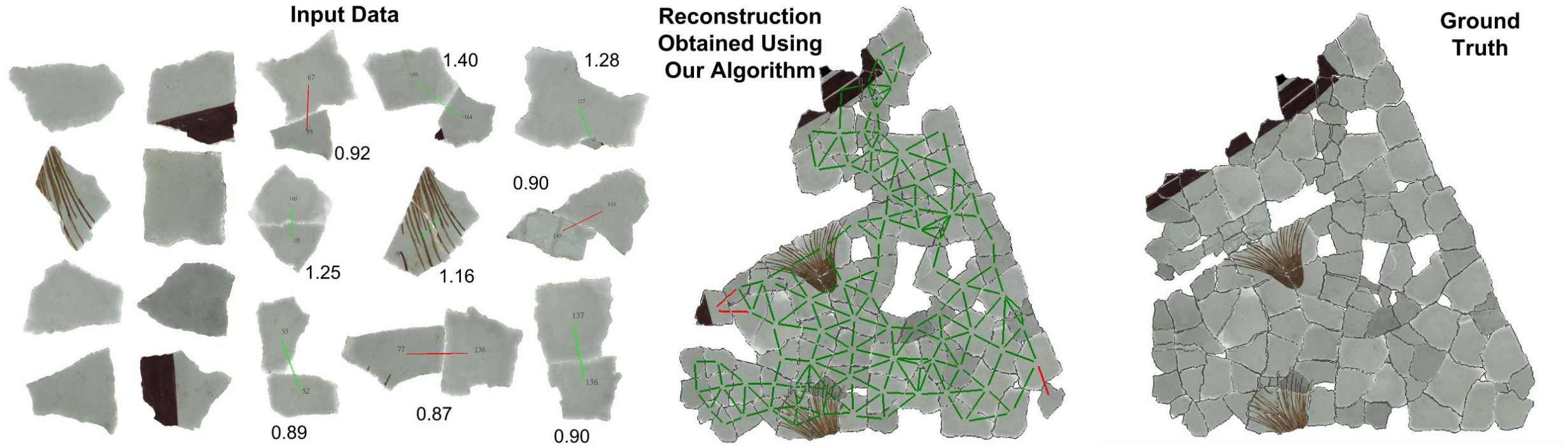


# Open Reassembly – Virtuelles Zusammensetzen von archäologischen Fragmenten

Stephan Karl | IA KFU Graz  
Reinhold Preiner | CGV TU Graz



# Computergestütztes Reassembly – Fragment matching



Sizikova – Funkhouser 2016 (GCH 15)

- Computer-Algorithmen wenig generalisierbar
- hohe Problemkomplexität durch Unvollständigkeit und Erhaltungsgrad, nicht immer eindeutig lösbar
- keine Korrektheitsgarantien

# Open Reassembly (OR) – Projektziel

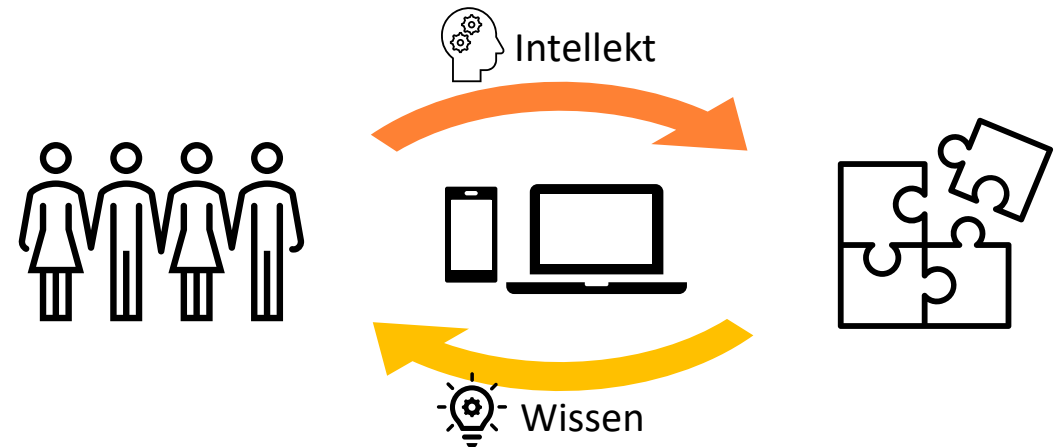


- Nutzung des Intellekts der breiten Bevölkerung  
→ „Human Intelligence“

- Erstellung einer **Online 3D-Plattform**  
für das Reassembly virtueller Fragmente

- Gestaltung als **kollaborativer** und **inklusive** Lösungsprozess

- **Wissensvermittlung** und **Bewusstseinschaffung** für das historische Erbe



# Open Reassembly (OR) – Forschungsfragen



- geeignetes Design von kollaborativen **3D-Interaktionen** in einer Multi-User Umgebung
- Ausmaß und Art der Einbindung computergestützter **Automatismen**
- Design von Mechanismen zur **Konfliktresolution** angesichts unterschiedlicher Uservorschläge und -meinungen
- Anreize und Motivation der User zur Teilnahme an der Aufgabenlösung (**Gamification**)
- Evaluierung der Effektivität des kollaborativen Ansatzes (**Lösbarkeit**)

# Frühchristliche Mensaplatte aus Marmor

- in der sog. Bischofskirche am Kirchbichl von Lavant während der Grabungen von 1952 und 1953 gefunden
- in zahlreichen Fragmenten im Schutt und in den Mauern im Bereich des Narthex/Baptisterium geborgen
- Fragmentanzahl: **139 Stücke (inkl. Neufunde von 2022)**
- Maße: B 142,7 cm H 13,1 cm T 111,2 cm
- Gewicht der Fragmente: **16 g bis 9,5 kg**
- Gesamtgewicht: **305 kg**



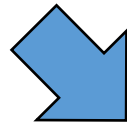
Gipsmuseum, Institut für Antike der KFU Graz

vom Museum Schloss Bruck,  
Lienz zur Verfügung gestellt

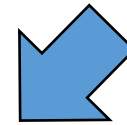
# Digitalisierung



Streifenlichtscannen / SLS (Geometric data)



Structure-from-Motion / SfM (Texture data)



Fusion (Texture to Vertex Colors)

## Datenmenge (nach Merging)

- **98 virtuelle Fragmente**
- **Gesamtgröße: 14 GB**
- 340 Millionen Vertices
  
- über 12.000 SfM-Fotos

# OR Lobby – Welcome

## Open Reassembly

Home

Neue User

Bestehende User

Impressum

Privacy Policy

## Open Reassembly

Viele Artefakte unseres archäologischen Erbes sind heute nur mehr fragmentiert erhalten. Das Wiederausammeln dieser Teile zur ursprünglichen Form ist daher eine wesentliche Aufgabe in der Archäologie.

**Open Reassembly** lädt Dich daher ein, gemeinsam mit anderen beim Zusammensetzen von mehrteilig und komplex zerbrochenen archäologischen Artefakten mitzuwirken.

Das virtuelle Zusammensetzen steht denselben Herausforderungen hinsichtlich Erhaltungsgrad der Bruchflächen und Fehlstellen wie in der analogen Welt gegenüber. Es gibt im **Open Reassembly** allerdings eine Erleichterung: alle Fragmente eines Sets gehören zu einem einzigen Artefakt und besitzen aneinanderpassende Bruchflächen.

**Open Reassembly** ist vor allem ein Spiel. Versuche Dich an einem kniffligen Puzzle, sammle Punkte für gute Anpassungen, erreiche eine gute Platzierung in der Rangliste und finde gemeinsam mit anderen die Lösung des Puzzle.



Mensaplatte Lavant  
98 Fragmente



Mensaplatte Irschen  
16 Fragmente

# OR Lobby – Quick Infos/Tips

## Open Reassembly

[Home](#)

[Neue User](#)

[Bestehende User](#)

[Impressum](#)

[Privacy Policy](#)

## Mensaplatte Lavant

### Quick Infos

Die Mensaplatte aus der frühchristlichen „Bischofskirche“ von Lavant.  
Das Objekt und seine kulturhistorische Bedeutung!



© ARGE-Steinrestaurierung / Susanne Leiner

Mangelhafte, nicht passgenaue Verklebung führte zu  
keiner vollständigen Zusammensetzung

### Quick Tips

Geologische Besonderheiten, Werk- und Gewaltspuren am Stein.  
Wesentliche Merkmale für ein erfolgreiches Zusammensetzen!



© Open Reassembly Projekt / Paul Bayer

Der geglättete Randbereich der Unterseite geht in eine  
grob gespitzte Oberfläche über



# OR Unity – Virtueller Tisch und Umgebung

Open Reassembly

[Home](#)

[Neue User](#)

[Bestehende User](#)

[Impressum](#)

[Privacy Policy](#)



[Fullscreen](#)

# Projektdaten

## Projektlaufzeit

01.01.2023 bis 31.12.2023

## Projektförderung

Land Steiermark / UFO – Unkonventionelle Forschung (2022)



## Projektteam

Projektleiter: Dipl.-Ing. Dr. techn. **Reinhold Preiner**, Institut für Computer Graphik und Wissensvisualisierung (CGV), Technische Universität Graz



## Mitarbeiter\*innen auf Seite des CGV:

Dipl.-Ing. **Simon P. Kloiber**, Bsc

Dipl.-Ing. **Peter Houska**, Bsc

**Alessandra Masur**, Bsc

Dipl.-Ing. Dr. techn. **Stefan Lengauer**

## Mitarbeiter auf Seite des Instituts für Antike der KFU Graz:

Dr. **Stephan Karl**

unterstützt durch **Paul Bayer**, MA



# Newsletter und Release

EUROGRAPHICS Workshop on Graphics and Cultural Heritage (2023)  
A. Bucciero, B. Fanini, H. Graf, S. Pescarini, and S. Rizvic (Editors)

Register for  
Updates!



## Towards Crowd-Sourced Collaborative Fragment Matching

P. Houska<sup>1</sup>, S. Kloiber<sup>1</sup>, A. Masur<sup>1</sup>, S. Lengauer<sup>1</sup>, S. Karl<sup>2</sup>, R. Preiner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graz University of Technology, Institute of Computer Graphics and Knowledge Visualisation, Austria  
<sup>2</sup>University of Graz, Institute of Classics, Austria



Figure 1: Web-based 3D environment visualizing fragments of an archaeological artifact for virtual reassembly (a). Matching a fragment with already joined stones (b). Other users can up- and downvote joins (c).

### Abstract

Many artifacts of our archaeological heritage are preserved only in fragments. The reassembly of these parts to their original form is therefore an essential task for archaeologists. Our project aims at incorporating the intellect of many participants from the broad public in the solution of this complex task. To this end, we develop a web-based 3D environment, in which users can interactively and collaboratively reassemble virtual fragments of real-world artifacts, supported by computer-aided methods. Our primary research focus lies on identifying how to best design and setup such a system in order to maximize the collaboration efficiency. By participating in this open reassembly process, users can gain valuable insight into the archaeological task, thus raising awareness for our common cultural heritage in a multitude of people.

### CCS Concepts

• Human-centered computing → Empirical studies in collaborative and social computing; Collaborative and social computing systems and tools; • Applied computing → Archaeology;

Save the date!  
Release 26.01.2024 um 21:00

balldertechnik.at

zt: FH JOANNEUM alumniTUGraz 1887

ball der technik

fr. 26.01.24

tanz der Algorithmen

CONGRESS GRAZ  
beginn: 21:00 uhr  
einlass: 19:45 uhr

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !