

Von Bildern zu 3D Modellen

Auf Basis der Master-Thesis:

**Untersuchung der Eignung von Smartphones zur Erfassung von unterirdischen Schächten
mittels Structure-from-Motion bei schlechten Lichtverhältnissen**

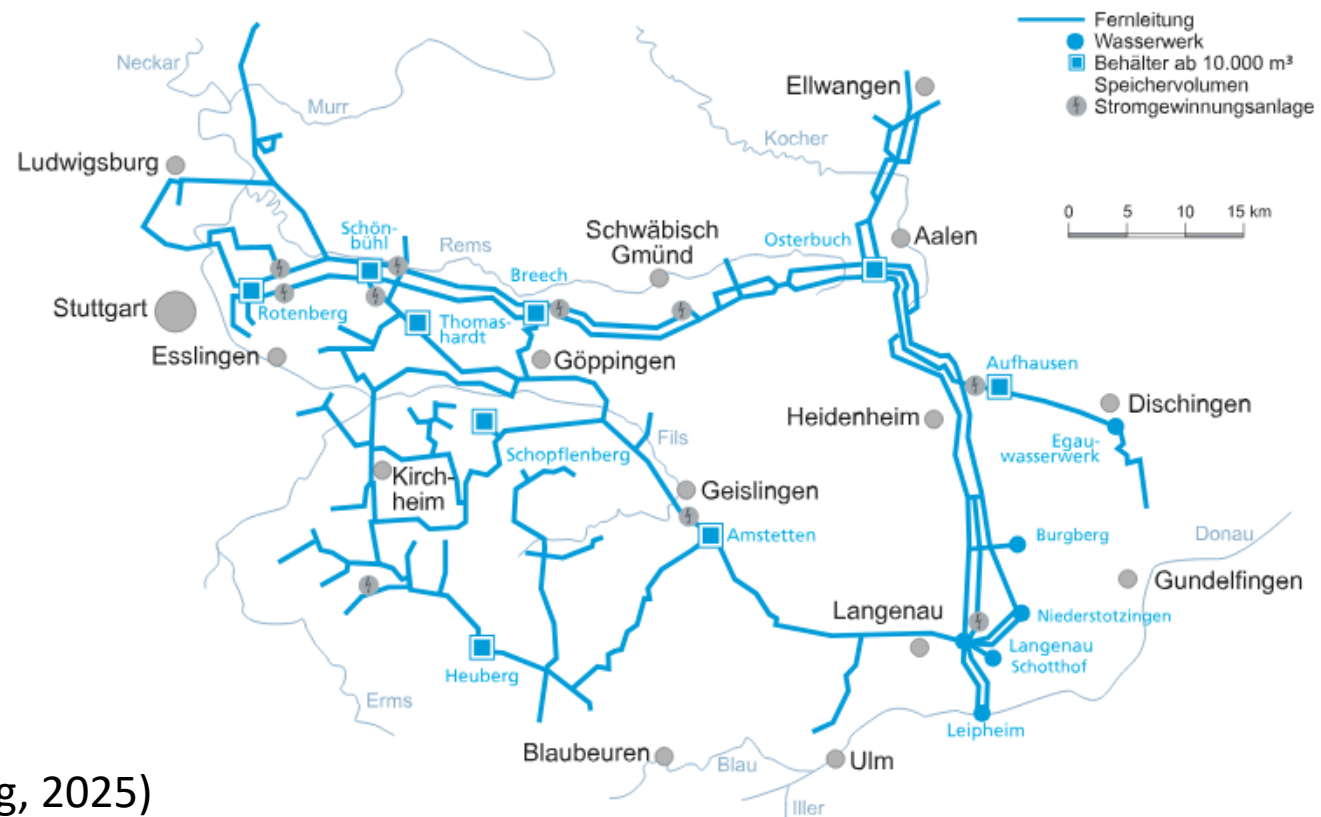
Gliederung

- Landeswasserversorgung
- BIM
- Grundlagen Schächte und Structure from Motion
- Optimierung des Structure from Motion Prozess
- Erreichte Genauigkeiten
- Ergebnis
- Fazit

Landeswasserversorgung

Grafik Fernleitungsnetz der LW

- 785km Leitung
- Ca. 2000 Schächte



(Zweckverband Landeswasserversorgung, 2025)

Ziel - Landeswasserversorgung

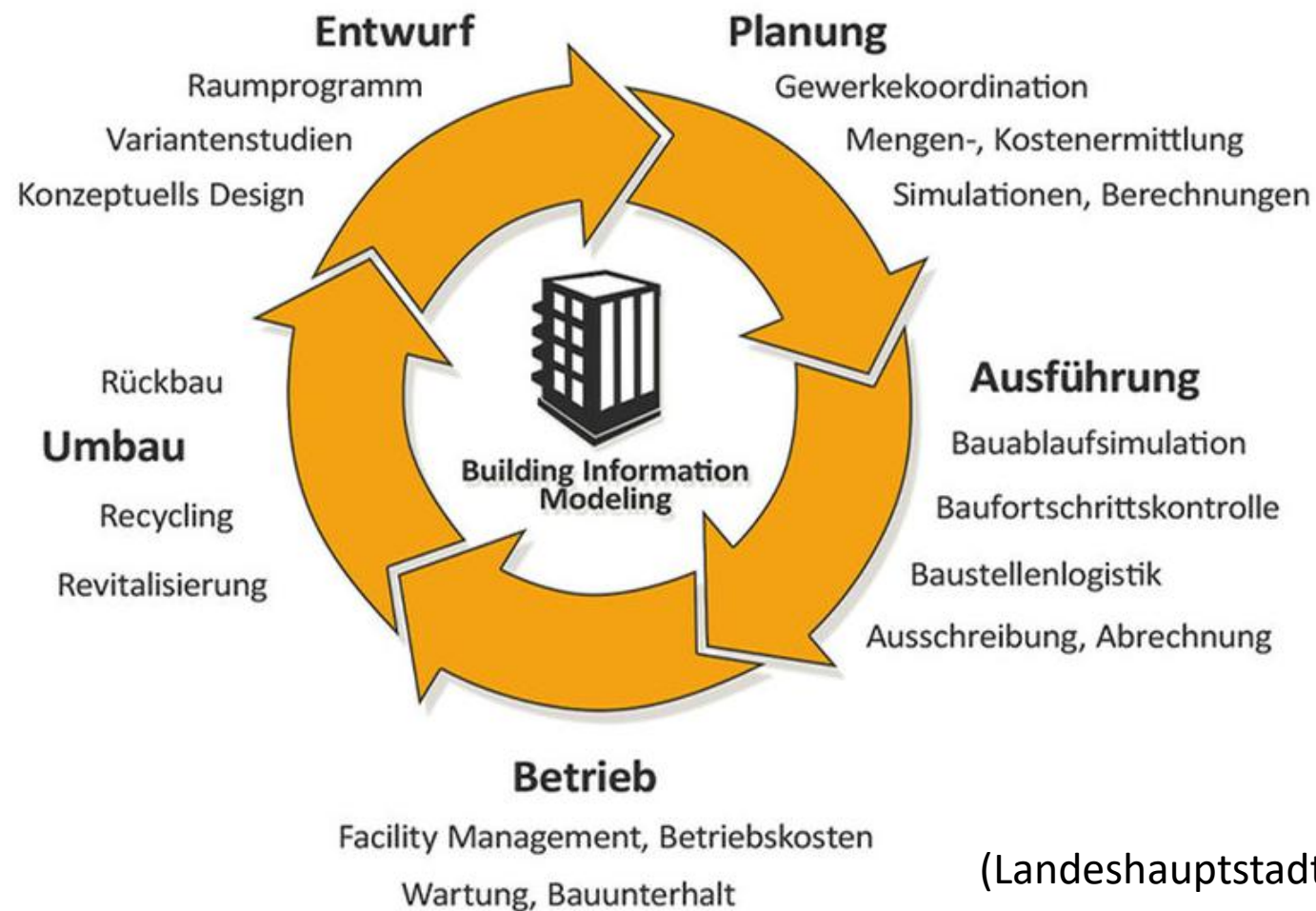
- Untersuchung der Genauigkeiten bei schlechten Lichtbedingung
- Überprüfung der Einsatzmöglichkeit zur Digitalisierung der Schächte
- Untersuchung der Einflüsse auf das Ergebnis

	Genauigkeit des SfM-Modells	Verwendungszweck
Ziel 1	<5cm	Einfache Modellierung in Autodesk Revit
Ziel 2	<3cm	Einfache Berechnungen in ausreichender Genauigkeit möglich
Ziel 3	<1cm	Optimale Genauigkeit für Berechnungen

Merkmale der BIM-Methodik

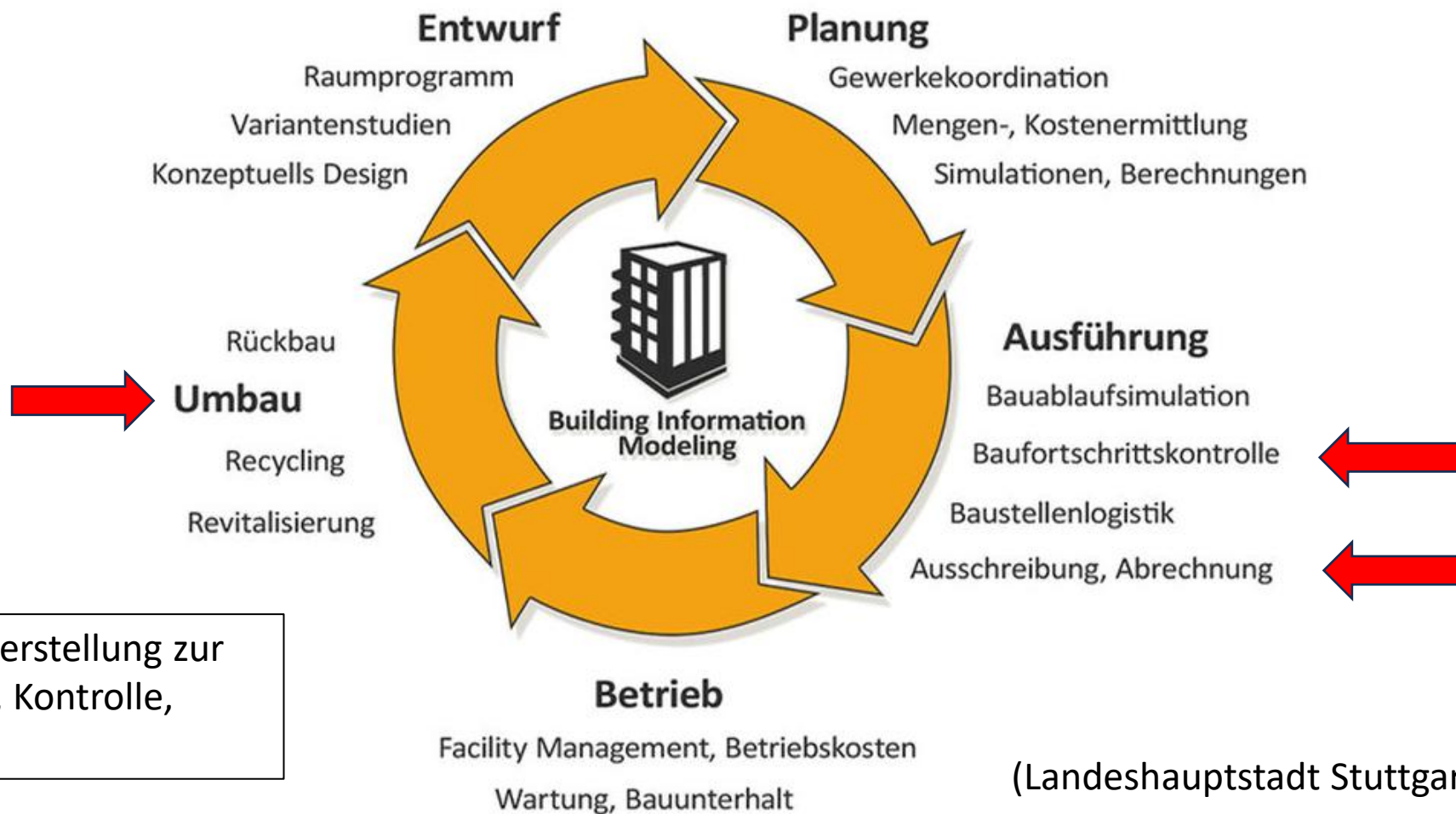
- Modellbasiertes Arbeiten
- Ein Modell als gemeinsame Datengrundlage
- Verbessertes Informationsmanagement
- Verbesserte Kommunikation
- Lebenszyklus

BIM-Lebenszyklus



(Landeshauptstadt Stuttgart, 2025)

BIM-Lebenszyklus



Schnelle Modellerstellung zur
Dokumentation, Kontrolle,
Visualisierung

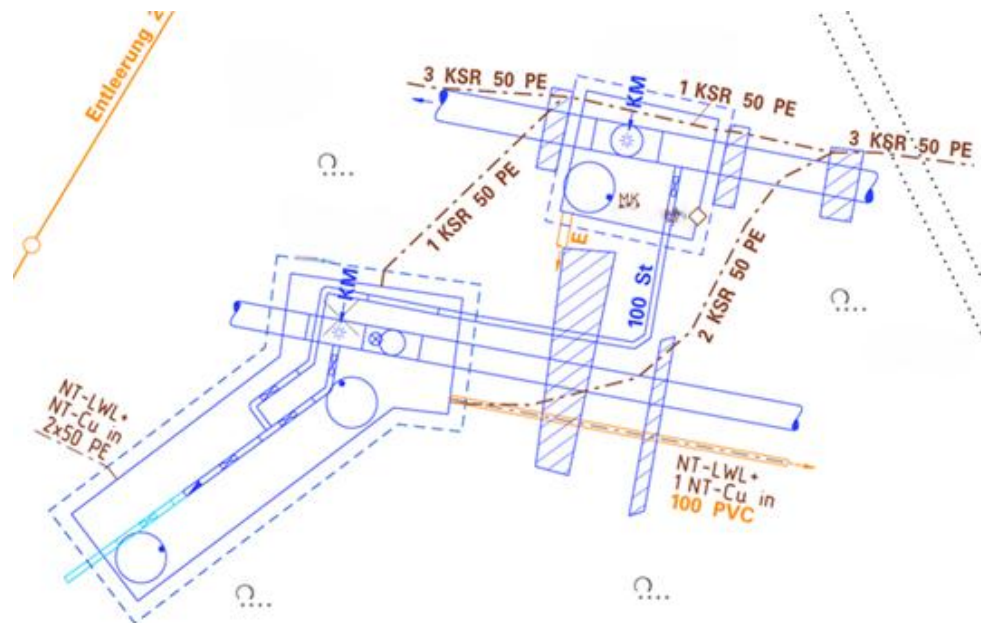
(Landeshauptstadt Stuttgart, 2025)

Kameras

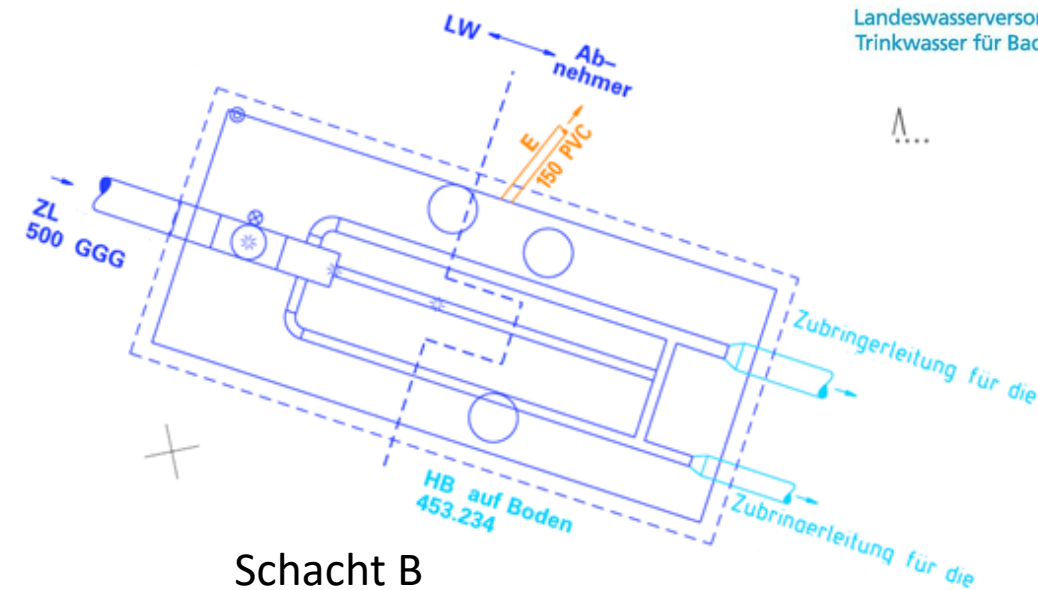
Modell	Sensor	Auflösung	Pixelgröße	Blende	Sensorgröße	Preis	Produktions-jahr
Samsung Galaxy A55	IMX906	50MP	1.0 µm	f/1.8	1/1.56"	Ca. 305€	2024
Samsung Galaxy A34	IMX582	48MP	0.8 µm	f/1.8	1/2"	Ca. 219€	2023
Fairphone 4	IMX582	48MP	0.8 µm	f/1.6	1/2"	Ca. 279€	2021

Methode	Beschreibung
Normal	Keine Veränderung der Kameraaufnahmemethode, keine Veränderung des Schachts, keine Veränderung der Lichtverhältnisse
Nacht	Verwendung des Nachtmodus der Kamera, keine Veränderung des Schachts, keine Veränderung der Lichtverhältnisse
Blitz	Verwendung des Kamerablitzes des Smartphones, keine Veränderung des Schachts, hellere Aufnahmen aufgrund des Blitzes
Dunkel	Keine Veränderung der Kameraaufnahmemethode, schließen redundanter Schachtdeckel, Teilverdunklung des Schachts

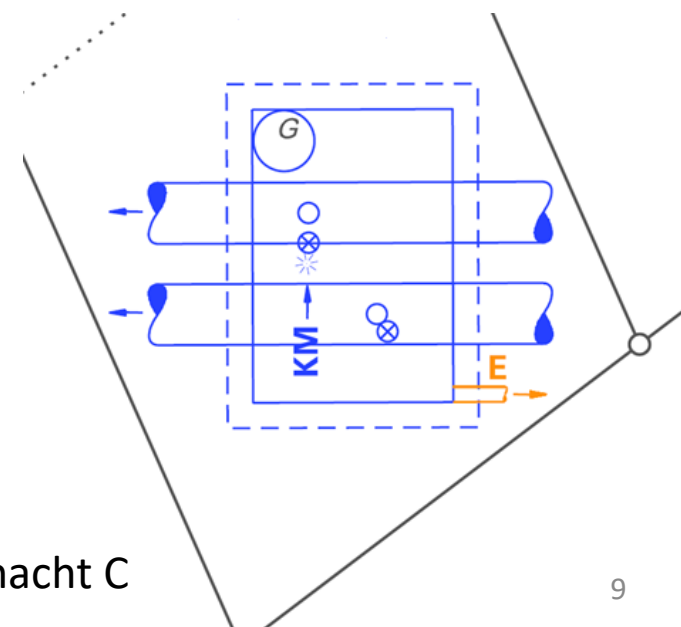
Schächte



Schacht A



Schacht B



Schacht C



Blitz



Nachtmodus



Normal

Samsung Galaxy A55

17.11.2025



Blitz



Normal

Fairphone 4

Lukas Hanz



Blitz



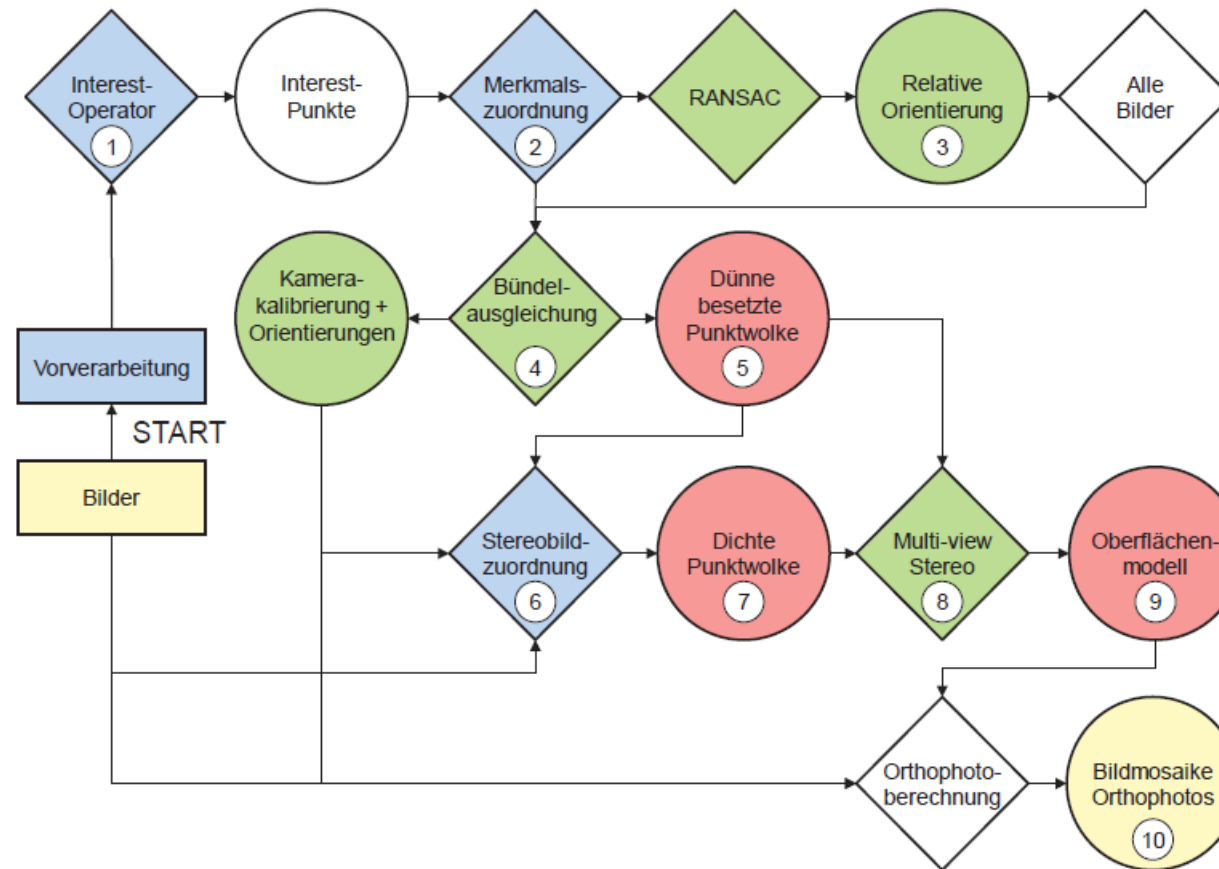
Normal

Nokia 5.4



Kommt der optischen
Wahrnehmung am nächsten

Structure-from-Motion



(Luhmann, 2023, S. 492)

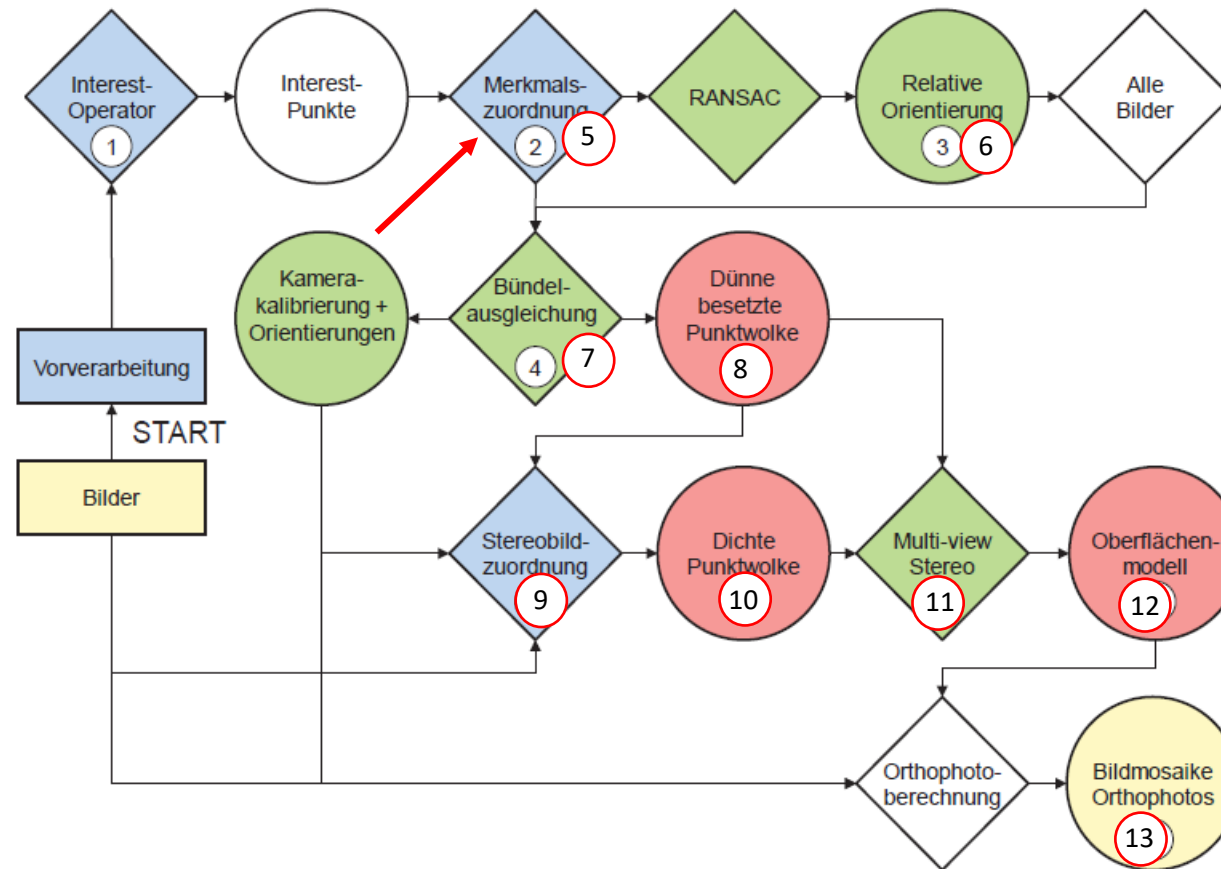
Aufnahme der Bilder



Feature Matching

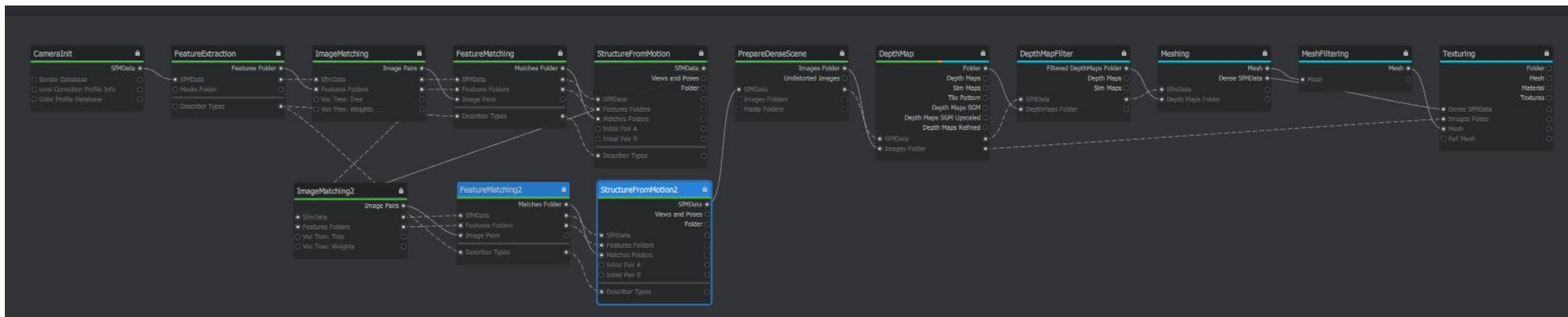


Optimierung Structure-from-Motion



Angepasst Luhmann, 2023, S. 492

Optimierung Structure-from-Motion



StructureFromMotion2	146,996	92
StructureFromMotion	129,259	88

Dataset info:
 #views: 92
 #valid views: 88
 #poses: 88
 #intrinsics: 2
 #tracks: 129259
 #residuals: 422216

SfM Scene RMSE: 1.92772

Residuals histogram

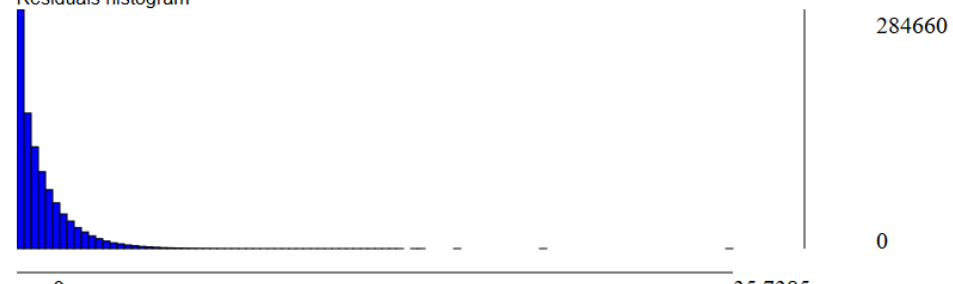


17.11.2025

Dataset info:
 #views: 92
 #valid views: 92
 #poses: 92
 #intrinsics: 2
 #tracks: 146996
 #residuals: 484124

SfM Scene RMSE: 1.86263

Residuals histogram



Lukas Han2

15

Modellerstellung

Schacht A

Samsung Galaxy Blitz Schacht A



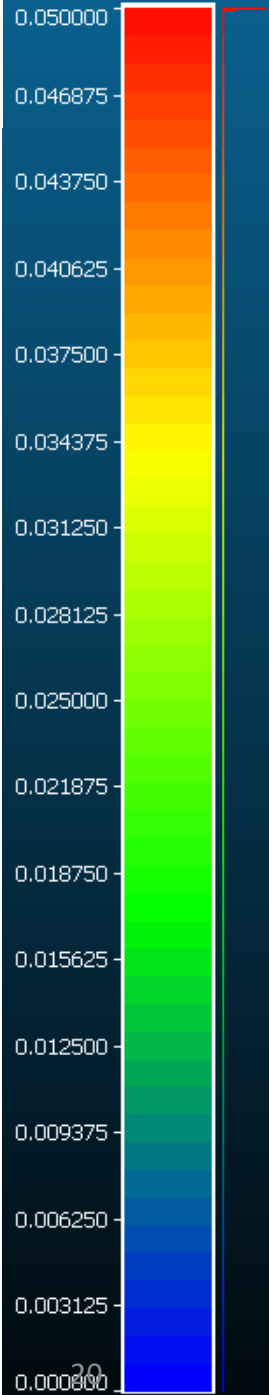
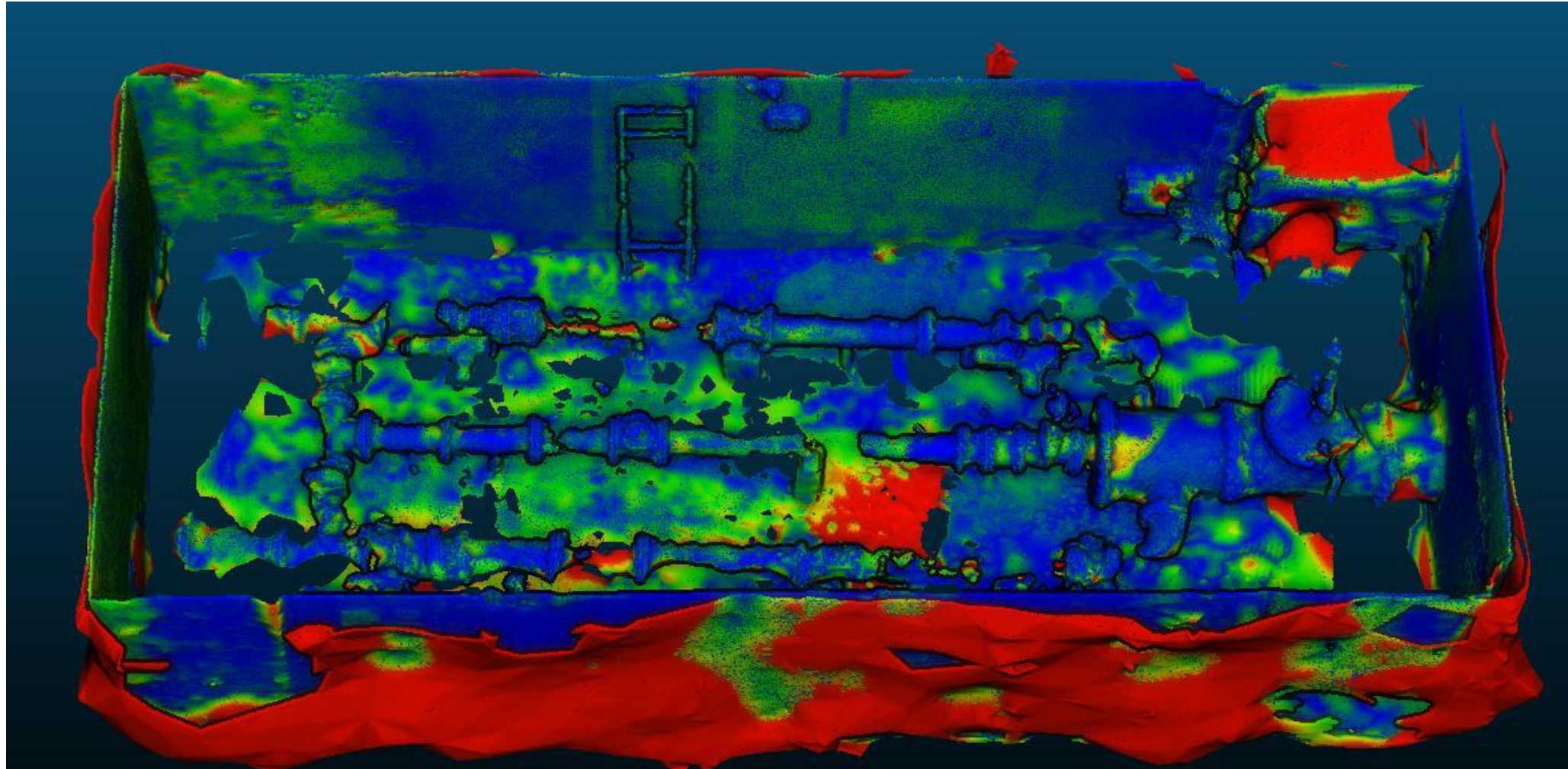
Modellerstellung

Schacht B

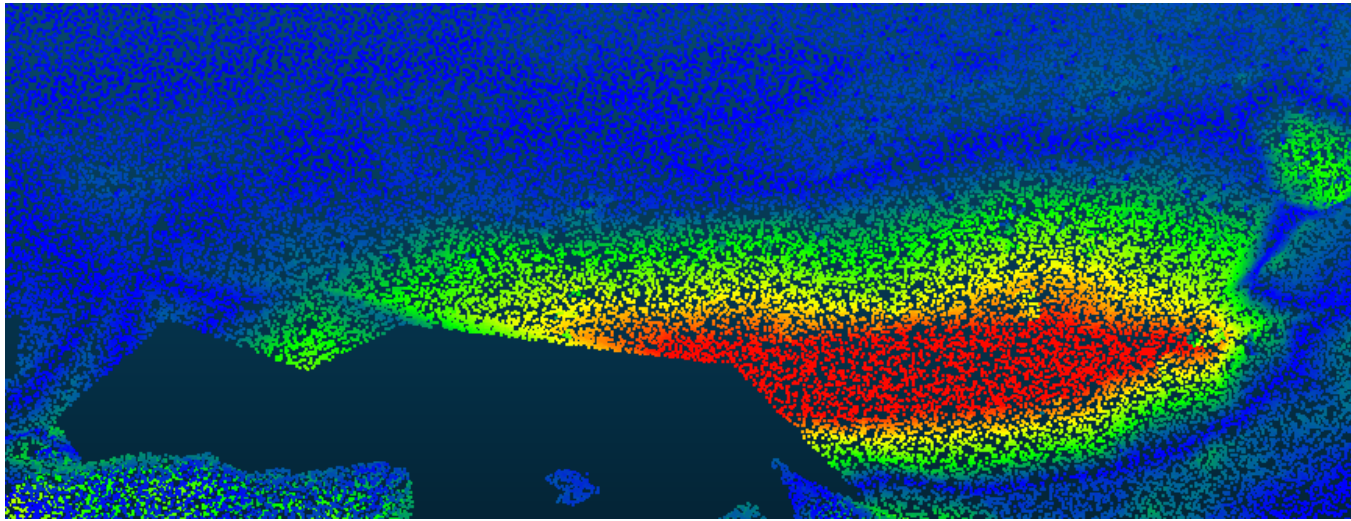
Samsung Galaxy Blitz Schacht B



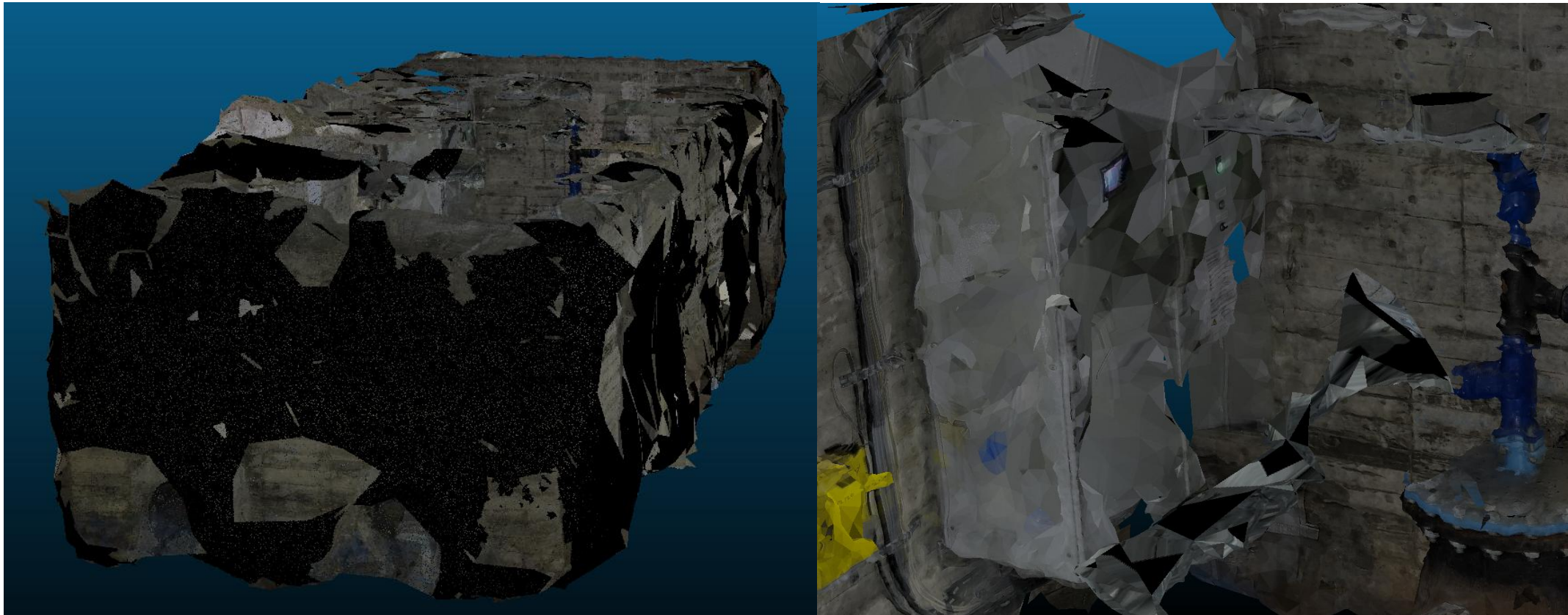
Genauigkeitsanalyse



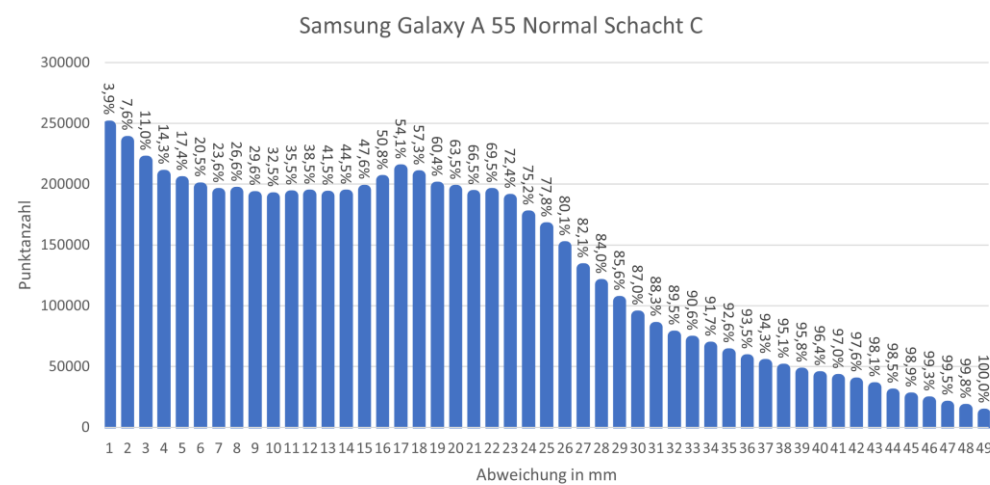
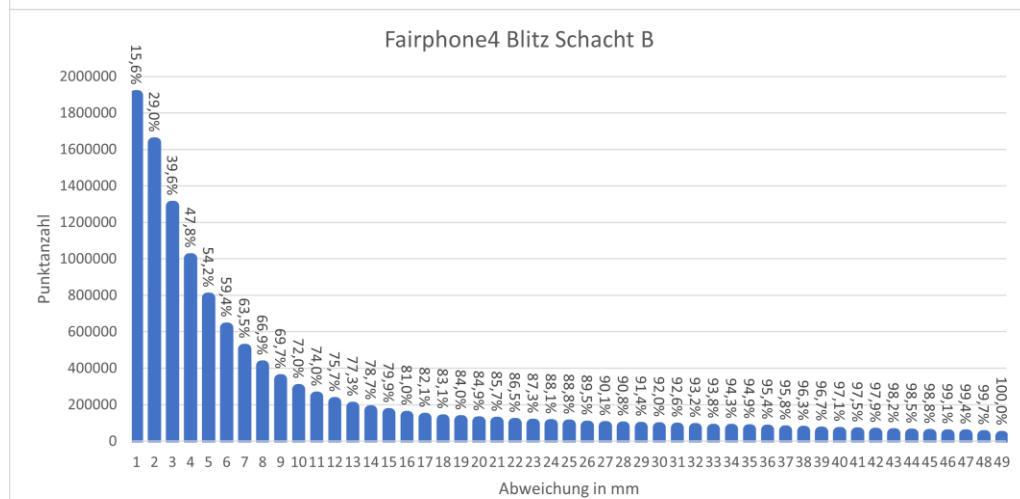
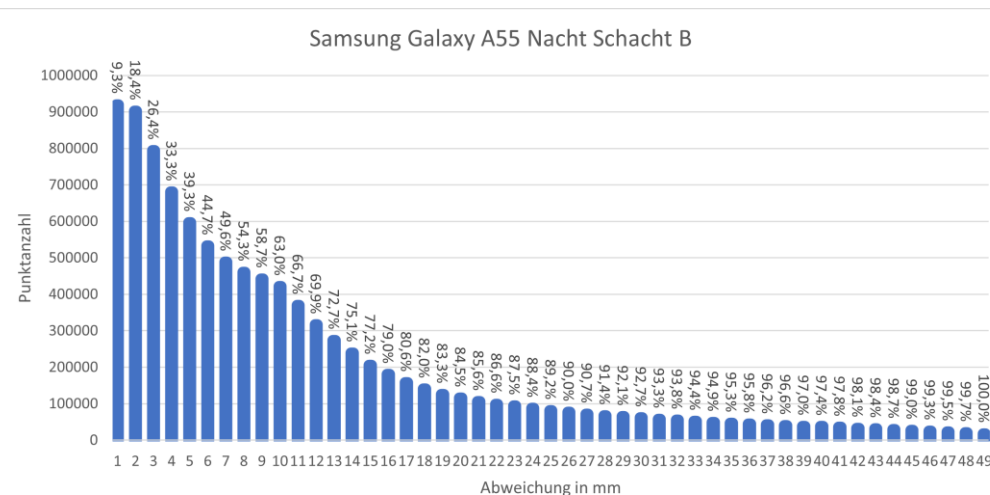
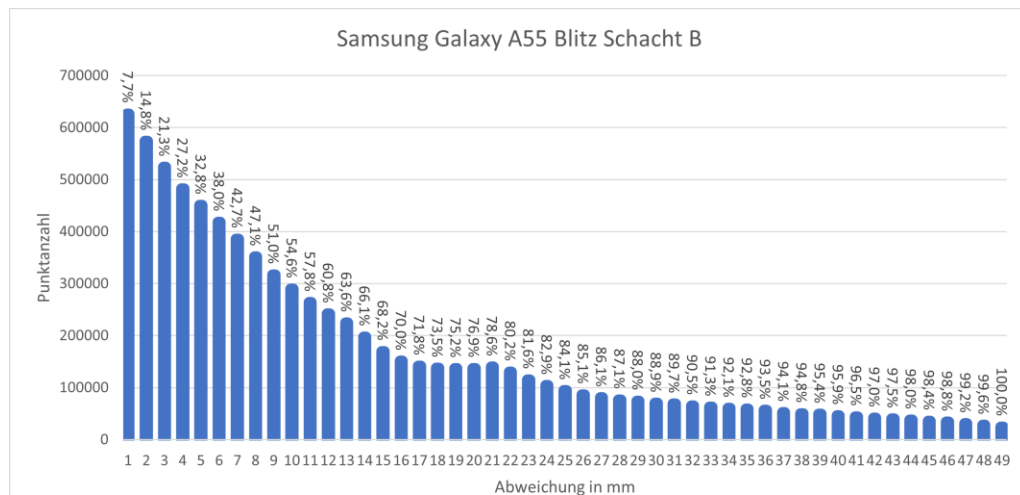
Genauigkeitsanalyse



Genauigkeitsanalyse - Fehler



Genauigkeiten



Genauigkeiten

Schacht	Smartphone und Aufnahmemethode	RMSE in mm	Standard-abweichung (σ) in mm	Arith. Mittel in mm	Abweichung der Punkte bei 95% in mm	Anzahl der Punkte innerhalb von 2σ
A	Samsung Galaxy A55 – Normal	11.6	9.4	8.0	Ca. 26	Ca. 90.0%
A	Samsung Galaxy A55 – Dunkel	11.6	8.1	8.3	Ca. 25	Ca. 87.2%
A	Samsung Galaxy A55 – Blitz	11.7	8.6	7.9	Ca. 27	Ca. 88.6%
A	Fairphone 4 – Normal	13.5	9.2	9.8	Ca. 29	Ca. 84.6%
A	Fairphone 4 – Dunkel	20.3	13.1	20.3	Ca. 44	Ca. 67.2%
A	Fairphone 4 – Blitz	10.9	8.4	6.9	Ca. 25	Ca. 89.6%
B	Samsung Galaxy A55 – Normal	20.6	12.6	16.3	Ca. 41	Ca. 76.3%
B	Samsung Galaxy A55 – Blitz	17.6	11.7	13.2	Ca. 38	Ca. 81.6%
B	Samsung Galaxy A55 – Nacht	15.0	10.3	10.9	Ca. 34	Ca. 85.0%
B	Fairphone 4 – Normal	14.7	10.9	9.8	Ca. 35	Ca. 86.0%
B	Fairphone 4 – Blitz	14.5	10.9	9.5	Ca. 35	Ca. 86.0%
B	Samsung Galaxy A34 – Normal	16.2	11.1	11.7	Ca. 38	Ca. 84.0%
C	Samsung Galaxy A55	20.5	11.1	17.2	Ca. 38	Ca. 69.7%
C	Fairphone 4	10.8	7.4	7.9	Ca. 23	Ca. 90.0%

Einfluss des Smartphones auf das Ergebnis

Angaben in mm	Samsung Galaxy A55	Fairphone 4	Samsung Galaxy A 34
Durchschnitt Standardabweichung	9.9	10.0	11.1
Durschnitt RMSE	14.2	14.3	14.2

Vergleich der Aufnahmemethode

Angaben in mm	Normal	Nacht	Blitz
Durchschnitt Standardabweichung	10.1	10.3	9.9
Durschnitt RMSE	15.3	15.0	12.3

Fazit

- Die Smartphone SfM ist für viele Anwendungsbereiche geeignet
- Die Verwendung des Blitzes wird empfohlen
- Kann zur Unterstützung des Laserscanners verwendet werden
- Bei kleinen Schächten können bessere Ergebnisse erzielt werden

Bedeutung für BIM

- Genauigkeiten bei Tageslicht deutlich besser
- Dokumentation von Veränderungen -> Umbauten
- Modell kann zur Mengenerrechnung verwendet werden
- Grundlage zur Erstellung des BIM-Modells -> Unterstützung der Bestandsaufnahmen

Fazit

	Genauigkeit des SfM-Modells	Verwendungszweck
Ziel 1	<5cm	Einfache Modellierung in Autodesk Revit 
Ziel 2	<3cm	Einfache Berechnungen in ausreichender Genauigkeit möglich 
Ziel 3	<1cm	Optimale Genauigkeit für Berechnungen 

Quellen

- Luhman, T. (2023). *Nahbereichsphotogrammetrie* (5. Ausg.). Deutschland: VDE Verlag GMBH.
- Zweckverband Landeswasserversorgung. (10. 01 2025). Von <https://www.lw-online.de/> abgerufen
- Landeshauptstadt Stuttgart (25.10.2025). Von <https://www.stuttgart.de/leben/bauen/building-information-modeling/bim-kurz-erklaert>