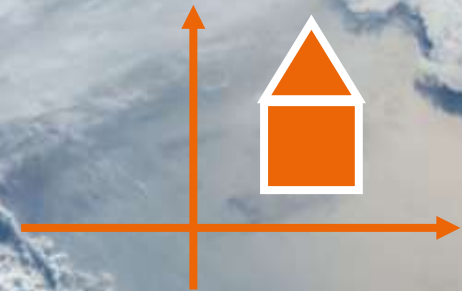


# Welches Koordinatensystem ist richtig?

Christian Clemen

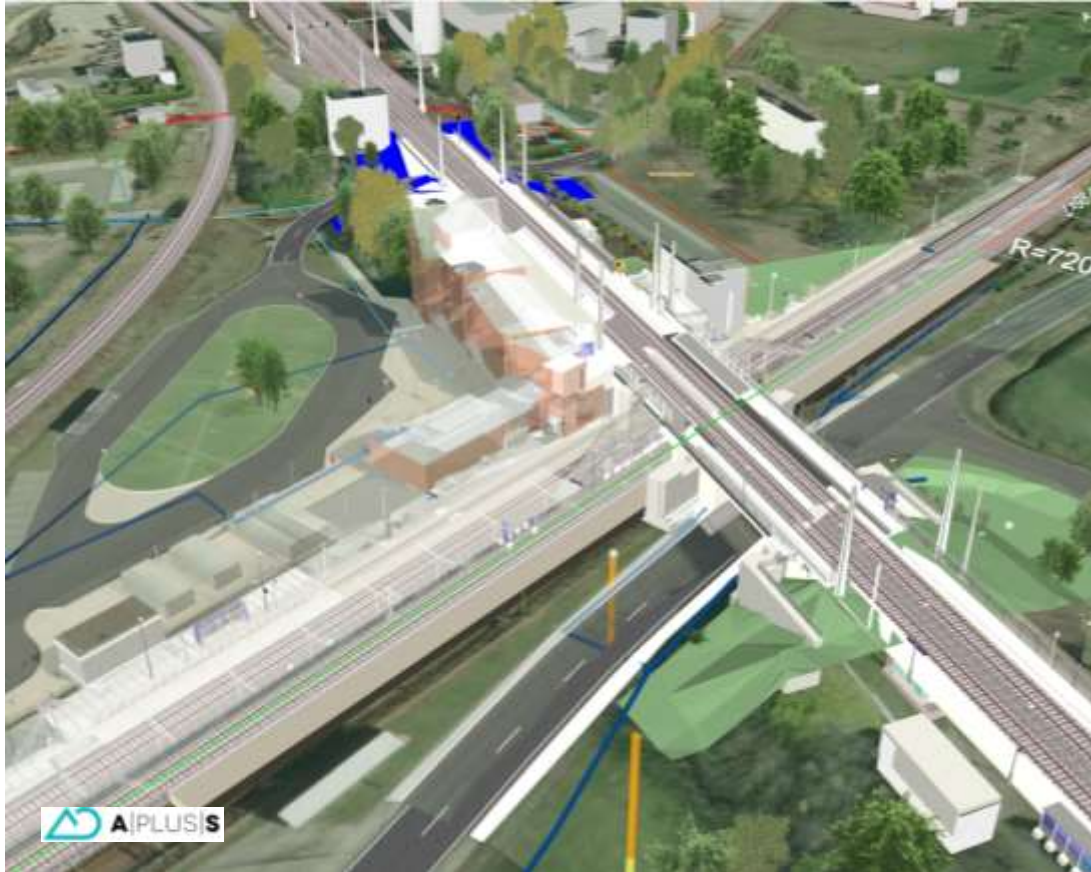
18.09.2025



# Motivation: BIM Deutsche Bahn



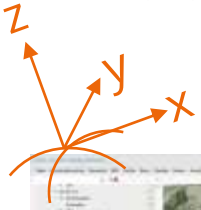
Massive Investitionen für  
barrierefreie Personenbahnhöfe und  
(kritische) Eisenbahninfrastruktur



Ein geeignetes KRS für jeden (!) Bahnhof in Deutschland für BIM/GIS und Ingenieurvermessung: Maßstab = 1 + Standardprozess und Standard-IT + gleiche geodätische Bezugsbasis wie Trasse



# Motivation (1/1) – Georeferenzierung von BIM



## Planung und Entwurf

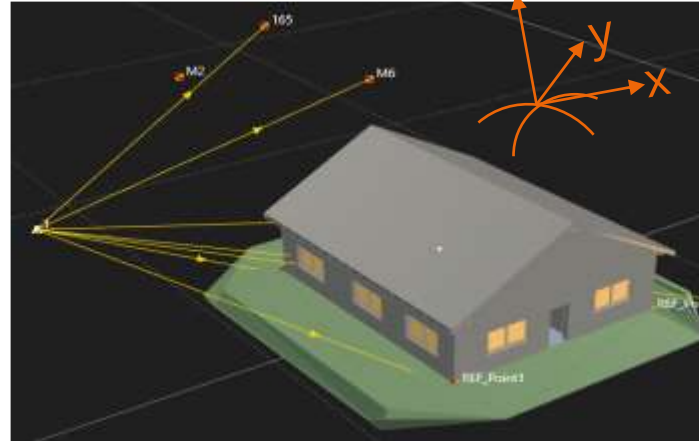
**Visualisierung** von Planungsvarianten

### **Modellübertragung GIS zu BIM:**

Geografischer Kontext des Gebäudes,  
Ausrichtung an Grundstücksgrenzen,  
Erdarbeiten, ...

### **Modellübertragung von BIM zu GIS:**

Gebäudemodelle und Geodaten für  
Umweltanalysen (Sonne, Wind),  
Verkehrsbelastung,  
Baugenehmigungsverfahren, ...



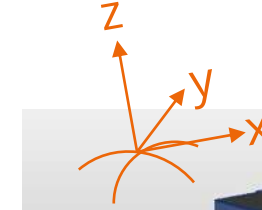
## Bau

Grundlegendes **Vermessungsnetz**

**Modellbasierte Absteckung** und  
Maschinensteuerung

**Bauüberwachung** (z. B. Scan-vs-BIM  
mit Punktwolken)

**Flächenmanagement** auf der  
Baustelle



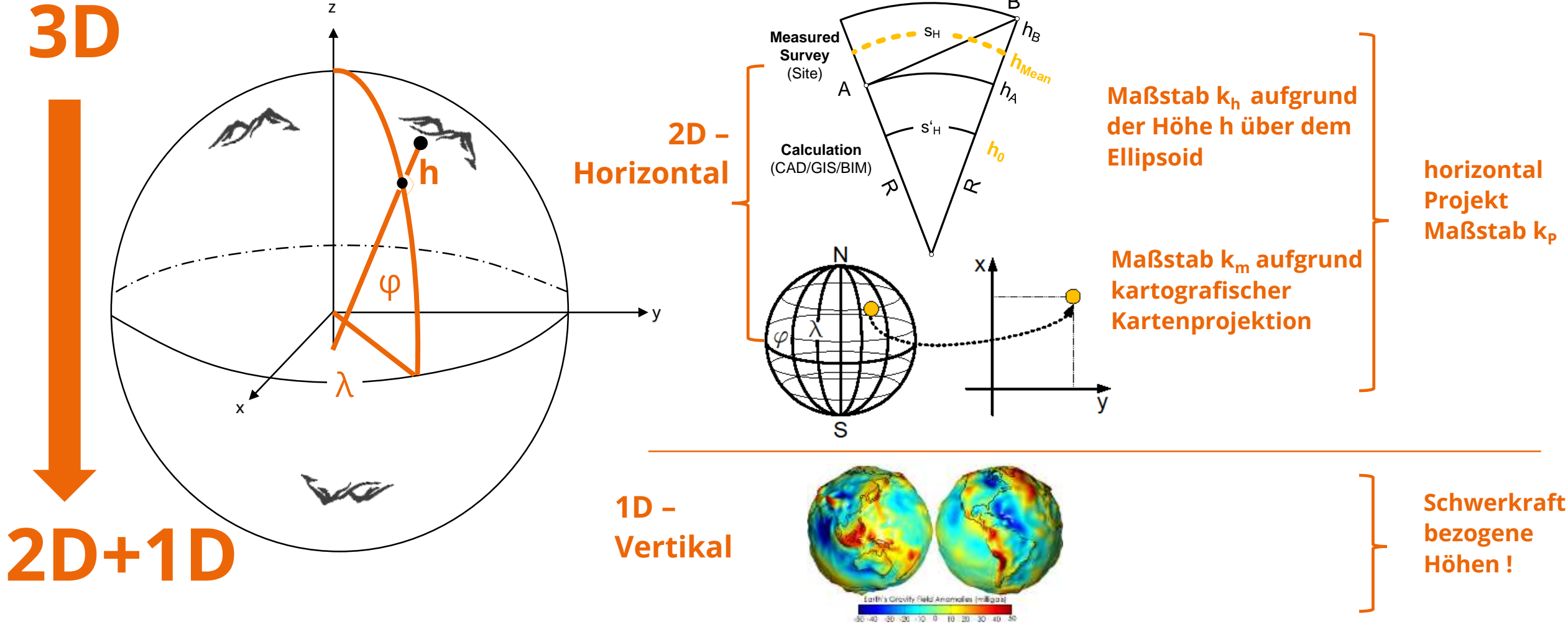
## Betrieb und Eigentum

**Indoor-Outdoor-Navigation** für mobile  
Geräte

Integriert **das Indoor-Outdoor-Facility-  
Management** (gleiches/verknüpftes  
Koordinatensystem) mit Gebäude- (BIM)  
und Geodaten (GIS)

**Portfoliomanagement** mehrerer  
Anlagen

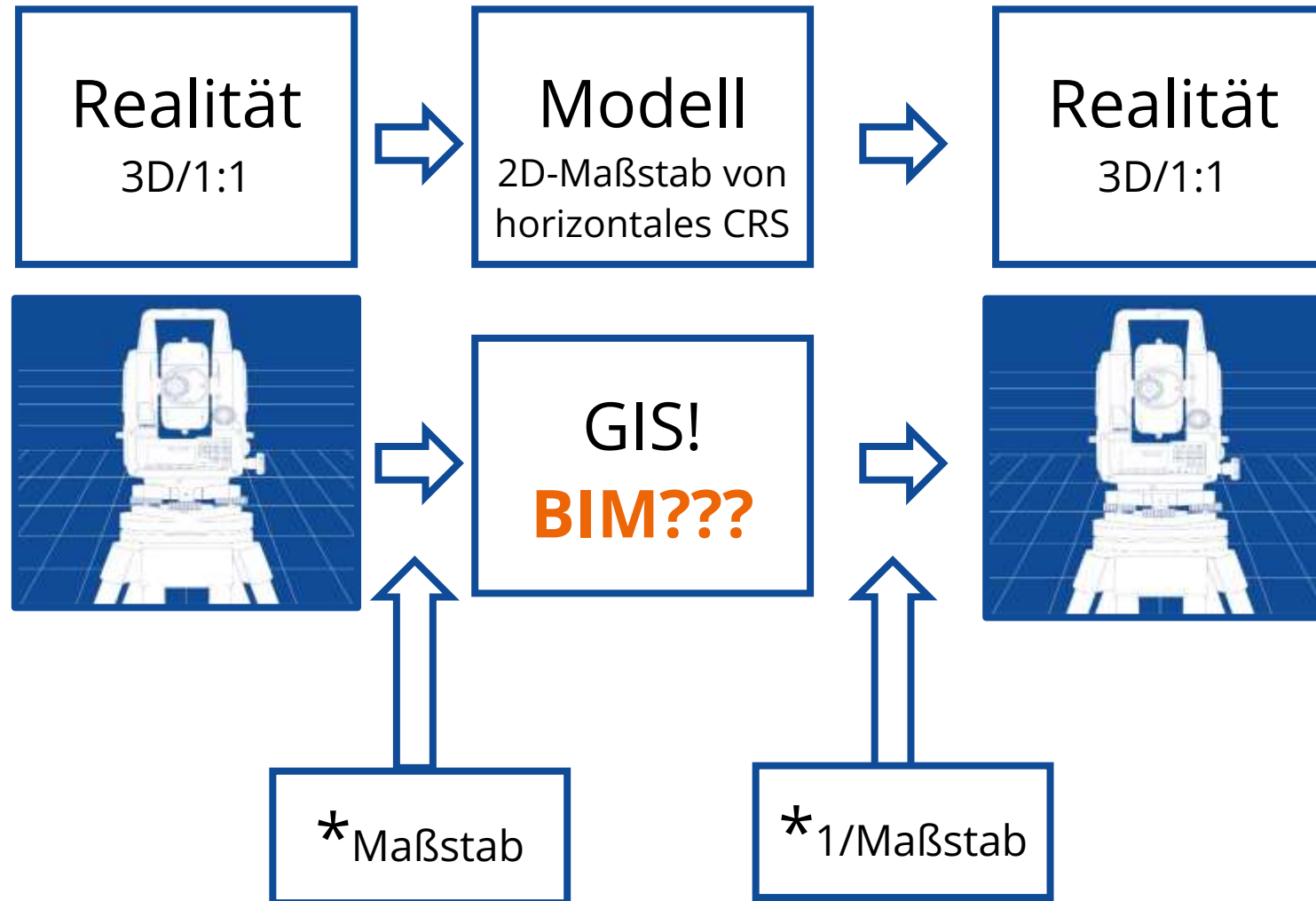
# Motivation (2/3) – Systematische Abweichungen



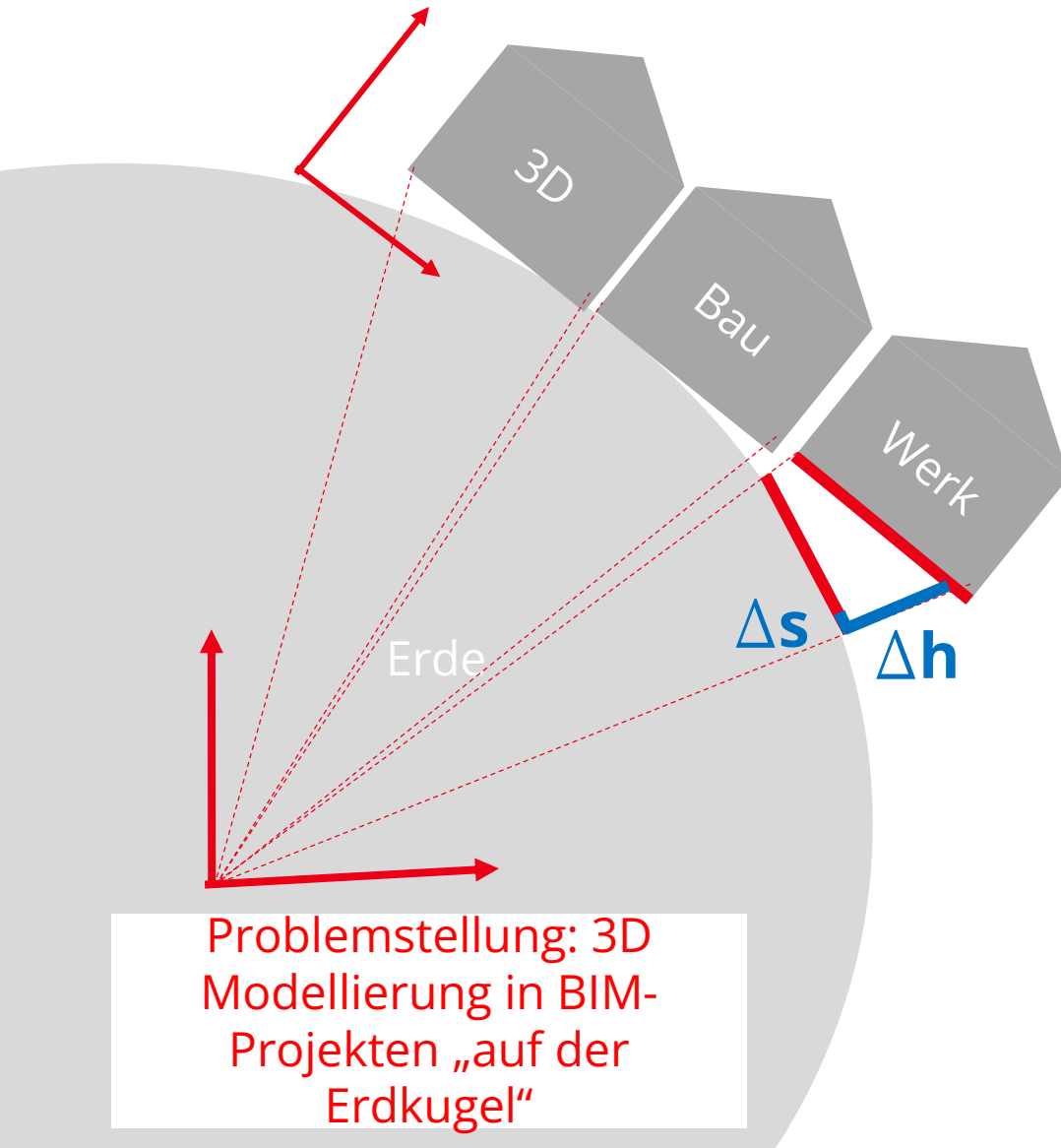
# Motivation (2/3) – Systematische Abweichungen auf der Bau-Seite



<https://media.istockphoto.com/photos/man-using-of-total-station-guy-surveyor-at-work-survey-instrument-picture-id679413352>



# Die Erde ist eine Kugel – na und?



**Abweichungen**  $\Delta$  zwischen lokalem 3D-Modell und globaler Vermessung

**ΔHöhen** wegen Erdkrümmung

–  $\Delta h \sim 8 \text{ cm} / 1 \text{ km}$

**Höhenproblem**

**ΔStrecken** wegen 2D-Verebnung (Karte/Plan) und Höhe

–  $\Delta s$  bis zu 15 cm / 1 km (DB\_REF/GK)

–  $\Delta s$  bis zu 40 cm / 1 km (ETRS89/UTM)

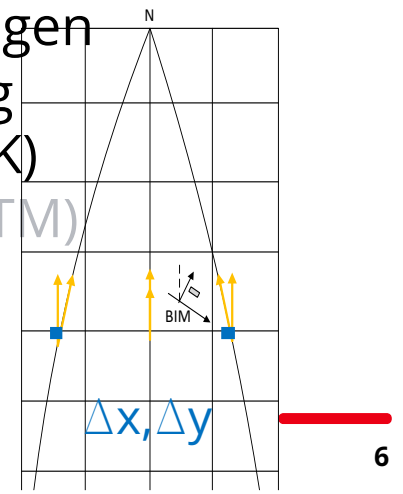
**Maßstabsproblem**

Relative **ΔKoordinatendifferenzen** wegen Meridiankonvergenz bzw. Nordrichtung

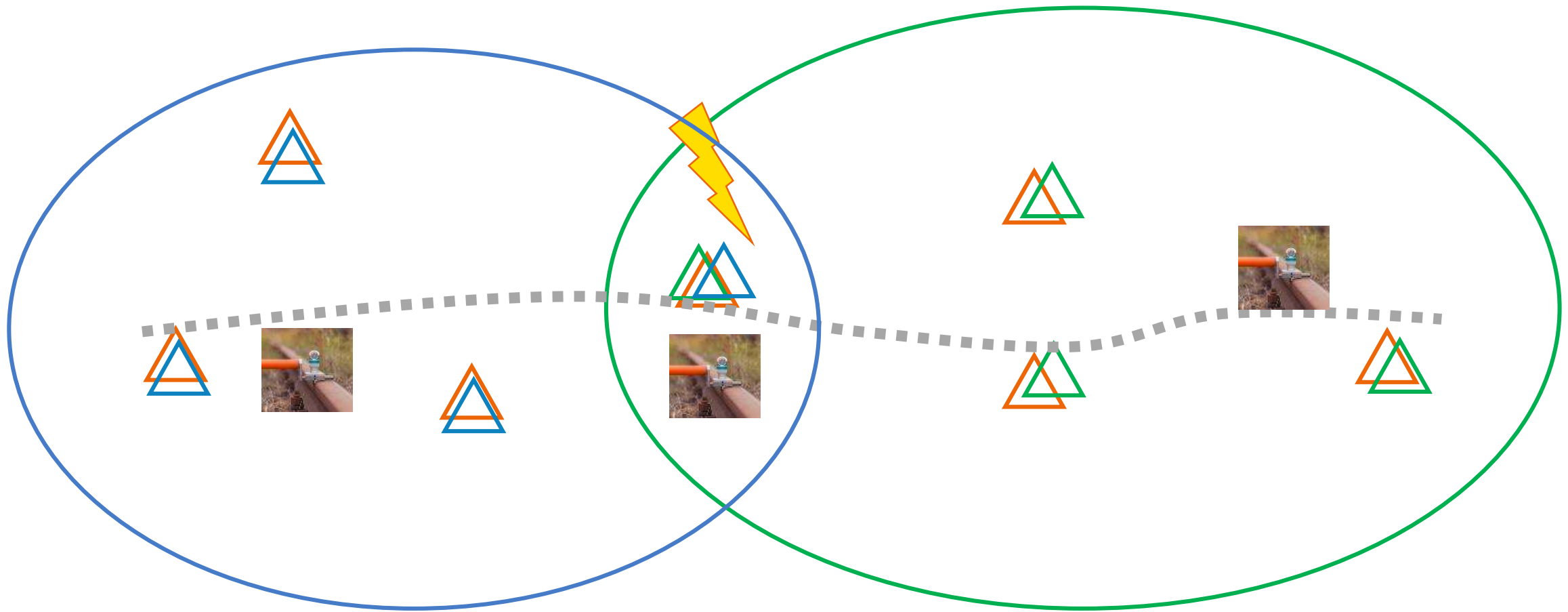
–  $\Delta x, \Delta y$  bis zu 20 m / 1 km (DB\_REF/GK)

–  $\Delta x, \Delta y$  bis zu 60 m / 1 km (ETRS89/UTM)

**Nordproblem**



# Motivation (3/3) – Viele unterschiedliche Workarounds

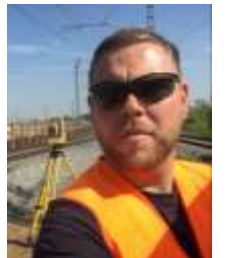


Lokale Anpassung des Maßstabs durch  
Vermessungsunterauftragnehmer Nr. 1

Lokale Anpassung des Maßstabs durch  
Vermessungsunterauftragnehmer Nr. 2

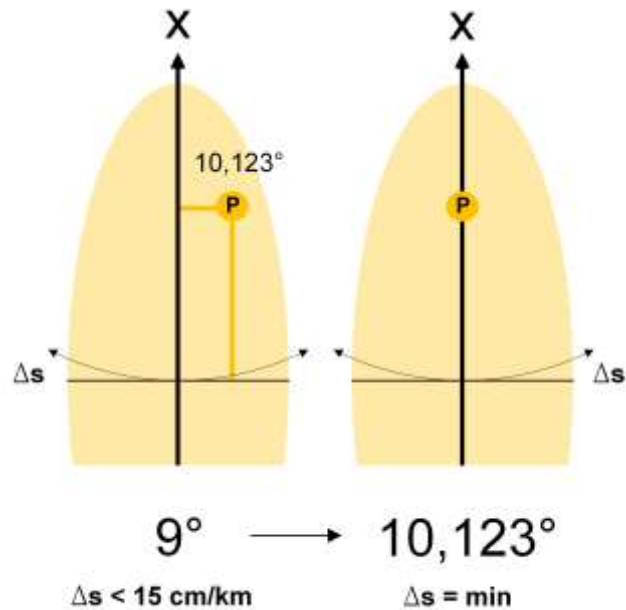
# Forschungsfragen

1. Wie groß sind **die systematischen Abweichungen** (Maßstab in ppm) in lokal begrenzten BIM-Projekten, die sich aus der kartografischen Kartierungsreduktion (Transversal Mercator) und der Höhenreduktion (0 m bis 1000 m über NN) ergeben?
2. Mit welchen **Konzepten** (Datum, Geoid, Referenzrahmen) und **auf Grundlage welcher Daten** (Position der Bahnhöfe, DGM) können **lokal angepasste kartografische verzerrungsarme Projektionen (VA) für jeden Personenbahnhof** in Deutschland entwickelt werden?
3. Wie können die Ergebnisse **standardisiert für alle Bauprojekte** zur Verfügung gestellt werden? Welche IT-Standards eignen sich für die Einführung?
4. Welche **praktischen Auswirkungen** haben die neuen verzerrungsminimierten Koordinatenreferenzsysteme auf die Trassierung, Vermessungsdokumentation, 3D-Modellierung, Absteckung und das Asset Management der Deutschen Bahn und aller Subunternehmer?





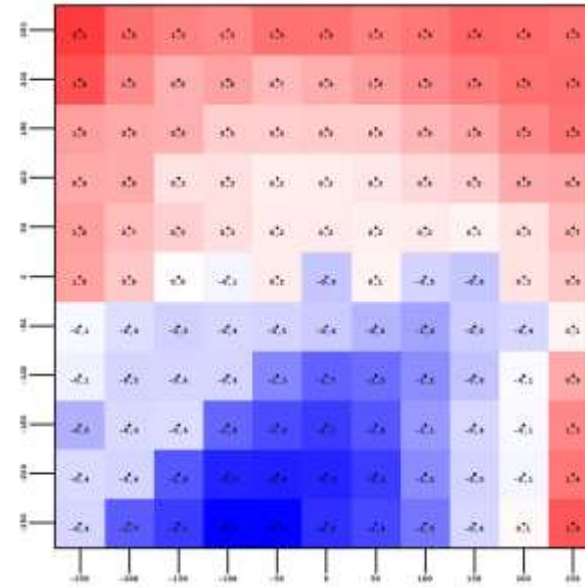
# VA – Konzept ... für jeden Personenbahnhof in Deutschland....



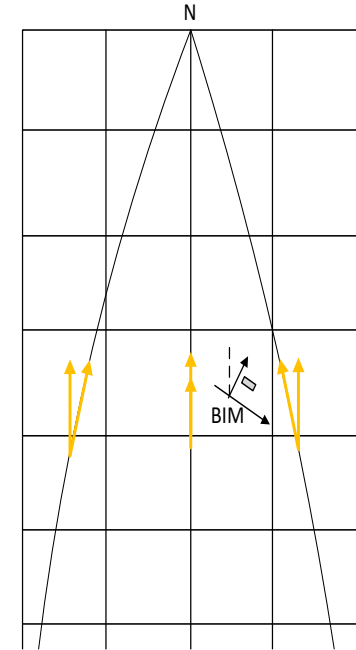
Mittelpunkt für Transversal-Mercator-Projektion  $\rightarrow \Phi_0 \lambda_0$

Versatz nach Osten: 5.000 m

Versatz nach Norden: 10.000 m



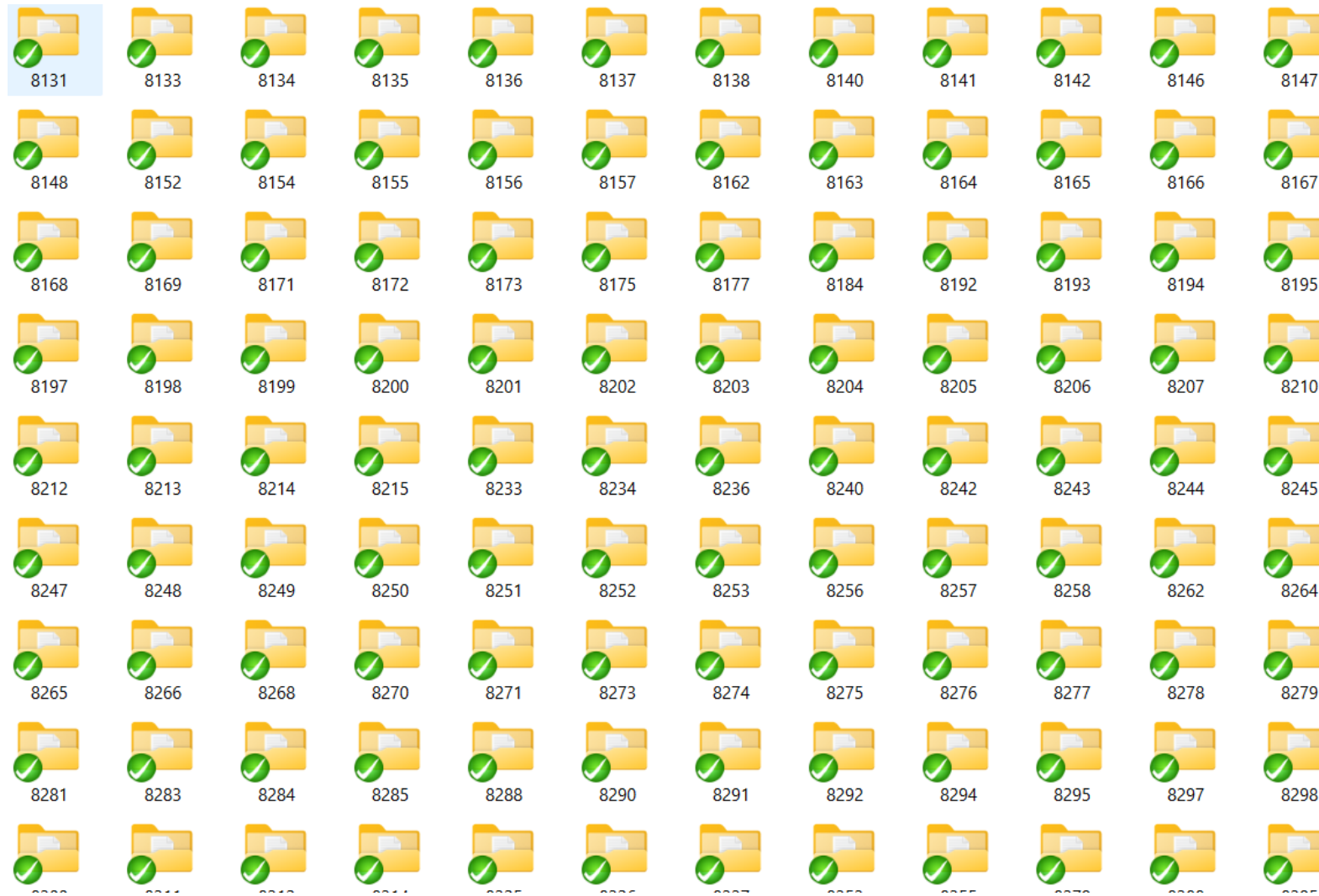
Median Ellipsoidhöhe aus DTM und Quasi-Geoidmodell  $\rightarrow k_0$



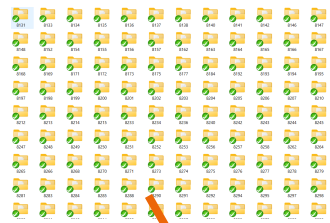
Meridiankonvergenz



# VA – Roll out



# VA - Nutzung

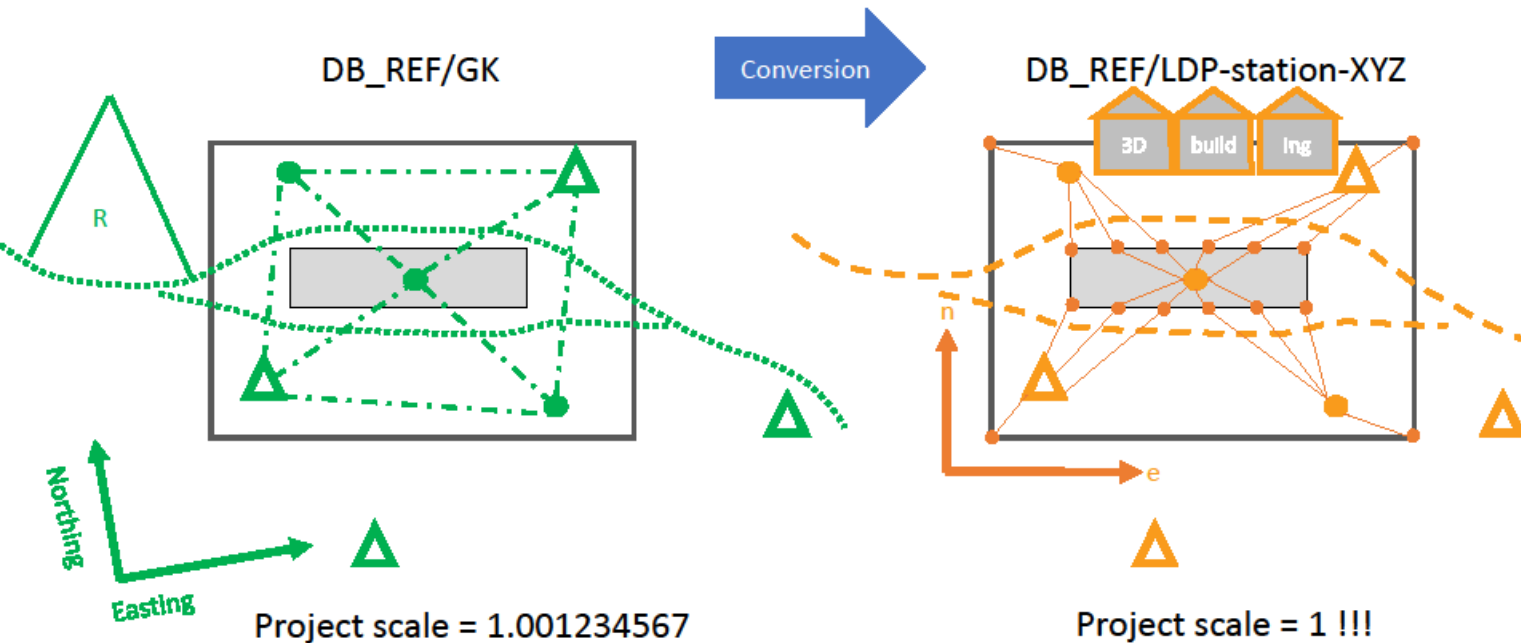


- VA\_8233\_2D\_GML.xml
- VA\_8233\_2D\_ProjJSON.json
- VA\_8233\_2D\_WKT1\_ESRI.txt
- VA\_8233\_2D\_WKT1\_GDAL.txt
- VA\_8233\_2D\_WKT1\_SFSQL.txt
- VA\_8233\_2D\_WKT1\_SIMPLE.txt
- VA\_8233\_2D\_WKT2\_2015.txt
- VA\_8233\_2D\_WKT2\_2018.txt
- VA\_8233\_Autocad.xml**
- VA\_8233\_Compound\_ProjJSON.json
- VA\_8233\_Compound\_WKT1\_GDAL.txt
- VA\_8233\_Compound\_WKT1\_SFSQL.txt
- VA\_8233\_Compound\_WKT1\_SIMPLE.txt
- VA\_8233\_Compound\_WKT2\_2015.txt
- VA\_8233\_Compound\_WKT2\_2018.txt
- VA\_8233\_Proj.txt

PROJCRS["VA\_8233",BASEGEOGCRS["DB\_REF",DATUM["Deutsche Bahn Reference System",ELLIPSOID["Bessel1841",6377397.155,299.1528128,LENGTHUNIT["metre",1]]],PRIMEM["Greenwich",0,ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433]],ID["EPSG",5681]],CONVERSION["LocalProjection",METHOD["Transverse\_Mercator"],PARAMETER["central\_meridian",11.7605,ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433,ID["EPSG",9122]]],PARAMETER["latitude\_of\_origin",51.7823,ANGLEUNIT["degree",0.0174532925199433,ID["EPSG",9122]]],PARAMETER["scale\_factor",1.0000123,SCALEUNIT["unit",1,ID["EPSG",9201]]],PARAMETER["false\_easting",5000,LENGTHUNIT["metre",1,ID["EPSG",9001]]],PARAMETER["false\_northing",10000,LENGTHUNIT["metre",1,ID["EPSG",9001]]],CS[Cartesian,2],AXIS["e",east,ORDER[1],LENGTHUNIT["metre",1,ID["EPSG",9001]]],AXIS["n",north,ORDER[2],LENGTHUNIT["metre",1,ID["EPSG",9001]]],USAGE[SCOPE["Vermessung und Planung von Verkehrsanlagen"],AREA["Bernburg-Roschwitz"],BBOX[51.7723,11.7505,51.7923,11.7705]]]

```
<Conversion>
  <Projection>
    <OperationMethodId>Transverse Mercator</OperationMethodId>
    <ParameterValue>
      <OperationParameterId>Longitude of natural origin</OperationParameterId>
      <Value uom="degree">11.7605</Value>
    </ParameterValue>
    <ParameterValue>
      <OperationParameterId>Latitude of false origin</OperationParameterId>
      <Value uom="degree">51.7823</Value>
    </ParameterValue>
    <ParameterValue>
      <OperationParameterId>Scaling factor for coord differences</OperationParameterId>
      <Value uom="unity">1.0000123</Value>
    </ParameterValue>
    <ParameterValue>
      <OperationParameterId>False easting</OperationParameterId>
      <Value uom="Meter">5000.00</Value>
    </ParameterValue>
    <ParameterValue>
      <OperationParameterId>False northing</OperationParameterId>
      <Value uom="Meter">10000.00</Value>
    </ParameterValue>
  </Projection>
</Conversion>
</ProjectedCoordinateSystem>
```

# Projektmanagement



1. **Verdichtung des geodätischen Netzes DB REF.** Die Netzverdichtung erfolgt unter Einhaltung aller Qualitätsvorgaben und Verfahrensanforderungen der DB.
2. **Umstellung von DB REF/GK → VA-System.** Die Kontrollpunkte werden automatisch auf das VA-System der Verkehrsstation umgestellt. Zu diesem Zweck liefert die VA-Systemdatenbank Parameter für alle Verkehrsstationen der Deutschen Bahn.
3. **Projektbezogene Verdichtung des Festpunktfeldes.** Die Netzdichtung erfolgt gemäß den Anforderungen der Ingenieurgeodäsie in einem maßstabsfreien VA-System; die Punkte werden vor Ort vermarktet und dokumentiert.
4. **Vermessung von Objektpunkten.** Die Koordinaten der Objektpunkte werden im VA-System vermessen oder gescannt. Die Punkte beschreiben die Struktur und bilden die Grundlage für die Modellierung in CAD, GIS und BIM. **Es gibt keine systematischen Unterschiede zwischen Vermessung und Modellierung in 3D-Software.**



# Einschränkungen

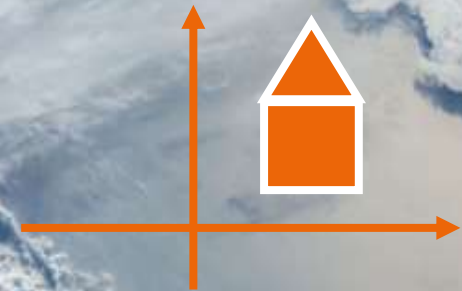
1. Es ist nicht einfach, **Ingenieure** davon **zu überzeugen**, ihre „Tradition“ in den Bereichen Vermessung und BIM zu überwinden → 1-tägige Schulung für die Bahn und Subunternehmer
2. Hohe organisatorische Anforderungen für **sehr große Projekte** mit > 3 beteiligten Bahnhöfen → Korridorbau
3. Technische und **rechtliche Vorschriften** für die Trassenführung (Krümmung, Übergangsbögen) basieren auf DB\_REF/GKx

Die Einführung der VA-Systeme als Standardverfahren führte jedoch zu einer sehr hohen **Wertschätzung** des Themas „Georeferenzierung“ in allen BIM-Projekten.

# Welches Koordinatensystem ist richtig?

Christian Clemen

18.09.2025



# Diskussion

