

# Digitale Rekonstruktion ornamentierter Gussstützen Modellierungsstrategien zwischen Geometrie und Freiform

Dr.-Ing. A. Wehner, Dr.-Ing J. Pimpi

## Einleitung



Originalstütze, Bahnhof Winden (Pfalz)

Ornamentierte Gussstützen des 19. Jahrhunderts prägen zahlreiche historische Bahnsteig- und Industriebauten.

Materialbedingte Fehlstellen, Korrosion und konstruktive Imperfektionen führen häufig zu irreversiblen Schäden. Für den Erhalt des Erscheinungsbilds und der Tragfähigkeit ist daher eine geometrisch präzise Reproduktion erforderlich.

### Ziel der Arbeit:

- Dreidimensionale Erfassung einer historischen Gussstütze mittels terrestrischem Laserscanning
- Entwicklung eines hybriden Modellierungsworkflows
- Ableitung einer idealisierten Soll-Geometrie
- Geometrischer Vergleich von Scan und CAD
- Grundlage für reproduzierbare Neuanfertigungen



## Datenerfassung

Die historische Gussstütze wurde mittels terrestrischem Laserscanning vollständig erfasst. Ziel war die geometrische Abbildung der Außenkontur als Grundlage für die CAD-Modellierung.

### Messsystem:

- Scanstation P50 · 6 Scanpositionen · 3 mm @ 10 m · Registriergenauigkeit ≈ 1 mm

### Ergänzung

- Fotodokumentation zur Interpretation filigraner Details



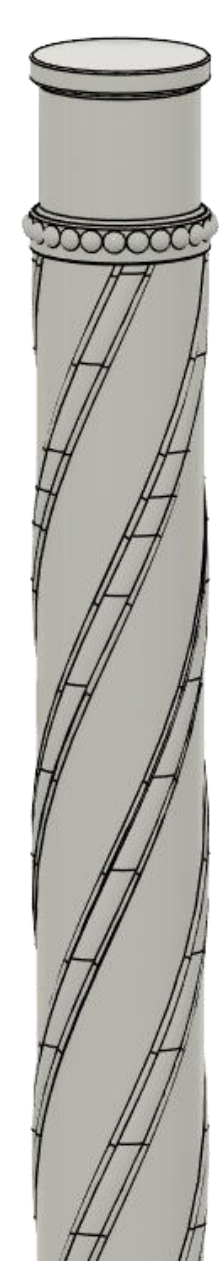
Detailbereich mit floralen Ornamenten und kannelierter Schaftzone – Vergleich Punktwolke (links) und Fotodokumentation (rechts)

## Hybride Modellierung

### Modellierungsstrategie

Ausgehend von der registrierten Punktwolke und den Bildern wurde die Geometrie der Stütze rekonstruiert. Ziel war nicht die Reproduktion der Ist-Geometrie, sondern die Ableitung einer idealisierten Soll-Geometrie um Verformungen und Beschädigungen zu eliminieren.

- Segmentierung der Stütze in funktionale Modellierungseinheiten
- Trennung zwischen regelhaften und ornamentierten Bereichen
- Ableitung charakteristischer Maße aus Schnitten der Punktwolke
- Kombination parametrischer Grundkörper mit Freiformelementen



Parametrisch



Freiform (SubD)



Kombiniert

## Modellierungstechniken

Die Umsetzung erfolgte in Autodesk Fusion 360 unter Kombination parametrischer CAD-Funktionen und freiformbasierter SubDivision- (SubD) Modellierung.

### Parametrische Modellierung

- Rotationskörper für Schaft- und Übergangsbereiche
- Muster- und Wiederholungsfunktionen (z. B. Kannelierung, Spiralstruktur)
- Maßableitung durch Punktwolken-Schnitte

### Freiform (SubD)

- Rekonstruktion floraler Ornamente
- Topologieanpassung über Kontrollpunkte und Kanten
- Manuelle Ausformung auf Basis fotografischer Referenz

### Systembedingte Limitierung

- Keine direkte Punktwolkenintegration in Fusion 360
- Begrenzte metrische Kontrolle innerhalb der SubD-Umgebung

### Begründung des Ansatzes

- Reine Mesh-Modelle übernehmen Schadstellen und Imperfektionen
- Ziel war eine idealisierte, rotationssymmetrische Soll-Geometrie
- Parametrik ermöglicht reproduzierbare und anpassbare Modellstrukturen

## Validierung

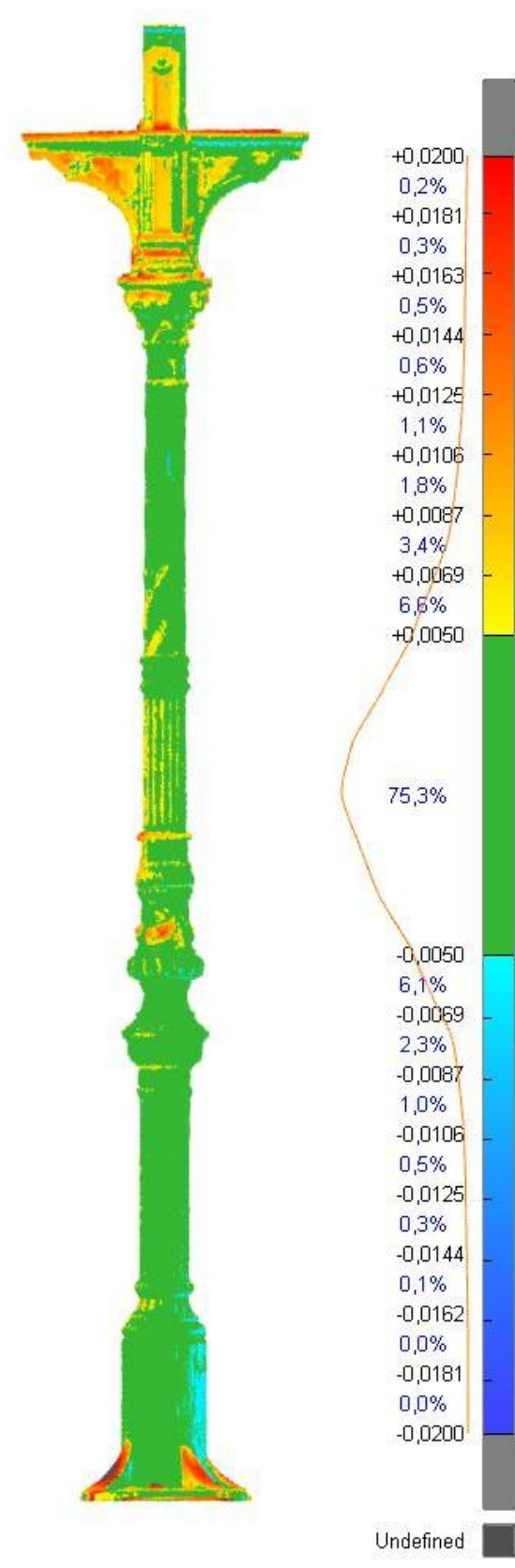
Zur geometrischen Überprüfung wurde das CAD-Modell mit der registrierten Punktwolke mittels Cloud-to-Mesh-Vergleich analysiert.

### Vorgehen

- Vorregistrierung über Referenzpunkte
- Best-Fit-Registrierung
- Cloud-to-Mesh-Vergleich (CAD vs. Punktwolke)

### Ergebnisse

- Großflächige Übereinstimmung innerhalb  $\pm 5$  mm
- Systematische Abweichungen infolge historischer Verformungen
- Lokale Differenzen in ornamentierten Bereichen
- Abweichungen durch Scanartefakte und idealisierte Modellierung



## Ausblick

Historische Gussstützen wurden im 19. Jahrhundert häufig seriell gefertigt. Der entwickelte Workflow ist auf vergleichbare Stützentypen übertragbar und ermöglicht eine modulare Rekonstruktion. Das CAD-Modell bildet die Grundlage für die Fertigung – sowohl zur Erstellung von Gussformen als auch für additive Maßstabsmodelle (hier 1:10).

### Dank

Unser Dank gilt der DB Bahnbaugruppe GmbH, Brückenwerkstatt Grünsfeld, für die Unterstützung und die Bereitstellung der Originalstütze.

