

Digitale Anwendungen auf Untertagbaustellen

Markus Brun, MEB Group – Fadri Jecklin, Donatsch + Partner AG



www.mebgroup.ch

Agenda

Teil 1: Digitalisierung in der Baubranche, Markus Brun

Teil 2: Praktische Anwendungen im Untertagebau, Fadri Jecklin

Zur Person

- Geschäftsführer MEB Group
- Dozent für Digitalisierung im Bauwesen am Campus Sursee
- Co-Autor SBV-Handbuch “BIM-Einführung im Bauunternehmen”
- Begleitung von Bauunternehmer in der Digitalisierung



Markus Brun

Geschäftsführer MEB Group
Dozent für Digitalisierung und BIM
Tel +41 62 550 03 61
markus.brun@mebgroup.ch



BIM als Grundlage der Digitalisierung im Bau



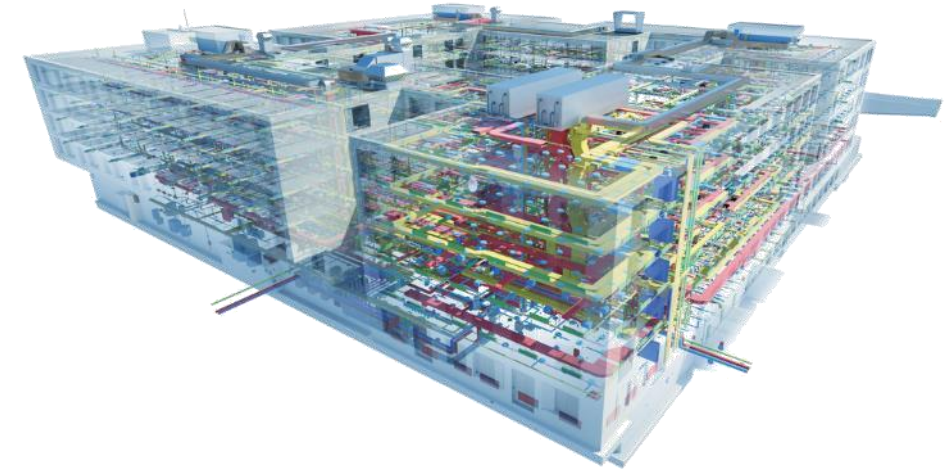
Das digitale Bauwerksmodell und die verbundenen Methoden und Prozesse

Building Information Model (BIM):

Alle relevanten Bauwerksdaten werden in einem konsistenten Datenmodell eingebunden, miteinander vernetzt und kontinuierlich weitergenutzt.

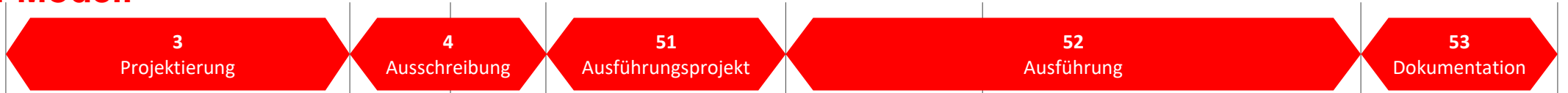
Building Information Modeling (BIM) / Building Information Management (BIM):

Methoden und Prozesse für optimiertes digitales planen, bauen und bewirtschaften von Bauwerken.



Öffentliche Auftraggeber fordern vermehrt BIM-Kompetenzen ein

SIA-Phasen-Modell



ATB-Phasenmodell «BIM Standard»

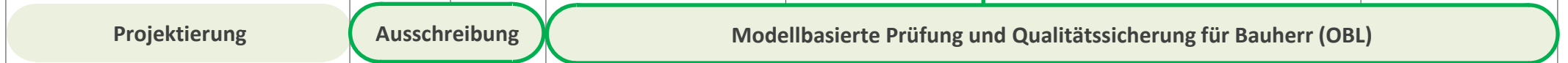
- Ausschreibungsunterlagen**
- Baubeschreibung
 - Modell
 - ohne NPK-Leistungsbeschreibung
 - ohne Mengenangaben

Baufreigabe durch PL ATB

Besteller



Planer



Unternehmer



Grundlagen- oder (fallweise) Studienmodell

Auflage-Modell*

Ausschreibungsmodell

Ausführungsmodell

As-built-Modell

*inkl. Landerwerb

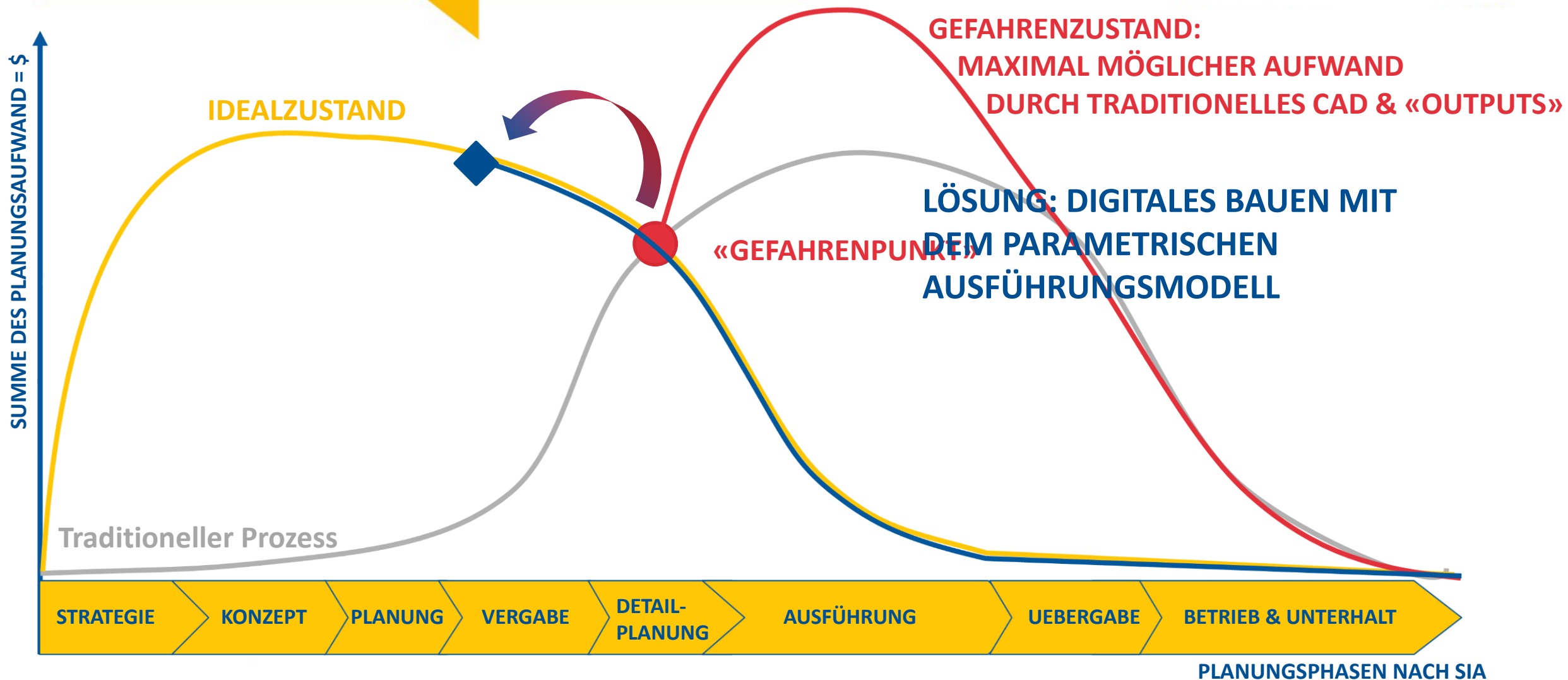
Von der Planung zur Ausführung im Bauunternehmen



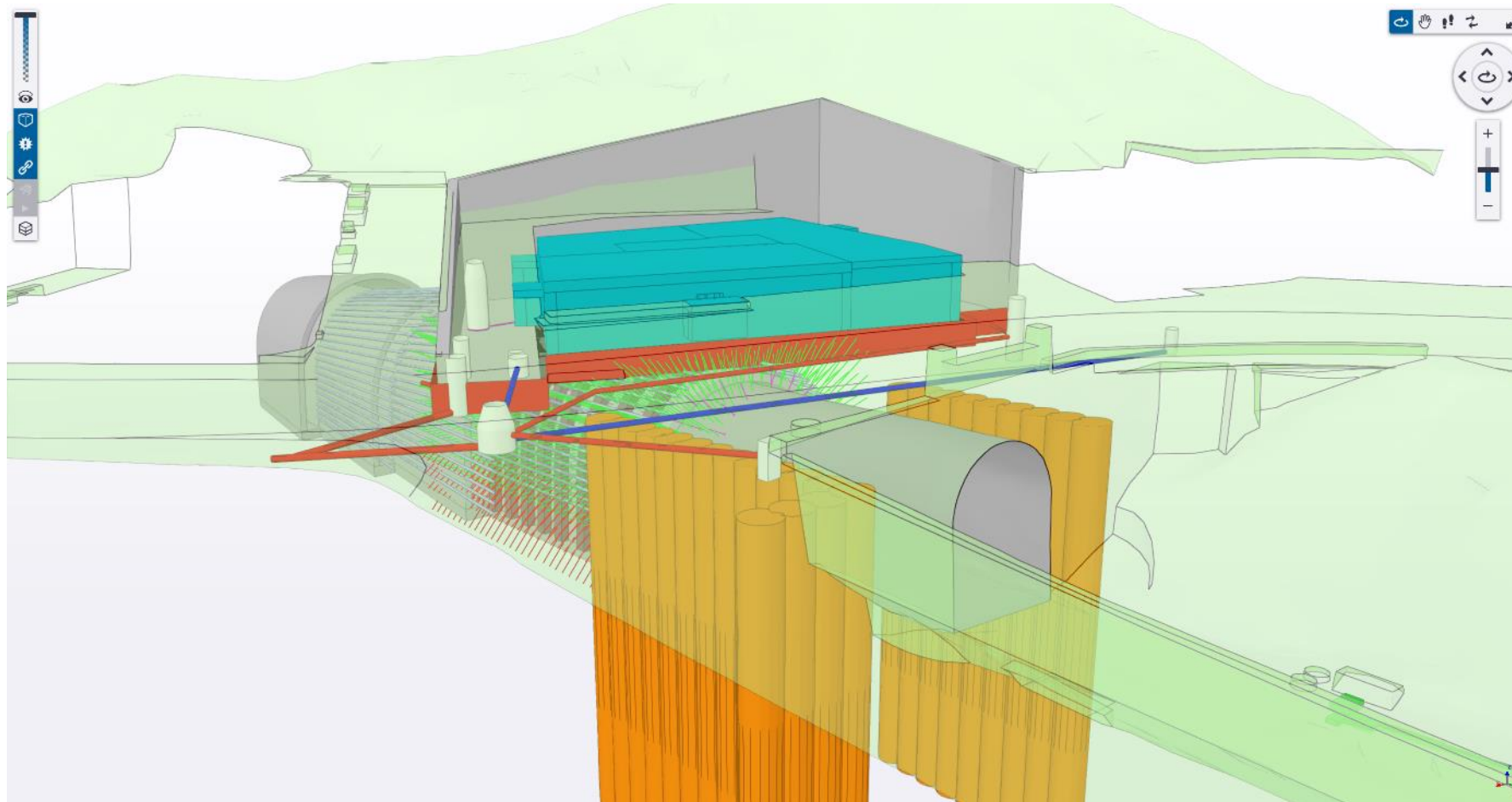
BIM - Idealzustand und heutige Umsetzung in der Schweiz



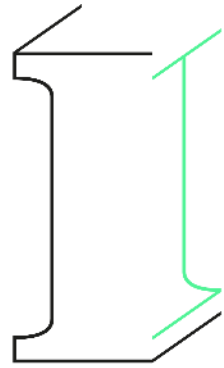
Digitales Bauen mit dem parametrischen Ausführungsmodell



Von digitalen Anwendungen im Untertagebau profitieren!



Quelle: InfraDigital AG / SW Trimble Connect



INFRA**DIGITAL**

**donatsch
+ partner**

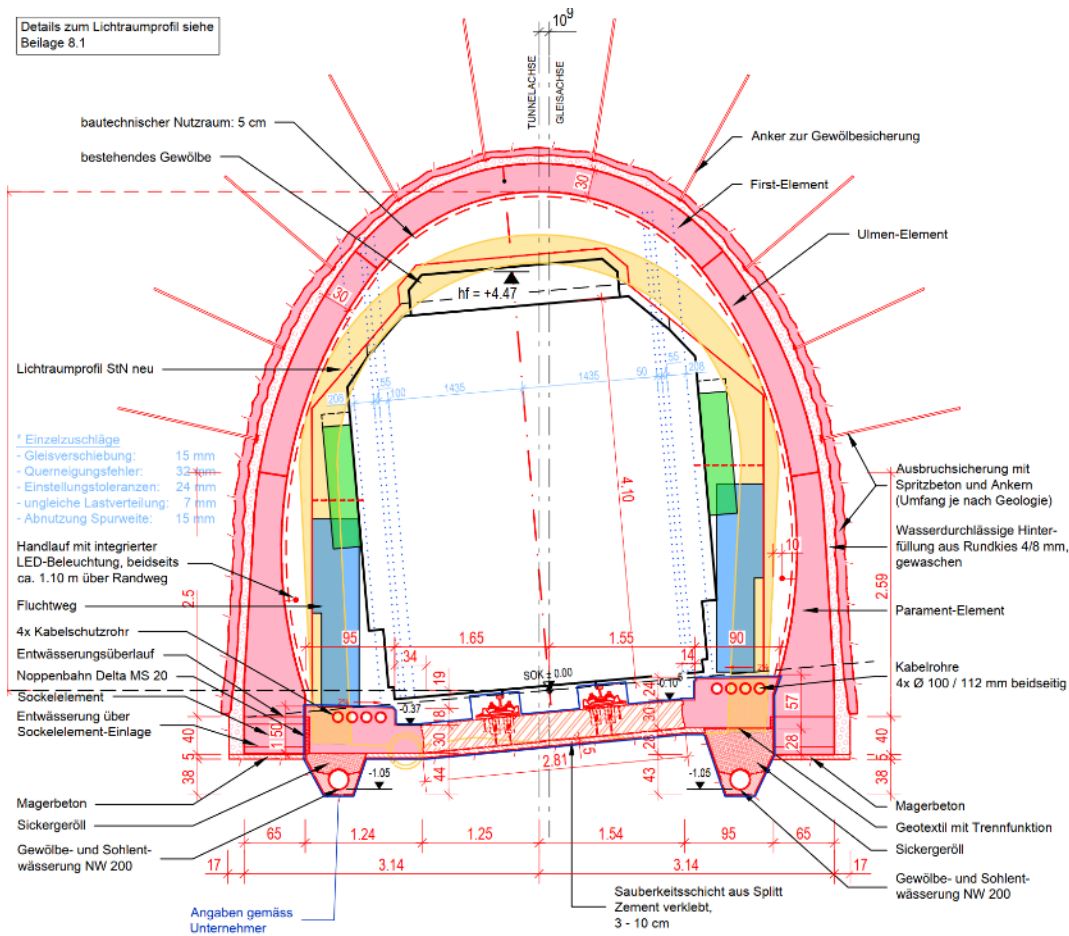
Die Ingenieure für
Geomatik + Bau

Zur Person

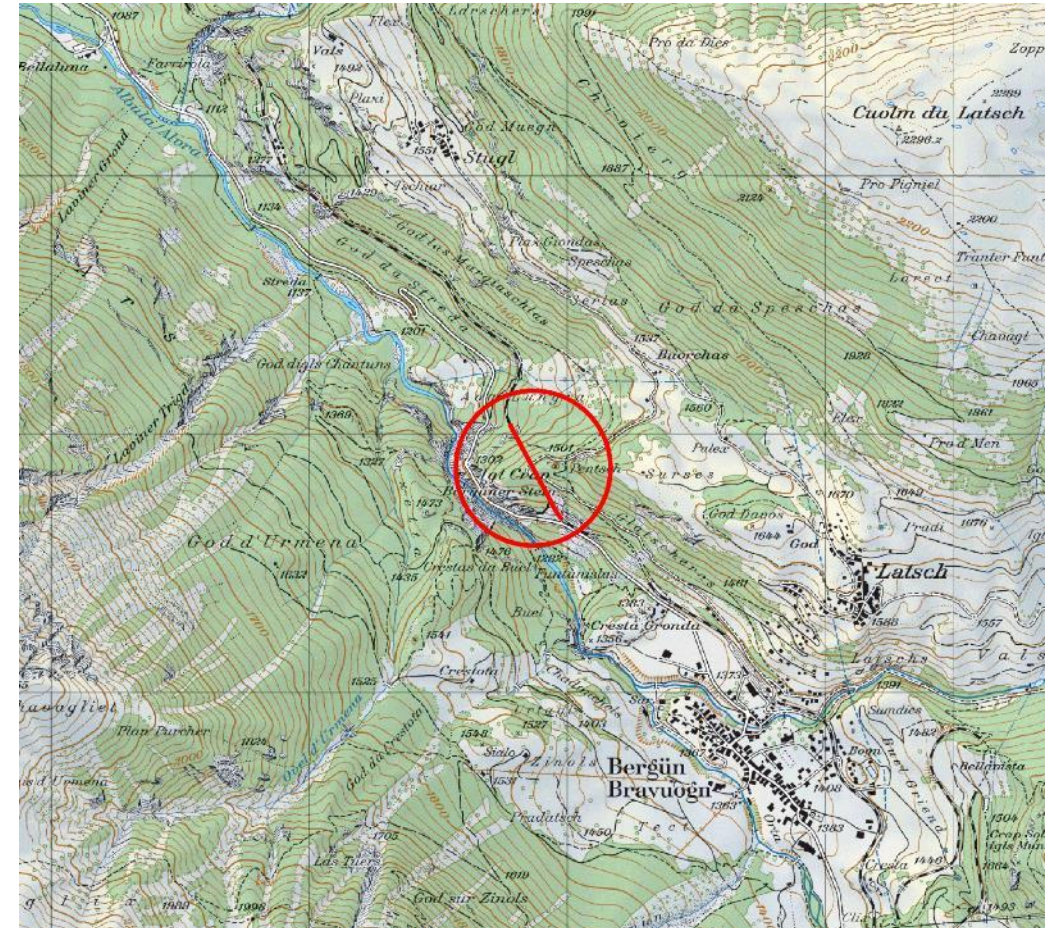
- Geomatiker EFZ seit 1998
- Im Anschluss tätig im Bereich 3D-Visualisierung Hoch- und Tiefbau
- 3D Computergrafik Film- und Werbung
- Seit 2008 bei Donatsch + Partner AG
- Seit 2015 Leitung Substanzerhalt / GL bei Donatsch + Partner AG
- 2020 Gründung InfraDigital AG / Mitinhaber und Projektleiter



Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

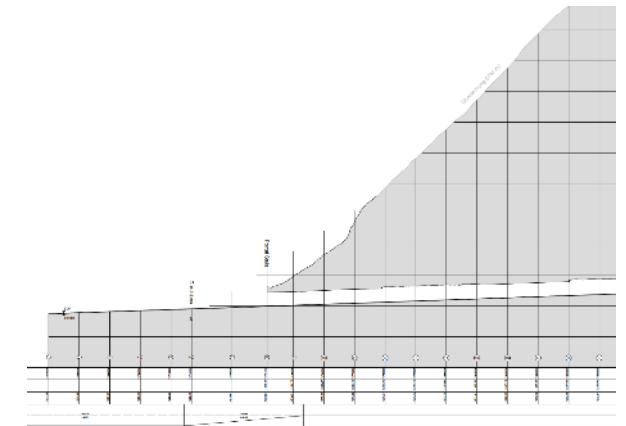
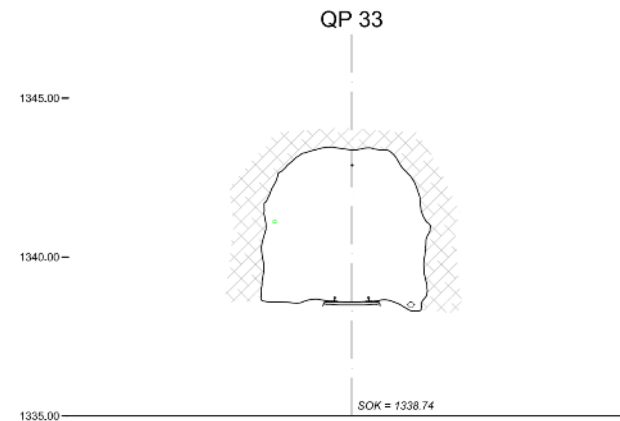
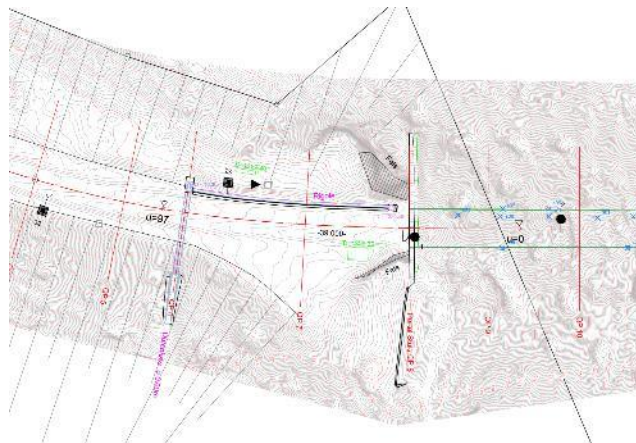


Quelle: Rhätische Bahn AG



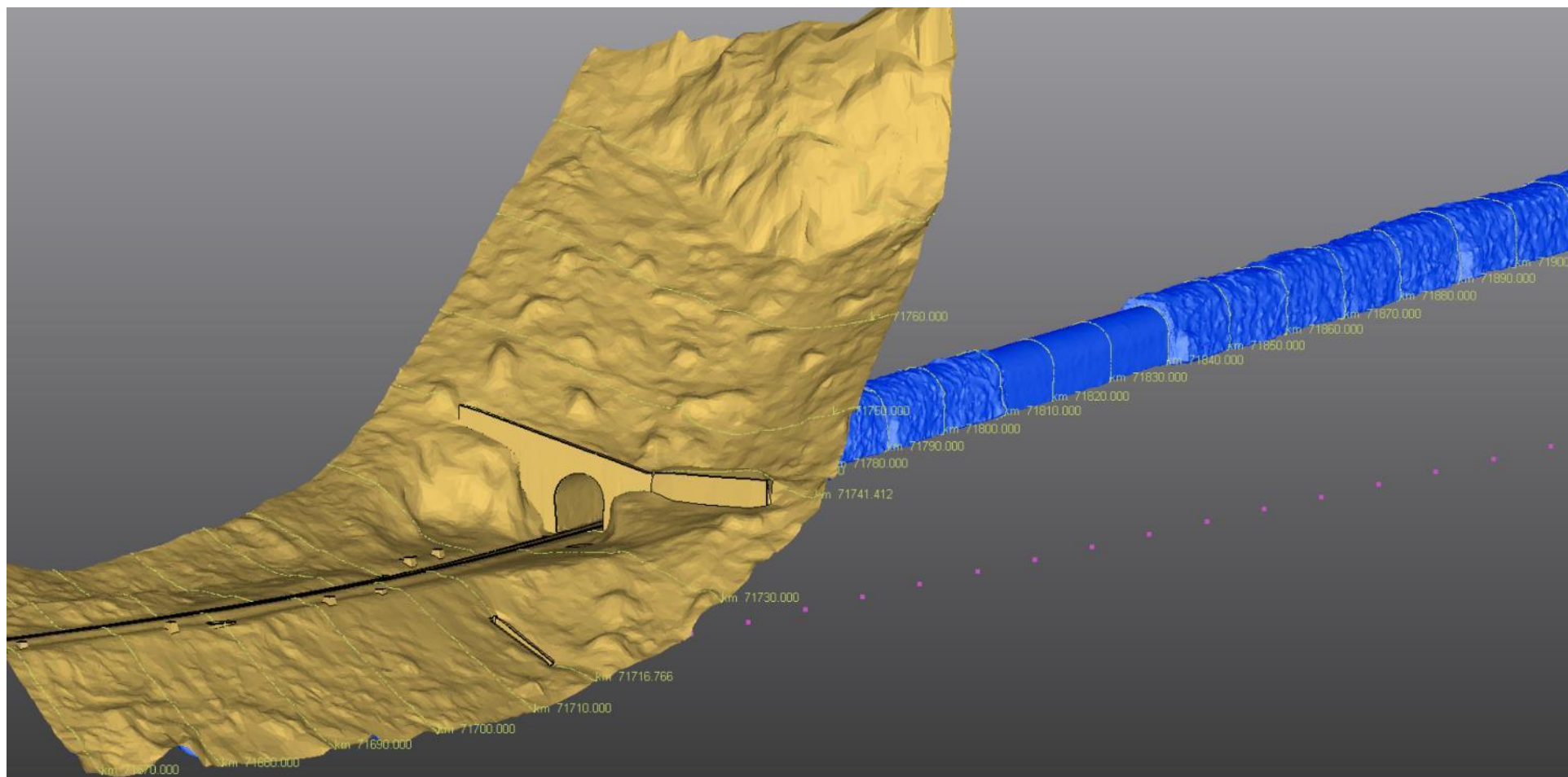
Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

- Grundlagenvermessung (2017)
- Bestellung 2D Daten und Pläne seitens Bauherrschaft
- Geländemodelle in Portalbereichen 2.5D
- 3D-Laserscanning als verpflichtende Aufnahme Methode für Bestand



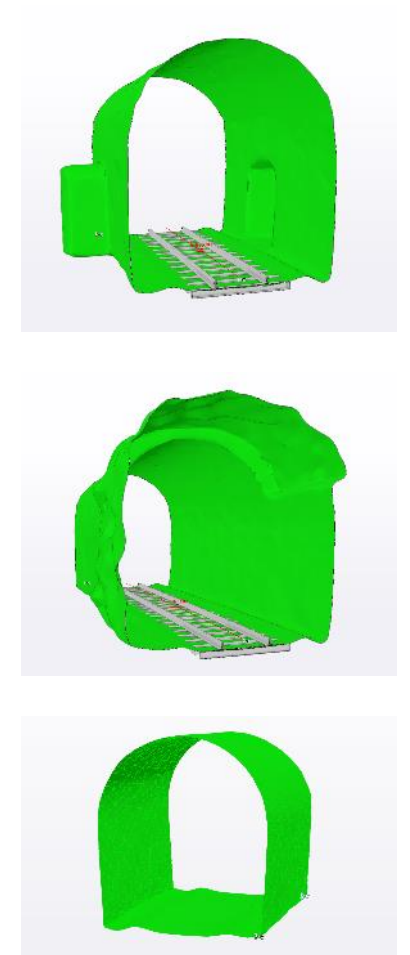
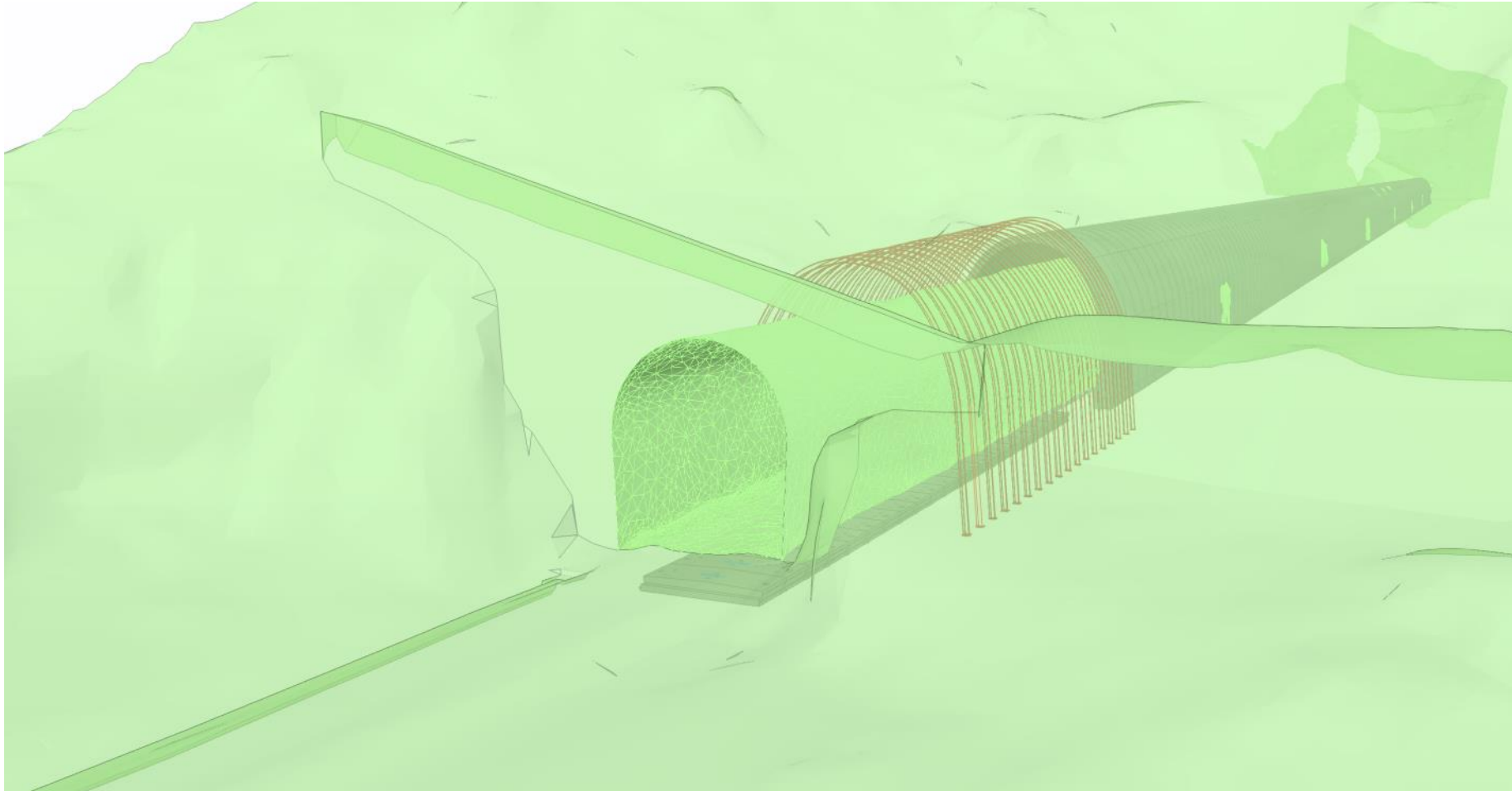
Quelle Grafiken: Donatsch + Partner AG

Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein



Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Cyclone 3DR

Sanierung RhB Tunnel Berggünerstein



Quelle Grafiken: Donatsch + Partner AG

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

1. **Sohlabsenkung, Einbau Sohlsprenger / Gleistragplatte**
2. **Voreinschnitte / Rückbau Portal / Rohrschirm**
3. **Ausbruch Sprengvortrieb / Gitterträger**
4. Entwässerung
5. **Sockelsteine**
6. **Versetzen Tübbinge**
7. **Perlkies Hinterfüllung Tübbinge**
8. Gleisbau: Schienenwechesl und Vergiessen Stützpunkte



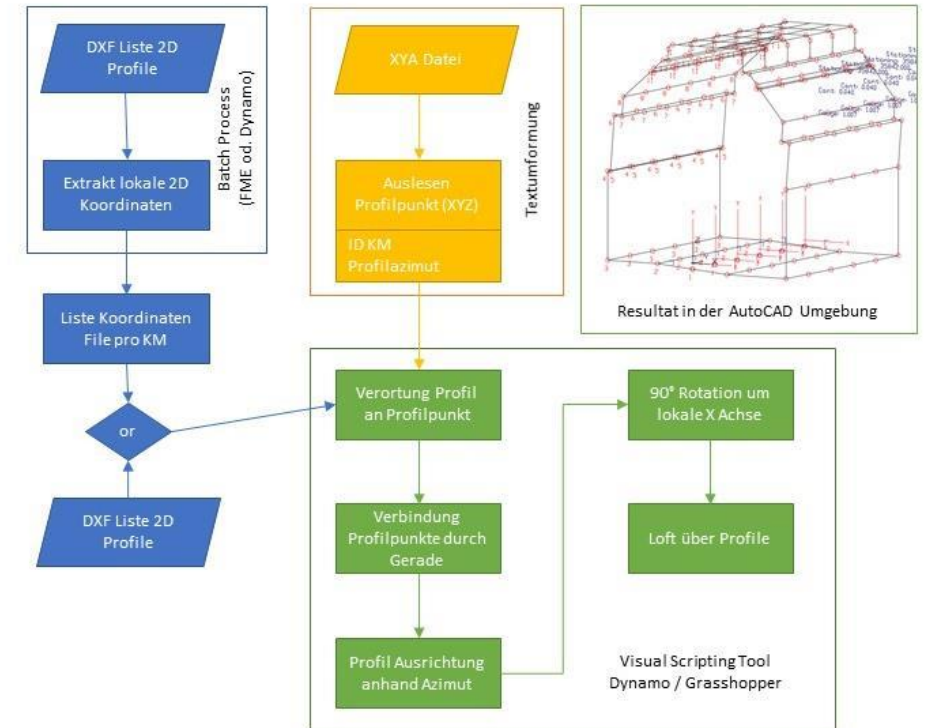
Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect

Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

Mechanische Kontrolle Lichtraumprofil mittels Besenwand



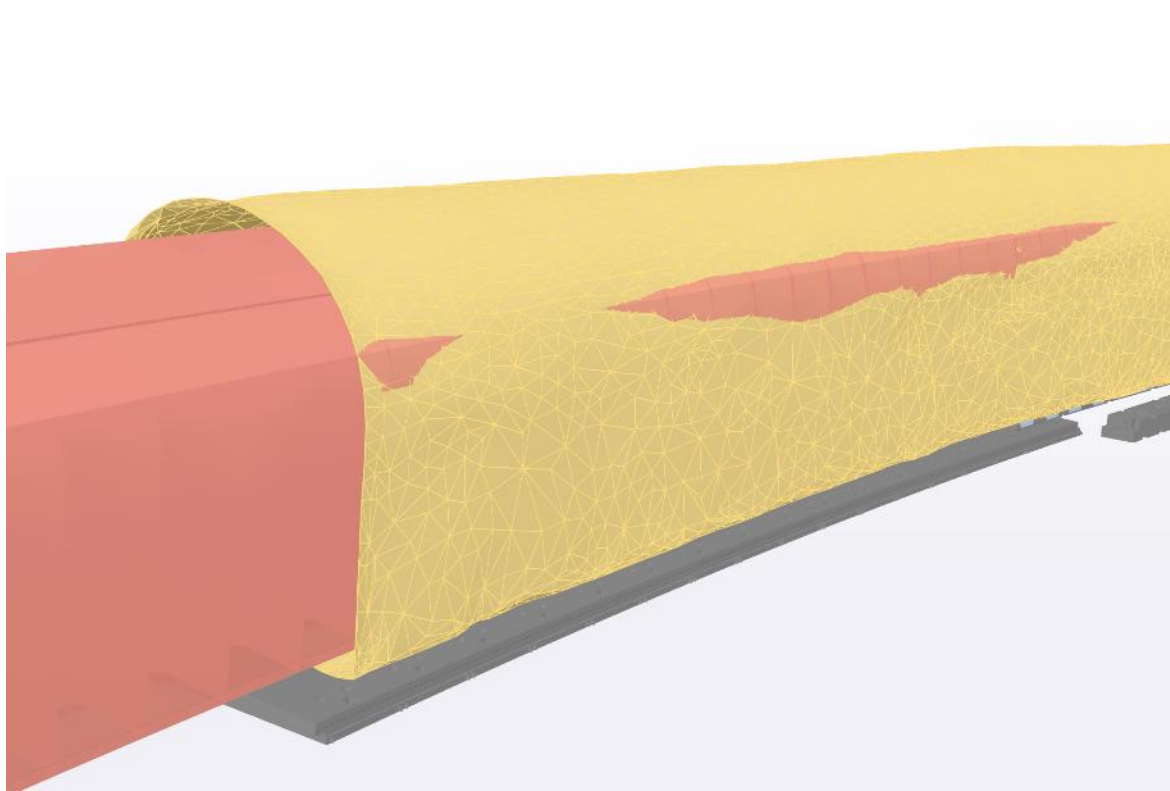
Quelle: https://twitter.com/engler_stefan



Quelle: Zertifikatsarbeit CAS GeoBIM 2019, Fadri Jecklin

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

Modellbasierte Kontrolle Lichtraumprofil gegenüber Bestand



Quelle: Donatsch + Partner AG

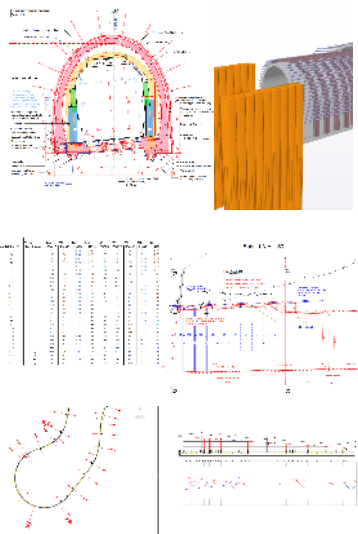



Quelle: Donatsch + Partner AG

Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

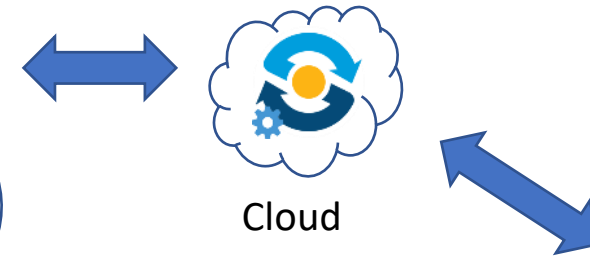
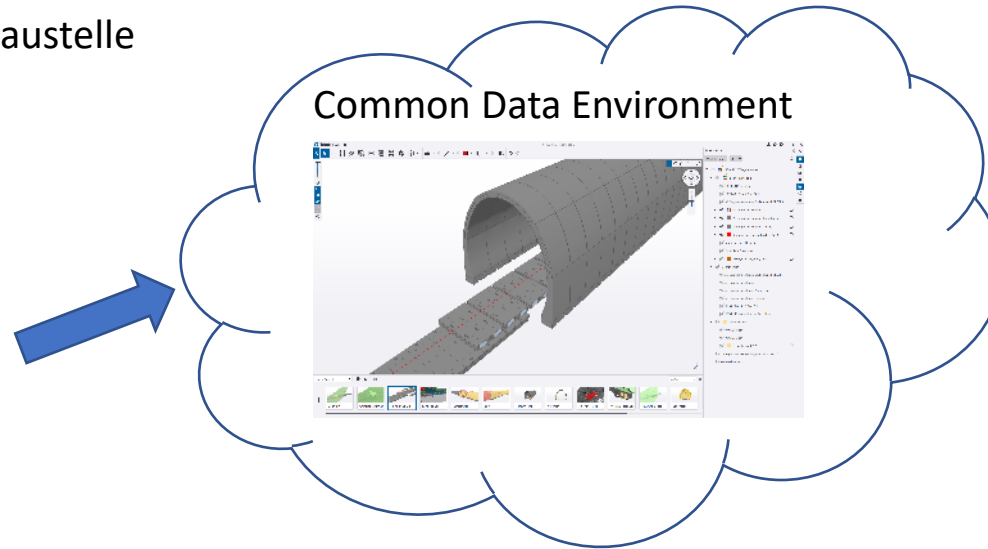
Datenfluss von und zu Baustelle

Datenverwaltung

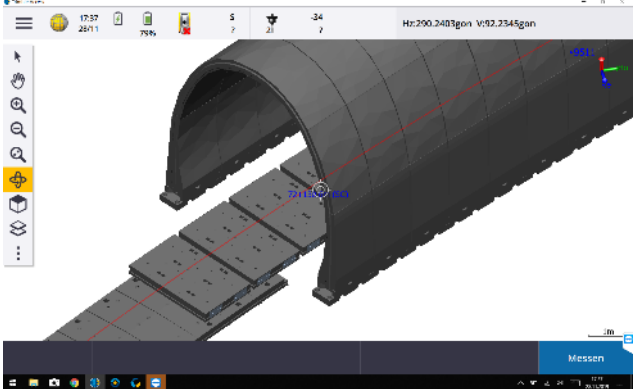




TeamViewer

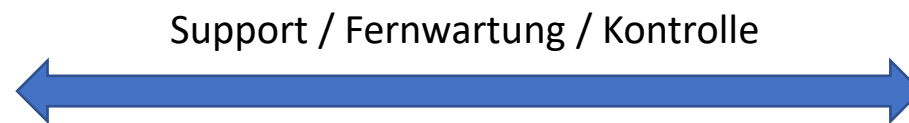
Quelle: Donatsch + Partner AG



Baustelle (Controller Tachymeter)

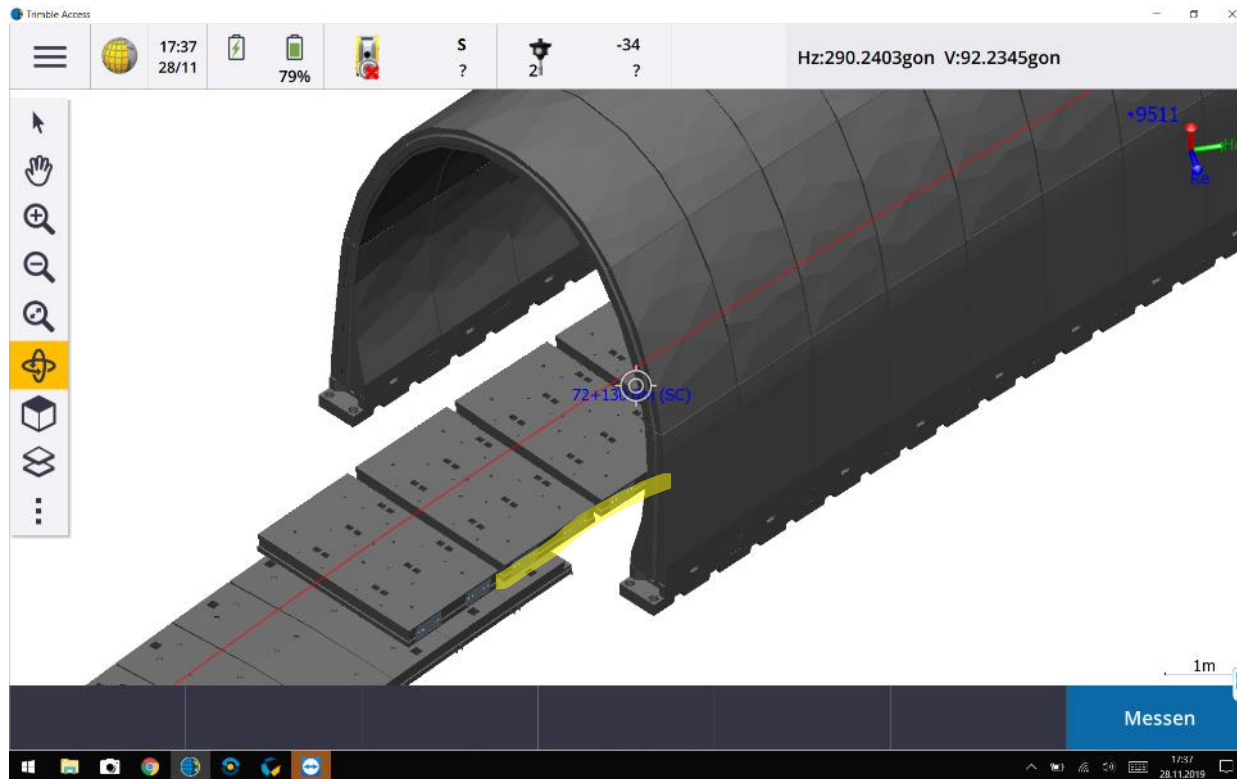



TeamViewer



Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

Modellbasierte Absteckung Sauberkeitsschicht (Splitt Zement verklebt)



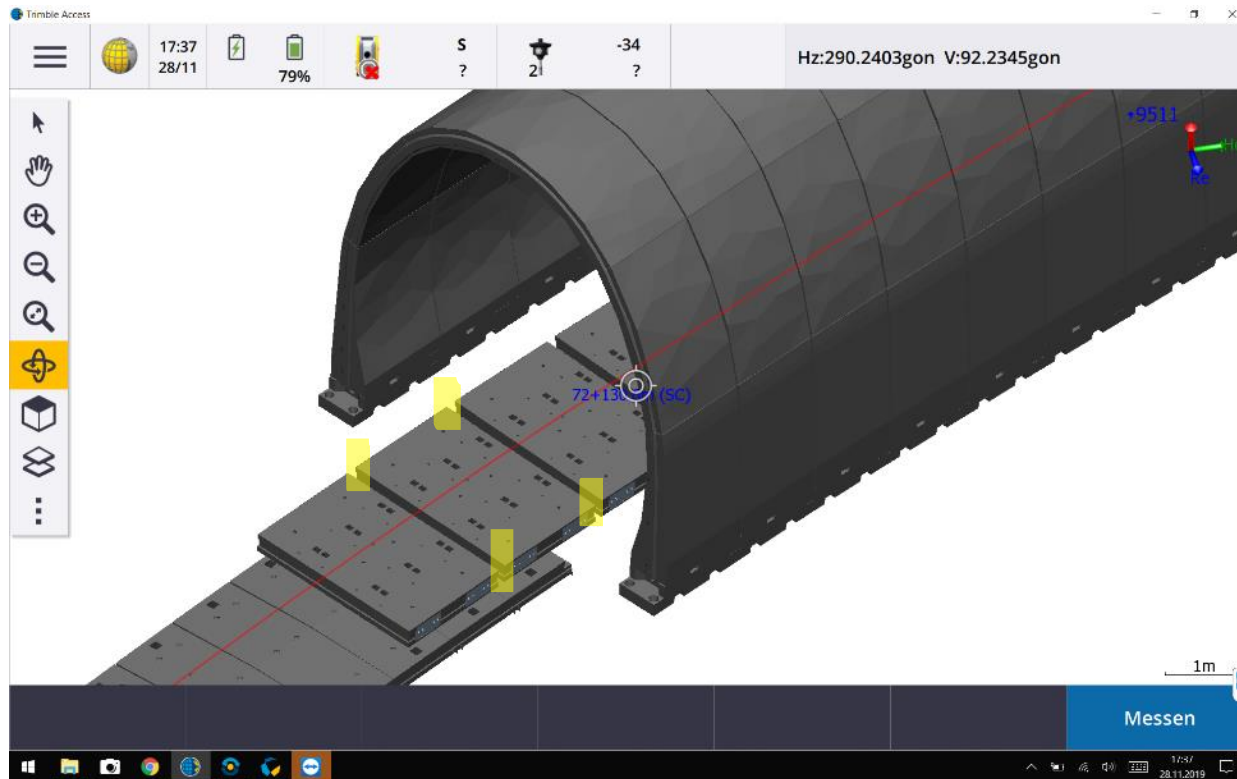
Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Access



Quelle: Donatsch + Partner AG

Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

Modellbasierte Absteckung der Gleistragplatten



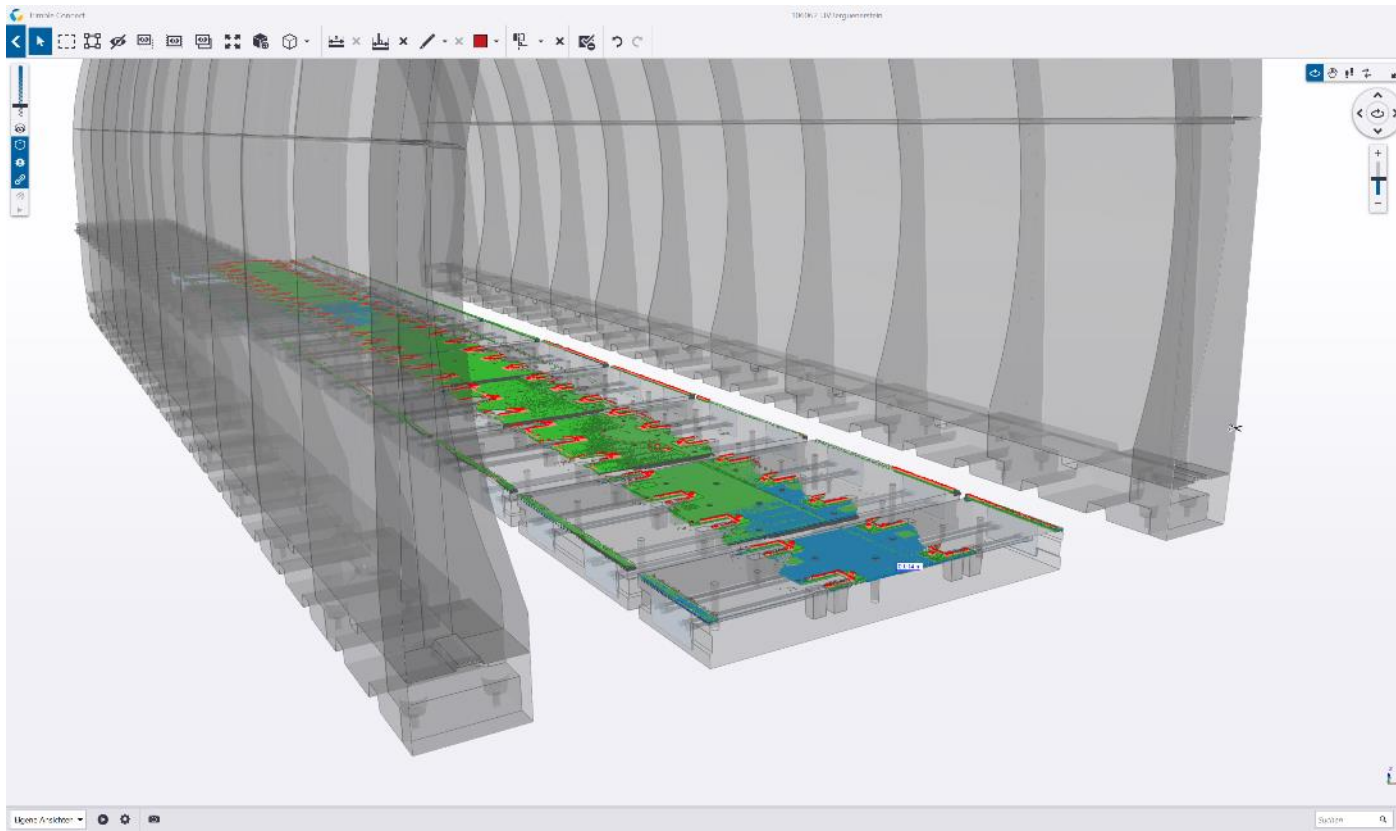
Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Access



Quelle: Donatsch + Partner AG

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

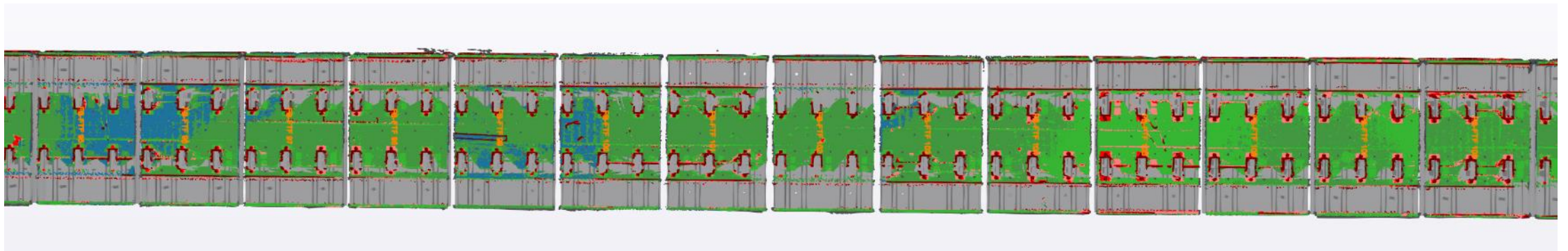
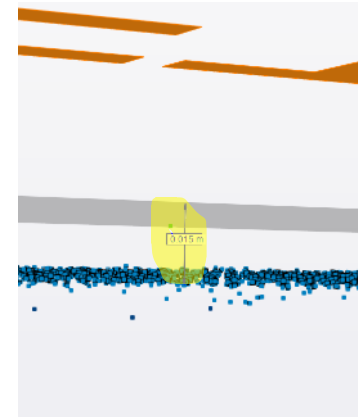
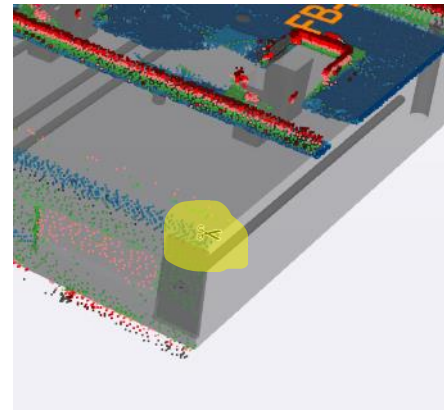
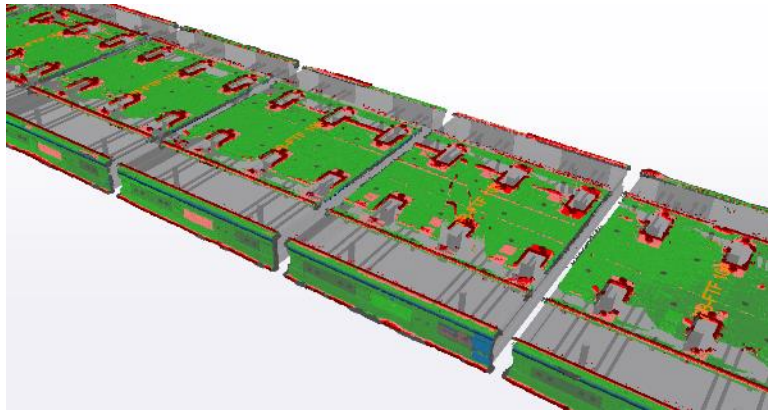
Kontrolle Einbau Gleistragplatten mittels 3D-Laserscanning



Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

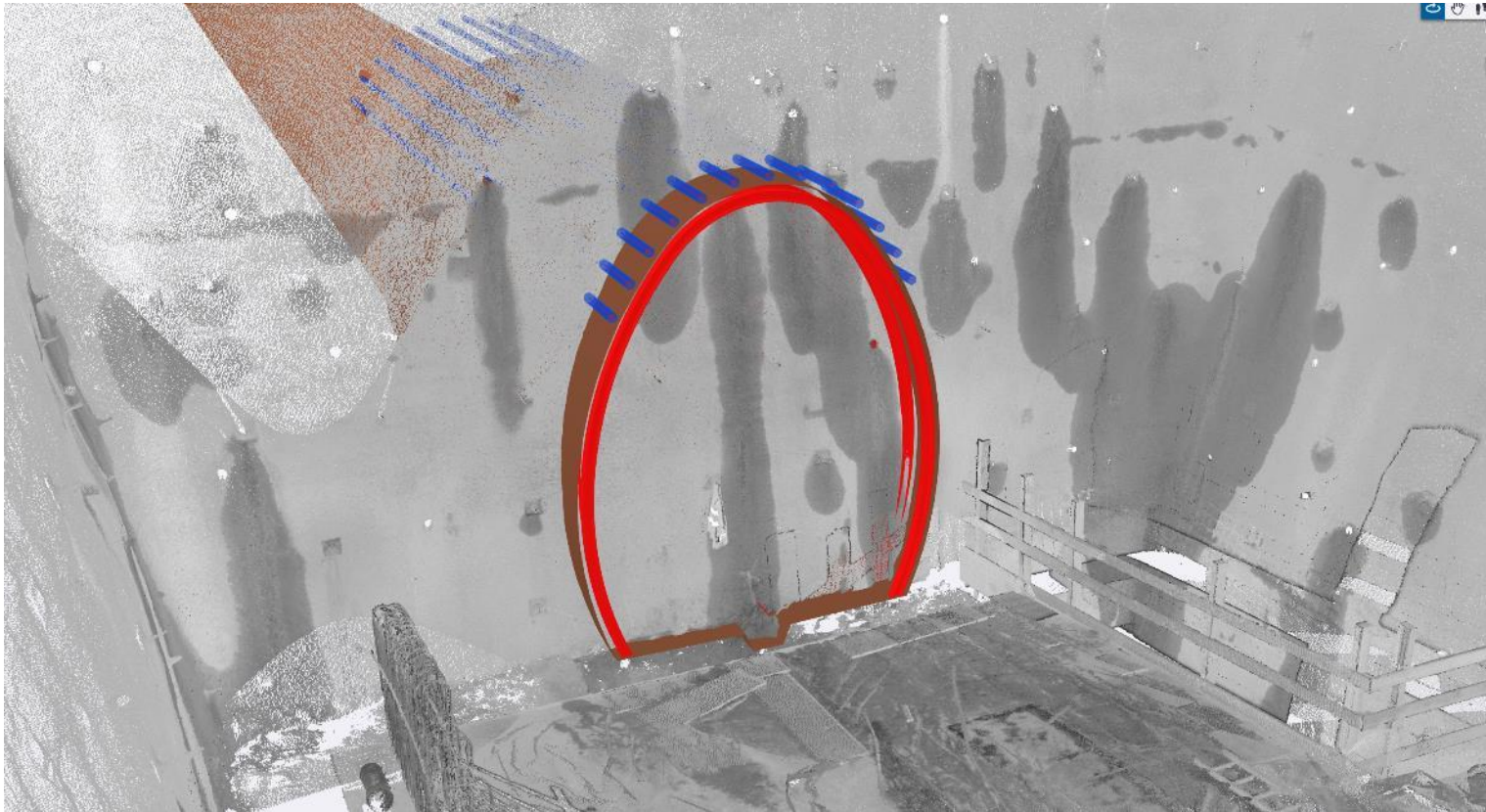
Kontrolle Einbau Gleistragplatten mittels 3D-Laserscanning



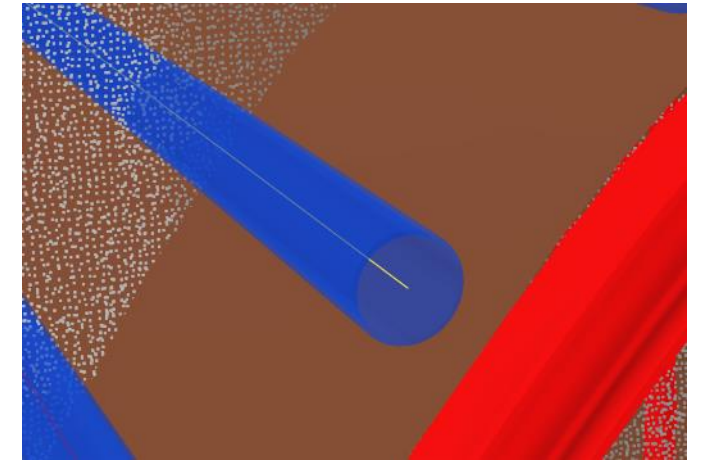
Quelle: Grafiken Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

Modellbasierte Absteckung Rohrschirm

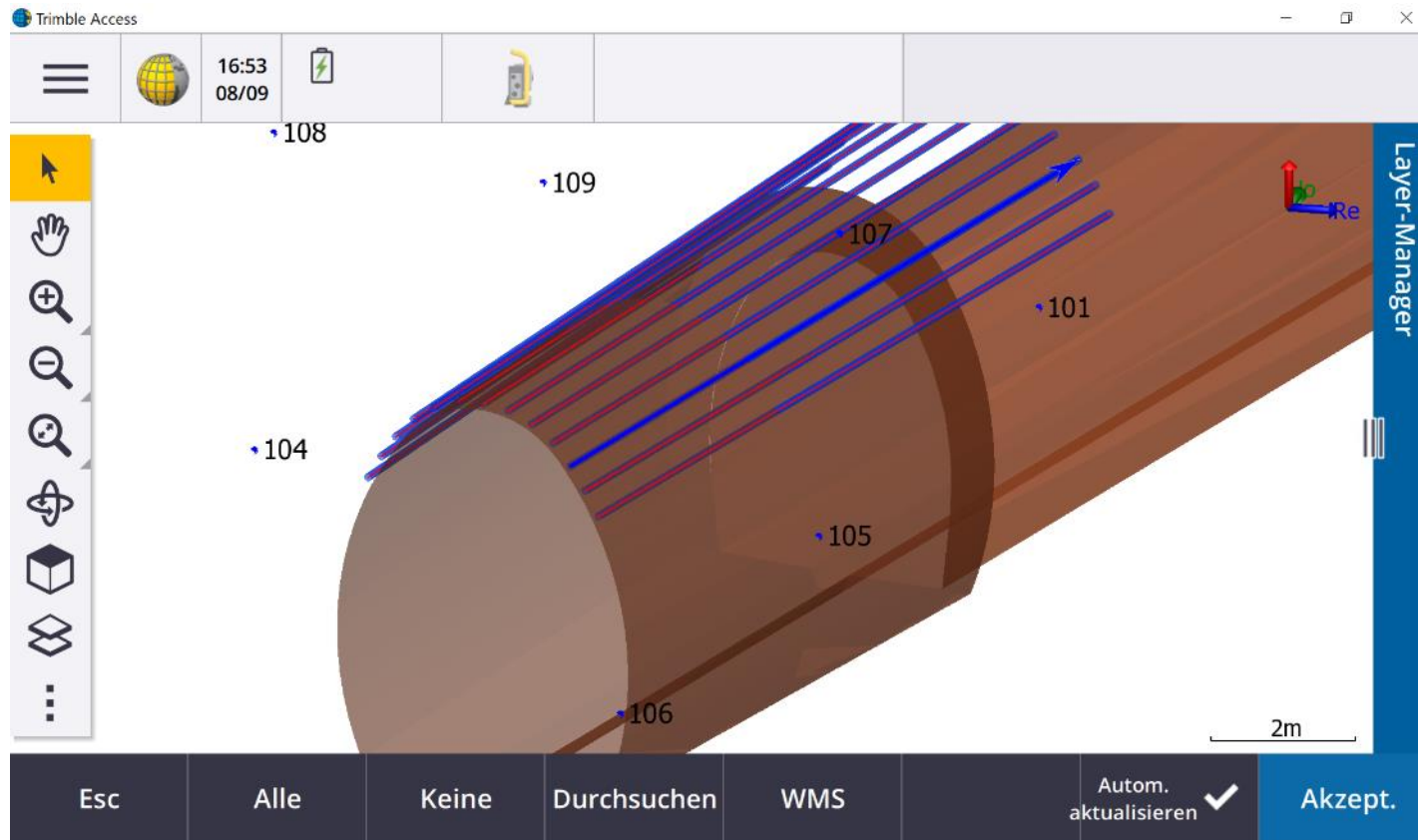


Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect



Sanierung RhB Tunnel Bergün-Flunern

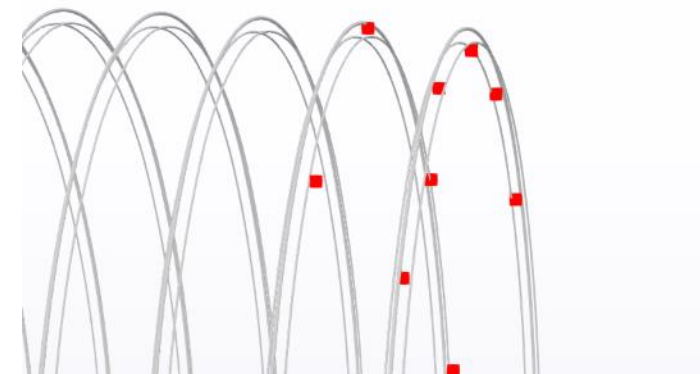
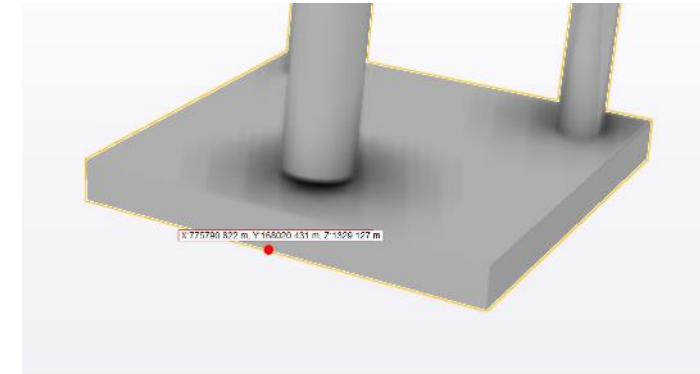
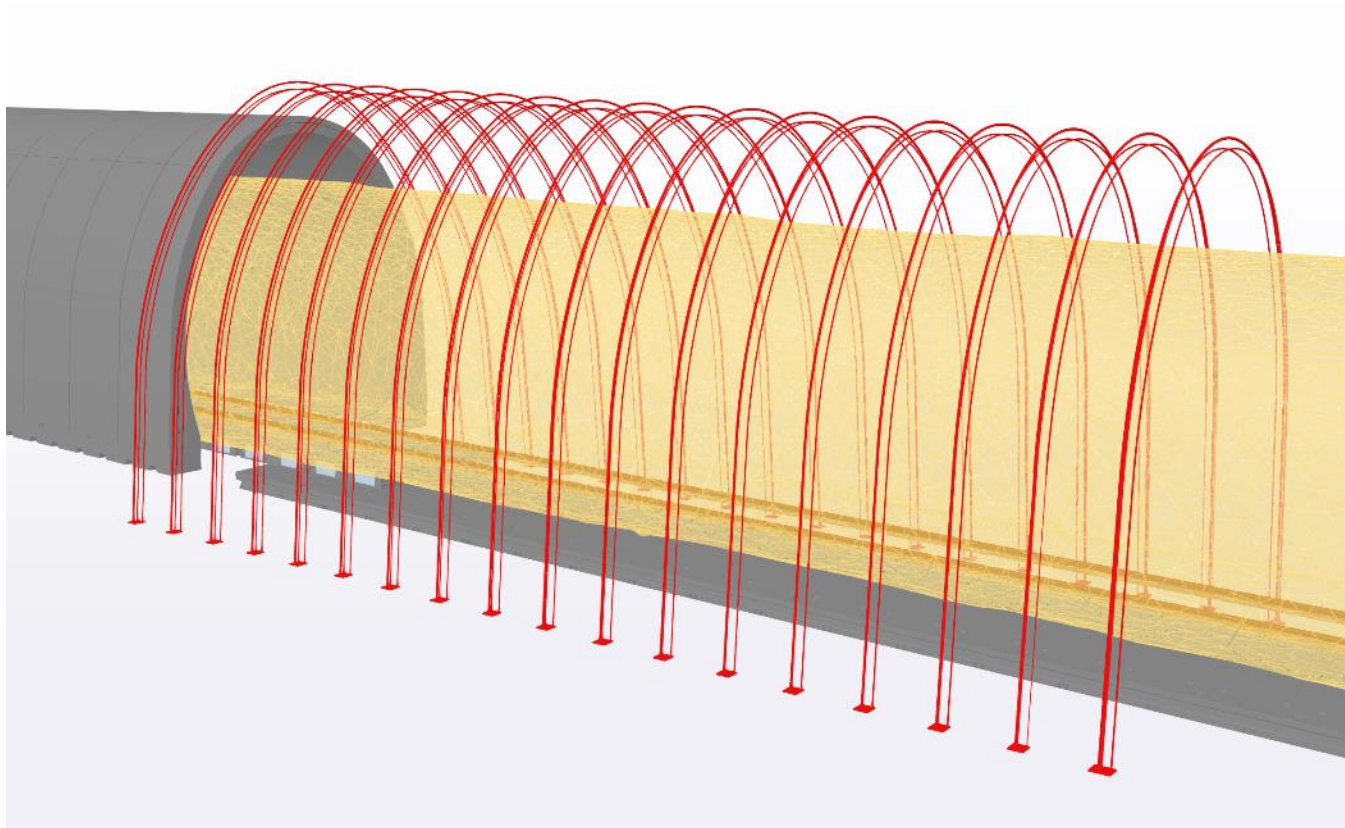
Modellbasierte Absteckung Rohrschirm



Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Access

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

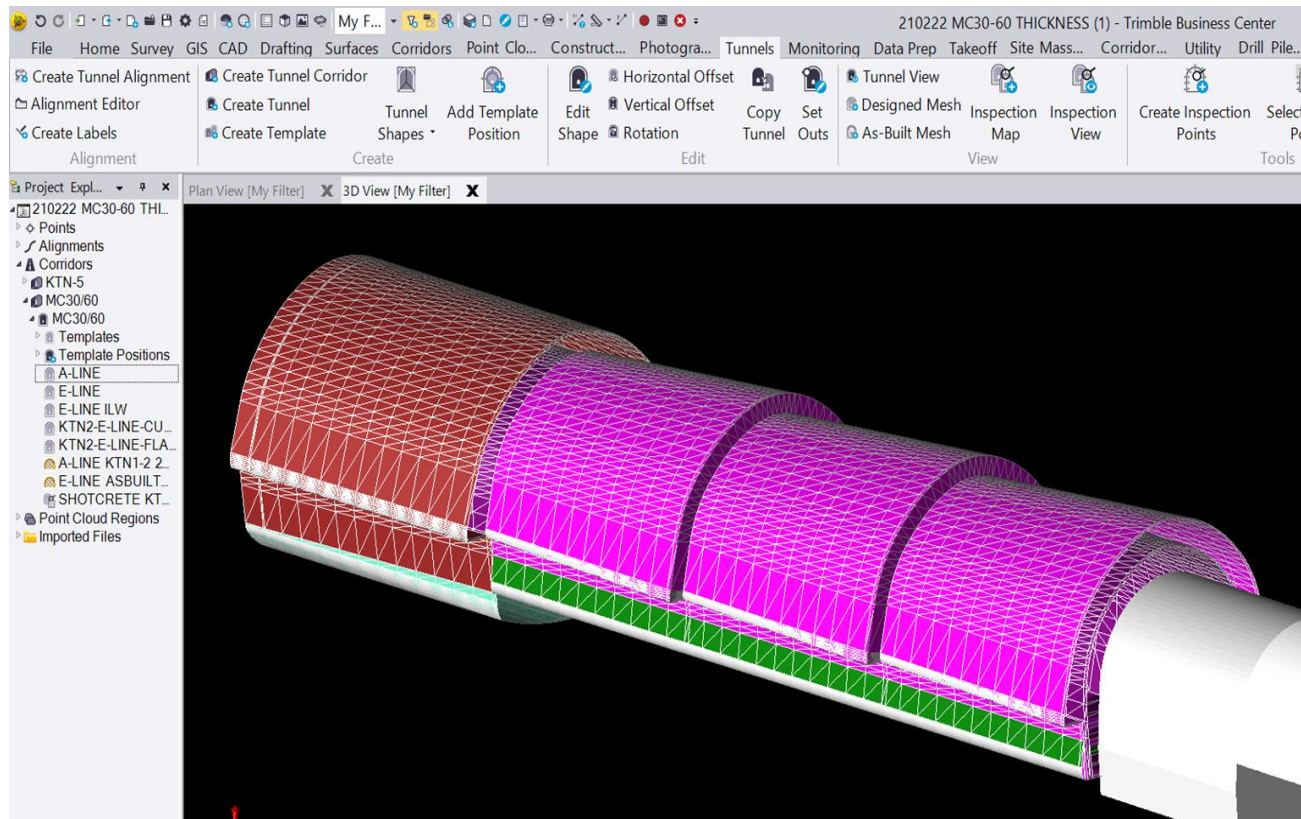
(Modellbasierte) Positionierung und Kontrolle der Gitterträger



Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect

Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

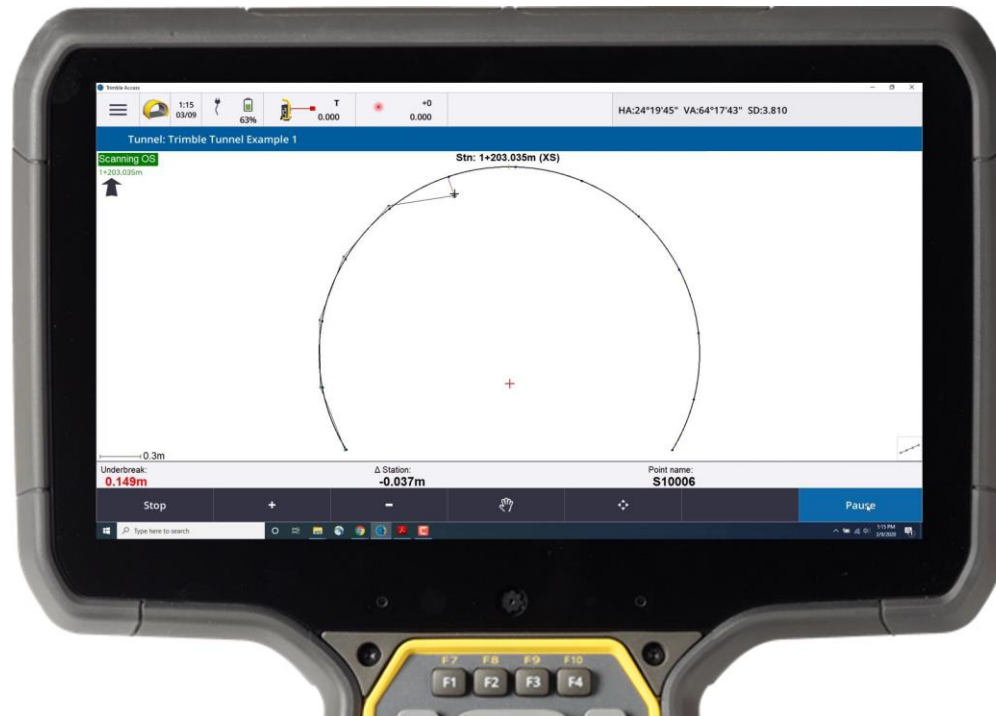
Ausbruch Kontrolle, Tunneldefinition Trimble Business Center



Quelle: Trimble/ SW: Trimble Business Center

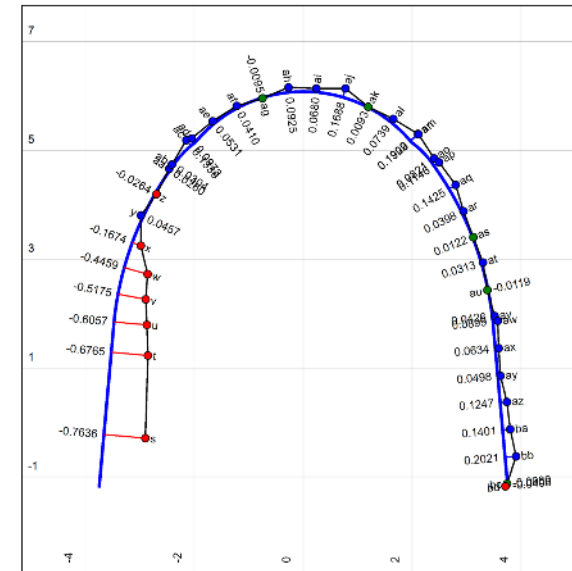
Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

Ausbruch Kontrolle, Trimble Access Tunnel Modul



Quelle: Trimble

Tunnel As-Built Report



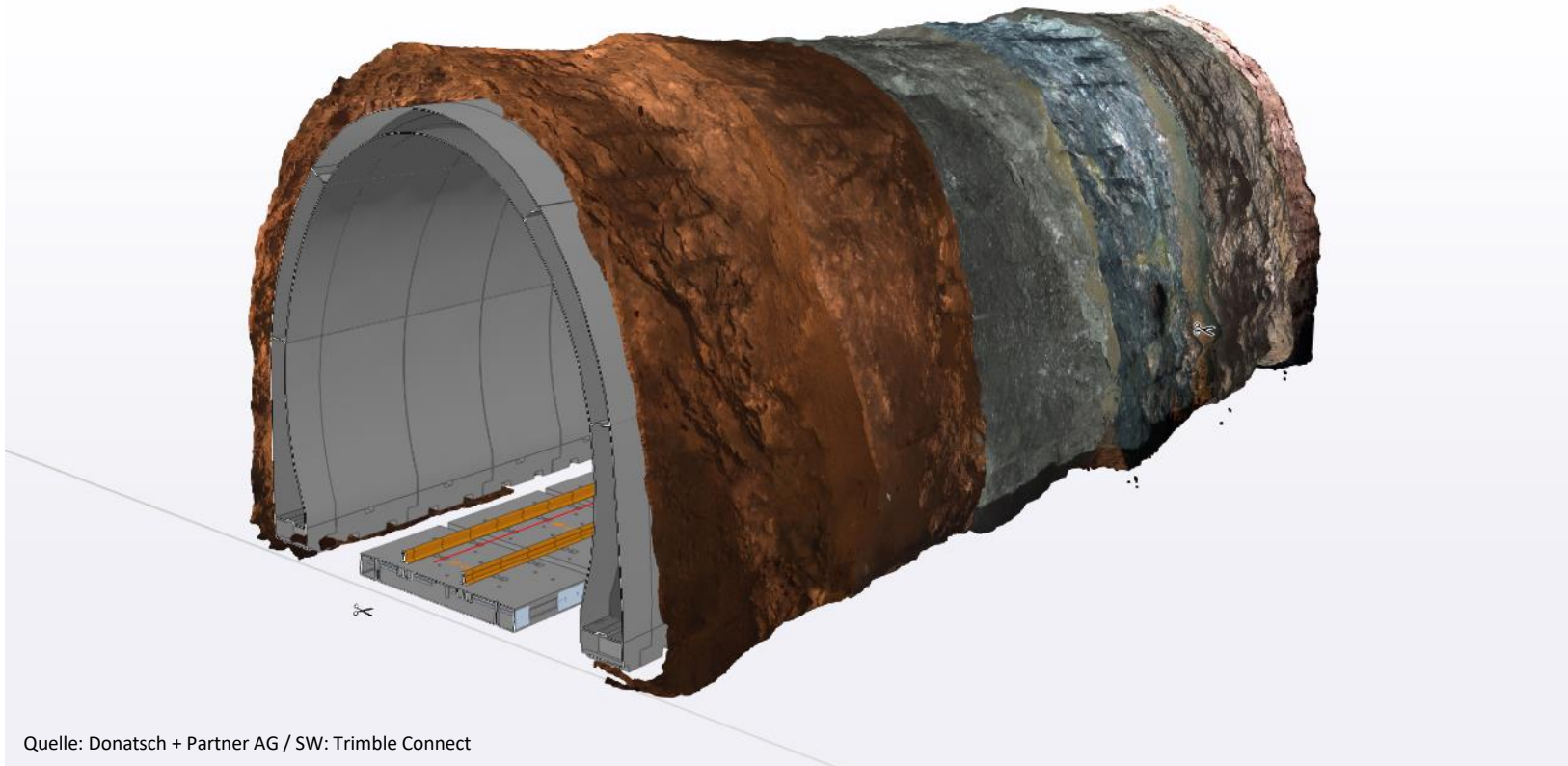
General Information	
Tunnel name:	2020 20 26r Ausbruch
	Profilkontrolle
Station:	12.518
Scale:	1/70
Tolerance Settings	
Station:	0.1000 m
Overbreak:	0.0200 m
Underbreak:	0.0200 m
Cross-Section on Alignment	
Northing:	168017.489 m
Eastng:	775788.302 m
Elevation:	1330.516 m
Horizontal offset:	0.0000 m
Vertical offset:	0.0000 m
Computations	
Rotation angle:	0°00'00.0"
Measured area:	42.9 m ²
Designed area:	44.2 m ²
Measured circumference:	17.3982 m
Designed circumference:	18.0527 m
Overbreak area:	0.9 m ²
Underbreak area:	2.2 m ²
Average overbreak dist.:	0.0673 m
Average underbreak dist.:	-0.2976 m



Quelle: Donatsch + Partner AG / Trimble Access

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

Aufnahme Ausbruch mittels 3D-Laserscanner



Sanierung RhB Tunnel Berggünerstein

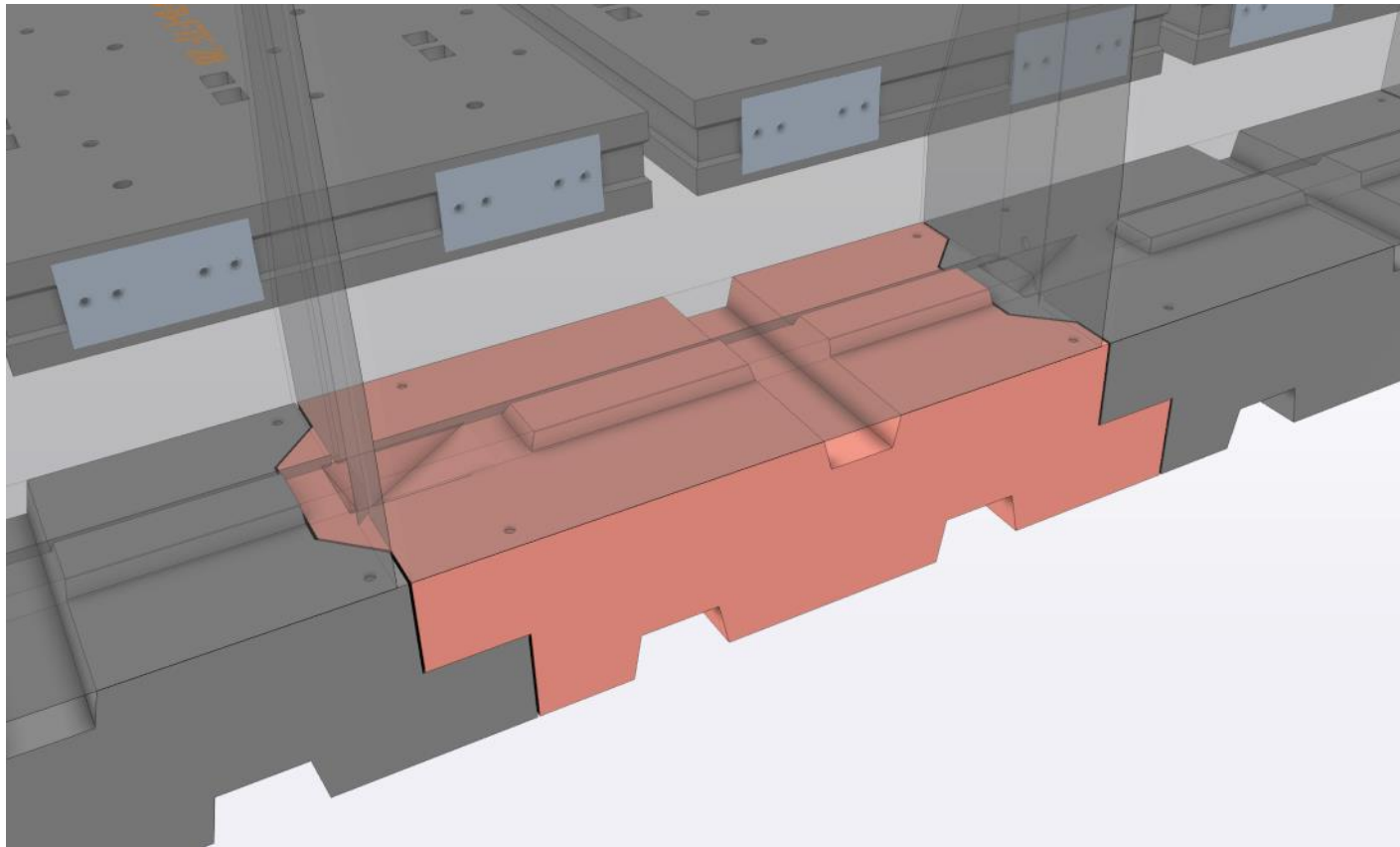
Aufnahme Ausbruch mittels 3D-Laserscanner



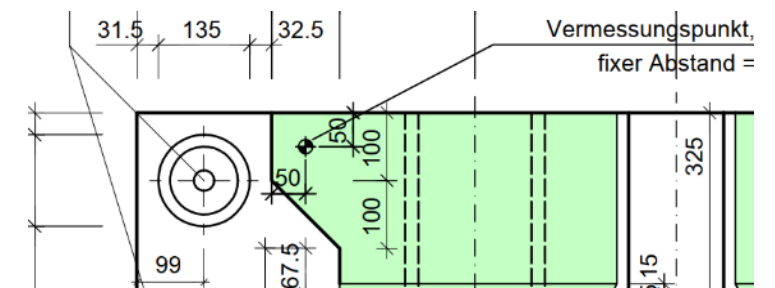
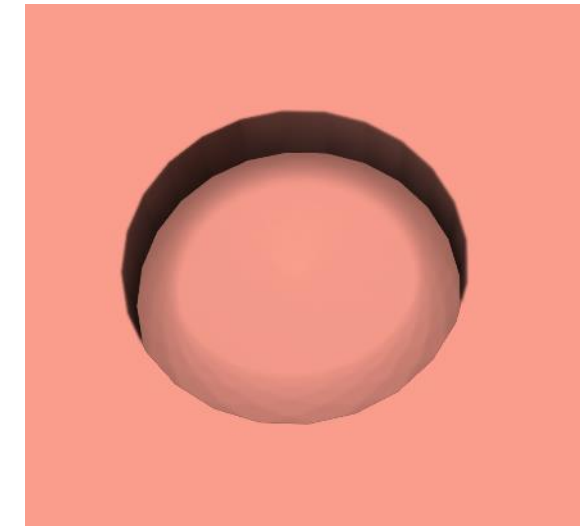
Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect

Sanierung RhB Tunnel Bergün-erstein

(Modellbasierte) Absteckung der Sockelsteine / Tübbinge



Quelle: Donatsch + Partner / SW: Trimble Connect

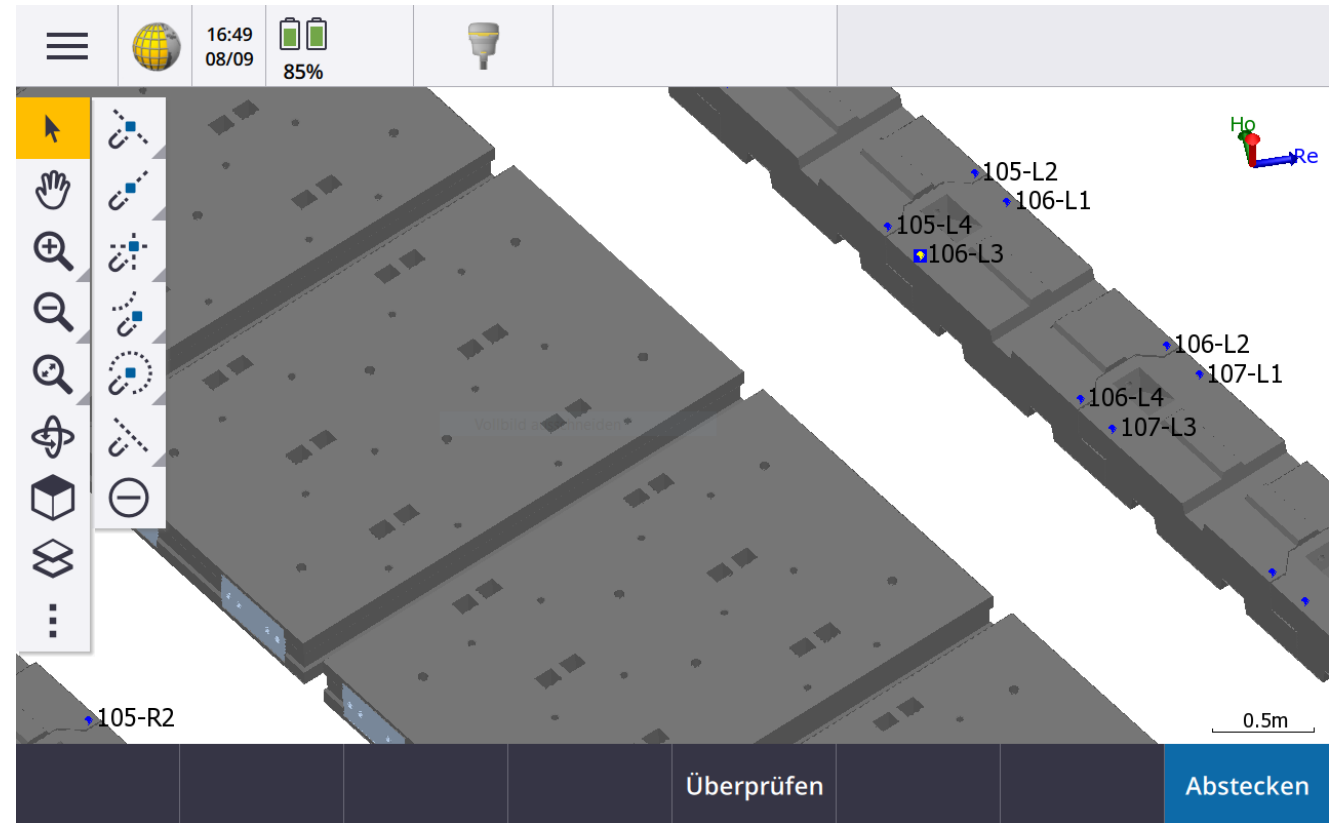


Sanierung RhB Tunnel Bergünerstein

(Modellbasierte) Absteckung der Sockelsteine / Tübbinge



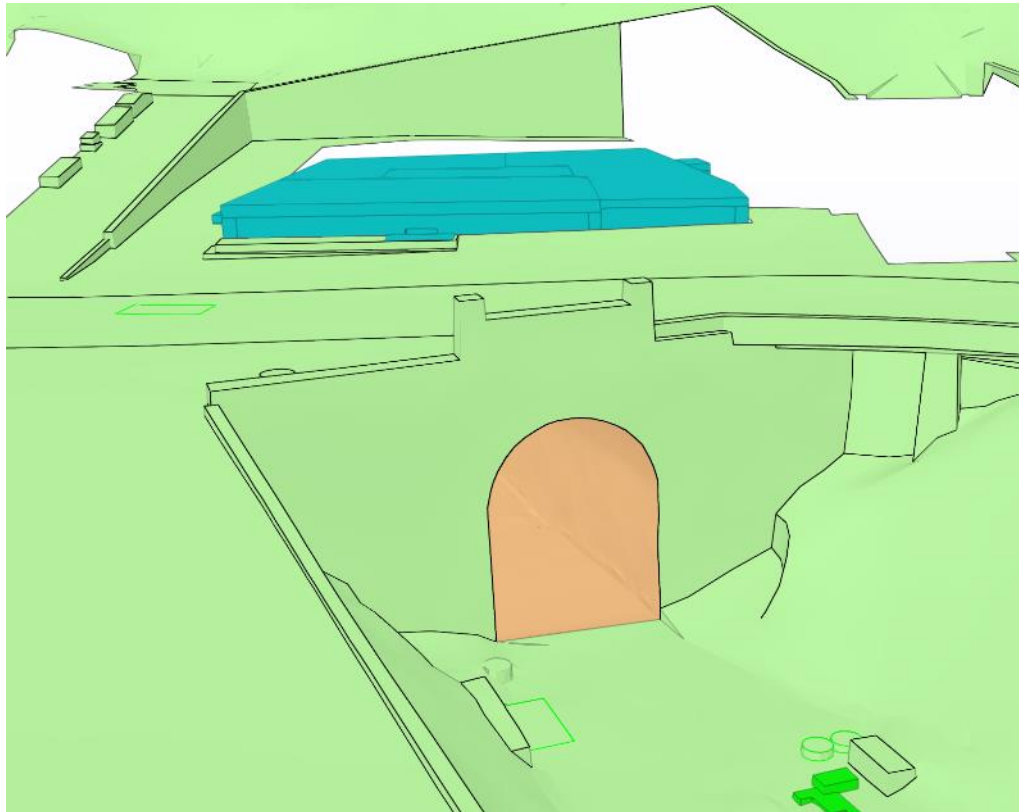
Foto: Donatsch + Partner AG



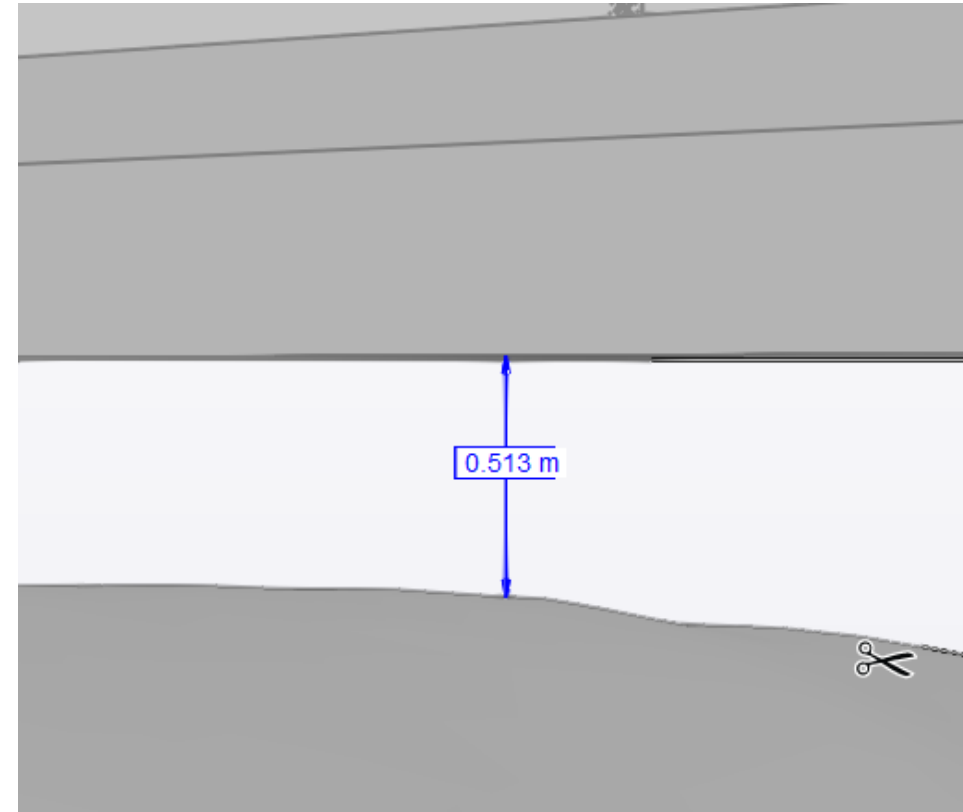
Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Access

Sanierung Arosertunnel

Problem «Haus am Wald»



Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect



Quelle: Donatsch + Partner AG / SW: Trimble Connect

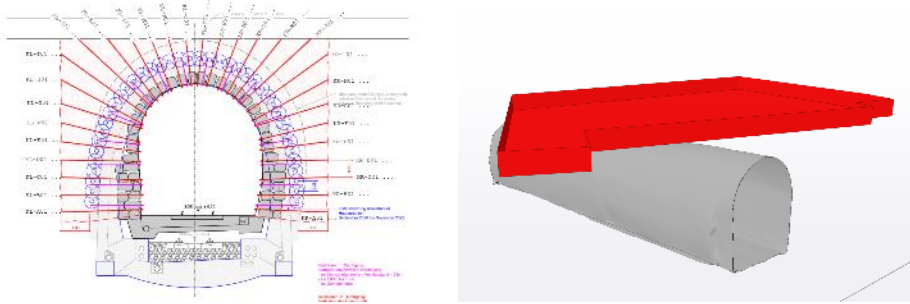
Sanierung Arosertunnel

Parametrische Modellierung der Injektionen

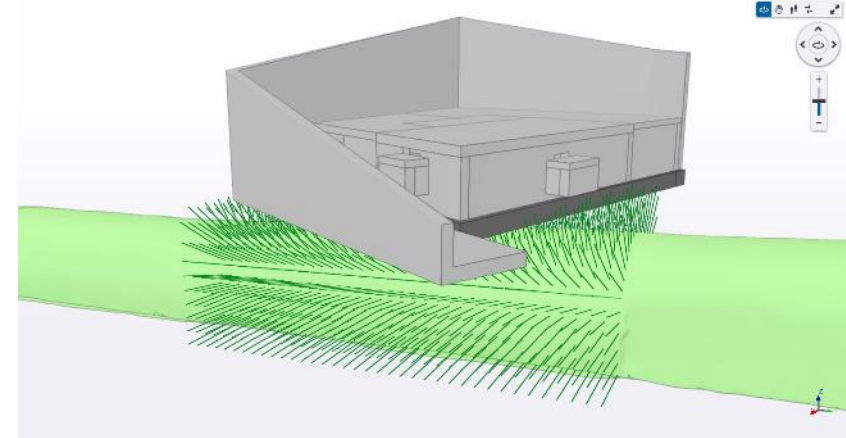
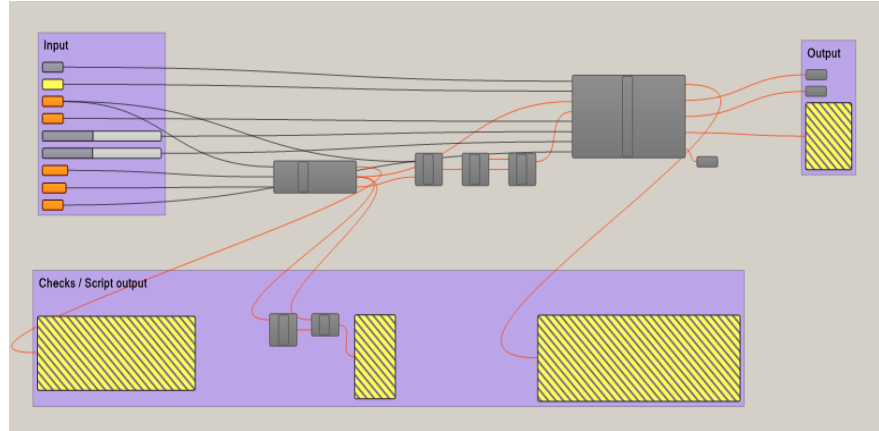
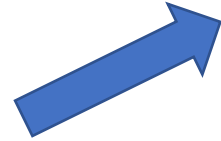


INFRA**DIGITAL**

**donatsch
+ partner**
Die Ingenieure für
Geomatik + Bau



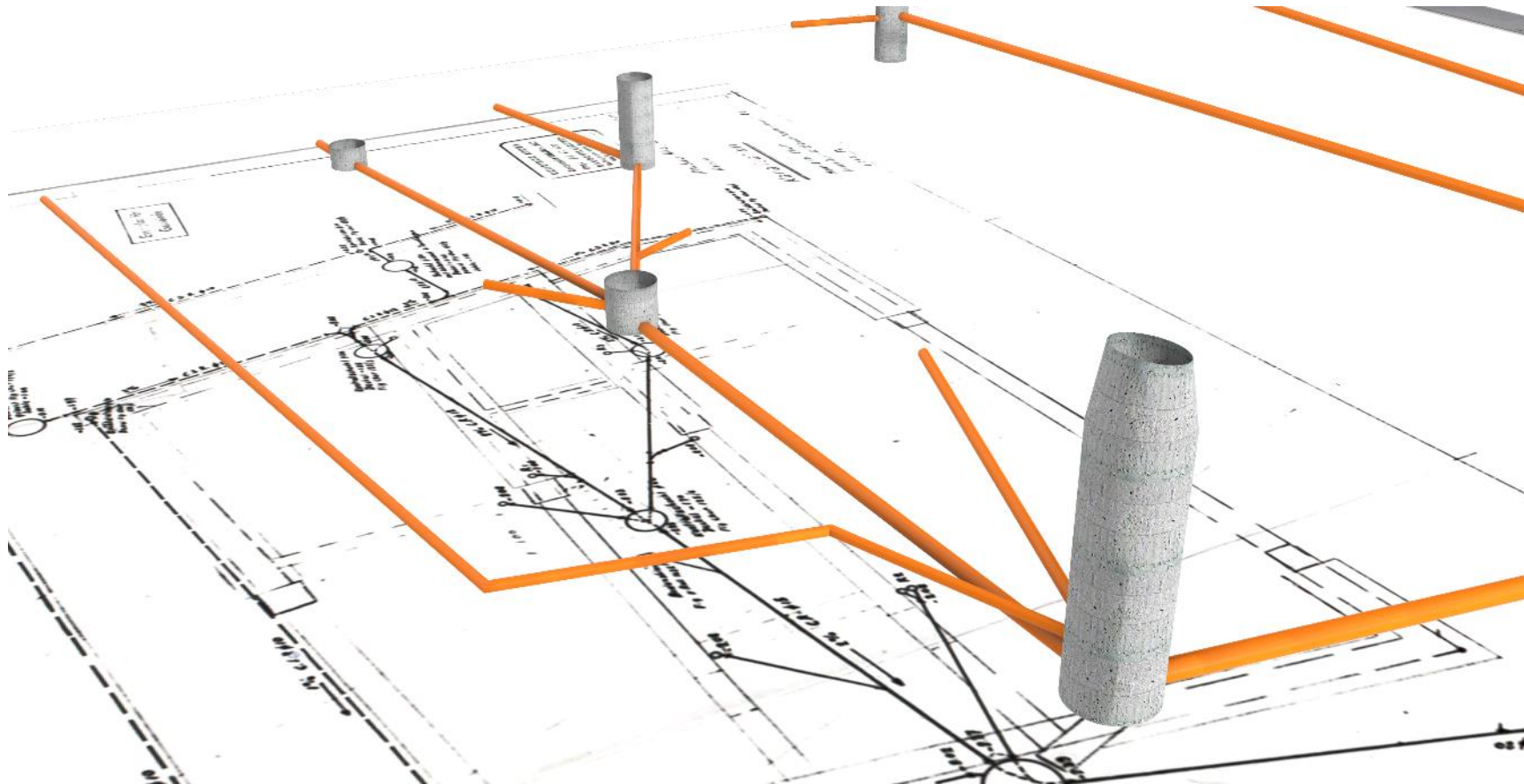
Name	Vertikalwinkel [°]	Fiber	28A	28B	28C	28D	28E	28F	28G	28H	28I	28J	28A	28B	28C	28D	28E	28F	28G	28H	28I	28J	
HA	0	Kilometrierung	25485.0	25485.5	25486.0	25486.5	25487.0	25487.5	25488.0	25488.5	25489.0	25489.5	25490.0	25490.5	25491.0	25491.5	25492.0	25492.5	25493.0	25493.5	25494.0	25494.5	
KL A	0.0		2.07	2.07	2.06	2.06	2.05	2.04	2.02	2.02	2.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
KL B	1.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL C	2.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL D	3.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL E	4.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL F	5.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL G	6.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL H	7.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL I	8.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL J	9.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL K	10.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL L	11.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL M	12.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL N	13.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL O	14.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL P	15.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL Q	16.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL R	17.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL S	18.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL T	19.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL U	20.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL V	21.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL W	22.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL X	23.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL Y	24.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07
KL Z	25.0		2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07	2.07



Quelle: InfraDigital AG / SW: Rhino + Grasshopper

Sanierung Arosertunnel

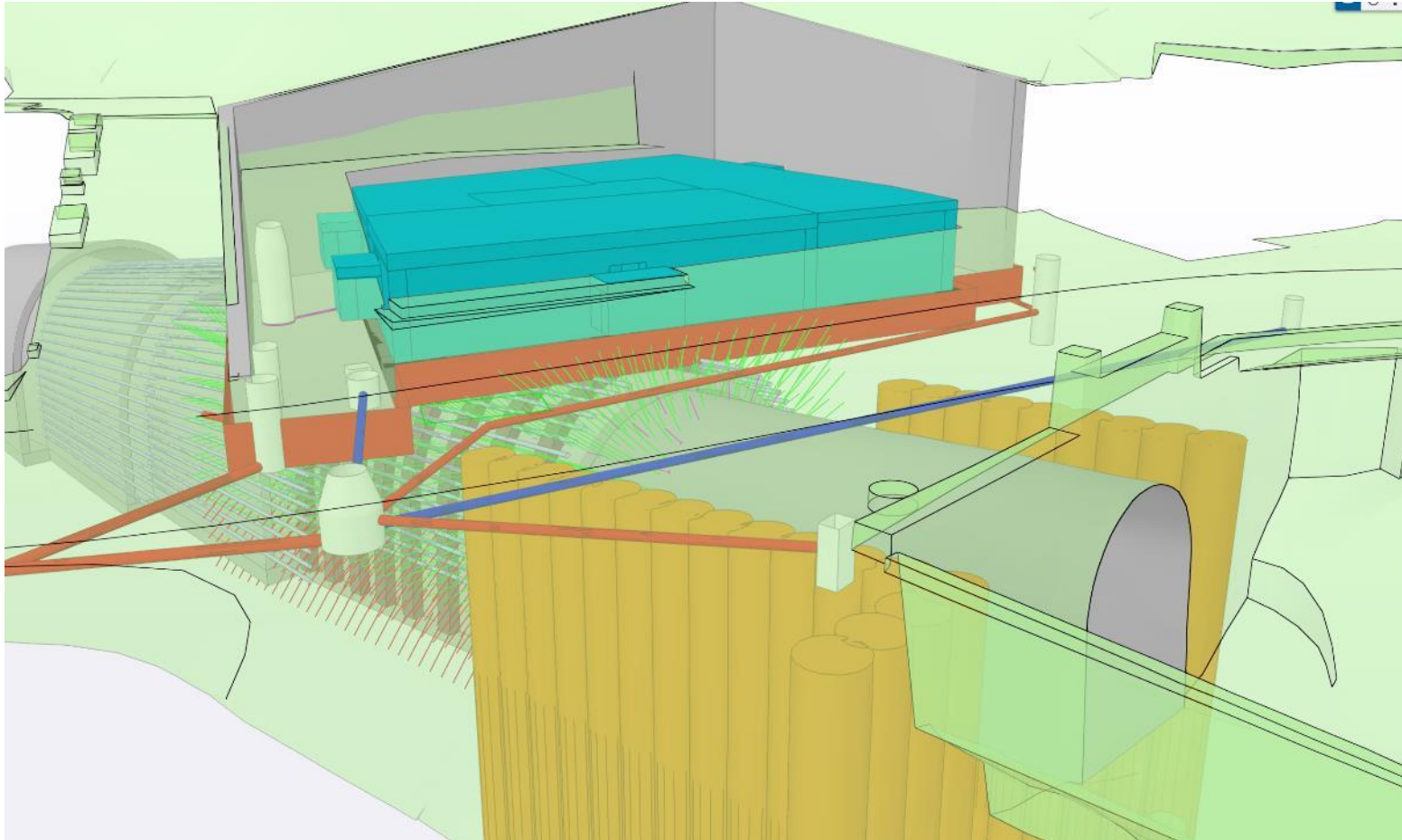
Aufbereitung der Werkleitungen aus alten Plänen



Quelle: InfraDigital AG

Sanierung Arosertunnel

Koordination über mehrere Gewerke, Absteckung Injektionen



Quelle: InfraDigital AG / SW Trimble Connect

Parametrische Modellierung

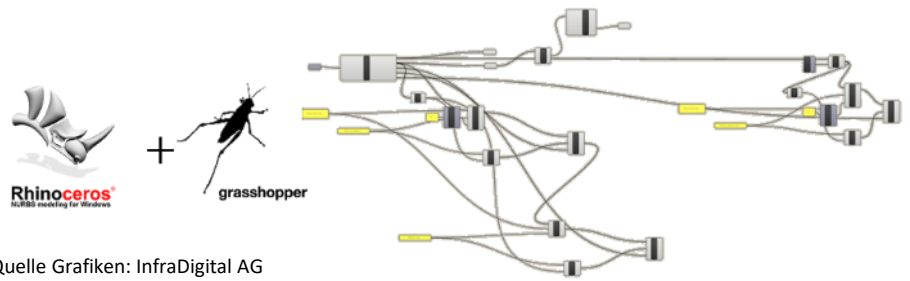
Aus maschinenlesbaren Daten werden Modelle



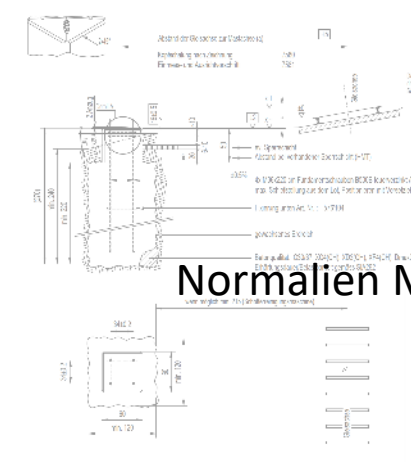
Excel-Liste Mastfundamente



Mast-Nr.	E	N	H	Fundamenttyp	Bezugsgeis
Auszug relevanter Daten					

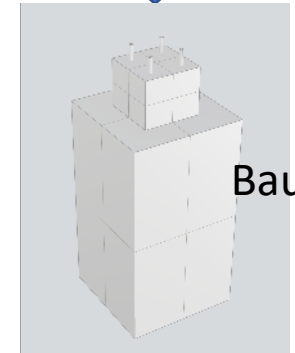


Quelle Grafiken: InfraDigital AG



Normalien Mastfundamente

Bezeichnung	Material	Abmessungen	Einheit	Größe
F304 F30 1 7.pdf	PDF Document	2400,000 15,55	PDF Document	90,00
F345 F30 1 8.pdf	PDF Document	2400,000 15,55	PDF Document	90,00
F346 F30 1 8.pdf	PDF Document	2400,000 15,55	PDF Document	110,00
F347 F30 2 1.pdf	PDF Document	2400,000 15,56	PDF Document	110,00
F348 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,56	PDF Document	90,00
F349 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,56	PDF Document	100,00
F350 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,57	PDF Document	110,00
F351 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,57	PDF Document	110,00
F352 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,57	PDF Document	110,00
F353 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,57	PDF Document	110,00
F354 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	90,00
F355 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F356 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F357 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F358 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F359 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F360 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F361 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F362 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F363 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F364 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F365 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F366 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F367 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F368 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F369 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F370 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F371 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F372 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F373 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F374 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F375 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F376 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F377 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F378 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F379 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F380 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F381 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F382 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F383 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F384 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F385 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F386 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F387 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F388 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F389 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F390 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F391 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F392 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F393 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F394 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F395 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F396 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F397 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F398 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F399 F30 2 2.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00
F400 F30 2 4.pdf	PDF Document	2400,000 15,58	PDF Document	110,00



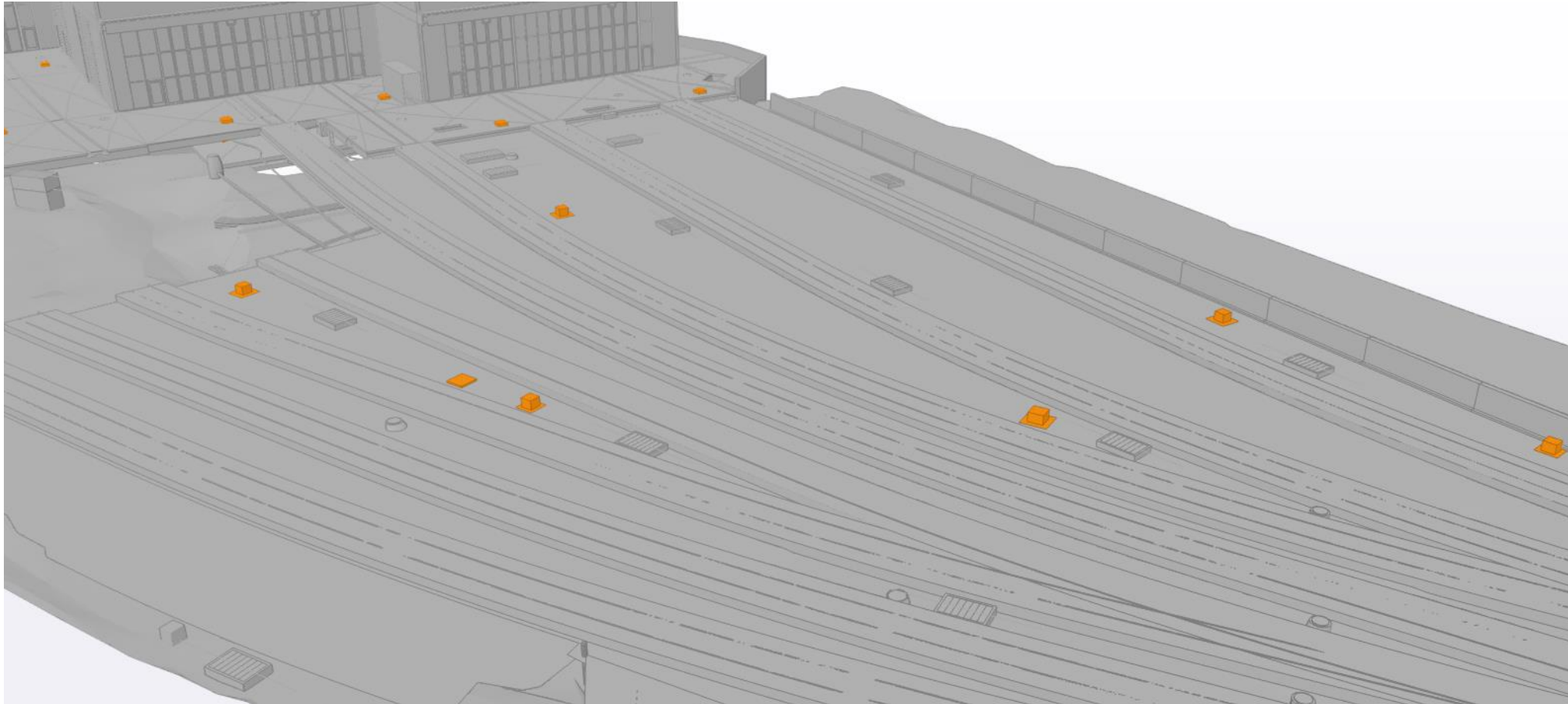
Bauteilbibliothek

```
{
  'F30/1.7': {
    'num_screws': 4,
    'top_diameter': 0.6,
    'top_height': 0.5,
    'bottom_diameter': 1,
    'bottom_height': 1.7,
    'screw_gap_x': 0.03,
    'screw_height': 2,
    'screw_gap_y': 0.34,
    'screw_gap_x': 0.34,
    'screw_gap_y': 0.34,
    'screw_height_air': 0.14
  },
}
```



Parametrische Modellierung

Aus maschinenlesbaren Daten werden Modelle



Quelle: InfraDigital AG / SW: Trimble Connect

Digitale Anwendungen im Untertagebau

- Daten in irgendwelcher, idealerweise maschinenlesbarer Form reichen aus
- Modellbasierte Workflows schaffen Verständnis und intuitive Arbeitsweisen
- Diverse Nebenprodukte und Analysemöglichkeiten dank Bauwerksmodellen
- Frühzeitige Erkennung von Planungsfehlern durch zusammen- oder überführen in Modelle
- Teils noch umständliche Lösungen, (noch) nicht praxistauglich
- Funktionalität ist vorhanden, jedoch noch nicht zu Ende gedacht
- Die «low hanging Fruits» ernten