

Welches Koordinatensystem ist richtig?

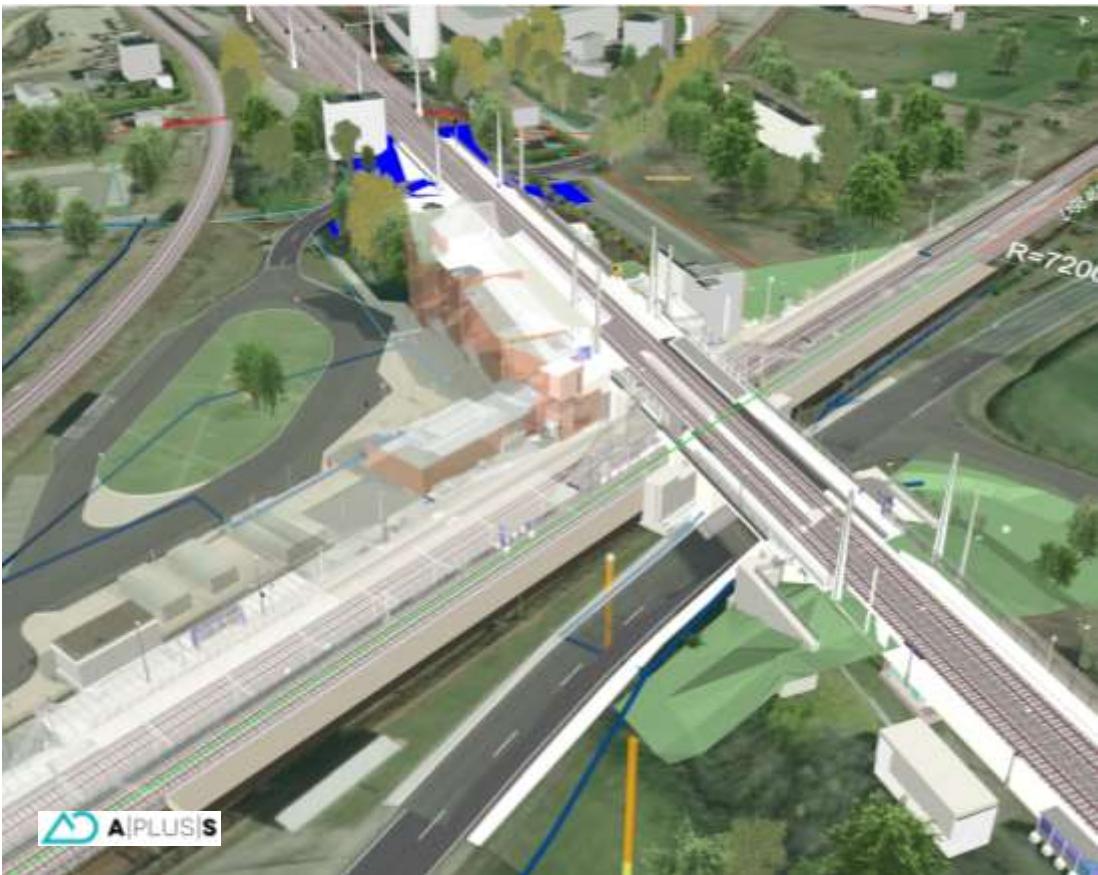
Christian Clemen

18.09.2025





Motivation: BIM Deutsche Bahn



Massive Investitionen für
barrierefreie Personenbahnhöfe und
(kritische) Eisenbahninfrastruktur



DB NETZE

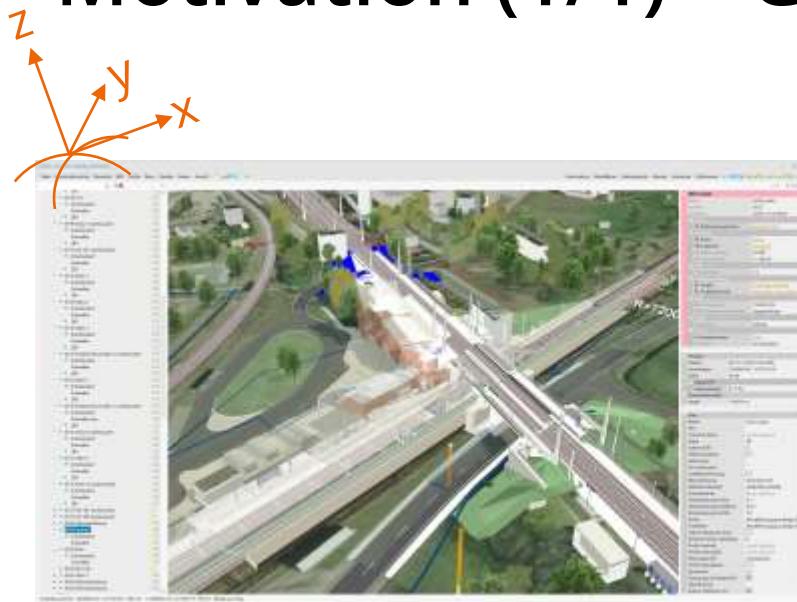
6110 CK 00282

Punkt-ID: 77345

Netzmarkierung:	DB Raum ID:	8110
Punktnetz nach RIN:	Pointnetz	
Beschreibung:	ETRP ID:	
Lage:	DB_RP2018	
Höhenwert:	DB_RP2018	
Vermarktung (Firma, Datum):	DB	
Wert:	77345	
Anmerkung:		

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

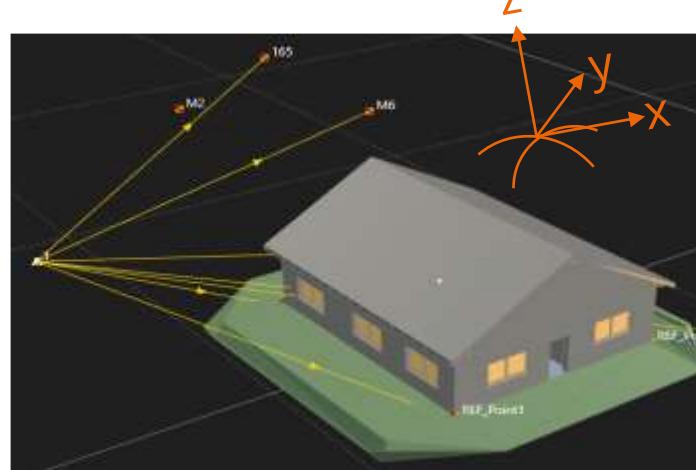
Visualisierung von Planungsvarianten

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, ...



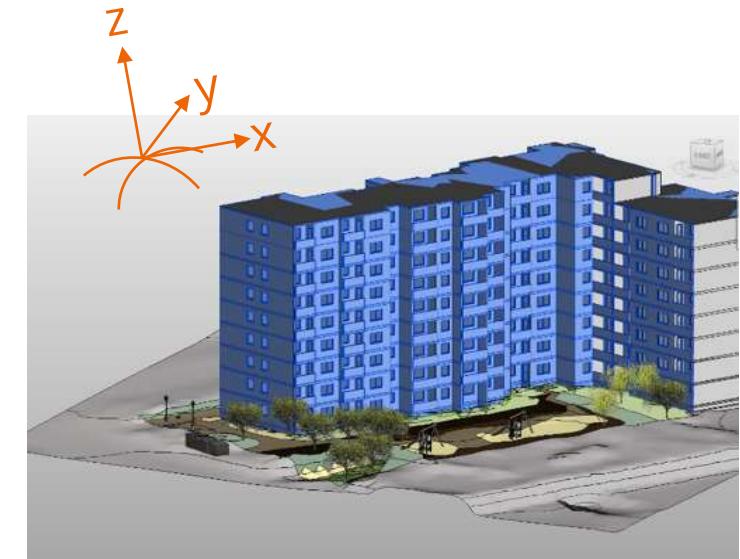
Bau

Grundlegendes **Vermessungsnetz**

Modellbasierte Absteckung und
Maschinensteuerung

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

Flächenmanagement auf der
Baustelle



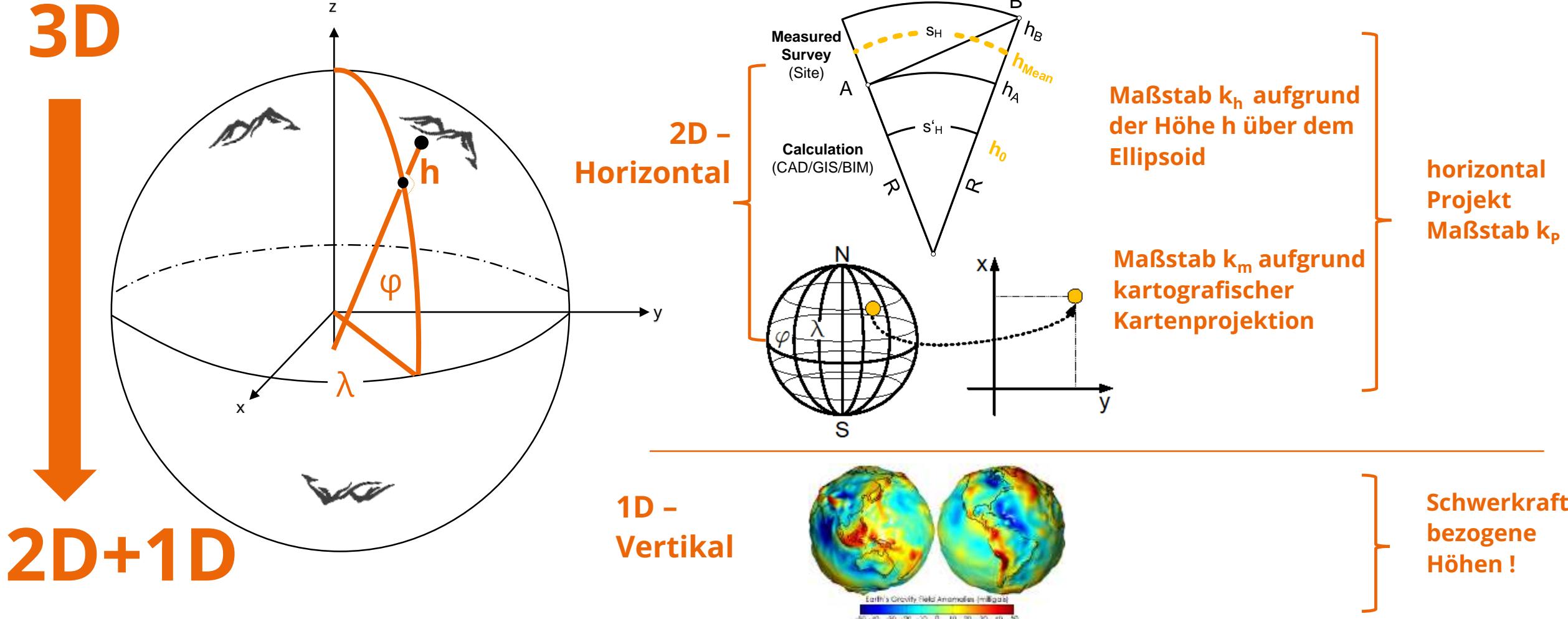
Betrieb und Eigentum

Indoor-Outdoor-Navigation für mobile
Geräte

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

Portfoliomanagement mehrerer
Anlagen

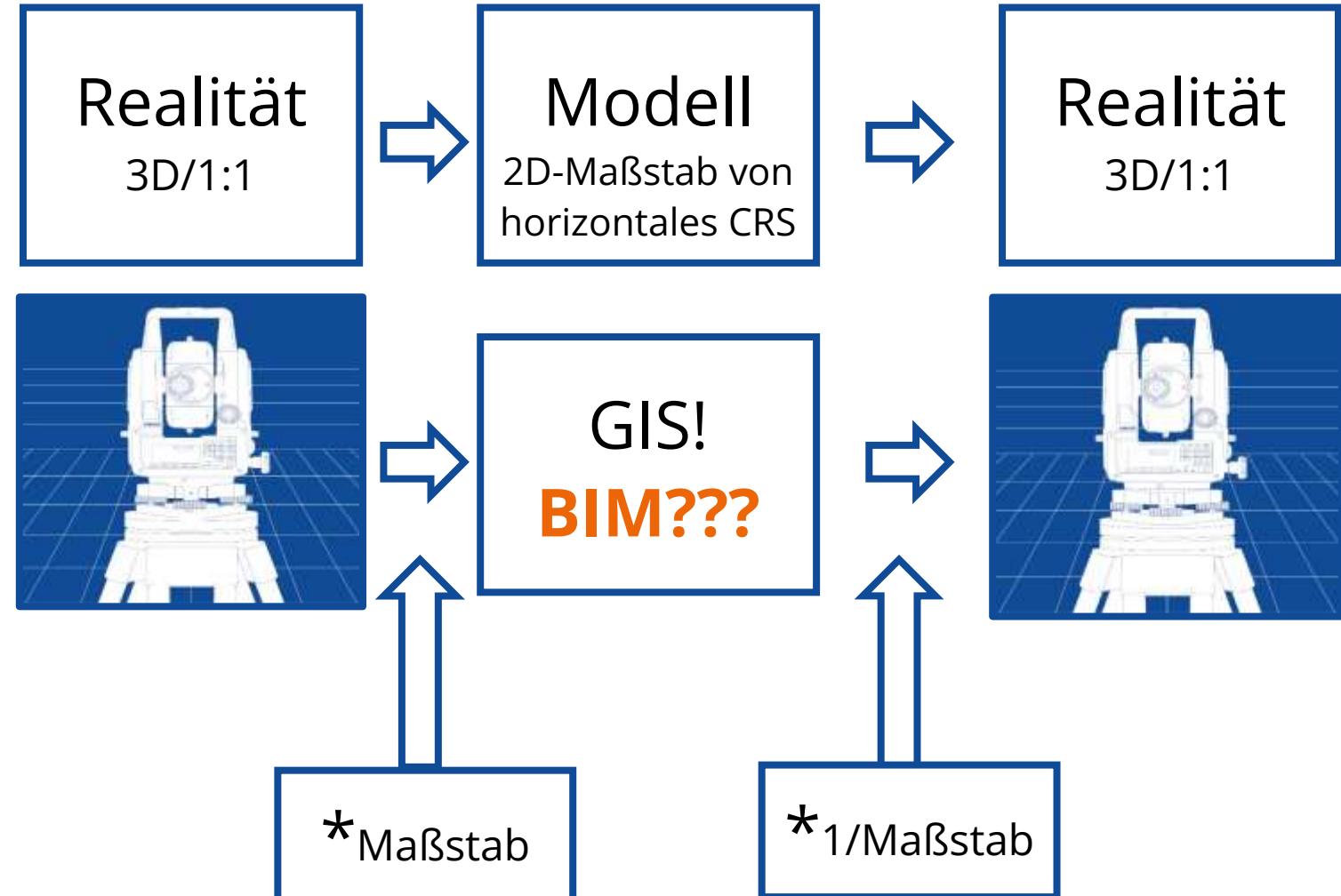
Motivation (2/3) – Systematische Abweichungen

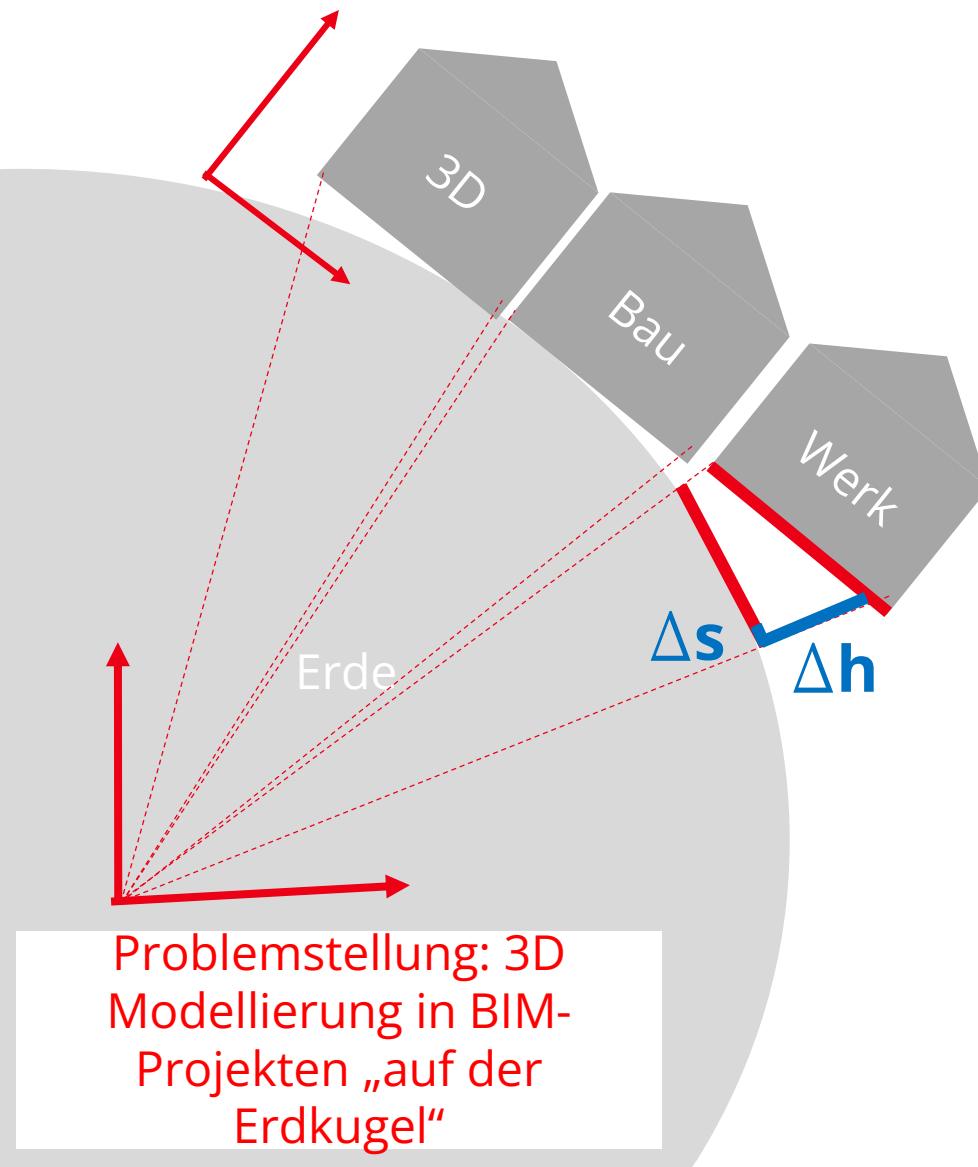


Motivation (2/3) - Systematische Abweichungen auf der Bau-Seite



<https://mediaistockphoto.com/photos/surveyor-at-work-survey-instrument-picture-id679413352>





Abweichungen Δ zwischen lokalem 3D-Modell und globaler Vermessung

Δ Höhen wegen Erdkrümmung
– $\Delta h \sim 8 \text{ cm} / 1 \text{ km}$


Hohenproblem

Δ Strecken wegen 2D-Verebnung (Karte/Plan) und Höhe

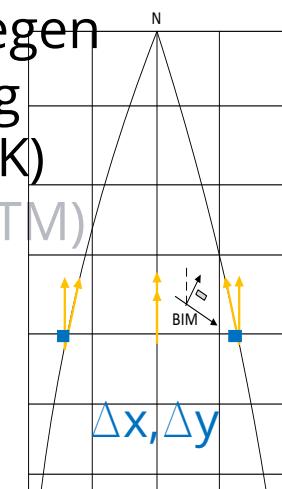
- Δs bis zu 15 cm / 1 km (DB_REF/GK)
- Δs bis zu 40 cm / 1 km (ETRS89/UTM)


Maßstabsproblem

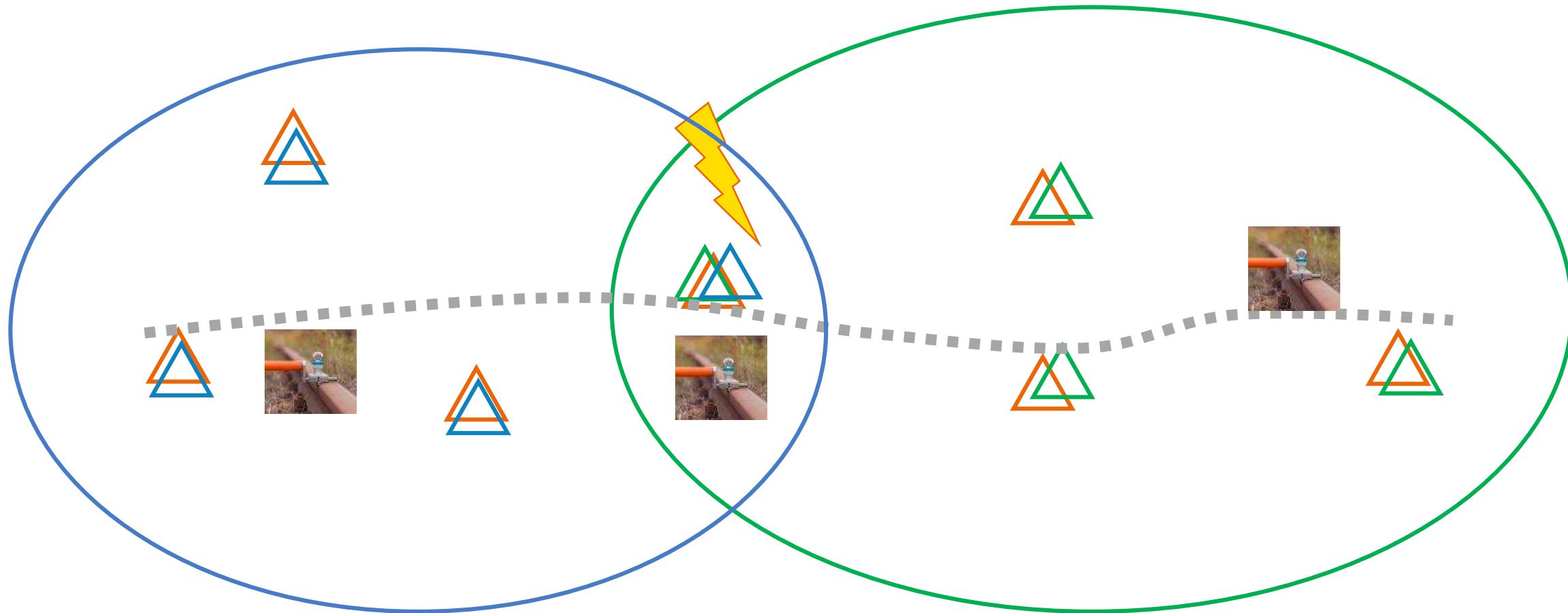
Relative **Δ Koordinatendifferenzen** wegen Meridiankonvergenz bzw. Nordrichtung

- $\Delta x, \Delta y$ bis zu 20 m / 1 km (DB_REF/GK)
- $\Delta x, \Delta y$ bis zu 60 m / 1 km (ETRS89/UTM)


Nordproblem



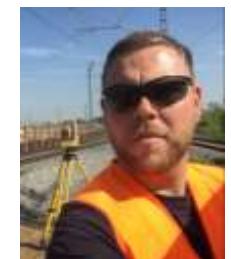
Motivation (3/3) – Viele unterschiedliche Workarounds



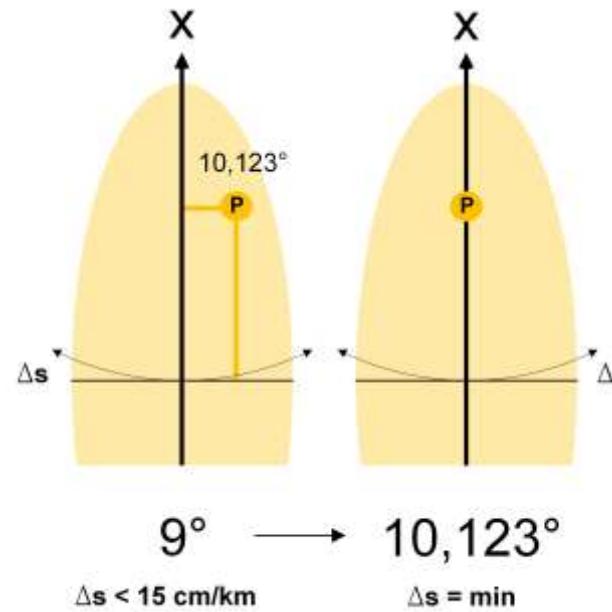
Lokale Anpassung des Maßstabs durch Vermessungsunterauftragnehmer Nr. 1

Lokale Anpassung des Maßstabs durch Vermessungsunterauftragnehmer Nr. 2

Forschungsfragen

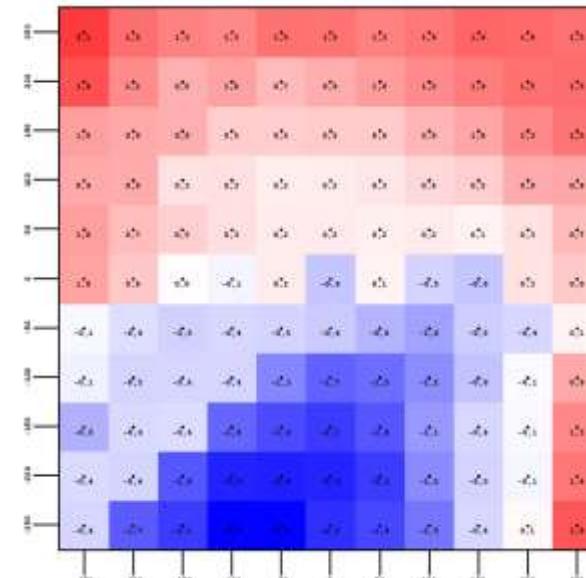
1. Wie groß sind **die systematischen Abweichungen** (Maßstab in ppm) in lokal begrenzten BIM-Projekten, die sich aus der kartografischen Kartierungsreduktion (Transversal Mercator) und der Höhenreduktion (0 m bis 1000 m über NN) ergeben? 
2. Mit welchen **Konzepten** (Datum, Geoid, Referenzrahmen) und **auf Grundlage welcher Daten** (Position der Bahnhöfe, DGM) können **lokal angepasste kartografische verzerrungssarme 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...

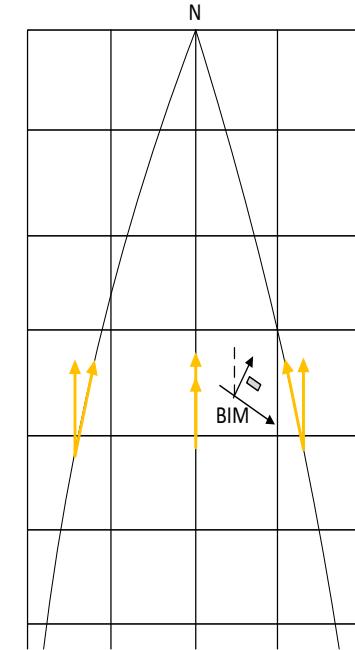


Mittelpunkt für Transversal-Mercator-Projektion $\rightarrow \Phi_0 \lambda_0$

Versatz nach Osten: 5.000 m
Versatz nach Norden: 10.000 m



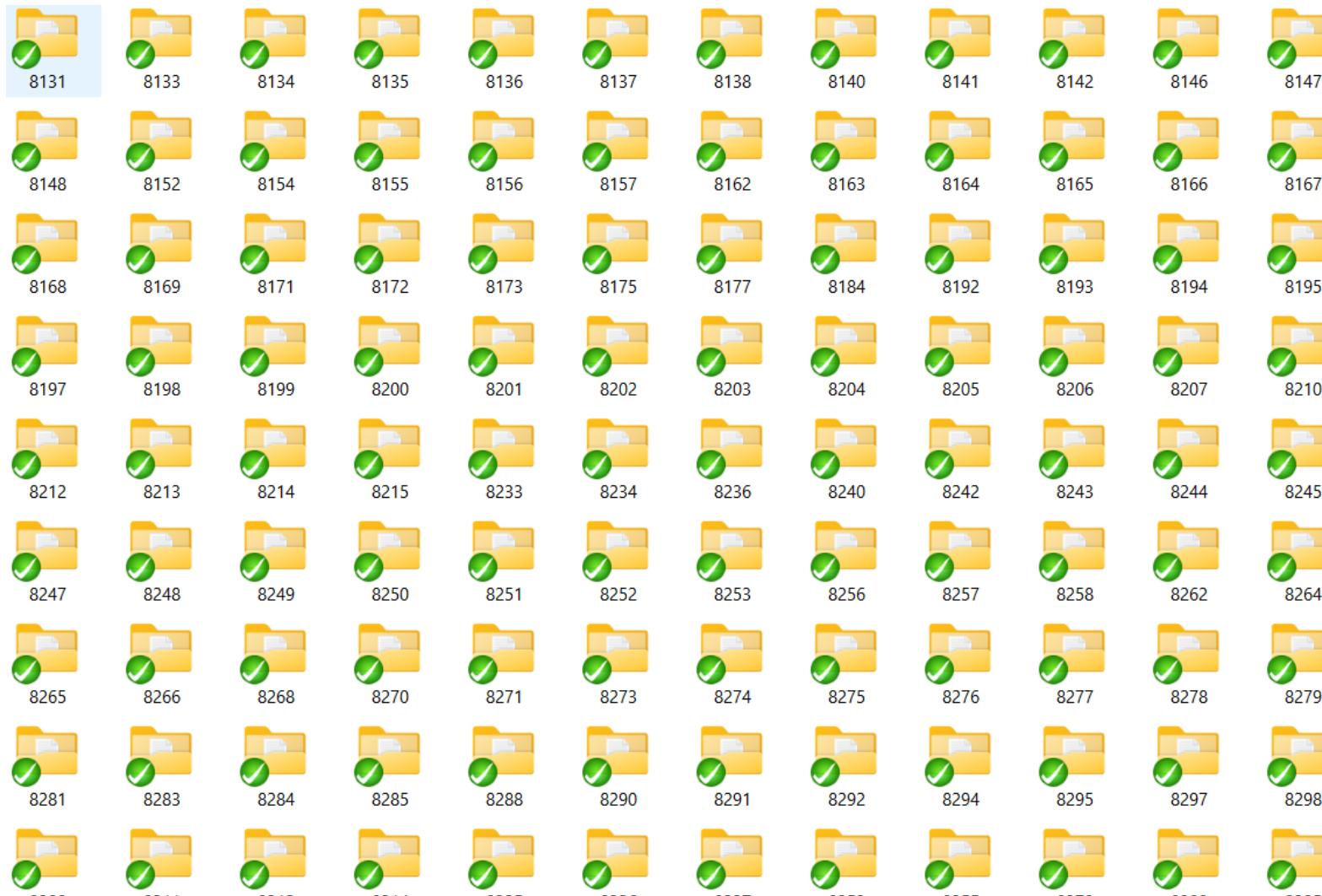
Median Ellipsoidhöhe aus DTM und Quasi-Geoidmodell $\rightarrow k_0$



Meridiankonvergenz

Geodätische Details
finden Sie in den
Veröffentlichungen
der DB InfraGO!

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

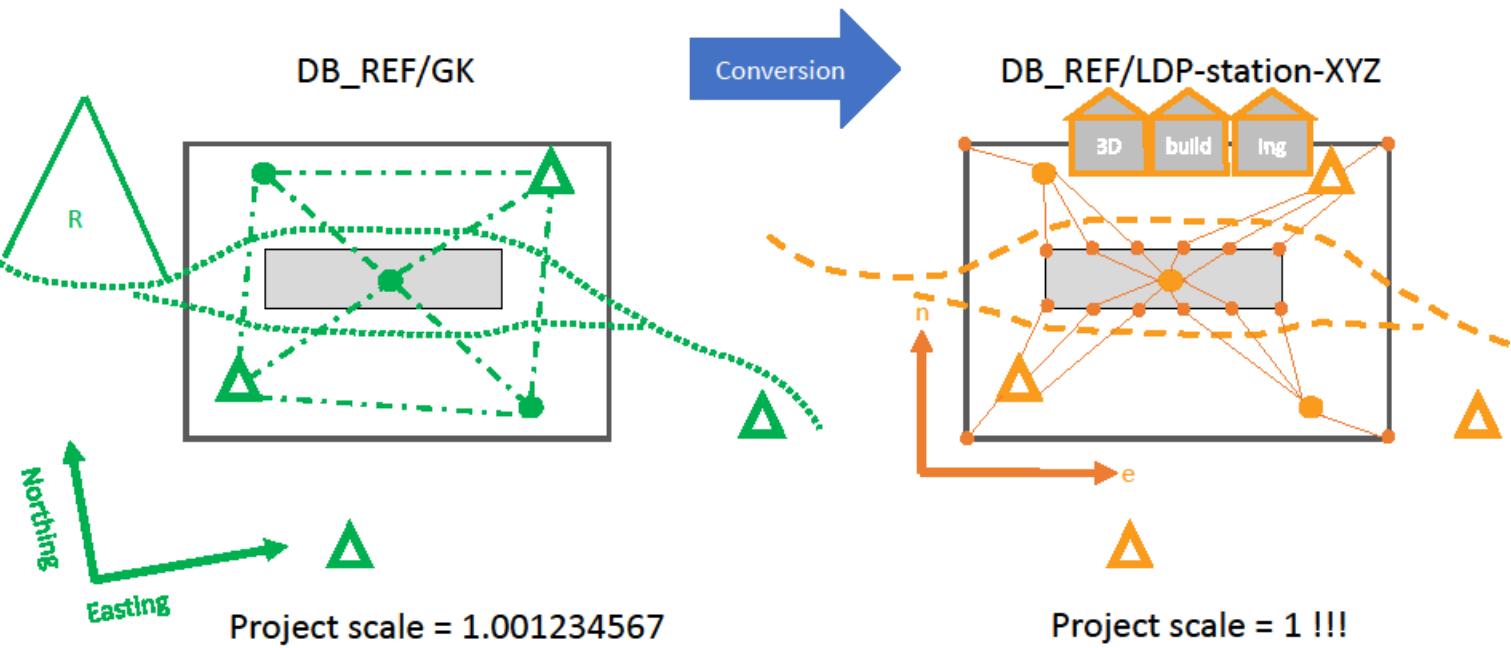
VA_8233_Autocad.xml

- 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_y",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 geodäischen 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

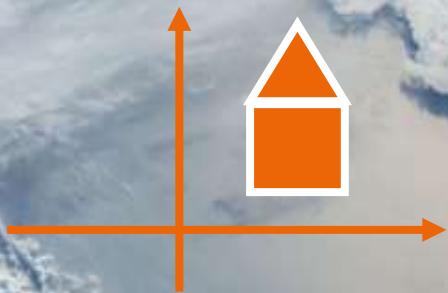
1. Es ist nicht einfach, **Ingenieure** davon **zu überzeugen**, ihre „Tradition“ in den Bereichen Vermessung und BIM zu überwinden → 1-tägige Schulung für die Bahn und Subunternehmer
2. Hohe organisatorische Anforderungen für **sehr große Projekte** mit > 3 beteiligten Bahnhöfen → Korridorbau
3. Technische 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

