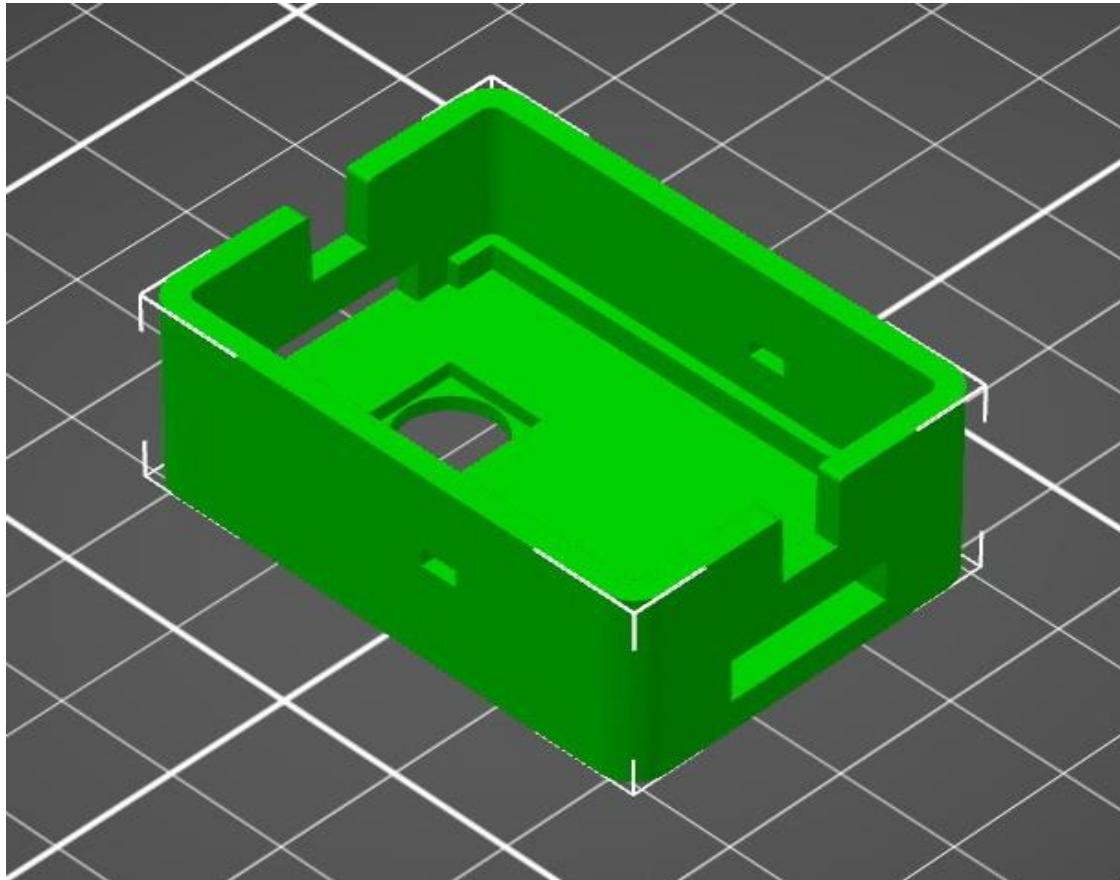
Ergebnisse aus der Planungsphase



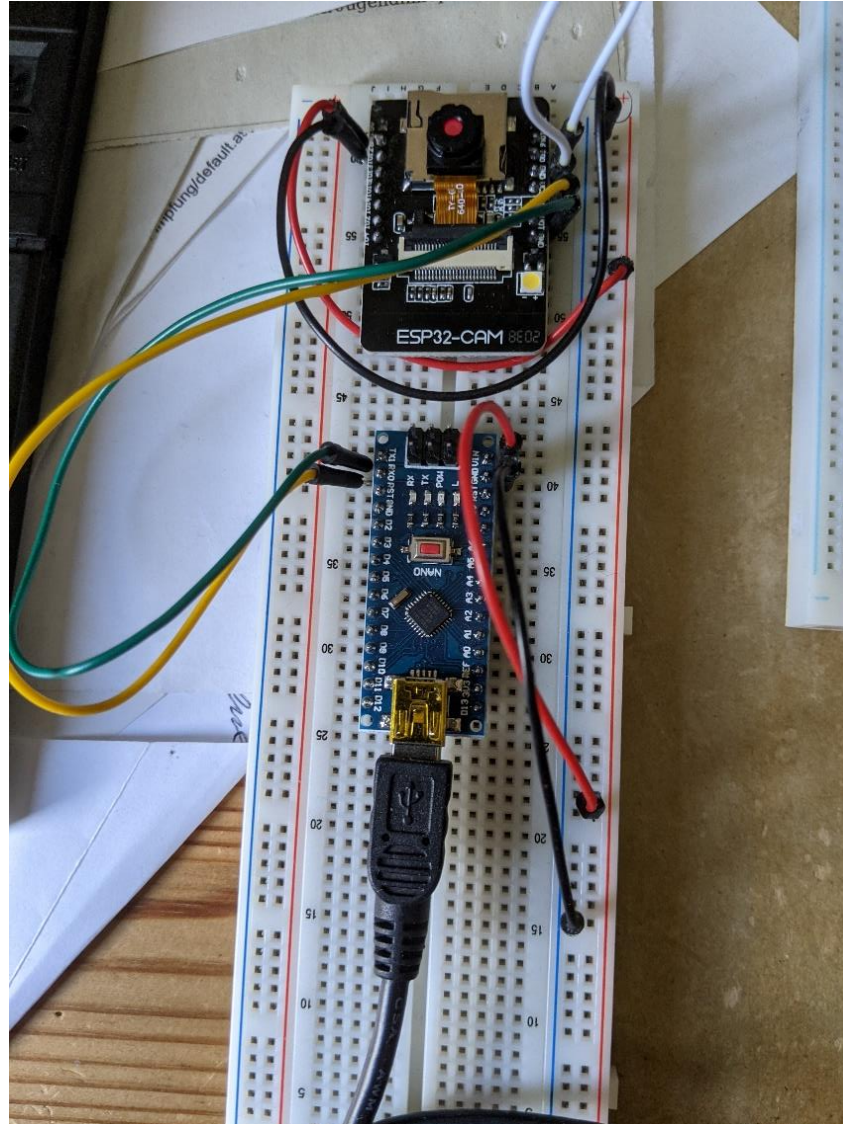
Ergebnisse aus der Planungsphase



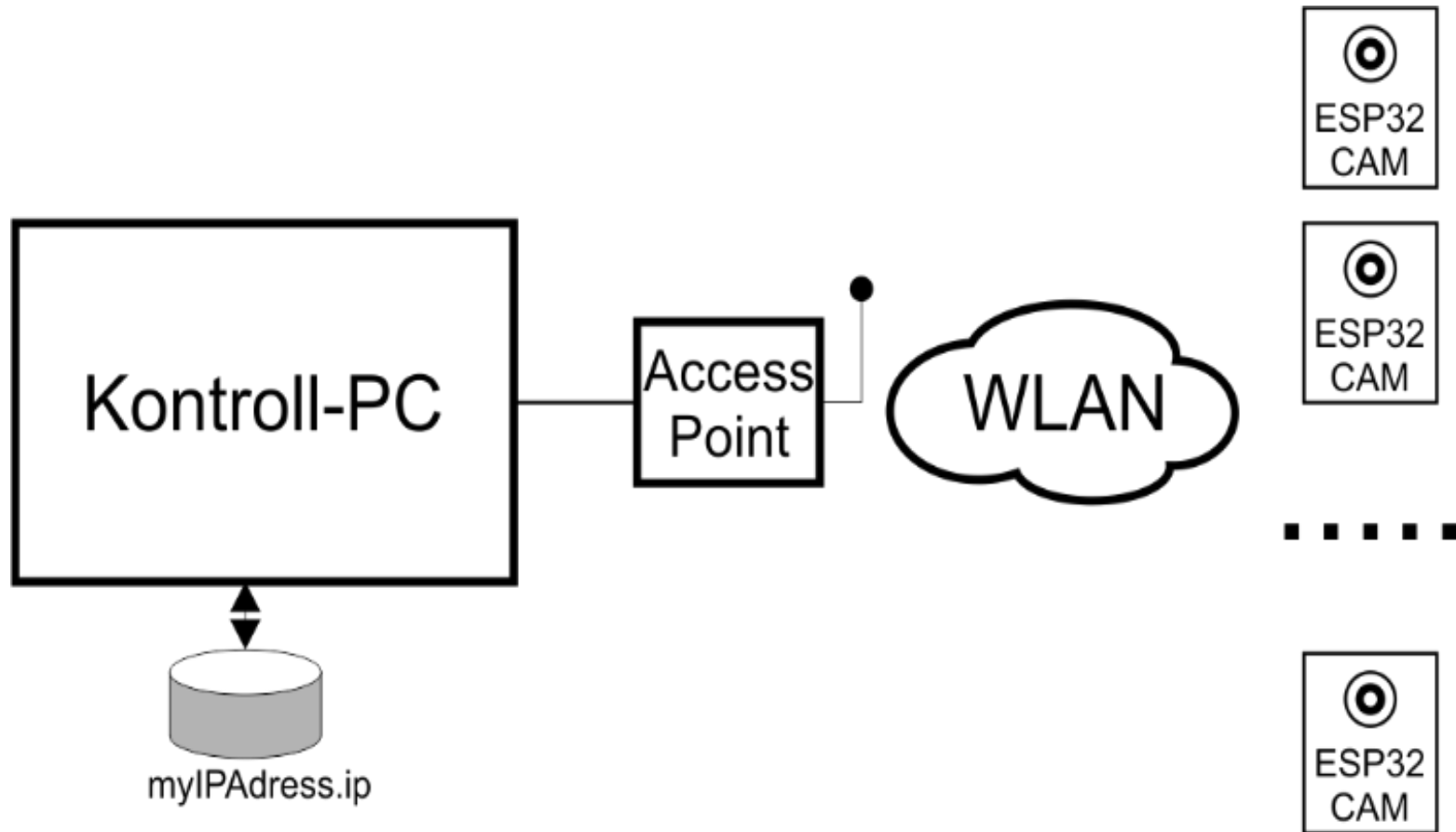
Ergebnisse aus der Planungsphase



Ergebnisse aus der Planungsphase



Ergebnisse aus der Planungsphase



Ergebnisse aus der Planungsphase

- Wie soll die gleichzeitige Auslösung erfolgen
- Es wurden zwei Verfahren für die Auslösung der Kameras in Betracht gezogen
 - Es wird von einem zentralen Mikrokontroller ein Signal per Hardware zu jeder Kamera gesendet.
 - Die PC-Software sendet per TCP/IP zu jeder Kamera einen Trigger
- Zur Zeit wird per PC-Software ein Trigger zu jeder Kamera gesendet

Ergebnisse aus der Planungsphase

- Die Software soll sicher und bedienerfreundlich sein
- Auf dem PC läuft eine in C# geschriebene Software. Diese Software enthält folgende Funktionen:
 - Verwaltung der ESP32-Cam's und Ermittlung der IP-Adressen von ESP32-Cam's
 - Die Übertragung der Parameter (z.B. Belichtungszeit, usw.) zu den Kameras
 - Trigger von einer bestimmten Kamera und Übernahme vom dem Foto
 - Trigger von allen Kameras und Übernahme der Fotos
- Auf dem ESP32 läuft eine Software, die die gesamte Kommunikation mit dem PC steuern. Diese Software wartet auf den Trigger vom PC, löst dann ein Foto aus. Danach werden die Daten von dem Foto zum PC übertragen und in eine JPG-Datei gespeichert.

Ergebnisse aus der Planungsphase



Dez. 21: Vergleich des Originals (45 Aufnahmen mit ESP auf Drehteller)
und der 3D-gedruckten Kopie

Bauphase

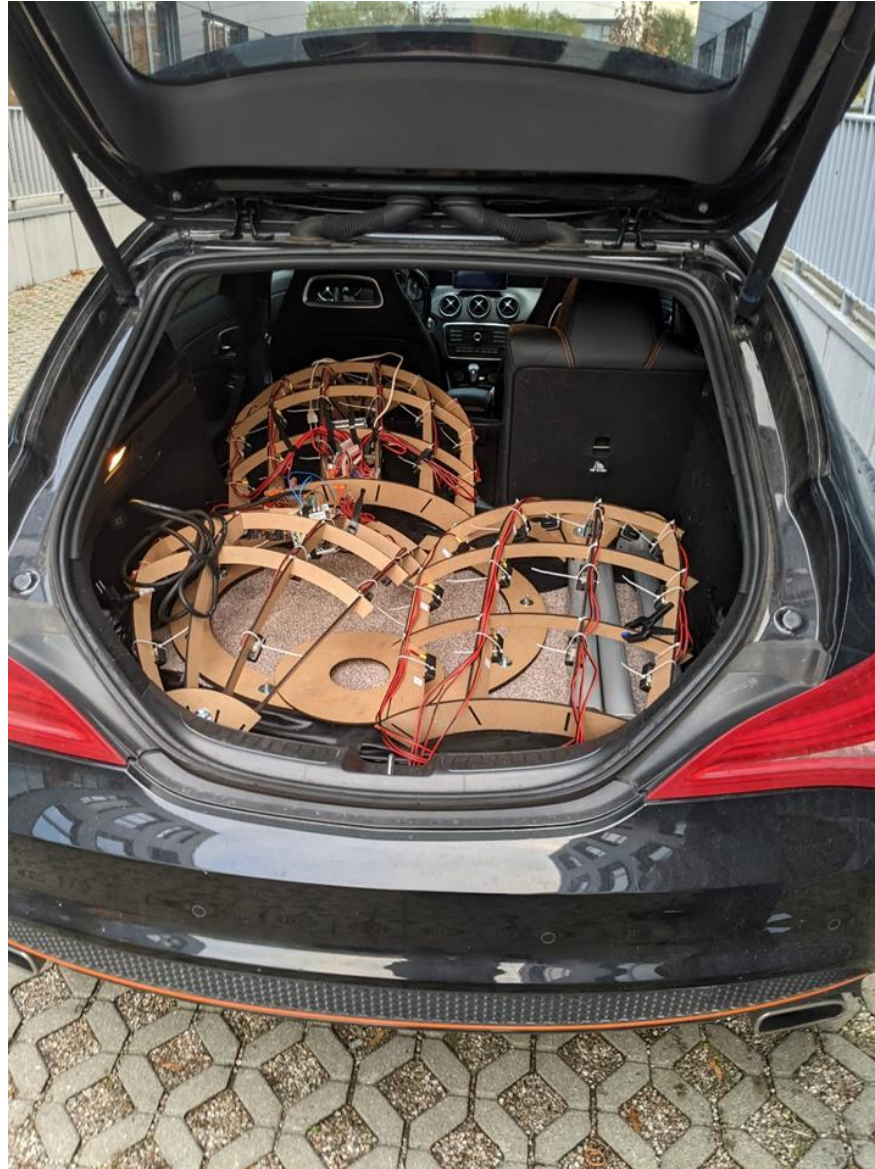
(Jan – Dez. 2021)

- Erstellung der Stücklisten, Berechnung der Netzteile
- Konstruktion des Kugelmodells und Unterbaus
- Kugelmodell aus MDF-Platten lasern
- 50 ESP32 Gehäuse mit 3D Drucker drucken
- Software ESP32 anpassen, ESPCams flashen
- Bei 50 ESPcams den Fokus einstellen
- ESPcams und Netzteile auf Kugel montieren
- ESPcams mit Router koppeln
- Realtest

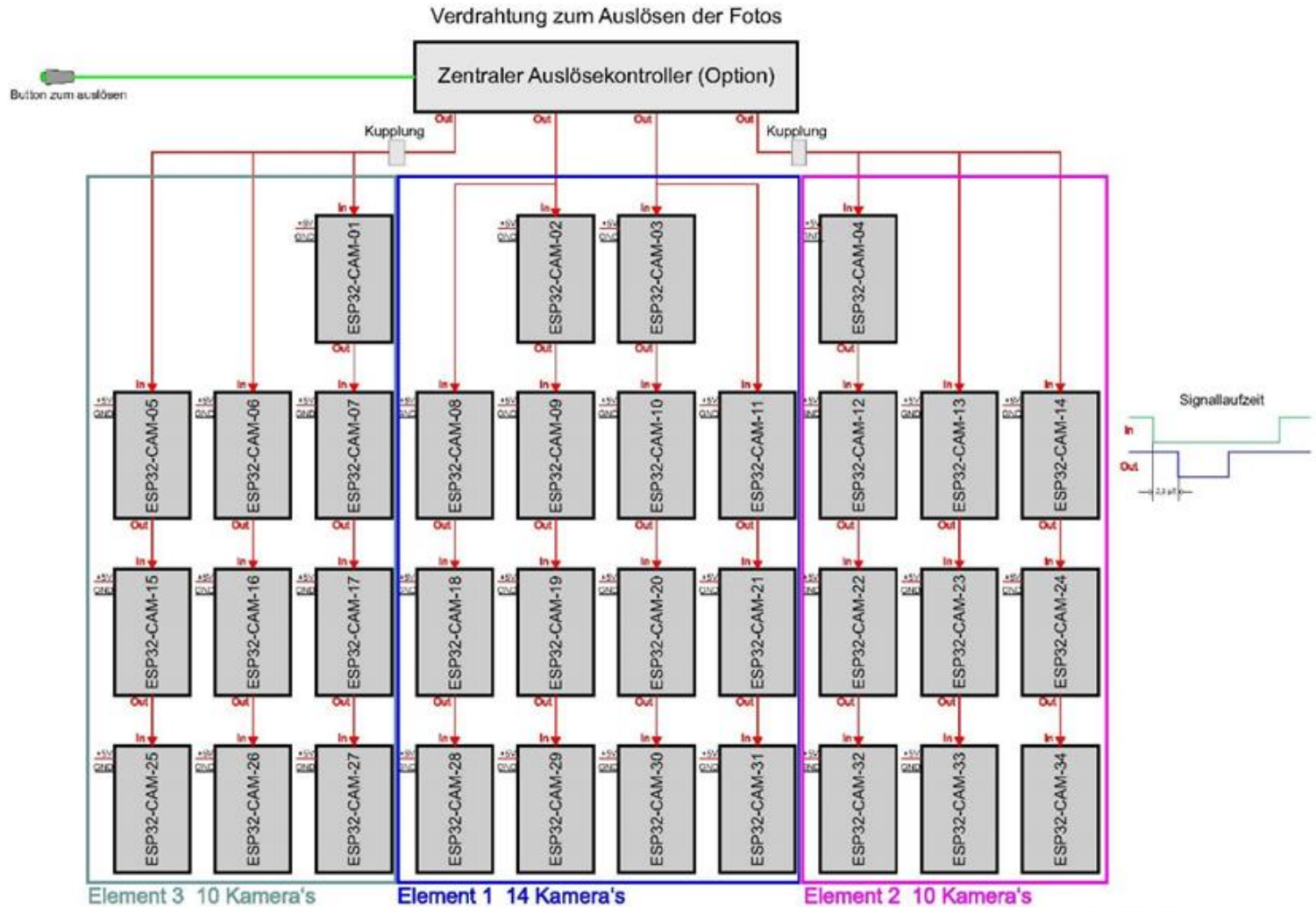
Ergebnisse aus der Bauphase



Ergebnisse aus der Bauphase



Ergebnisse aus der Bauphase



Annahme ca. 600 mA ?:
 $34 * 600 = \text{ca. } 21 \text{ A } 5 \text{ V}$

Das fertige System



PC mit der Software



Ein Access-Point



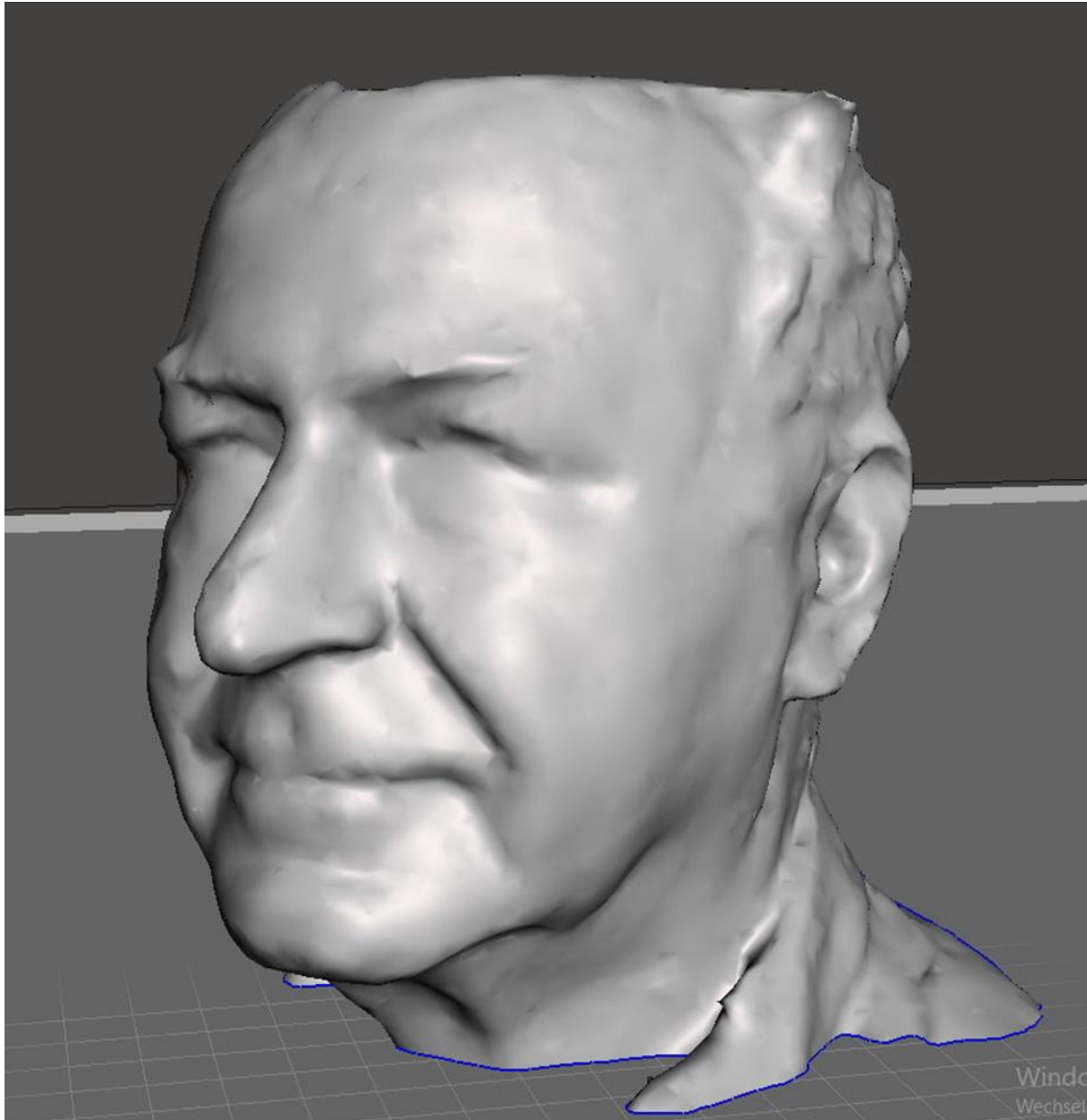
Das Kamera-System

Das fertige System



5.Dezember 2022: Die Konstrukteure mit dem Modell

Erstes Ergebniss



Optimierung

- Bilderfassung:
einige Kameras wurden von der Software nicht verarbeitet => *Ausleuchtung optimiert*
- Bildverarbeitung:
 - Das Modell hat Löcher
Ablaufschema zur Nachbearbeitung wurde erstellt
 - Haare werden kaum erfasst
„einfaches“ sculpting mit Blender oder sculptris

Übergabe in „Produktionsbetrieb“

- Ab 1.9.23 steht SYH als weiteres Gerät der Bilderfassung dem Fablab zur Verfügung
- Das SYH wird nur den Gerätementoren bedient
- Kosten für die Nutzung des Gerätes lt. Gebührenordnung
- Bedienungshandbuch (für Mentoren)
- Ablaufschema für Nachbearbeitung

Scan Your Head

**Nutzungsgebühr
(nicht zeitabhängig, assistierte Aufnahme von 3 Bildsätzen)**

20,00 €

10,00 €

**Hilfestellung bei Nachbearbeitung der Scan-Daten
(Kosten pro Stunde)**

20,00 €

10,00 €

Nicht-Mitglieder

Mitglieder

Fazit und Ausblick

- Die jetzt 27 monatige Arbeit konnte durch die freundliche Unterstützung der Kreissparkasse Lübeck abgeschlossen werden.
- Da das SYH transportabel ist kann es auf Messen demonstriert werden.
- Jeder hat seine speziellen Kenntnisse und Fertigkeiten eingebracht. Nur durch die Kooperation konnten natürlichen Tiefpunkte verstärkt durch die Coronapandemie überwunden werden.
- Insgesamt hat es viel Spaß gebracht und wir haben viele neuen Erfahrungen gesammelt.
- Die AG Bildverarbeitung arbeitet weiter an der Optimierung des Verfahrens.

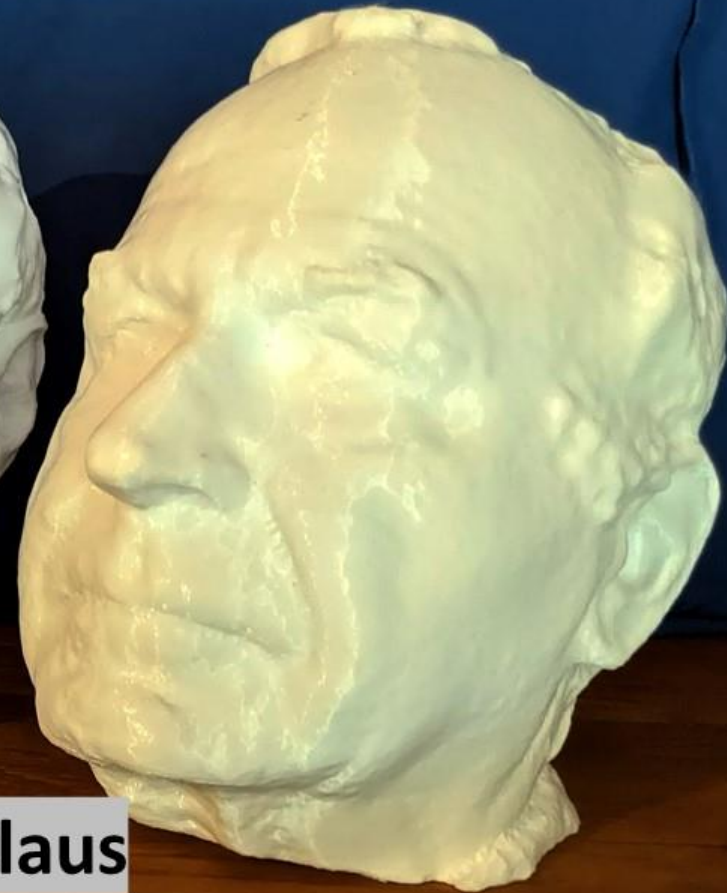
DIE FABLAB-SCAN-GANG



Stefan



Ulli



Claus

CS 26.07.23

Unsere Köpfe fast in Originalgröße

Wir finden das Ergebnis kann sich sehen lassen

ALSO VIEL SPAß MIT UNSEREM NEUEN GERÄT