



# Aktuelle Forschungsprojekte am Geodätischen Institut der RWTH Aachen zum Thema „Digitale Zwillinge“

Vortrag zur 18. Sitzung des GeoIT Round Table NRW, 11. April 2024

Vortragender: Dr.-Ing. Thomas Scholz

# Forschungsschwerpunkte Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik und Geoinformationssysteme

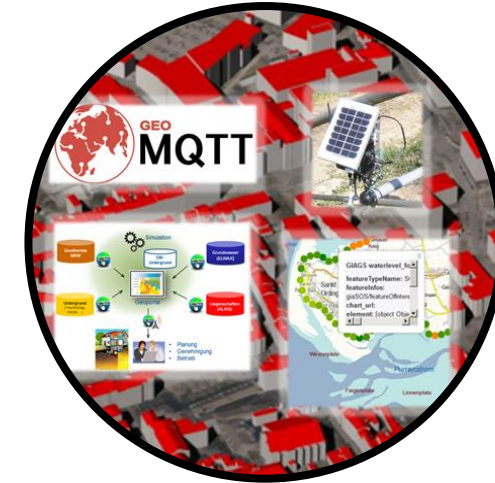


## Geosensorik

Indoor-Positionierung  
Cross Reality (XR)  
Geosensornetzwerke

## 3D-Erfassung & -Modellierung

Hochaufgelöste Datenerfassung  
Semantische Datenmodellierung / BIM  
Automatisierte Modellabbildung  
Digitale Zwillinge

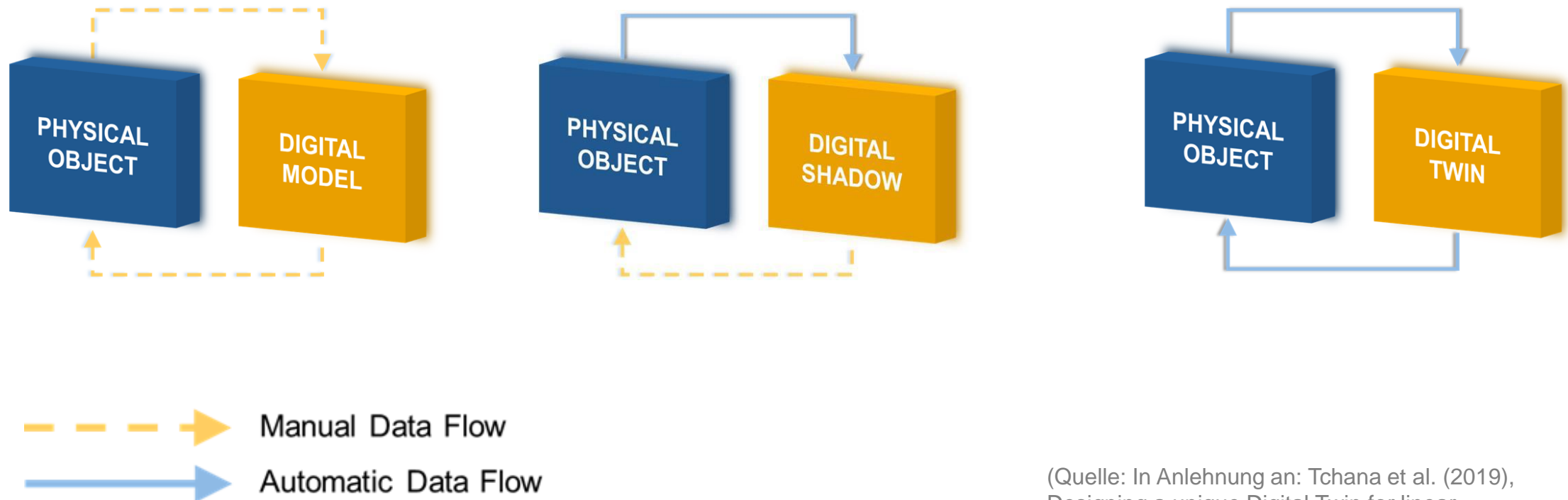


## (Verteilte) Geoinformationssysteme

Geodateninfrastrukturen & -Dienste  
Geospatial IoT  
Webgestützte und mobile Anwendungen

# Was ist ein digitaler Zwilling?

## Vom Modell über den Schatten zum Zwilling



(Quelle: In Anlehnung an: Tchana et al. (2019), Designing a unique Digital Twin for linear infrastructures, lifecycle management, Procedia CIRP, vol. 84, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.176>)

## Technologien zur Generierung digitaler Zwillinge als Grundlage für Betrieb und Instandhaltung baulicher Infrastruktur

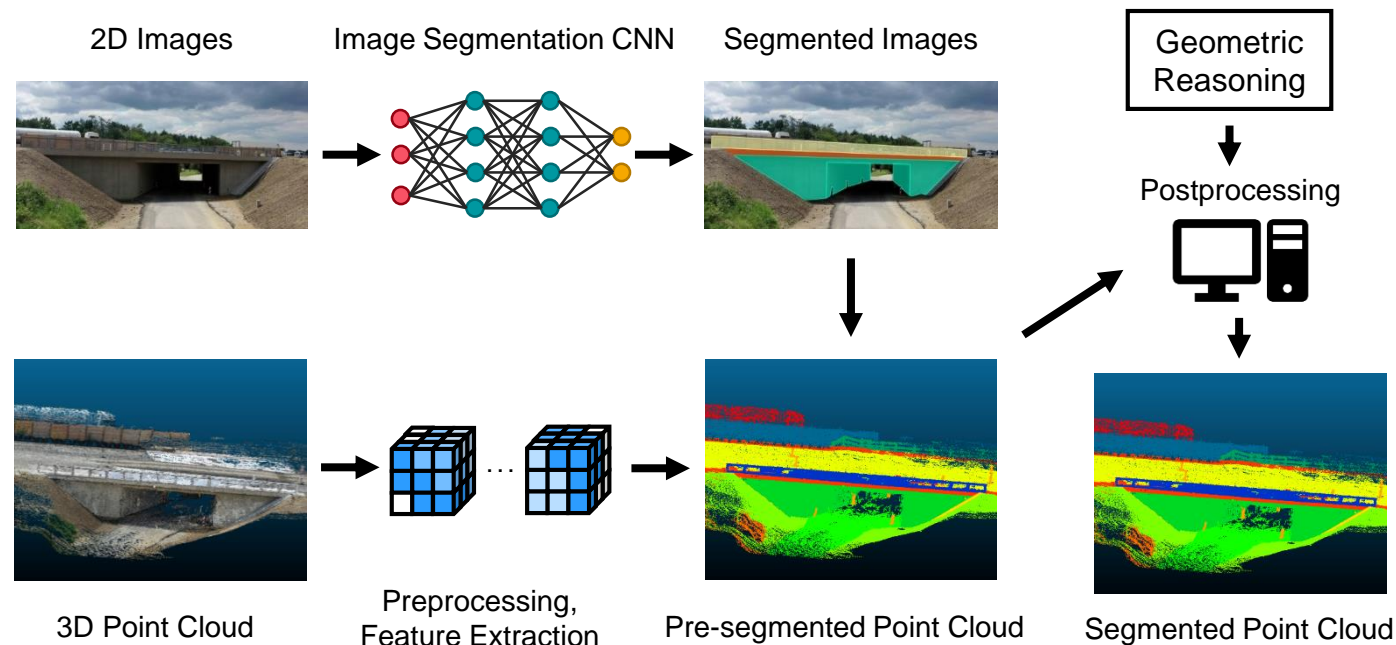
### Projektziele:

- (Automatisierte) Erstellung Digitaler Zwillinge (bauliche Infrastruktur)
- Modellierung bestehender Bauwerke (Bsp.: Brücken, Straßen, Schleusen)
- Automatisierte Objektgenerierung aus 3D-Scans und photogrammetrischen Aufnahmen
- Ableitung geometrischer und semantischer Information aus den Messdaten
- Identifikation und Klassifizierung mittels Wissensdatenbanken

## Technologien zur Generierung digitaler Zwillinge als Grundlage für Betrieb und Instandhaltung baulicher Infrastruktur

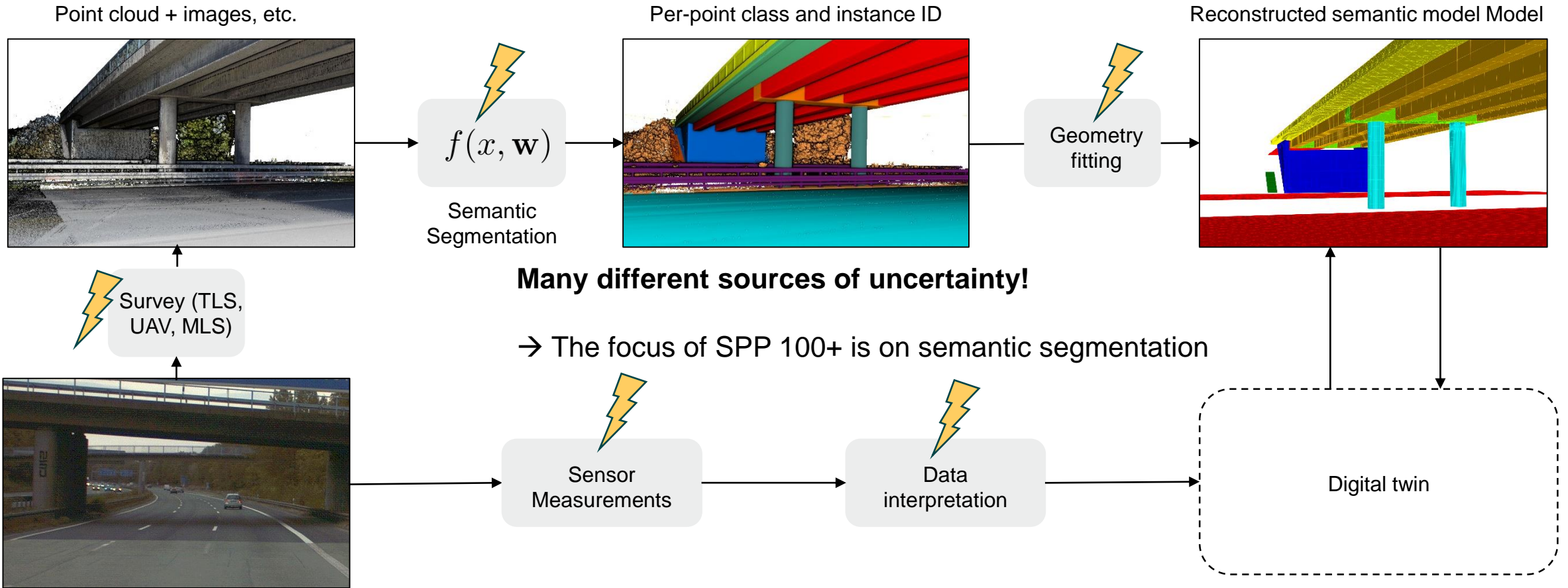
### Arbeitsschritte:

- Segmentierung der Messdaten in Bau- bzw. Objektteile
- Kombination Punktwolken- und Bildsegmentierung (Cross-Domain Matching)





## Bayesische Neuronale Netze (BNN) zur Semantischen Punktwolkensegmentierung



## Projekt „PointSemSeg+“

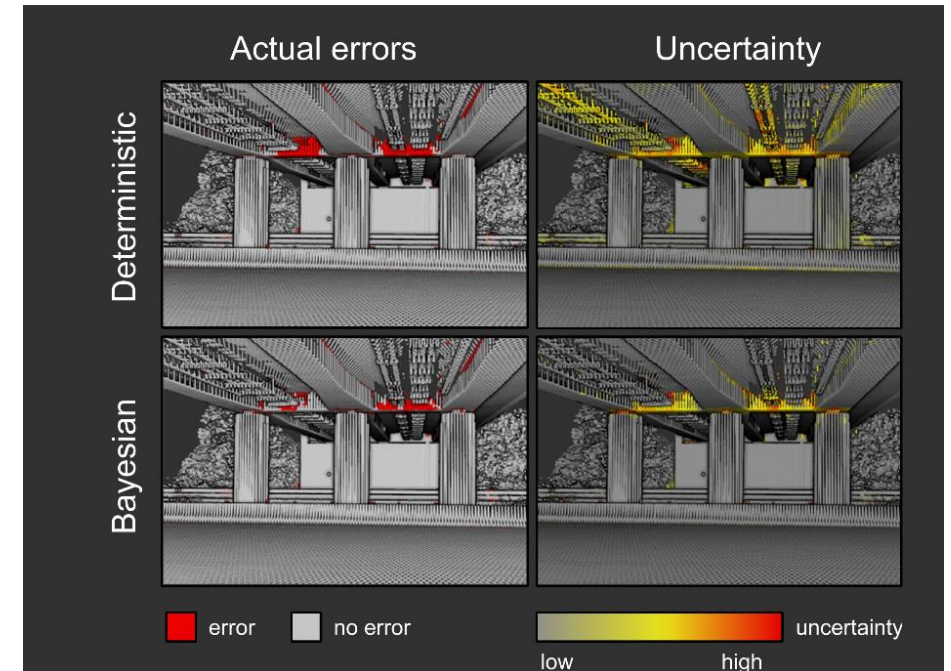
Nutzbarkeit komplexer Strukturen durch intelligente Digitalisierung im Sinne eines Digitalen Zwillings verlängern

### Kernforschungsbereiche

- Digitale Modelle
- Digitale Verknüpfung
- Zustandsindikatoren
- gia:
  - Semantische Segmentierung von Punktwolken
  - Ableitung von Bauwerksmodellen (Scan to BIM)
  - Unsicherheitsquantifizierung

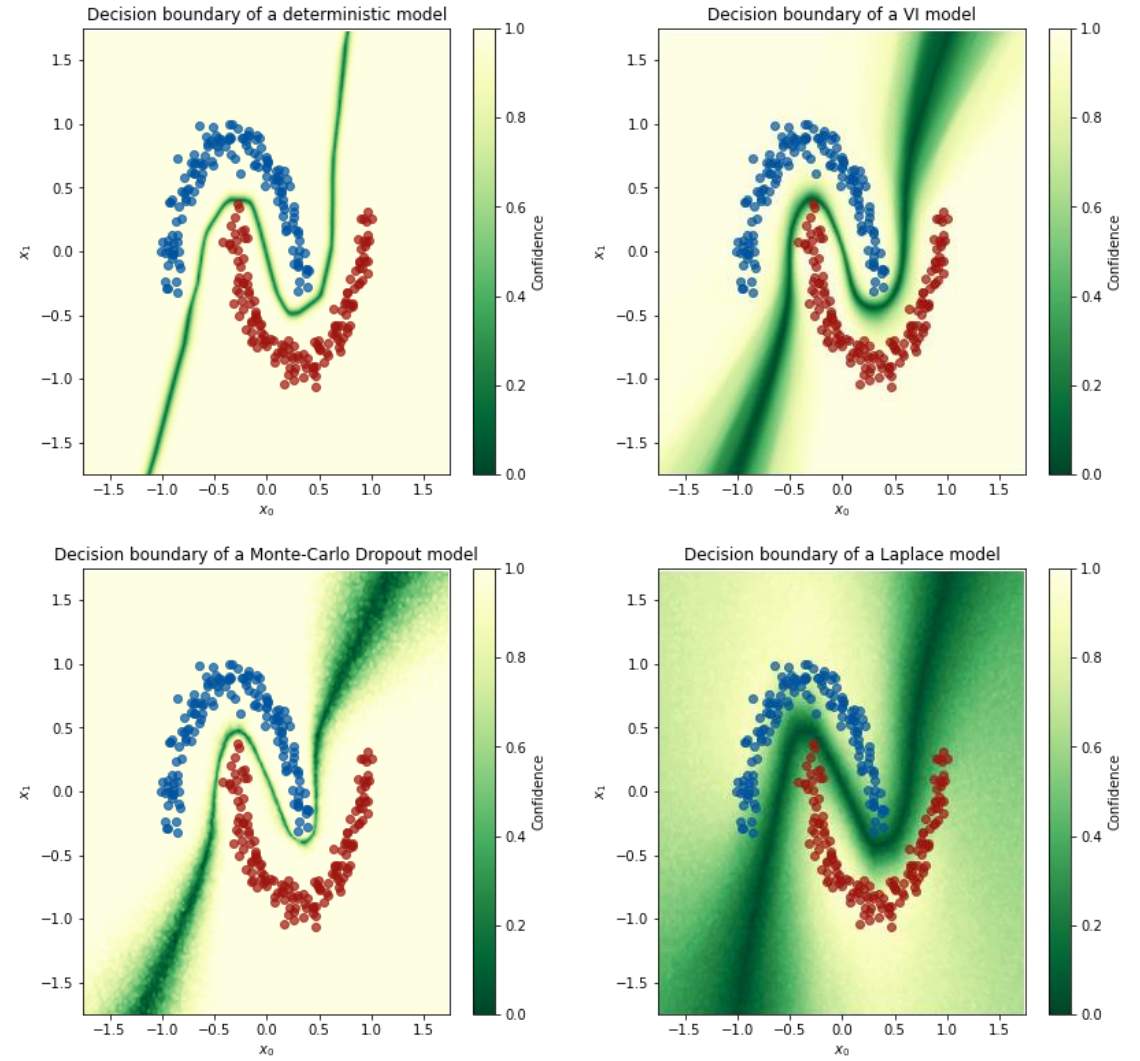
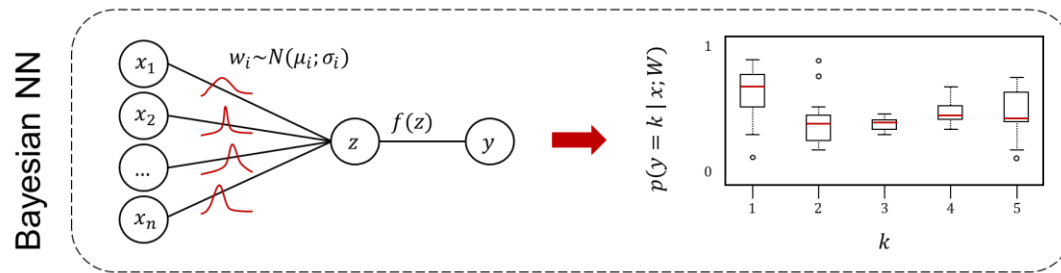
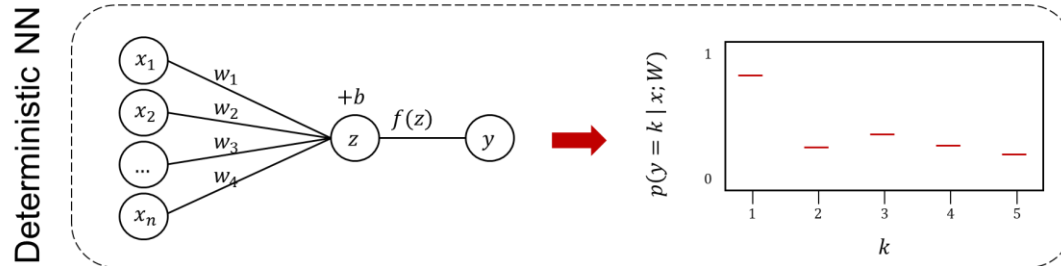
### Fehlerquellen:

- Nicht-homogene Punktwolken
- Abdeckungen
- Unzureichende Trainingsdaten



## BNN in classification

- Applications to classification problems
  - Model vs Data uncertainty
  - OOD detection





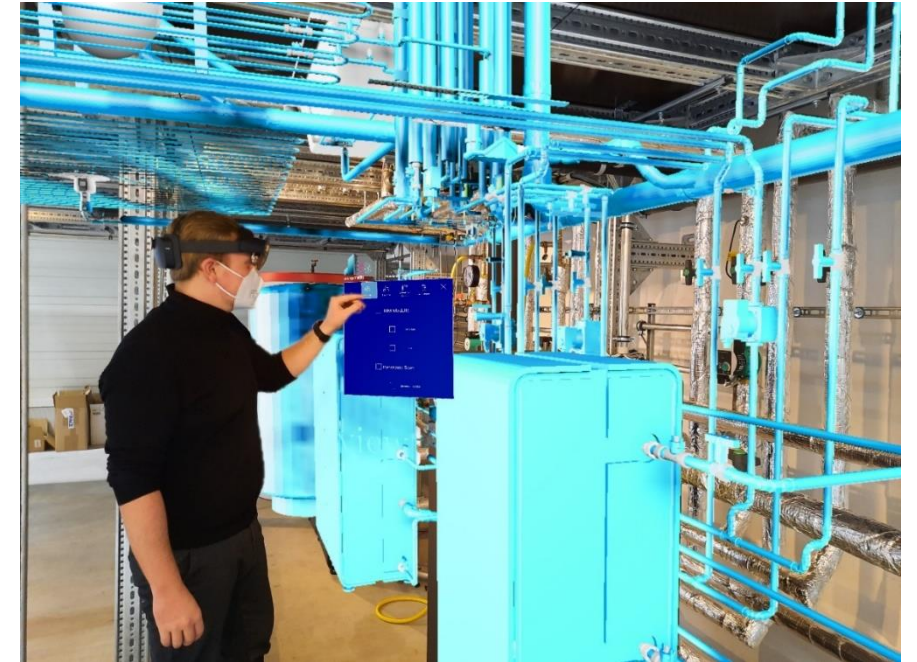
## BMWK-Projekt „energyTWIN“

Neue sensorgestützte und KI-basierte Methoden für die digitale, BIM-basierte Inbetriebnahme von technischen Anlagen in Hochbauwerken und deren energetische Systemoptimierung

- Ziele
  - Erstellung eines ganzheitlichen digitalen Abbilds (Digitaler Zwilling) von energetischen Systemen
  - Optimierung der TGA-Inbetriebnahme durch moderne Technologien wie KI und VR/AR
- VR/AR: Erfassung und Visualisierung für technische/ Betriebs-Daten
  - **Visuelle Darstellung** des Planungsmodells
    - vor der Punktwolke / vor der Realität
  - Lagerichtige **Einblendung** von Betriebsdaten
  - **Ticketsystem** für das Issue-/ Betriebsmanagement



HoloLens2



Quelle: gia, E3D, Viega

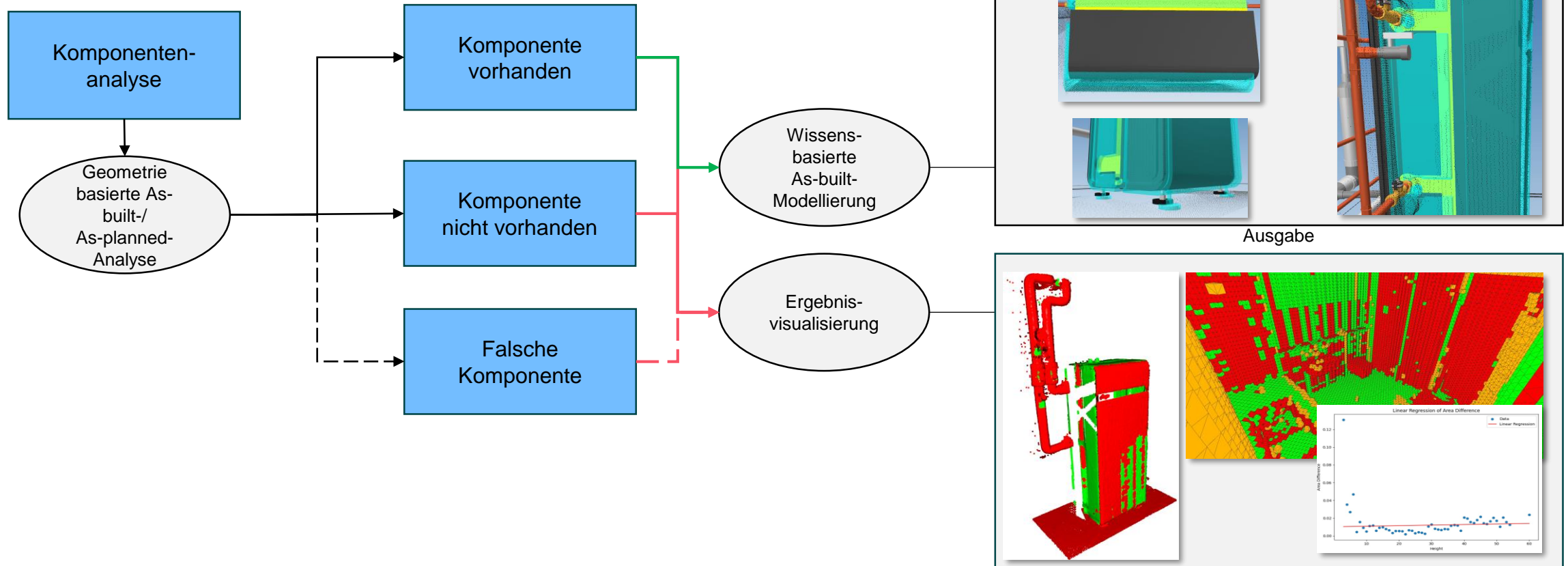


Gefördert durch:

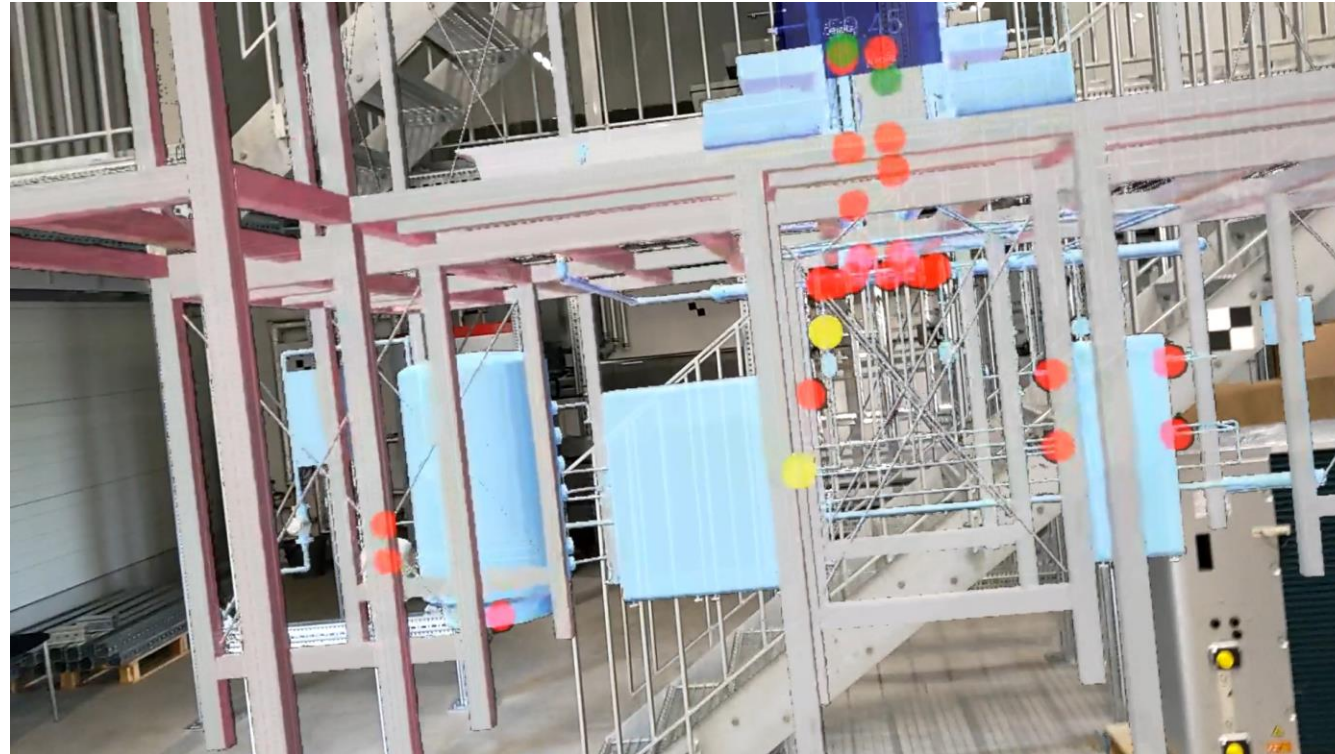


aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## BMWK-Projekt „energyTWIN“ – KI-basierte semantische Merkmalerkennung



## BMWK-Projekt „energyTWIN“ – KI-basierte semantische Merkmalerkennung



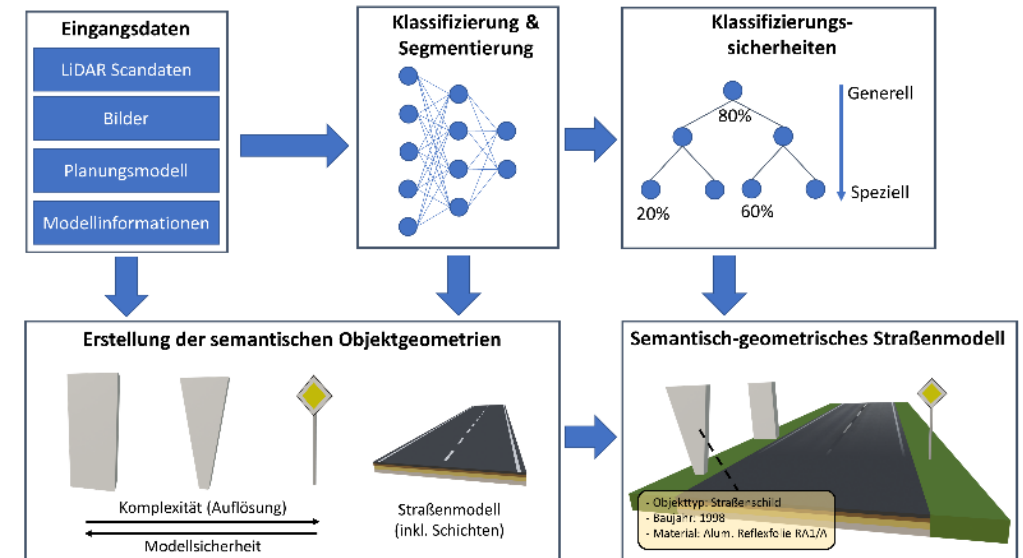


## Physikalisch-informatorische Abbildung des Systems „Straße der Zukunft“

- 3 Projektbereiche A, B, C
  - **20**: Teilprojekte
  - **bis zu 3 Phasen** zu je 4 Jahren
  - **interdisziplinär** aus den Bereichen Bauingenieurwesen, Geodäsie, Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik usw.
- **gia**: Teilprojekt **B01**  
Adaptives geometrisch-semantisches multi-LOD-Bauwerksmodell der Straßeninfrastruktur
- **Ziele**:
  - Automatische Ableitung eines geometrisch-semantischen Bauwerksmodells (GSM) aus Erfassungsdaten (Punktwolken)
  - Erzeugung von Bauwerksmodellen in relevanten Standards
  - Differenzierter Detaillierungsgrad



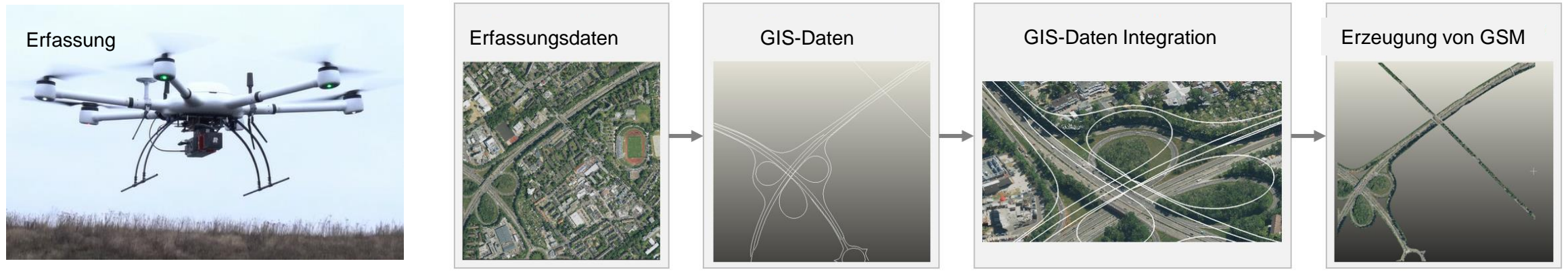
**DFG** Deutsche Forschungsgemeinschaft





## Physikalisch-informatische Abbildung des Systems „Straße der Zukunft“

- Teilprojekt Adaptives geometrisch-semantisches multi-LOD-Bauwerksmodell der Straßeninfrastruktur
- Vorgehensweise
  - Nutzung von GIS-Daten (ATKIS, ALKIS, OSM) zur Integration von Vorwissen in den Scan2Twin-Prozessablauf
  - Erzeugung von Modellen in GIS- & BIM-konformen Standards: CityGML, IFCRoad, LandINFRA
  - **Nutzung eines übergeordneten Modells (Unified Model)**
    - Entwicklung eines Meta-Sets als Basis für die Herstellung der BIM-GIM-Interoperabilität



# Projekt: SFB/TRR 339 - Digitaler Zwilling Straße

- Showcase „Digitaler Schatten“

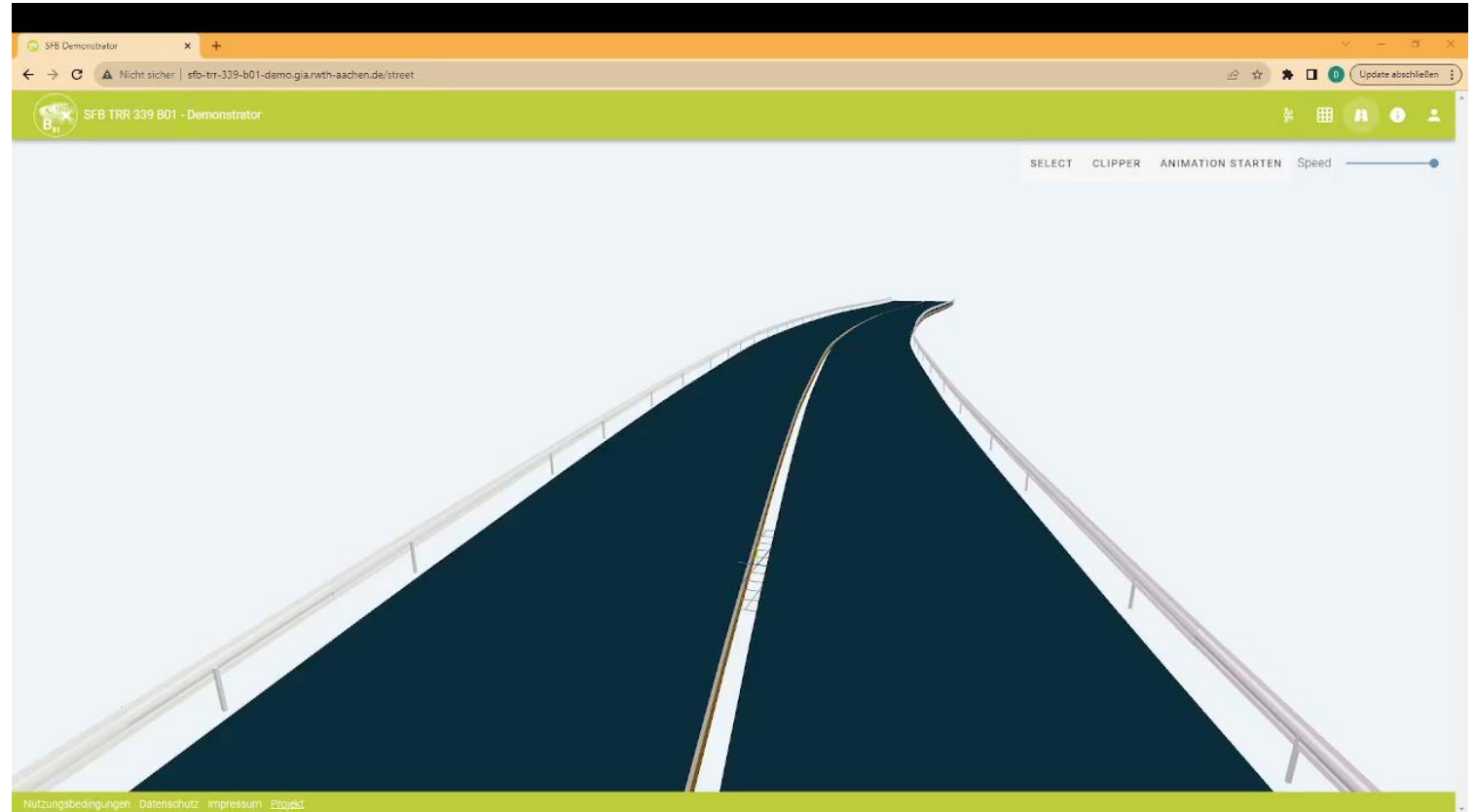
**Cluster: Digitaler Schatten**



**B<sub>01</sub>** Bauwerksmodell Straße

**B<sub>02</sub>** Belastungsdaten

**B<sub>03</sub>** Positionsdaten



### „Urbane digitale Zwillinge der bebauten Umwelt“

- Urbane Digitale Zwillinge (UDZ)
  - UDZ für die Fußgängersimulation unter Einbindung von 3D-Stadtmodellen (Start: Mitte 2024)
- DIN SPEC 91607 „Digitale Zwillinge für Städte und Kommunen“
  - Entwurf erstellt → Veröffentlichung in Kürze
- DIN NA 005-13-06 AA „Digitale Zwillinge der bebauten Umwelt“
- Digitaler Zwilling „Bundesfernstraßen“ (BMDV)
  - Definitionspapier erscheint in Kürze
- AdV-Arbeitsgruppe „Digitaler Zwilling → „Geobasiszwillig“