



# KOSTENEFFEKTIVE, VOLUMETRISCHE ERFASSUNG VON BAUGRUBEN UNTER VERWENDUNG VON AR

M.Sc. Mathias Langmann, Prof. **Jens Herder**, Dr. Eng. / Univ. of Tsukuba

Hochschule Düsseldorf, Labor für Virtuelles Studio / Virtuelle Realität

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Monika Jarosch

Lehrstuhl für Praktische Geodäsie u. Geoinformation, Universität Siegen



**9. DEUTSCHES GEOFORUM 2021**

Bedeutung der Geoinformation für Gesellschaft und Wirtschaft | 25. November 2021

# ZUSAMMENFASSUNG

Die volumetrische Erfassung von Aushüben auf Baustellen zur Erdmengen-Ermittlung ist ein kostenrelevanter Faktor und wird auch heute im täglichen Baustellenbetrieb immer noch in manueller Detailarbeit durchgeführt. Kostengünstige Sensoren zur Tiefenerfassung ermöglichen die halbautomatische Erfassung von Baugruben. Augmented Reality kann für diesen Prozess das nötige Feedback liefern.

In einem entwickelten Prototyp unter Verwendung eines Tablets mit Kamera und Lidar wurde die Erfassung bezüglich Nutzbarkeit und Genauigkeit mit AR getestet und evaluiert. Es wurde ein Algorithmus zur Bestimmung des Volumens unter Verwendung von Strahlen mit Unterstützung von Grafikengines entwickelt. Die Abgrenzung des Volumens ist gegeben durch mehrfache Netze und eine interaktiv erstellten Ebene. Der Algorithmus ist robust gegen nicht vollständig geschlossene Volumen. Die Bedienung, Überprüfung und Visualisierung nutzt Augmented Reality.

Keywords: Volumenbestimmung, Augmented Reality, Baustelle, Tiefensensoren, Lidar

# GLIEDERUNG

- Kontext, Problemstellung
- Lösung und Relevanz, Anforderungen
- Augmented Reality als Feedback
- Volumenerfassung
  - Point Cloud vs. Meshs
  - Tetraedder, Approximation
- Prototypische App für Apple iPad Pro mit Lidar
- Validierung und Feedback
- Diskussion und weitere Entwicklungen

# KONTEXT UND PROBLEMSTELLUNG

- „Schwierige Baugrube in wenigen Minuten prüfbar ermittelt“ [1]
- Volumenbestimmung zur Mengenermittlung
- Manuelle Vermessung ist mühevole Detailarbeit
  - Eingesetztes Verfahren, Aufmaßskizze
  - Tatsächliche Vermessung
  - Aufmaßtabelle
- Unterschiedliche Ergebnisse
  - Volumen muss eventuell mehrfach berechnet werden
- Kosten

# LÖSUNG UND RELEVANZ

- Tiefenkameras und Lidar sind in Zukunft auf mobilen Plattformen für AR verfügbar
  - günstig, genau
  - Auswertung vor Ort, Einheitliche Prozesse
- Entwicklungen mit dem Ziel einer Volumenbestimmungen
  - Einfache Volumenkörper
- Im Kontext von Baugruben noch keine einfache Lösung vorhanden
  - Komplexe Volumenkörper

# ANFORDERUNGEN

- Genauigkeit
- Performanz
- Validation
- Feedback
- Robustheit
- Kosten

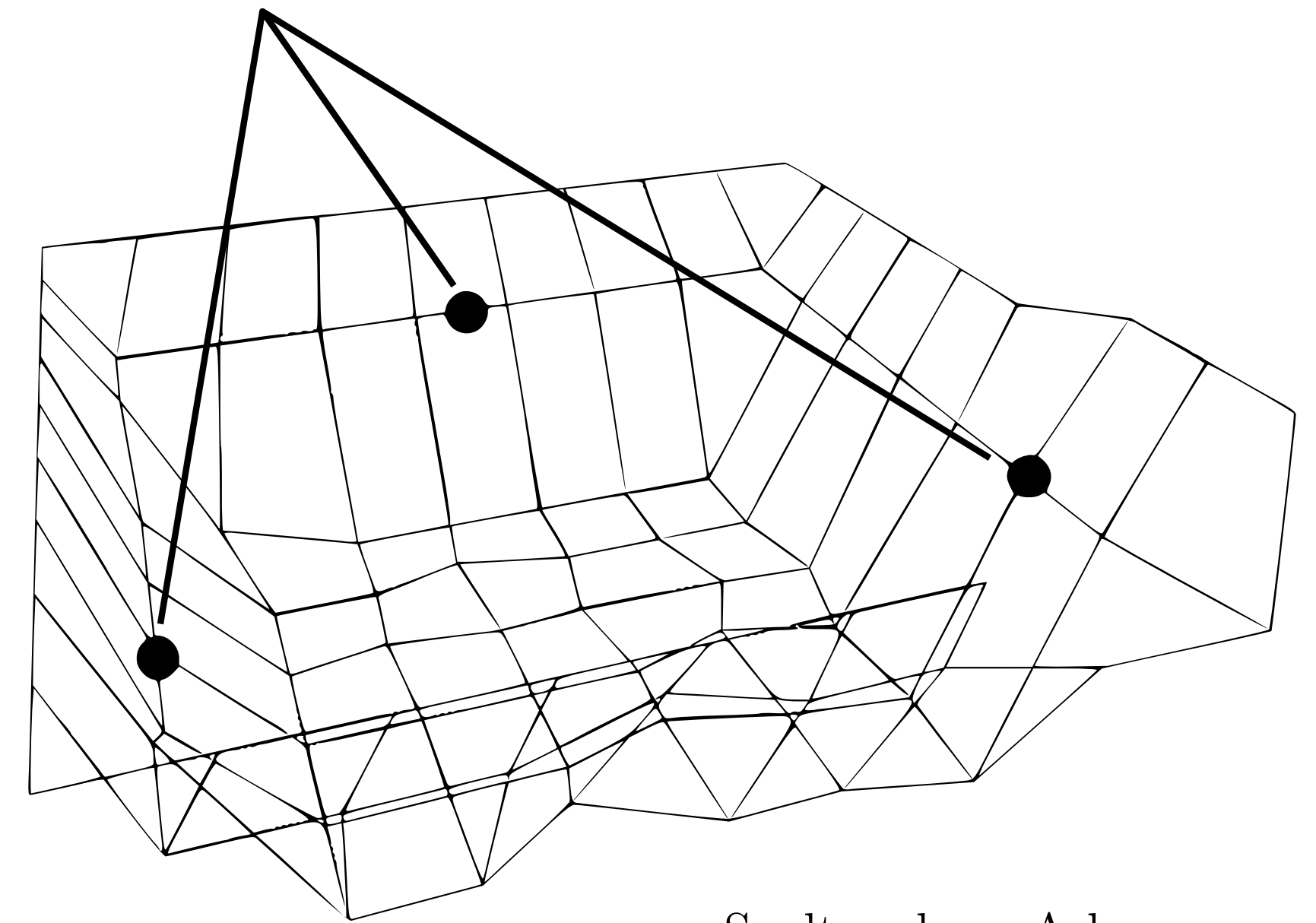
# AUGMENTED REALITY ALS FEEDBACK

- Fortschritt der Messung
- Vollständigkeit der erfassten Daten
- Richtigkeit der Daten
- Nachvollziehbarkeit des Ergebnisses
- Festlegung der Ränder / Deckel

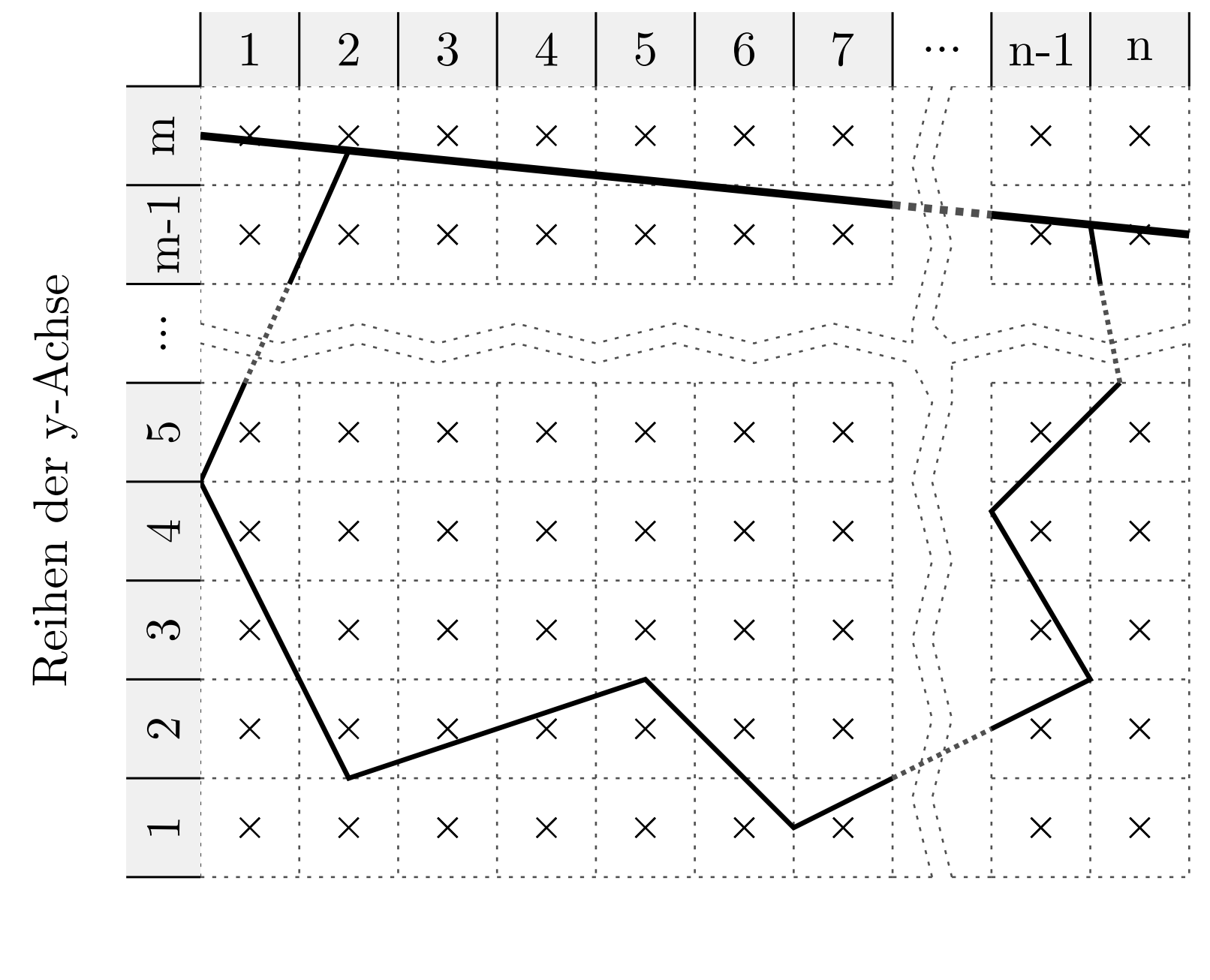
# PROTOTYP

- Apple iPad Pro mit Lidar
- Halbautomatische Erfassung einer Baugrube
- Deckelung
- Volumenbestimmung durch Approximation

Stützpunkte



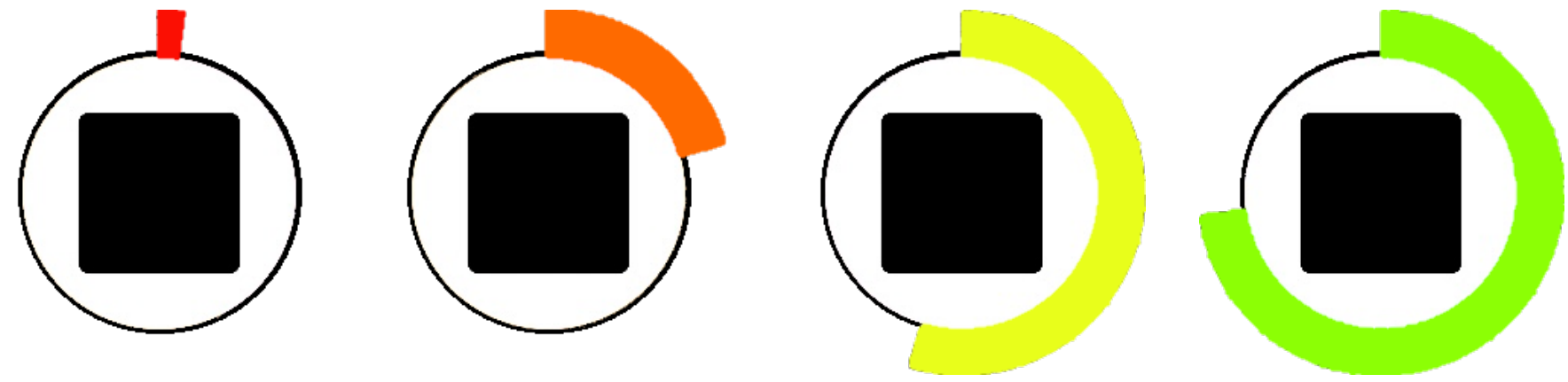
Spalten der x-Achse



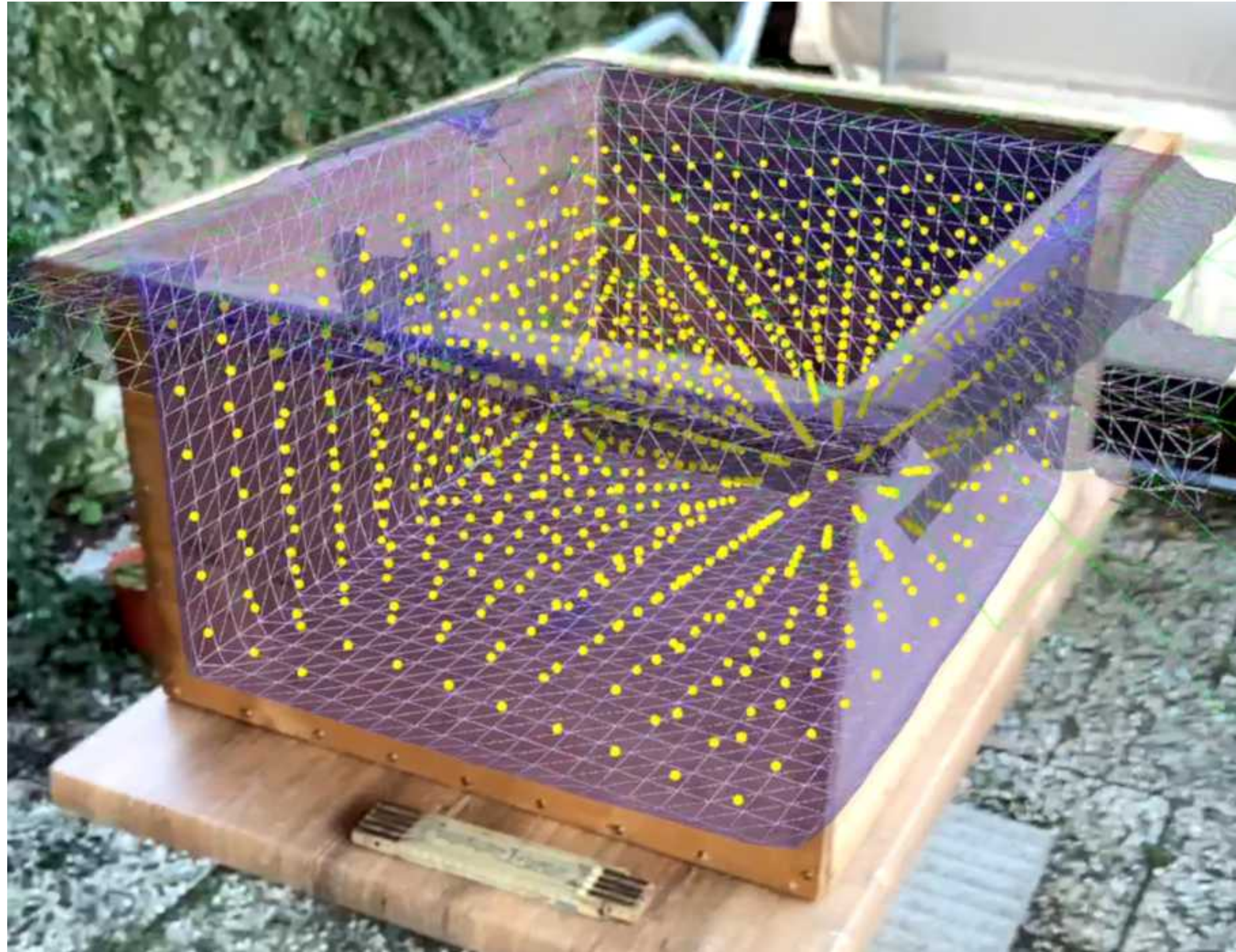


# VALIDATION UND FEEDBACK

- Fortschritt über radialen Balken

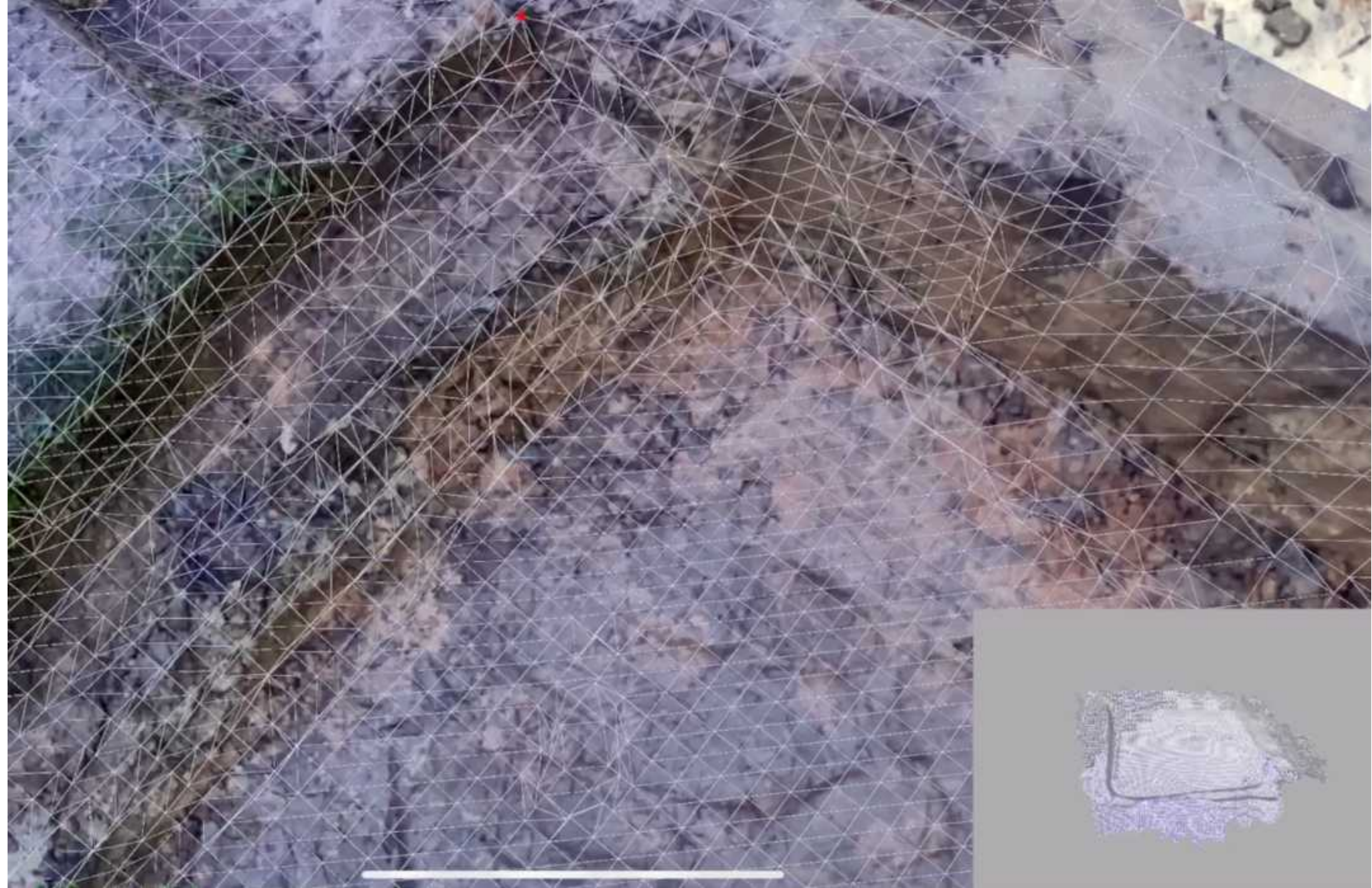


- AR Kamerabild



# VALIDATION UND FEEDBACK

- Totalansicht über Bild in Bild



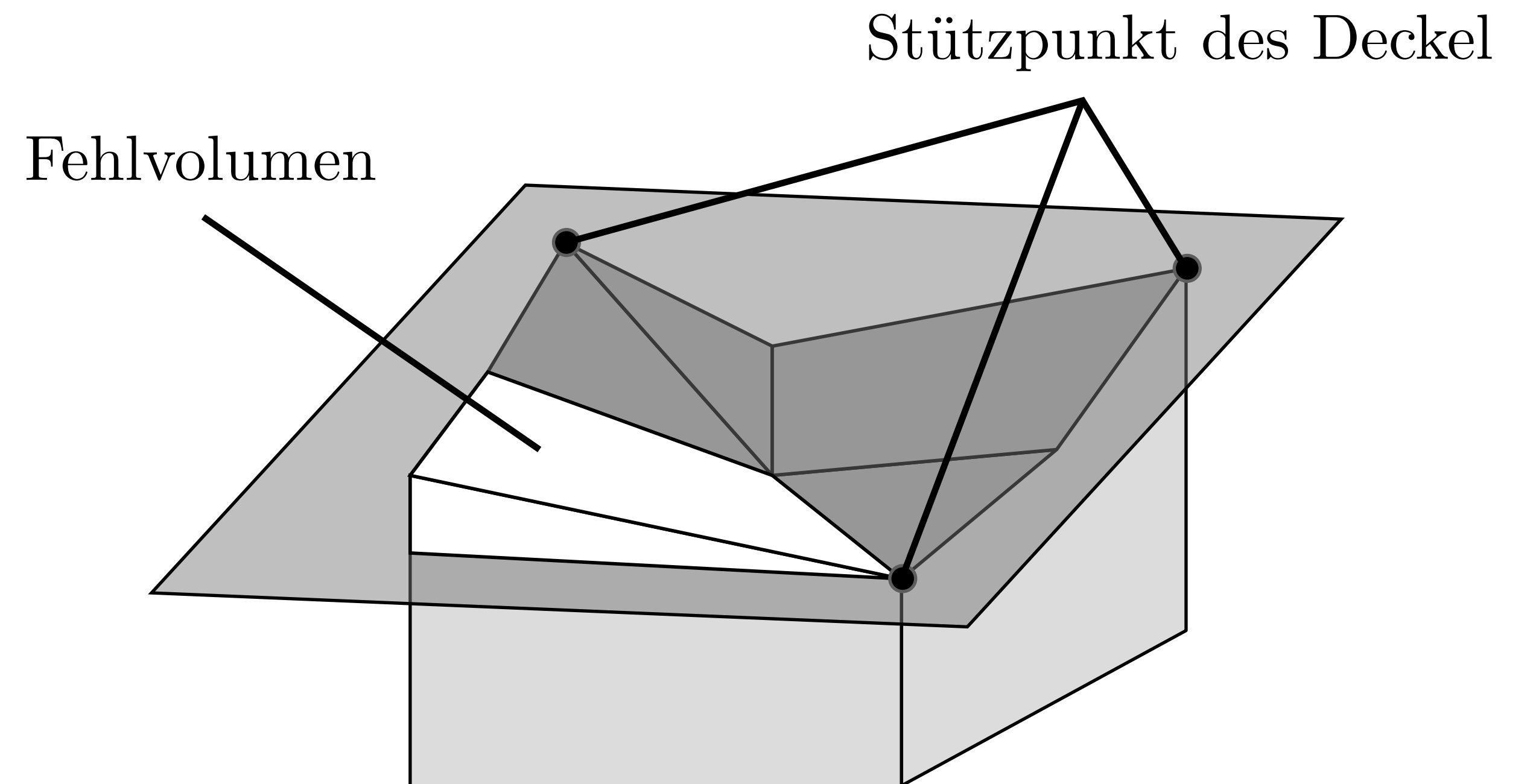
**ALCOOS**

**VOLUME**

**SCANN**

# PROBLEMSITUATIONEN

- Robustheit
- Klares Wasser
- Getrübtes Wasser
- Reflexionen
- Genauigkeit
- Konturfehler
- Einfache Umsetzung Volumenberechnung
- Fehler durch falsche Deckelung



# DISKUSSION

- Hohe Komplexität des Themas
- Mit integrierten Sensoren und einfachen Algorithmen sind Volumen einfacher Baugruben mit hoher Genauigkeit bestimmbar
- komplexer Baugruben mit Fehler bestimmbar
  - Konsistente Meshstruktur ist entscheidend
  - Meshanalyse und Volumenbestimmung kosten Zeit

# AUSBLICK

- Optimierung der Meshstruktur
- Anwendung und Feedback von Experten testen
- Klassifikation und Segmentation durch z.B. Bilderkennung
- Implementierung verschiedener Algorithmen zur Volumenbestimmung
- Mehr Fokus auf die im Bauingenieurwesen angewandten Praktiken

# LINKS

- Labor für Virtuelles Studio / Virtuelle Realität
  - <https://vsvr.medien.hs-duesseldorf.de/>
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Monika Jarosch
  - <https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/vermessung/team/jarosch/>
- Zusätzliche Materialien zum Vortrag
  - <https://vsvr.medien.hs-duesseldorf.de/presentations/geoforum2021/>

# LITERATUR

- Mathias Langmann, Autonomes Low-Cost Messsystem (ALCOS) - Konzeption und Entwicklung einer mobilen AR-Anwendung für die volumetrische Erfassung und Darstellung von Baugruben, Hochschule Düsseldorf, Masterarbeit, 26.02.2021.



# LITERATUR

[1] Hasenbein Software GmbH, Schwierige Baugrube in wenigen Minuten prüfbar ermittelt, besucht am 24.11.2021, [https://  
www.hasenbein.de/software/bericht-baugrube](https://www.hasenbein.de/software/bericht-baugrube)

# DANKSAGUNG

- Video Studio des Fachbereich Design der Hochschule Düsseldorf
  - Leitung Dipl.-Ing. Florian Boddin
- Produktionsteam für die Präsentation
  - Nicolai Büsselmann, Dipl-Ing. Antje Müller, Mariam Toure, Jeremy Benjamin, Lukas Dahm, Josephine Faasen, Till Stallmann
- AR Präsentationssoftware
  - JigSpace, <https://jig.space>