

Automatisierte Fahrweginspektion

Von der Messung zum
Anlagenmanagement

Erik Pinter, ÖBB-INFRA

Wir planen, bauen, betreiben und erhalten Eisenbahninfrastruktur

18.374
Mitarbeiter:nnen
(davon 1.766 Lehrlinge)



6.375 Züge täglich
164 Mio.
Zugkilometer pro Jahr

300 Mio.
Fahrgäste

1.033
Bahnhöfe und Haltestellen

Klimaschutz:
Strom aus
8 Wasserkraftwerken

4.935 Kilometer
Strecke

7 Güterzentren und
Terminals



67 Bahnen
am Netz

3 Mrd. Euro
Investitionen pro Jahr*

31 Mrd. Euro
Bilanzsumme

3,5 Mrd. Euro
Gesamterträge

-15,7 Mio. Euro
Ergebnis vor Steuern (EBT)

Wir planen, bauen, betreiben und erhalten Eisenbahninfrastruktur



Sicherstellen der Verfügbarkeit, der Sicherheit und des wirtschaftlichen Betriebs von Anlagen



Inspektion,
Wartung,
Entstörung,
Instandsetzung
und Reinvestition
am & um das
Schienennetz



Professionelle,
eisenbahnspezifische
Baudienstleistungen

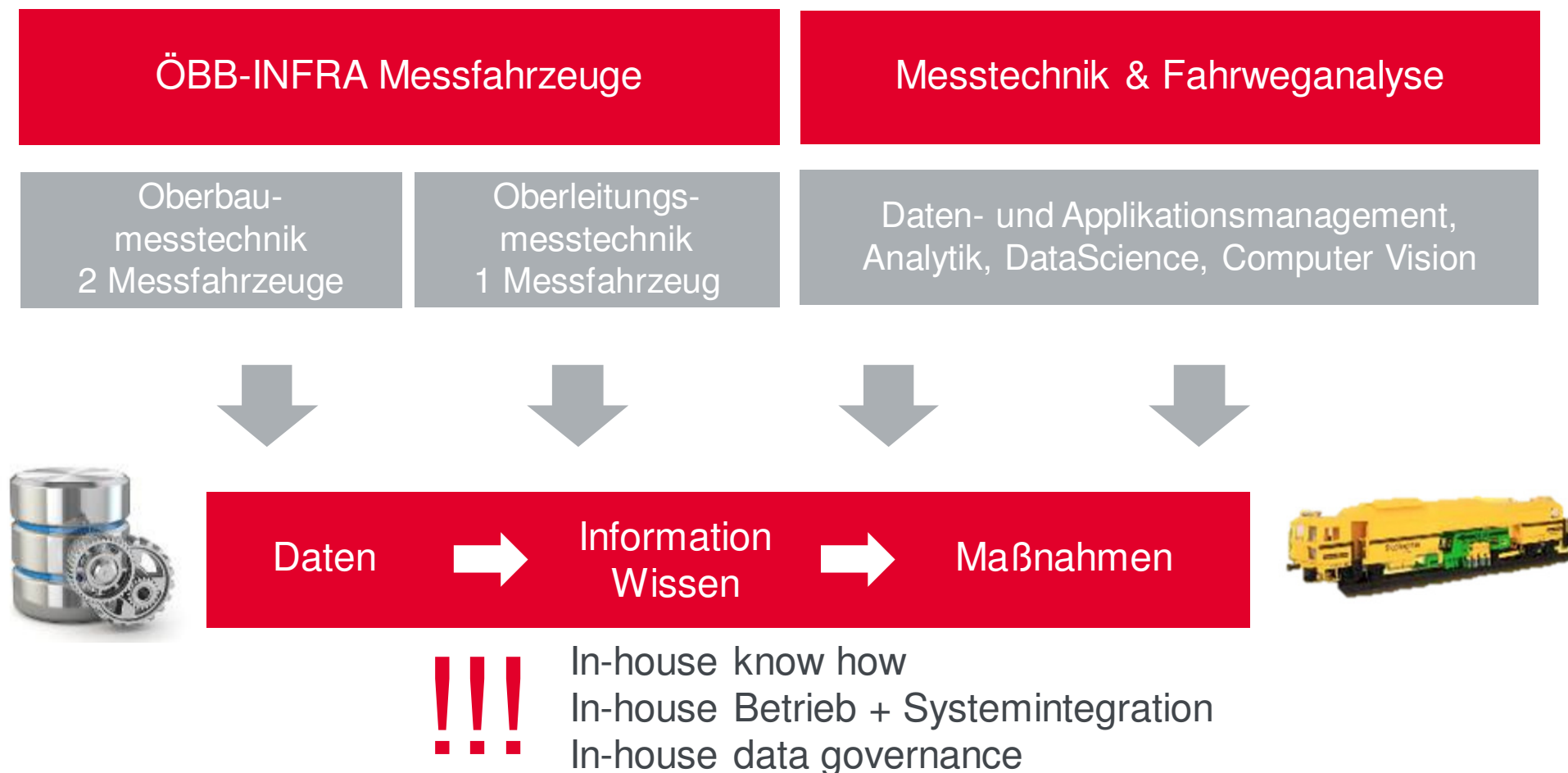
Management
von
komplexen
Investitions-
projekten

Lifecycle-
Management



4

Fahrwegtechnik / Messtechnik & Fahrweganalyse



Die Messfahrzeuge im Instandhaltungsprozess



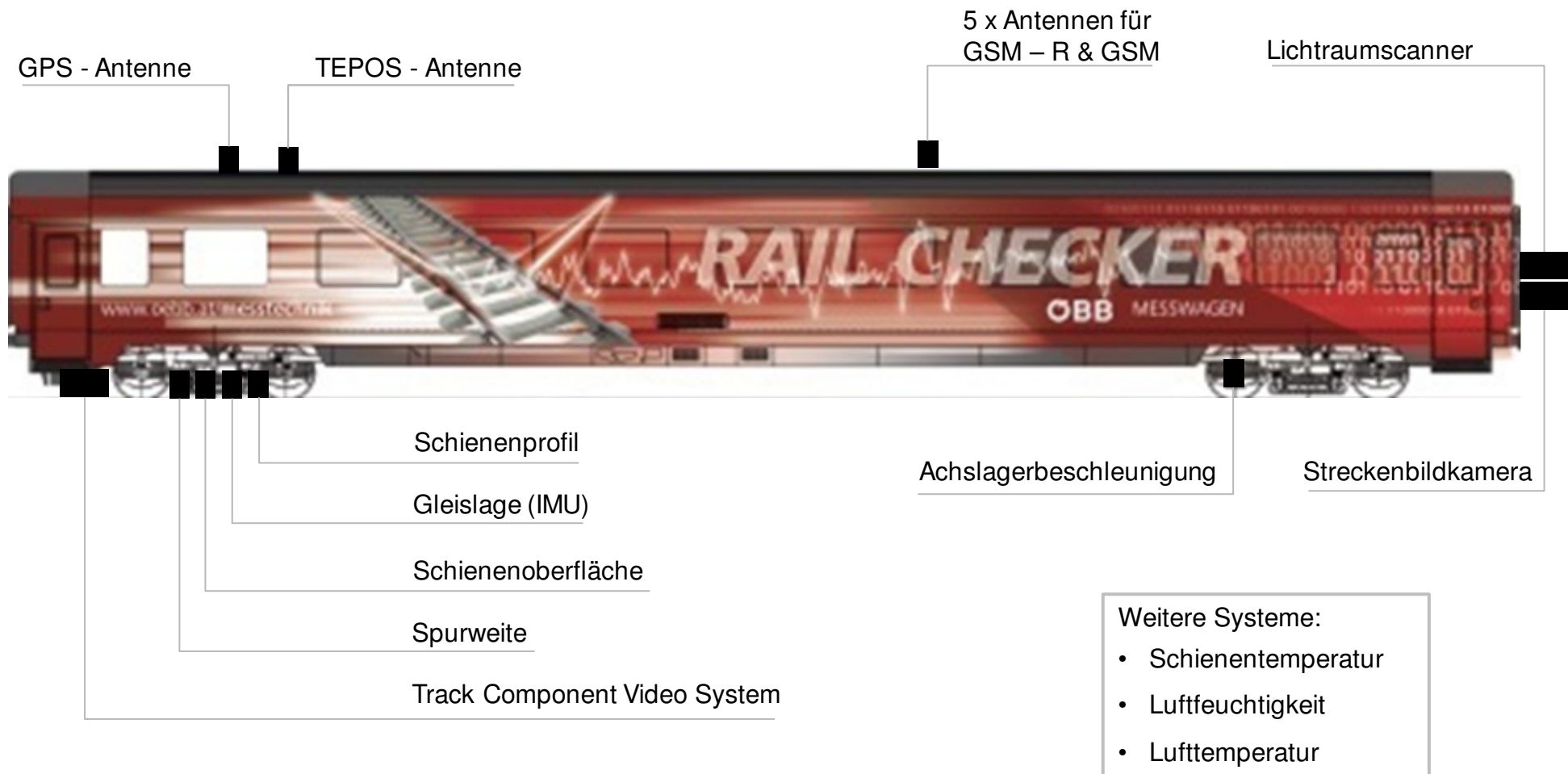
DATEN...

... um den aktuellen Zustand des Fahrwegs zu verstehen, das künftige Verhalten vorherzusagen und entsprechende Maßnahmen ableiten zu können

Daten aus Messzügen

... konsistent, seit über 20 Jahren

EM250 - Messlandschaft



PE(0

ToDo: zu einer FOLIE macher

Pinter Erik (INFRA.SAE); 2023-05-07T18:31:22.258

EM160 WZ - Messlandschaft



EM160 WZ



EM160 / EM250 Messdaten

ÖBB-Messzüge (~20 Jahre Daten)

alle 5 Millimeter

- Schienenoberfläche

alle 25 Zentimeter

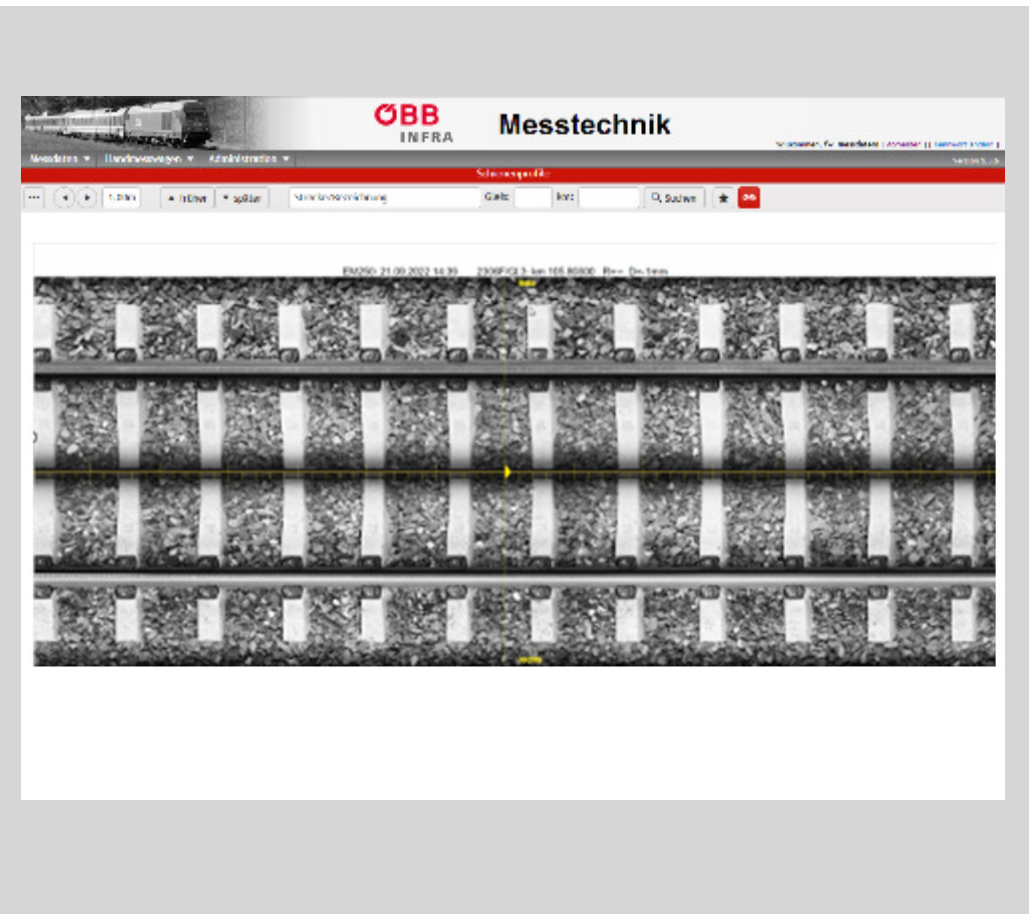
- Gleisgeometrie
- Spurweite
- Lichtraumscanner (3,000 Punkte / Profil)
- Streckenbilder

alle 1.00 Meter

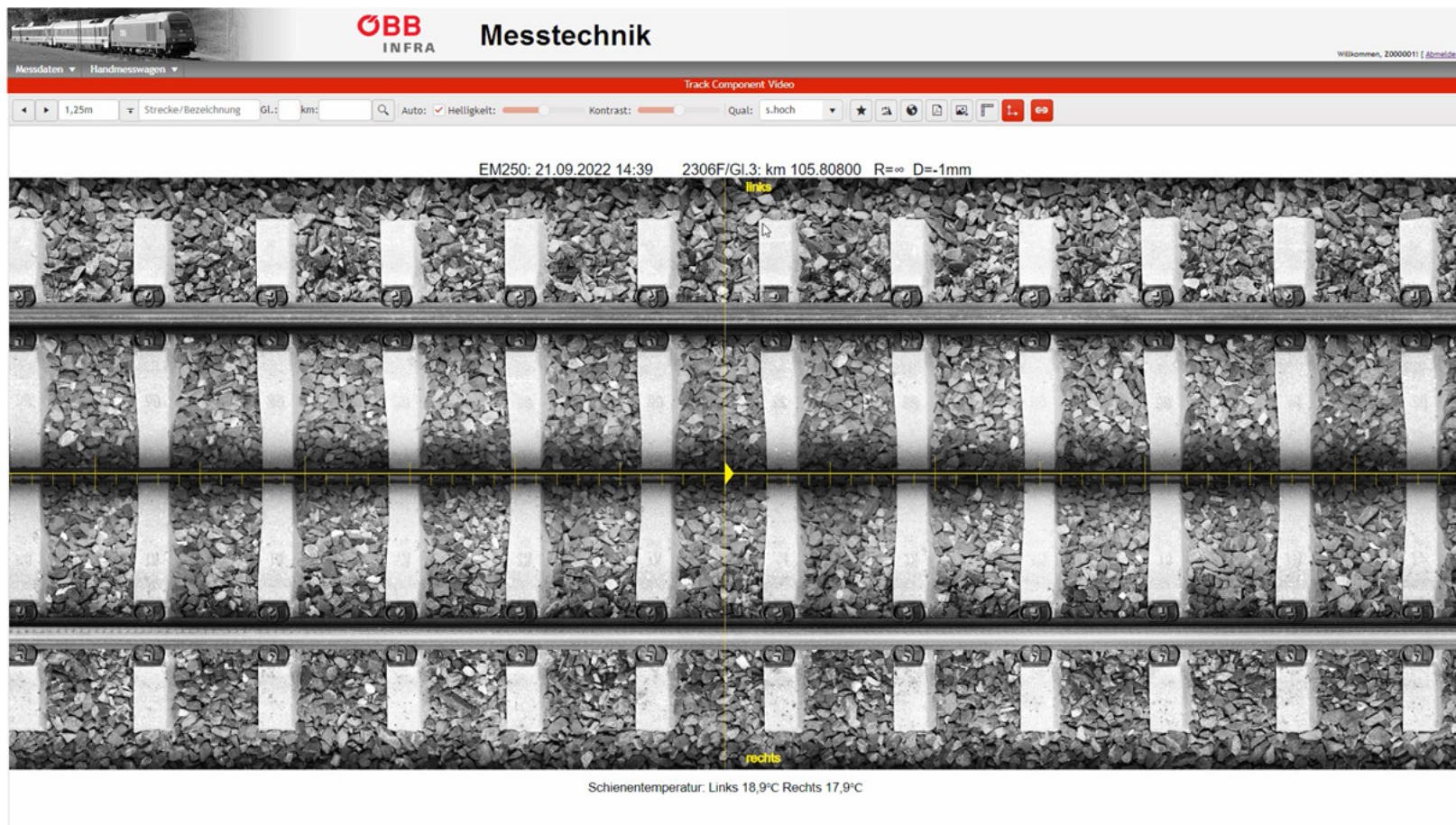
- Schienenprofil (2,000 Punkte / Profil)
- Schienenabnutzung

kontinuierlich

- TrackComponentVideo (mm-Auflösung)



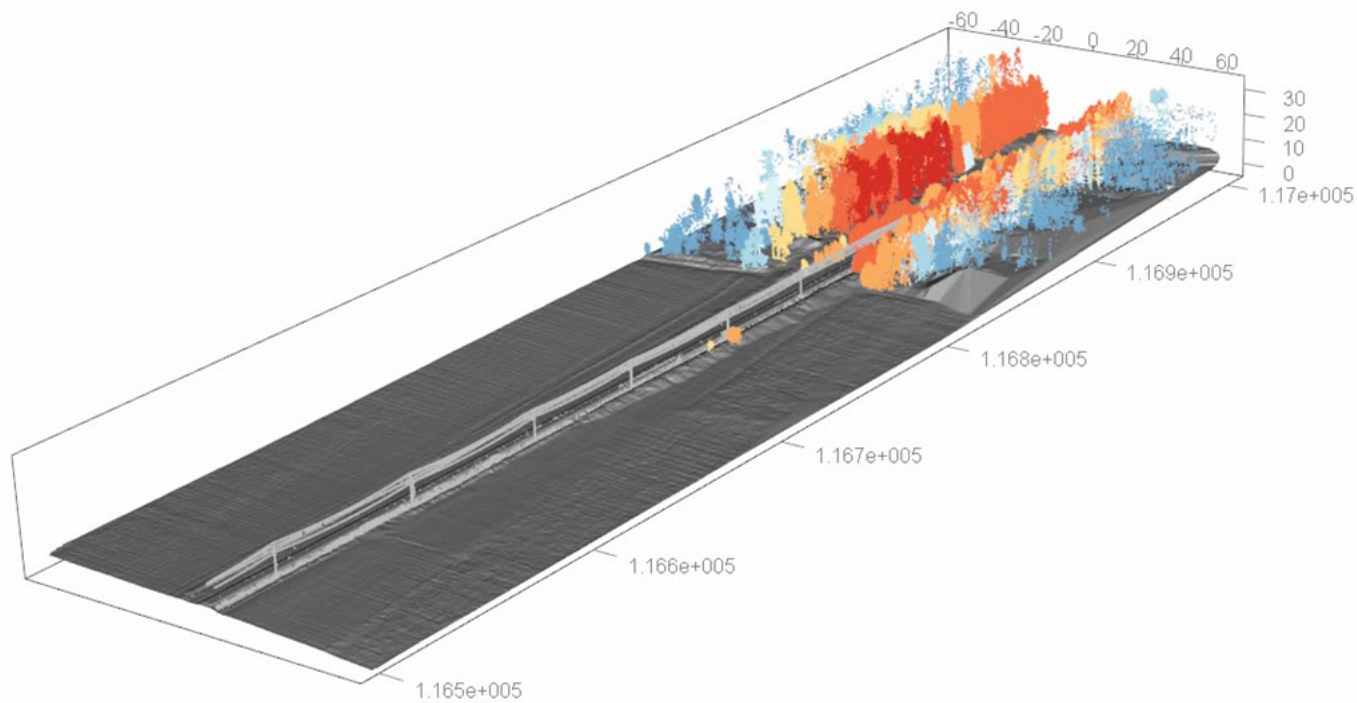
Track Component Video



PE(0

VIDEO

Pinter Erik (INFRA.SAE); 2023-05-06T19:42:54.645



Weitere Daten im Anlagenmanagement

Georadar

- ~ 1000 km / Jahr
Feuchtigkeit, Schotterverschmutzung,
Schichtgrenzen, Planungsneigung,...

Ultraschall- / Wirbelstrommessungen

- ~ 11.000 / 6.500 km / Jahr

Anlagen Daten

- Schienen / Schwellen / Unterbau / ...

Maschineneinsätze

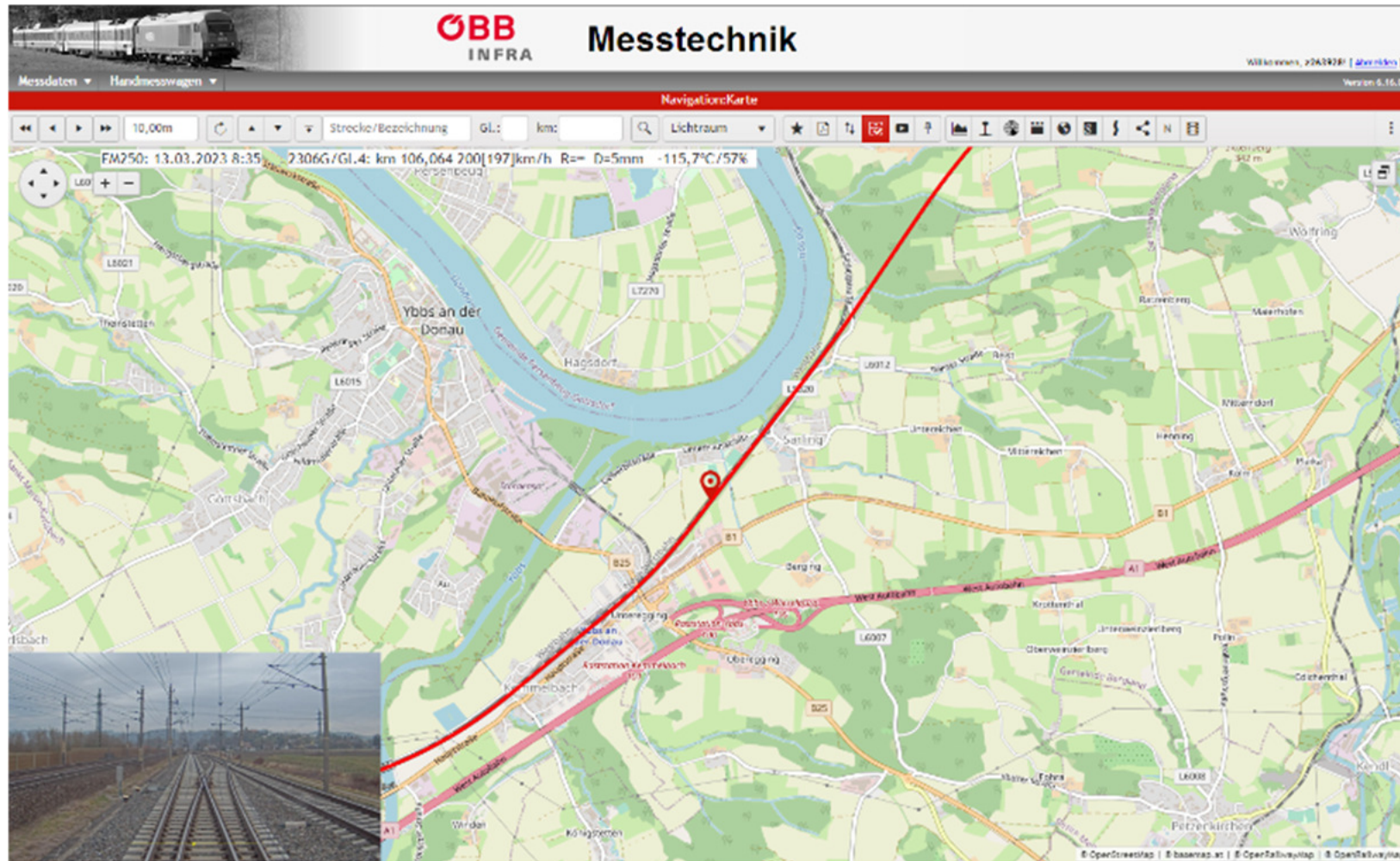
- Stopfen, Schleifen, Fräsen, AHM/REI-Einsätze,...



Messtechnik-Applikation / NATAS...

*... zentrale Bereitstellung aller
Messtechnik-Daten als Grundlage für
die Maßnahmenplanung im Fahrweg
messtechnik.oebb.at*

Messtechnik-App / NATAS inkl. SmartSync



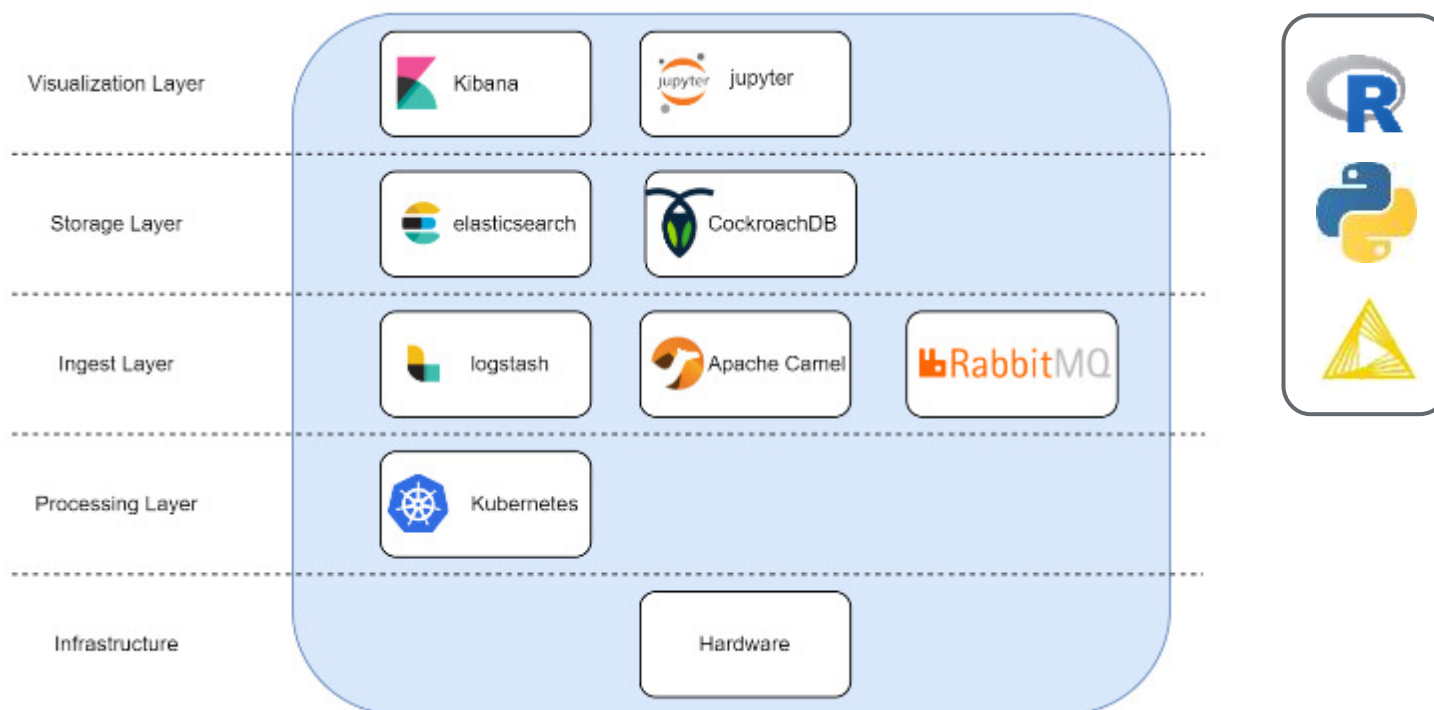
PE(0

VIDEO

Pinter Erik (INFRA.SAE); 2023-05-06T19:42:54.645

„DataScienceHub“...

*... Services für Speicherung, Analyse
and Verarbeitung von Daten
basierend auf Open Source Tools*



Saubere Daten...

*... mit gemeinsamen geografischen
Eigenschaften, über alle Datenquellen*

Georeferenz-Gleisnetz

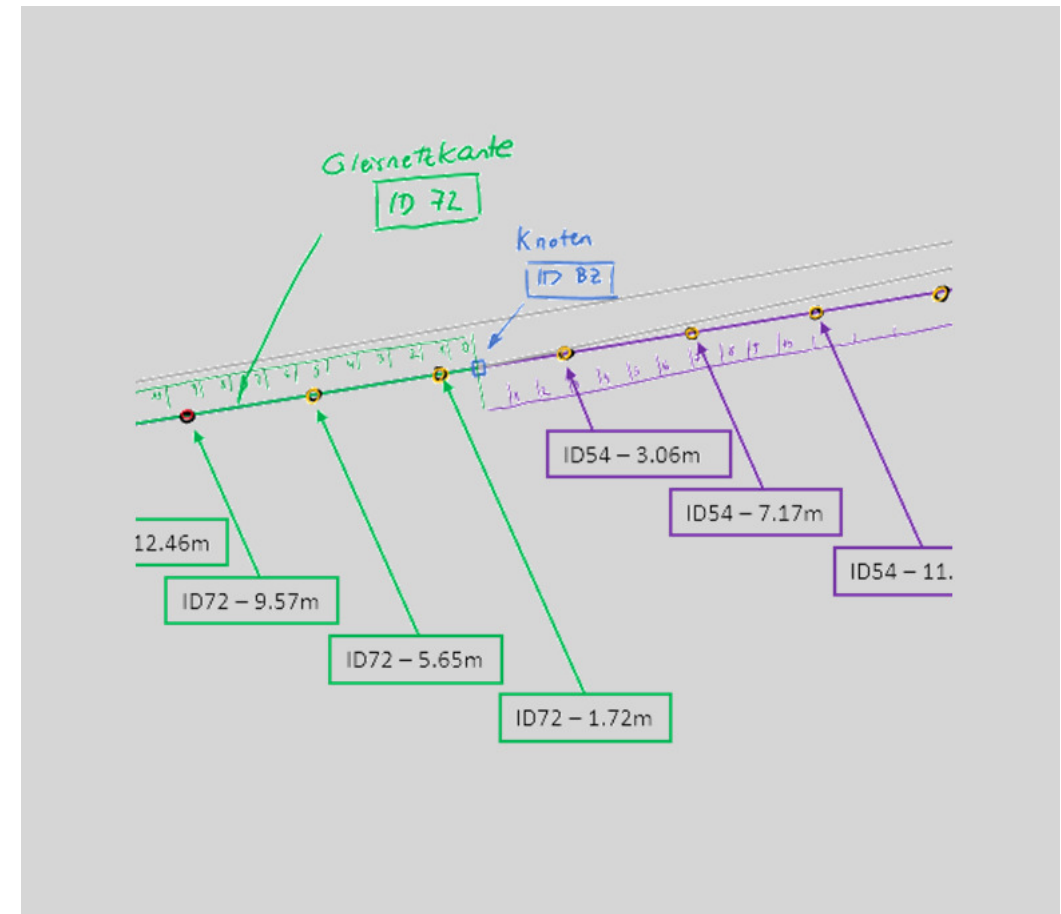
Georeferenz-Gleisnetz (GEOGNZ)

Abbildung unserer Gleise mit

- geografischen,
- topologischen Features

und der Möglichkeit zur

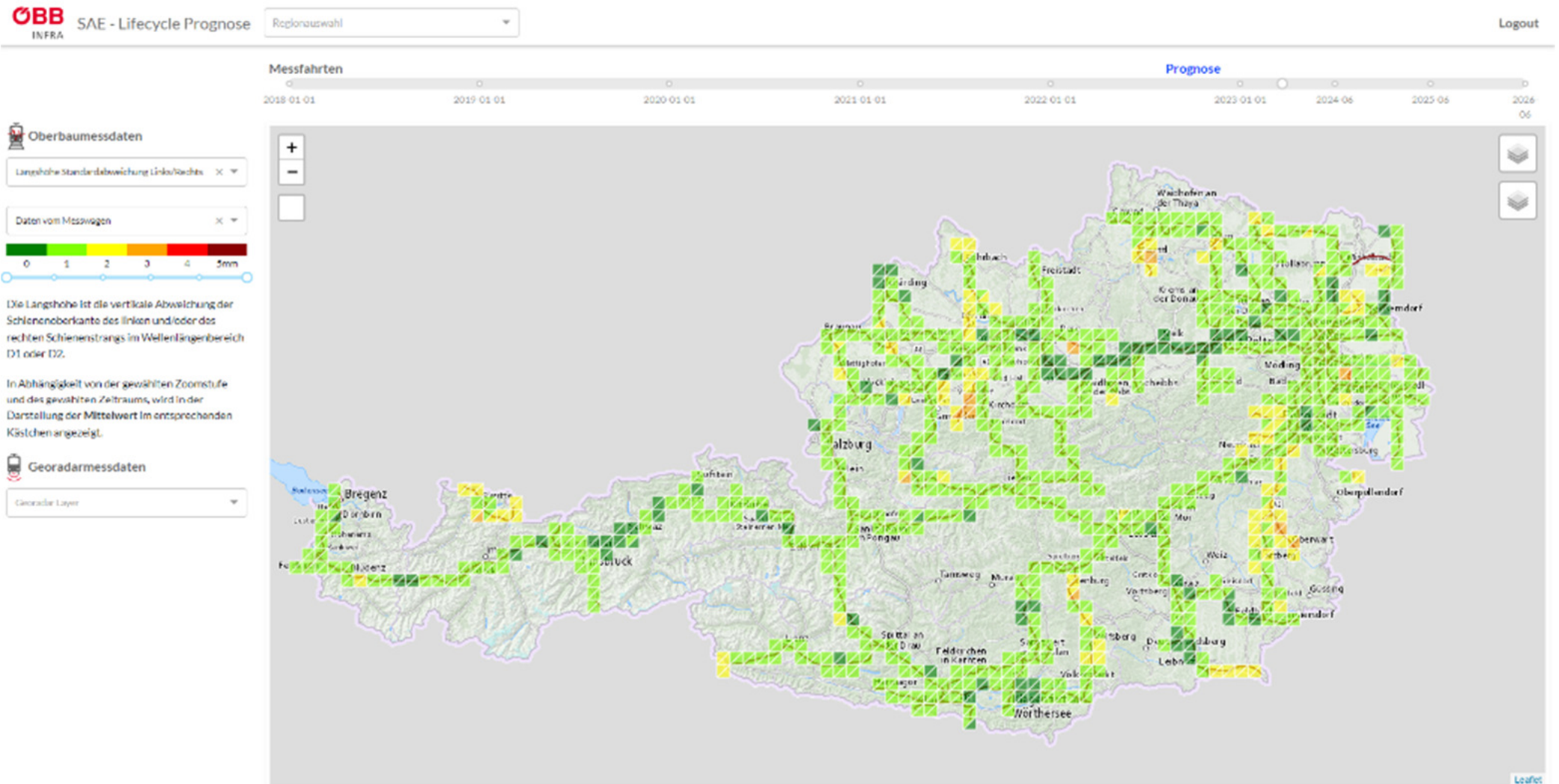
- Linearen Referenzierung
- **Routing** und
- **Historisierung**
- **Übersetzung zwischen Fachsichten**



Applikation

„Interaktive Fahrweganalyse“

fahrweganalyse.oebb.at



Messfahrten

Prognose



Oberbaumessdaten

Längshöhe Standardabweichung Links/Rechts

Daten vom Messwagen

0 1 2 3 4 5mm

Die Längshöhe ist die vertikale Abweichung der Schienenoberkante des linken und/oder des rechten Schienenstrangs im Wellenlängenbereich D1 oder D2.

In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe und des gewählten Zeitraums, wird in der Darstellung der Mittelwert im entsprechenden Kartchen angezeigt.

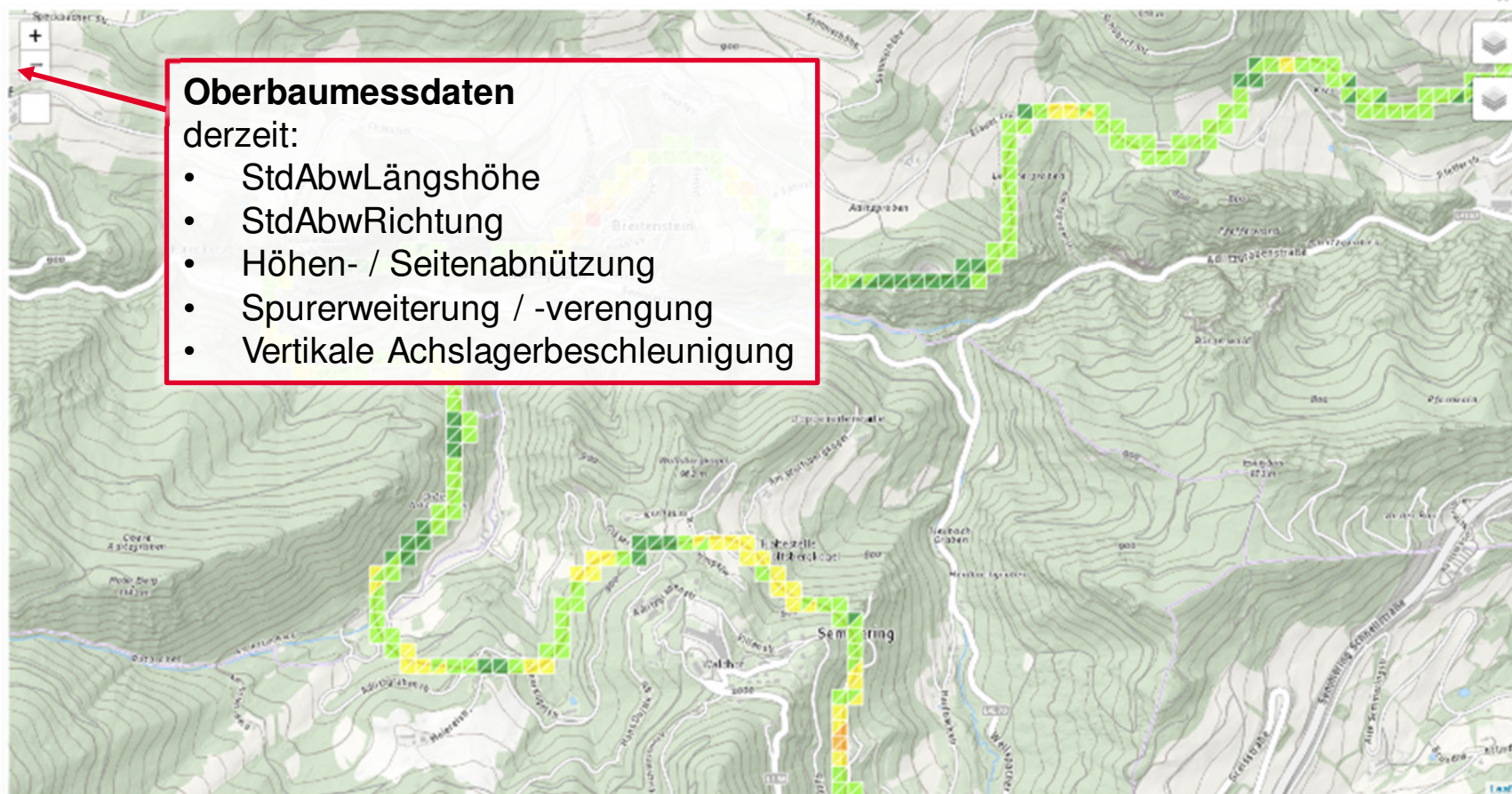
Georadarmessdaten

Georadar Layer

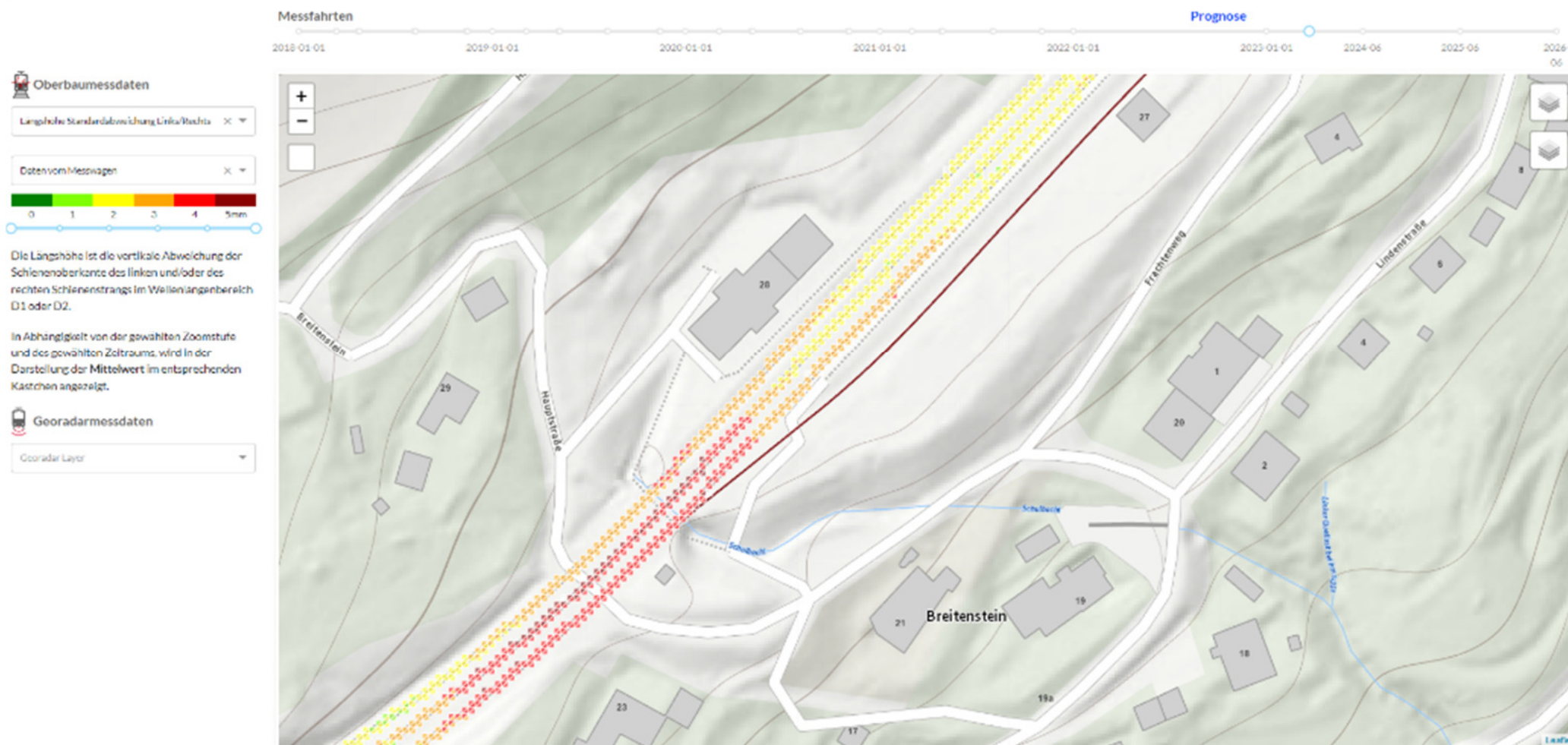
Oberbaumessdaten

derzeit:

- StdAbwLängshöhe
- StdAbwRichtung
- Höhen- / Seitenabnutzung
- Spurerweiterung / -verengung
- Vertikale Achslagerbeschleunigung







Messfahrten

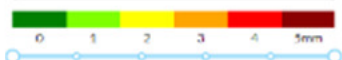
Prognose



Oberbaumesdaten

Längshöhe Standardabweichung Links/Rechts

Daten vom Messwagen

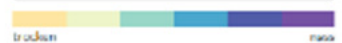


Die Längshöhe ist die vertikale Abweichung der Schienenoberkante des linken und/oder des rechten Schienenstrangs im Wellenlängenbereich D1 oder D2.

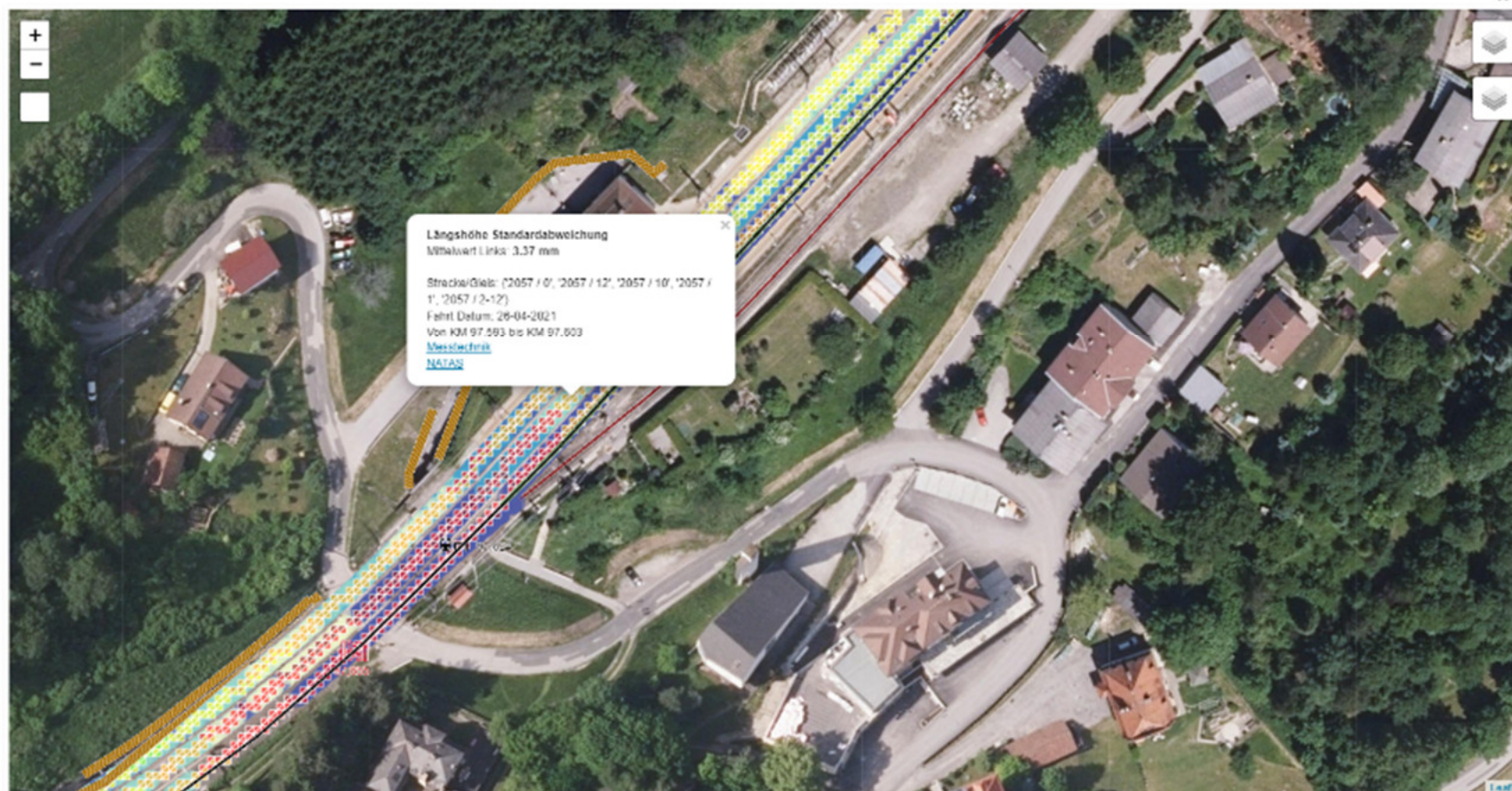
In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe und des gewählten Zeitraums, wird in der Darstellung der Mittelwert im entsprechenden Kästchen angezeigt.

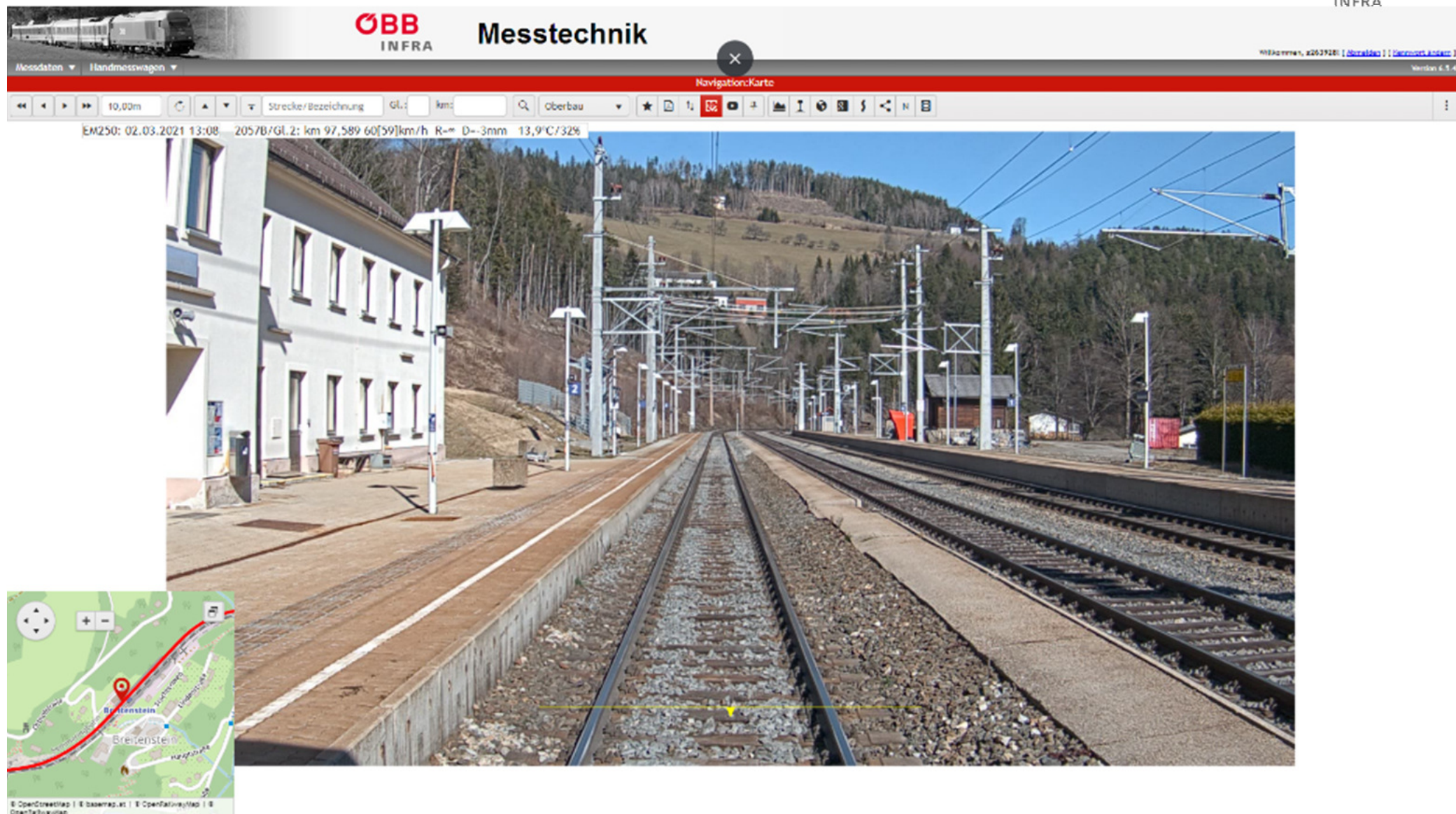
Georadarmessdaten

Feuchtigkeit Gleisschotter



Feuchtigkeit innerhalb der Schotterbettung sowie auf dem Gleisplanum



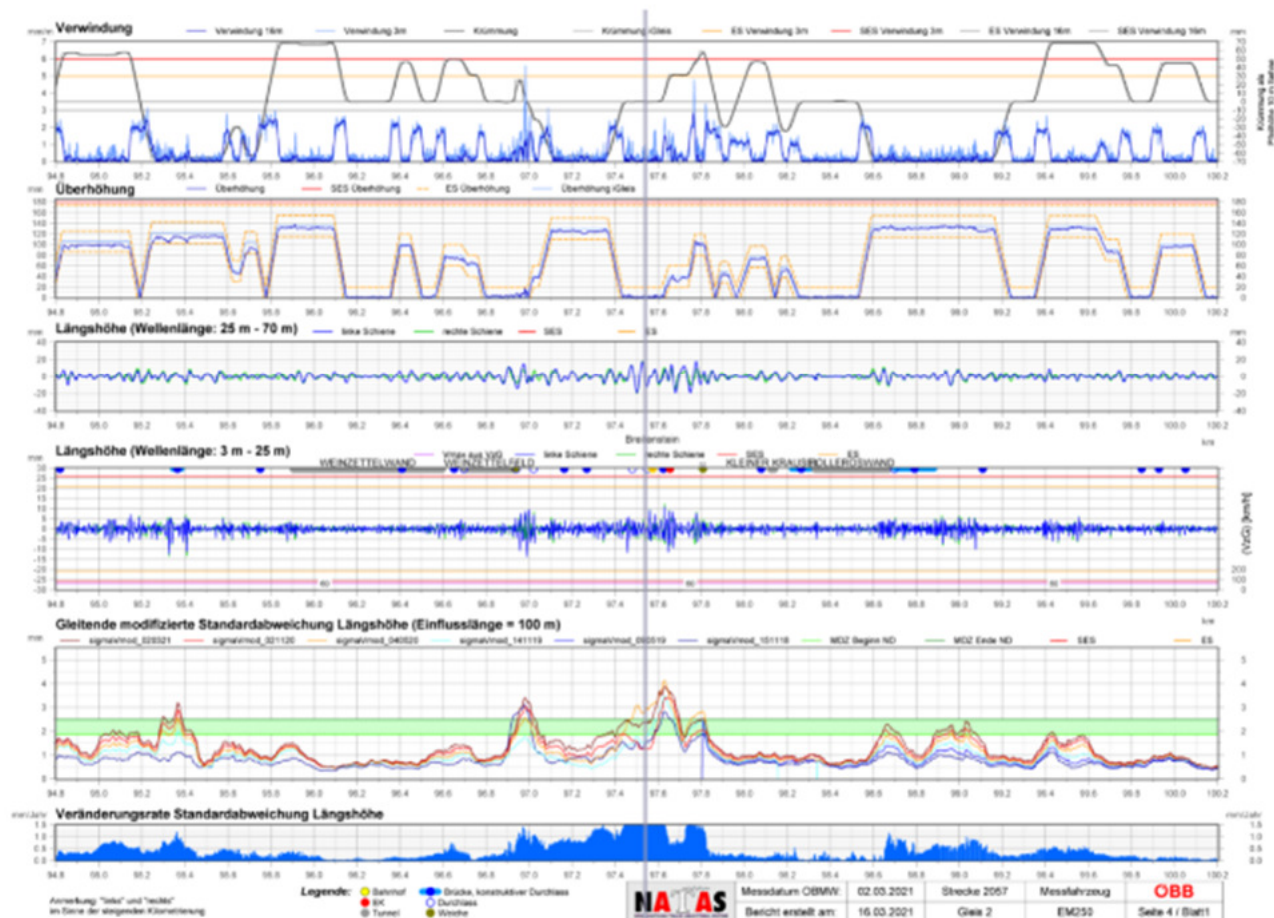


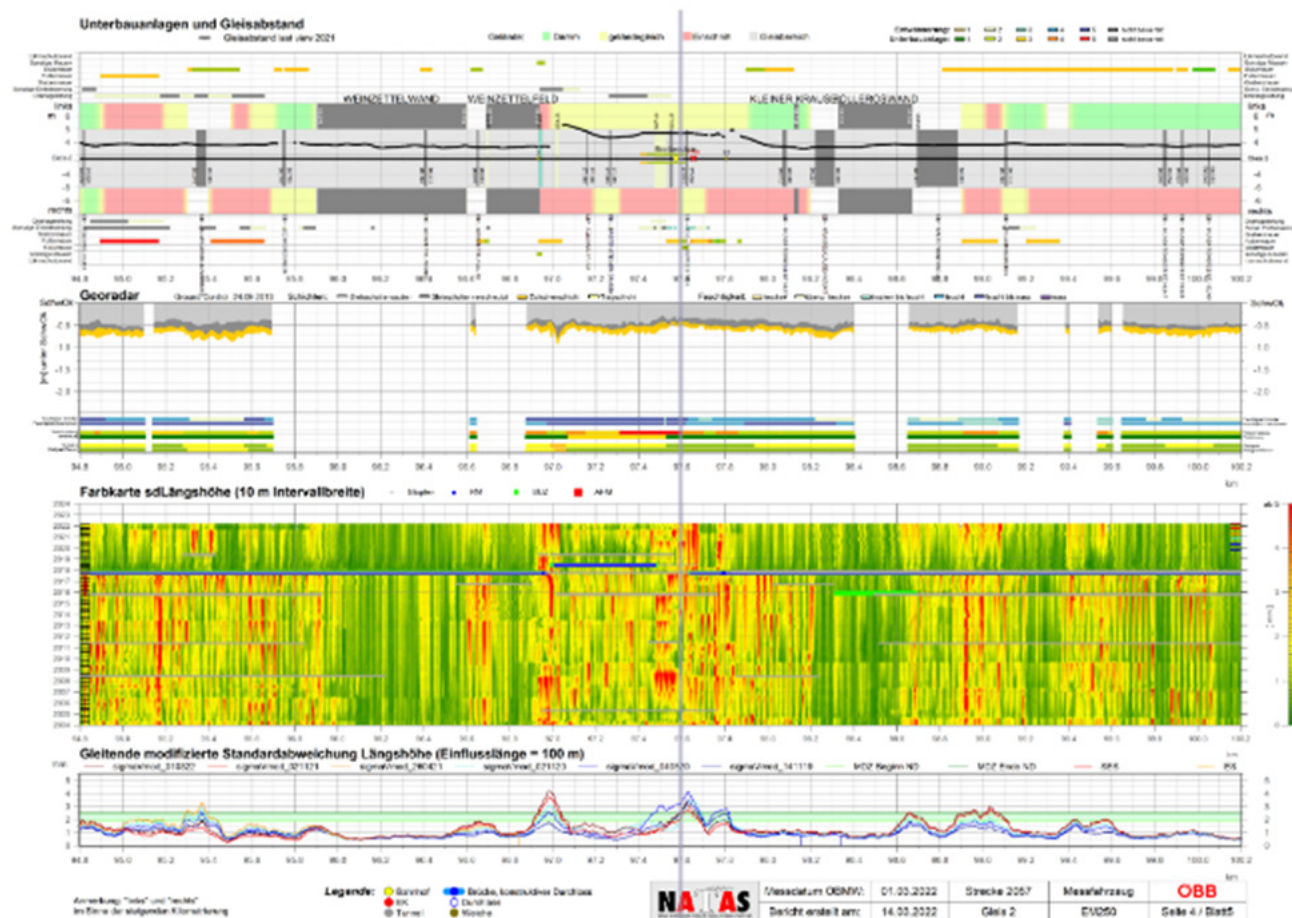


Messdaten ▾ Handmesswagen ▾

Notiz

Blatt 1 Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5





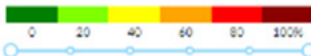
Messfahrten

Prognose

Oberbaumesdaten

Längshöhe Standardabweichung Links/Rechts

Ausnutzungsgrad



Die Längshöhe ist die vertikale Abweichung der Schienoberkante des linken und/oder des rechten Schienenstrangs im Wellenlängenbereich D1 oder D2.

Ausnutzungsgrad:

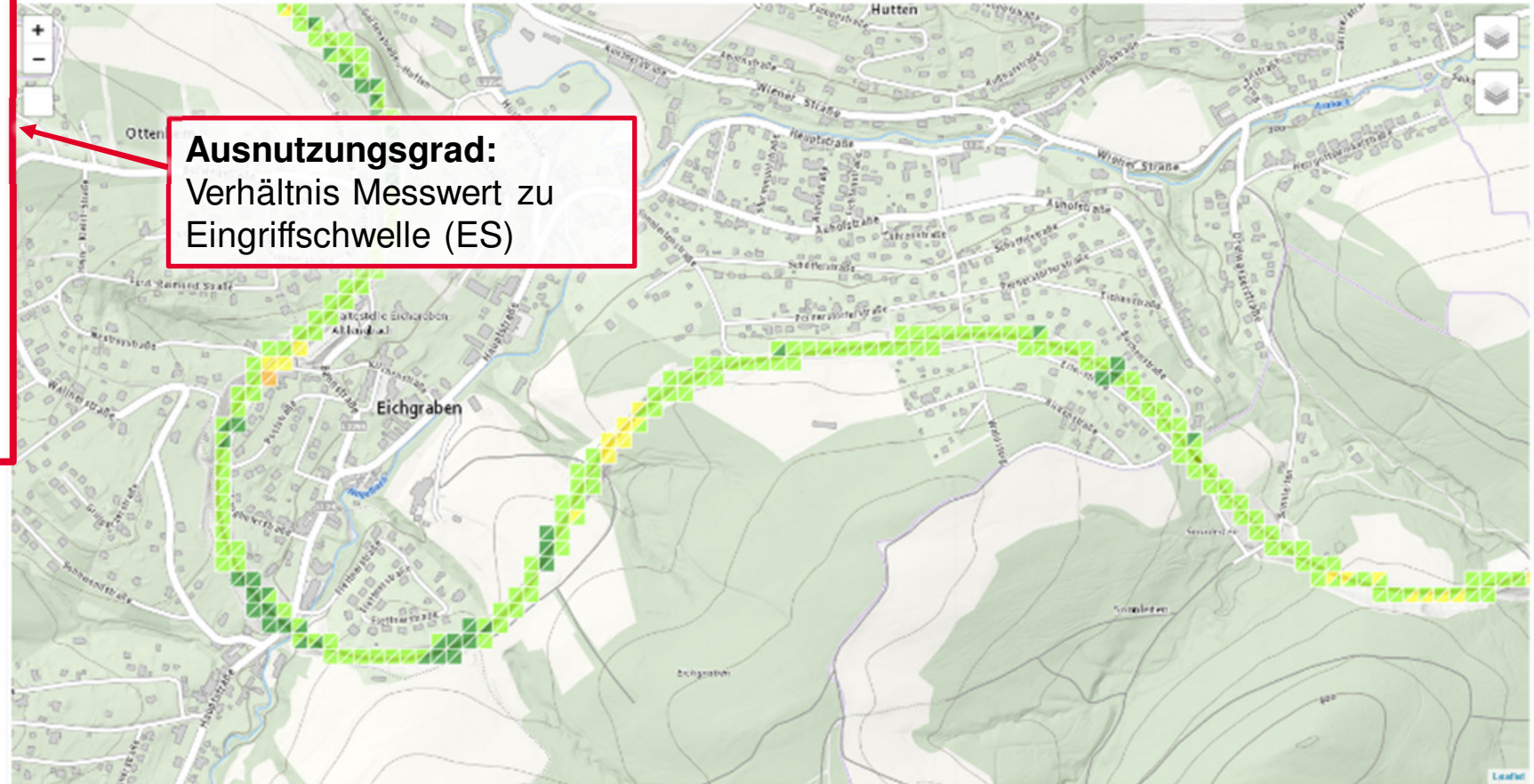
Der Ausnutzungsgrad gibt das Verhältnis Messwert zu Eingriffsschwelle in Prozent an. 100% bedeutet, dass die Eingriffsschwelle erreicht ist.

In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe und des gewählten Zeitraums, wird in der Darstellung der Mittelwert im entsprechenden Kästchen angezeigt.

Geodarmessdaten

Geodarm Layer

Ausnutzungsgrad:
Verhältnis Messwert zu
Eingriffsschwelle (ES)



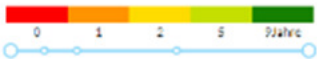
Messfahrten

Prognose

Oberbaumessdaten

Längshöhe Standardabweichung Links/Rechts

Prognose Jahre bis ES



Die Längshöhe ist die vertikale Abweichung der Schienenoberkante des linken und/oder des rechten Schienenstrangs im Wellenlängenbereich D1 oder D2.

Prognose Jahre bis ES:

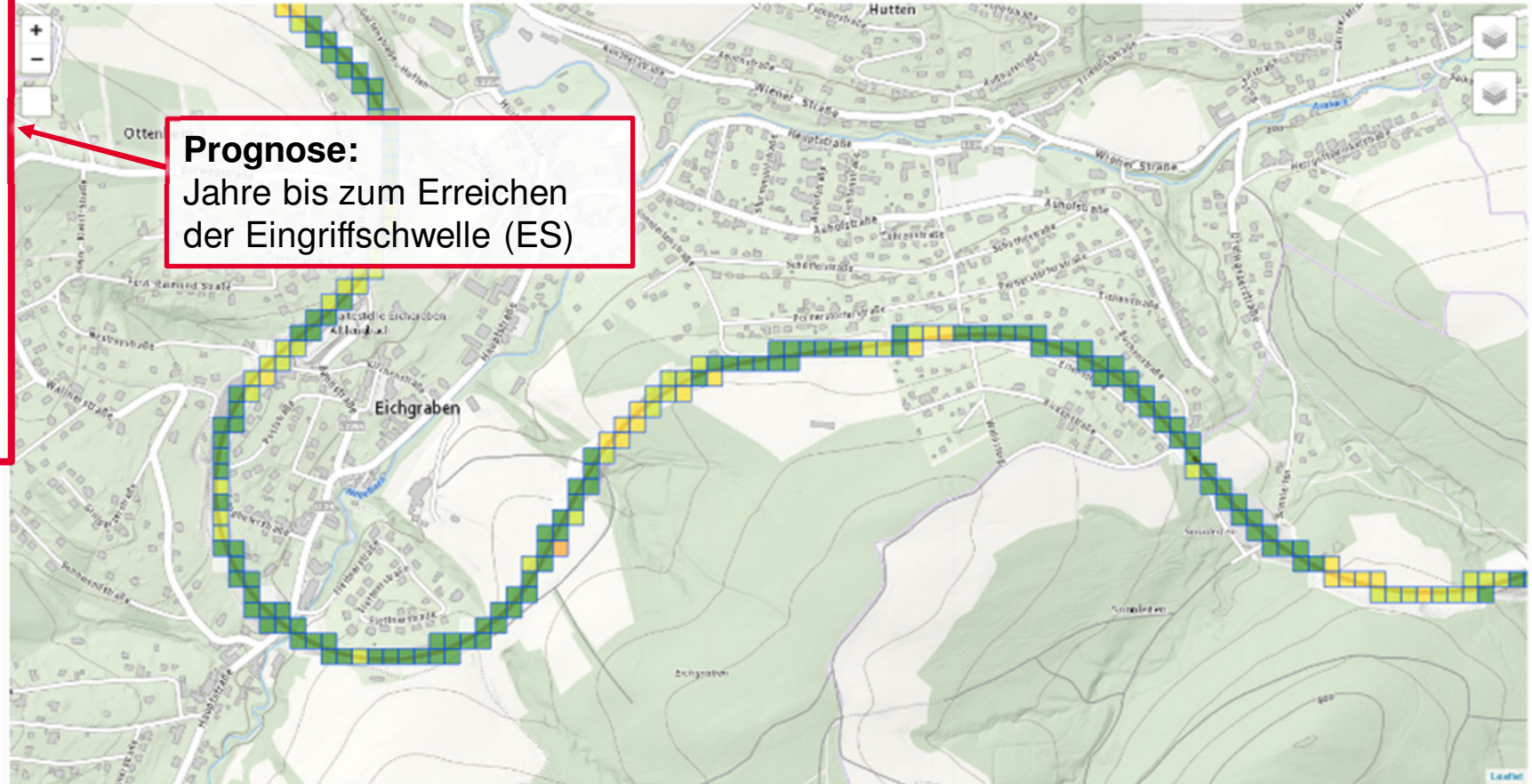
Der Prognosewert gibt die geschätzte Anzahl der Jahre an, die bis zur Erreichung der Eingriffsschwelle übrig bleiben.

In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe und des gewählten Zeitraums, wird in der Darstellung der Mittelwert im entsprechenden Kästchen angezeigt.

Geodarmessdaten

Geodarm Layer

Prognose:
Jahre bis zum Erreichen
der Eingriffsschwelle (ES)



Messfahrten



Die Längshöhe ist die vertikale Abweichung der Schienenoberkante des linken und/oder des rechten Schienenstrangs im Wellenlängenbereich D1 oder D2.

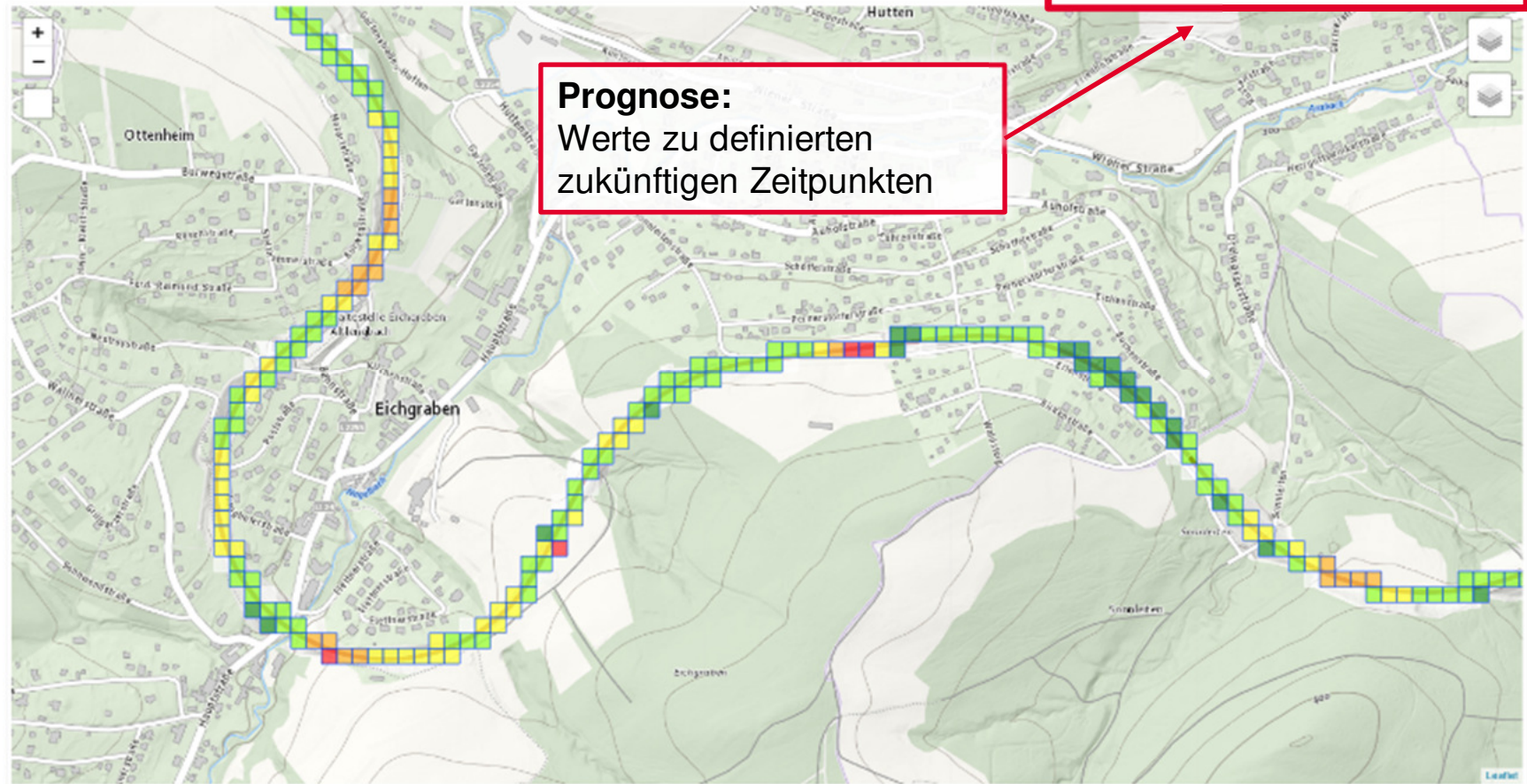
Prognose:

Die Prognosewerte werden aus den letzten beiden Messfahrten - die mehr als 90 Tage auseinanderliegen müssen - linear hochgerechnet.

In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe und des gewählten Zeitraums, wird in der Darstellung der Mittelwert im entsprechenden Kästchen angezeigt.

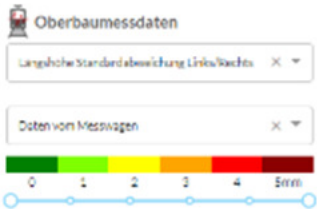
Georadarmessdaten

Georadar Layer



Prognose:
Werte zu definierten zukünftigen Zeitpunkten

Messfahrten



Die Längshöhe ist die vertikale Abweichung der Schienenoberkante des linken und/oder des rechten Schienentrangs im Wellenlängenbereich D1 oder D2.

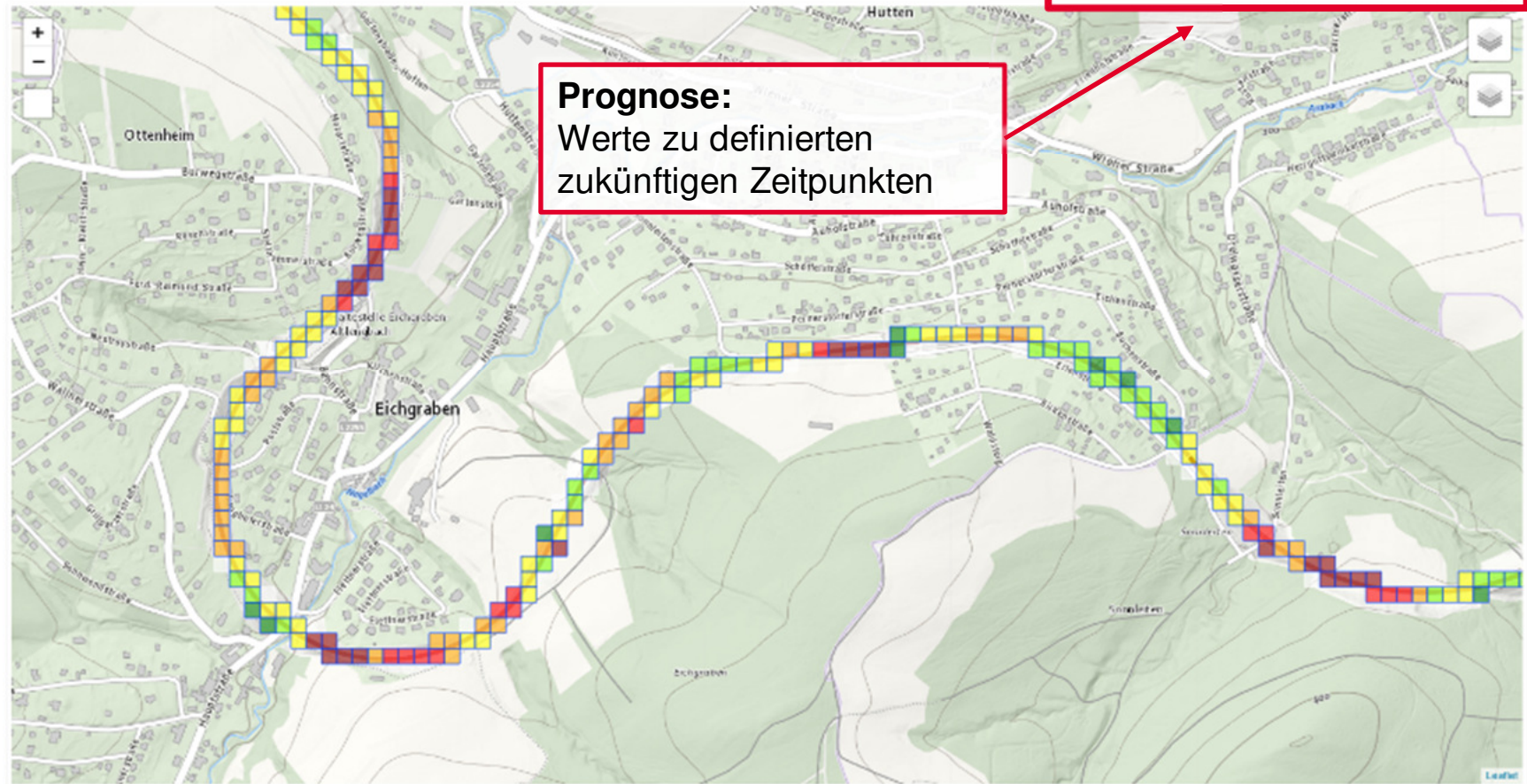
Prognose:

Die Prognosewerte werden aus den letzten beiden Messfahrten - die mehr als 90 Tage auseinanderliegen müssen - linear hochgerechnet.

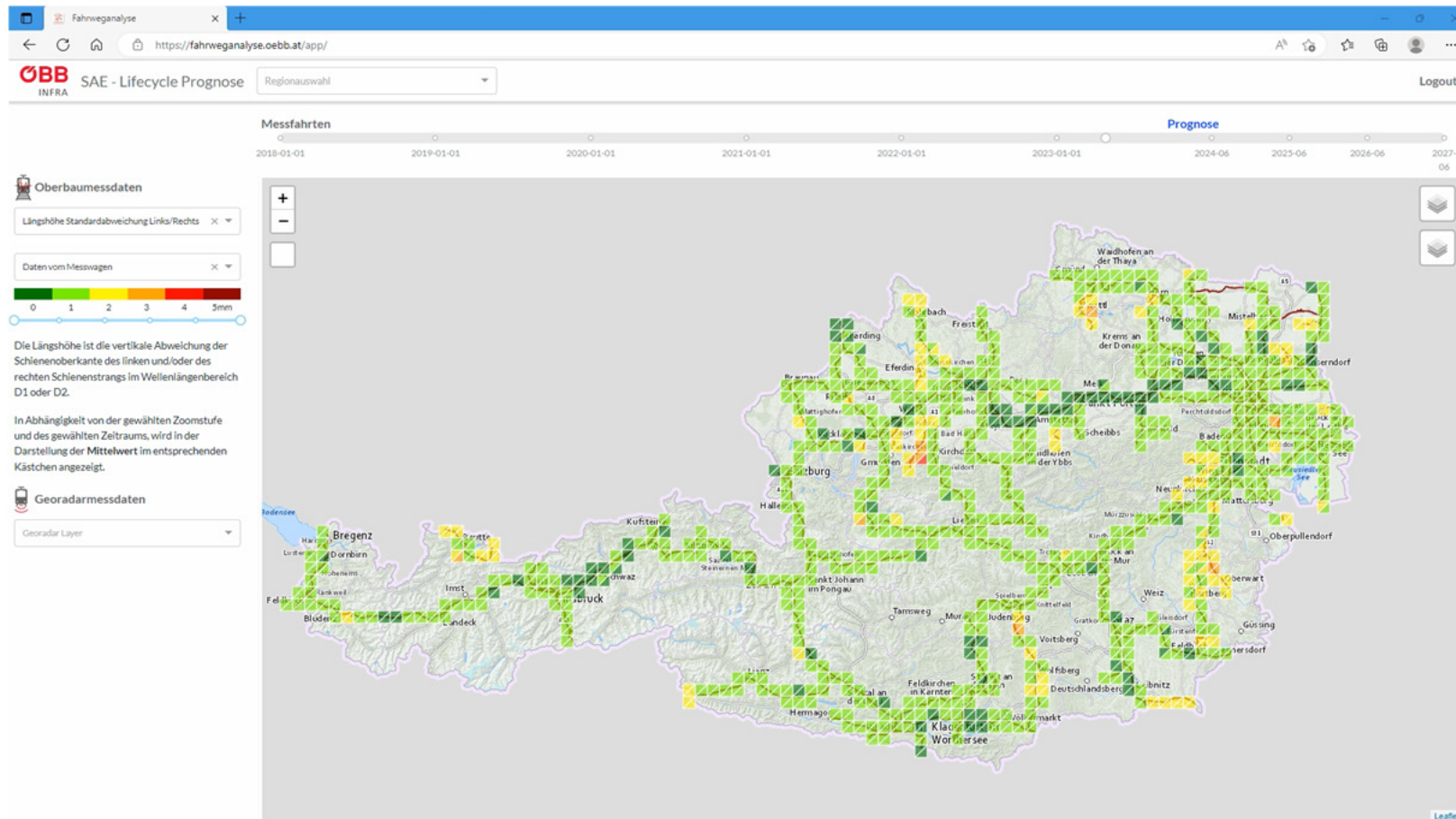
In Abhängigkeit von der gewählten Zoomstufe und des gewählten Zeitraums, wird in der Darstellung der Mittelwert im entsprechenden Kästchen angezeigt.

Georadarmessdaten

Georadar Layer



Prognose:
Werte zu definierten zukünftigen Zeitpunkten



PE(0

VIDEO

Pinter Erik (INFRA.SAE); 2023-05-06T20:05:41.919

Ausblick

*... kontinuierliche Weiterentwicklung
von Messsystemen und Analytik*

Prediction / Vorhersage

basierend auf den Fragen der Anwender:

- “**physics based models**”
- “**explainable models**” /
“**explainable AI**”

Ursache - Wirkungsmodelle

- Faktoren: Gleisgeometrie / Oberbau / Unterbau, Untergrund, Geologie / Niederschläge, Feuchtigkeit / Belastung / Geschwindigkeiten / Unstetigkeiten (Einbauten, EK,...)

→ **richtige Maßnahmenentscheidung**

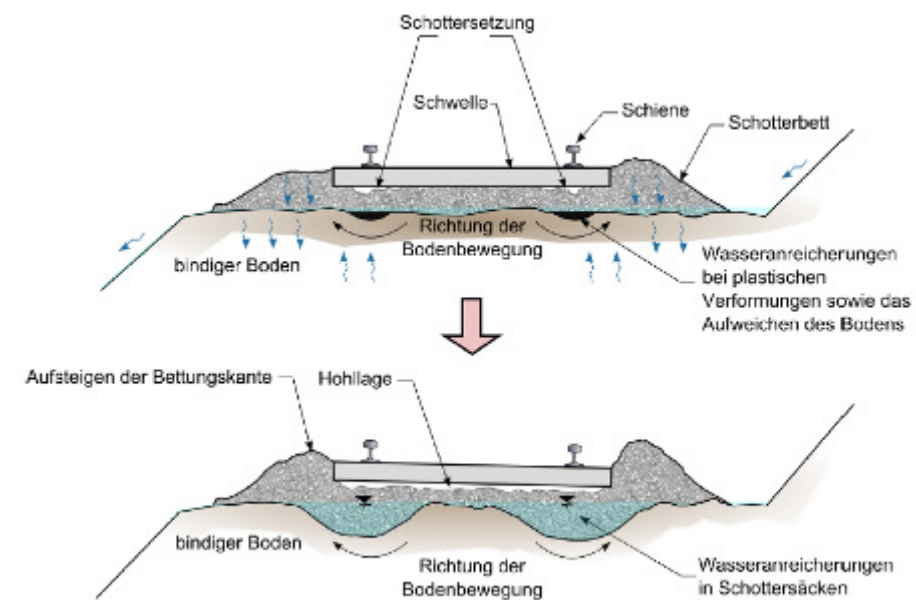
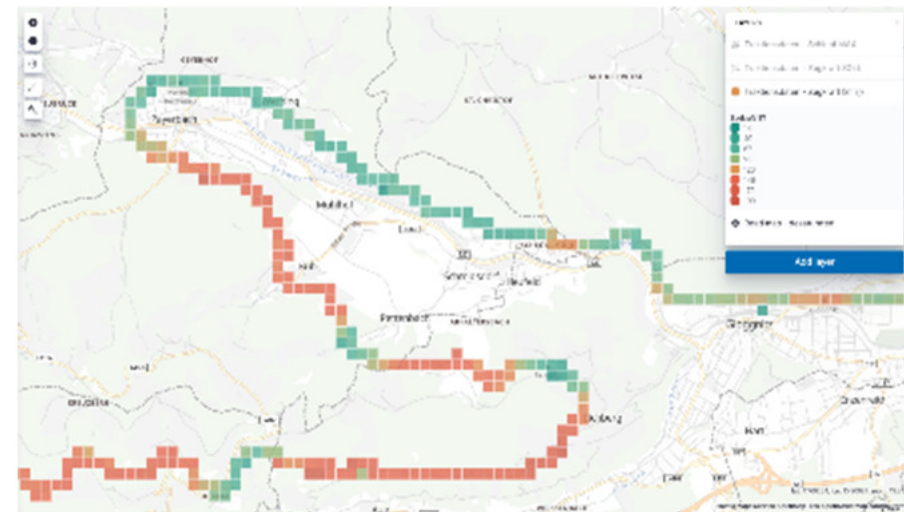


Abbildung 4-3: Entstehung einer typischen punktuellen Instabilität, in Anlehnung an [5] aus [73]
Sebastian Rapp, 2017

Zusätzliche Datenquellen

- real-time Daten aus der **Betriebsführung** (Fahrzeugmasse, ...)
- Daten von **Triebfahrzeugen** (Schlupf, Zugkraft, Positionsdaten, ...)
- **Schallpegelmessungen**
- **Hydrogeologische** Daten (Untergrundbedingungen,...)
- **Meteorologische** Daten (Niederschlag, Temperaturen,...)
- **Generierte Parameter** (zB aus Lichtraumscanner-Daten, Fraktalanalyse)
- **Stationäre Sensoren** (zB Radsatzmessungen)



Vom Analysetool zum Managementtool

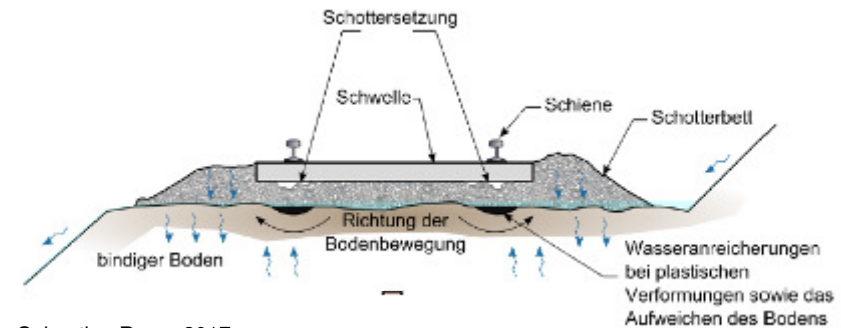
Ausblick

- HotSpots für unterschiedliche **Oberbau Instandhaltungsmaßnahmen**
zB Stopfen / Schleifen / ...

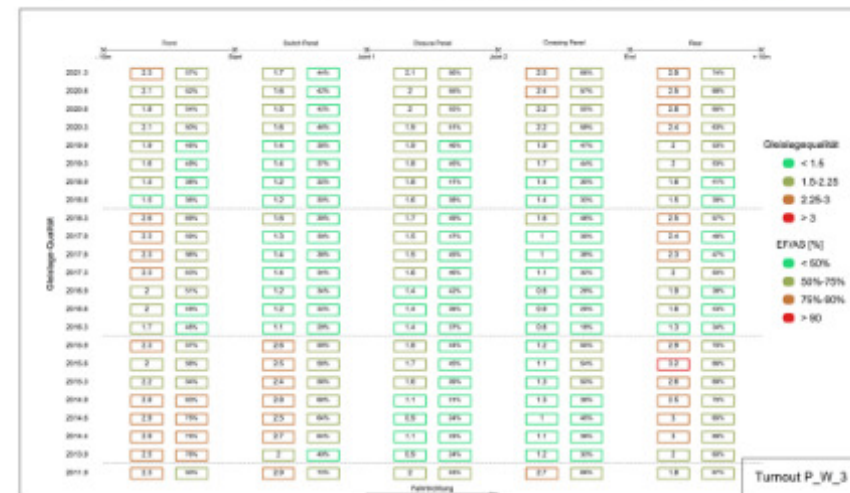
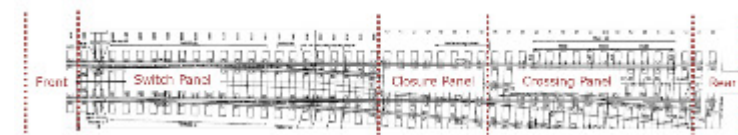
→ **richtige Priorisierung**

- Maßnahmenvorschläge** für Ober- / Unterbauarbeiten
- Prognose** aus Ursache – Wirkungsmodell

→ **Maßnahmenentscheidung**



Sebastian Rapp, 2017



Zustandsbewertung der gesamten Weiche (Gleislage, Schotterzustand, Oberfläche,...)

Markus Loidolt, 2023

Erfolge

*...durch automatisierte
Fahrweginspektion und Analysen in
hoher Qualität*

Vom Analysetool zum Managementtool

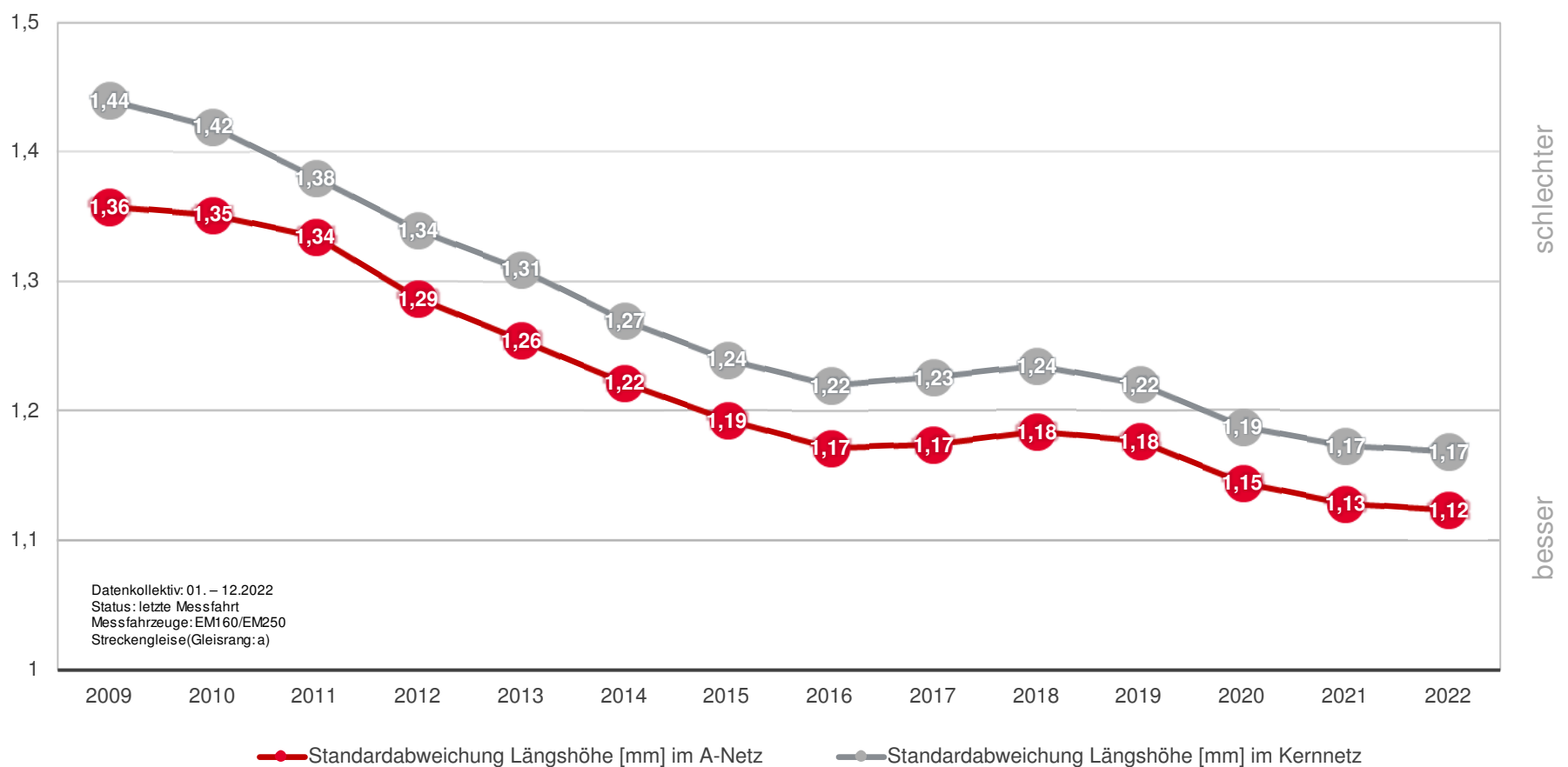
Erfolge

- **Der digitale Bahnmeister**
→ Anwender ist Kunde
- **Optimierung Streckenverfügbarkeit**
→ Raus aus dem Gleis
- **Effizienzsteigerung**
→ Kosteneinsparung und MA-Stunden
- **Predictive Maintenance**
→ wir schauen in die Zukunft



Entwicklung der Gleislagequalität

Mittelwert der Standardabweichung Längshöhe im A-Netz & Kernnetz



*„Was du nicht messen kannst,
kannst du nicht managen“* Peter Drucker

Danke für die Aufmerksamkeit!



Dipl.-Ing. EURAIL-ING **Erik Pinter**
SAE / Fahrwegtechnik
Messtechnik & Fahrweganalyse
Tel: +43 664 617 3660
erik.pinter@oebb.at
www.linkedin.com/in/erik-pinter/