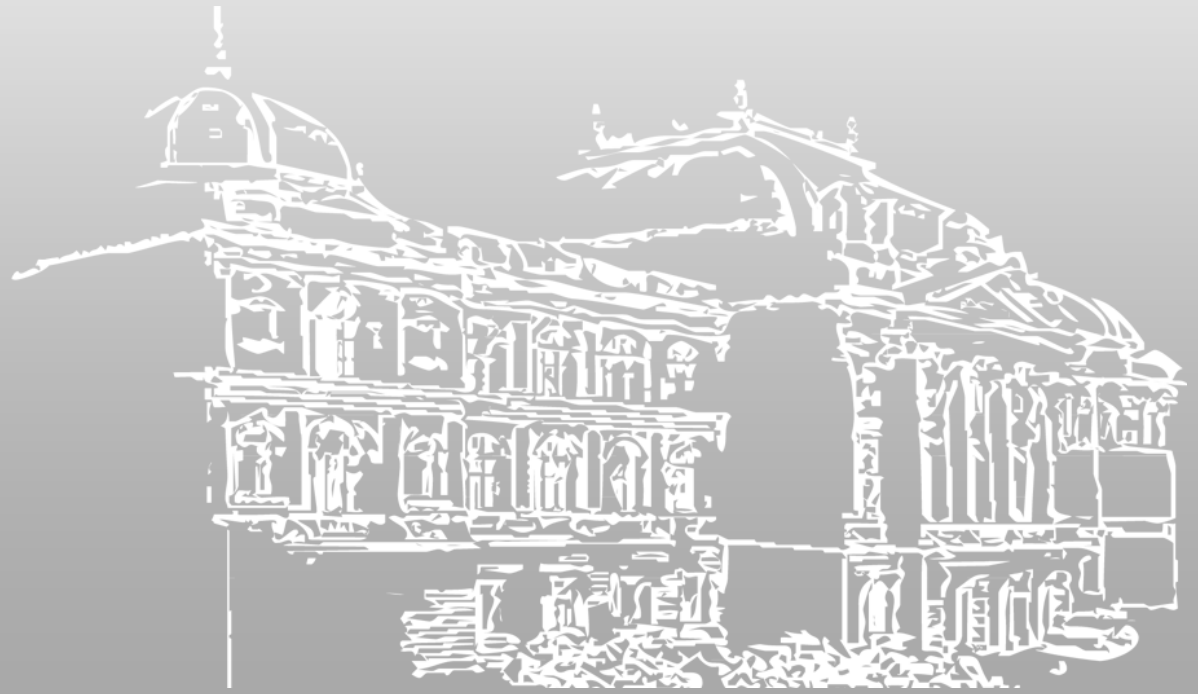
Detektion von Squats mittels optischer Schienenoberflächenmessung des EM250-Messwagens (ÖBB)



Dipl.-Ing. Markus Loidolt BSc

Institute of Railway Engineering and Transport Economy

Graz University of Technology

Motivation

„Doppelte Leistungsfähigkeit bis 2040“
Andreas Matthä
ÖVG Jahrestagung 2021

„Die Bahn ist das Herzstück der europäischen Mobilitätswende“
Leonore Gewessler
APA

„ÖBB wollen Passierzahlen der Nightjets bis 2025 verdoppeln“
Tma online

„Modal Split soll bis 2040 im Güterverkehr von 30% auf 40% steigen“
Andreas Matthä
Orf

„Bis 2050 soll ein Großteil der Personenbeförderung über mittlere Entfernungen auf der Schiene abgewickelt werden.“
Europäisches Parlament

- Höhere Beanspruchung von Fahrweg-Komponenten
- Geringere Fahrplanlücken für Instandhaltungstätigkeiten

Einfluss auf Schienenfehler!

Was kann dem entgegengesetzt werden?

Systemgedanke

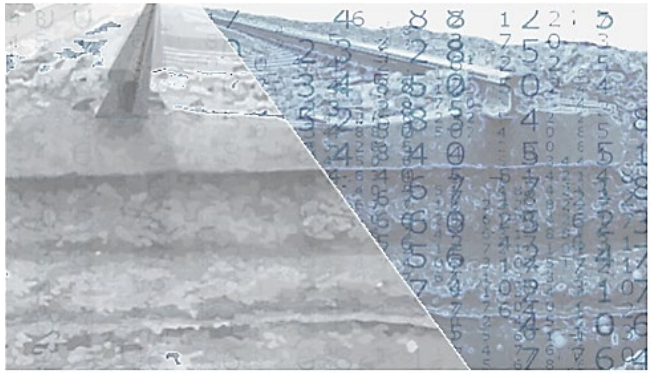
Ideales Zusammenspiel aller Komponenten um Kräftewirkungen zu reduzieren

Komponenten

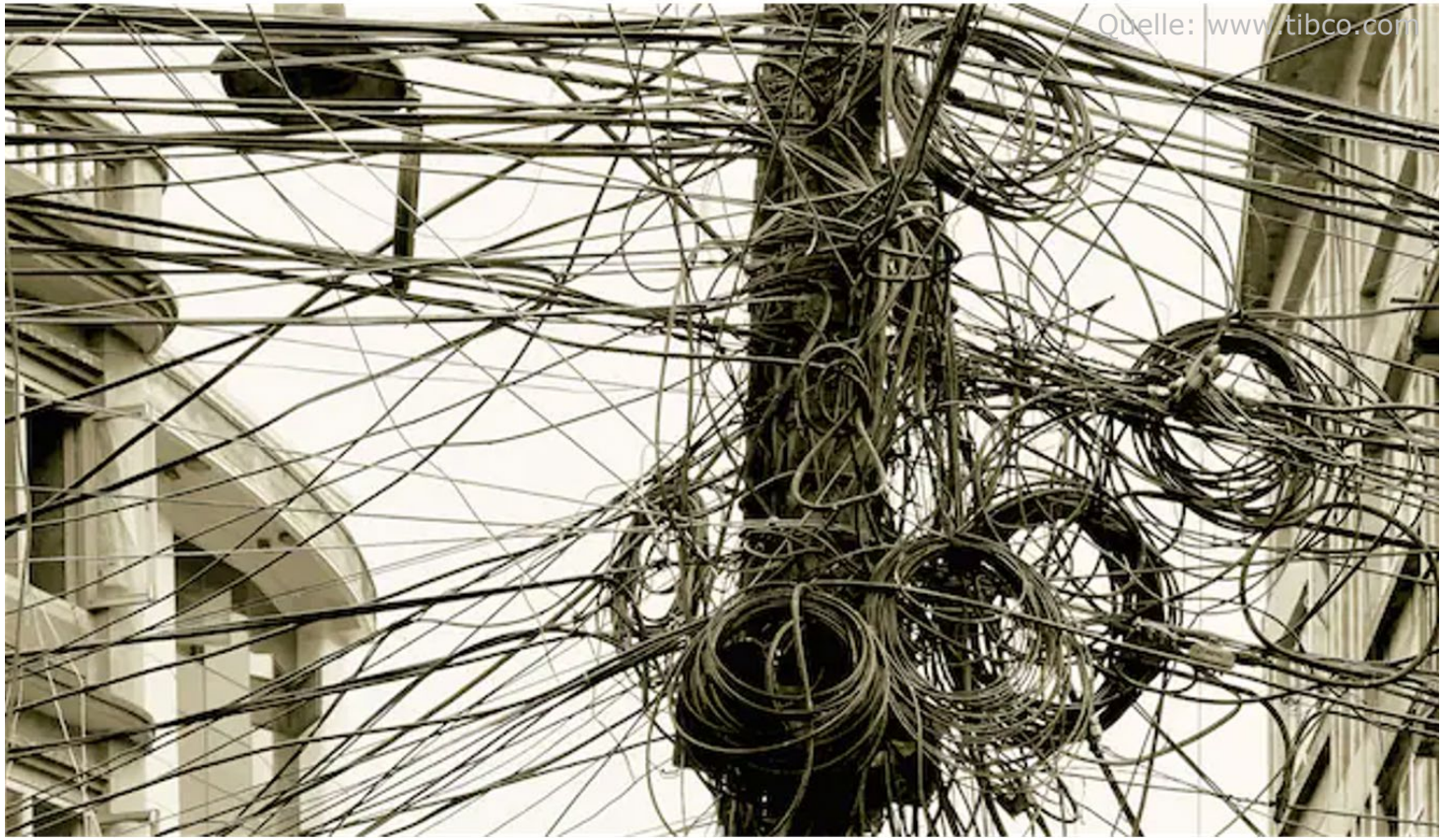
Der Einbau verbesserter Komponenten kann zu geringeren Lebenszykluskosten führen

Inspektions- und Instandhaltungsregime

Durch ein optimiertes Inspektions- und Instandhaltungsregime kann eine Streckeninvestition bestmöglich genutzt werden.



Daten + Datenanalyse



1. Schritt

Anforderungen an Daten definieren!!

Zu viele bzw. unnötige Daten führen zum Datenchaos.

Daten gibt es in vielen verschiedenen Formen und unterschiedlicher Qualität.

Anforderungen an Messdaten

Relevant

Die Datenquelle muss relevante Informationen liefern können.

Zuverlässig/objektiv

Keine Systemausfälle /gleichbleibender Standard

Genauigkeit

Genauigkeit entsprechend der jeweiligen Anforderungen

Netzweite Umsetzbarkeit

Fahrplankonform im ganzen Netz umsetzbar

Belastet

Belastete Messungen spiegeln die Realität wider

Bereits verfügbar!

Messwagen der ÖBB (EM250/EM160)

Laser Sensor

The sensors used to measure the rail corrugation are Optimess triangulation sensors, type OMS-18006. Refer to the "OPTIMESS OMS 18006 Operation Manual" for details.

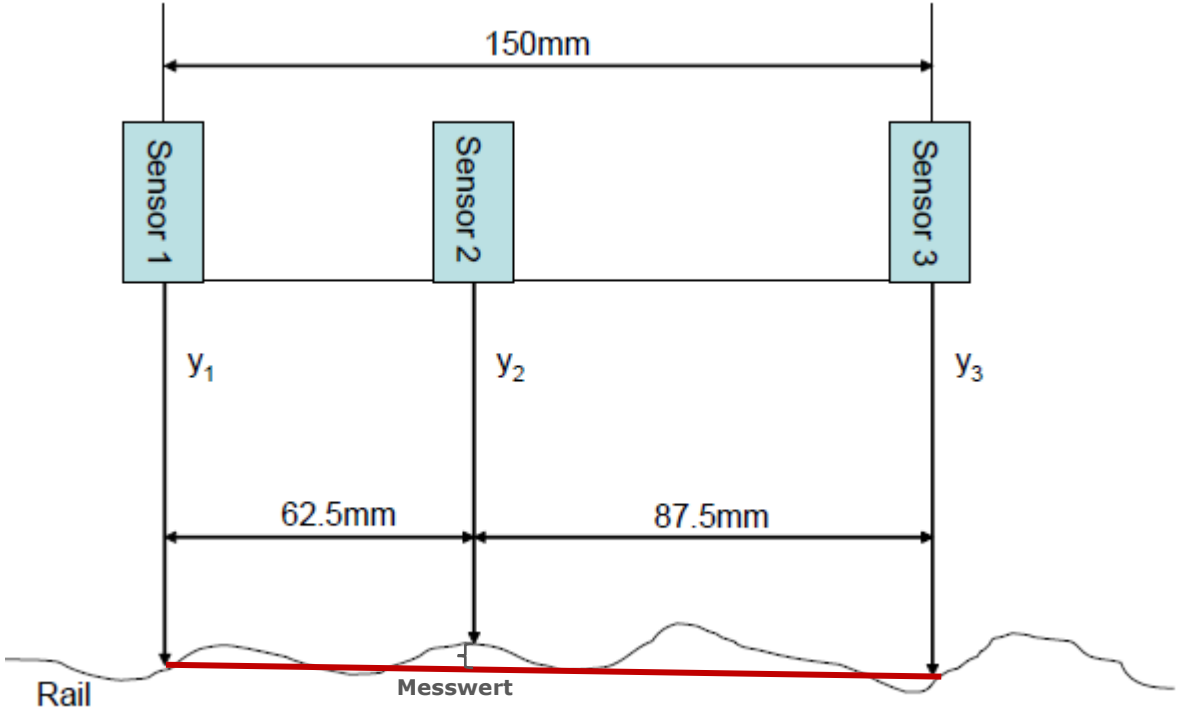
A typical sensor has following specifications:

- Laser : 3b / 650 – 660nm / 10mW
- Spot Size: 0.2mm
- Measuring Range: 32mm
- Standoff: 120mm
- Receiver: CCD line
- Bandwidth: 16kHz
- Filter Type No Filter
- Resolution: 6µm
- Reproducibility: 30µm
- Output Range: ±10V, linear, isolated analog output
- Operating Power: ±15V, 150mA
- Housing Protection Class: IP65
- Temperature: -20°C… +50°C
- Weight: ca. 900g

The exact specifications per sensor may vary, to see the specific specifications per sensor, refer to the manufacturer issued certificate delivered with each sensor.

Laser Sensor Speed and Orientation

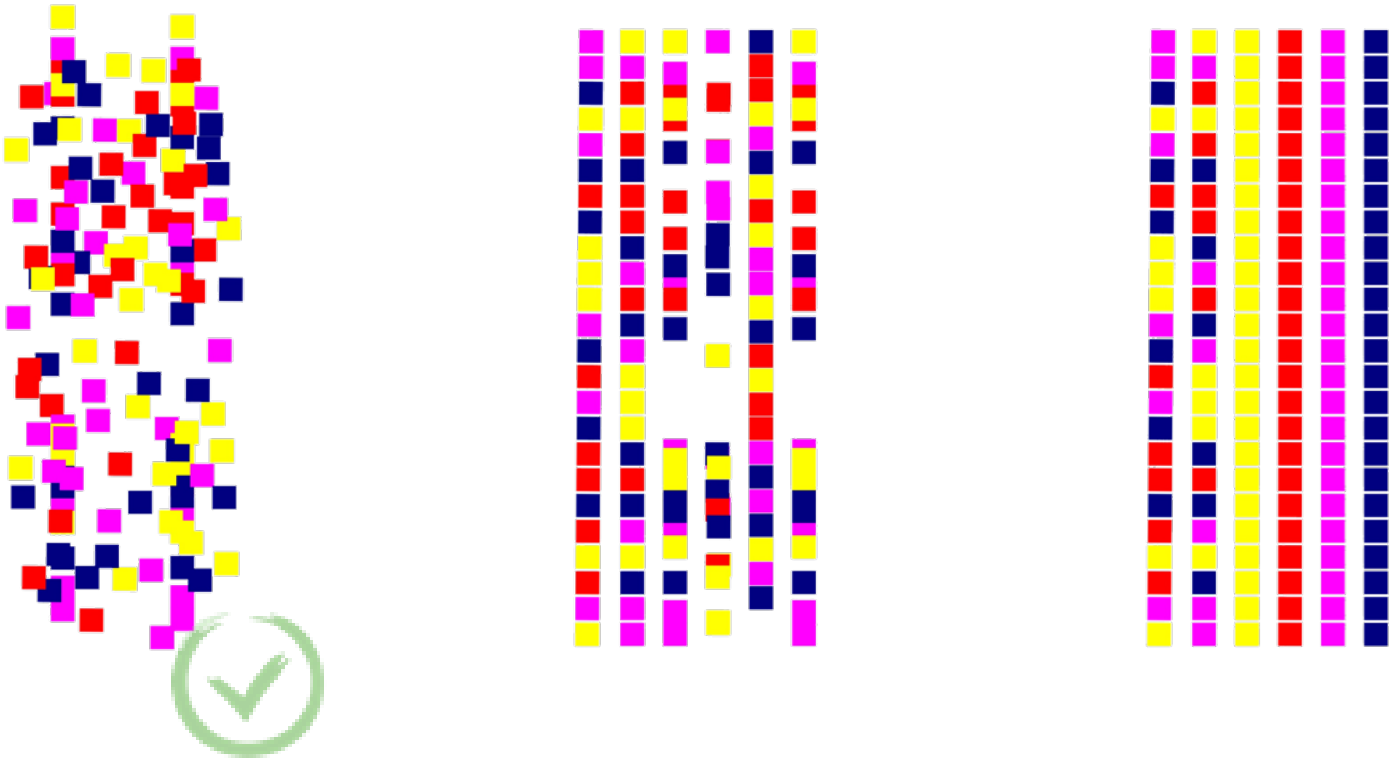
The sensors have a bandwidth of 16 kHz and allow, when sampling in 5mm distance increments, measuring speeds of up to 250km/h.



Wellenlängenbereich: 20-1000mm
Verfügbar und gespeichert seit 2005

Quelle: ÖBB + User Manual

BIG DATA ANALYTICS **DECISIONS**



Quelle: https://plopdo.com/2018/12/07/what-is-big-data-how-data-turns-to-big-data/

Datenvalidierung

Filterung der Daten

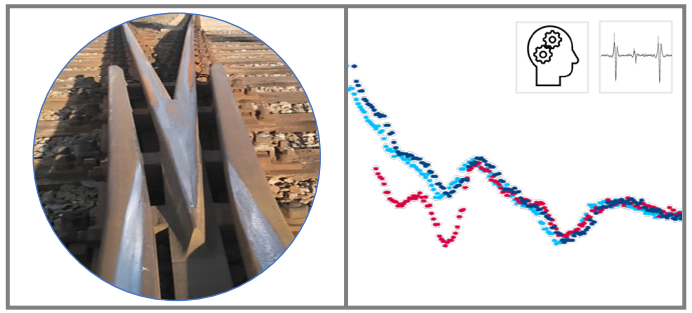
Nachstationierung

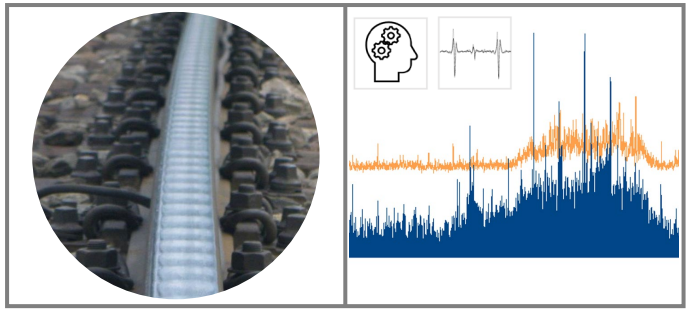
War bisher nicht möglich

Positioniertes Signal

Genauigkeit: 25 **mm/cm**

Potenzialanalyse SOF

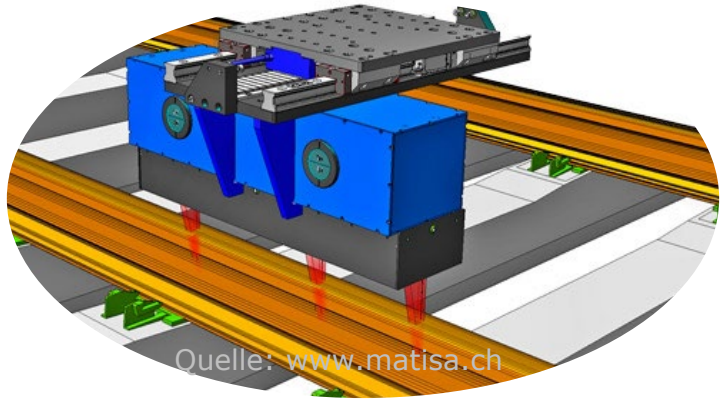


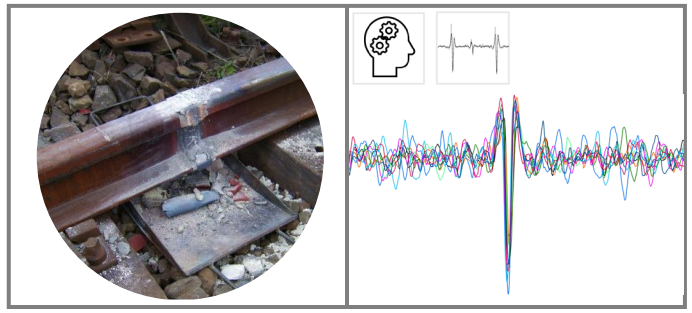


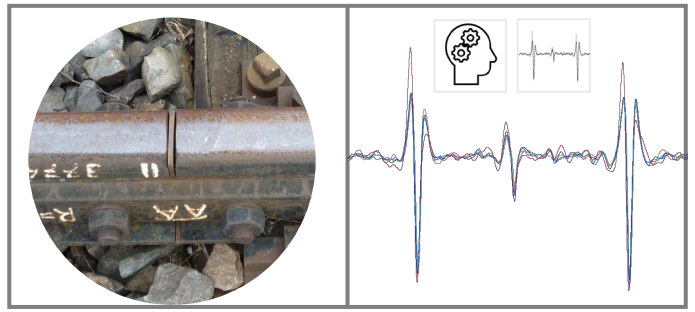
Physikalischer Zusammenhang

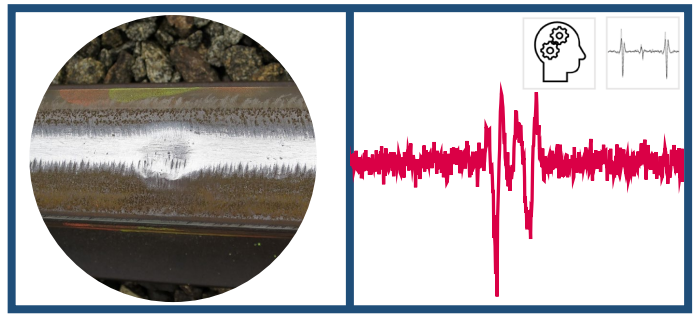
Signalcharakteristik erkennbar

Statistische Auswertung







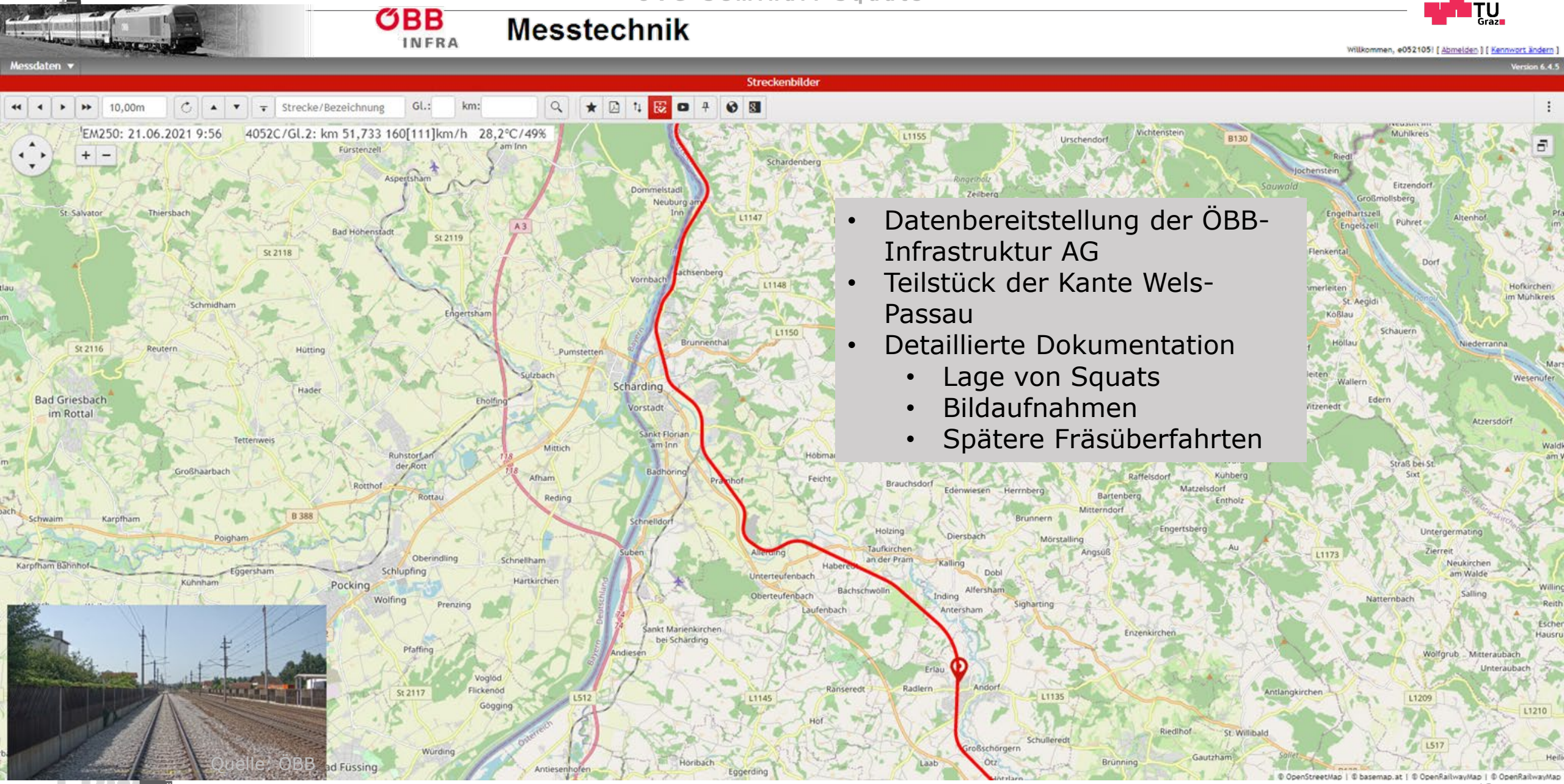


1) Können Squats mittels SOF-Signal detektiert werden?

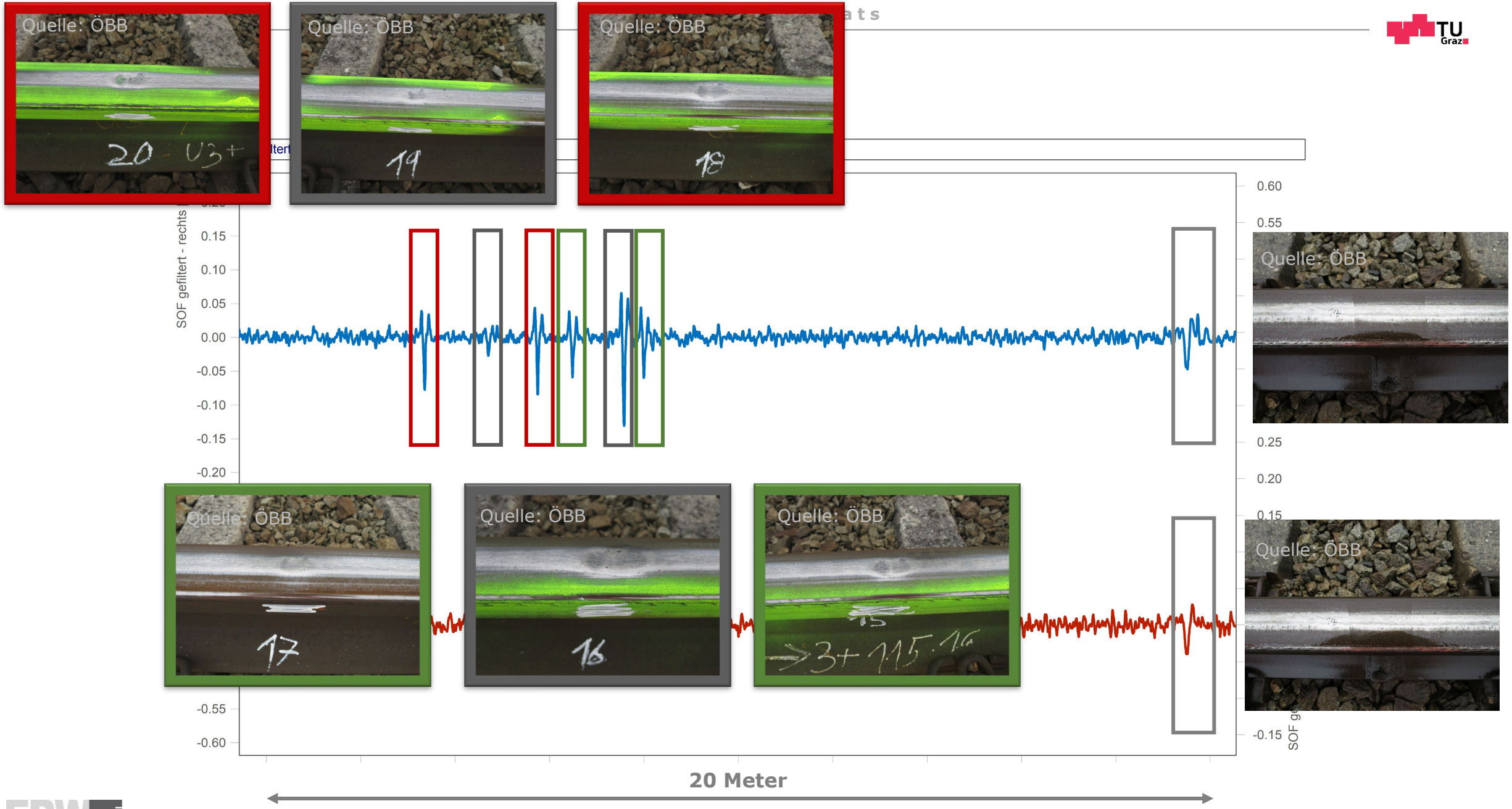
2) Können Squats rechtzeitig detektiert werden?

3) Werden Squats zuverlässig detektiert und kann ein Signalausschlag eindeutig einem Squat zugeordnet werden?

Messtechnik



- Datenbereitstellung der ÖBB-Infrastruktur AG
- Teilstück der Kante Wels-Passau
- Detaillierte Dokumentation
  - Lage von Squats
  - Bildaufnahmen
  - Spätere Fräsüberfahrten

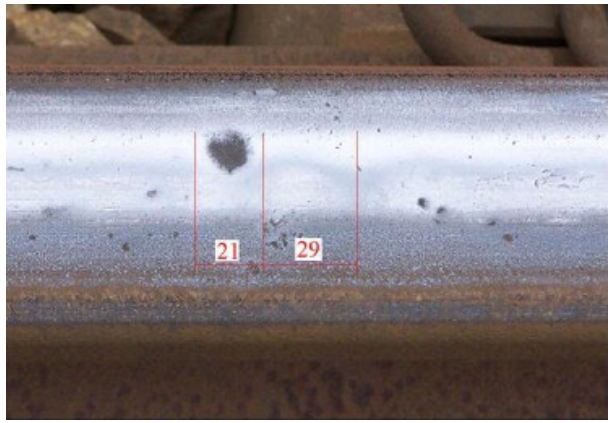

Quelle: ÖBB
Quelle: ÖBB
Quelle: ÖBB
20 U3+
19
18
SOF gefiltert - rechts
0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
-0.20
-0.55
-0.60
0.60
0.55
0.25
0.20
0.15
-0.15
Quelle: ÖBB
Quelle: ÖBB
Quelle: ÖBB
Quelle: ÖBB
17
16
15
3+ 115 16
20 Meter

1) Können Squats mittels SOF-Signal detektiert werden?

2) Können Squats rechtzeitig detektiert werden?

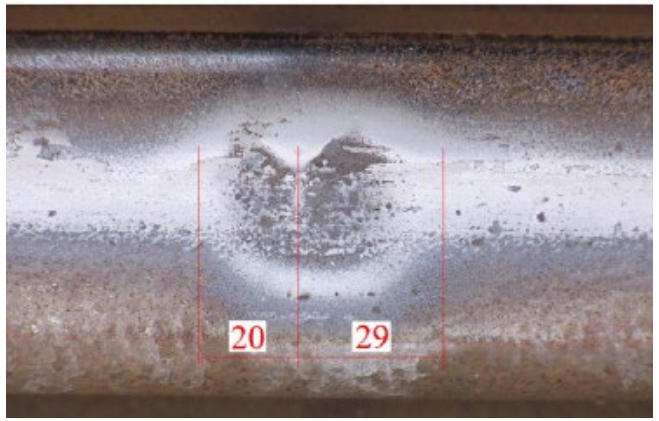
3) Werden Squats zuverlässig detektiert und kann ein Signalausschlag eindeutig einem Squat zugeordnet werden?

Leicht [A]



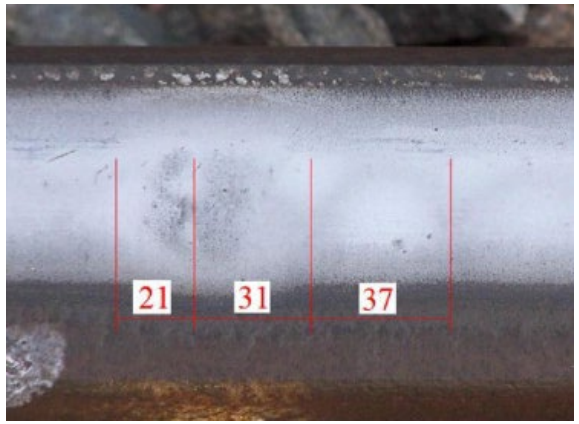
Schienenbehandlung möglich

Mittel [B]



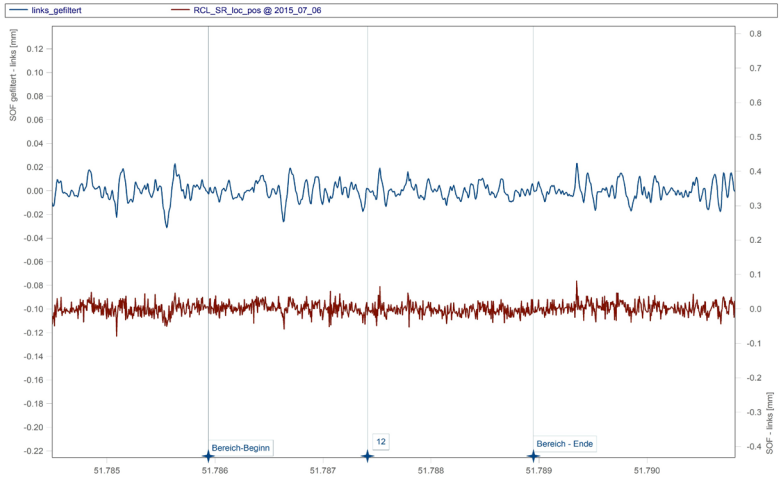
Schienenbehandlung meist möglich

Schwer [C]

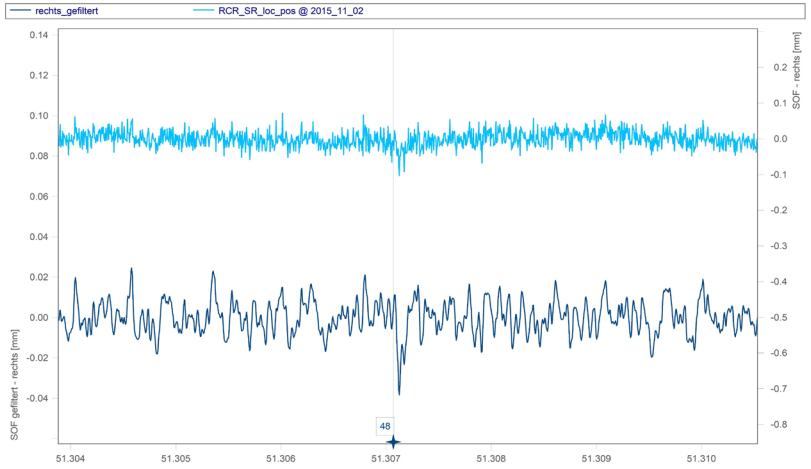


Schienenwechsel meist notwendig

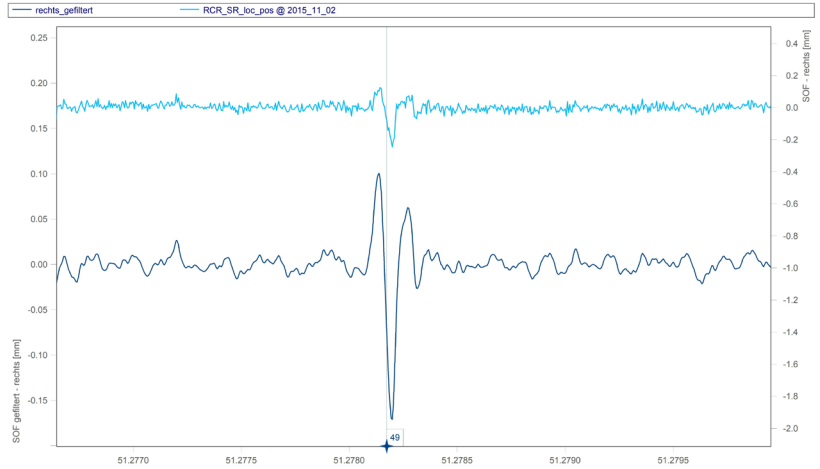
An investigation into the causes of squats—Correlation analysis and numerical modeling
by Zili Li, Xin Zhao, Coenraad Esveld, Rolf Dollevoet, Marija Molodova


links_gefiltert
RCL_SR_loc_pos @ 2015_07_06
SOF gefiltert - links [mm]
SOF - links [mm]
Bereich-Beginn
12
Bereich - Ende

A


rechts_gefiltert
RCR_SR_loc_pos @ 2015_11_02
SOF gefiltert - rechts [mm]
SOF - rechts [mm]
48

A-B


rechts_gefiltert
RCR_SR_loc_pos @ 2015_11_02
SOF gefiltert - rechts [mm]
SOF - rechts [mm]
49

B

Quelle: ÖBB
12

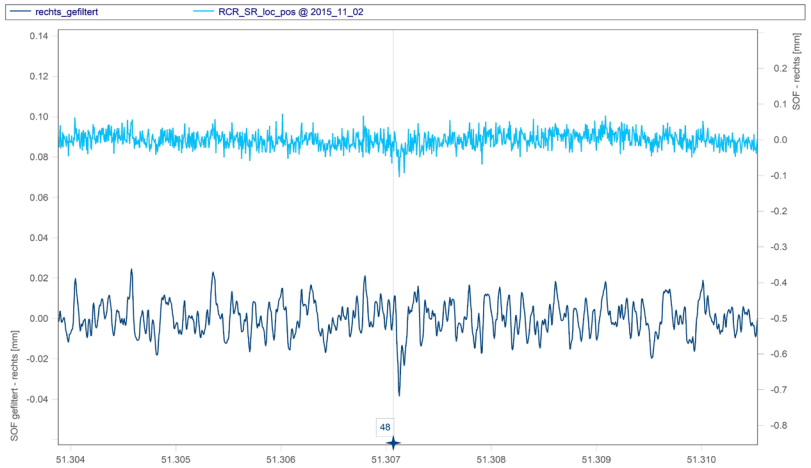
Quelle: ÖBB
48

Quelle: ÖBB
49

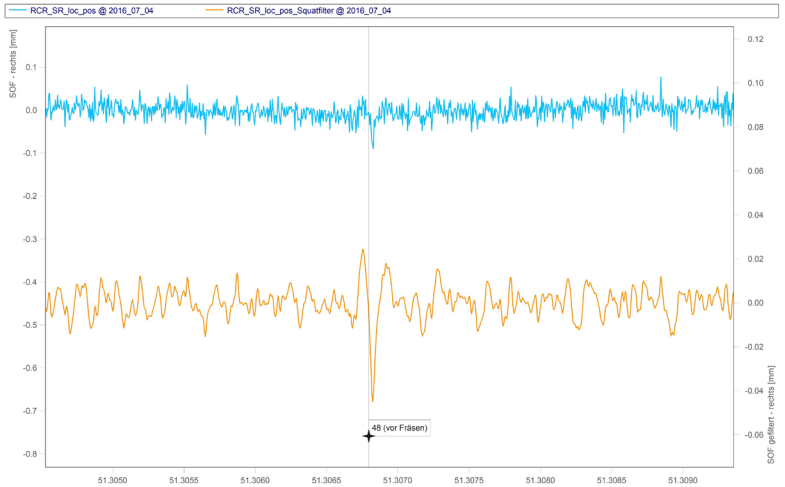
Nach einer Fräs-überfahrt waren keine Risse mehr sichtbar

Sicherheit → rechtzeitige Detektion

LCC → rechtzeitige Detektion möglich



A-B



10 Monate später (Fräsen)

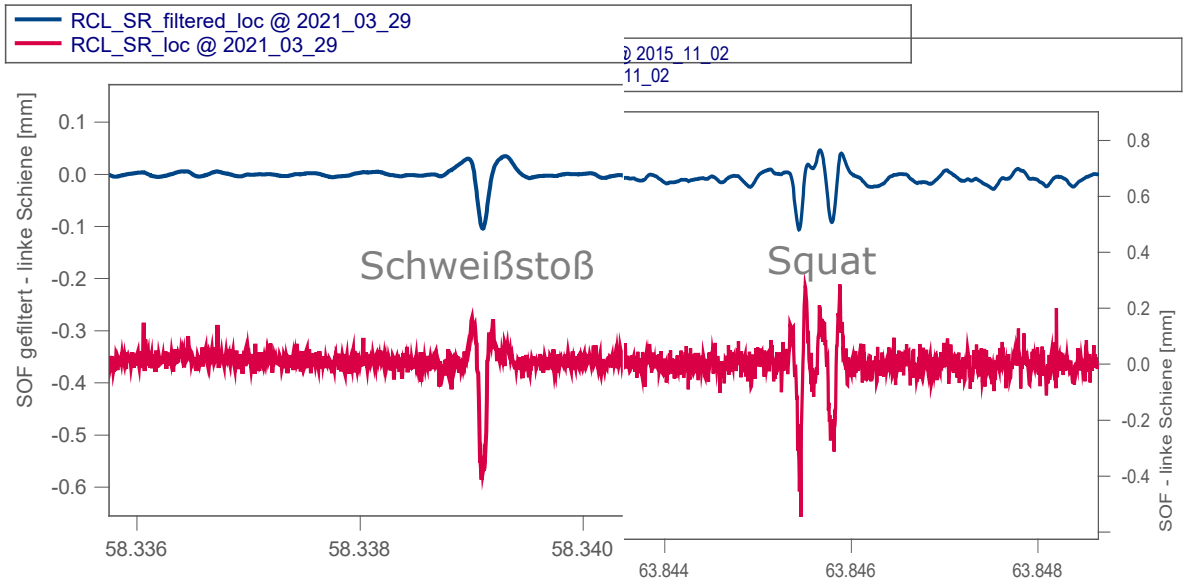
1) Können Squats mittels SOF-Signal detektiert werden?

2) Können Squats rechtzeitig detektiert werden?

3) Werden Squats zuverlässig detektiert und kann ein Signalausschlag eindeutig einem Squat zugeordnet werden?

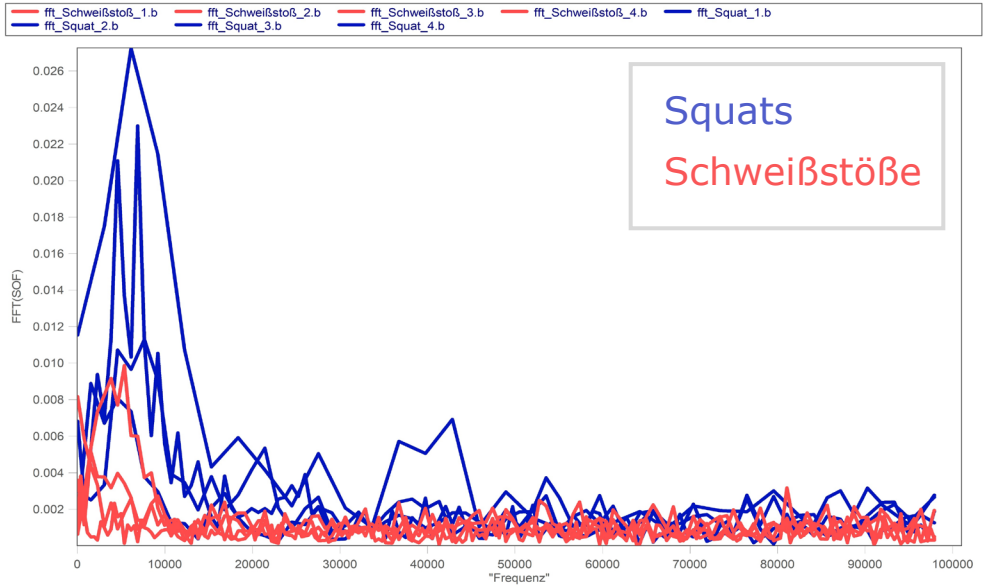
Lösungsansätze:

Signalcharakteristik



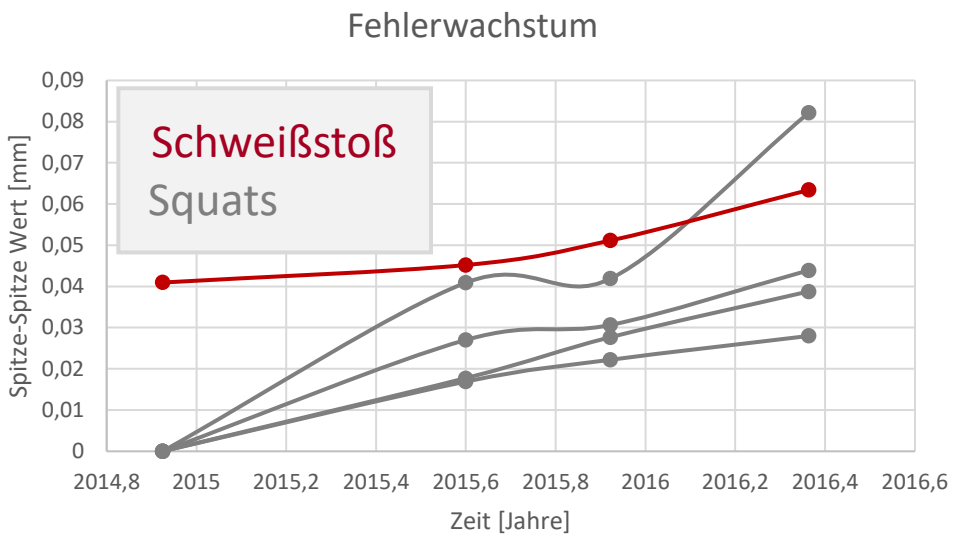
Frequenzspektrum

Fourier-Transformation



Lösungsansätze:

Zeitreihenbetrachtung



Abgleich mit anderen Messdaten

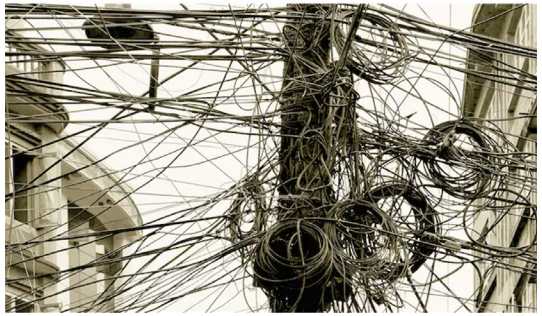
Quelle: Deep Learning of Railway, Track Faults using GPUs - Swiss Federal Railways (SBB)
Swiss Center for Electronics and Microtechnology (CSEM)

1) Können Squats mittels SOF-Signal detektiert werden?

2) Können Squats rechtzeitig detektiert werden?

3) Werden Squats zuverlässig detektiert und kann ein Signalausschlag eindeutig einem Squat zugeordnet werden?

„Die Bahn ist das Herzstück der europäischen Mobilitätswende“
Leonore Gewessler



Relevant
Die Datenquelle muss relevante Informationen liefern können.

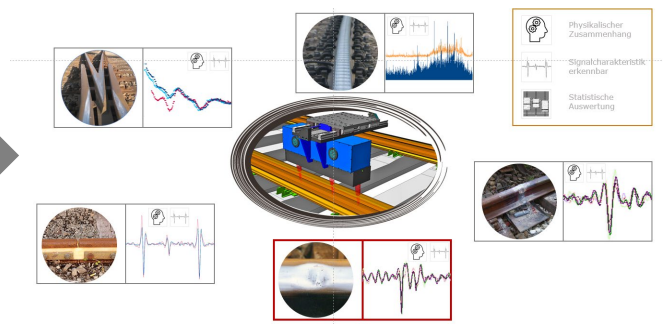
Zuverlässig/objektiv
Keine Systemausfälle /gleichbleibender Standard

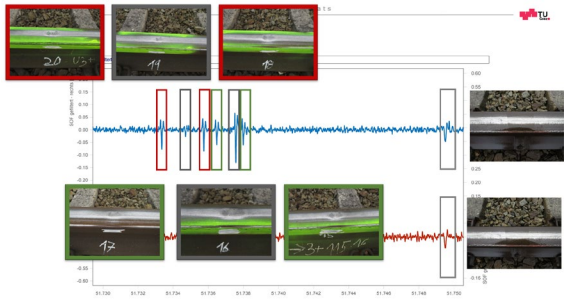
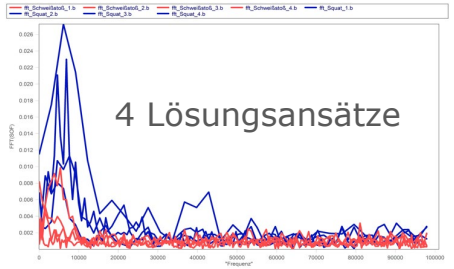
Accurate/reproducible
Genauigkeit entsprechend der jeweiligen Anforderungen

Netzweite Umsetzbarkeit
Fahrplankonform im ganzen Netz umsetzbar

Belastet
Belastete Messungen spielen die Realität wieder

Detektion von Squats mittels optischer Schienenoberflächenmessung des EM250-Messwagens (ÖBB)





Frequenzspektrum