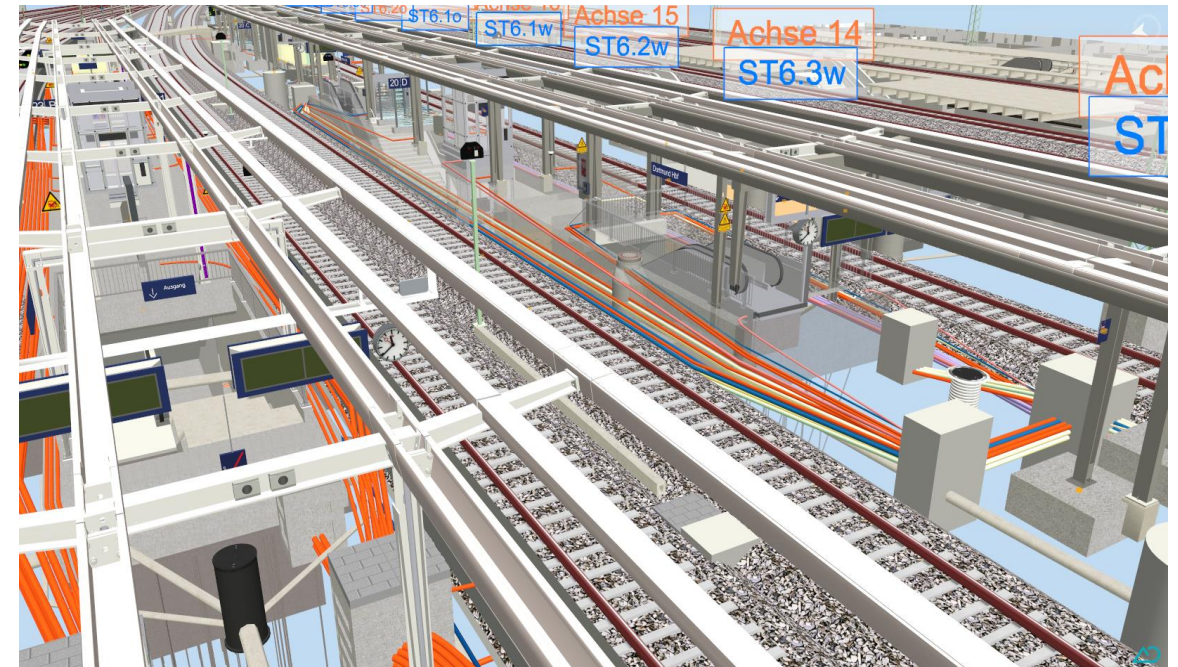


Digitale Baustelle KI bereit

Workshop: Digitales Aufmaß und Abrechnung

Schwerpunkt Digitaler Zwilling/Leitungserfassung

Moderation: Dr. Veit Appelt, Dr. Al-Hakam Hamdan A+S
Consult GmbH
Berlin, 21.01.2026



Agenda

TOP

TOP 1 Motivation

TOP 2 Zielstellung

TOP 3 Bestand

TOP 4 Parametrische Modelle

TOP 5 Wissensgraphen - KI

Zeit

ca. 5 Minuten

ca. 10 Minuten

ca. 15 Minuten

ca. 10 Minuten

ca. 15 Minuten

ca. 10 Minuten

ca. 20 Minuten

ca. 10 Minuten

ca. 15 Minuten

ca. 10 Minuten

Thema

Herausforderungen

Diskussion zu TOP 1

Ziel: Die digitale Baustelle

Diskussion zu TOP 2

Bestandsdaten und bestehende Erkundungssysteme

Diskussion zu TOP 3

Parametrische Modelle

Diskussion zu TOP 4

Ontologie – Unterstützung durch KI

Diskussion zu TOP 5

Warum Schwerpunkt Leitungserfassung?

Hauptursachen für Bauverzögerungen:

- Leitungen und Untergrund sind Hauptquellen für **Nachtragspotenziale**
- "Unbekannte Unbekannte" – Unvorhergesehene Leitungen und Baugrundverhältnisse führen zu **gestörtem Bauablauf** und damit **unvermeidlichen Verzögerungen**.

Beispiel Riedbahn: Kostenentwicklung und Risiken

- Schätzung 0,5–0,6 Mrd.€, tatsächlich 1,3–1,5 Mrd.€
- Gründe: erweiterter Leistungsumfang und „**Unvorhergesehene Bauleistungen**“ sowie dadurch gestörter Bauablauf
- Hauptursachen: **Unvorhergesehene Leitungen** und **Baugrundverhältnisse**



Quelle: Pressestelle DB InfraGO

Problem unbekannter Leitungen und Baugrundverhältnisse

Unvorhergesehene Hindernisse:

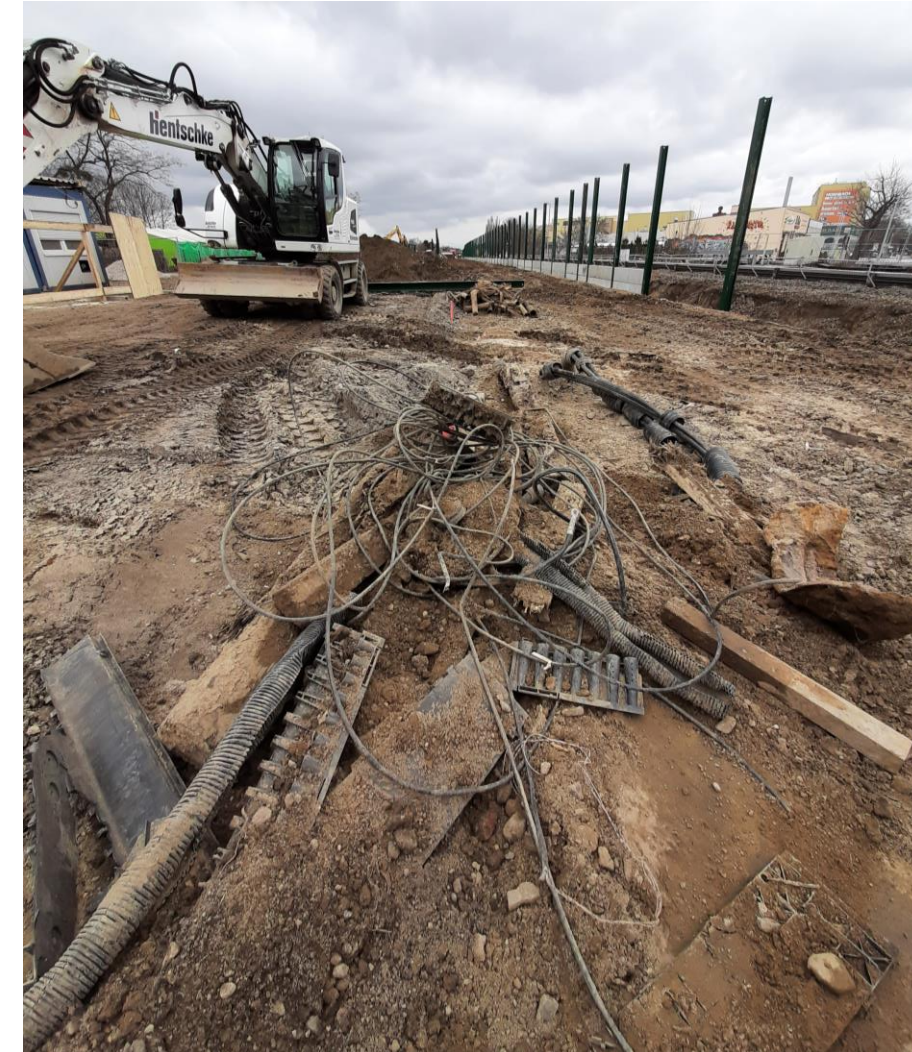
- **Unterschiedliche Tiefen und Positionen** von Leitungen im Untergrund.
- **Fehlende digitale Erfassung** und **Verzögerungen durch Nachträge**.



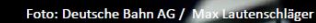
Quelle: SPITZKE SE



Quelle: SPITZKE SE



Quelle: SPITZKE SE



5

Diskussion

Projekteinblicke – Wer kennt das Thema auf der Baustelle?

KI-Fähigkeit der Baustelle herstellen, Grundlagen herstellen – Was ist die Erwartungshaltung?

Einordnung in „Digitales Aufmaß und Abrechnung“, Praktischer Nutzen auf Baustelle

Anwendungsfall: Visualisierung des Leitungsbestands auf Baustelle (Live Visualisierung auf der Baustelle)

Ziel der digitalen Baustelle: Eine integrierte Projektdatenbank

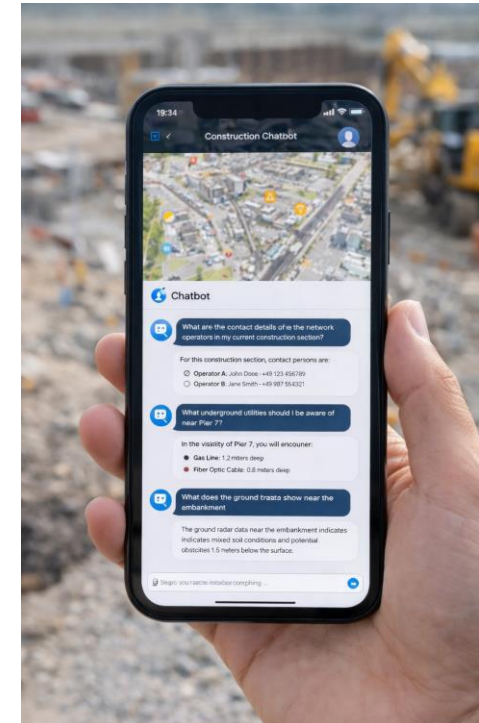
Zentralisierter Zugriff für Projektinformationen:

- **Übergreifende Projektdatenbank** für Auftraggeber, die **Semantik** von Projektdefinitionen und Gleisnetz integriert.
- Integration von **Leitungskatastern**, **Baugrundmodellen** und **Bodenradardaten**



Verknüpfung der Daten

- **KI-Services** auf Basis von Ontologien für **automatisierte Qualitätsprüfungsroutrinen**
- Chatbots für die Baustelle



Mehrwert im BackOffice – Transparenz und Historie

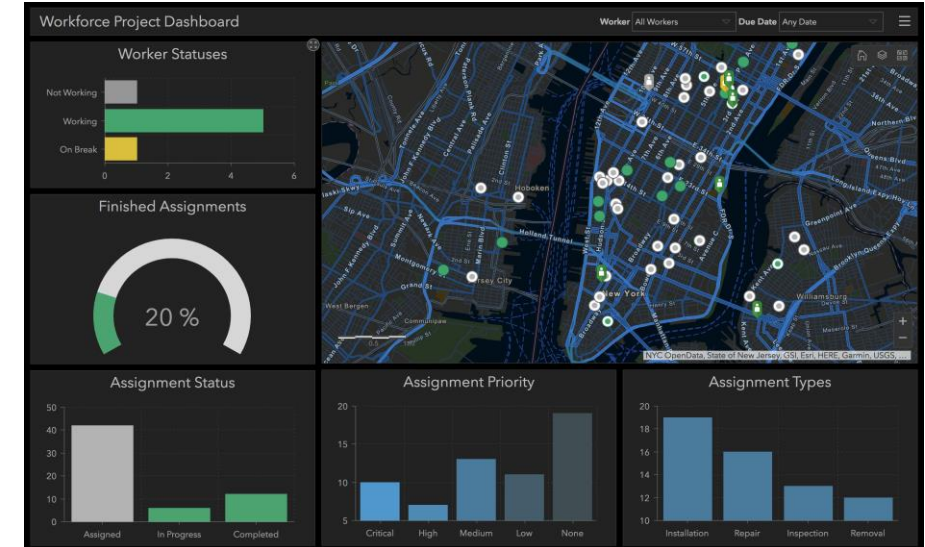
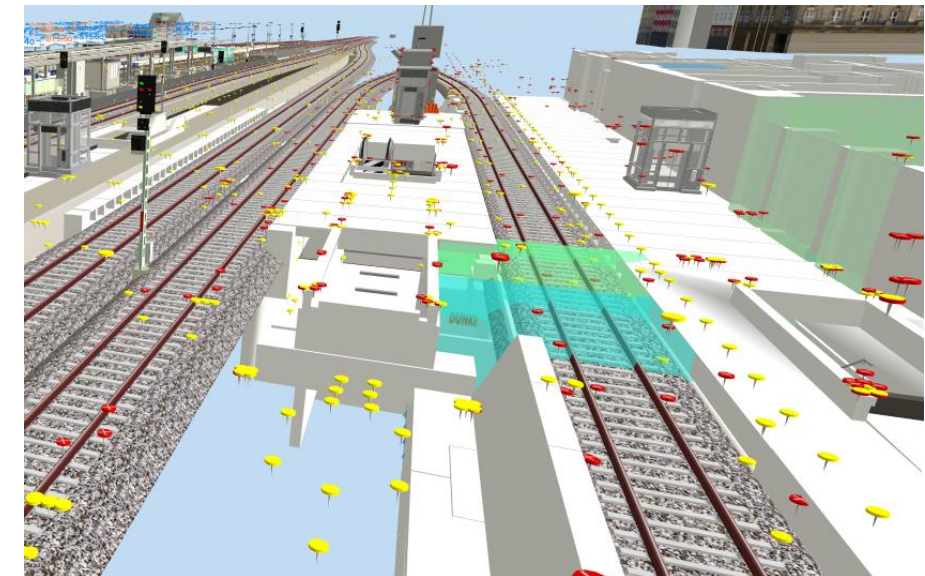
Transparenz während der Bauablaufplanung

- **Leitungen** und **Kontaktpersonen** sind während der Planung transparenter verfügbar.
- **Überlagerung von Bodenradarinformationen** mit **BIM-Modellen** und **GIS-Katastern** für eine präzisere Planung.

Langfristige Historie durch kontinuierliche Pflege

- **KI-Systeme** ermöglichen Abfragen zu **wahrscheinlichen Kontaktpersonen** oder zu nicht kartierten Leitungen über **Raumbezug, Zeitbezug und Kontaktbezug**

Baugrund in frühen Leistungsphasen einbeziehen, "mehr Tiefgang in Entwurfsplanung"



Mehrwert auf der digitalen Baustelle – Abfragen in Echtzeit

KI-gestützte Abfragen auf Baustelle:

- **Abfrage möglicher Kontaktpersonen** und Netzbetreiber im Bauabschnitt.
- **Erkennung von Leitungen** im Bereich des ersten Widerlagers des Bauwerks.
- **Ermittlung der Route einer Leitung XYZ** auf der Baustelle.

Nutzung auf mobilen Geräten:

- **Integration von GIS-Viewern** und **3D-Viewern** für tagesaktuelle BIM-Modelle.
- **Verknüpfung mit Baumeldung** und **Bautagebuch** zur Fortschreibung des Leitungskatasters.



Diskussion

Was gibt es schon?

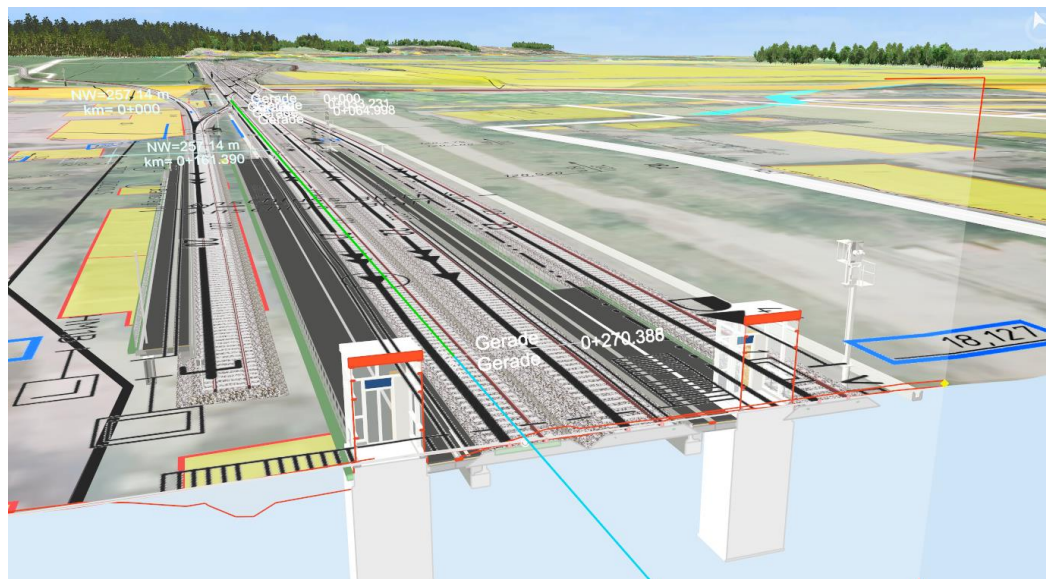
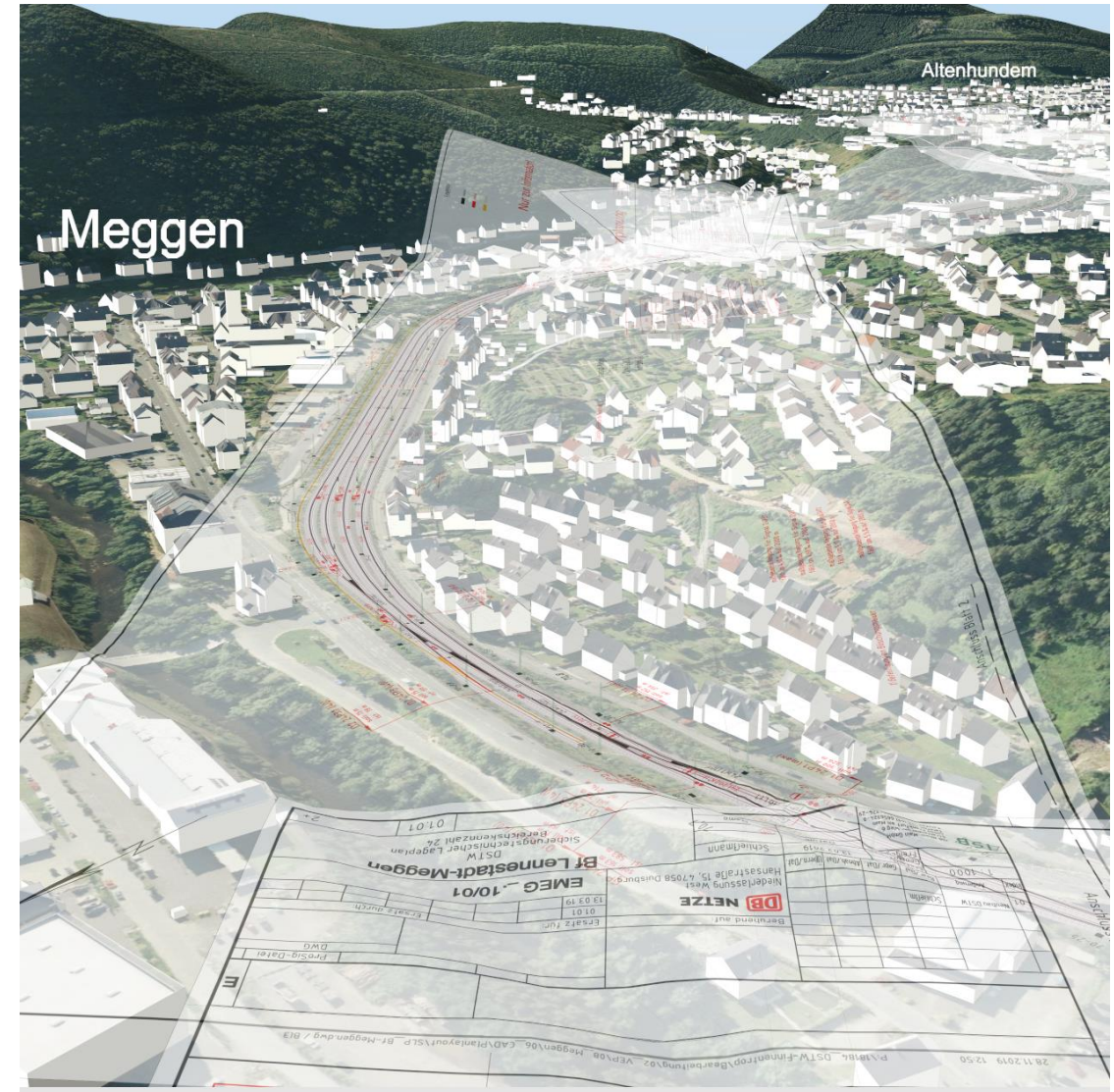
Rückmeldung von der Baustelle in das Modell

Wo klemmt es am meisten (Dig. Aufmaß & Abrechnung)?

Digitales Aufmaß als AR-Anwendung auf die Baustelle

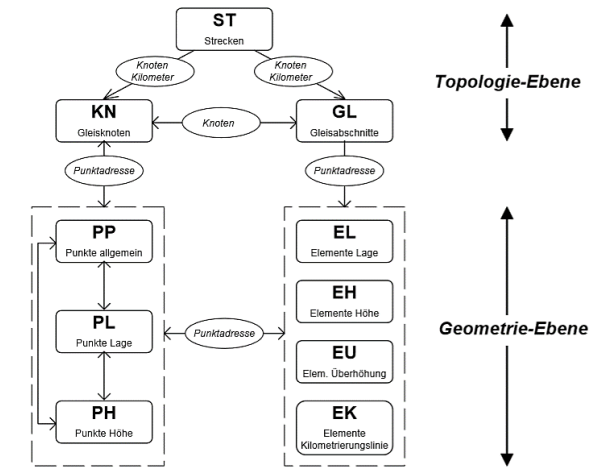
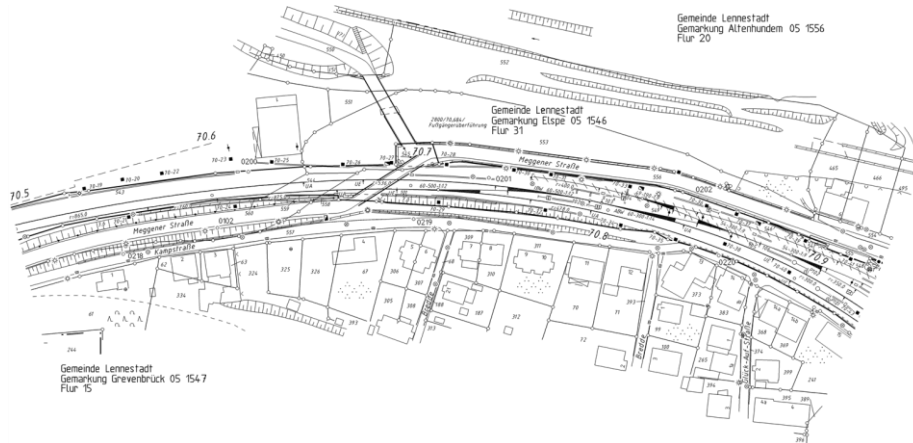
Übersicht der Bestandsdaten – Involvierte Bereiche

- Metainformation zu Projekten
- Gleise und Strecken
- Leitungen (eigene und Fremdleitungen)
- Entwässerung
- Baugrund, Kampfmittel
- DB-eigene Gewerke: OLA, LST, KIB, Stationen



Bestehende System

- **AVANI** (Gleise bekannt, Leitungskataster unvollständig)
- **Baugrunddatenbanken** (aktuell nur Bundesland- und Projektspezifisch)
- Leitungsauskunft über **Leitungskataster** (z.B. <https://www.leitungs-check-online.de>, Bundesländer, Gemeinden)
- **2D-Pläne** (PDF, DXF) aller Gewerke, "historische" Bautagebücher
- Regionale **3D GIS-Systeme** im Aufbau



Leico

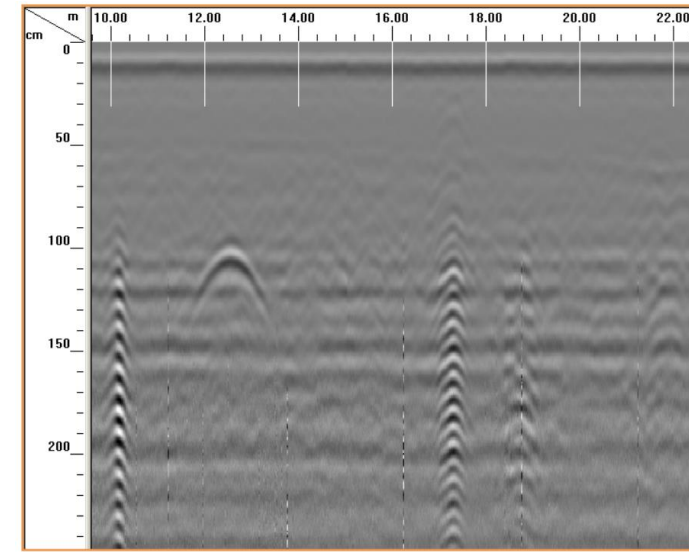
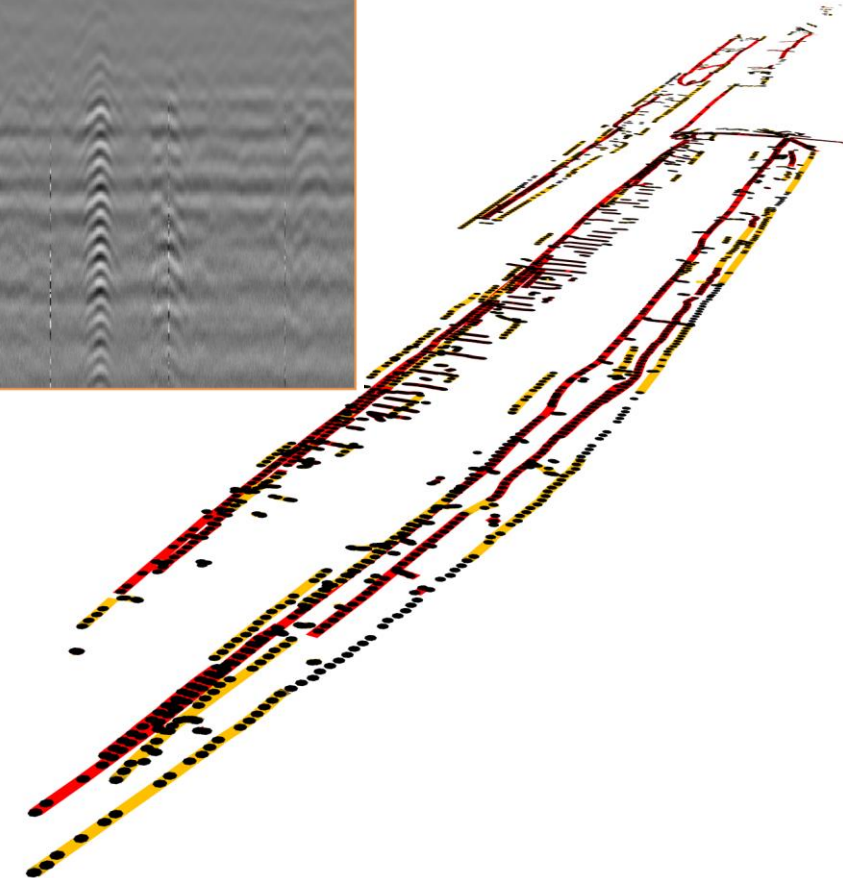
Leitungscheck-Online

<

Quelle: <https://www.leitungs-check-online.de/>

Erkundungssysteme über Bodenradarverfahren

- Georadar
- Magnetometer
- Elektromagnetische Induktionsmethoden
- Akustische Detektion
- Digitales Abbild der Infrastruktur:
Übergreifende Georadar-Befahrung der Streckennetze



Georadar

- Kategorie 1 (rote Darstellung) – Verdacht auf Blindgänger
- Kategorie 2 (gelbe Darstellung) – Geringer Verdacht auf Blindgänger

Quelle: Projektbericht VST Dortmund, Armaex Kampfmittelräumung GmbH

Voraussetzungen zur Erkennung von Objekten in den Georadardaten

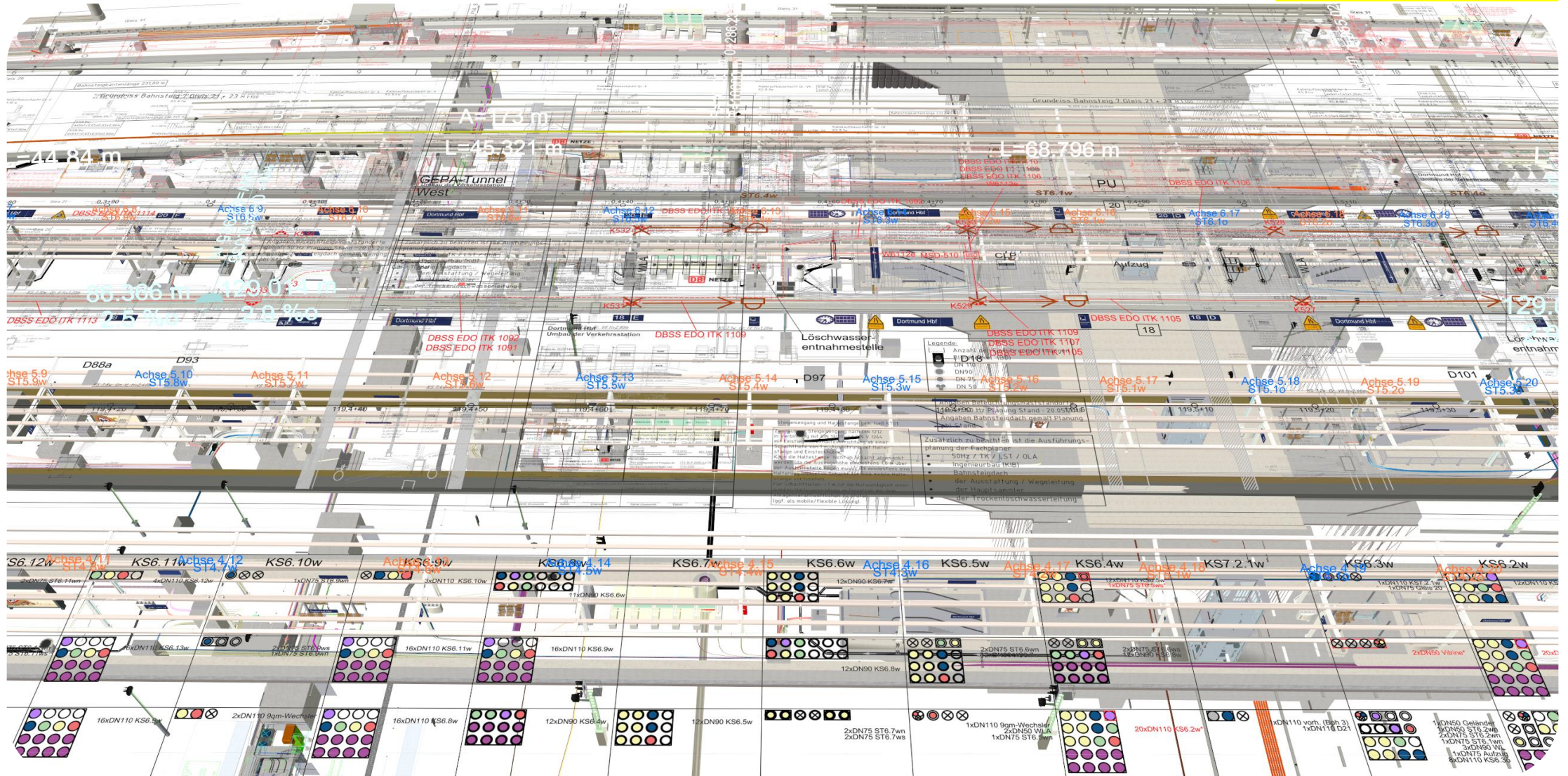
- das Objekt muss **größer als 50 cm** sein
- die **maximale Tiefe** beträgt 2,5 m
- das Objekt muss in **mindestens 2 Profilen** erkennbar sein
- das Objekt muss in etwa **normal zur Gleisachse** liegen
- das Material des Objekts muss **ausreichenden Kontrast** zum umliegenden Untergrund aufweisen



sichere Kabel / Leitungen	
Datenbank	Dr:\KF\VST_Dortmund_Hbf_KF_korfin\user_bim.db
Name	sichere Kabel / Leitungen
Korfin-Objektyp	ToglSceneNode
ID Datenobjekt	{86B9E9F2-5861-4C55-8F30-66DFD3D58734}
ID Fachobjekt	{407E0100-89EA-4021-A2F4-67C66183954F}
ID Fachobjekt (Base64)	10VV40YUf08QBqPyPXWvLF
Anwendungszuordnung	
APP App	korfin
Zuständigkeiten	
CMPS Zuständigkeiten	Tabelle
wahrscheinliche Kabel / Leitungen	
Datenbank	Dr:\KF\VST_Dortmund_Hbf_KF_korfin\user_bim.db
Name	wahrscheinliche Kabel / Leitungen
Korfin-Objektyp	ToglSceneNode
ID Datenobjekt	{1F637437-5CAB-4A60-BFB1-362A28A2697A}
ID Fachobjekt	{206C7FC2-7725-40C2-BC77-FB4BEDDAC562}
ID Fachobjekt (Base64)	0WR752ToL0mhnt_qljsil.Y
Anwendungszuordnung	
APP App	korfin
Zuständigkeiten	
CMPS Zuständigkeiten	Tabelle

Einbindung von Leitungskatastern in Modell

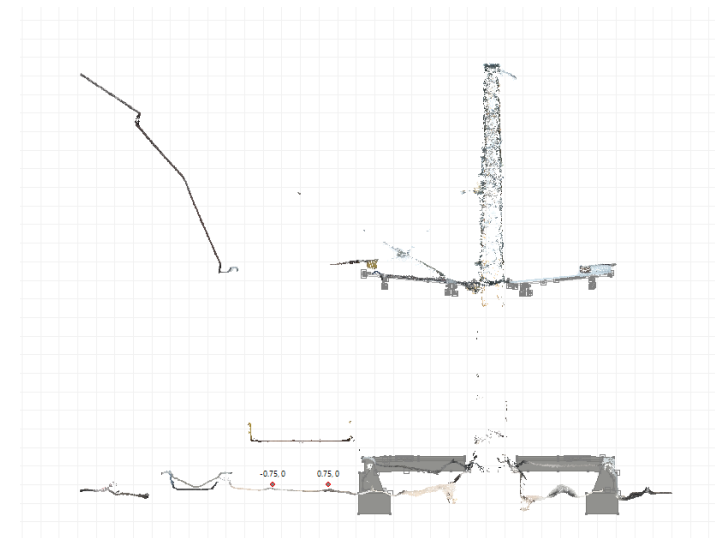
Pläne können auf weitere Dokumente verlinken



© DB Station & Service, Ausbau Verkehrsstation Dortmund Hauptbahnhof

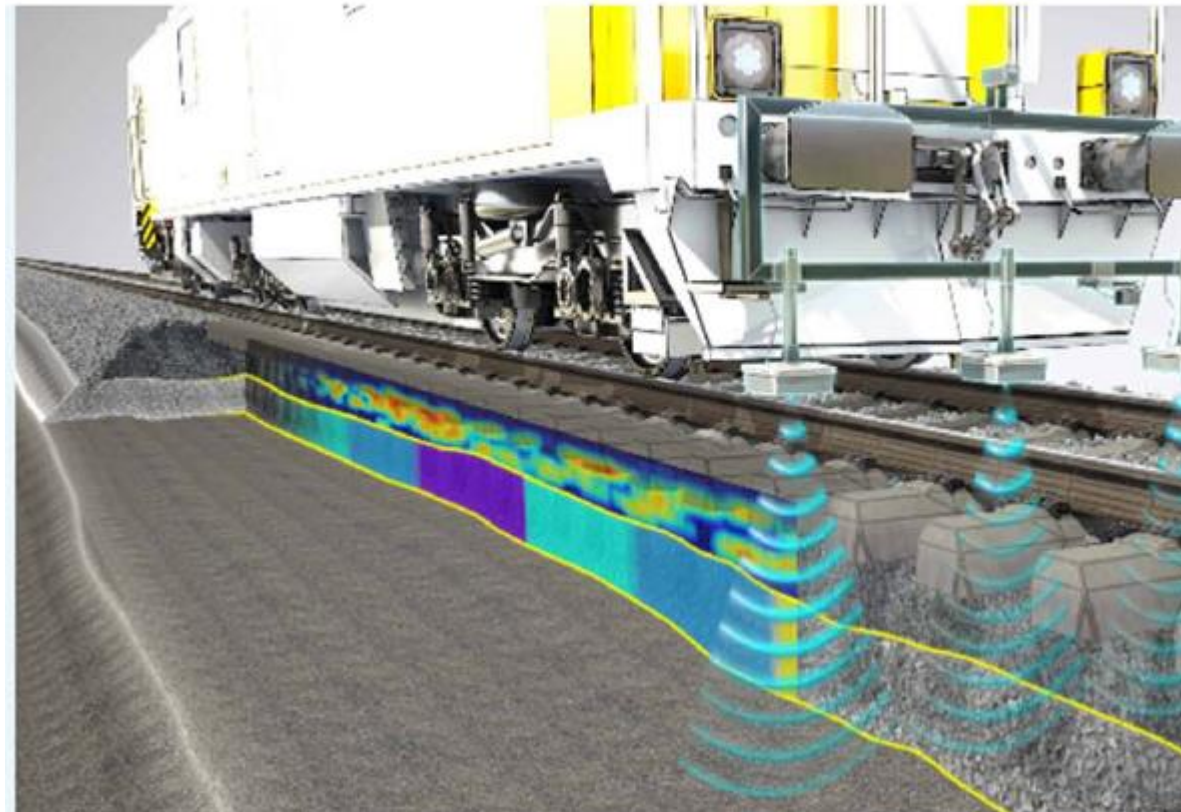
Punktwolken im Bestand

Reine Rohdaten aus der Multisensor Plattform (schwarz, keine Einfärbung)



Querschnitt

Hochgeschwindigkeits-Georadar

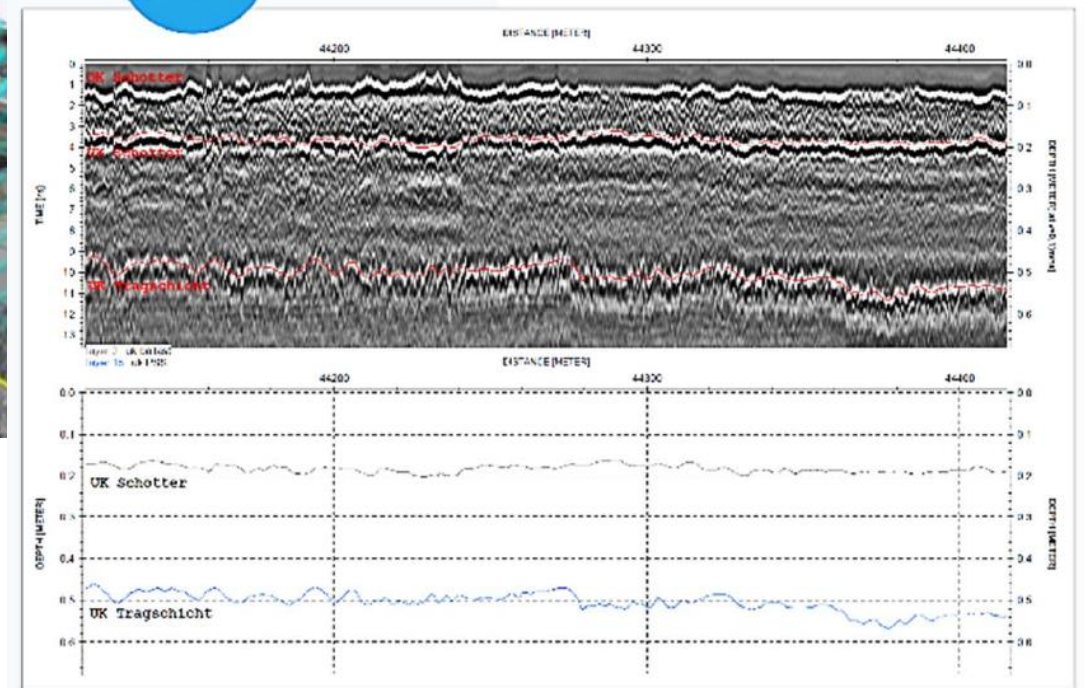


Quelle: Vortrag Hr. Lillie, ZIB-Forum am 24.05.2023

- Ermittlung von Schichtdicken (Vergleich SOLL Regelwerte)
- Test Leitungsbestand

Zugelassenes
Verfahren
bei den ÖBB

GROUNDCONTROL
Geophysik und Consulting GmbH



PSS-Schichtdickenmessung

Diskussion

Welche übergreifenden Bestandsinformationen existieren bereits?

Was ist in Bearbeitung?

Handlungsbedarfe für ZIB-Maßnahmen → Steckbrief für eine ZIB-Maßnahme (siehe Maßnahmensteckbrief)

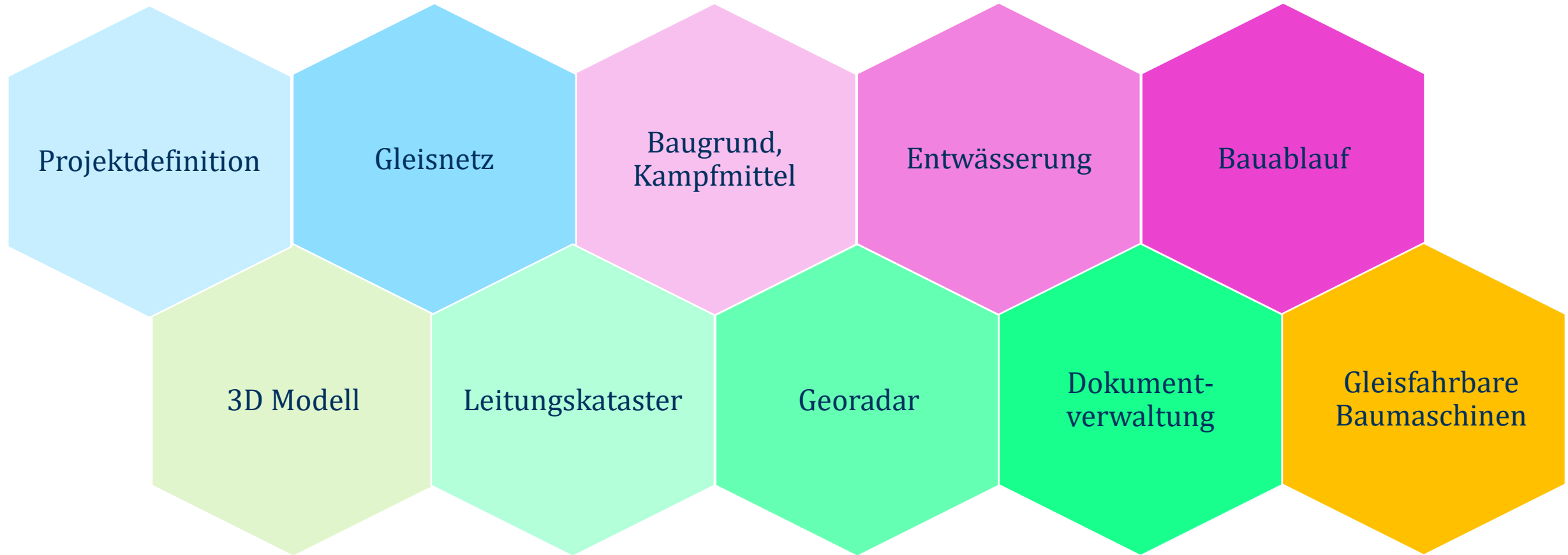
Regelmäßiges Monitoring & Statusberichte

Maßnahmeninhaber: Dr. Appelt / Hr. Fisher

<p>Bisherige Ergebnisse</p> <p>Gesamtbewertung</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Anforderung SOG-Verfahren wurde durch DB <u>InfraGO</u> Mitwirkung gestoppt - 4. Pilotierung: Strecke 3742 von Friedberg nach Hanau Hbf (Gleiserneuerung zw. Assenheim und Nidderau) <ul style="list-style-type: none"> - Baubeginn 25.08.25, AN Bau SPITZKE SE - BA 1: ca. 914 m Gleiserneuerung Fließbandverfahren mit Bettungsreinigung u. Großmaschinenteknik, Erneuerung 505 St Brückenbalken - BA 2: ca. 3.240 m Gleiserneuerung Fließbandverfahren mit Bettungsreinigung und Großmaschinenteknik, Neubau 712 m Schotterhaltung - Verfahren hätte stabilisiert werden können - Verfahren wurde durch DB <u>InfraGO</u> wegen Fokus SOG am 21.08.25 gestoppt (keine Finanzierung) - 5. Pilotierung Strecke ABS 46.2 „Falkenhahn“: <ul style="list-style-type: none"> - vsl. 1. Quartal 26 ist mit DB <u>InfraGO</u> abgestimmt - Umbau von 3 Weichen, PSS, Tiefenentwässerung - verschoben wegen fehlendem Baurecht - 6. Pilotierung HLK's <ul style="list-style-type: none"> - Gespräche SPITZKE, Bahnbau Gruppe, <u>Schweerbau</u>
<p>Besonderheiten & Risiken</p>	

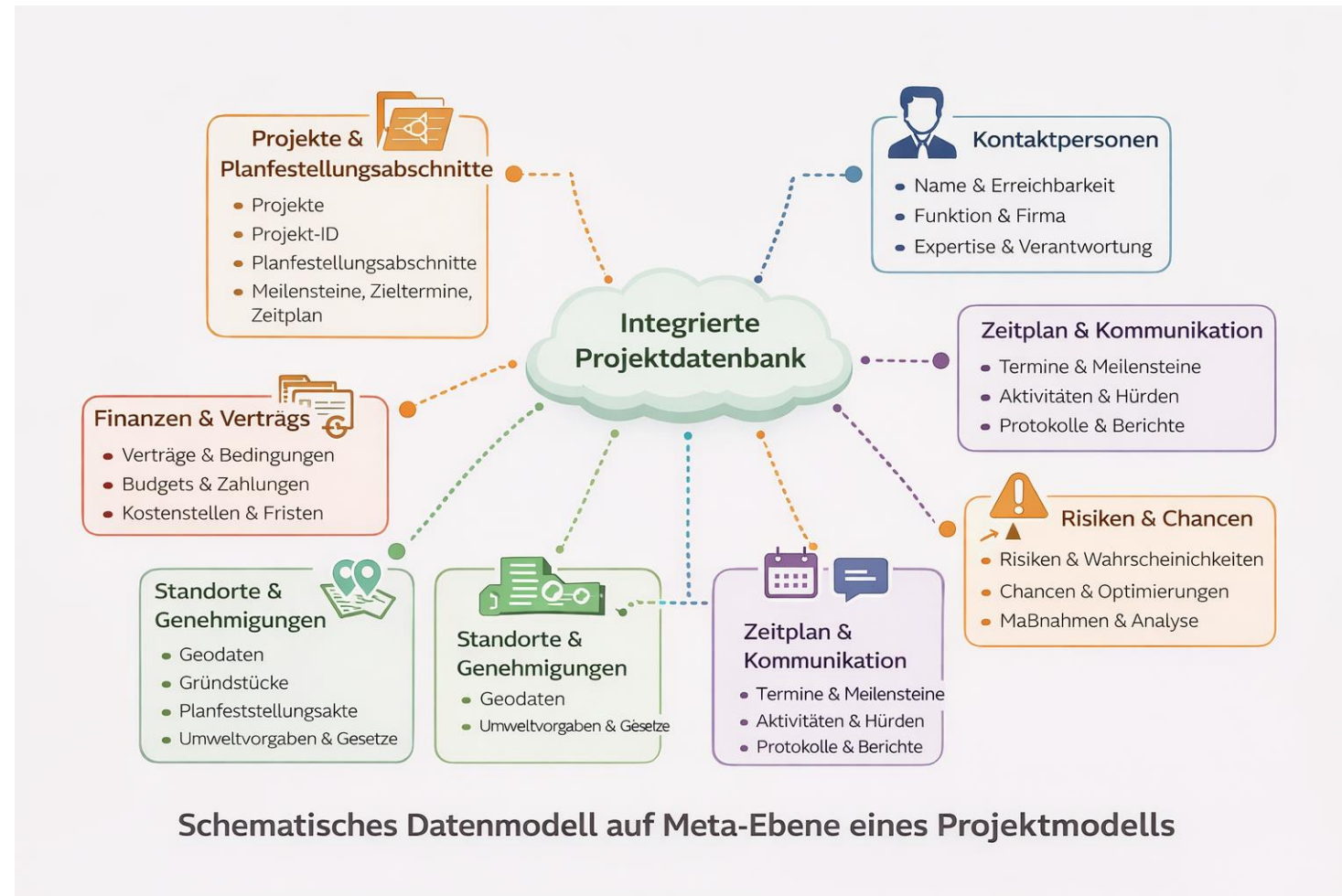
<p>Nächste Schritte</p>	<ul style="list-style-type: none"> - HLK Hamburg – Hannover mögliche Pilotierung Strecke: <ul style="list-style-type: none"> - Bauabschnitt ca. 30 km mit Bau ARGE (u.a. Wiebe, SPITZKE) in Abstimmung - Generalsanierung ABS38 <ul style="list-style-type: none"> - Erstellung Bestands- und Planungsmodell - Bauablauf und Logistikplanung mit Querbezug zur dig. Bauabrechnung (z.B. POS. Weichenerneuerung) - Schulungsangebot <ul style="list-style-type: none"> - Prozessbegleitende Schulungsangebote zur Unterstützung des Changemanagements
<p>Gegensteuerung und Unterstützungsbedarfe¹</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Weitere Pilotierung Strecke mit Einsatz SOG, <u>mobApp</u> durchführen damit Verfahren stabil laufen kann - Klärung eines offenen Echtzeit Datenzugang zu SOG (in der Richtlinie vorgeschriebenes Verfahren) - Digitale Freigabe einer kompletten digitalen Abrechnung - BÜW in Aufmaß- und Abrechnungsprozess einbeziehen

Parametrische Modelle für die Digitale Baustelle



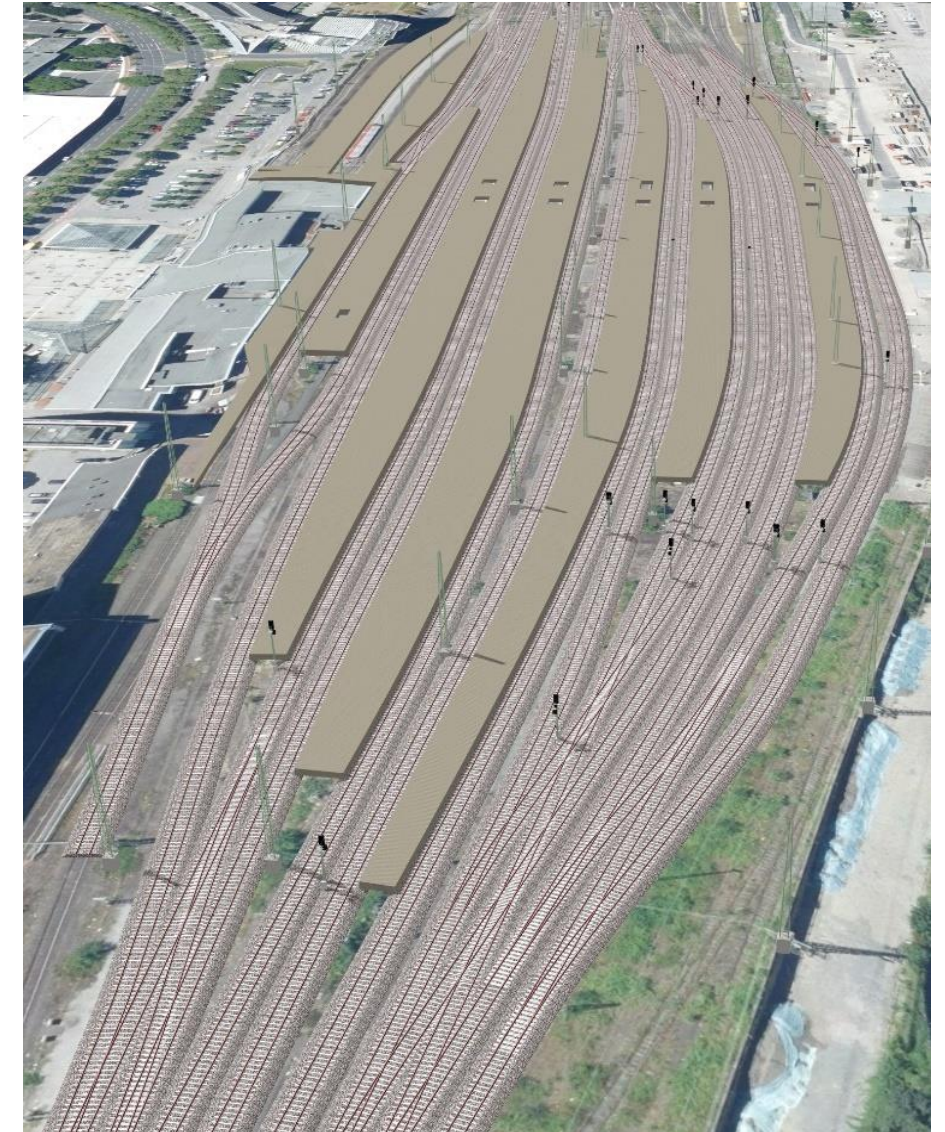
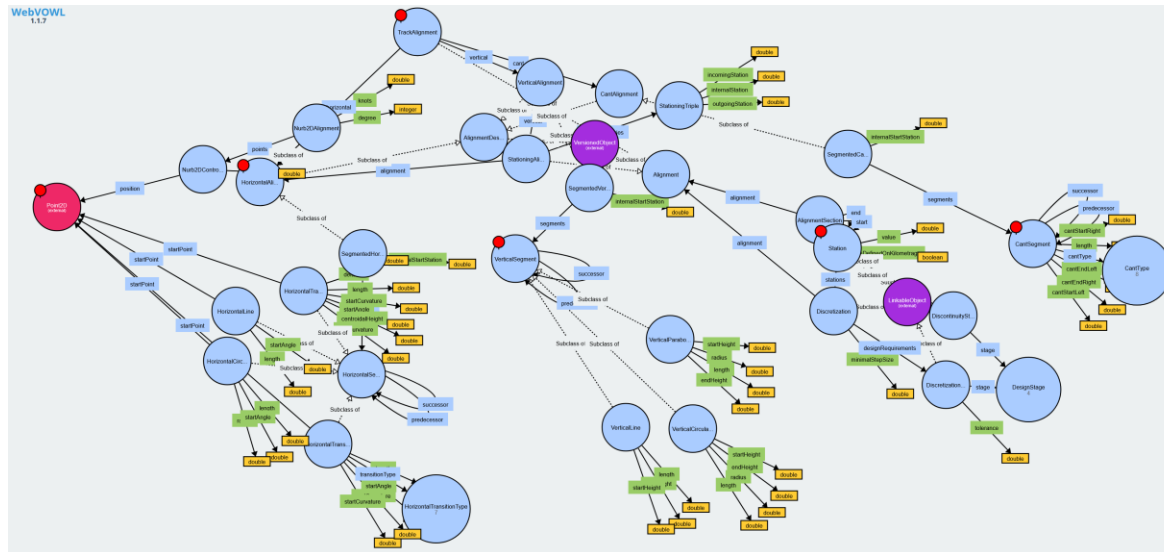
Parametrische Projektdefinition (Meta-Ebene)

- Projektparameter (Name, Beschreibung, Phase, etc.)
- Planfeststellungsabschnitte
- Kontaktpersonen
- Genehmigungen und Rechtsdokumente
- Vertragspartner
- Vertragsunterlagen (CDE)
- Ressourcenmanagement
- Finanz- und Zahlungsdaten
- Qualitäts- und Sicherheitsmanagement
- ...



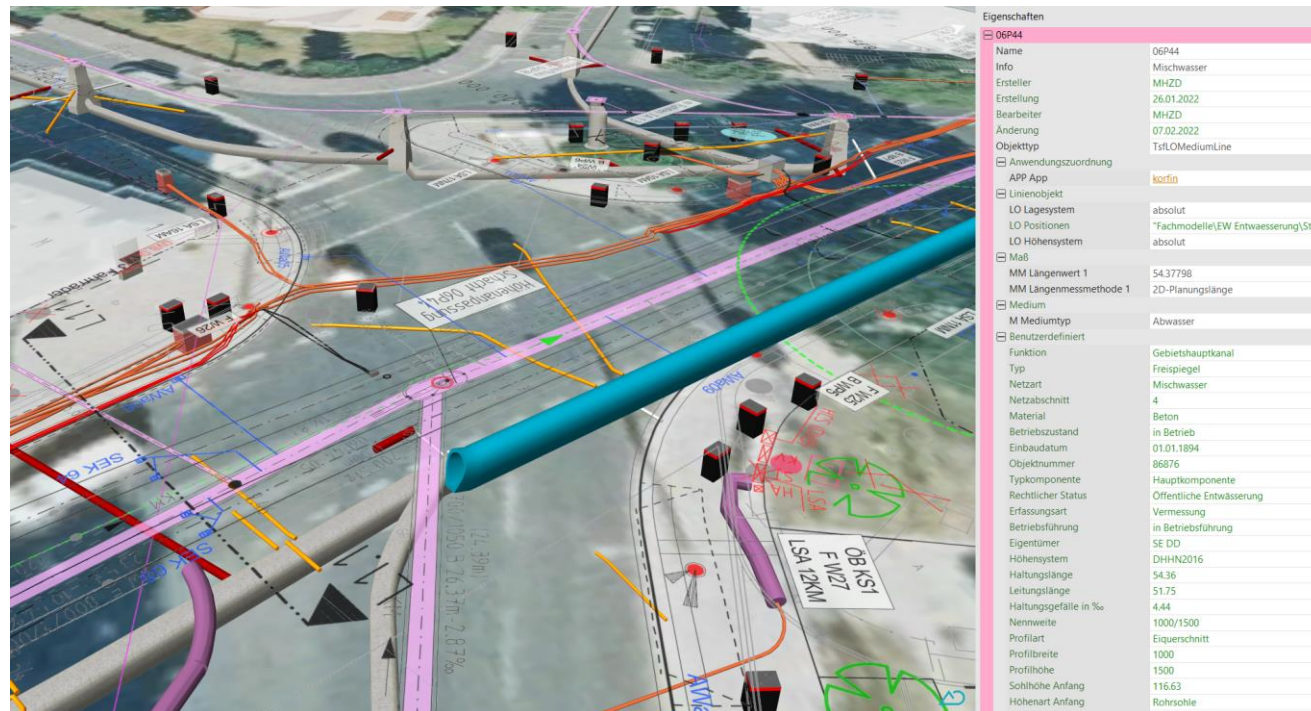
Parametrisches Modell für das Gleisnetz

- Alles hat Gleis-/Streckenbezug
- Grundlagenmodell Gleisnetz im Sinne der digitalen Baustelle erforderlich
- DZSF: „Bestandsanalyse zur Datengrundlage für ein digitales Schienennetz“ (Datenmodell für Gleisnetz, Interaktion)
- DZSF: „Digitale Karte der Eisenbahninfrastruktur“ (Themenblöcke und Handlungsempfehlungen)

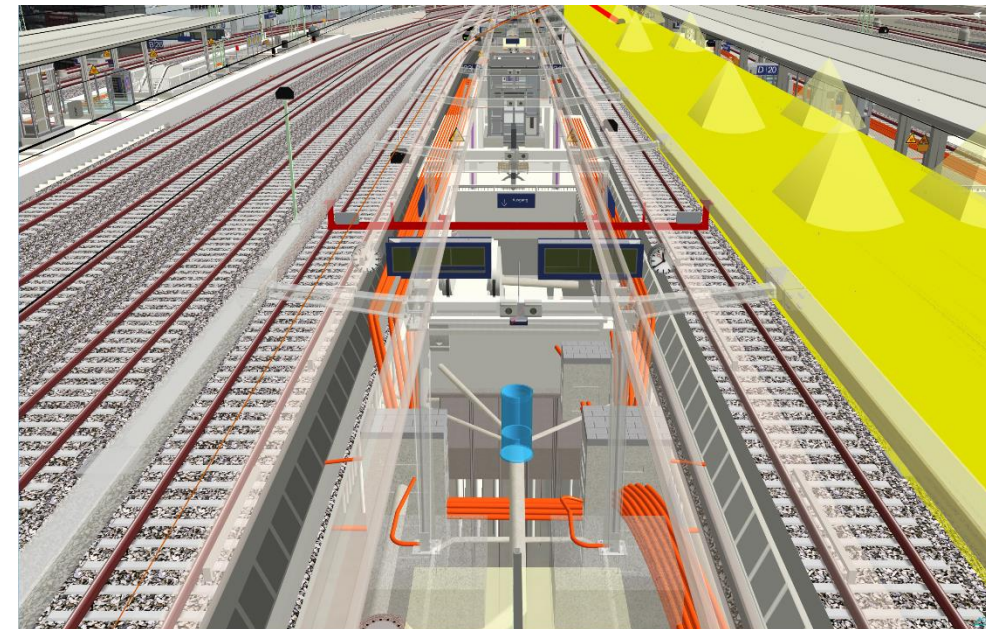


Parametrisches Modell für Leitungskataster und Entwässerung

- Knoten/Kanten-Modelle
- Wechselseitige Interaktion mit GIS-Leitungskatastern



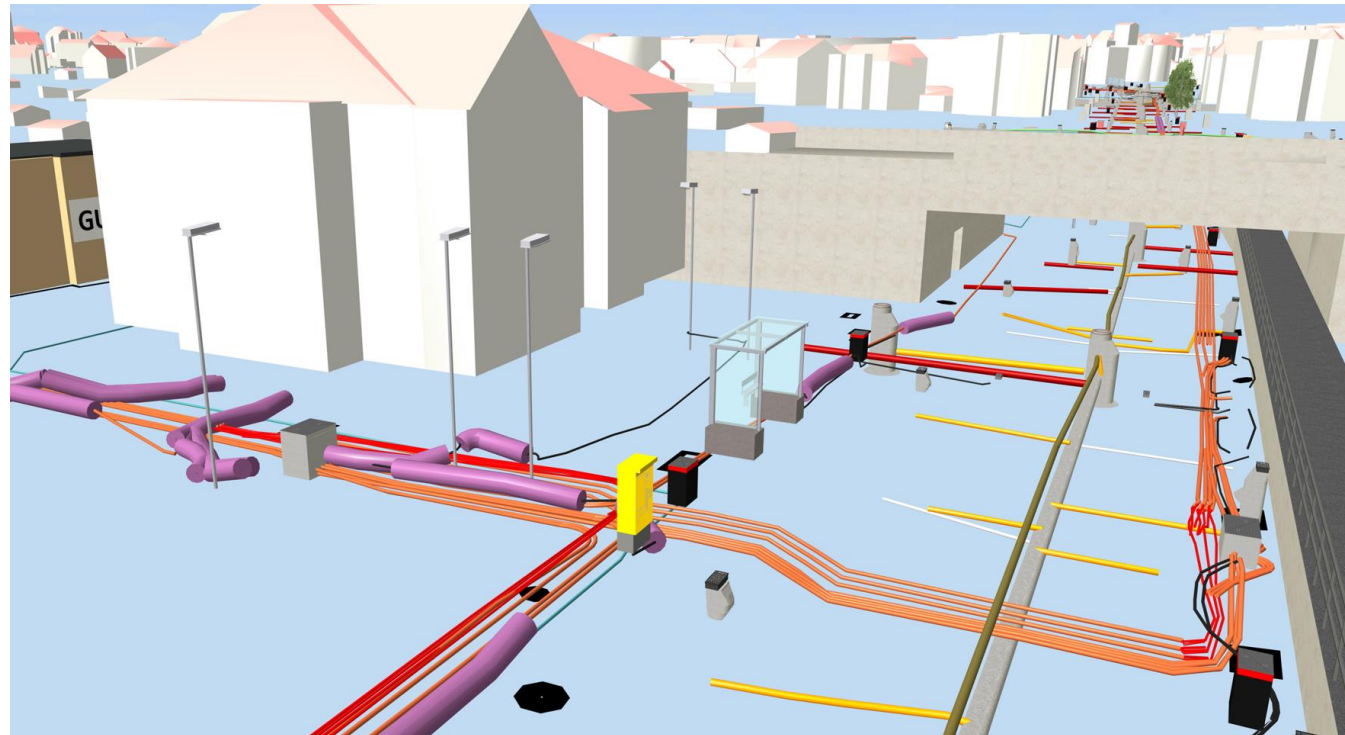
Quelle: Projektarbeit: DVB Oskarstraße in Dresden (A+S Consult & HTWD)



© Modell VST Dortmund, A+S Consult

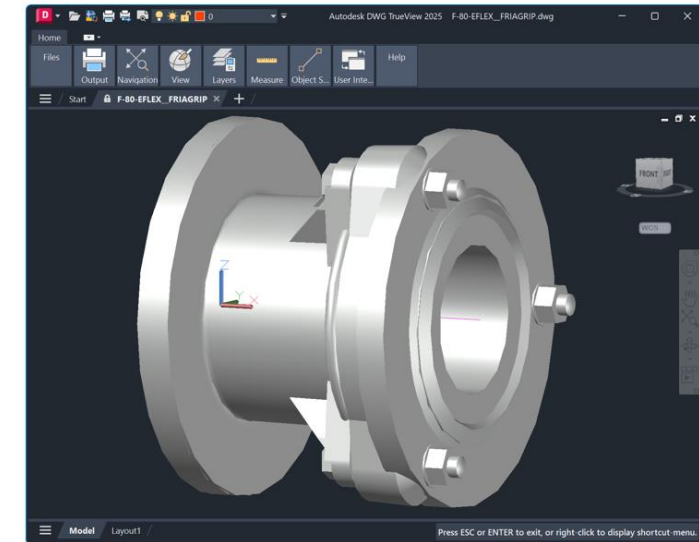
Parametrisches Modell für Leitungskataster und Entwässerung

Schlauchförmige Darstellung des Leitungsbestands
in Lage und Höhe

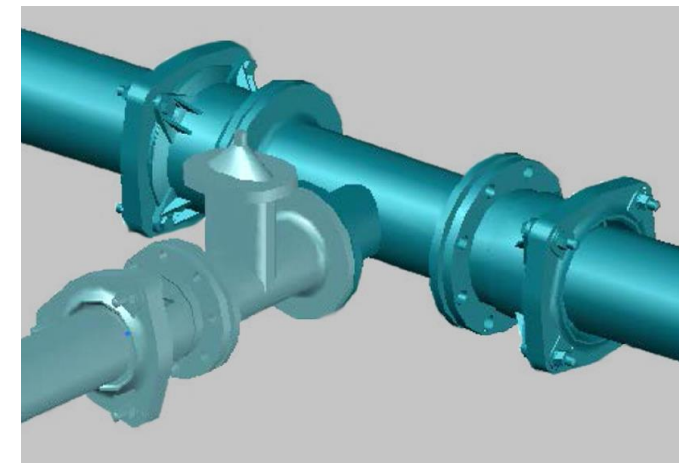


Quelle: Projektarbeit: DVB Oskarstraße in Dresden (A+S Consult & HTWD)

3D-Objektkataloge (frei verfügbare)



Quelle: CAD-Daten der Fa. Aliaxis Deutschland GmbH



Quelle: Diplomarbeit (A+S Consult & HTWD)

Parametrisches Modell für Baugrund

Nutzung der Ergebnisse des AK 2.14 DGGT

1. Das Fachmodell Baugrund
2. Entwicklungsstufen und Attribuierung des Fachmodells Baugrund
3. Anwendungsfälle des Fachmodells Baugrund
4. Rollenverteilung bei Erstellung, Fortschreibung und Nutzung des Fachmodells Baugrund
5. Vergleichende Untersuchung von Software zur Erstellung des Fachmodells Baugrund

Integration von Ergebnissen aus Bodenradarverfahren

März 2021

September 2021

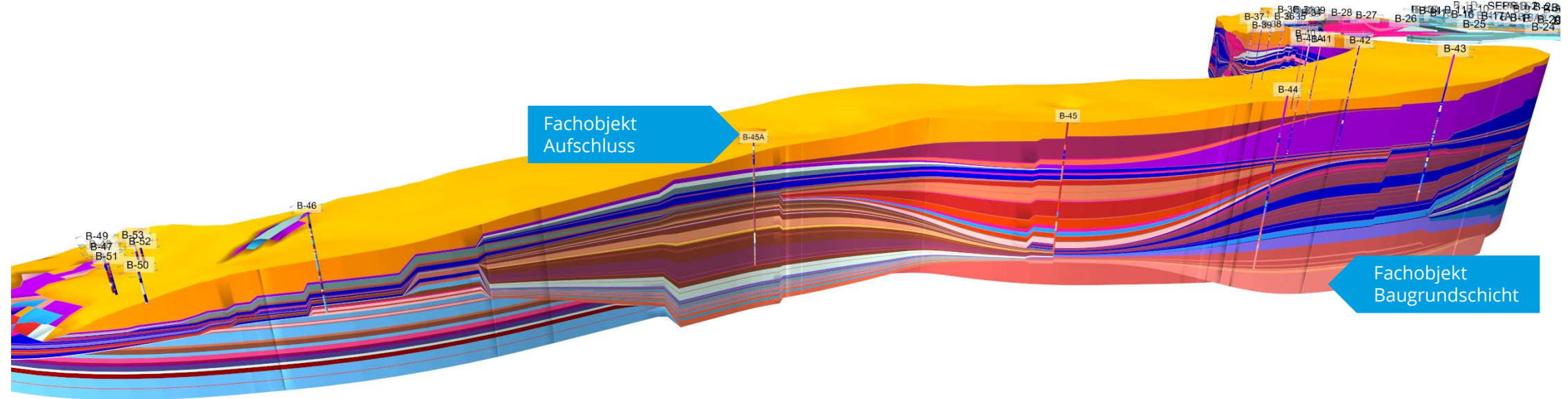
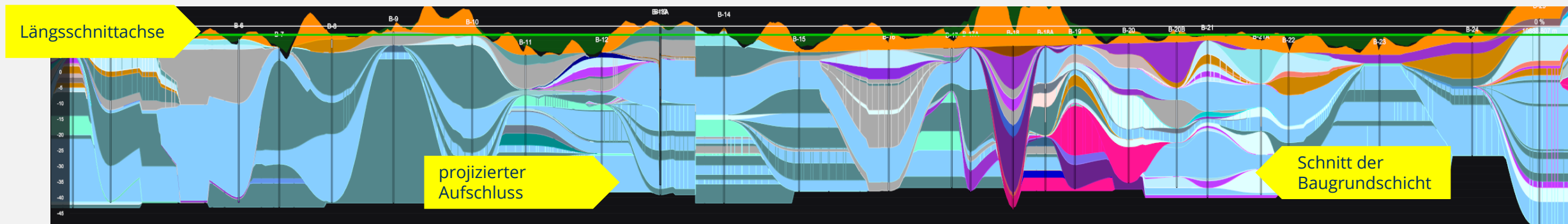
Juli 2022

Juni 2023

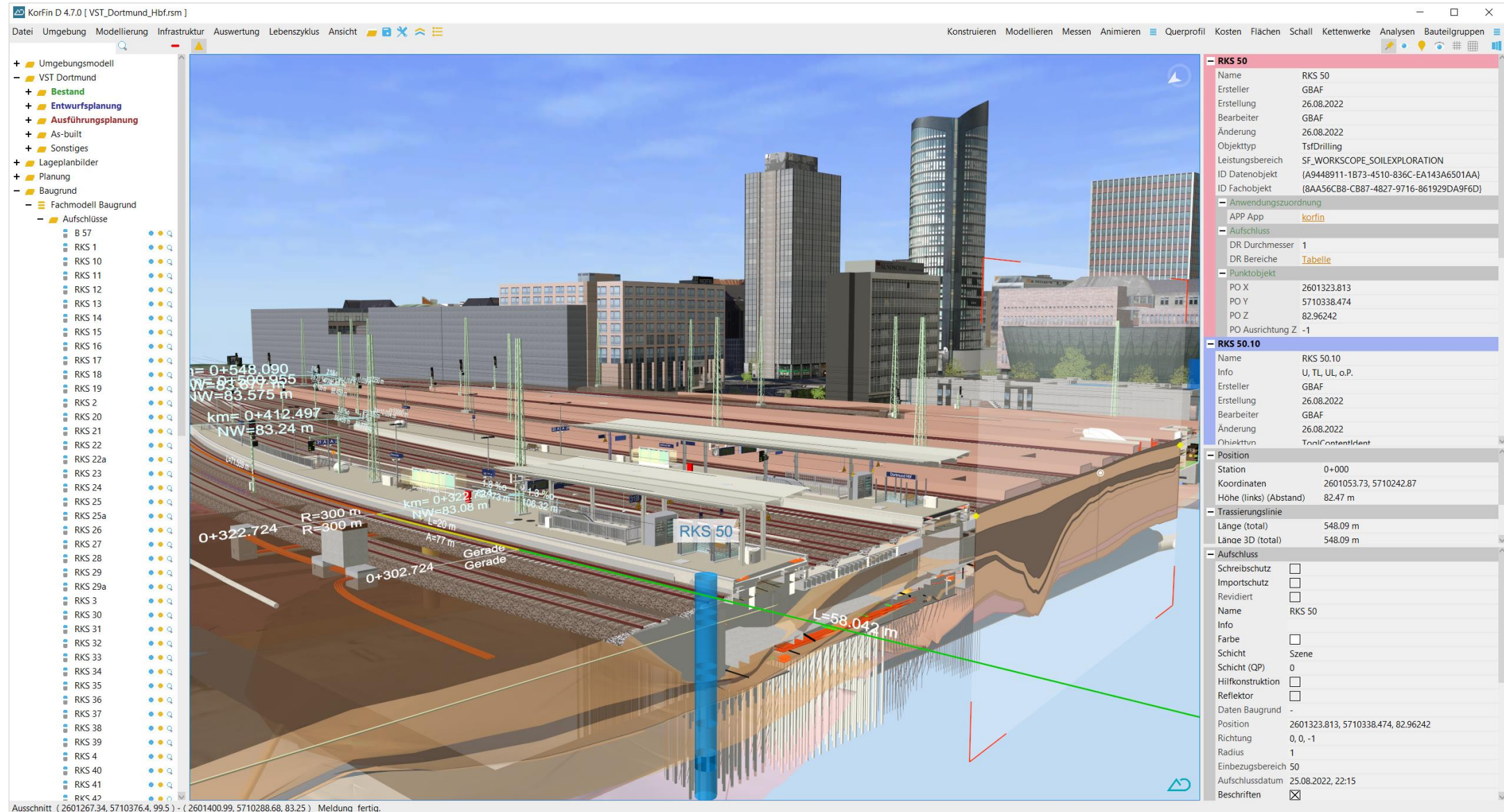
Oktober 2023



Generiertes Baugrundsichtenmodell und generierte Längs- und Querprofile entlang von Linien



Beispiel einer überlagerten Darstellung (Baugrund & Georadar)



Diskussion

Erstellung Bestandmodell Baugrund & Leitung

Überlagerung mit der Planung

Auswirkungen auf Bauablauf: Was ist zu priorisieren?

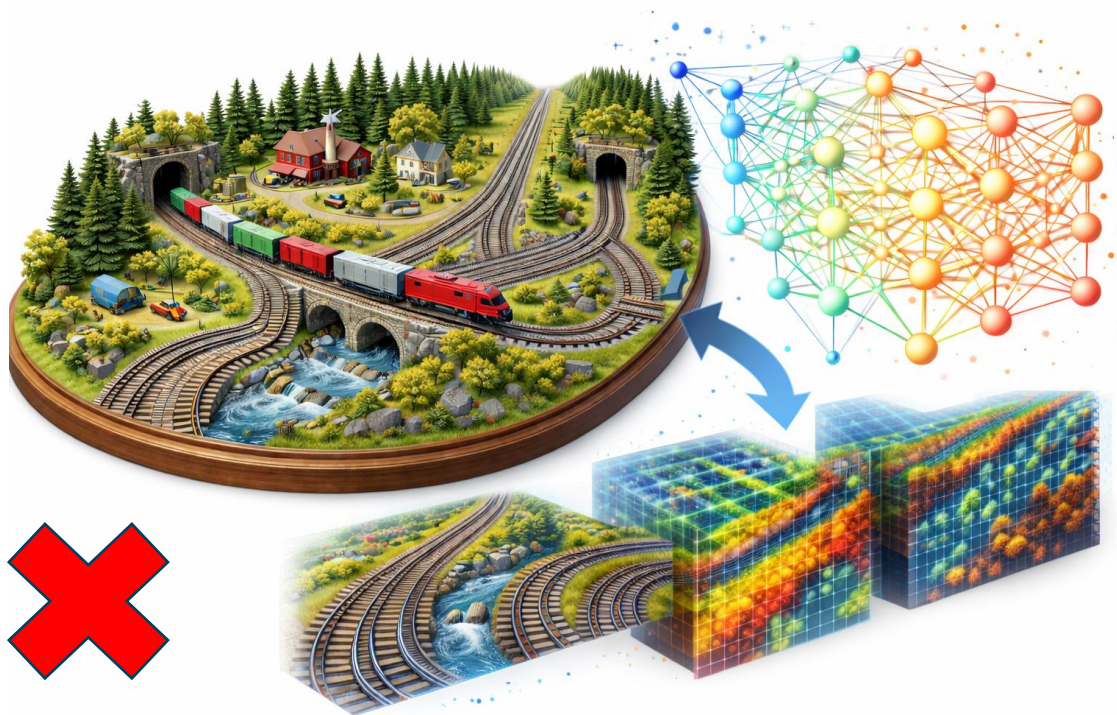
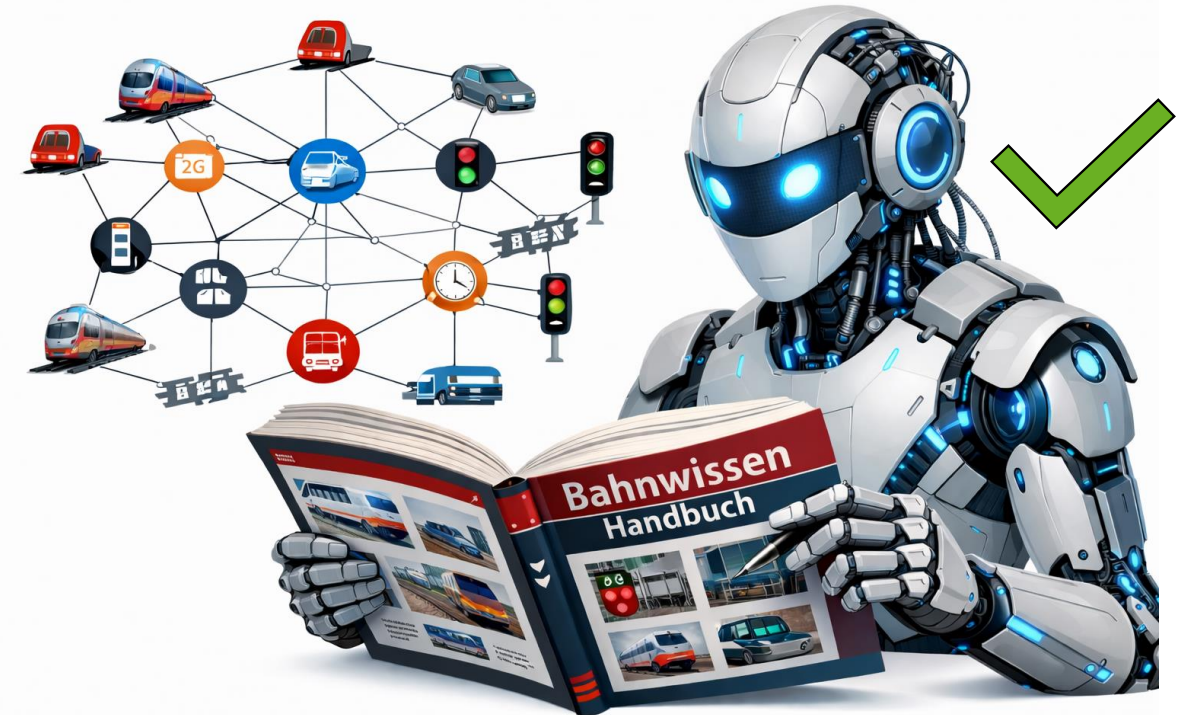
Welche Zusatzerkundungen sind notwendig?

Rückführung der Baustellsituation in den DT

Welche Unterstützung erwarten wir uns von der KI?

Ontologien: Die Handbücher für Künstliche Intelligenz

KI-Generierung nur nach Mustern bestehender Trainingsdaten führt oftmals zu fehlerhaften Ergebnissen.



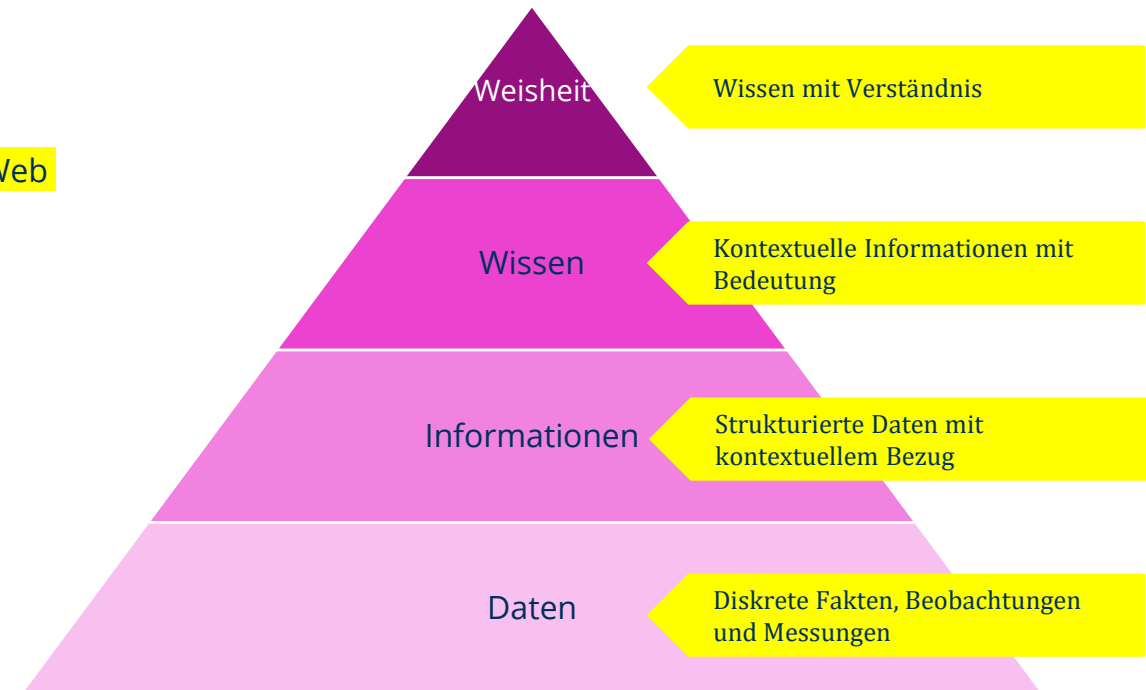
Fachwissen zu Bahn kann der KI in Form von logisch stimmigen Wissensgraphen zugeführt werden. Die KI kann diese Wissensgraphen interpretieren und Widersprüche werden gegen die Logik des Wissensgraphen geprüft.

Überführung der Parametrik in Wissensgraphen

In Graphen-Datenbanken werden **identifizierbare Objekte als Knoten** Node und Relationen wie **Verknüpfungen zu diesen Objekten als Kanten** Edge gespeichert. Knoten können identifizierbare Objekte oder Literale wie Strings, Zahlen sein. Manche Graphen-Datenbanken erlauben auch die eindeutige Identifizierung von Kanten und dazugehörige Anreicherung mit Attributen.

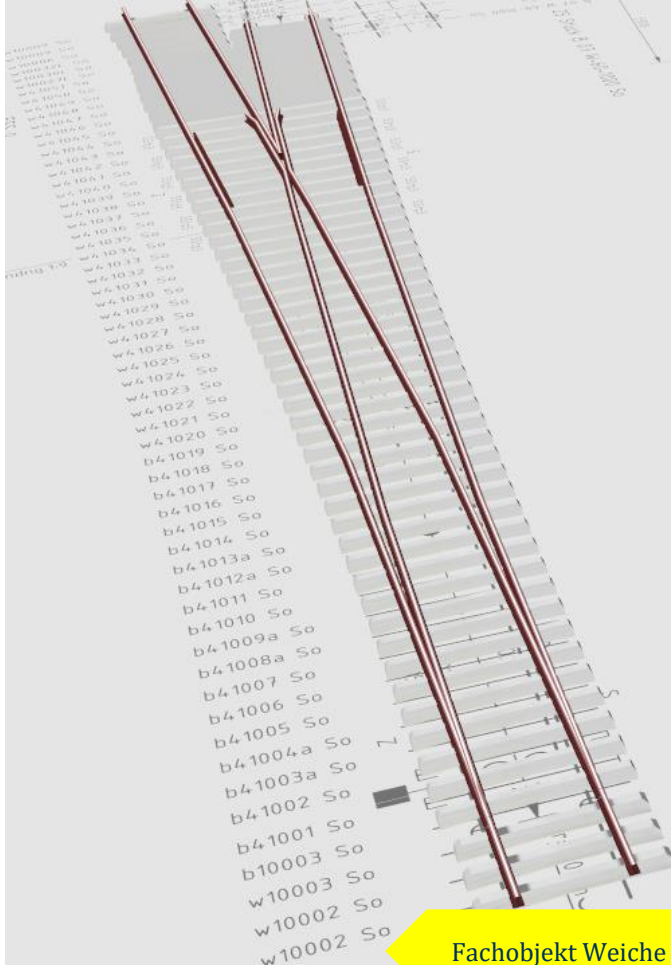


Graphen **speichern Daten, Informationen und Wissen**. Für die Informationsspeicherung hat sich das **Resource Description Framework** etabliert *RDF standardisiert nach W3C*. Für Wissensspeicherung wird die **Web Ontologie Language** verwendet *OWL standardisiert nach W3C*.



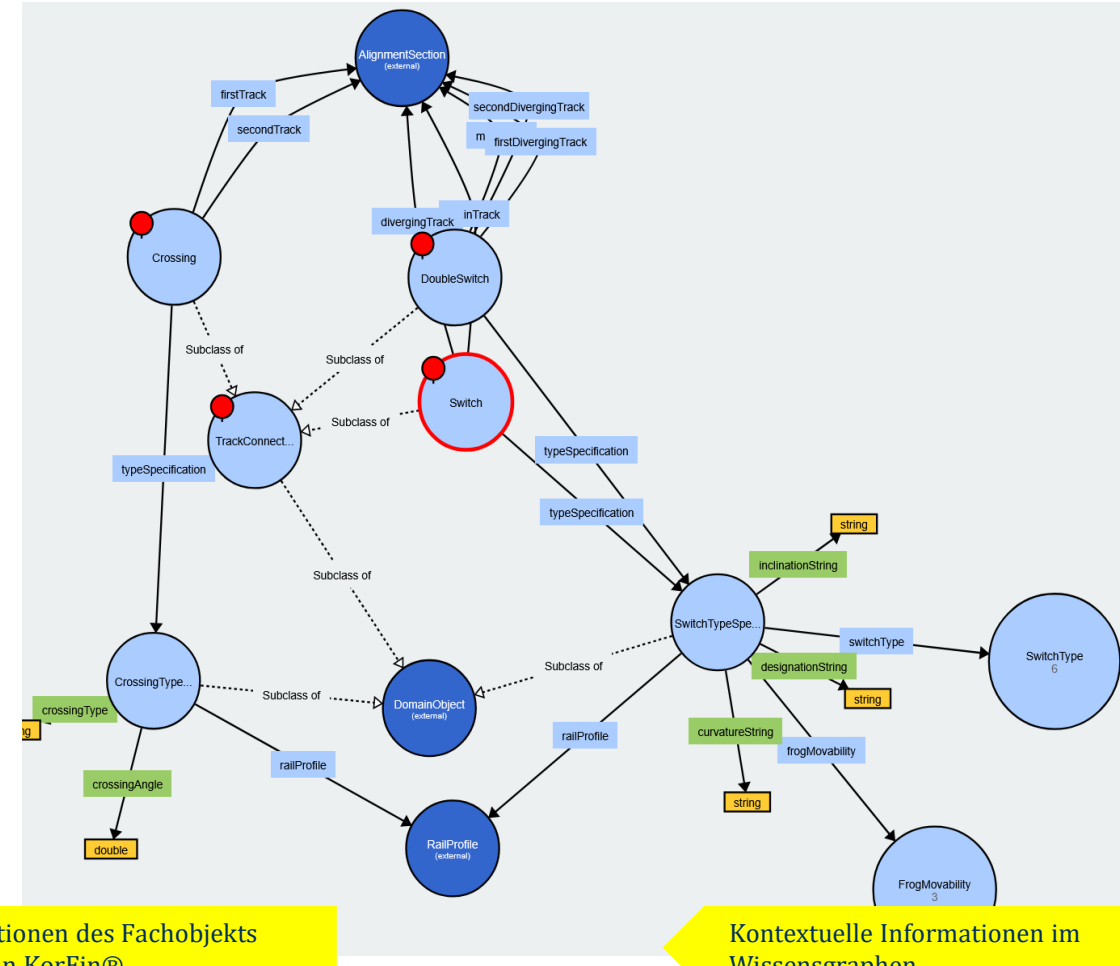
Ackoff 1989

Beispiel RDF-Graph für eine Weiche



Eigenschaften	
33W06	
Datenbank	
Name	33W06
Info	ABW 54-190-1:9
Korfin-Objektyp	TsfRailSwitch
ID Datenobjekt	{C165B2EE-4353-4562-BDA4-D6AFB967B320}
ID Fachobjekt	{2E6A9C42-4373-4B4D-A5BE-2054BC7E36ED}
ID Fachobjekt (Base64)	0kQfn2GtDBJQM_85lyVZRj
Anwendungszuordnung	
APP App	korfin
Zuständigkeiten	
CMPS Zuständigkeiten	Tabelle
Georeferenz	
GRF Lagesystem	DBREF Zone 4 (Rechtswert enthält Zone)
GRF Geoverschiebung	4538000 5848000 0
Weiche	
RS Weichentyp	einfache Weiche
RS Weichenform	IBW/ABW 190
RS WA Stamm X	4531301.13638
RS WA Stamm Y	5856984.30603
RS WE Stamm X	4531317.72427
RS WE Stamm Y	5856962.6995
RS WA Stamm Station	74+222.92
RS WE Stamm Station	74+195.78
RS WA Zweig X	4531301.13638
RS WA Zweig Y	5856984.30603
RS WE Zweig X	4531319.08756
RS WE Zweig Y	5856963.94512
RS WA Zweig Station	74+222.92
RS WE Zweig Station	74+195.78
RS Abstand Weichenschwelle	0.63
RS Stammgleis	WNS Gleis3
RS Zweiggleis	WNS AbzwW6
	O SCHWELLE5200

Fachobjekt Weiche in KorFin®

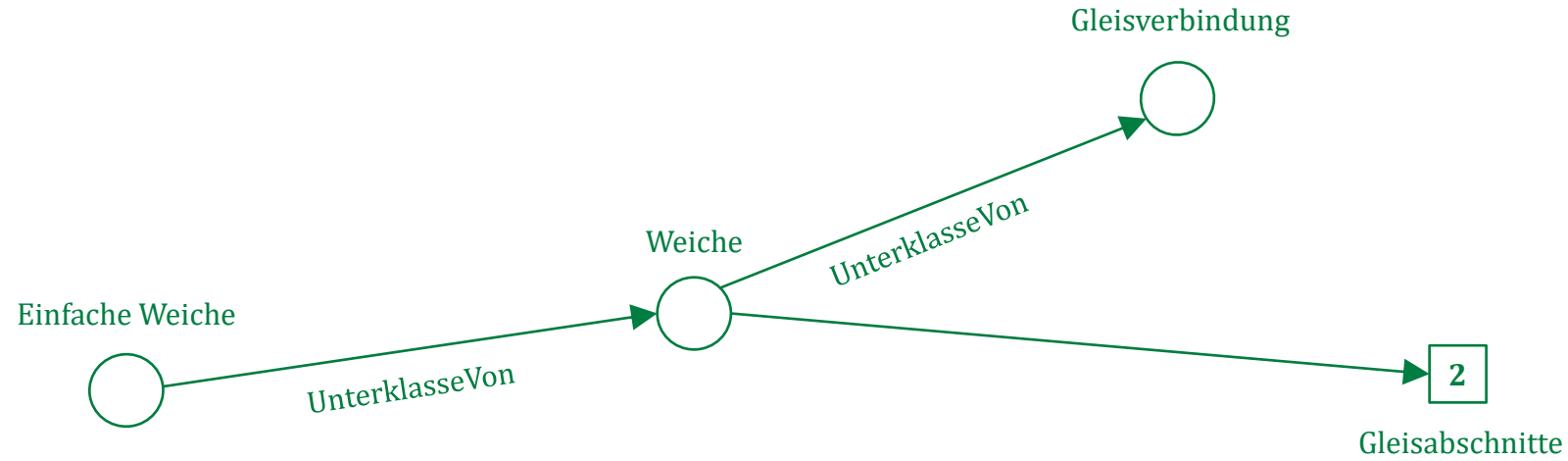


Informationen des Fachobjekts Weiche in KorFin®

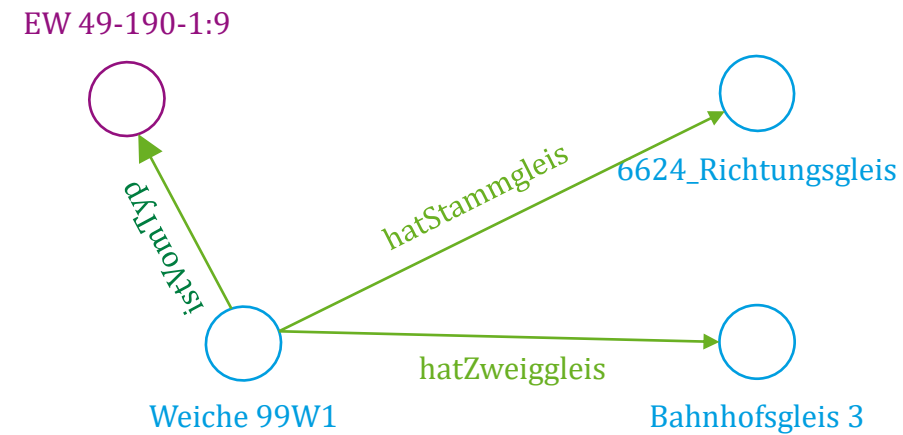
Kontextuelle Informationen im Wissensgraphen

Ontologie

TBox



ABox



Diskussion

Beispielanfragen auf Baustelle und Modell

Wo kann die KI auf der Baustelle unterstützen?

Welches Fachwissen benötigt die KI?

Zusammenfassung und Nächste Schritte

- Ontologiebasierte Projekt-Plattform
- Parametrische Modelle für Gleisnetz, Leitungskataster und Baugrund
- GIS basierter OnlineViewer für Leitungsbestand (2D)
- BIM basierter OnlineViewer für tagesaktuelle Baustelle (3D)
- AR Georeferenzierung der BIM/GIS Daten zur direkten Überlagerung auf Baustelle mit Smartphone
- Analysen zu Aufnahme und automatisierter Weiterverarbeitung der Bodenradarverfahren
- Visuelle Überlagerung von Punktwolken aus Bodenradarverfahren, Befliegungen/Befahrungen und BIM-Modellen

