

# Drohnen-gestützte Vermessung und BIM-Bestandsmodellierung

---

Potenziale, Herausforderungen und Anwendung  
in der Infrastrukturplanung



# Arik Noack

Geschäftsführer

D4B Drones for BIM Infrastructure GmbH

2017-2020 duales Studium bbw Hochschule Berlin

2020 Fachplaner LST

2021 BIM Koordinator

2022 Gründung D4B

BIM Gesamtkoordination in Projekten

Implementierung von Soft- und Hardware

Digitale Bestandsdatenerfassung



# D4B Drones for BIM Infrastructure GmbH

Gründung 1. April 2022

Bestandsdatenerfassung / Photogrammetrie  
mit Drohnen und RTK-Antennen

BIM-Planung, Modellierung und Koordination  
von Infrastrukturprojekten 95% für DB InfraGO  
LST, VA, KTB

3D-Visualisierung von Projekten für Bürgerbeteiligungen

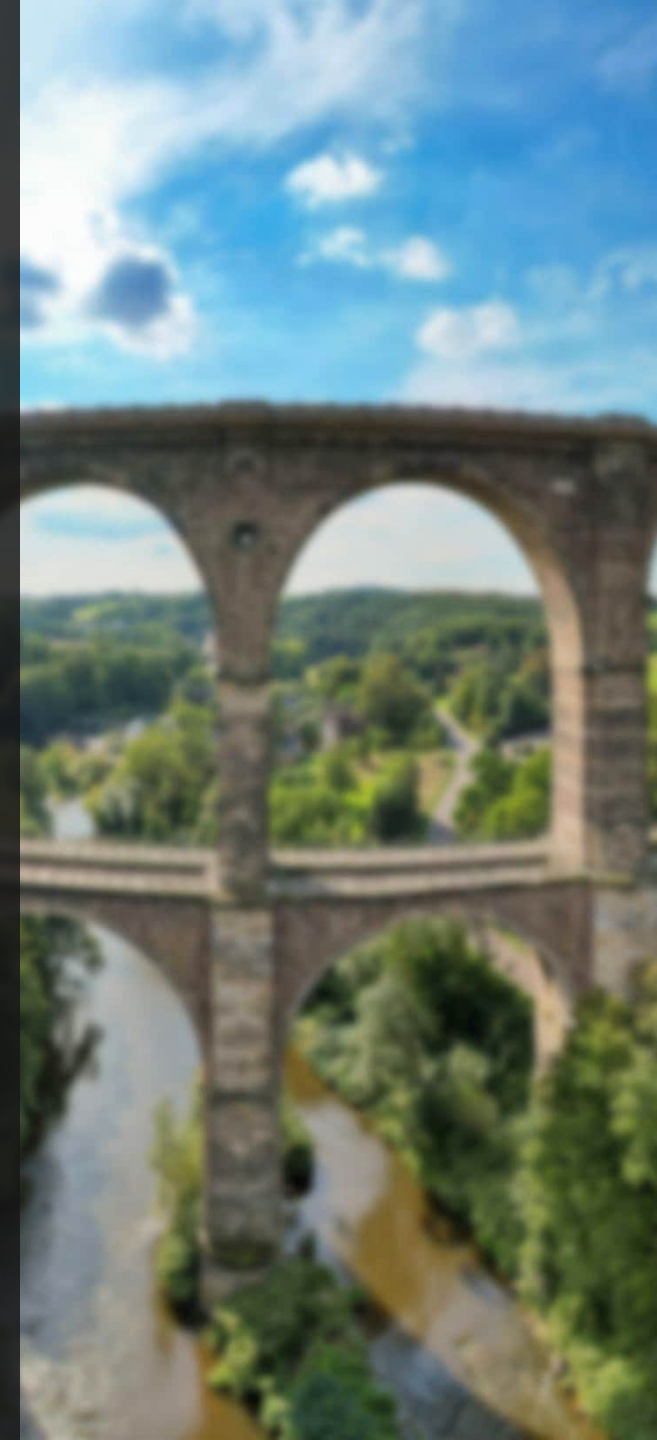
Bauüberwachung Bahn  
Oberbau sowie Leit- und Sicherungstechnik

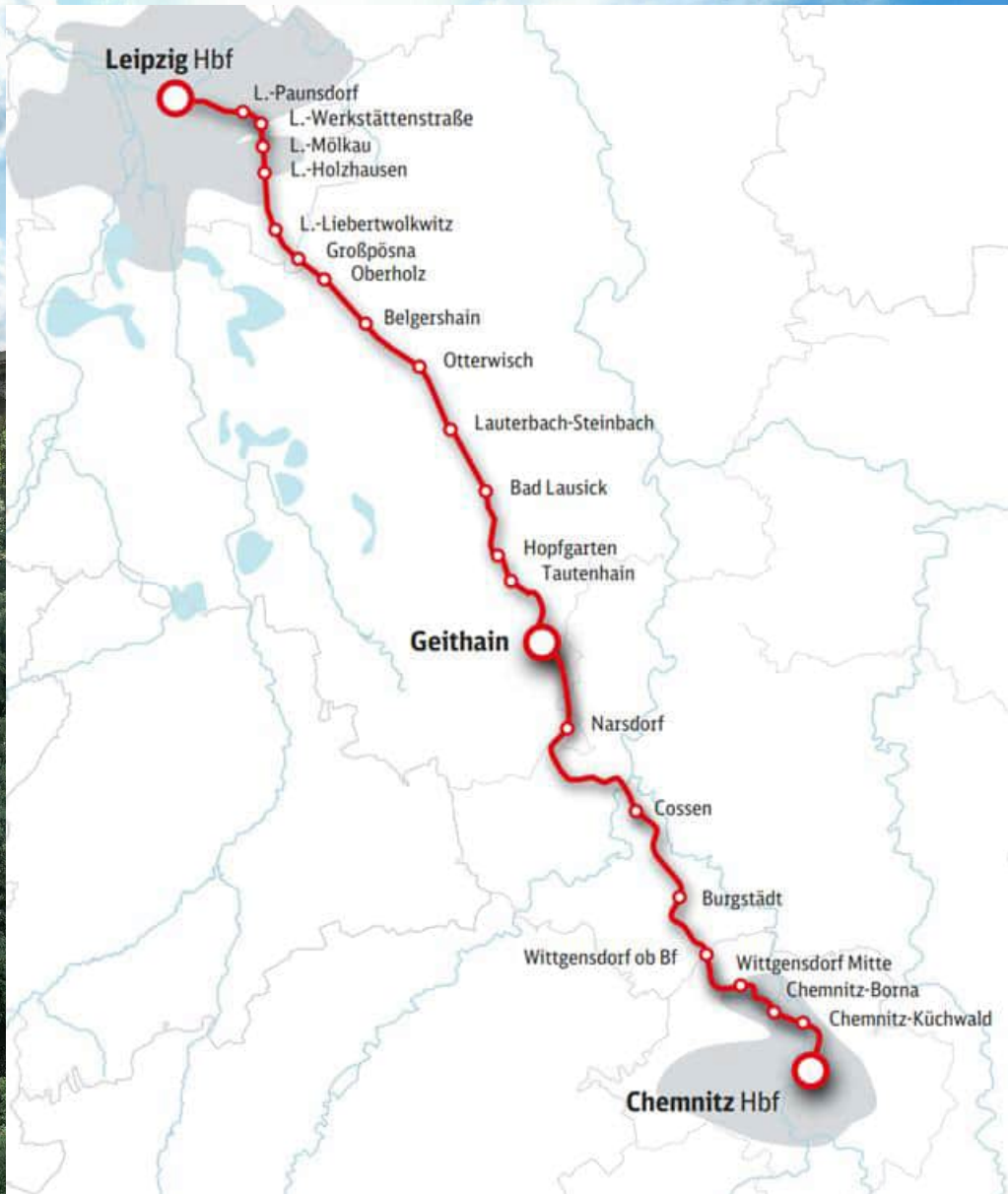


Vermessung | Modellierung | Planung | Bauüberwachung



[www.D4B-infra.com](http://www.D4B-infra.com)





# ABS Leipzig - Chemnitz

## Südabschnitt Geithain - Chemnitz

- Strecke 6385, Abschnitt Geithain - Chemnitz
- 37km Streckenlänge
- Höchstgeschwindigkeit 160km/h

### Maßnahmenbeschreibung / Verkehrliches Ziel

- Elektrifizierung und zweigleisiger Ausbau
- Ausbau für SPfV
- Reisezeitverkürzung
- Taktverdichtung der Nahverkehrsleistung



# **BIM Ziele**

**ABS Leipzig - Chemnitz**

**Südabschnitt Geithain - Chemnitz**

- **BIM Bestandsmodell erstellen**
- **Modell gestützte Planung**
- **Modellierung verschiedener Varianten**
- **Darstellung von Bauphasen**
- **Visualisierung**

# BIM Bestandsmodell erstellen

Daten aus öffentlichen Quellen:

- DGM – digitales Geländemodell
- DOP – digitale Orthofotos
- CityGML – Stadtmodell
- DTK (GIS) – digitale Topokarte
- BasisDLM – GIS-Flächendaten
- ALKIS – Kataster

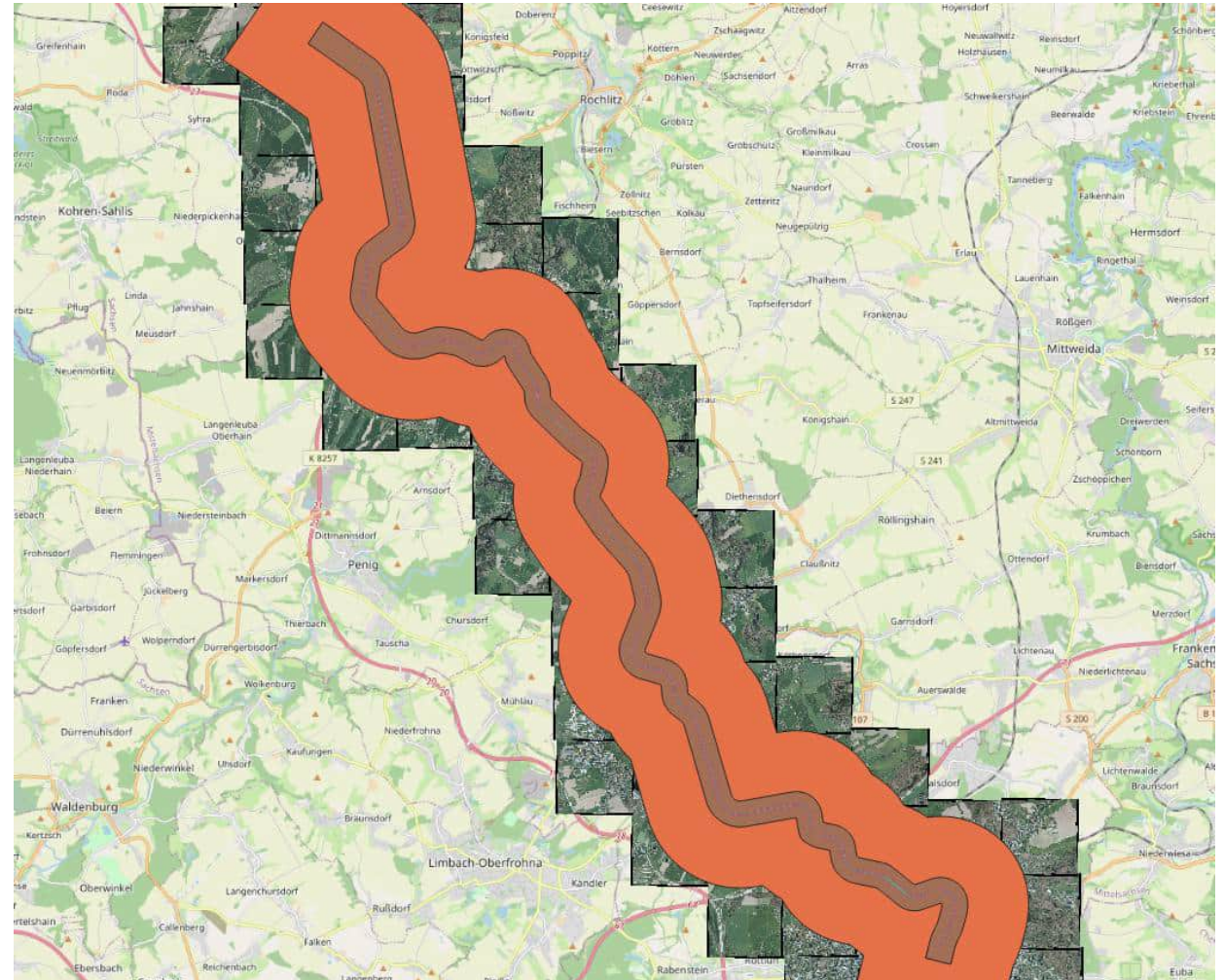


# BIM Bestandsmodell erstellen

Import und Zuschchnitt der Daten in QGIS

Bei Bedarf auch Transformation der Daten ins DB REF direkt über QGIS

Bereiche definieren und Daten vorbereiten

The logo for QGIS, consisting of a stylized green 'Q' with a small orange and yellow square inside, followed by the letters 'GIS' in a bold, green, sans-serif font.

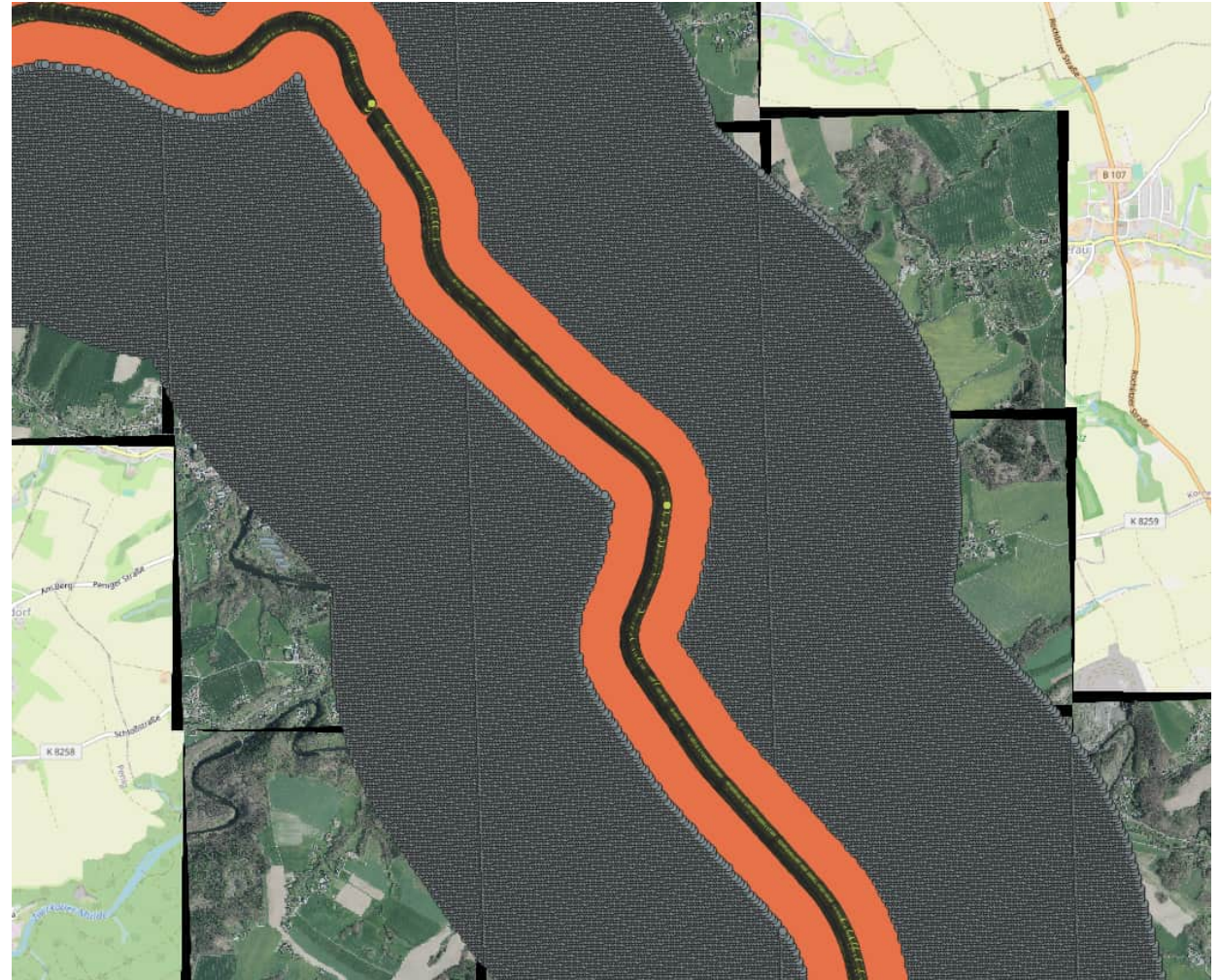
# BIM Bestandsmodell erstellen

Import und Zuschnitt der Daten in QGIS

Bei Bedarf auch Transformation der Daten ins DB REF\_direkt über QGIS

Bereiche definieren und Daten vorbereiten

DGM auf zuvor definierte Bereiche zurechtschneiden

The QGIS logo, featuring a stylized 'Q' with a small orange and yellow square inside, followed by the letters 'GIS' in a bold, green, sans-serif font.

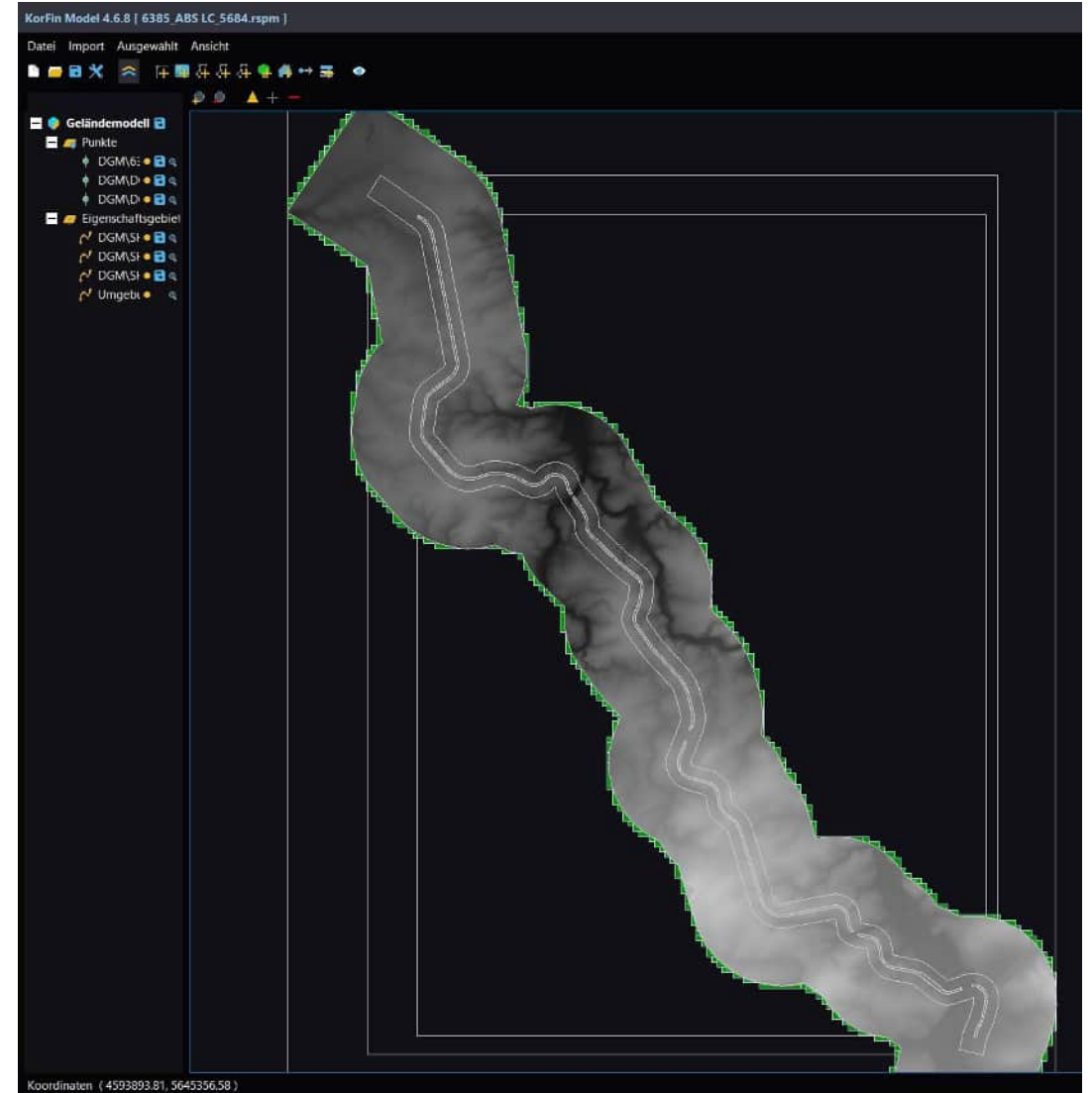
# BIM Bestandsmodell erstellen

Import der aufbereiteten Daten in KorFin Model

Ggf. Transformation vom  
ETRS oder DHDN ins DB\_REF

Definition der einzelnen Sektoren nach  
Auflösung des Modells

Import von CityGML und Vegetationsdaten auf  
Grundlage des Basis DLM



# BIM Bestandsmodell erstellen

Import von City GML und Vegetationsdaten auf Grundlage vom Basis DLM



# BIM Bestandsmodell erstellen

Basis DLM Daten als Flächenlayer in KorFin importiert, um Rückschlüsse für die Planung ziehen zu können



- Landschaftsschutzgebiet	
OBJECTID	1640
KATEGORIE	LSG
STATUS	F
SG_NR	c 76
NAME	Mulden- und Chemnitztal
FLAECHE	158066938.988
UMFANG	354573.561
RVO_DATUM	27.07.2017
RVO_1	Verordnung des Landratsamtes Mittelsachsen vom 27.07.2017
RVO_2	zuletzt geändert durch Verordnung des Landratsamtes Mittelsachsen vom 27.07.2017
PRAEZI	ALK, M 1 : 35000

- FFH-Gebiet	
OBJECTID	2028
AREA	0
PERIMETER	117624.816602
TEILFL_BEZ	Mulde von Lastau bis Penig
INFO	<a href="https://www.natura2000.sachsen.de/index.html">https://www.natura2000.sachsen.de/index.html</a>
TEILFL	1
EU_NR	4842-301
SN_NR	002E
GEBIET	Mittleres Zwickauer Muldetal
MELDEFLAEC	2033
LEGENDE	2 E
ERFASSUNG	ATKIS DLM
RECHNUNG	Grunddatenverarbeitung
RECHNUNG	Grunddatenverarbeitung

# BIM Bestandsmodell erstellen

Daten aus öffentlichen Quellen:

- DGM – digitales Geländemodell
- DOP – digitale Orthofotos
- CityGML – Stadtmodell
- DTK – digitale Topokarte
- BasisDLM – GIS-Flächendaten
- ALKIS – Kataster

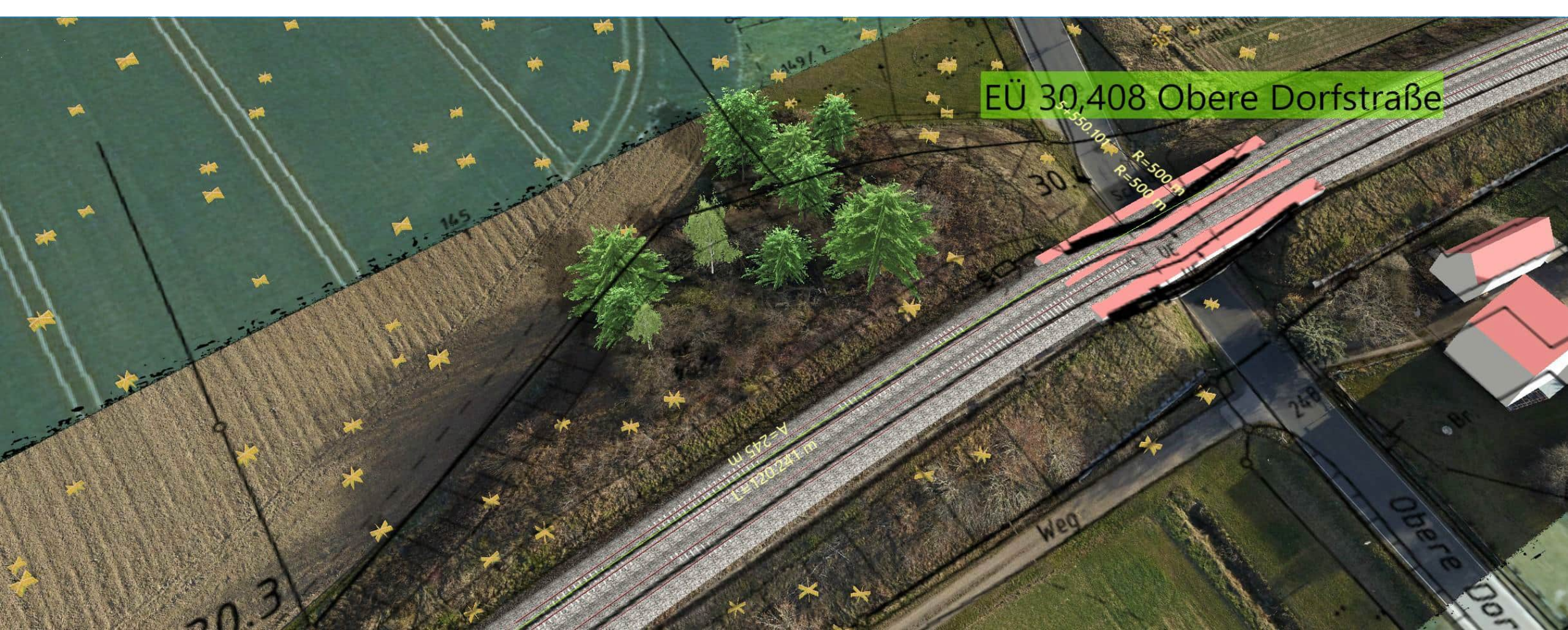
DB interne Daten:

- Bestandstrassen VermESN
- Punktwolke und DGM aus Befliegung
- Ivl-Planwerk
- Medien Dritter
- Baugrund
- Bestandspläne

# BIM Bestandsmodell erstellen

DB interne Daten:

- Bestandstrassen VermESN
- Ivl-Planwerk



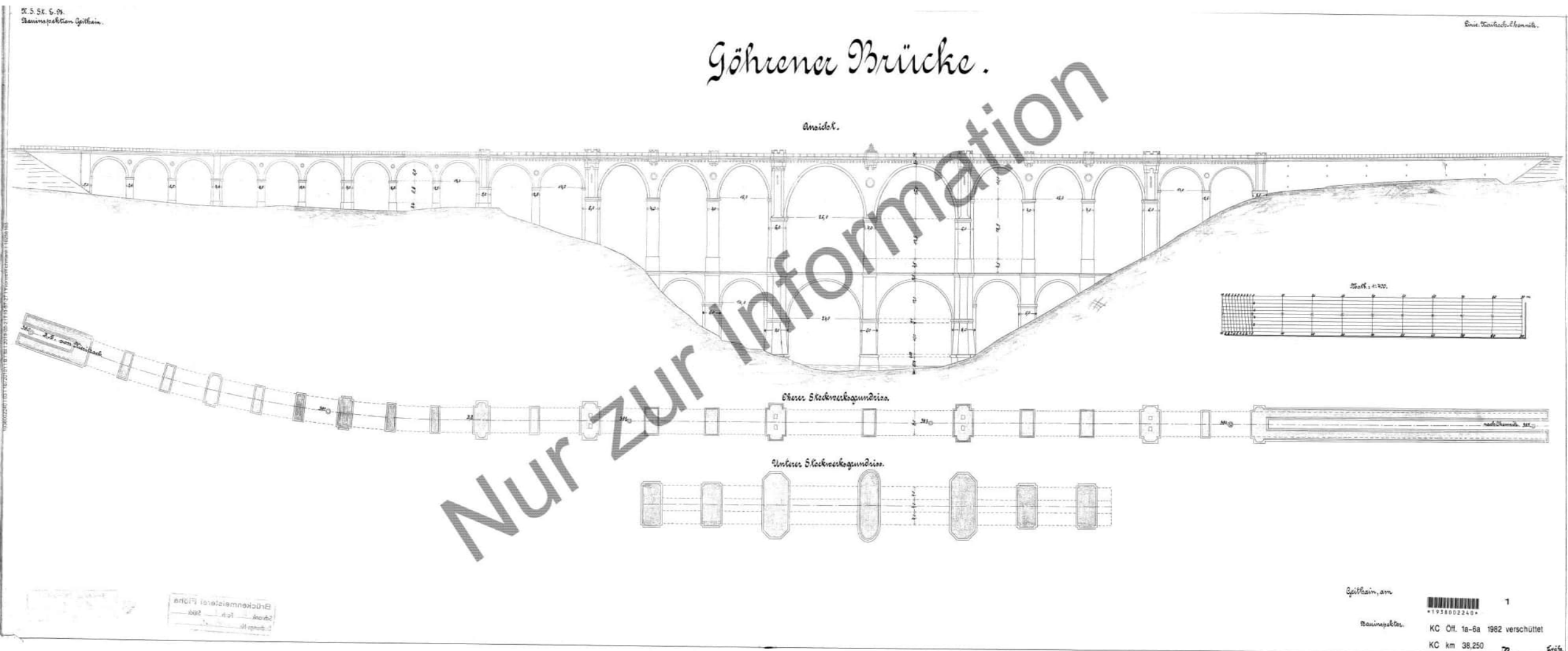
# BIM Bestandsmodell erstellen

Bestandsbauwerke aus Bestandsplänen



# BIM Bestandsmodell erstellen

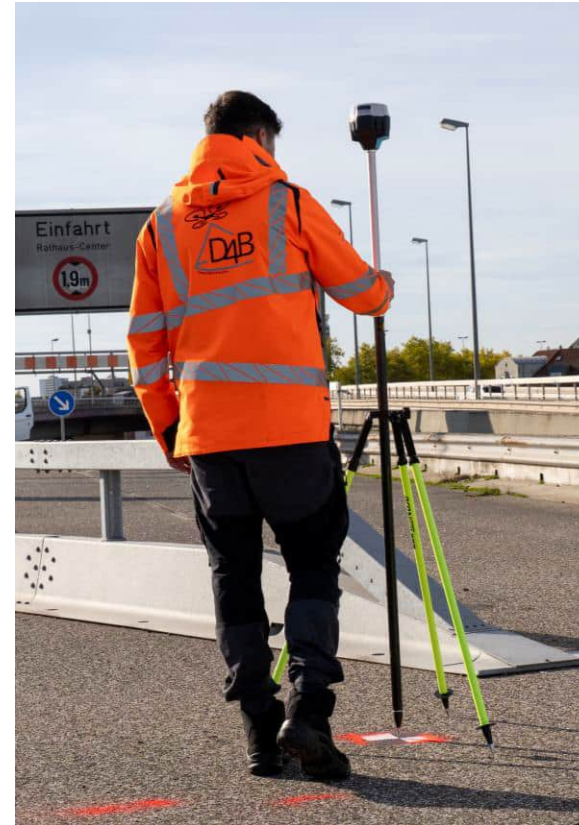
Bestandsbauwerke aus ~~Bestandsplänen~~



Nur zur Information

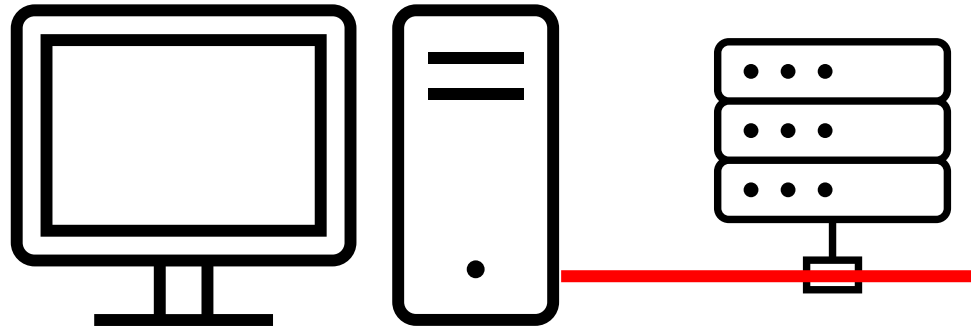
# Drohnenvermessung

Was brauchen wir überhaupt ?

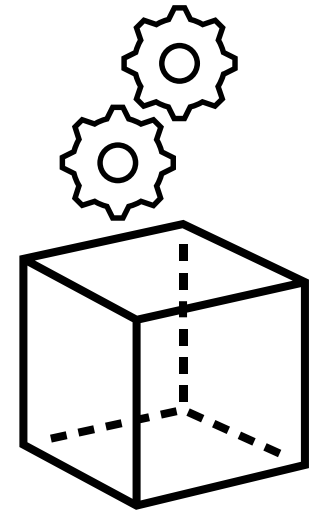


# Hard- / Software

Computer mit Photogrammetrie-Engine



ReCap Pro  
Metashape  
Pix4D  
DroneDeploy  
RealityCapture  
...



# Genehmigung

Wo darf ich fliegen und was muss man beachten ?

**Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO)  
§ 21h Regelungen für den Betrieb  
von unbemannten Fluggeräten in  
geografischen Gebieten nach der  
Durchführungsverordnung (EU)  
2019/947**

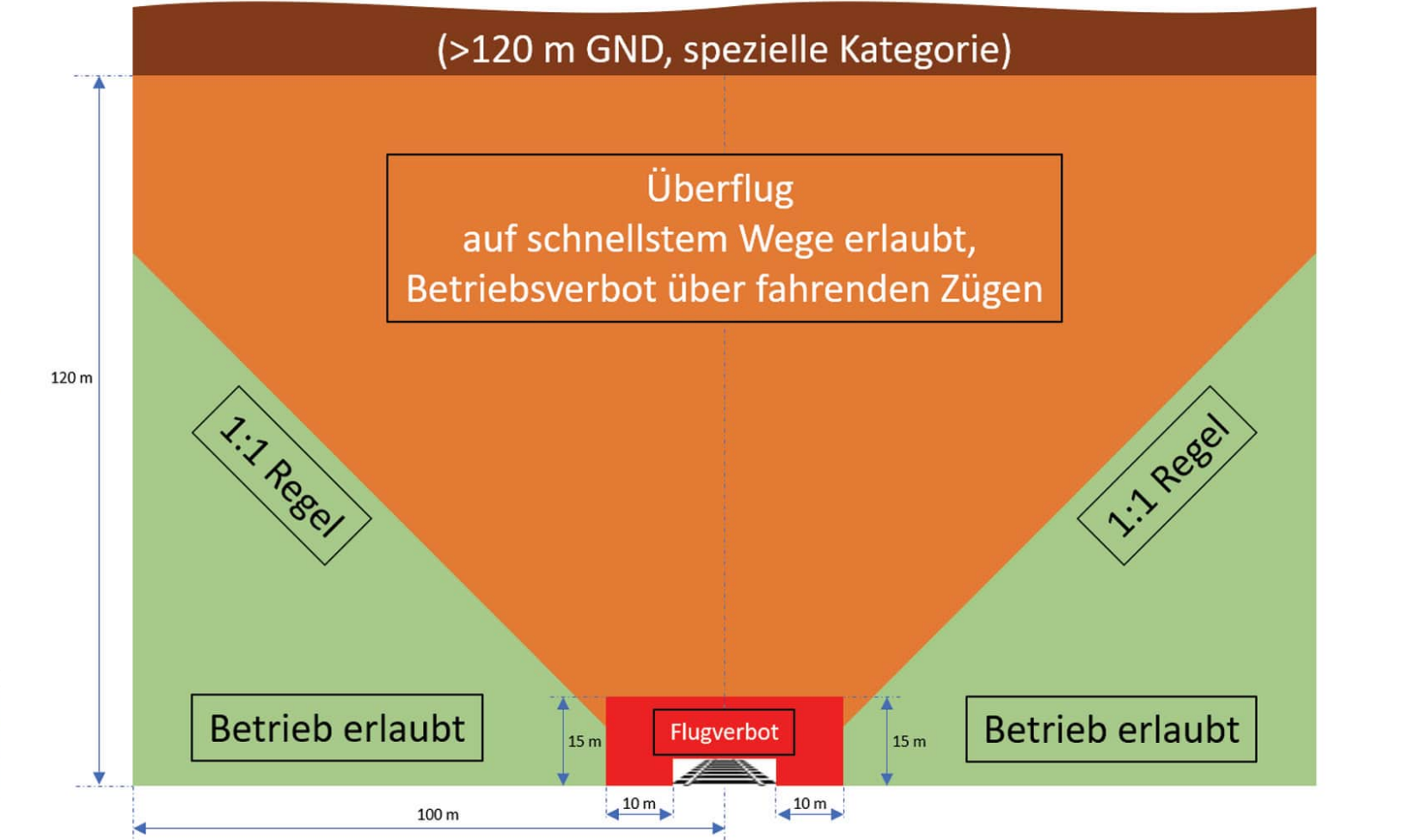
Luftfahrtbehörden  
der Länder



Behörde auswählen

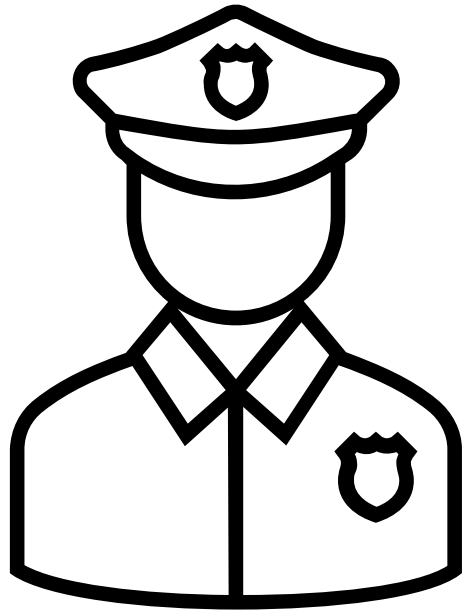
Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für Betreiber:innen unbemannter  
Luftfahrzeugsysteme (UAS) für Betriebe in geografischen Gebieten des  
§ 21h Luftverkehrs-Ordnung

<b>A Angaben Antragsteller:in</b>	
<b>A1 Name und Adresse</b>	
Familienname, Vornamen	Firmenname / Institution / Vereinigung
Straße, Hausnummer	Postleitzahl, Wohnort
Telefonnummer	E-Mail
<b>A2 Rechnungsadresse – falls abweichend von A1**</b>	



# Genehmigung

Dritte und Behörden über geplante Flüge informieren



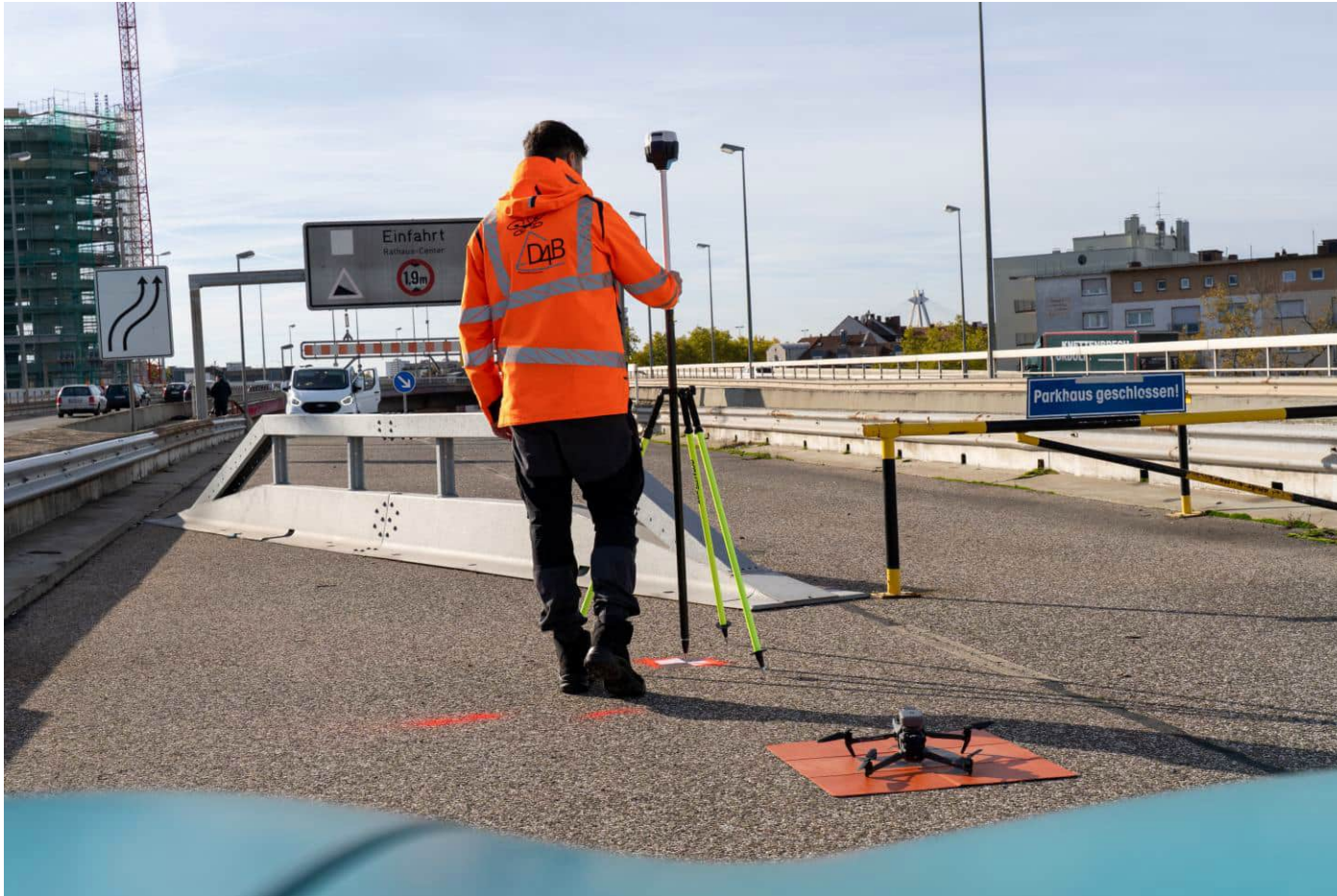
# Flugroute planen

Fluggebiete definieren | Homepoints und GCPs



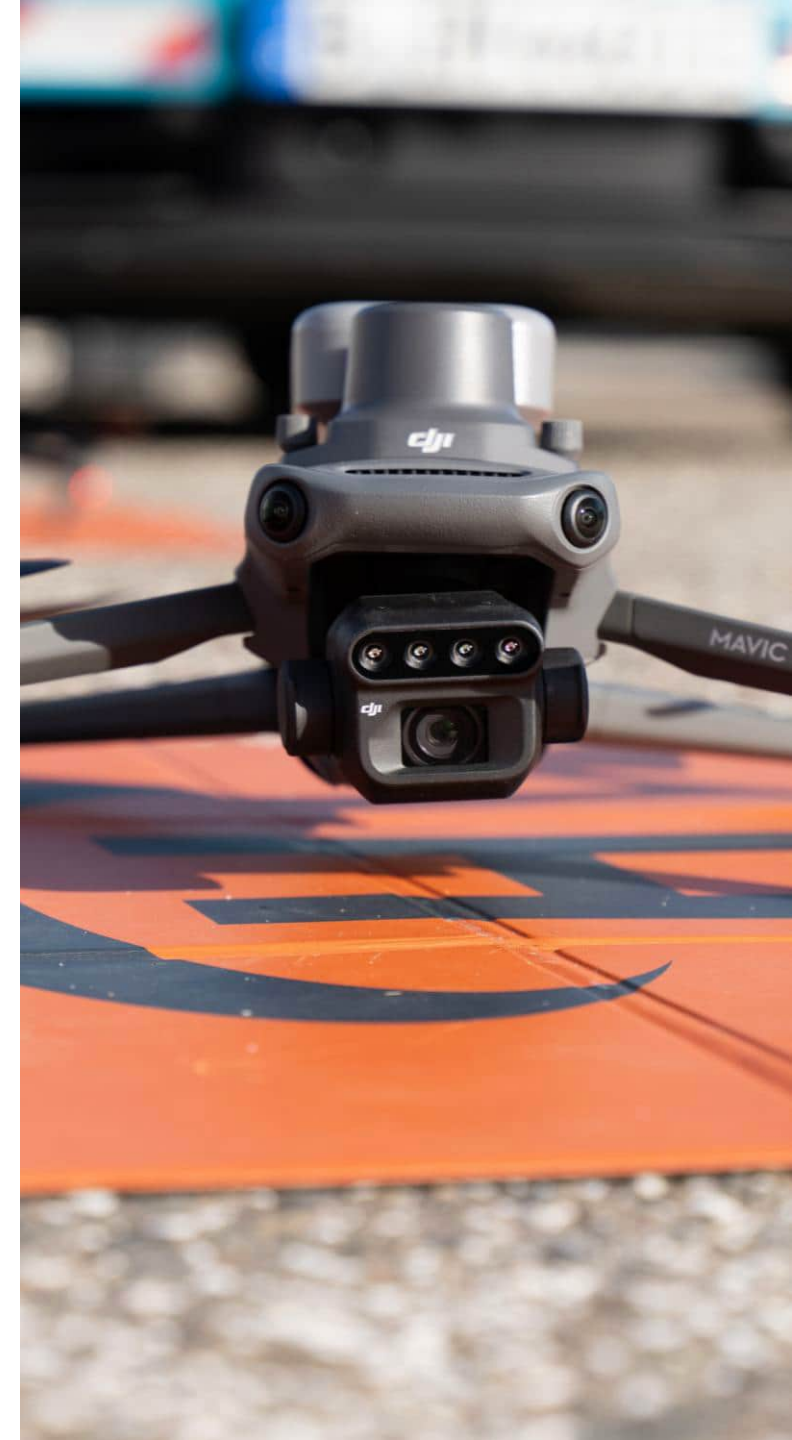
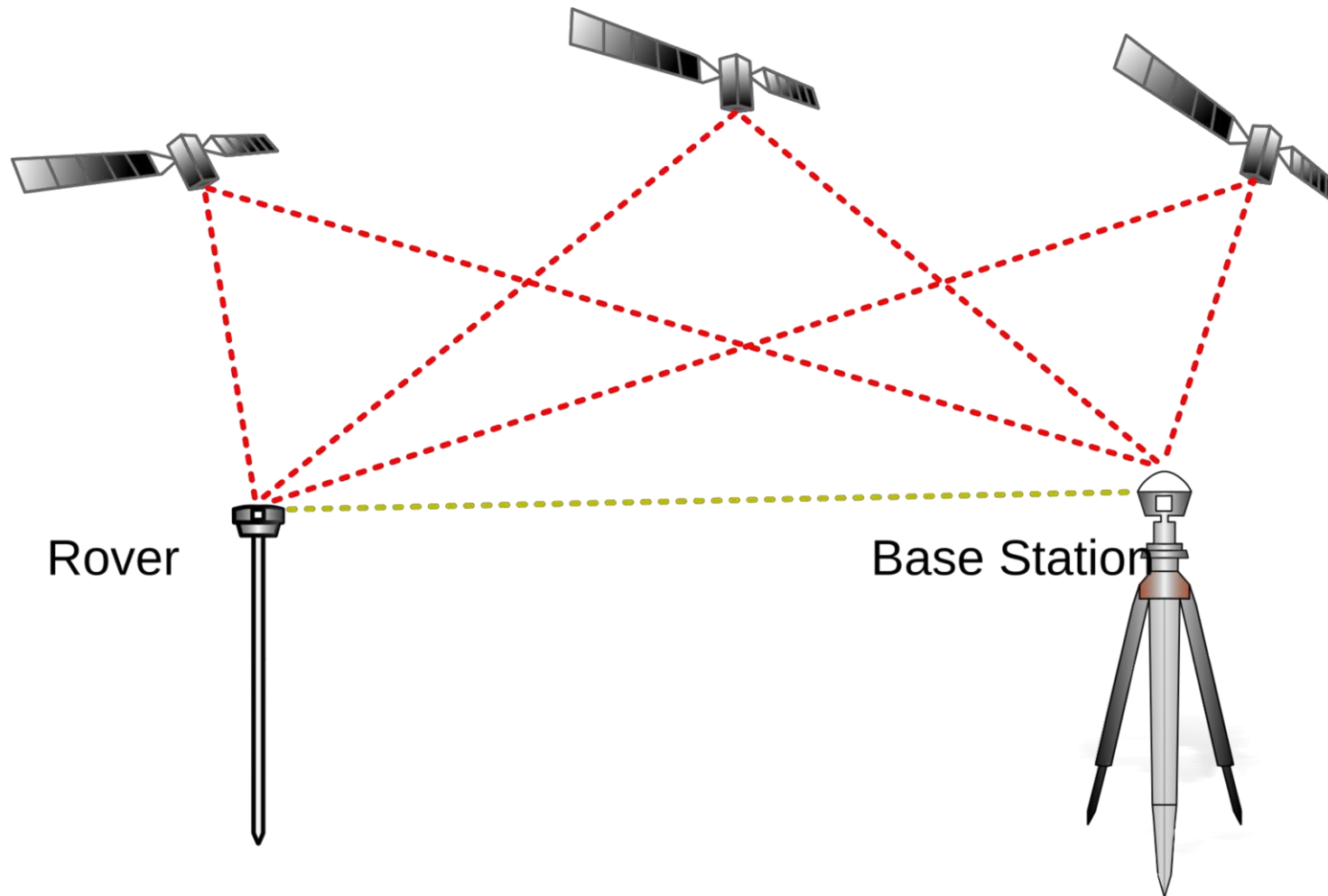
# Befliegung durchführen

GCPs setzen | Basisstation



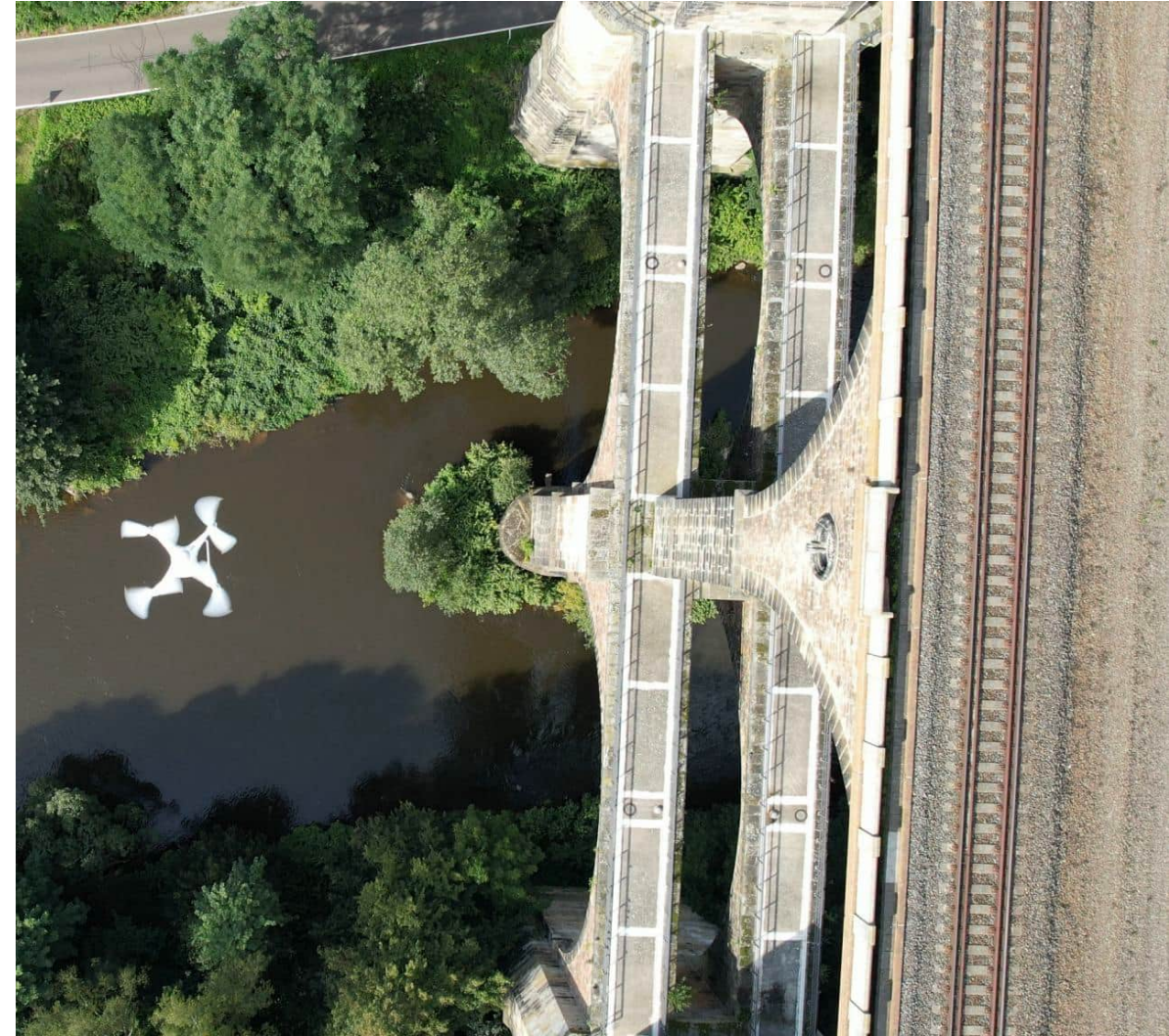
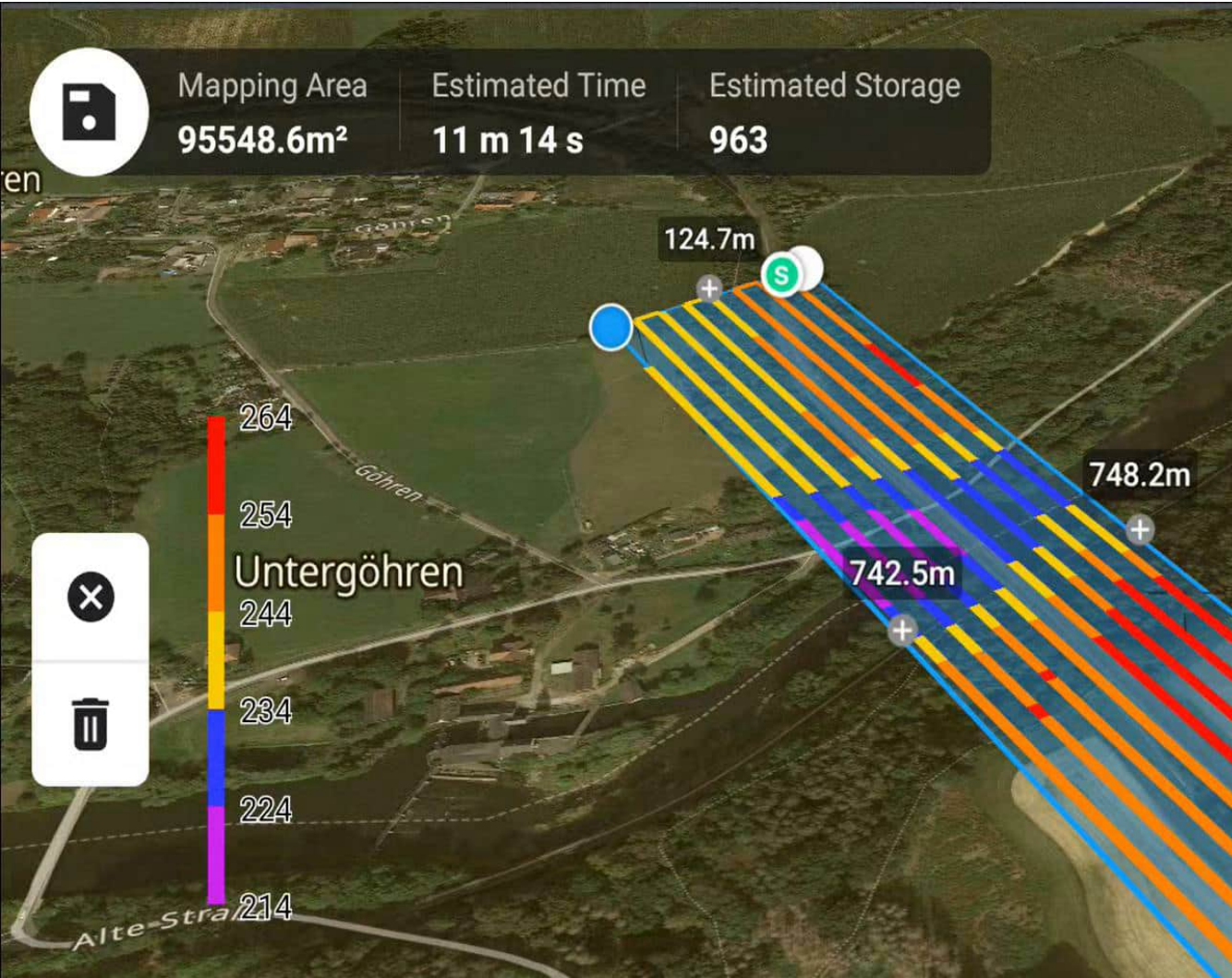
# RTK

GCPs setzen | Basisstation



# Befliegung durchführen

Flugroute in Controller einlesen und Parameter definieren

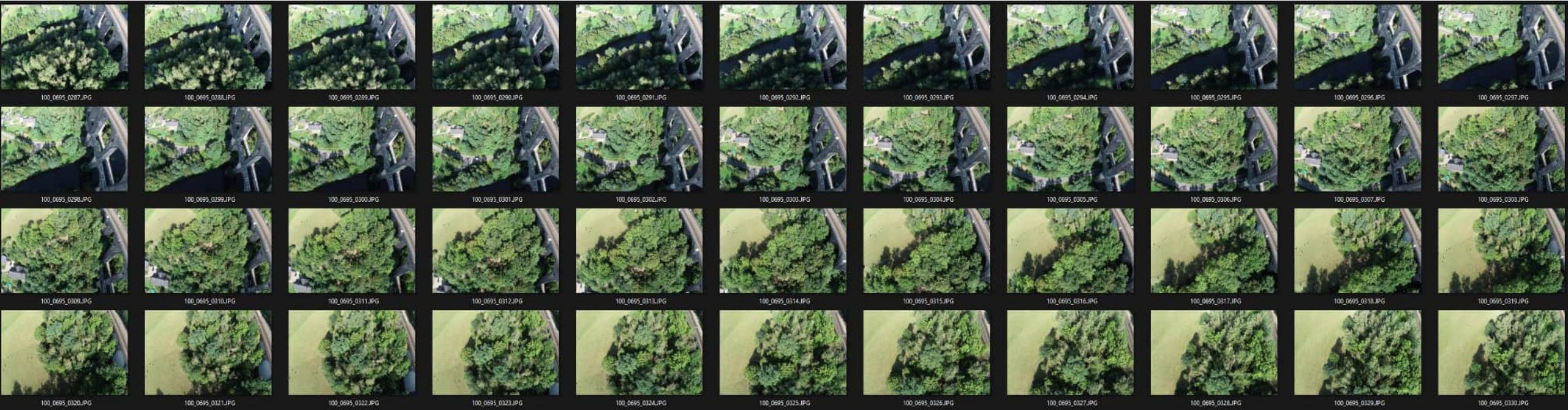


# Datenauswertung

geotaggte Fotos ins Zielkoordinatensystem überführen

Quelle: RTK korrigierte WGS84 | ETRS89 + ellipsoidische Höhe

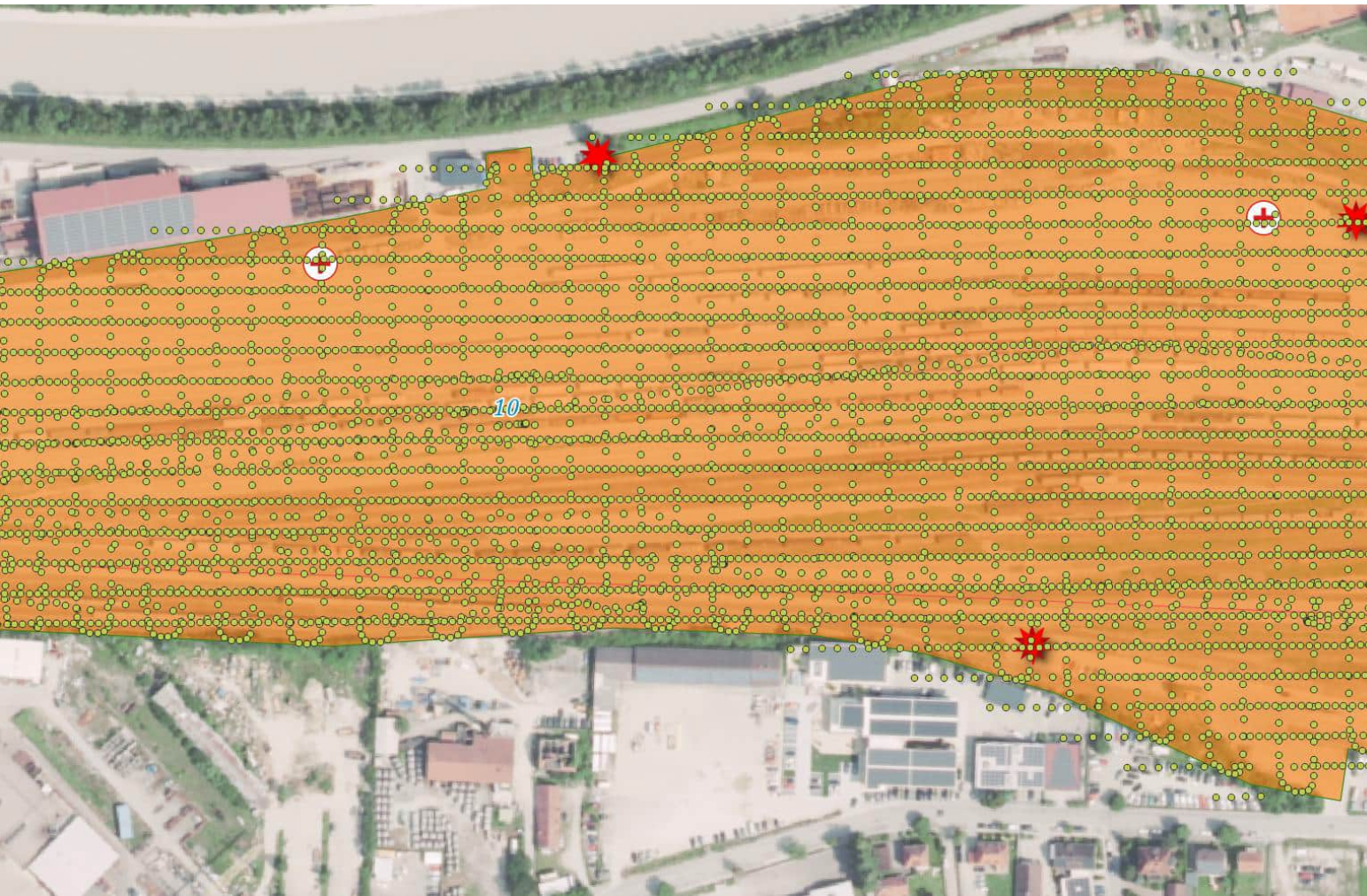
Ziel: DB\_Ref GK Z4 + 2016



# Datenauswertung

Geogetagte Fotos ins Zielkoordinatensystem überführen

Lagetransformation über 7P Helmertransformation

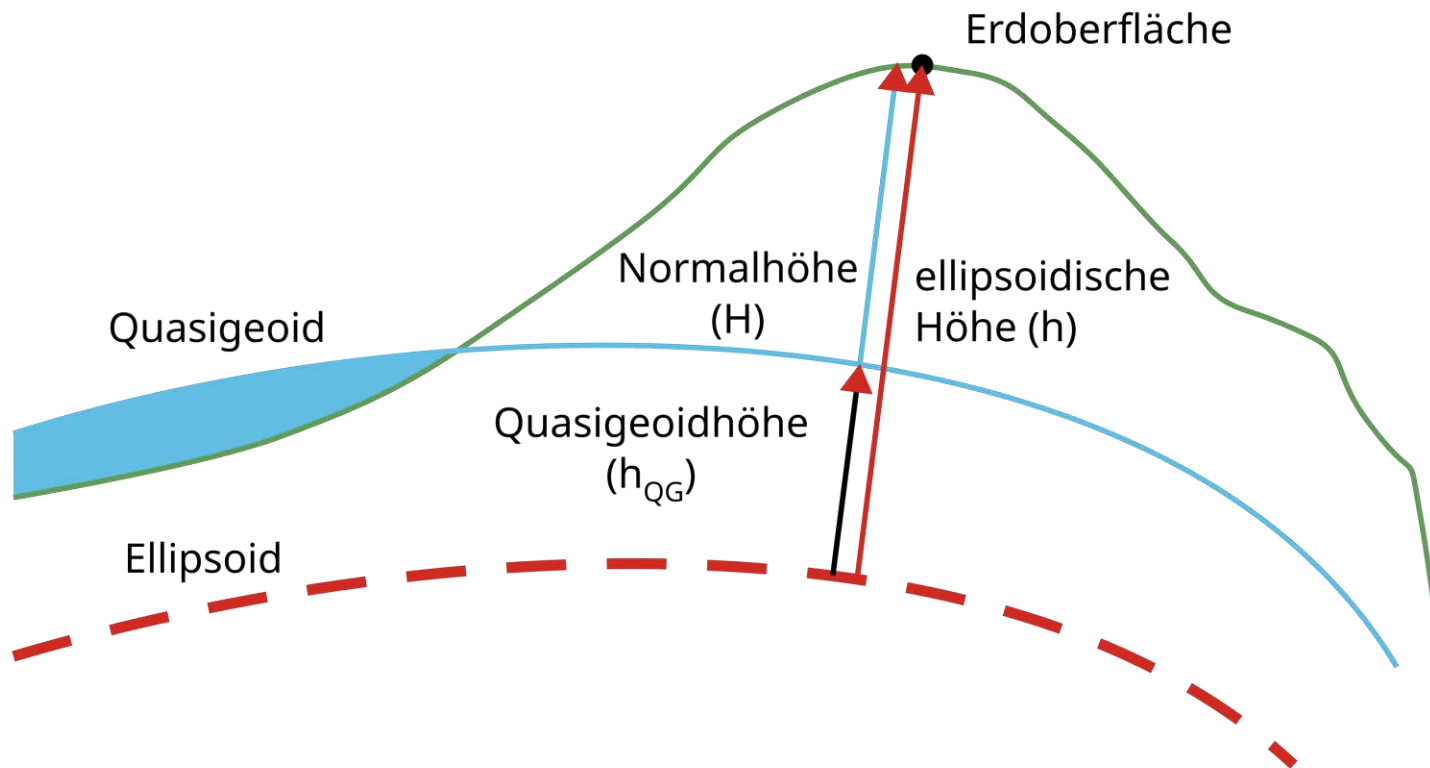


	Fotoname	Breitengrad	Längengrad	Flughöhe
1	//D4B-FS/D4B_I...	48,248966651	12,489942239	495,955
2	//D4B-FS/D4B_I...	48,248969443	12,48994204	495,927
3	//D4B-FS/D4B_I...	48,248982607	12,489941823	495,92
4	//D4B-FS/D4B_I...	48,249009438	12,4899416	495,926
5	//D4B-FS/D4B_I...	48,249046711	12,489941712	495,912
6	//D4B-FS/D4B_I...	48,249095658	12,489941715	495,902
7	//D4B-FS/D4B_I...	48,249152321	12,489941885	495,907
8	//D4B-FS/D4B_I...	48,249213107	12,48994446	495,977
9	//D4B-FS/D4B_I...	48,249266038	12,489953221	496,026
10	//D4B-FS/D4B_I...	48,249295035	12,489972112	495,91
11	//D4B-FS/D4B_I...	48,24931255	12,490012005	495,954
12	//D4B-FS/D4B_I...	48,249320813	12,490059618	495,954
13	//D4B-FS/D4B_I...	48,249318949	12,490103237	495,966
14	//D4B-FS/D4B_I...	48,249303371	12,49012987	495,979
15	//D4B-FS/D4B_I...	48,249278148	12,490139799	495,998

# Datenauswertung

Geogetagte Fotos ins Zielkoordinatensystem überführen

Höhentransformation über Point-Sampling



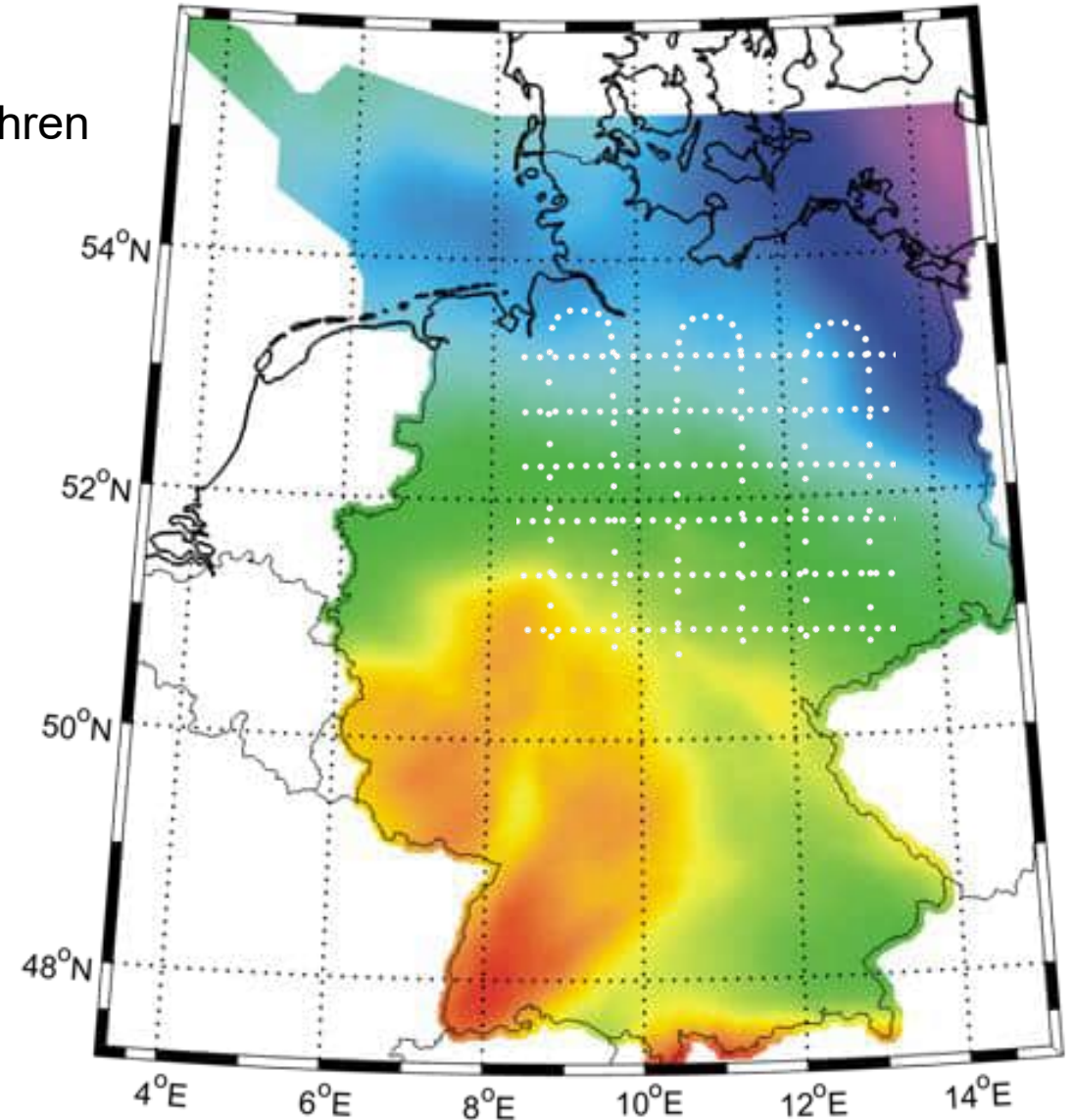
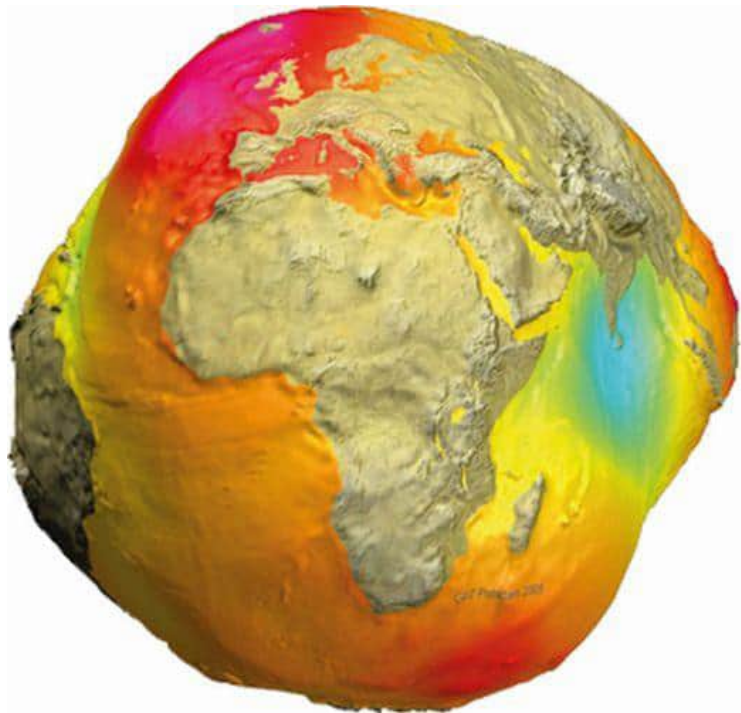
	Fotoname	Breitengrad	Längengrad	Flughöhe
1	//D4B-FS/D4B_I...	48,248966651	12,489942239	495,955
2	//D4B-FS/D4B_I...	48,248969443	12,48994204	495,927
3	//D4B-FS/D4B_I...	48,248982607	12,489941823	495,92
4	//D4B-FS/D4B_I...	48,249009438	12,4899416	495,926
5	//D4B-FS/D4B_I...	48,249046711	12,489941712	495,912
6	//D4B-FS/D4B_I...	48,249095658	12,489941715	495,902
7	//D4B-FS/D4B_I...	48,249152321	12,489941885	495,907
8	//D4B-FS/D4B_I...	48,249213107	12,48994446	495,977
9	//D4B-FS/D4B_I...	48,249266038	12,489953221	496,026
10	//D4B-FS/D4B_I...	48,249295035	12,489972112	495,91
11	//D4B-FS/D4B_I...	48,24931255	12,490012005	495,954
12	//D4B-FS/D4B_I...	48,249320813	12,490059618	495,954
13	//D4B-FS/D4B_I...	48,249318949	12,490103237	495,966
14	//D4B-FS/D4B_I...	48,249303371	12,49012987	495,979
15	//D4B-FS/D4B_I...	48,249278148	12,490139799	495,998

# Datenauswertung

Geogetagte Fotos ins Zielkoordinatensystem überführen

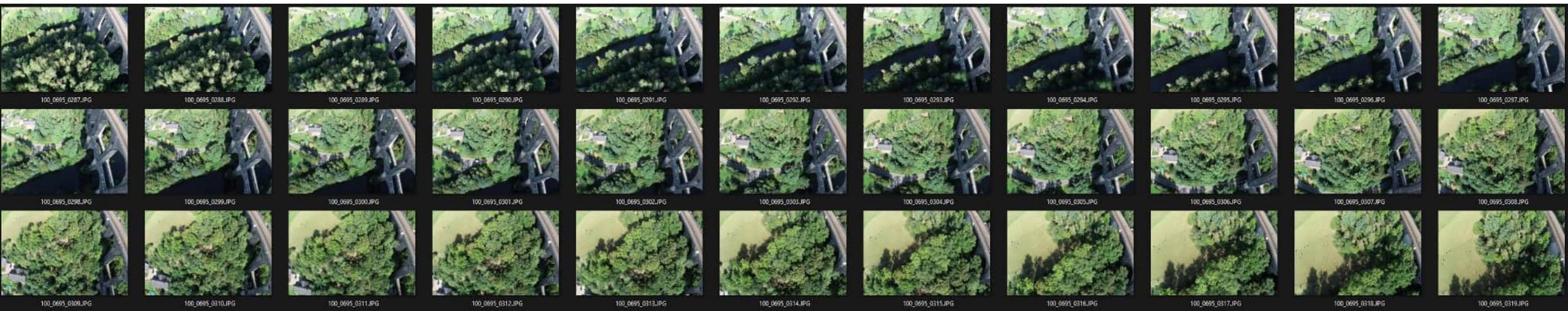
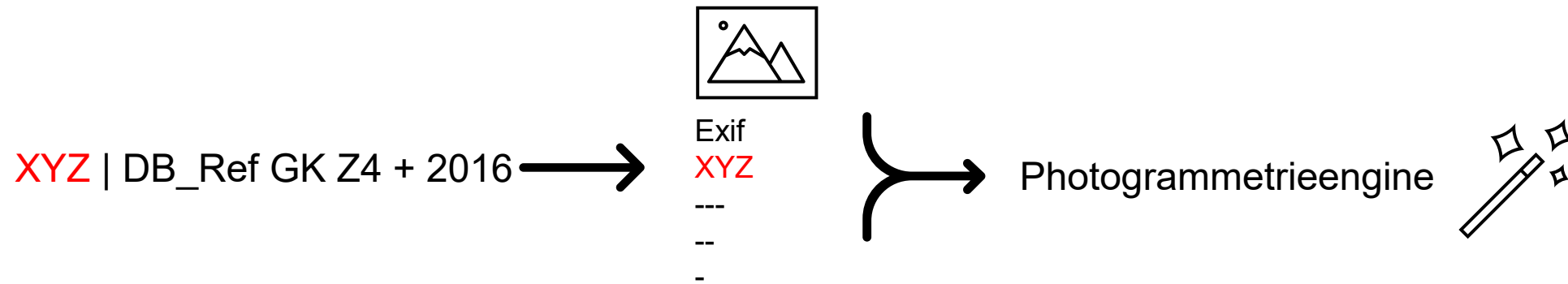
Höhentransformation über Point-Sampling

$$H_{DHHN2016} = h_{ETRS89} - \zeta_{GCG2016}$$



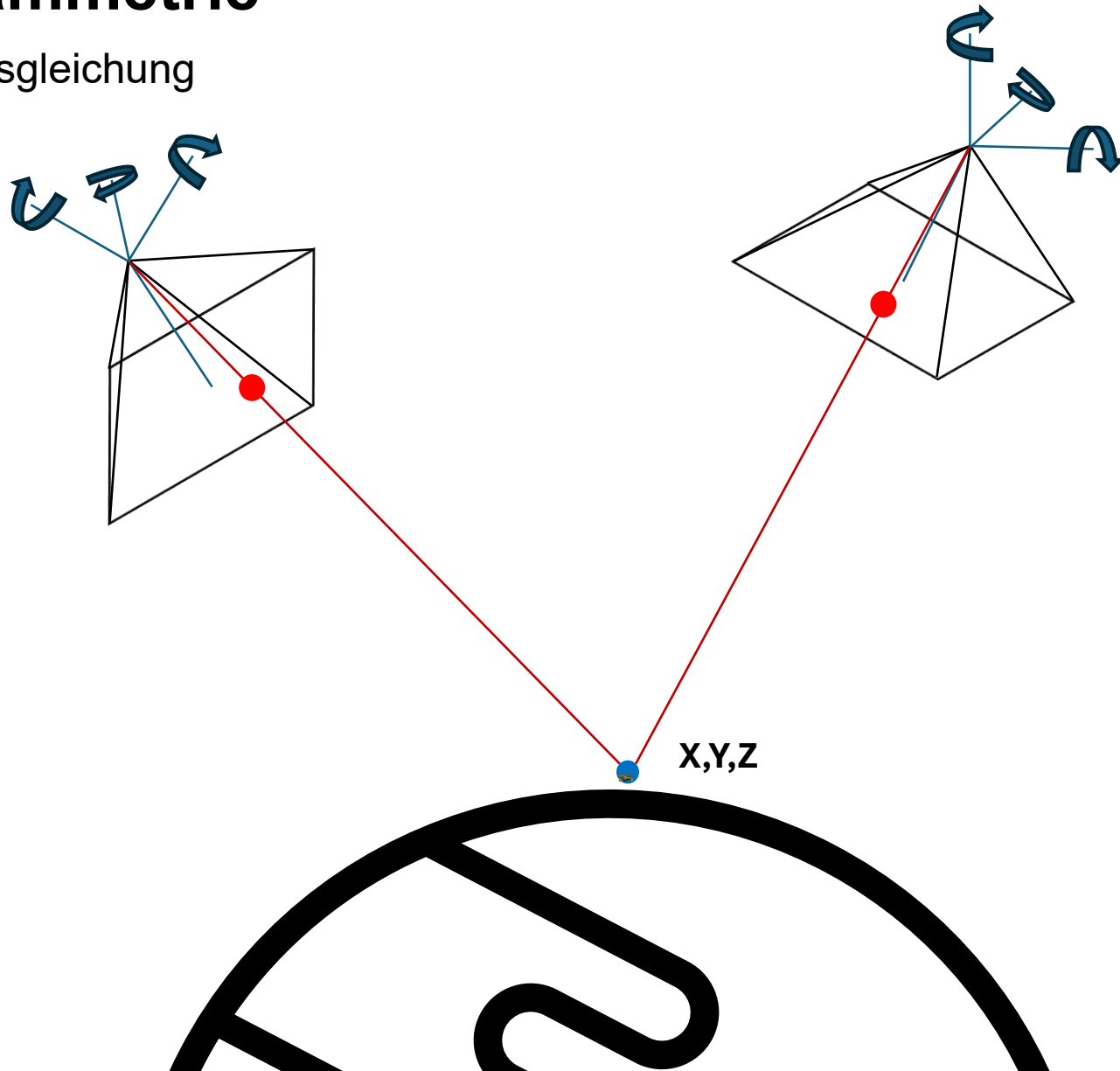
# Datenauswertung

Geogetagte Fotos mit neuen Koordinaten unseres Zielsystems



# Photogrammetrie

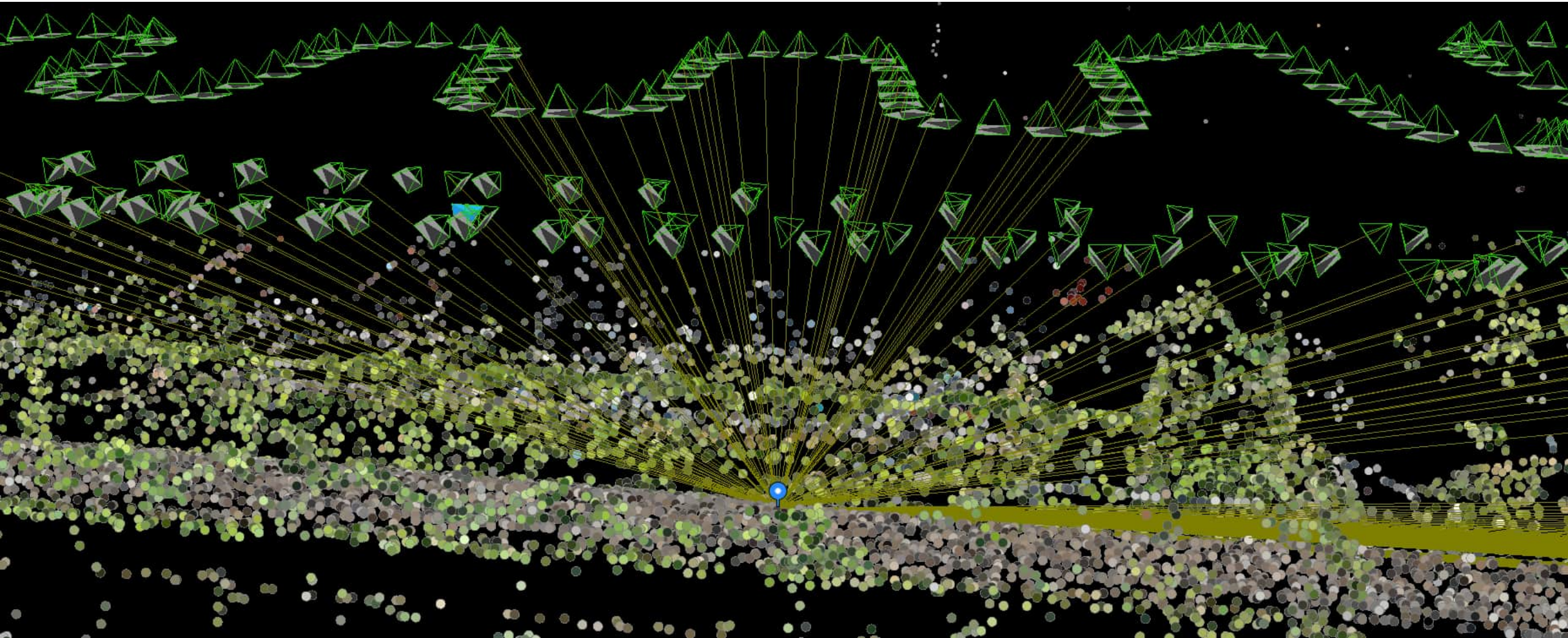
Bündelblockausgleichung



- GPS ( $X, Y, Z$ )
- Kamera (Yaw, Pitch, Roll)
- Abbildungspunkt ( $p_x, p_y$ )
- Brennweite ( $p$ )
- Objektivparameter ( $c_x, c_y$ )

# Photogrammetrie

Bündelblockausgleichung | Aerotriangulation



# Photogrammetrie

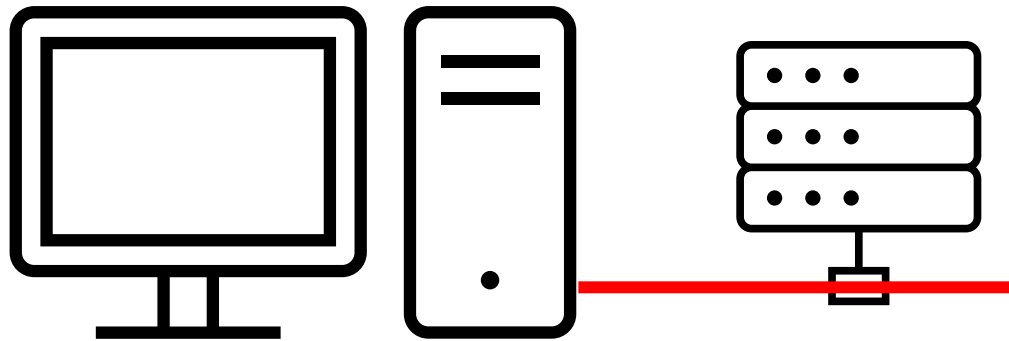
GCPs einarbeiten



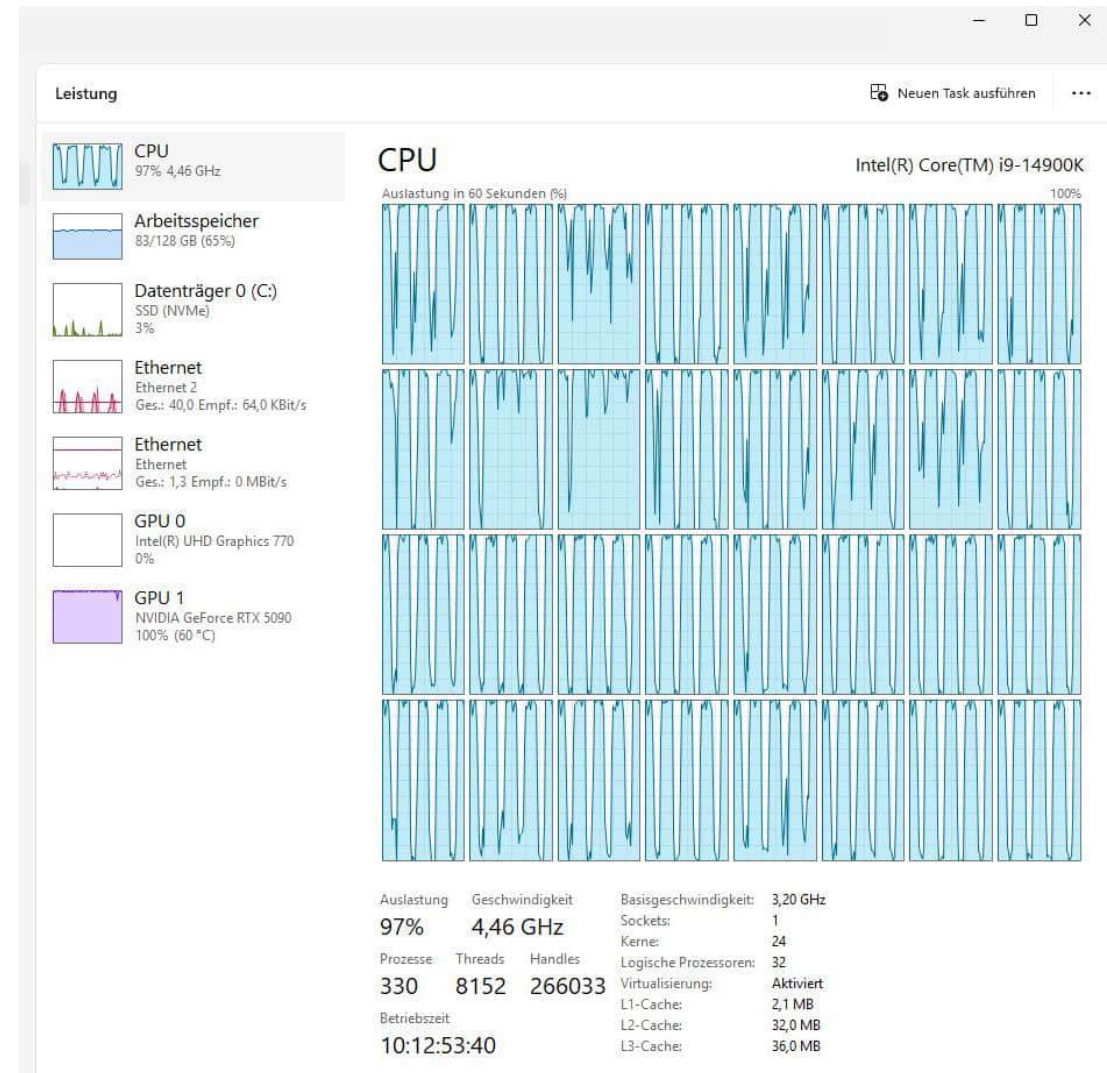
Name	GCP222
Typ	Passpunkt (G... ▾)
X/E	4538756.0903
Y/N	5345786.7487
Z/U	411.082
Horizontale Präzision	0.005 m
Vertikale Präzision	0.005 m
Fehler bei Wiedergabe	0.893 px
3D-Punktfehler	0.050 m

# Photogrammetrie

Benötigte Hardware – viel hilft viel ...

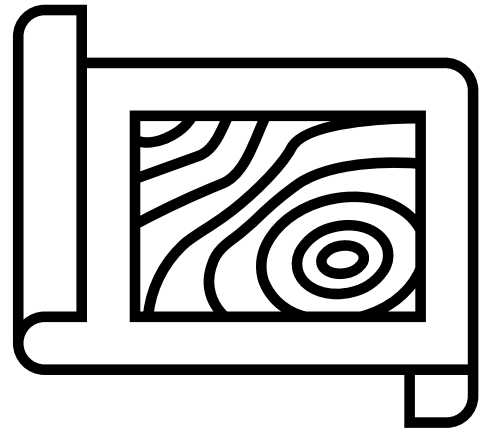
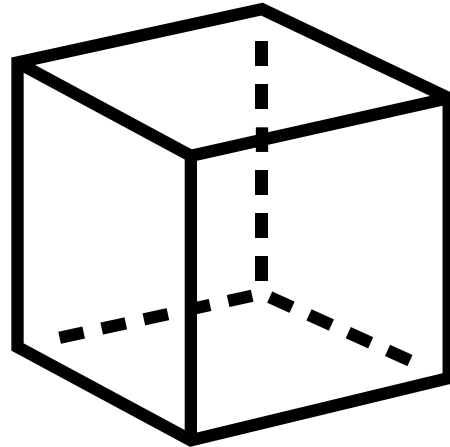
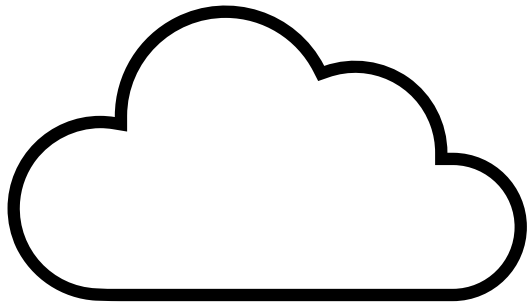


Intel Core i9  
128 GB RAM (hohe Taktrate)  
Grafikkarte (NVIDIA RTX 5090)  
10GBit Anbindung zum Fileserver



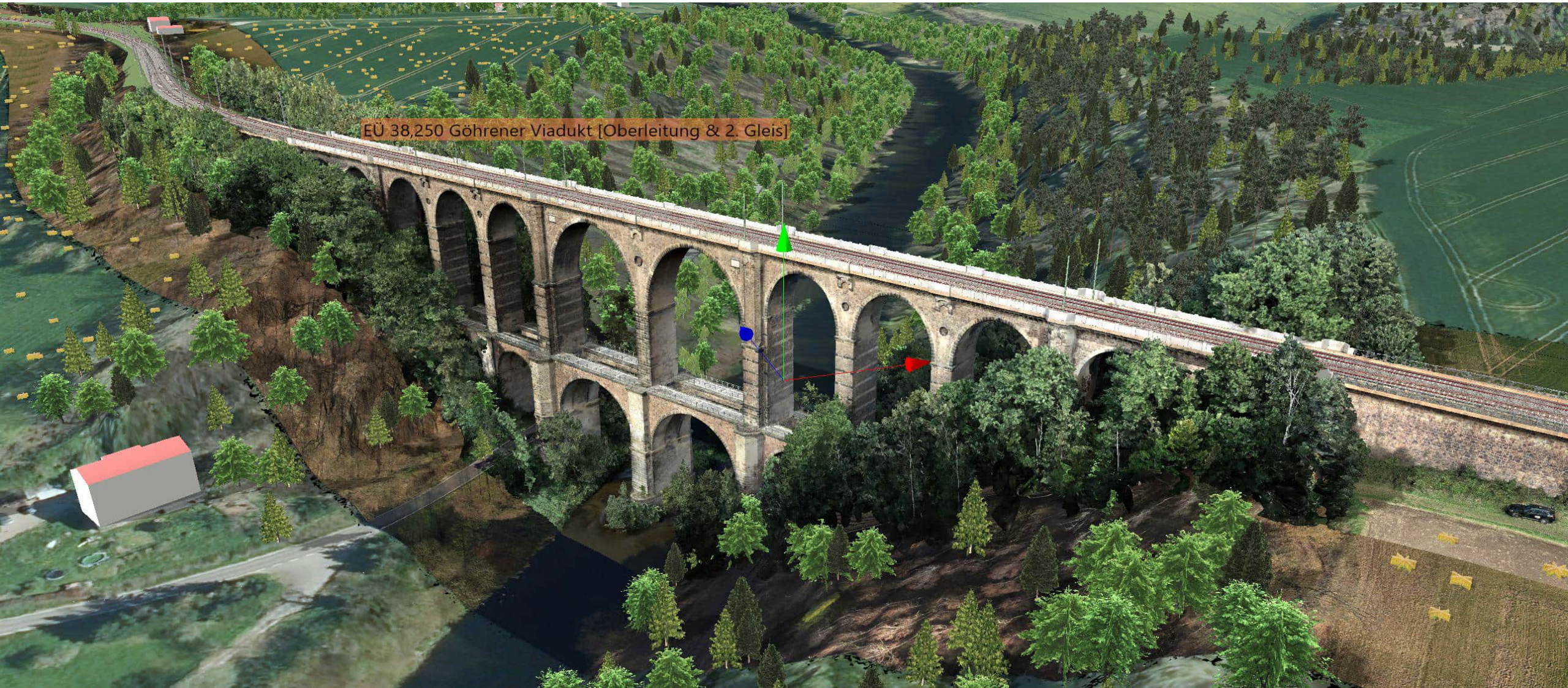
# Photogrammetrie

Output definieren und Modelle rechnen lassen



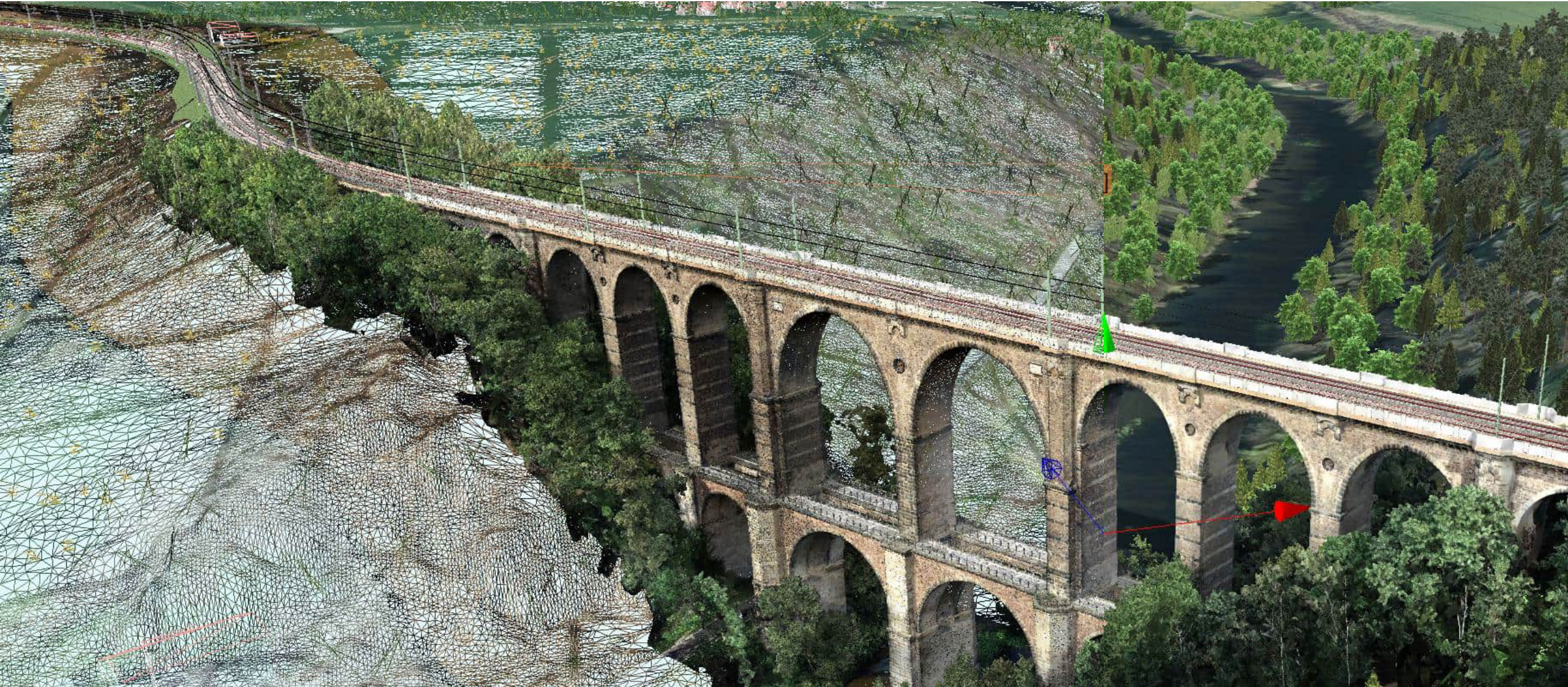
# BIM Bestandsmodell

Bestandsbauwerke aus Drohnendaten  
automatisiert modelliert



# BIM Bestandsmodell

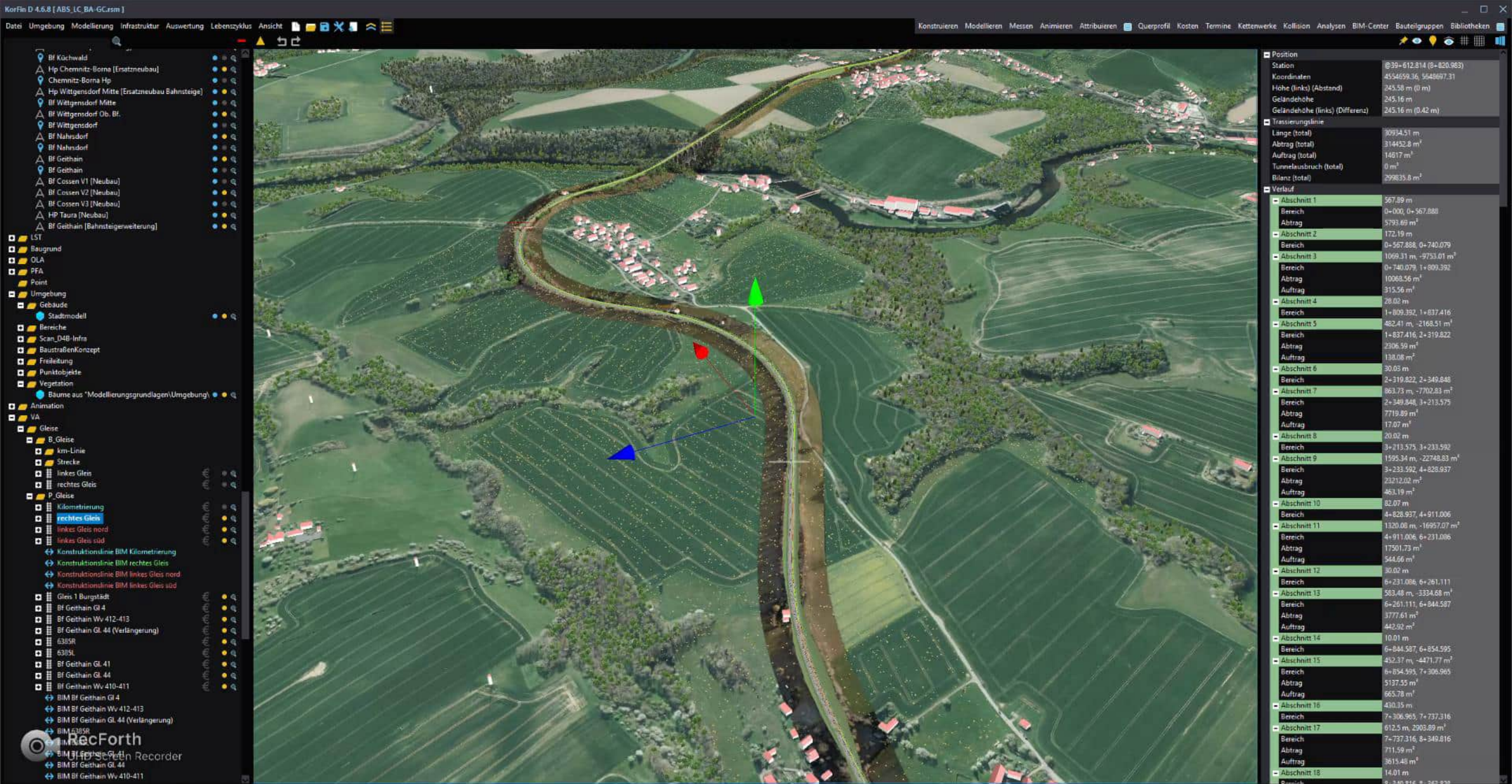
Bestandsbauwerke aus Drohnendaten  
automatisiert modelliert



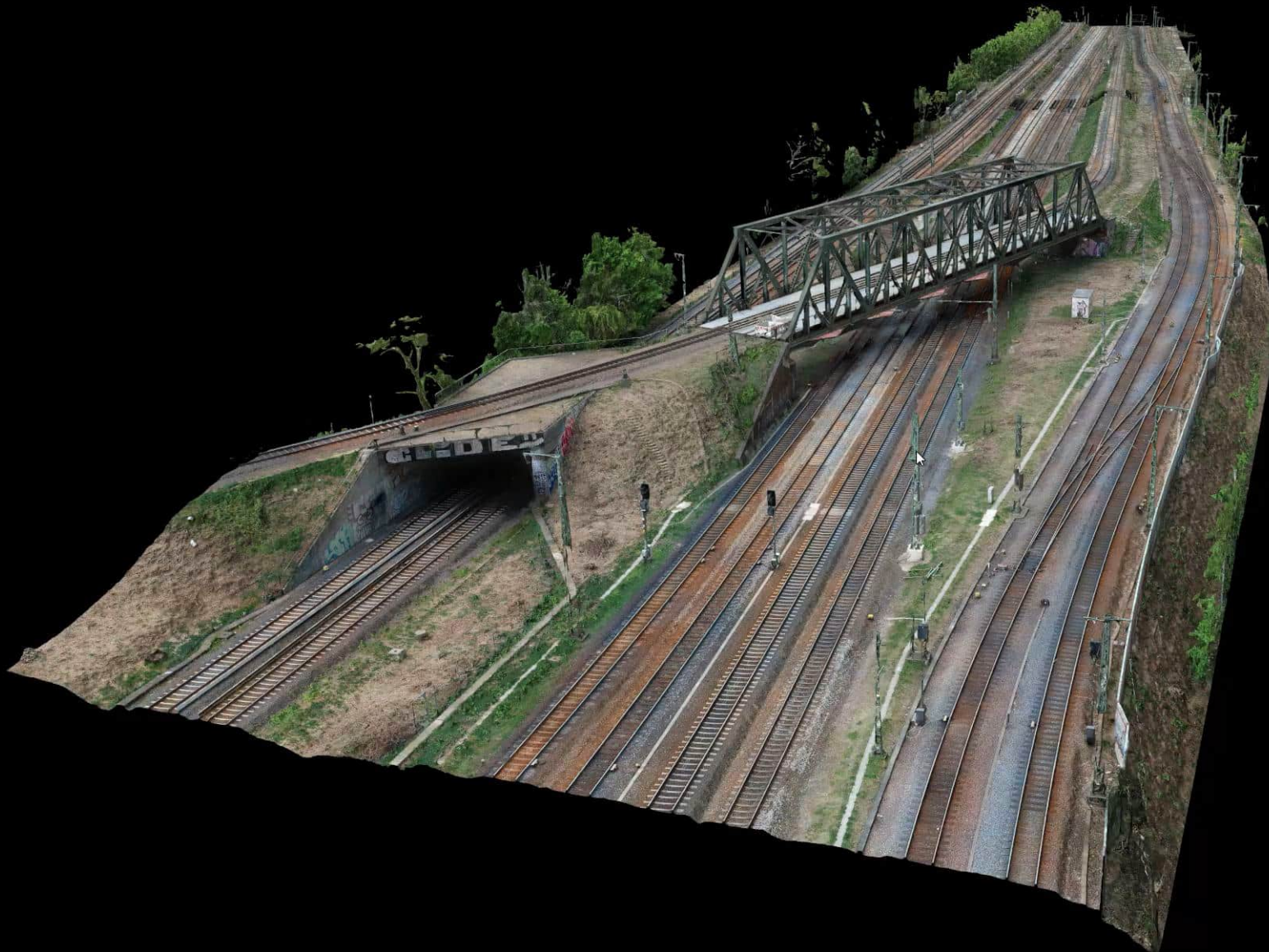
# BIM Bestandsmodell

Bestandsbauwerke aus Drohnendaten  
automatisiert modelliert





# BIM Bestandsmodell



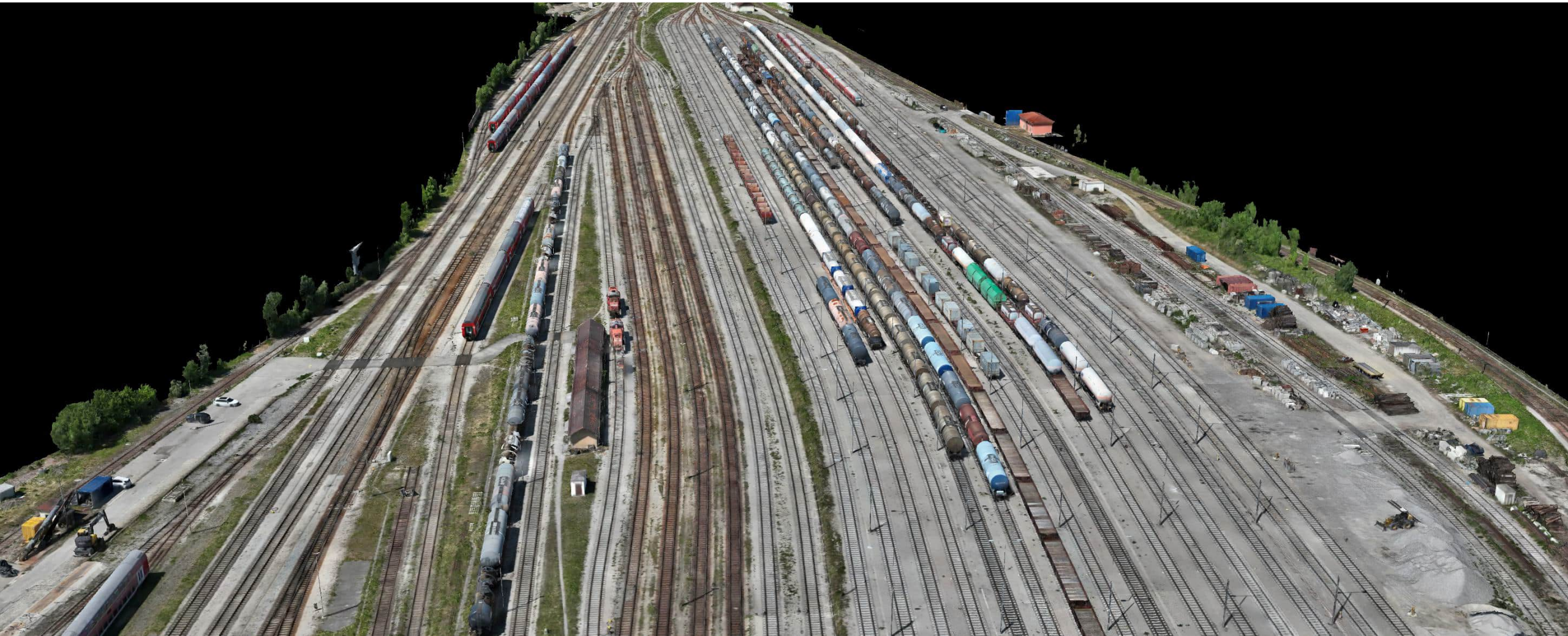
**Photogrammetrisches Modell**

Performantes Arbeiten trotz großer Daten

**Drohnenvermessung kann die  
konventionelle Vermessung nicht ersetzen –  
aber perfekt ergänzen: flächiger Überblick im  
Zentimeterbereich für die frühe Planung, gezielte terrestrische  
Vermessung dort, wo es kritisch wird.**

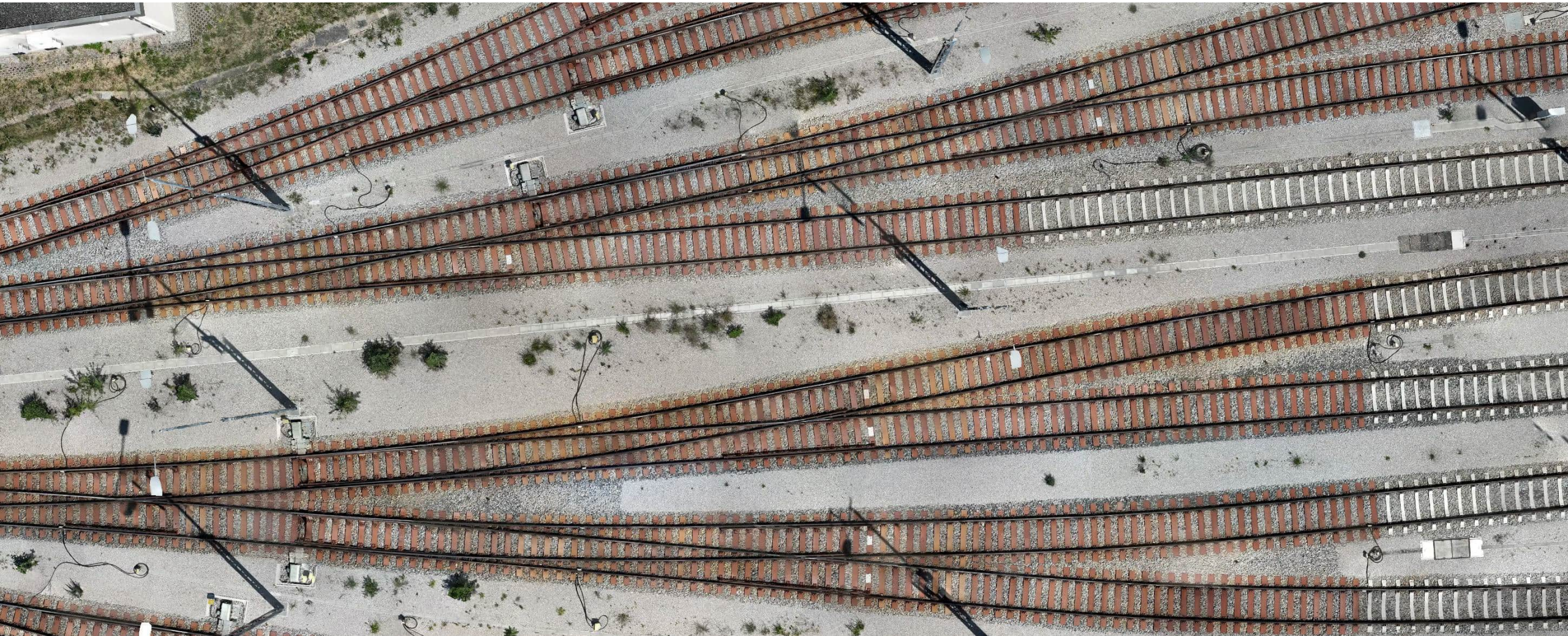
# Anwendungsfälle

Schneller Überblick über das Projekt



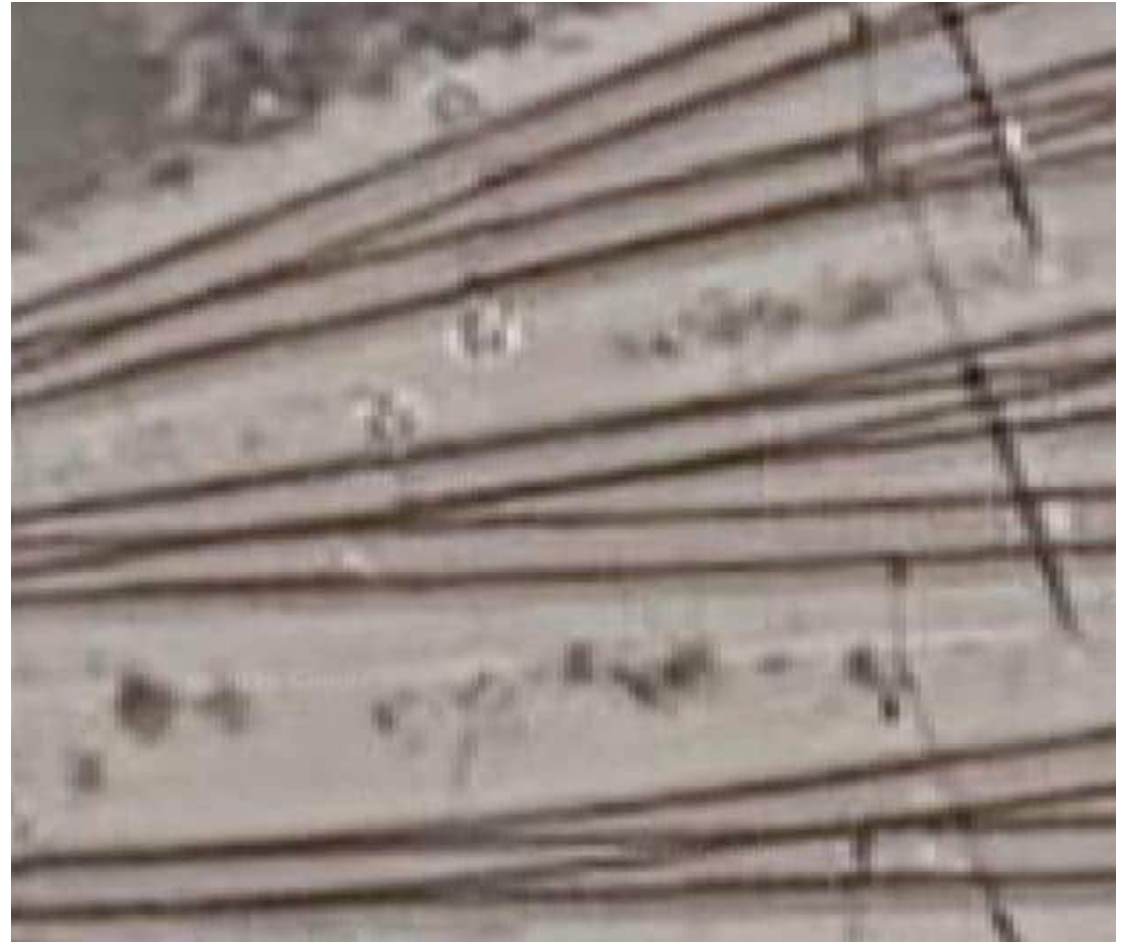
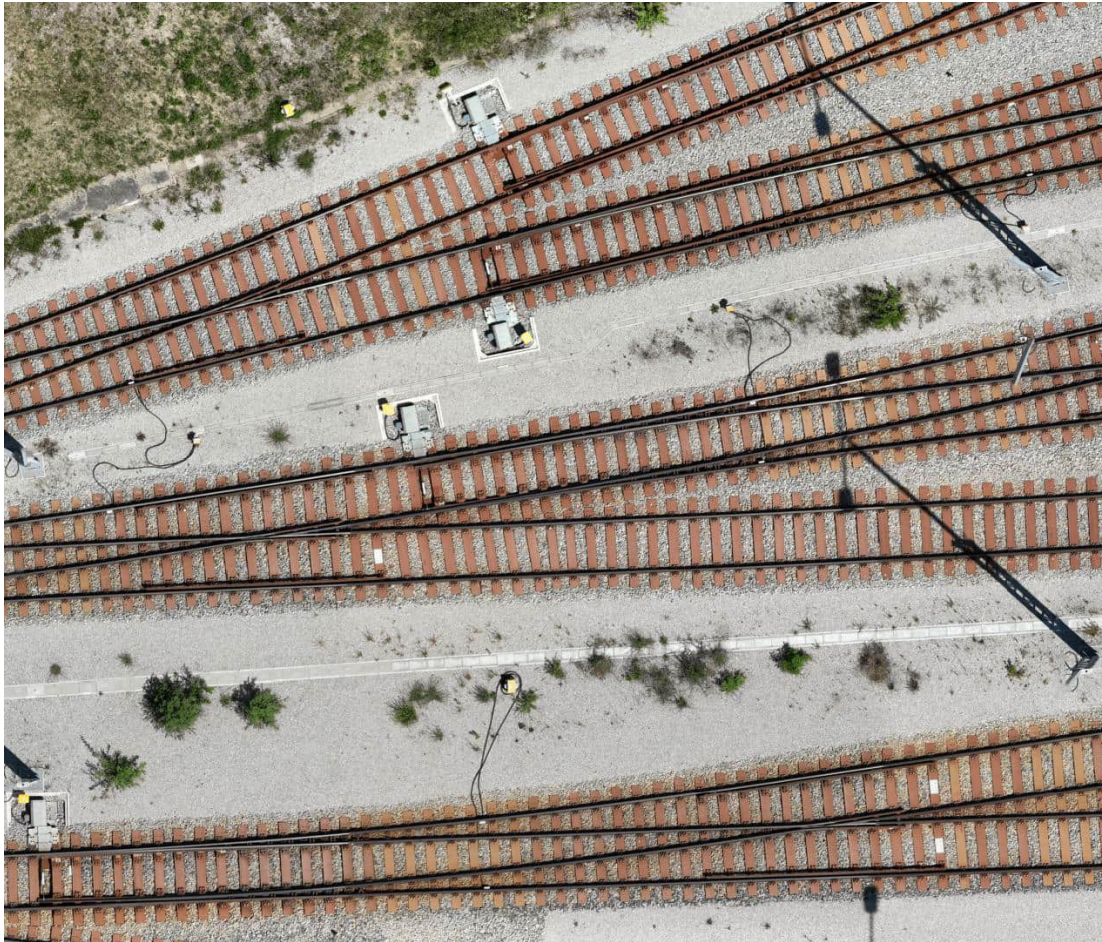
# Anwendungsfälle

Präzise und aktuelle Planungsgrundlagen für KTB- und VA-Planung



# Anwendungsfälle

Präzise und aktuelle Planungsgrundlagen für KTB- und VA-Planung



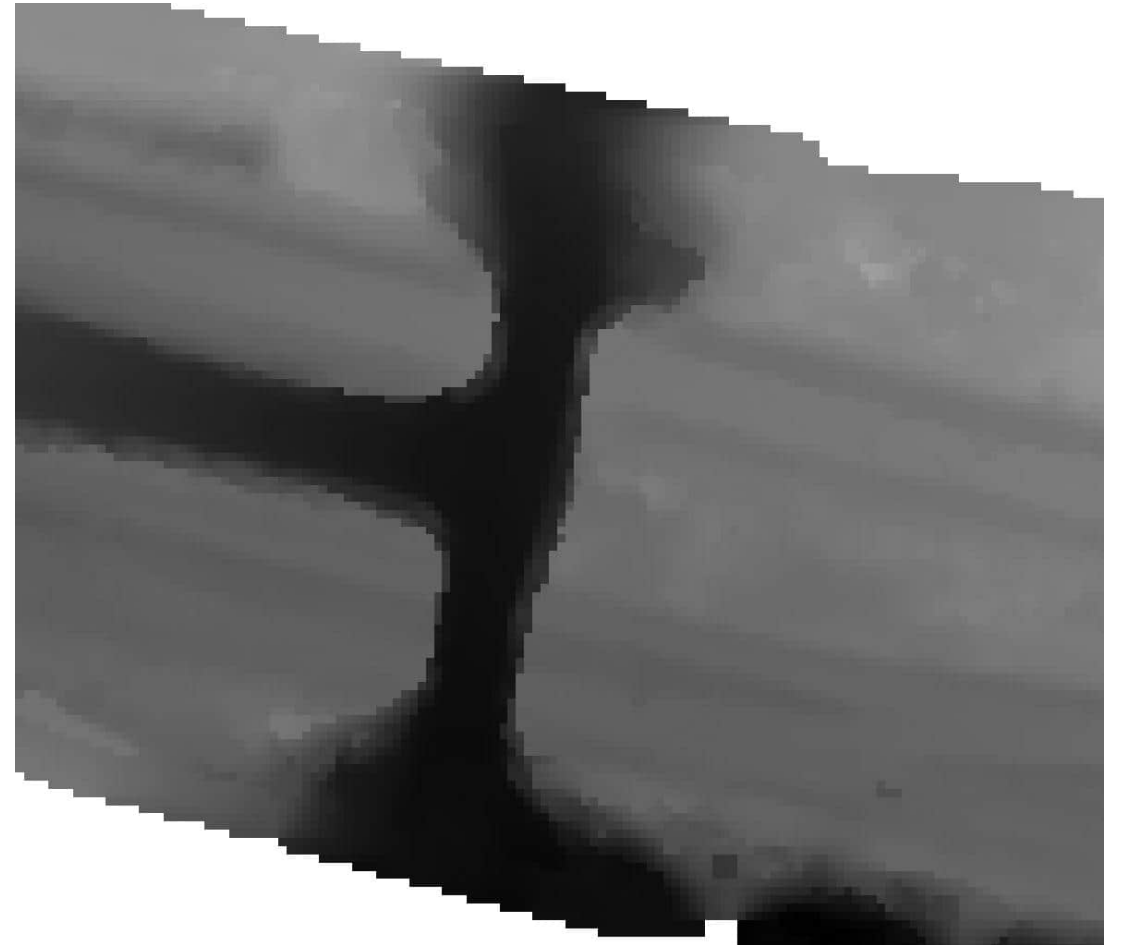
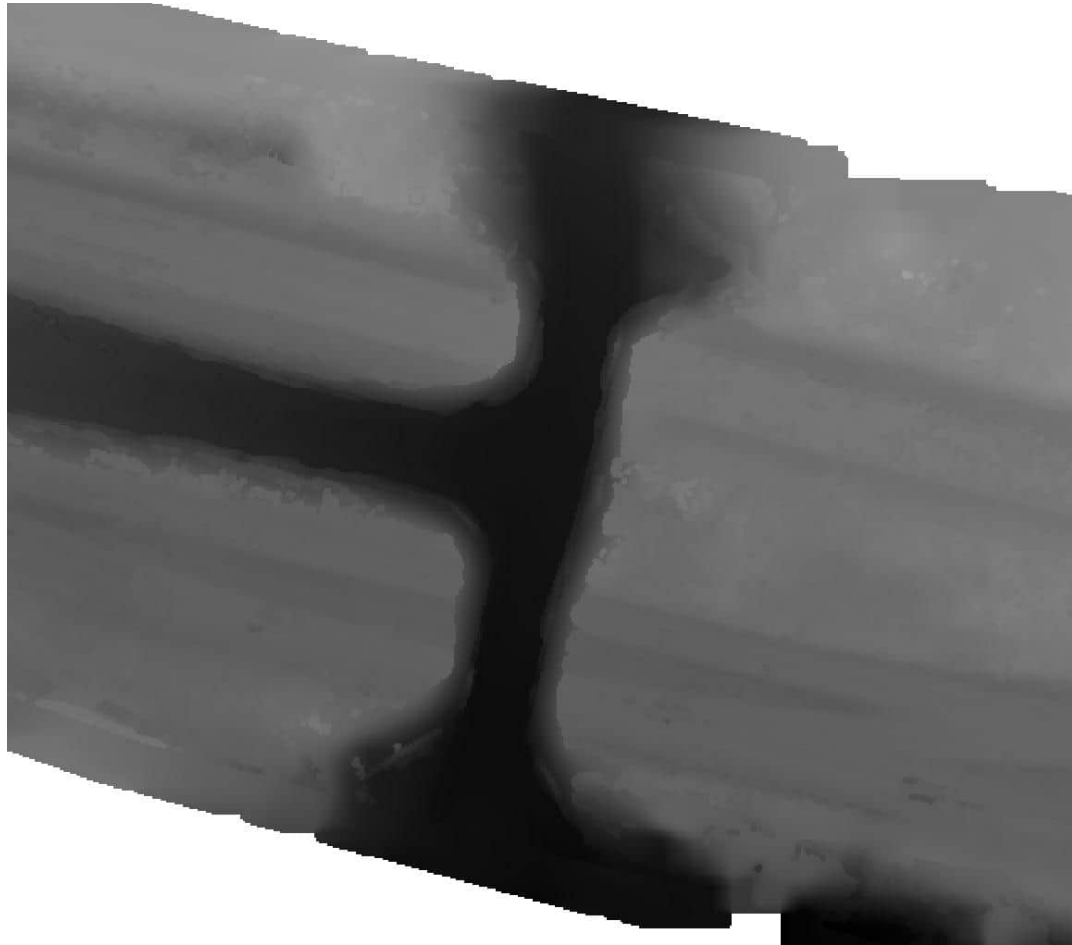
# Anwendungsfälle

Signalsicht



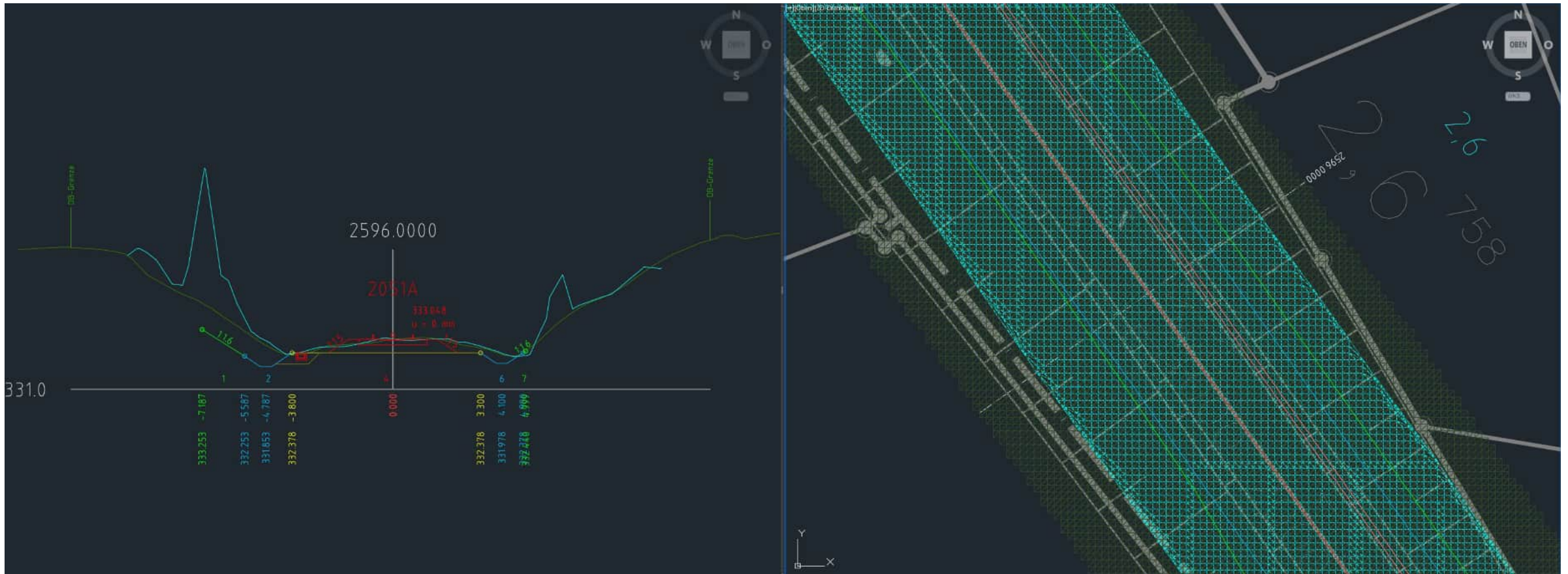
# Anwendungsfälle

Hochauflösendes DGM für die Planung



# Anwendungsfälle

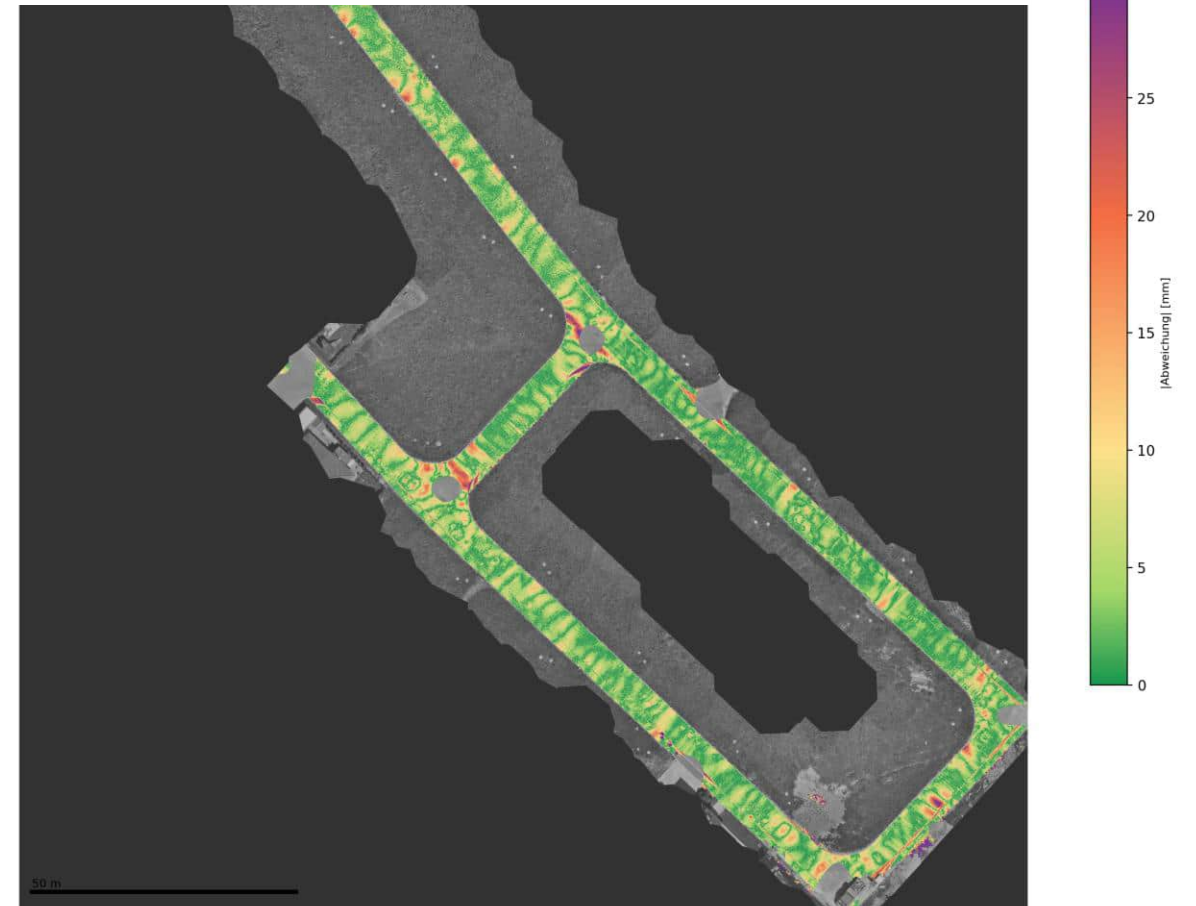
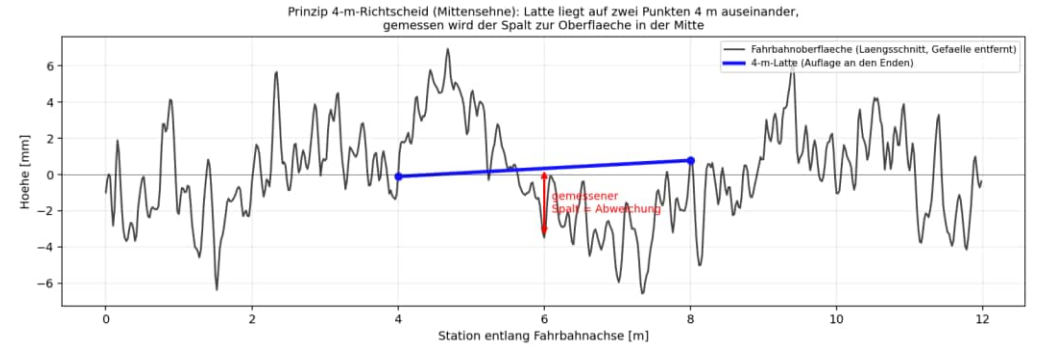
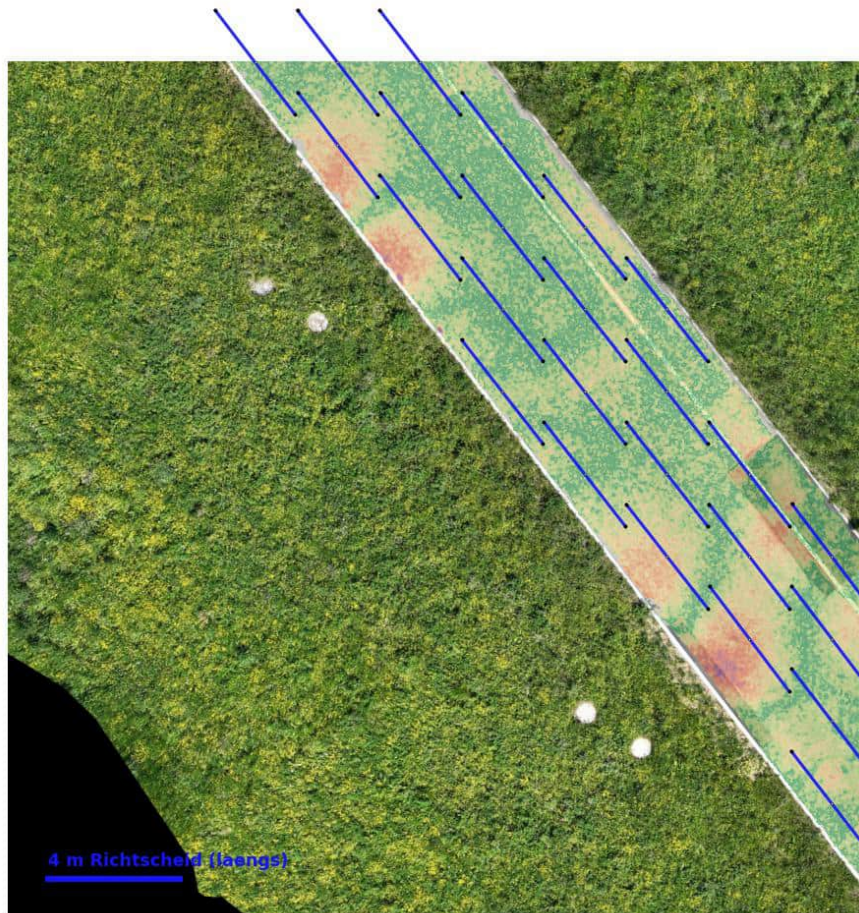
Hochauflösendes DGM und DSM für die Planung



# Anwendungsfälle

## Hochauflösendes DSM für die Validierung

Ausrichtung der gedachten 4-m-Latten entlang der Fahrtrichtung  
(blau = Latte, schwarz = Auflagepunkte  $\pm 2$  m, weiss = Messpunkt; Farbe = Unebenheit)



# Anwendungsfälle

Renderings für Öffentlichkeitsbeteiligung | Denkmalschutz



# Anwendungsfälle

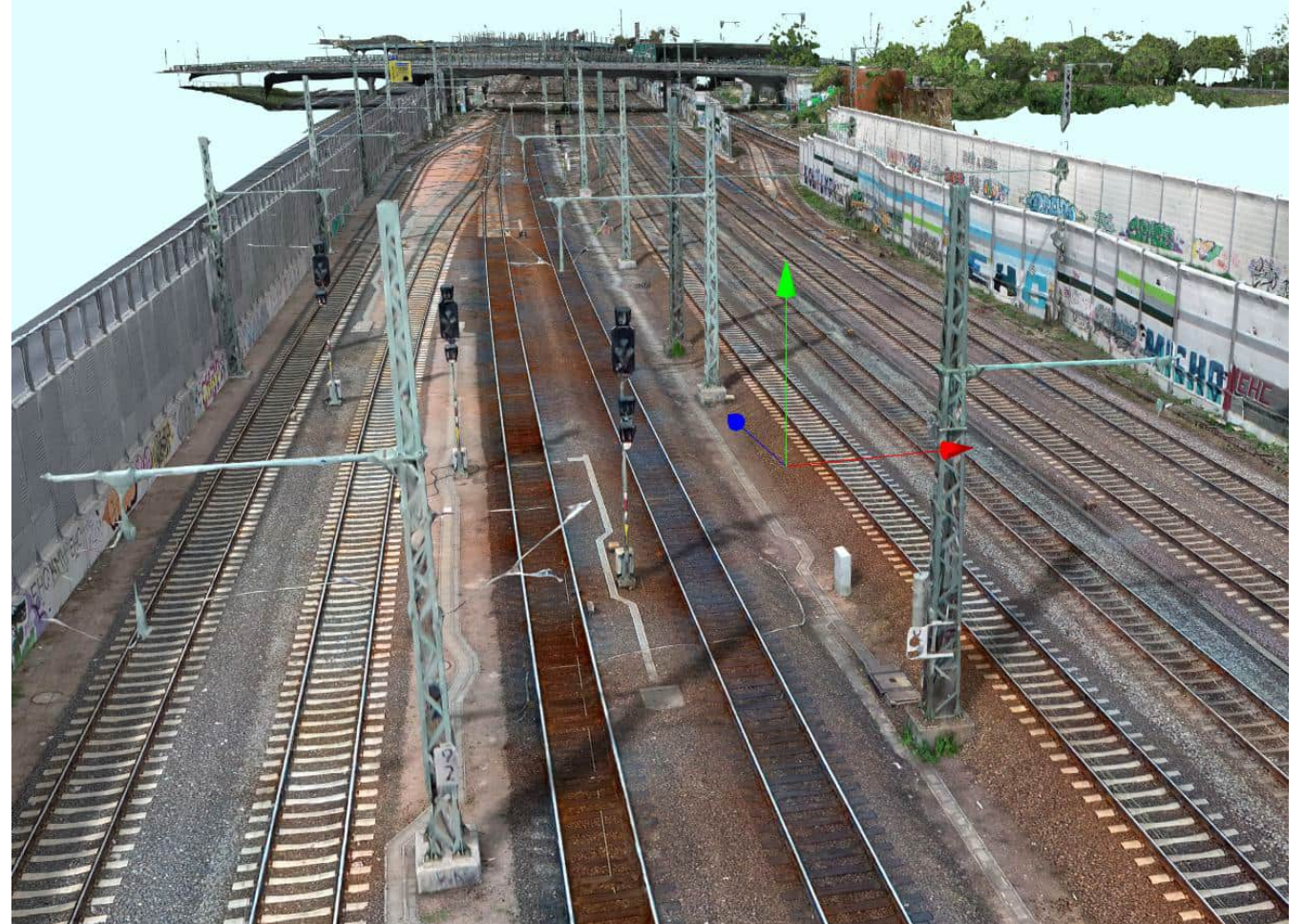
Renderings für Öffentlichkeitsbeteiligung | Denkmalschutz



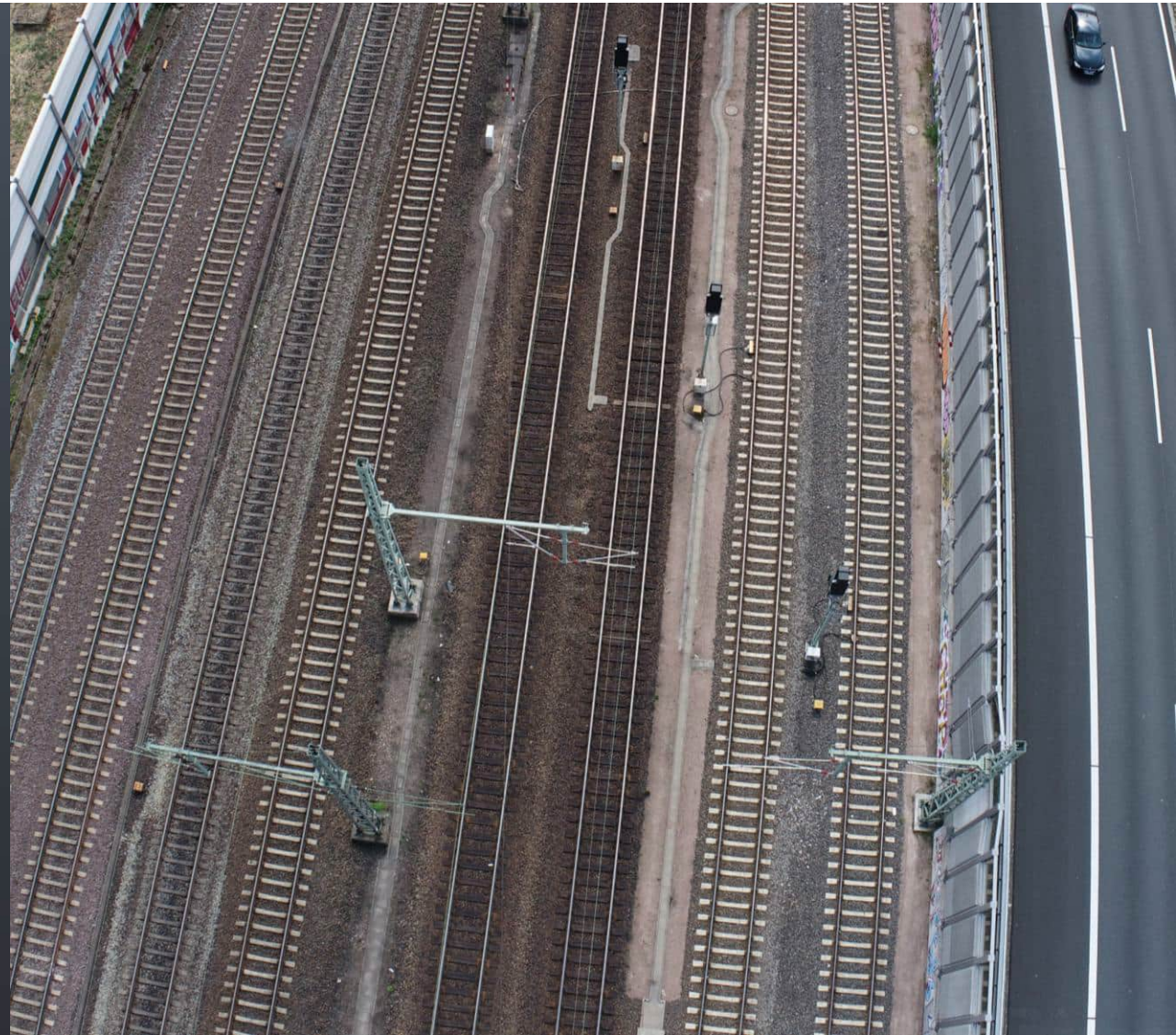
# 3D Modelle aus Drohnendaten

Kein fertig durchattribuiertes Bestandsmodell!

- Abdruck der Umgebung
- ein Modell
- große Datenmengen
- nicht editierbar
- nicht zerlegbar
- keine Attribute

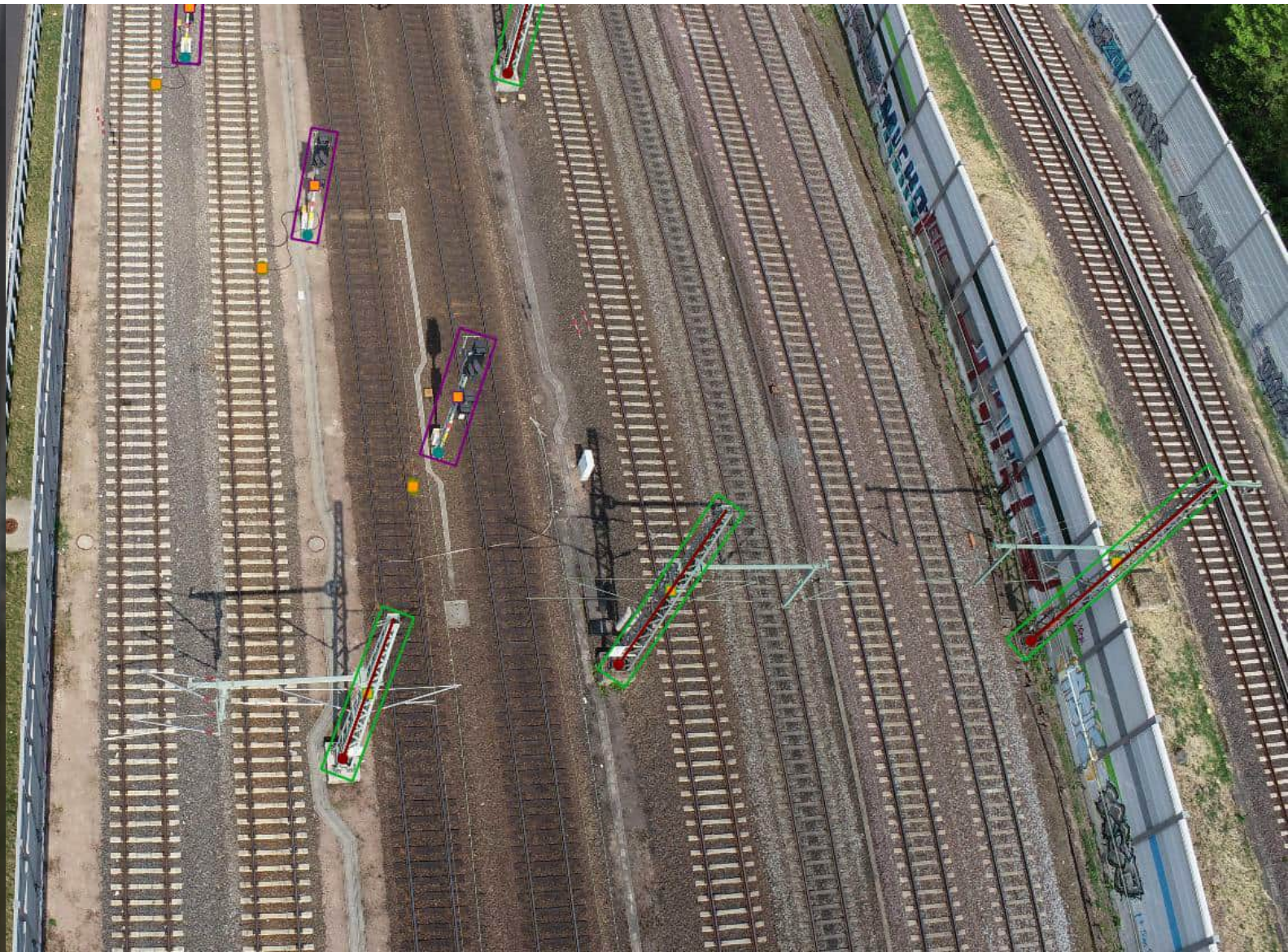


**„Ich sehe was, was du nicht siehst“**



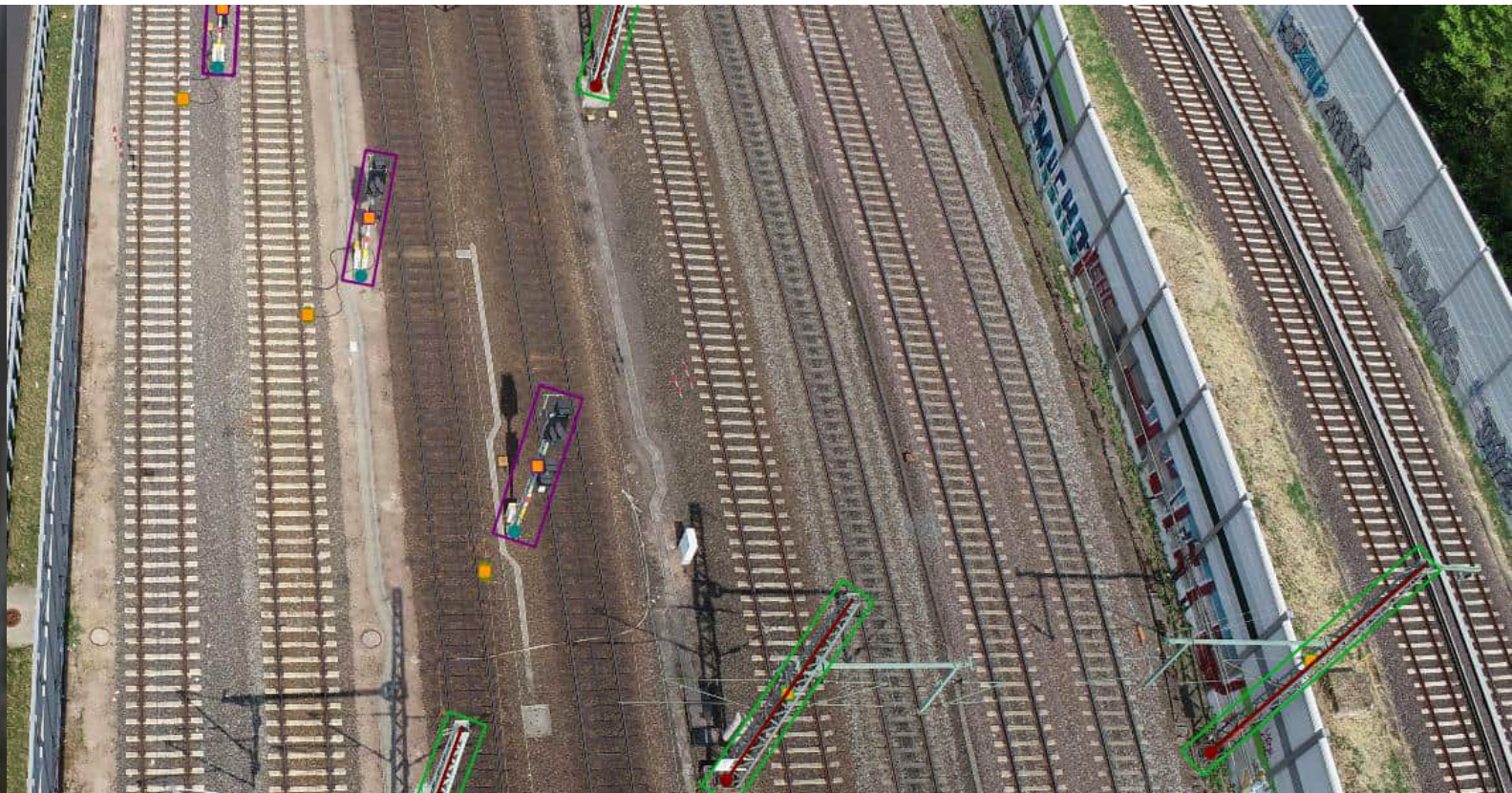
# Machine Learning

Step 1  
Daten labeln



# Machine Learning

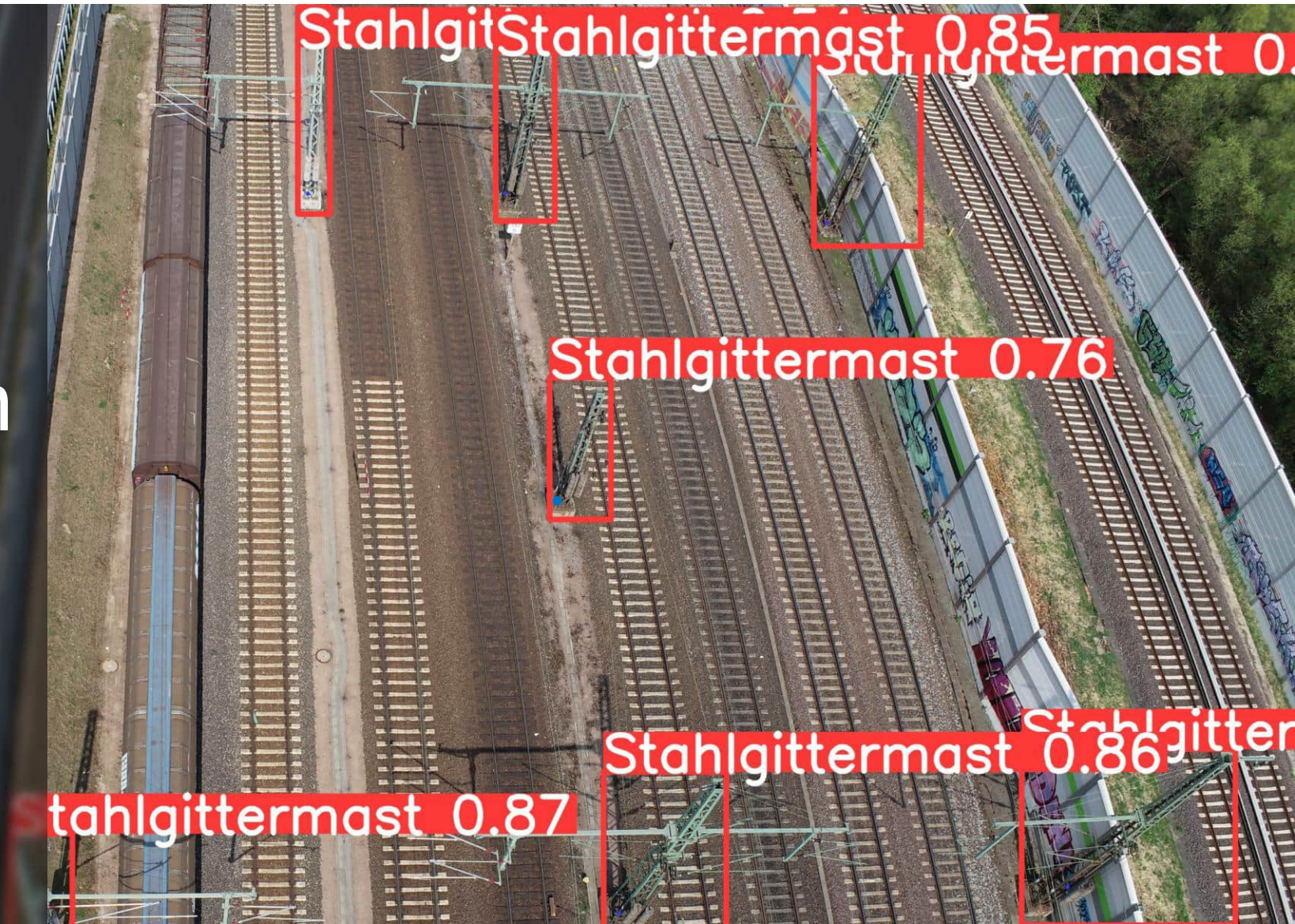
## Step 2 Model trainieren



Epoch	GPU_mem	box_loss	pose_loss	kobj_loss	cls_loss	df1_loss	Instances	Size											
1/100	49.5G	3.578	1.087	0.8484	6.33	3.38	83	1280: 75%	3/4 [02:52<00:56	1/100	49.5G	3.557	1.148	0.8281	6.351	3.338	57	1280: 100%	4/4 [03:25<00:00, 51.40s/it]
8281	6.351	3.338	57	1280: 75%	3/4 [03:25<00:00	1/100	49.5G	3.557	1.148	0.8281	6.351	3.338	57	1280: 100%	4/4 [03:25<00:00, 51.40s/it]				
		Class	Images	Instances	Box(P)	R	Class		Images	Instances	Box(P)	R	Class		Images	Instanc			
		Box(P)	R	mAP50	mAP50-95)	Pose(P)	R	mAP50		mAP50-95):									
		all	17	69	0.0833	0.0145	0.0432	0.0173	0.167	0.029	0.0878	0.0746							
Epoch	GPU_mem	box_loss	pose_loss	kobj_loss	cls_loss	df1_loss	Instances	Size											
2/100	47.9G	3.687	1.053	0.7673	6.457														

# Machine Learning

Step 3  
Model validieren

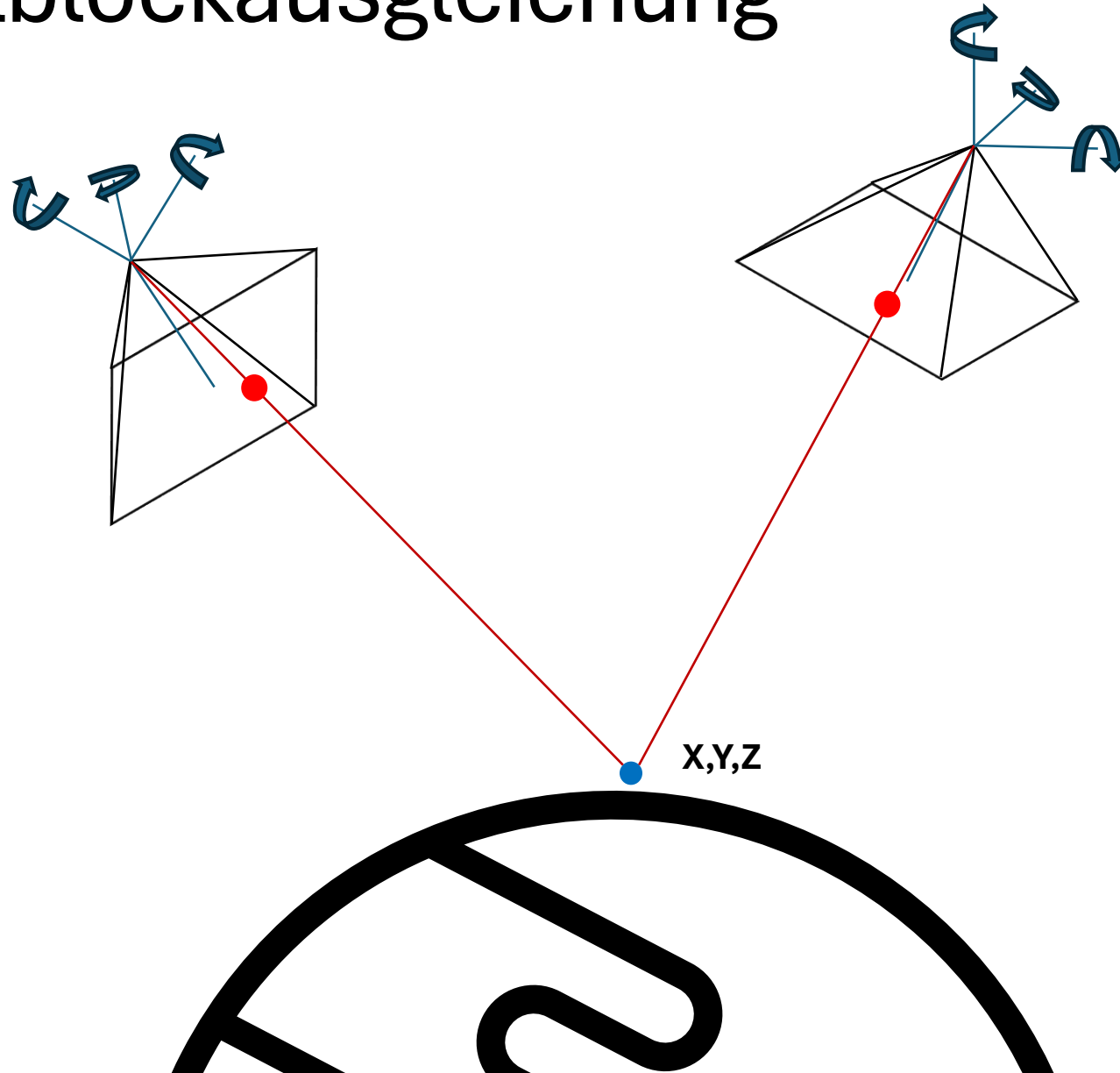


# Machine Learning

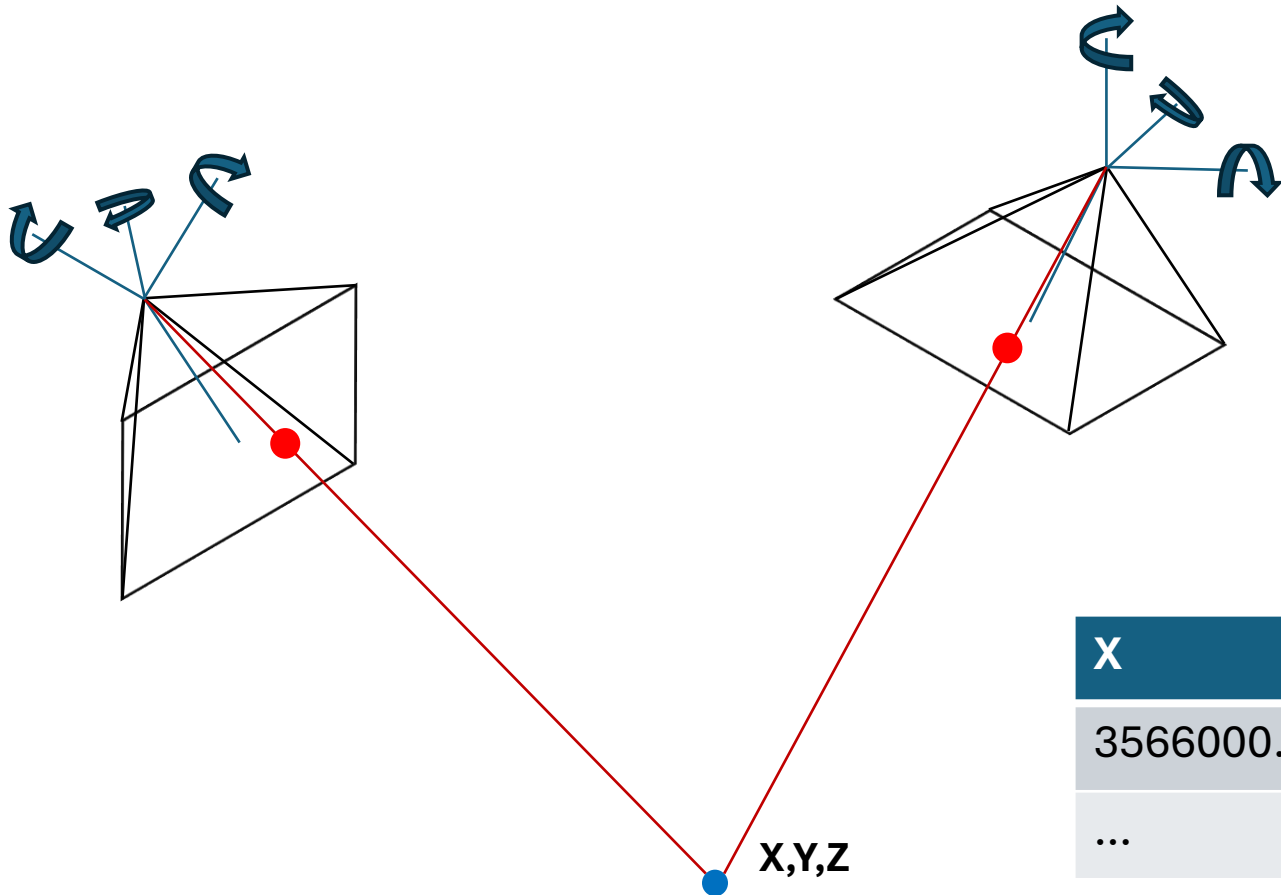


Stahlgittermast 0.76

# Bündelblockausgleichung



- GPS ( $X, Y, Z$ )
- Kamera (Yaw, Pitch, Roll)
- Abbildungspunkt ( $p_x, p_y$ )
- Brennweite ( $p$ )
- Objektivparameter ( $c_x, c_y$ )

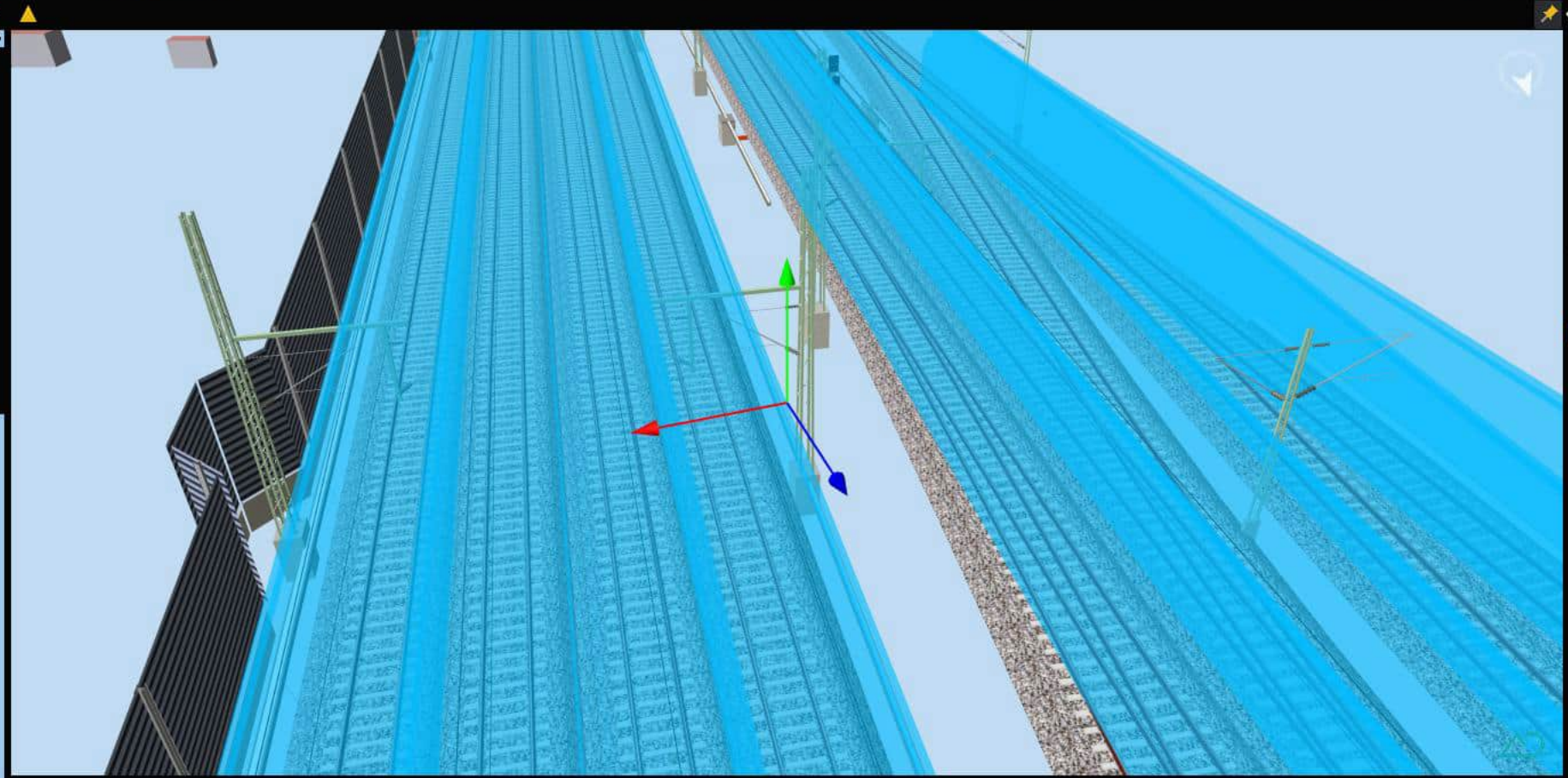


- GPS (X,Y,Z)
- Kamera (Yaw,Pitch,Roll)
- Abbildungspunkt (px,py)
- Brennweite (p)
- Objektivparameter (cx,cy)

X	Y	Z	Bauteil
3566000.687	5926000.715	8.3	OLAMast42
...	...	...	...

- 7Ez\_1255\_L - @7945,5
- 7Ez\_1255\_L - @8015,5
- 7Ez\_1255\_L - @8085,5
- 7Ez\_1255\_L - @8355,9
- 7Ez\_1255\_L - @8425,9
- 7Ez\_1255\_L - @8495,9
- 7Ez\_1255\_L - @8565,9
- 7Ez\_1255\_L - @8635,9
- 7Ez\_1255\_L - @8705,9
- 7Ez\_1255\_L - @8775,9
- 7Ez\_1255\_L - @9064,8
- 7Ez\_1255\_L - @9134,8
- 7Ez\_1255\_L - @9441,5
- 7Ez\_1255\_L - @9511,5
- 7Ez\_1255\_L - @9581,5
- 7Ez\_1255\_L - @9651,5
- 7Ez\_1255\_L - @9721,5
- 7Ez\_1255\_L - @9791,5
- 7Ez\_1255\_L - @9861,5
- 7Ez\_1255\_L - @9931,5
- 7Ez\_1255\_L - @10001,5
- 7Ez\_1255\_L - @10071,5
- 7Ez\_1255\_L - @10141,5
- 7Ez\_1255\_L - @10211,5
- 7Ez\_1255\_L - @10281,5
- 7Ez\_1255\_L - @10351,5
- 7Ez\_1255\_L - @10421,5
- 7Ez\_1255\_L - @10491,5
- 7Ez\_1255\_L - @10561,5
- 7Ez\_1255\_L - @10631,5

- 1255\_R
- GV\_Bz01-Bz02
- 2200\_L
- B\_1254\_R (Bestand STR)
- B\_1254\_L (Bestand STR)
- 4223
- 4224
- 1298\_L
- 1298\_R
- 4244\_Bz1
- 4246\_Bz1
- 1280\_L
- 1280\_R
- Kettenwerk
- LST
- KTB
- LSW
- Fachmodelle\LSW\obj\LSW\_1280\_R\LSW\_1280\_R.obj
- 50Hz



Position

Station	0+000
Koordinaten	3566788.39, 59
Höhe (links)	1,46 m

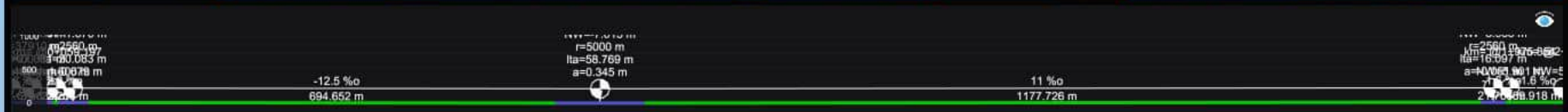
Querprofil

Radius	1013 m
Längsnei	0,173 %

Trassierungslinie

Länge (total)	2045,62 m
Länge 3D (t)	2045,74 m

Gleis



0+000 @0+250,081 @0+500,073 @0+750,496 @1+000,041 @1+249,755 @1+499,671 @1+749,769 @2+000,160

Krümmung (LP) | Gradiente (links) (Referenz) | Überhöhung links | Überhöhung rechts | Krümmung (LP)~ | Kurvigkeitssumme (LP)~ | Kurvigkeitssumme (3D)~ | Geländehöhe | Geländehöhendifferenz | Gradiente | Längsneigung (links) | Längsneigung (Gelände)



# Drohngestützte Vermessung und BIM-Bestandsmodellierung

Potenziale, Herausforderungen und Anwendung in der  
Infrastrukturplanung

