



# Von der Stollenbrust auf den Rechner

Datenflüsse und Geoinformatik im Tunnelvortrieb

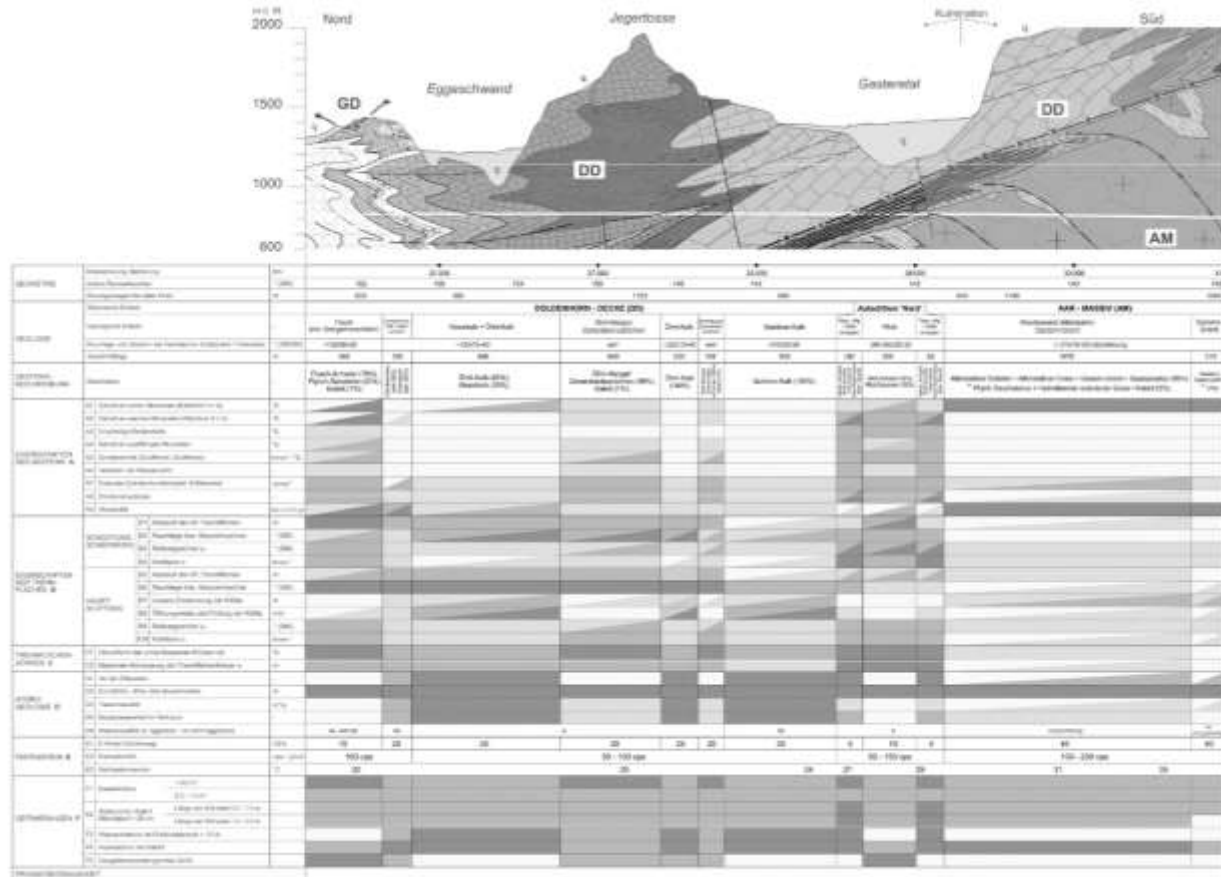


# Inhalt

- Problemstellung
- Konventioneller Vortrieb (Sprengvortrieb)
- Maschinelles Vortrieb (Tunnelbohrmaschine)
- Aussichten



# Problemstellung



## SIA 199, Erfassen des Gebirges im Untertagbau

Beispiel: Lötschberg-Basistunnel



# Rahmenbedingungen

## **Geologische Aufnahmen / Kartierung während Vortrieb**

- Sehr enges Zeitfenster, kein Unterbruch der Arbeiten
- Harsche Umweltbedingungen
- Vortriebsleistungsorientierte Arbeitszeiten
- Beengte Platzverhältnisse
- Fehlend Anbindung an Netzwerk
  
- Hohe Genauigkeit und Detailtiefe
- Hohe räumliche Abdeckung der geologischen Aufnahmen
- Aufnahmen im 3D-Raum und 2D-Darstellungen

# Harsche Umweltbedingungen



**Wassereinbruch** (Beispiel: Airolo, Consorzio Cunicolo Gottardo (CH))

[esriuserforum.ch](http://esriuserforum.ch)

Generalversammlung Zürich 2022

# Harsche Umweltbedingungen



**Instabile Ortsbrust** (Beispiel: Basistunnel Semmering (AT))

[esriuserforum.ch](http://esriuserforum.ch)

Generalversammlung Zürich 2022



# Harsche Umweltbedingungen



## Baustellenverkehr (Gubristunnel dritte Röhre (CH))

[esriuserforum.ch](http://esriuserforum.ch)

Generalversammlung Zürich 2022

# Sprengvortrieb



Vollausbruch mit Kranzschüssen (Lovstakentunnelen Bergen, (NO))

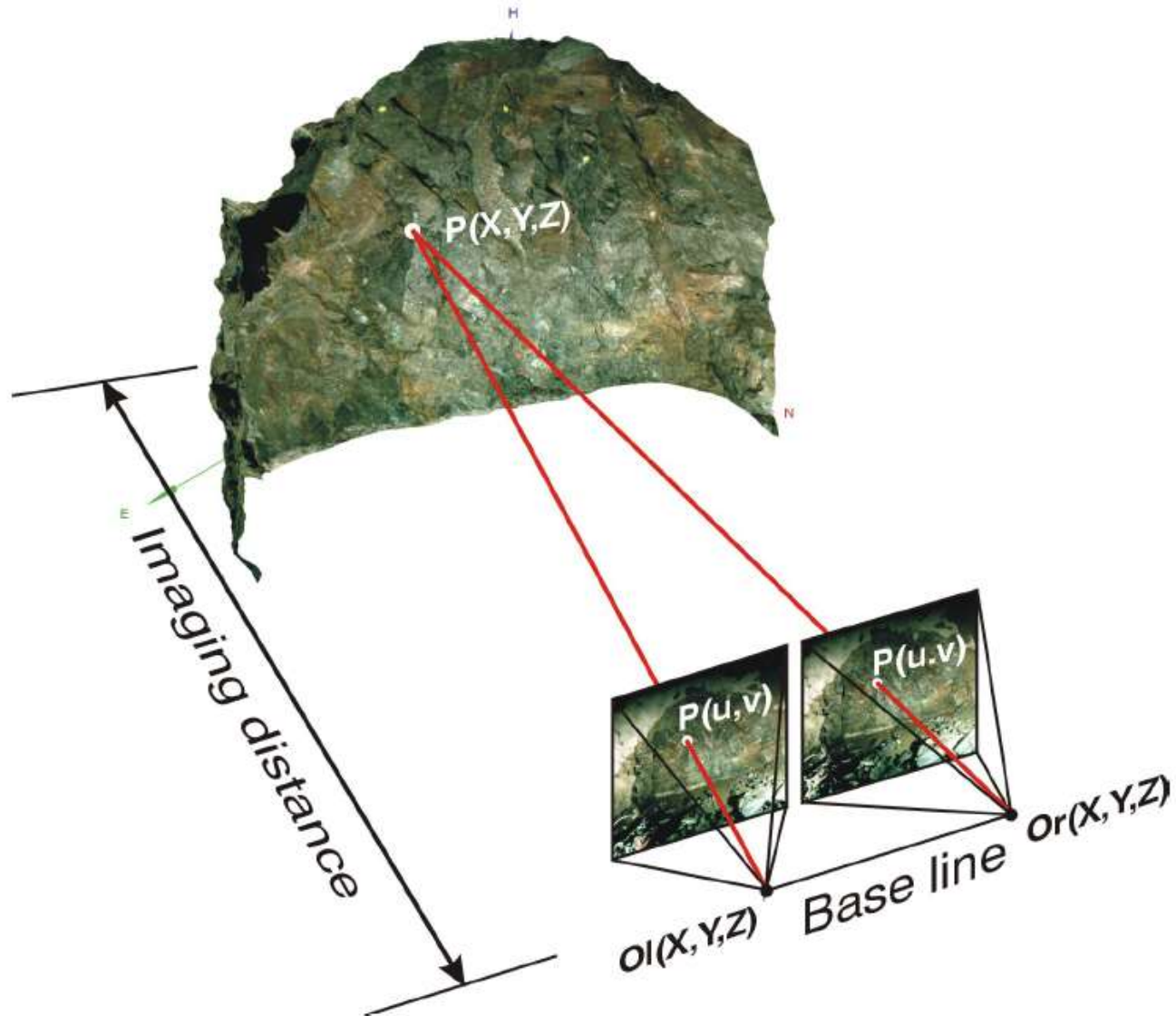
[esriuserforum.ch](http://esriuserforum.ch)

Generalversammlung Zürich 2022



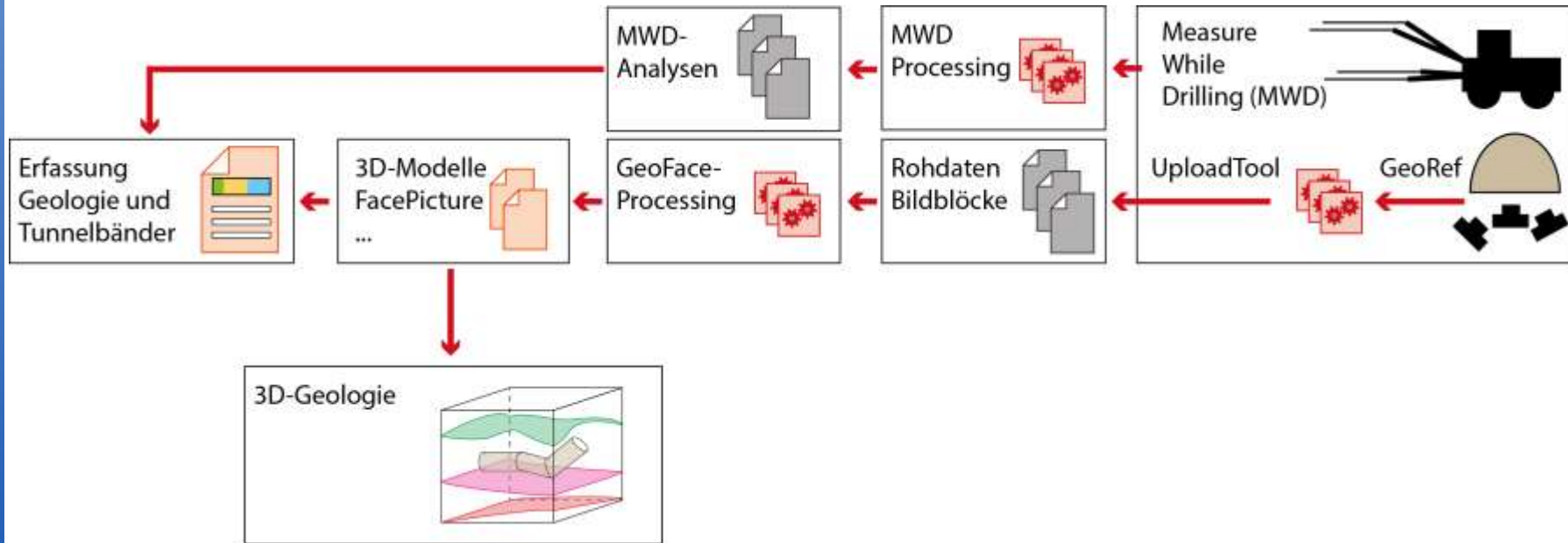


# Photogrammetrie





# GeoFaceProcessing (Sprengvortrieb)

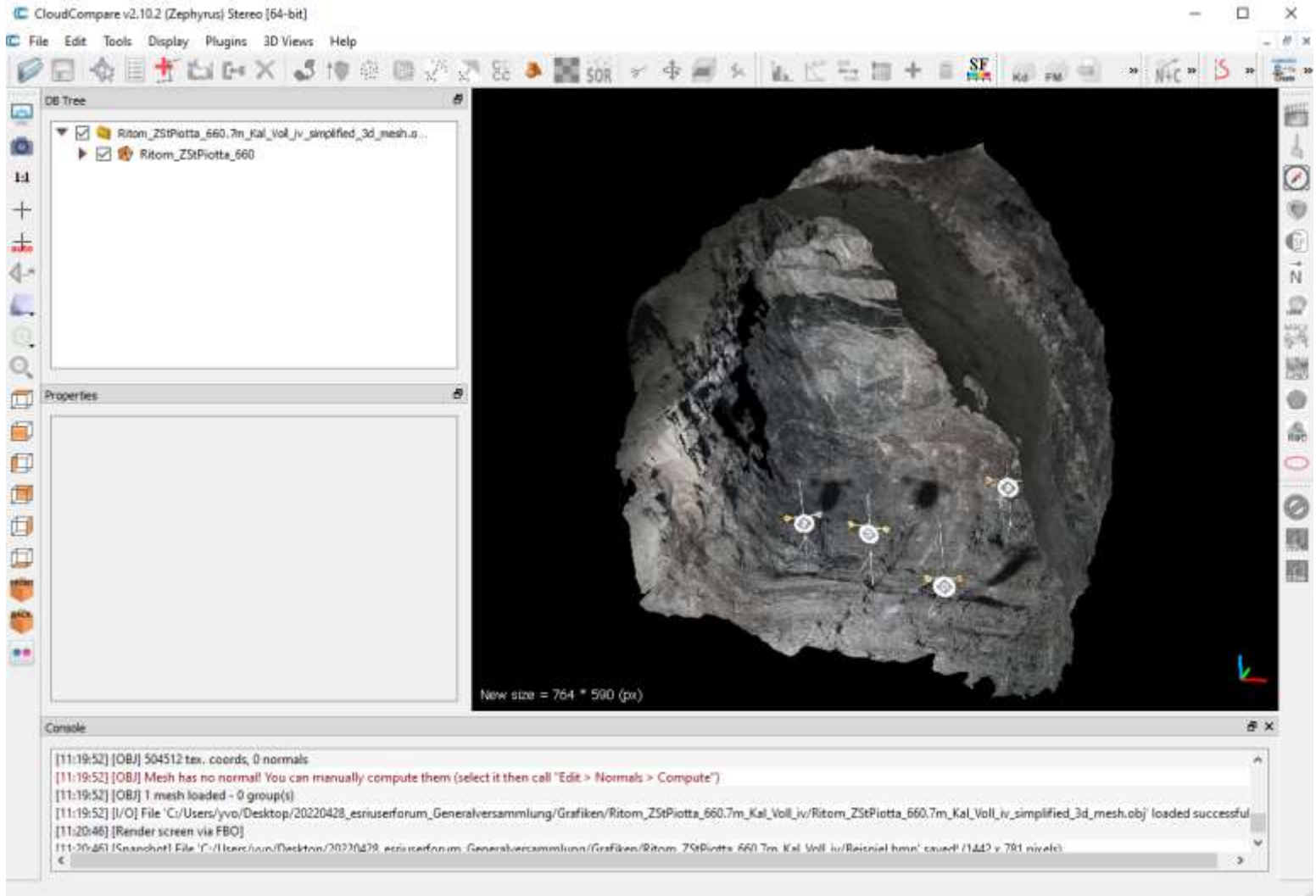


# Georeferenziertes 3D-Modell





# Georeferenziertes 3D-Modell



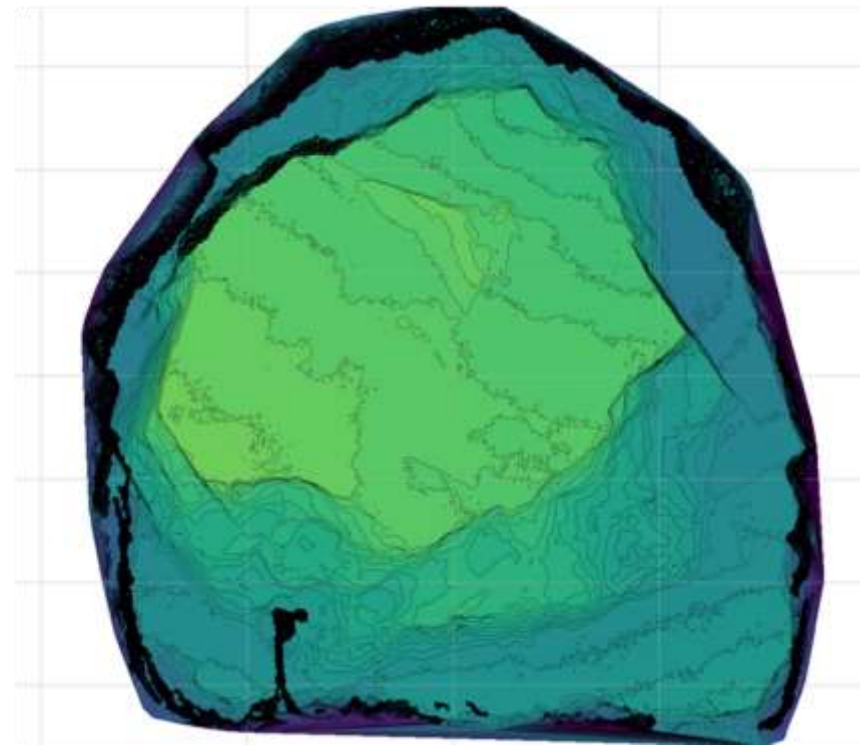
Animation



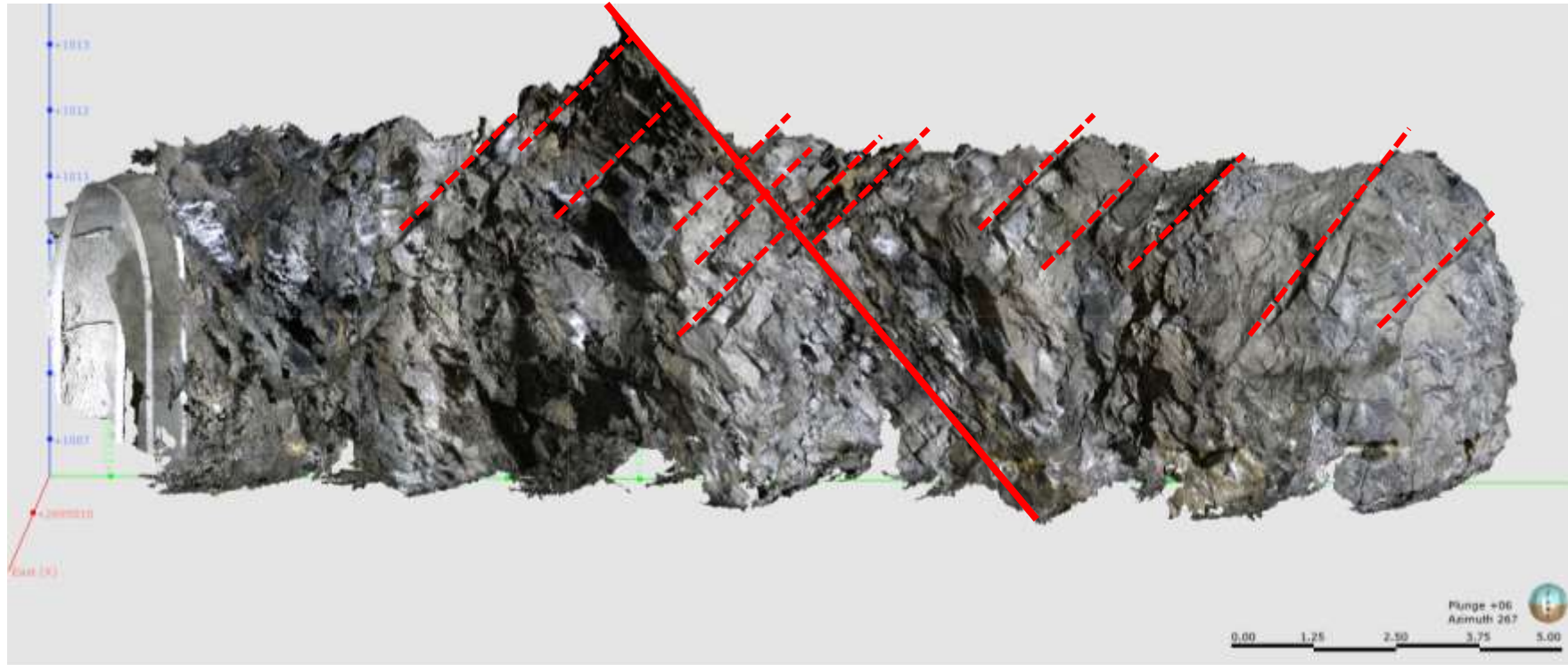
# Abgeleitete Produkte



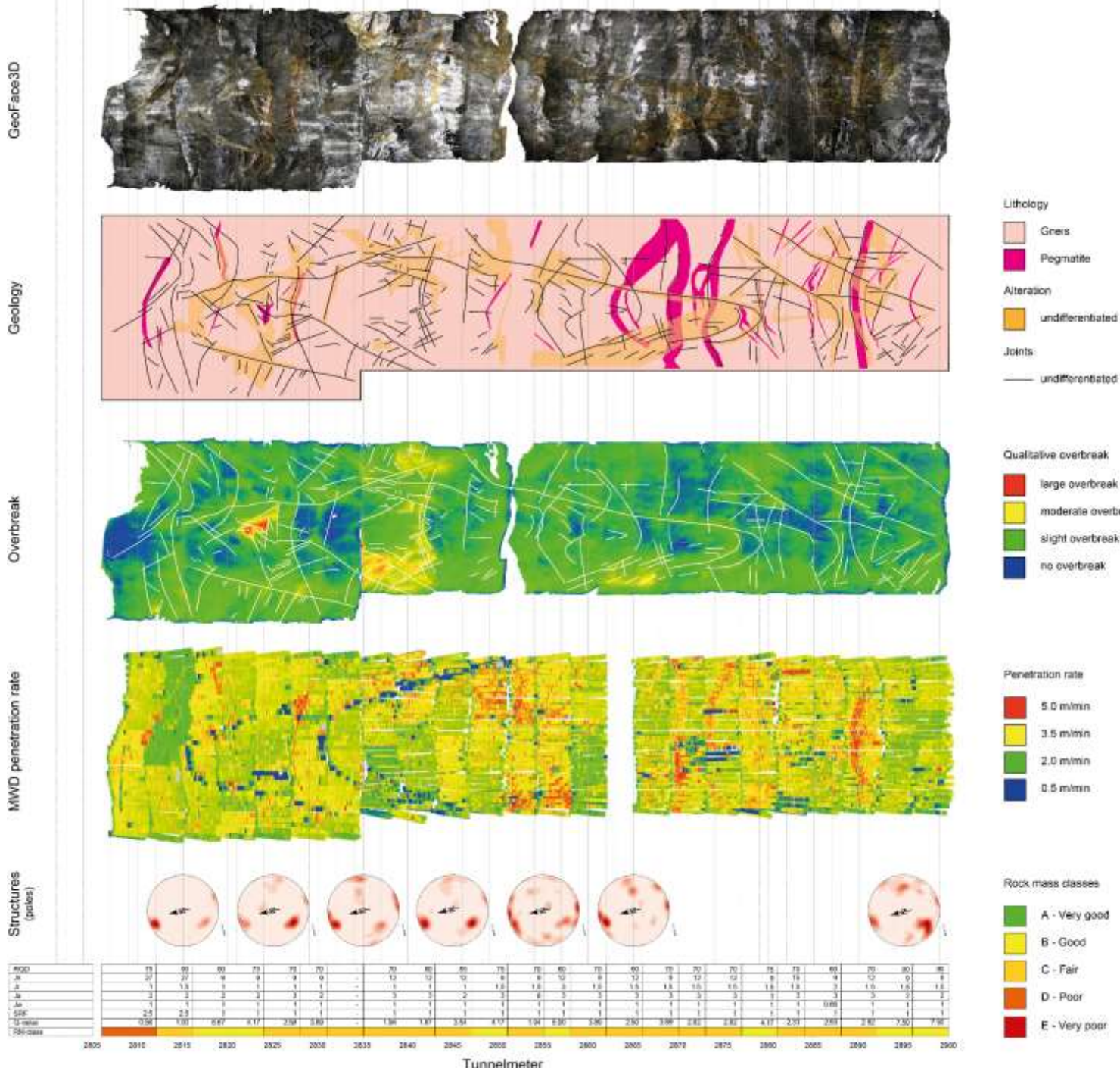
Face



Roughness



## Dokumentation geologisches Überprofil (Airolo, Consorzio Cunicolo Gottardo (CH))





# Tunnelbohrmaschine



TBM HWS-Sarneraa (Obwalden) (Werhof Marti Klus - Balsthal, (CH))

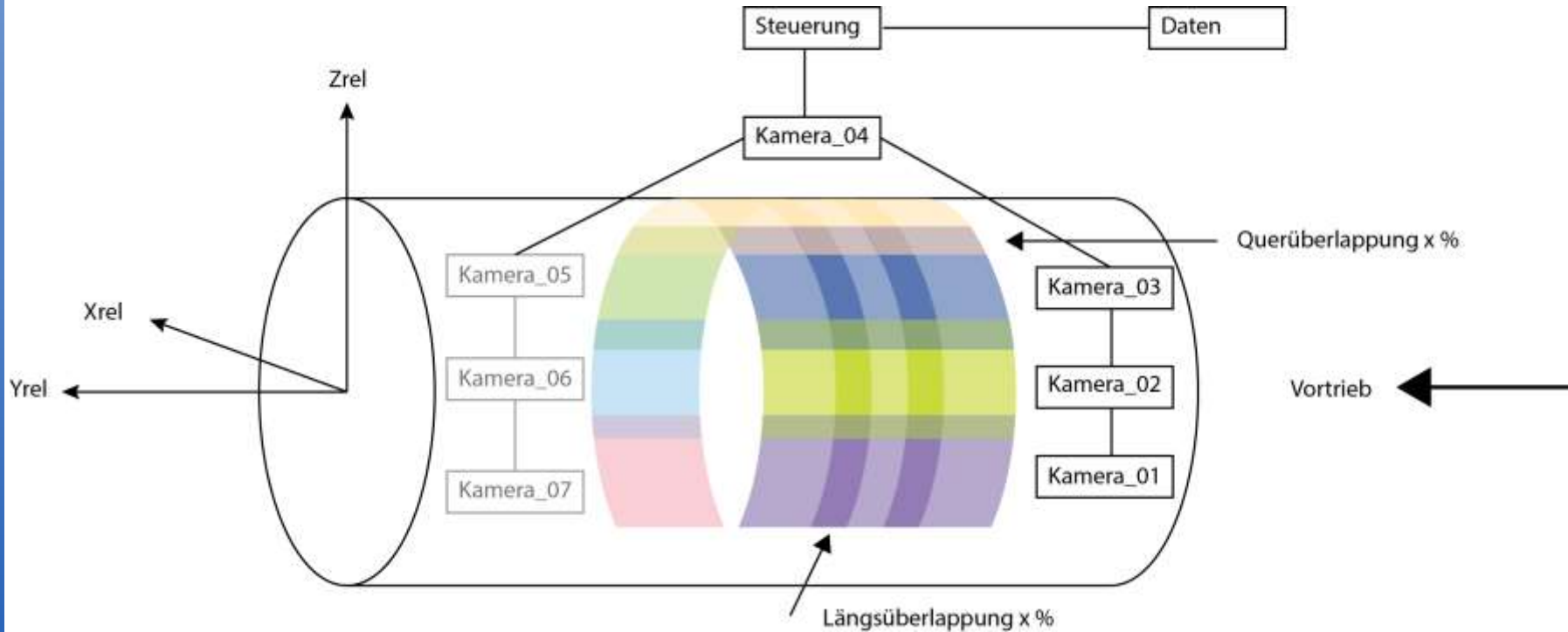
[esriuserforum.ch](http://esriuserforum.ch)

Generalversammlung Zürich 2022



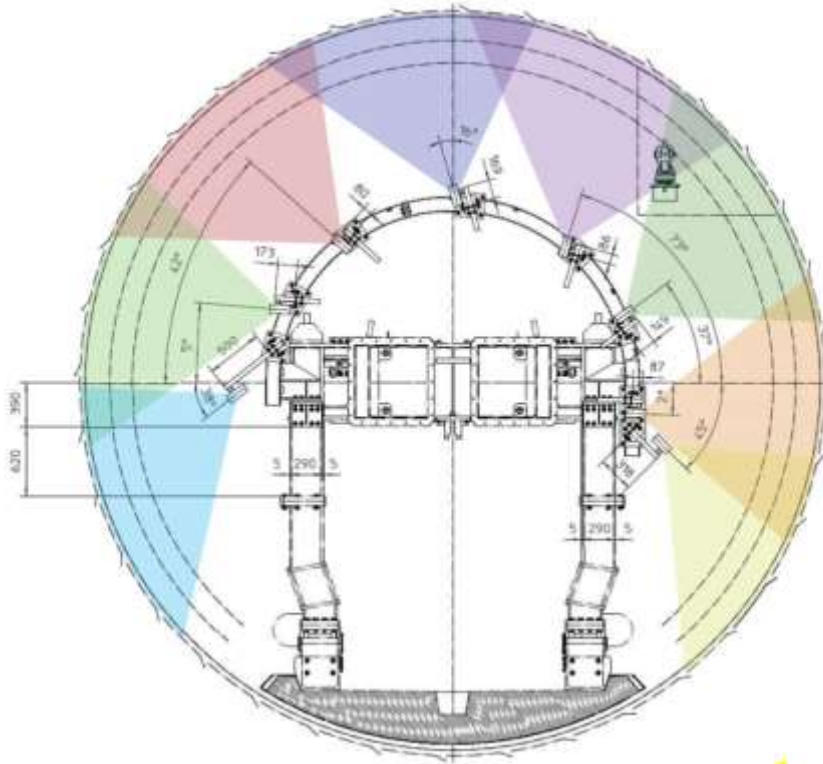


# Grundkonzept für offene Gripper-TBM's



- Vollautomatische Bildblockgenerierung
- Passpunktfreie Georeferenzierung
- Wartungsarmer Betrieb

# Grundkonzept und Montage



- Netzwerk-Kameras
- Zentrale Steuerungssoftware
- Automatischer Datenfluss



# 24x7 automatische Steuerung

The screenshot displays the GeoFaceTBM software interface. It is divided into several sections:

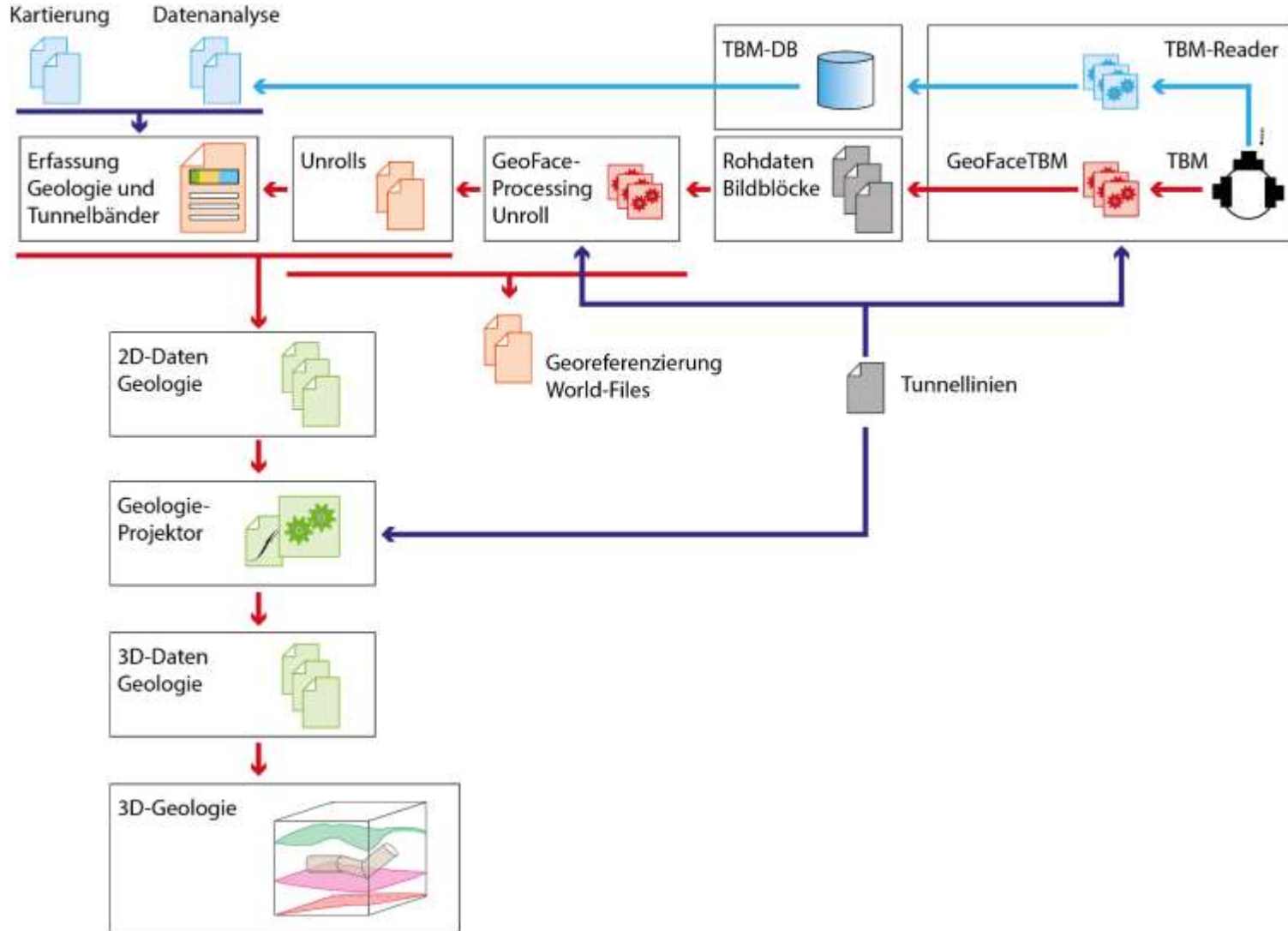
- TBM-Status:** Shows current location data: Tunnelmeter (1916.720), Easting (2601355.326), Northing (1201355.326), Altitude (1755.326), Azimuth (45.050), and Inclination (45.050).
- Camera-Status:** A table showing detailed camera information for eight cameras (martTBM01 to martTBM08). All cameras are connected, with martTBM01 in 'Acquiring' mode and others in 'Idle'.
- Image-Block-Status:** A control panel with a 'Start' button and a large red 'Stop' button.
- Process- and logging-information:** A log window showing messages such as 'Camera 'martTBM01' has taken an image' and 'Position 1916.72 from TBM received'.

At the bottom of the window, it says 'GeoFaceTBMGui, Version: 0.0.1.18865' and has a signature 'J. Hoermann'.

Animation



# GeoFaceProcessing (Tunnelbohrmaschine)

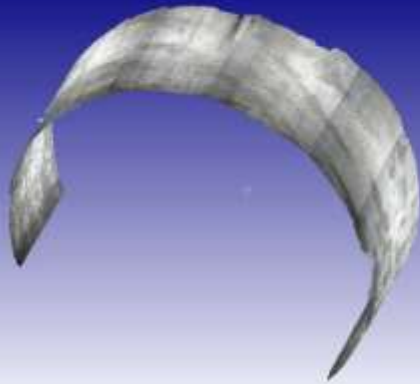




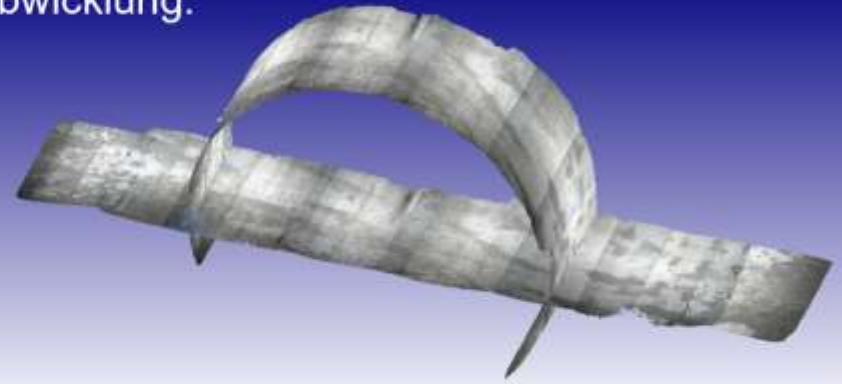
# Abgeleitete Produkte



Modell:

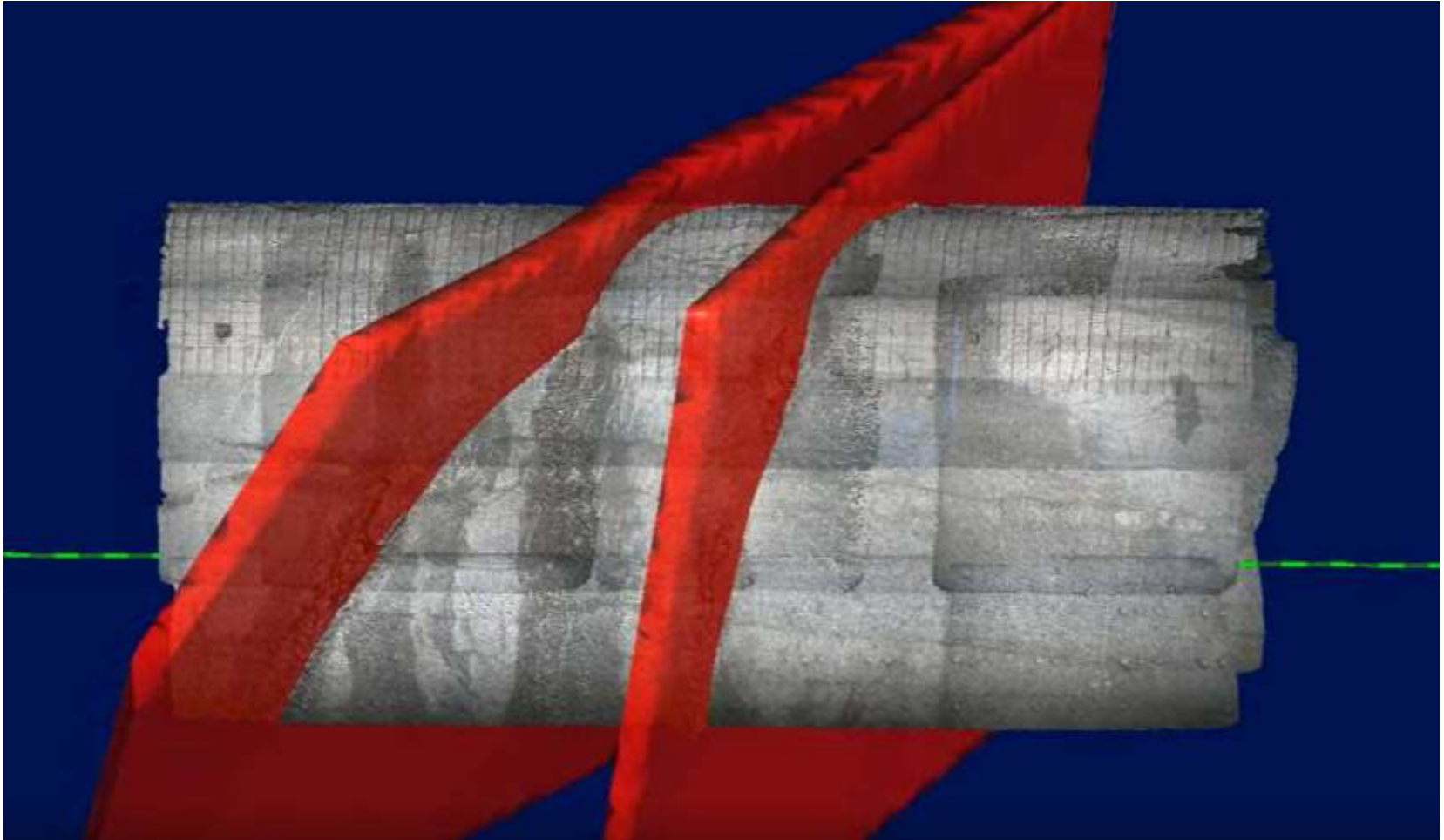


Abwicklung:





# Abgeleitete Produkte



Animation

Kombination GeoFaceTBM und TBM-Daten (HWS-Sarneraa (Obwalden))









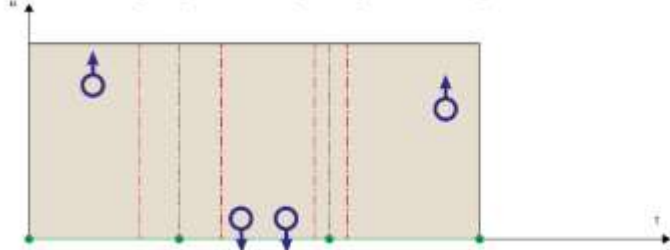
# Projektion 2D-Geologie nach 3D-Geologie

GEO  
IDEE



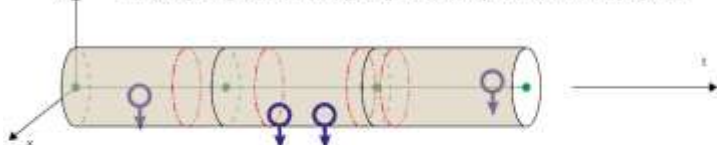
Labor

Erfasste geologische Kartierung der abgewickelten und gestreckten Tunnelwand



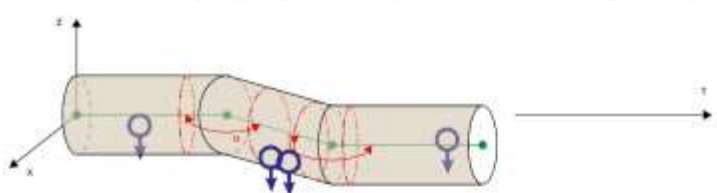
- i Tunnelmeter [m]
- ii Abgewickelte Tunnelwand Sohle bis Sohle

Erfasste geologische Kartierung auf gestreckten Zylinder des Tunnel projiziert



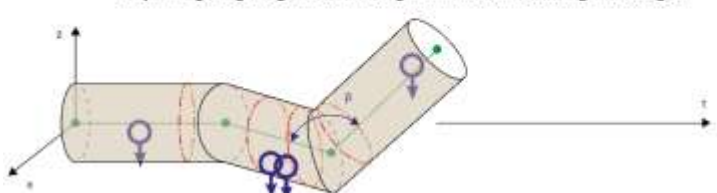
- x, y = (t, u)
- i Tunnelmeter [m]
- ii Horizontale Lage zur Tunnelachse [m]
- iii Höhe über Tunnelsohle [m]

Anpassung der geologische Kartierung an die horizontalen Richtungsänderungen



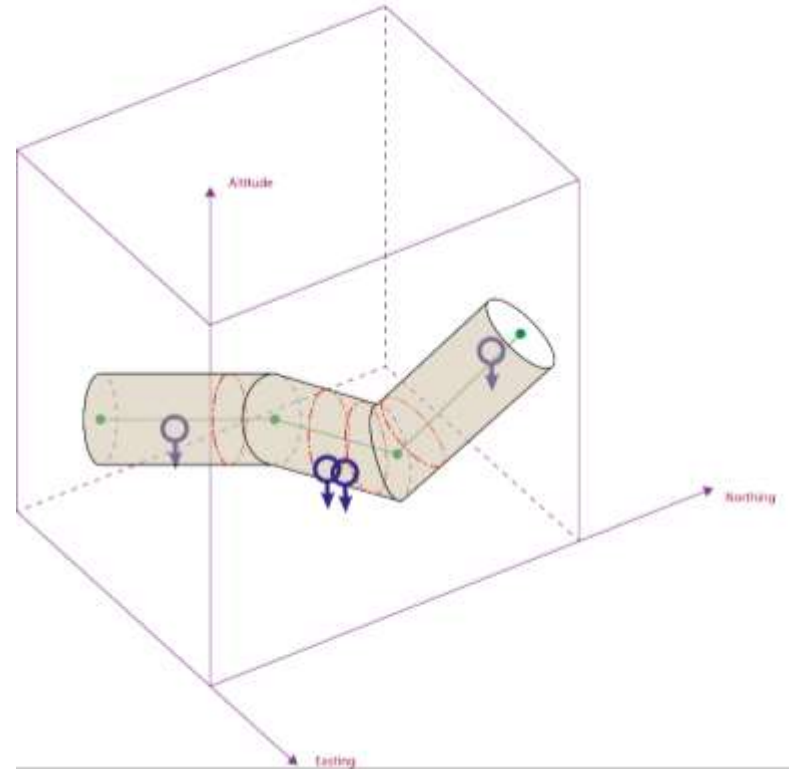
- i Tunnelmeter [m]
- ii Horizontale Lage zur Tunnelachse [m]
- iii Höhe über Tunnelsohle [m]
- iv Horizontale Richtungsänderung

Anpassung der geologische Kartierung an die vertikale Richtungsänderungen



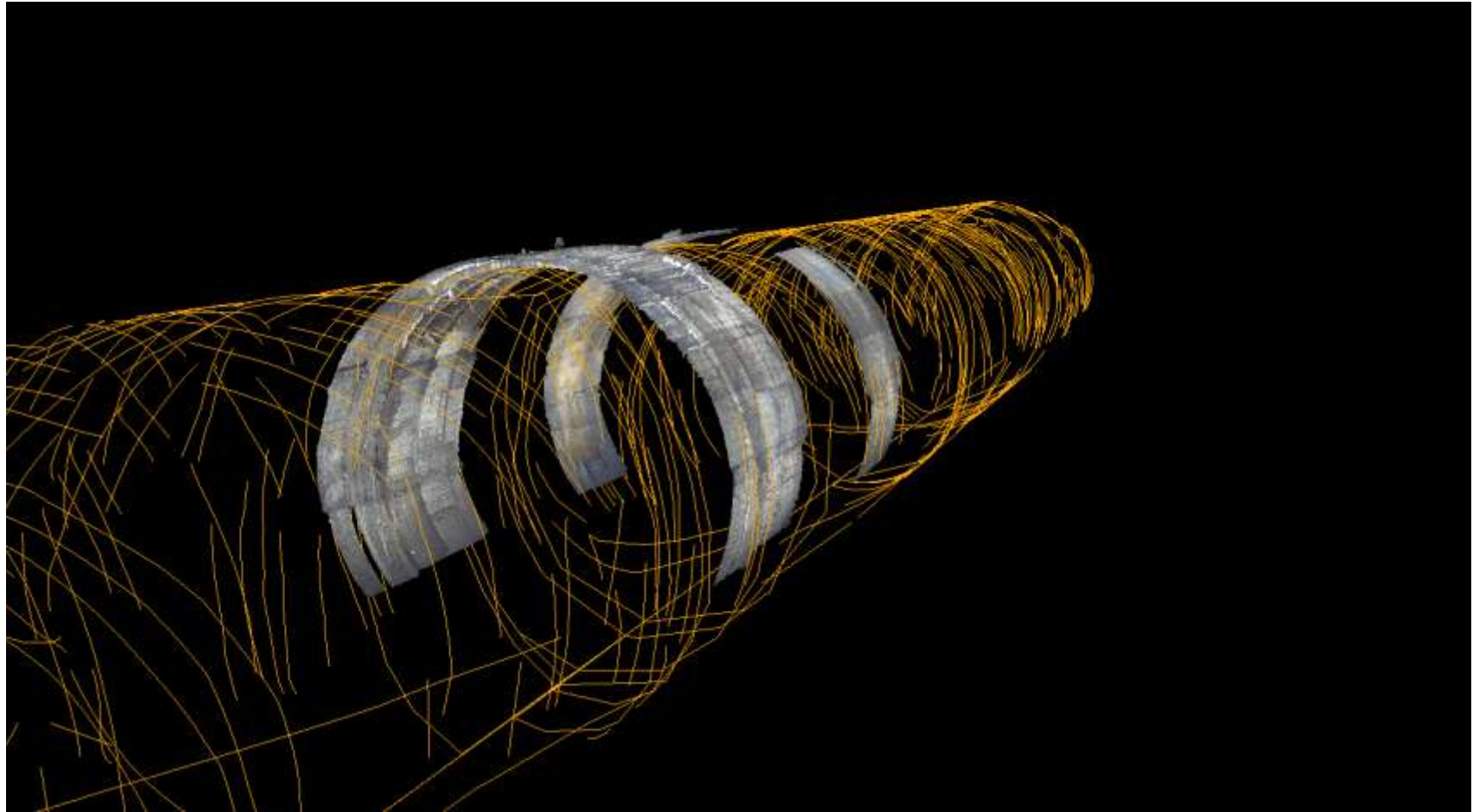
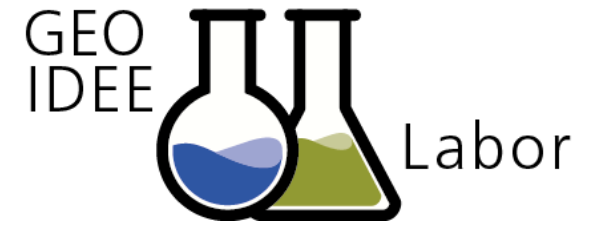
- i Tunnelmeter [m]
- ii Horizontale Lage zur Tunnelachse [m]
- iii Höhe über Tunnelsohle [m]
- iv Vertikale Richtungsänderung

Rotation und Transition in den absoluten Raum





# Projektion 2D-Geologie nach 3D-Geologie



Kombination 3D-Geologie mit GeoFaceTBM (HWS-Sarneraa (Obwalden))

[esriuserforum.ch](http://esriuserforum.ch)

Generalversammlung Zürich 2022



# Ausblick

## GeoFaceTBM

- Möglichkeiten für Schild-TBM
- Produktive Implementierung der Tunnelprojektion

## TBM

- Datenwarehouse für TBM-Betriebsparameter (bis 260 Parameter mit 2 Sekunden Messintervall)

## Datenfusionen

- Weitere Kombinationen MWD, TBM-DB, GeoFace, Geologie, ...



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

