

# BVV Group

## Früherkennung beginnender Lagerschäden an Niederflurachsen unter Verwendung des Systems SCHAEFFLER OPTIME durch benutzerfreundliche Körperschallmessung


Bochumer Verein Verkehrstechnik (BVV)

Sören Barteldes

Dr. Peter Bajer

SCHAEFFLER Condition Monitoring Services

Harald Reiners

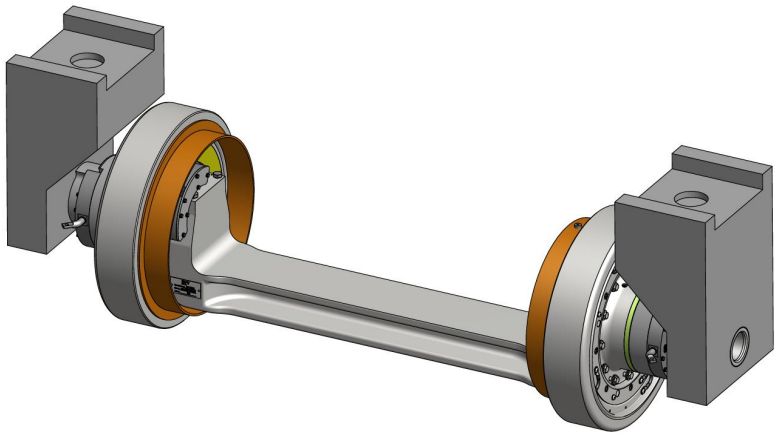
Manuel Herfs

# Inhalt

BVV
SEIT 1842

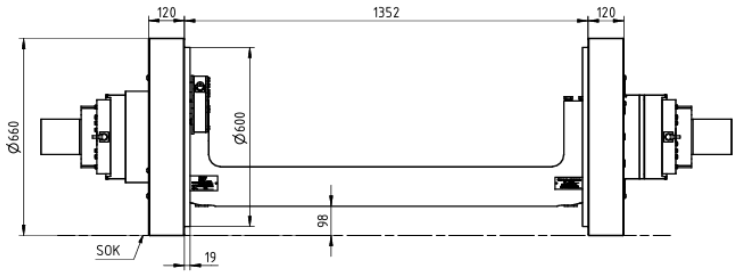
1. Einleitung
2. System OPTIME by SCHAEFFLER
3. Herausforderung
4. Lösung
5. Ergebnisse
6. Zusammenfassung

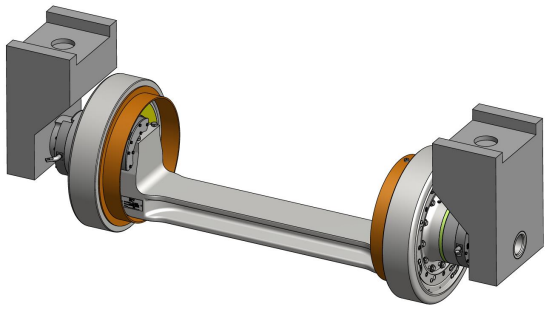


# Einleitung

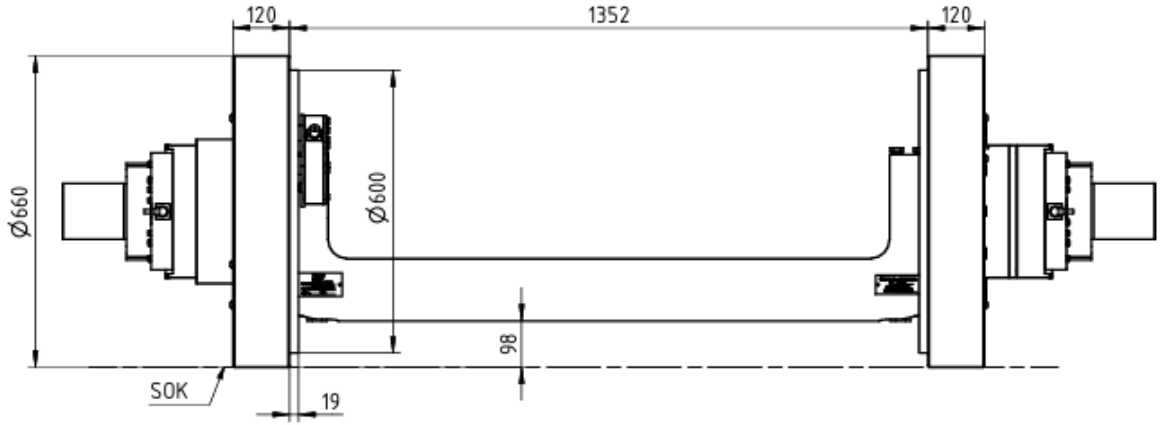
- Der BVV Niederflurradsatz wurde bei der Deutschen Bahn Systemtechnik GmbH umfangreichen ergänzenden Tests unterzogen
- Ziel war die Erzeugung und Detektion eines Lagerschadens an den verbauten Kegelrollenlagern
- Die Herausforderung bestand in der Integration in der feststehenden Achse und den drehenden Rädern und der Integration eines Condition-Monitoring Systems (CMS)

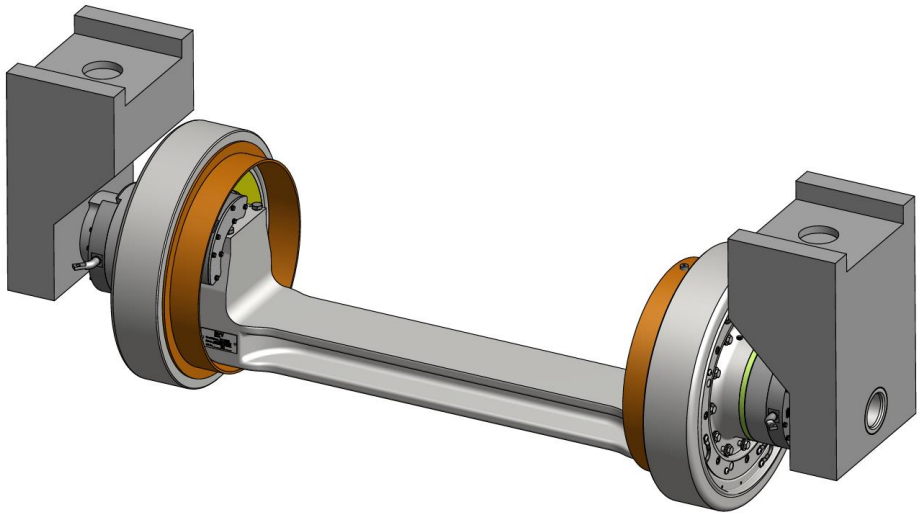


- Niederflurachse zum Einsatz in Nahverkehrs-zügen als Losradsatz
- Bis zu 12,5 t Radsatzlast
- Für gummigefederte Räder Bauart Bo2000 660/580 mm

# Einleitung

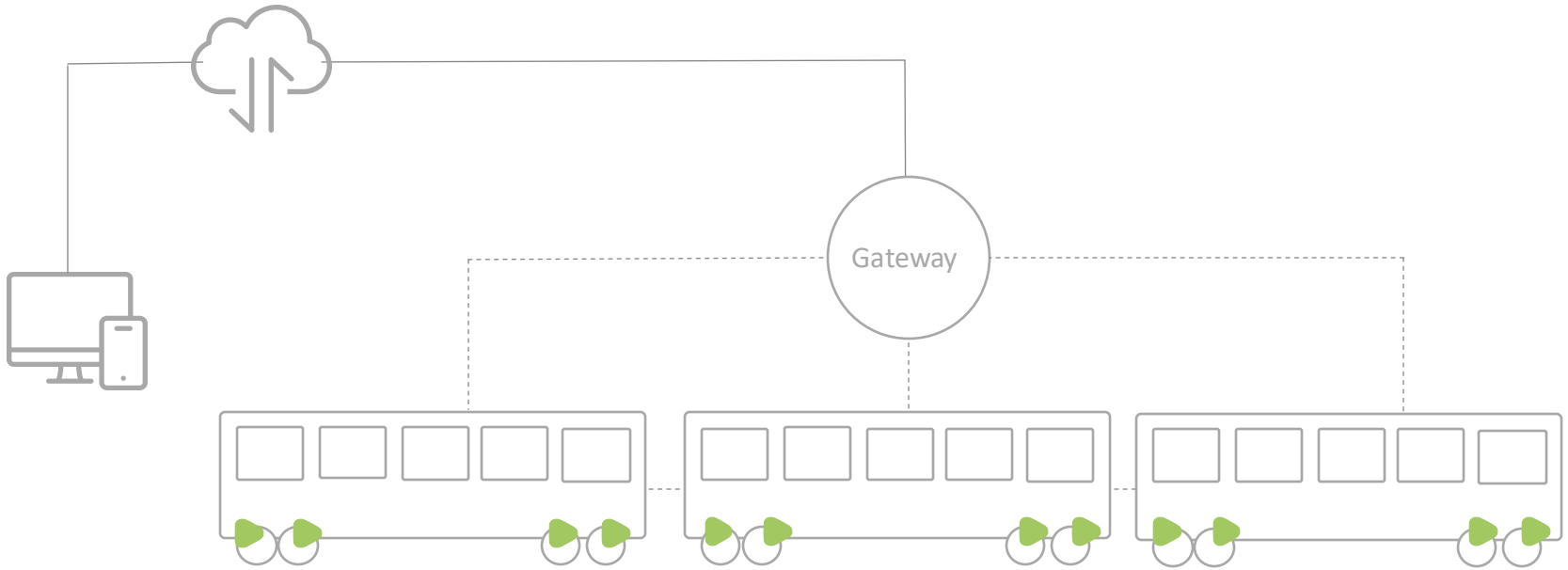


Bedürfnis des BVV

- Schnelle Einbindung des CMS am Prüfstand, mögliche Feldeignung testen
- Online Auswertung als Service
- Einfache Charakterisierung des Lagerzustands unabhängig von Systemparametern

SCHAEFFLER BVV SEIT 1842




= Mesh Technology

= OPTIME Sensor




**Plug**

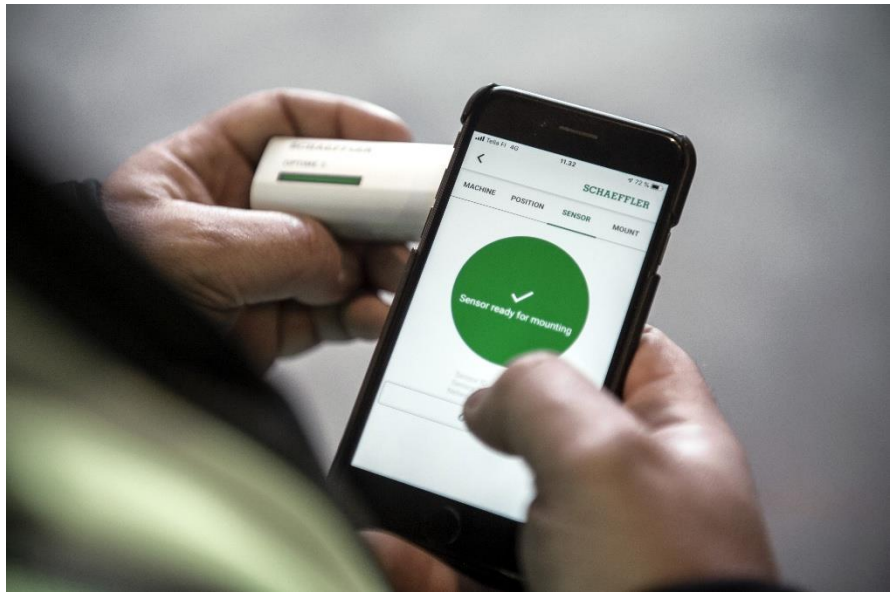
- Sensoren verschrauben oder ankleben und per NFC aktivieren
  **Nutzen:** Schnell installiert und sofort einsatzbereit.
- Alle Sensoren verbinden sich automatisch (Mesh-Technology)
  **Nutzen:** Zuverlässige Verbindung mit geringem Energieverbrauch.
- Jederzeit um weitere Sensoren ergänzbar
  **Nutzen:** Flexibel mitwachsend bei Bedarf.

**Play**

- App zeigt Trends, warnt und alarmiert
  **Nutzen:** Probleme werden früh erkannt
- Einfache Bedienung und verschiedene Ansichten
  **Nutzen:** Für Einsteiger und Experten leicht nutzbar.

**Predict**

- Erkennt Fehler frühzeitig und nennt Ursachen
- **Nutzen:** Ausfälle vermeiden und Wartung gezielt planen.






## OPTIME Condition Monitoring

OPTIME Condition Monitoring ist eine leicht zu skalierende Zustandsüberwachungslösung innerhalb des OPTIME Ecosystems. Sie wurde für verschiedene Zwecke in der Industrie entwickelt und wird für eine Reihe von rotierenden Maschinen mit einer Drehzahl von 120 U/min*-5000 U/min empfohlen. Damit gelingt es, den Aufwand des Nutzers für jeden einzelnen Prozessschritt so gering wie möglich zu halten. Daher ist OPTIME Condition Monitoring besonders für die zustandsbasierte Überwachung einer großen Anzahl von Maschinen geeignet, auch im Ex-Bereich.

## OPTIME 3, 5 und 5 Ex Sensors

Die batteriebetriebenen Sensoren lassen sich schnell und einfach an den Maschinen montieren und erfassen Schwingungs- und Temperaturdaten des überwachten Aggregats.

- OPTIME 3: Maschinendrehzahlen von 120 U/min* bis 3000 U/min. empfohlen
- OPTIME 5: Maschinendrehzahlen bis 5000 U/min empfohlen
- OPTIME 5 Ex: Erlaubt es, Anwendungsfälle auf den Ex-Bereich auszudehnen

## Betriebsmodi

### Standard Modus

Sensoren messen in festen Zeitintervallen.
Geeignet für Maschinen, die mindestens 4 Stunden lang ununterbrochen laufen.

### Dynamischer Modus (DM)

Dynamische Messungen für Maschinen, die nur gelegentlich betrieben werden, aber länger als 30 Sekunden durchgehend laufen.

### Hochdynamischer Modus (HDM)

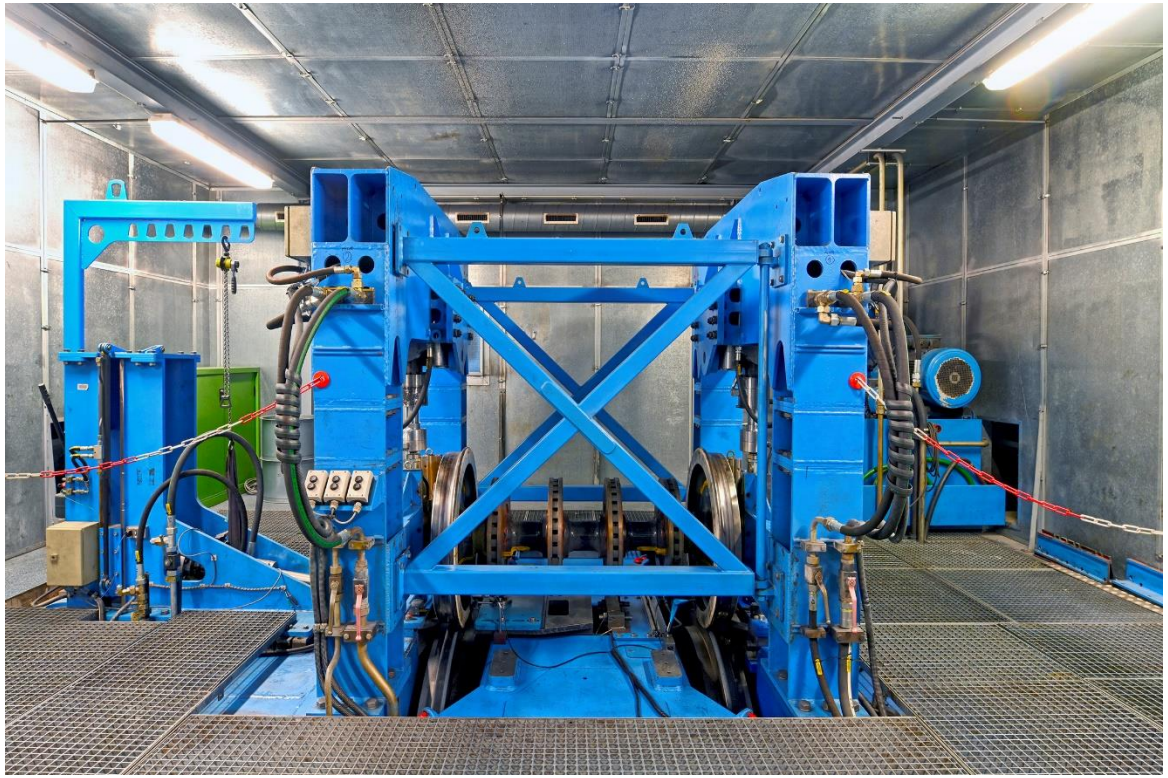
Dynamische Messungen für Maschinen, die nur gelegentlich betrieben werden und mindestens 5 Sekunden bis ca. 30 Sekunden aktiv sind.

# Herausforderung

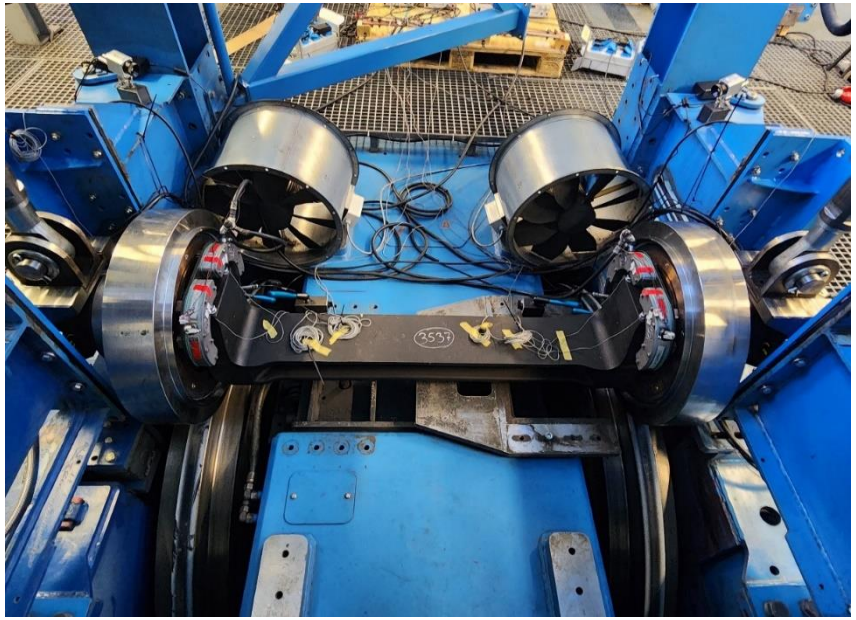
DB Systemtechnik BVV SEIT 1842

## Prüfstand C DB Systemtechnik GmbH Brandenburg-Kirchmöser

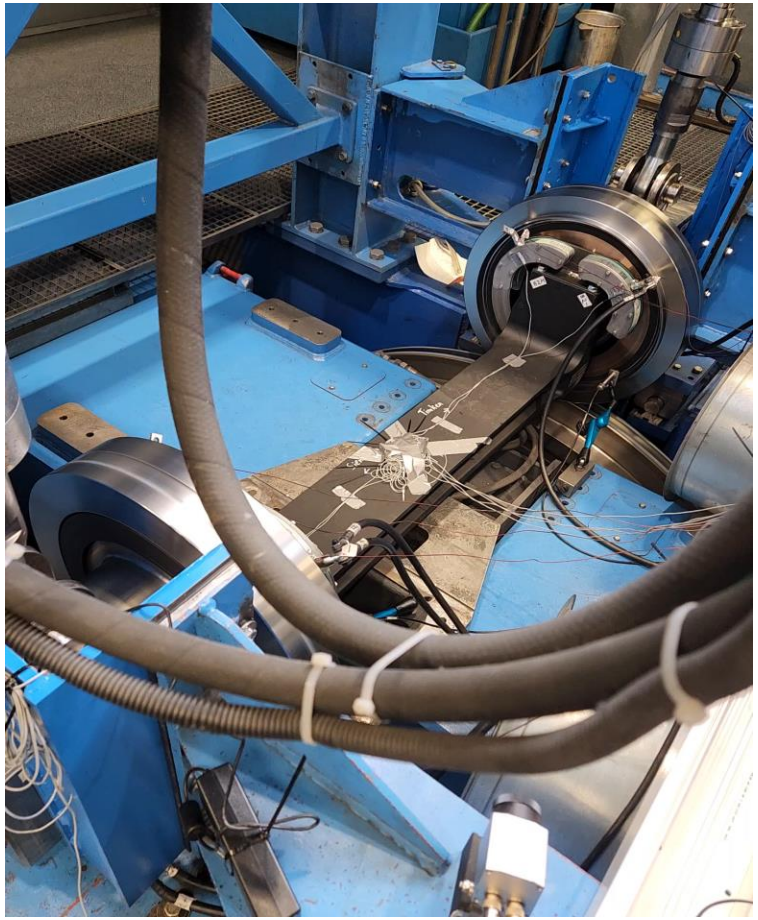
| | | |
|---|---|---|
| **Radsatz** | Laufprofil Durchmesser | 600 - 1.200 mm |
| | Radprofil | zylindrisch |
| | Max. Abstand Achslager | 2.000 - 2.130 mm |
| **Schienenprofil** | Treibraddurchmesser | 2.100 mm |
| | Radprofil | zylindrisch |
| | Spurweite | 1.435 mm |
| **Belastungen** | Radialkraft | Bis zu 360 kN |
| | Querkraft | Bis zu 80 kN |
| | Geschwindigkeit | Bis zu 160 km/h |
| **Mess-einrichtungen** | Temperatur (taktil) | |
| | Temperatur (optisch) | |
| **Kühlung** | Gebläse | |



# Herausforderung







# Herausforderung

BVV
SEIT 1842

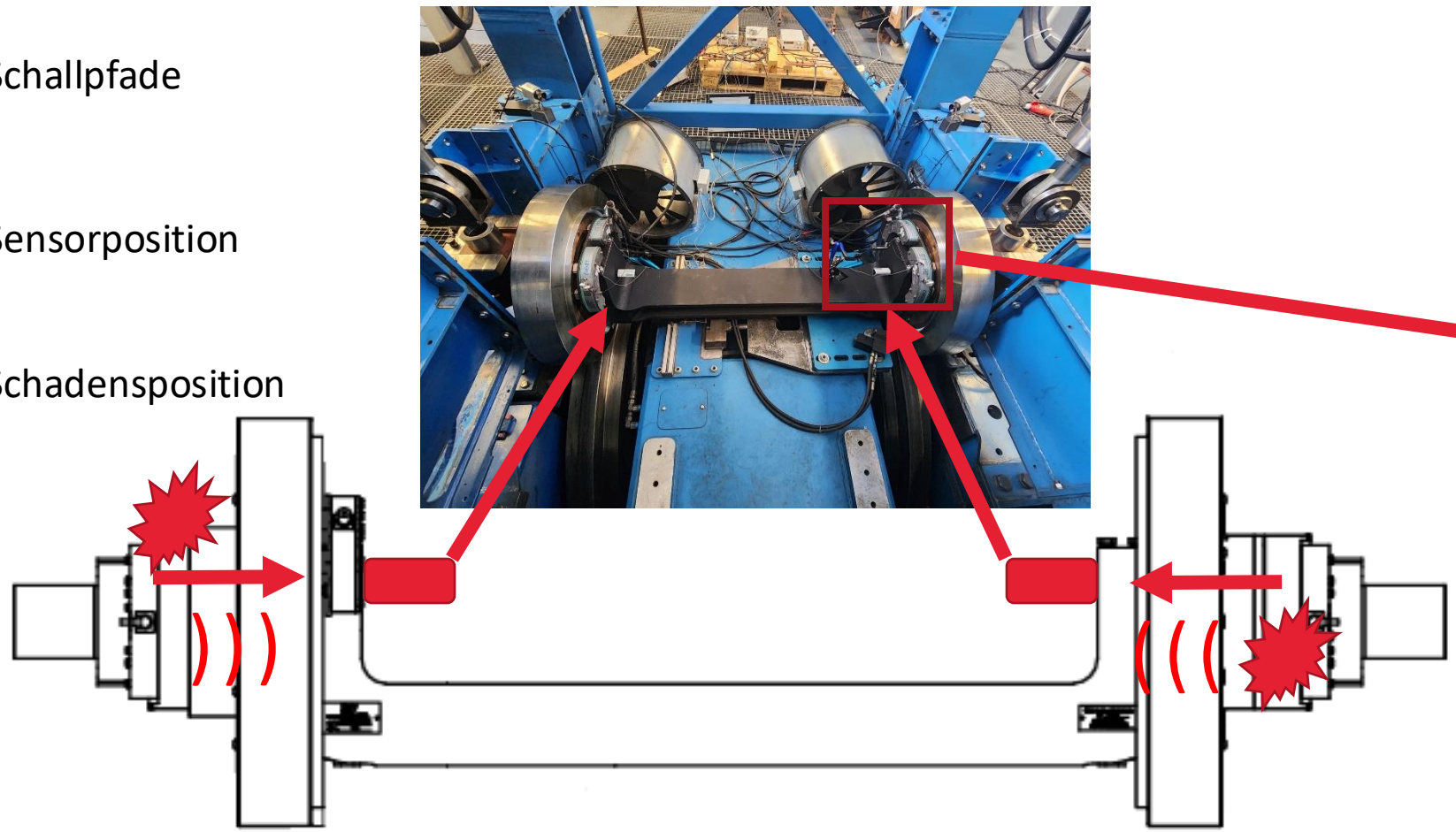
- Erzeugung einer extremen Belastungssituation für die verbauten Kegelrollenlager bis zum Ausfall
- Condition Monitoring der Kegelrollenlager über SCHAEFFLER System OPTIME als Körperschallmessung
- Neben hoher vertikaler Belastung, parallele Einleitung von Querkraft
- Variation der Drehzahl inklusive Start/Stopp zur Simulation realer Betriebsbedingungen

# Lösung

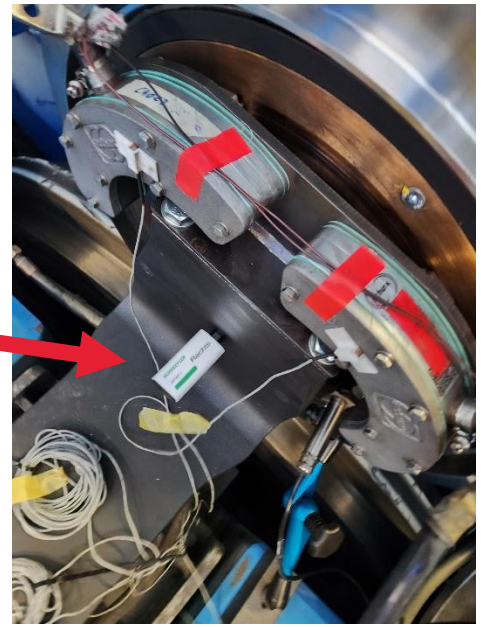
Schallpfade

Sensorposition

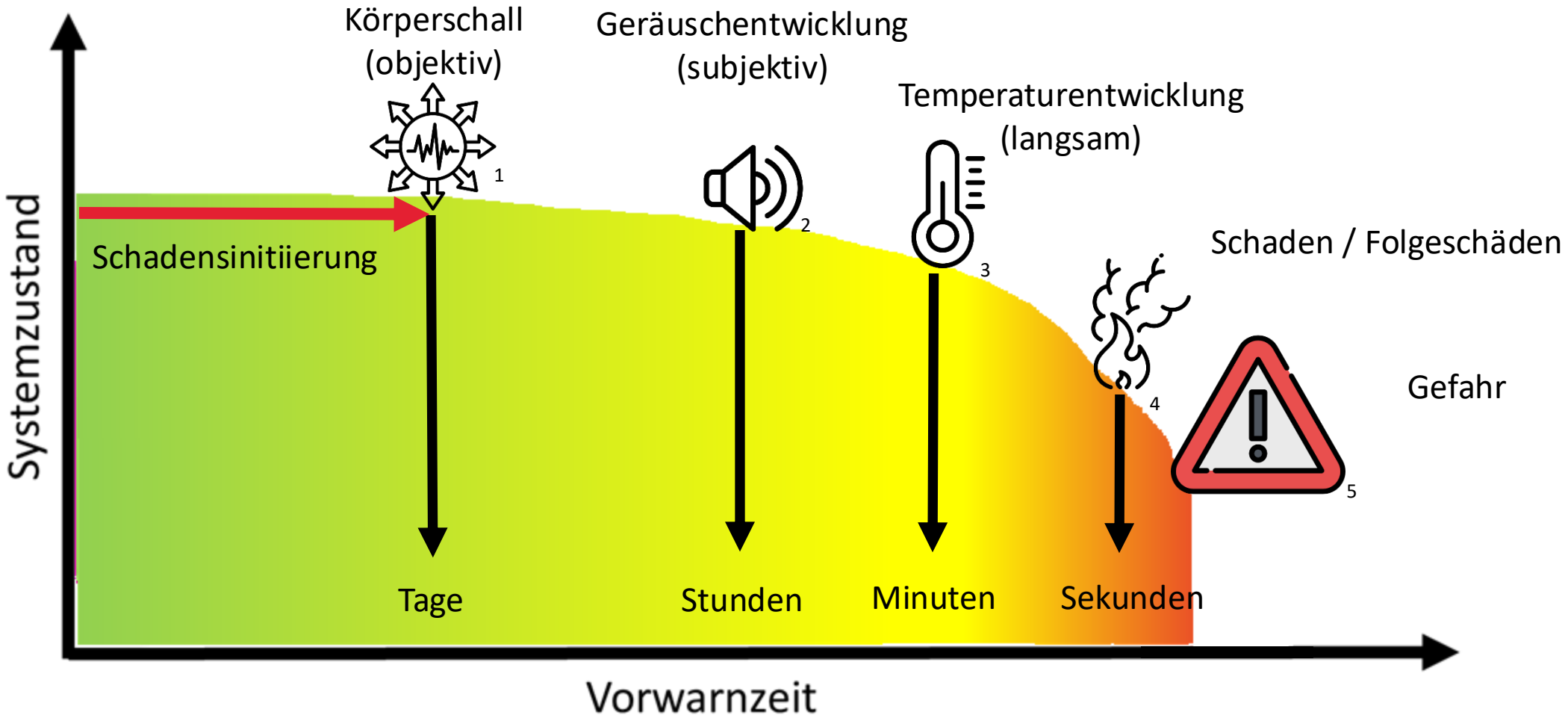
Schadensposition





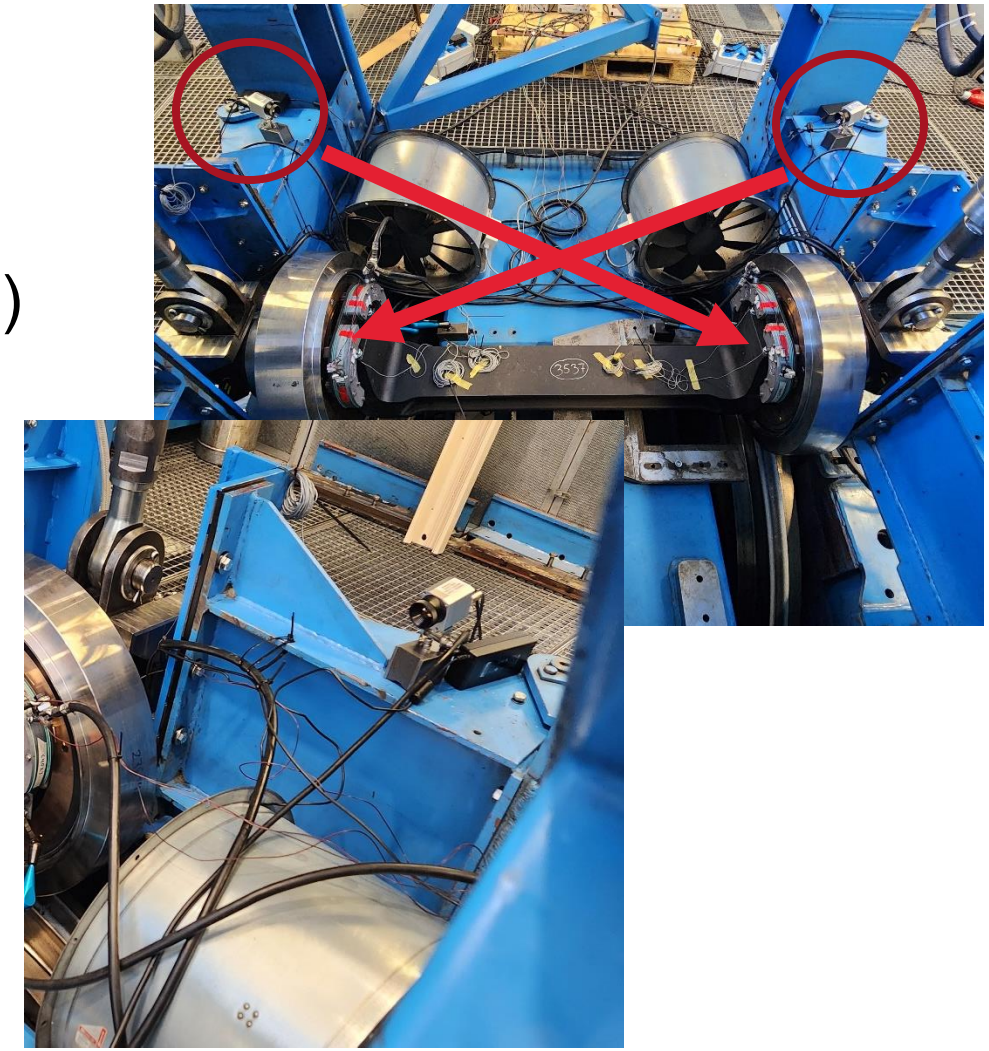


# Lösung


Körperschall
(objektiv)
Geräuschentwicklung
(subjektiv)
Temperaturentwicklung
(langsam)
Schaden / Folgeschäden
Gefahr
Schadensinitiierung
1
2
3
4
5
Systemzustand
Tage
Stunden
Minuten
Sekunden
Vorwarnzeit

# Lösung

- Überwachung durch taktile und optische Temperaturmessung
  - Thermokamera (Prüfstandseitig)
  - PT 100 (Fa. Ahlborn)
- Drehzahlmessung (Prüfstandseitig)
- Kraftmessung radial / axial (Prüfstandseitig)



# Ergebnisse

BVV
SEIT 1842

Einlaufphase

- Einfahren des Systems als Vorbereitung zur Prüfung

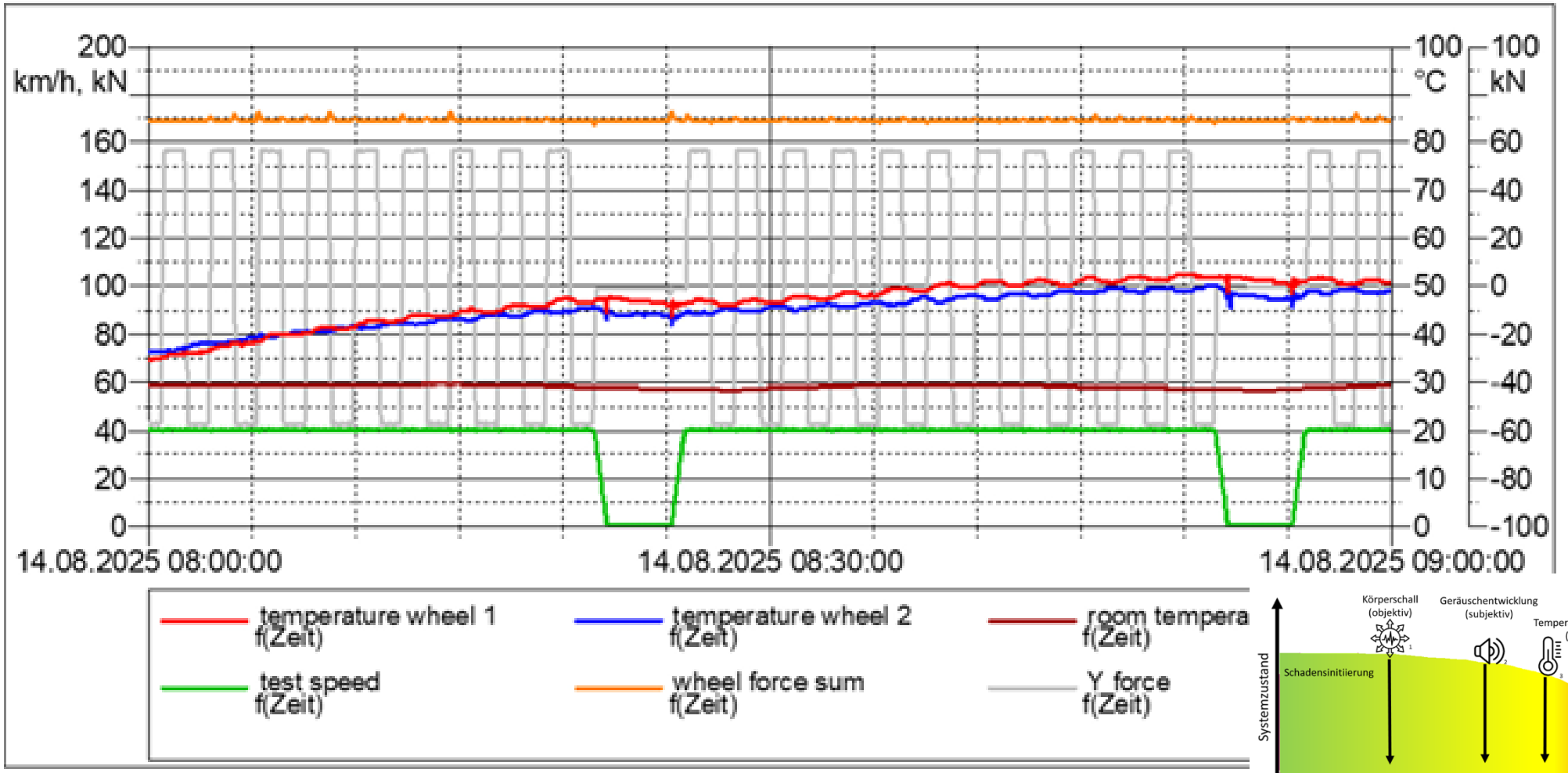
Validationsphase

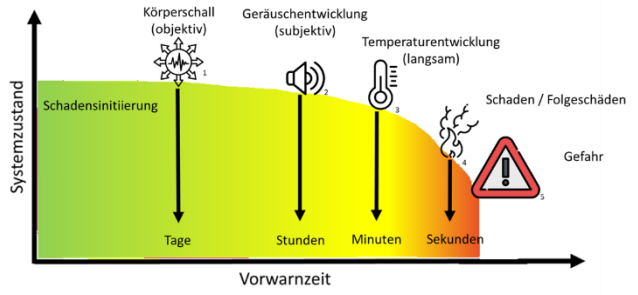
- Prüfung des Systems innerhalb der Auslegungsparameter

Erzeugung eines Lagerschadens

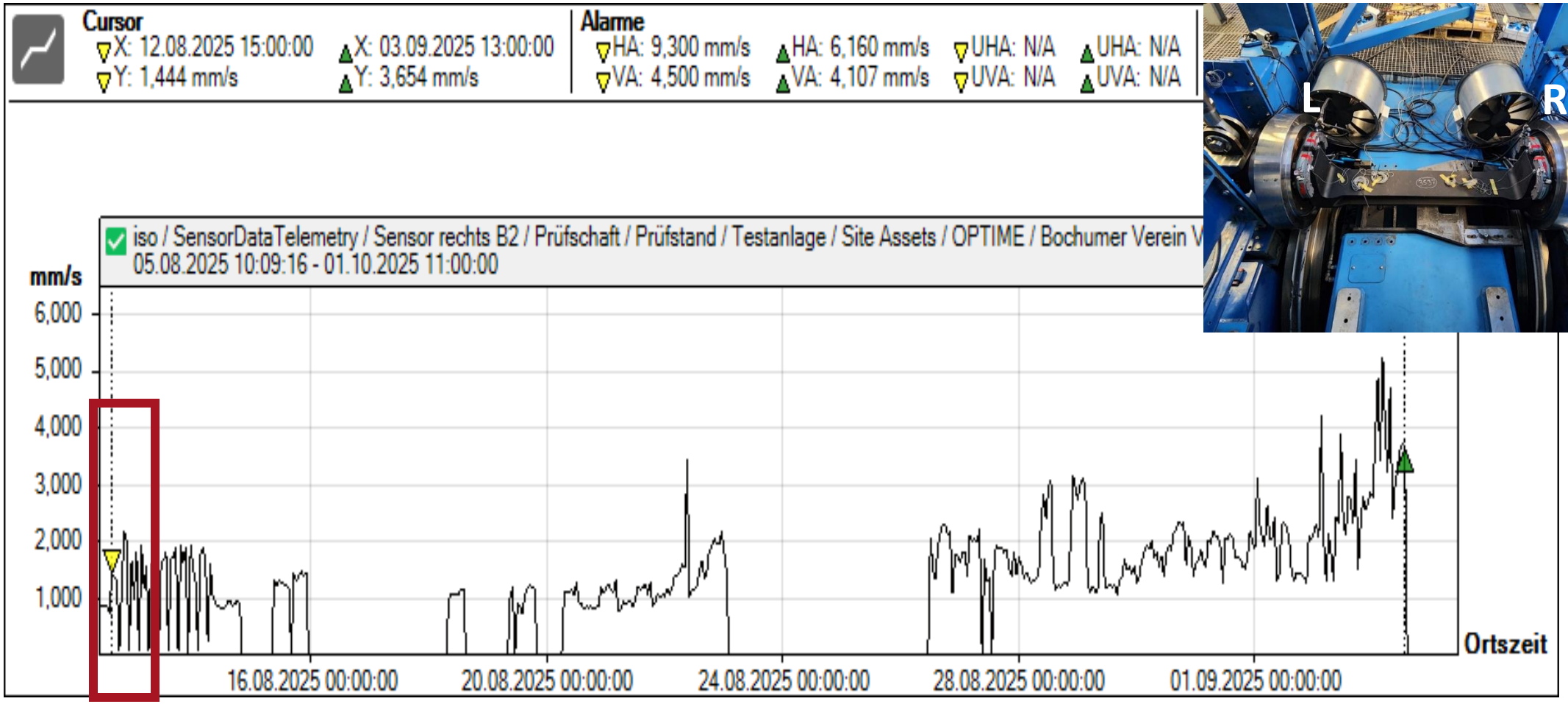
- Prüfung des Systems oberhalb der Auslegungsparameter

# Ergebnisse - Einlaufphase



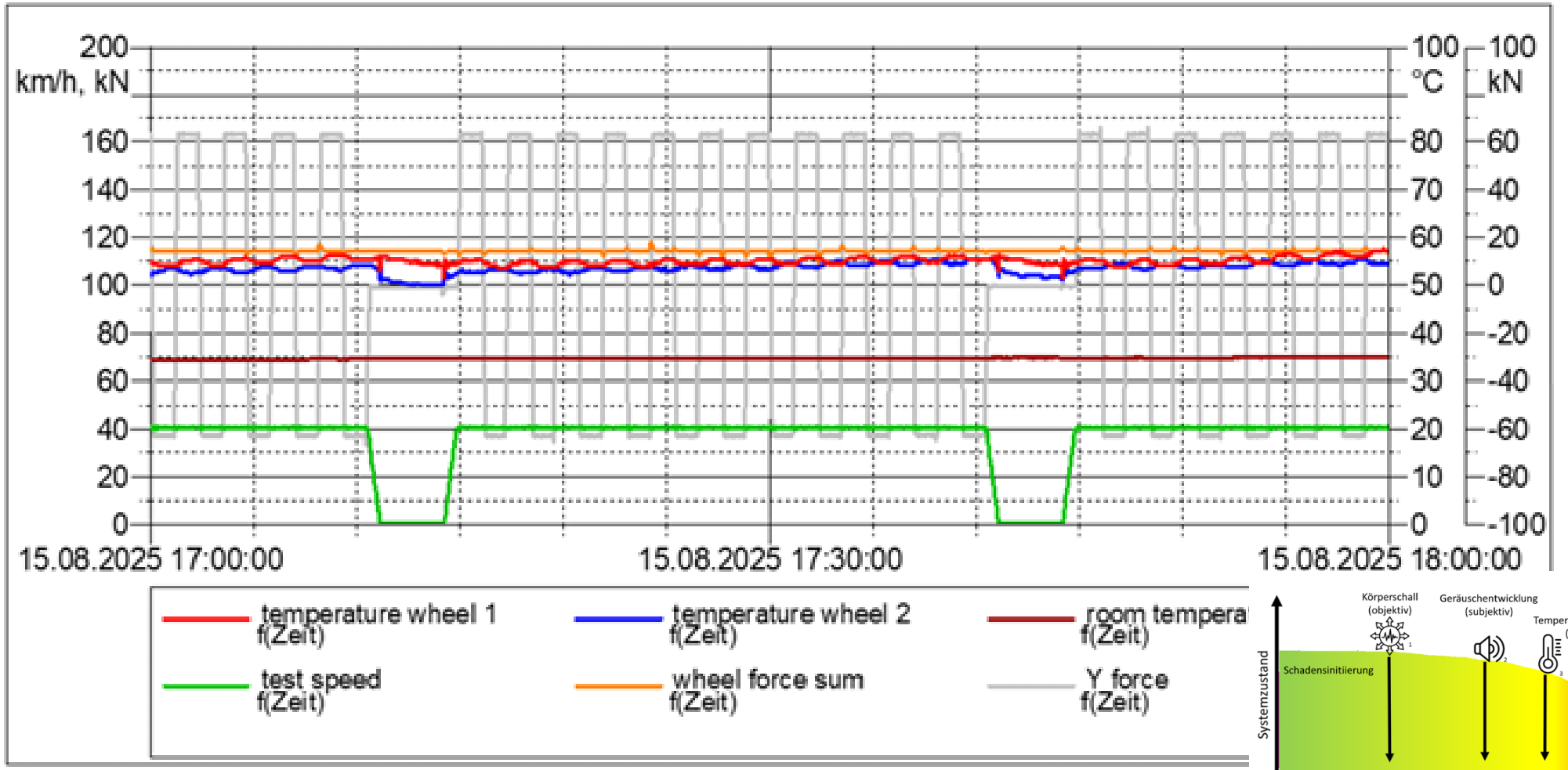



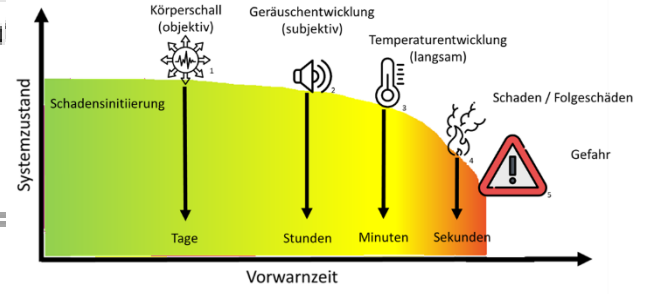
# Ergebnisse - Einlaufphase



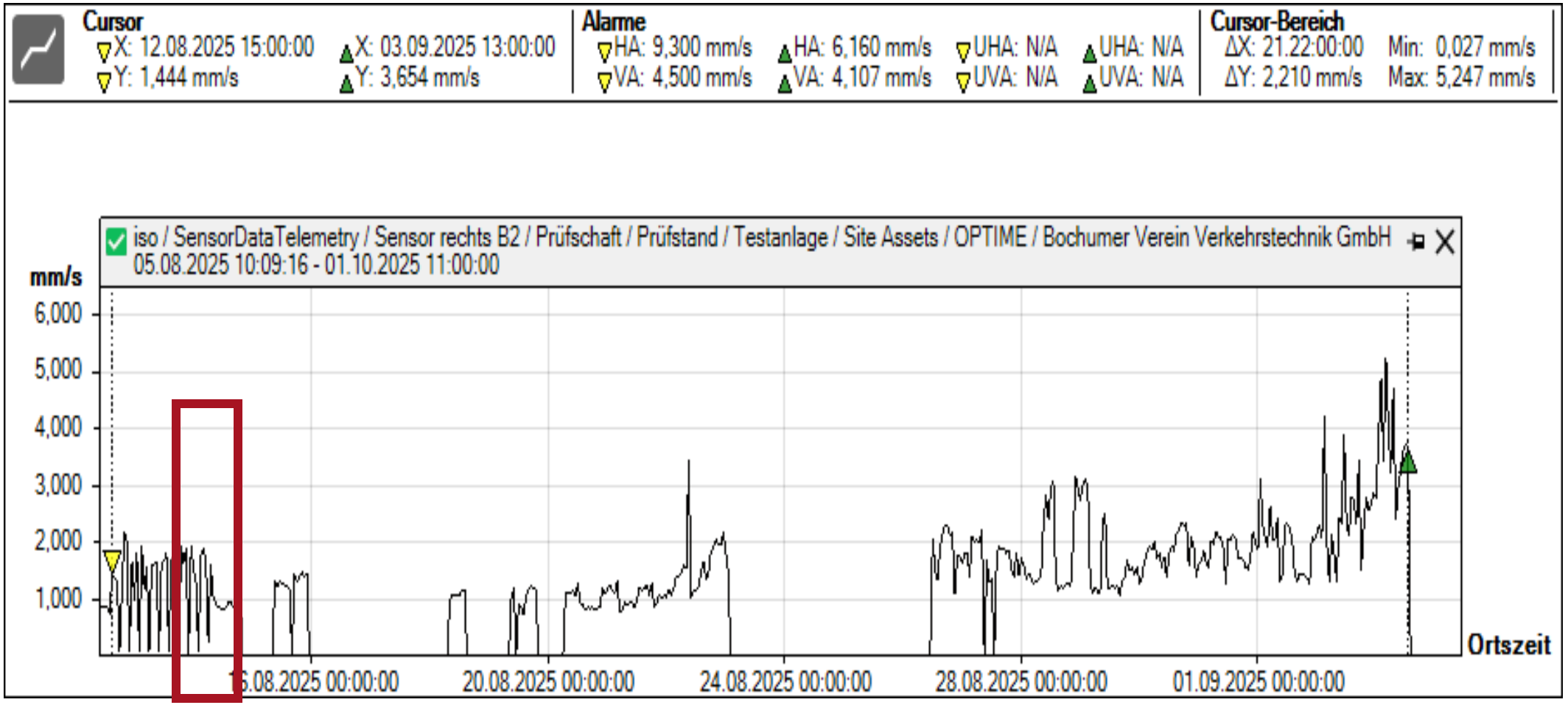

Breitbandiger Kennwertverlauf Schwinggeschwindigkeit von 14.08.25 bis 03.09.25 für Sensor rechte Seite

# Ergebnisse - Validationsphase



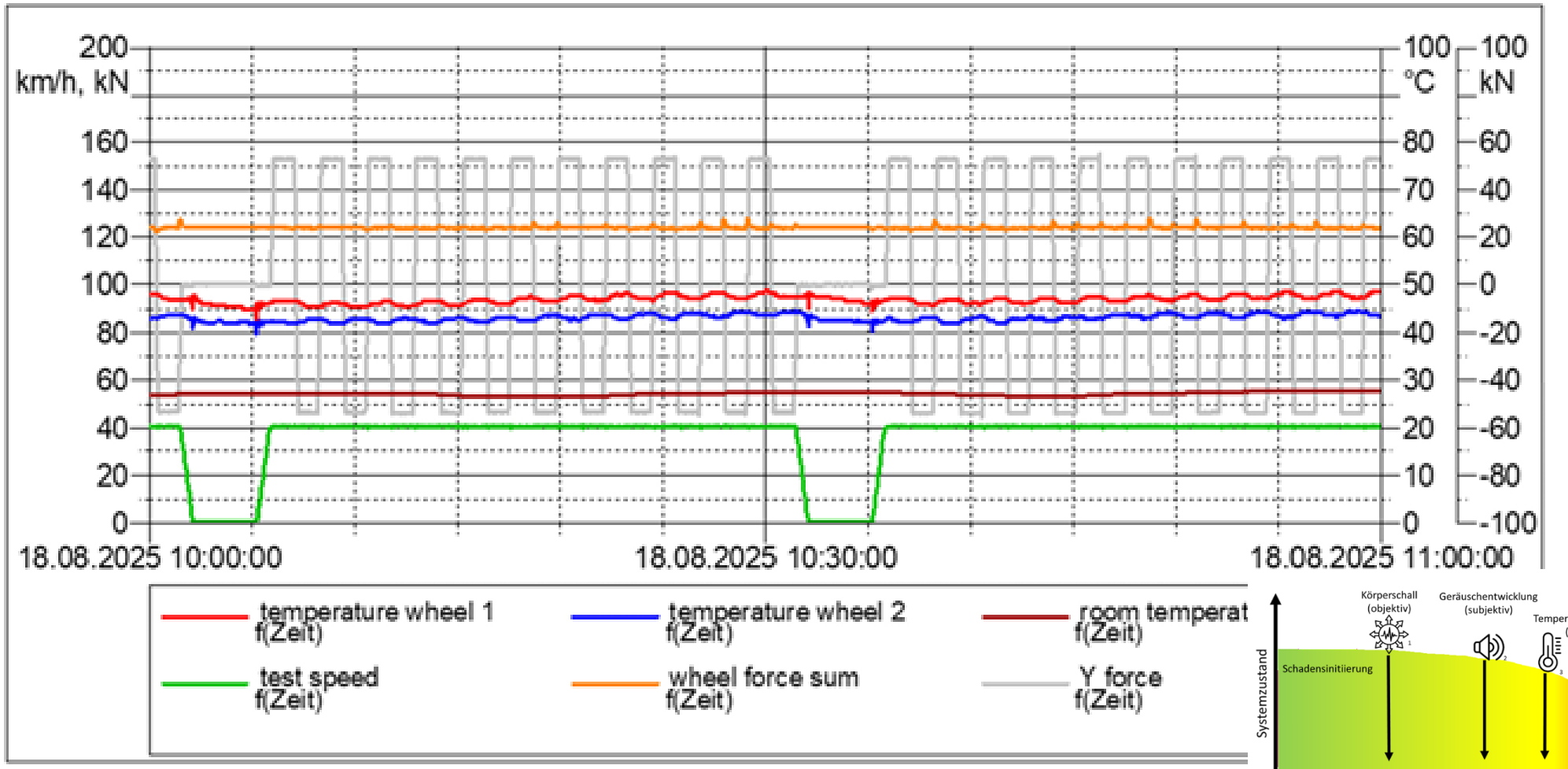



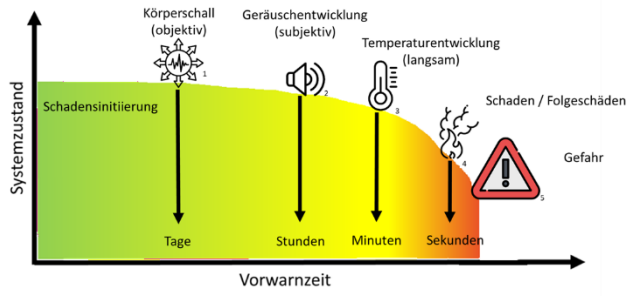
# Ergebnisse - Validationsphase



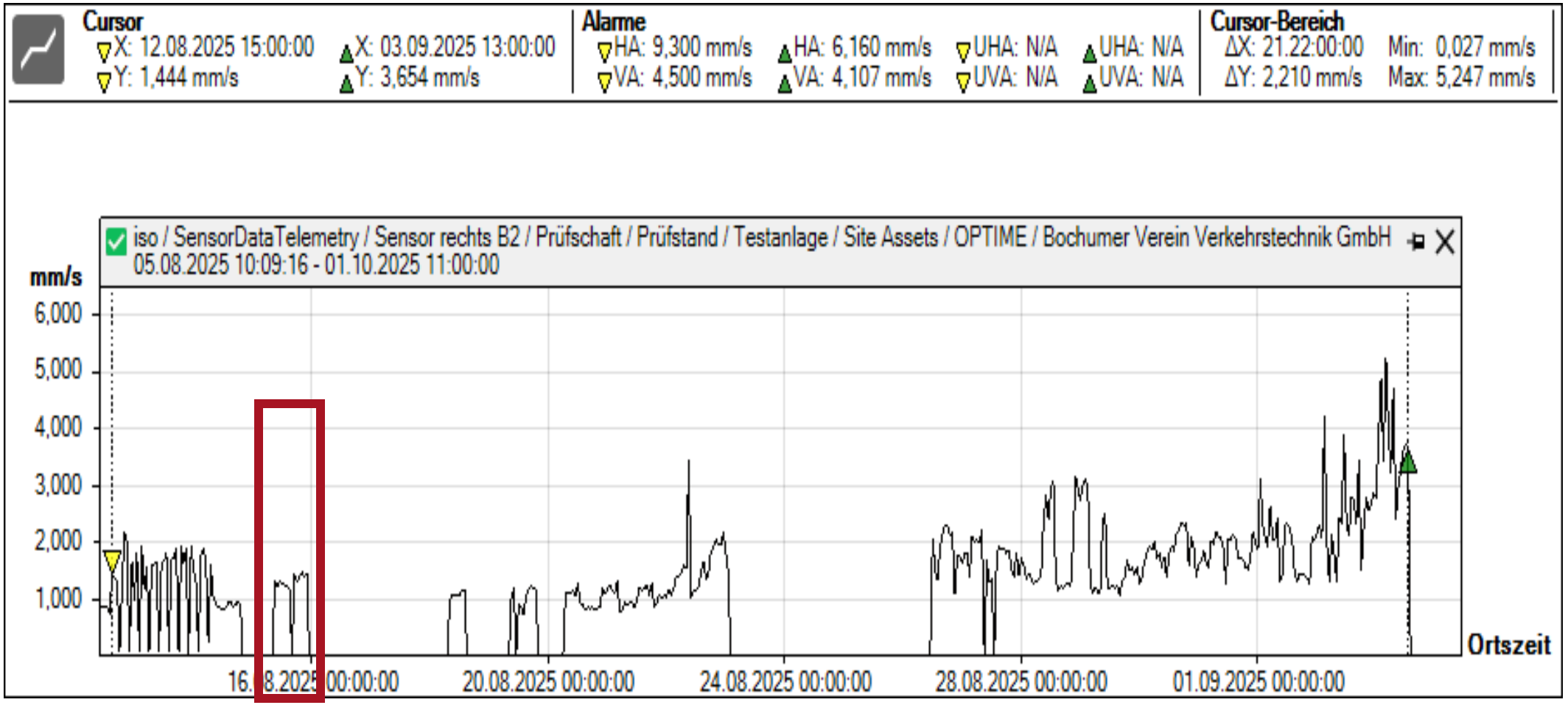

Breitbandiger Kennwertverlauf Schwinggeschwindigkeit von 14.08.25 bis 03.09.25 für Sensor rechte Seite

# Ergebnisse - Validationsphase



# Ergebnisse - Validationsphase

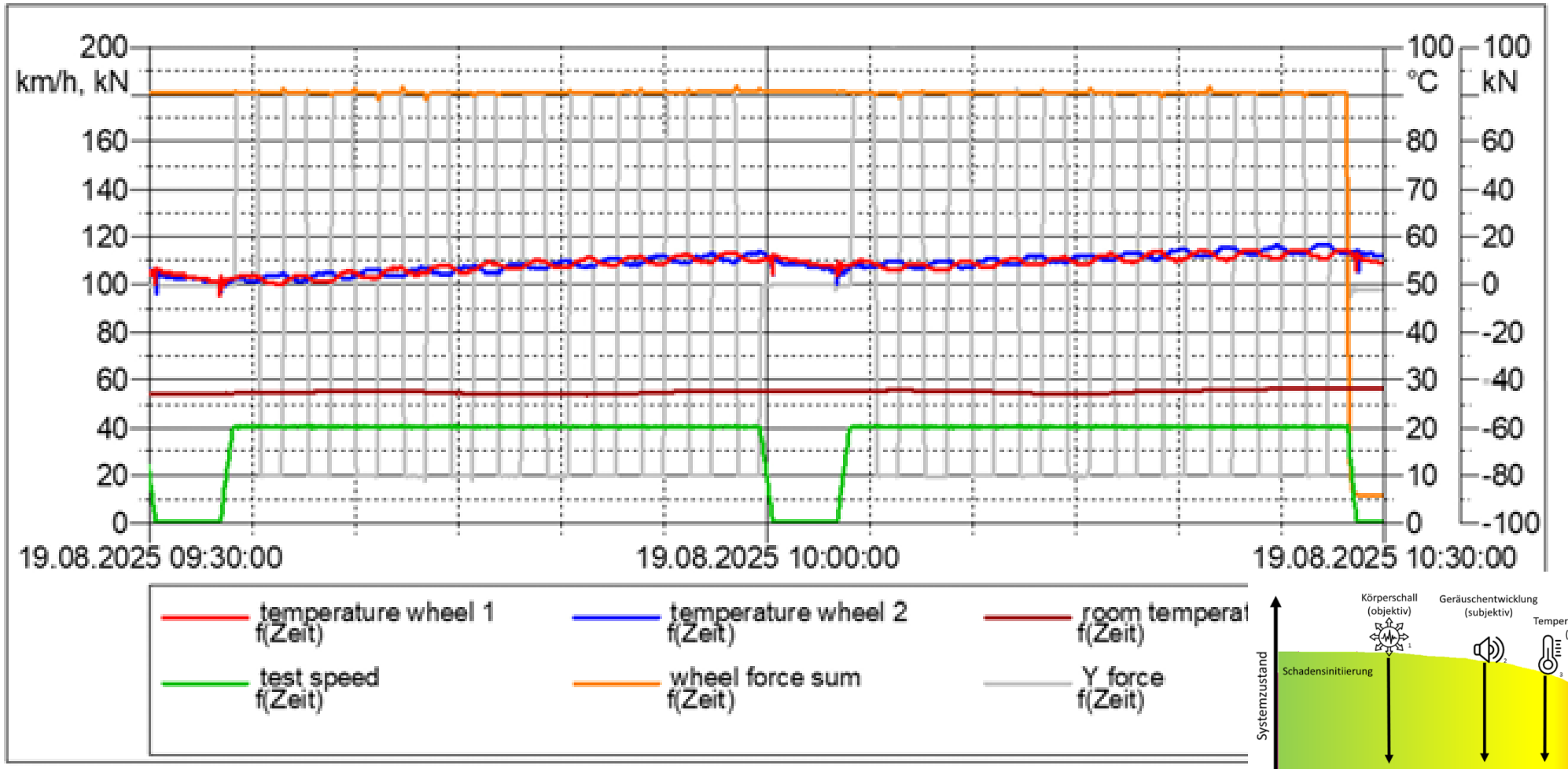


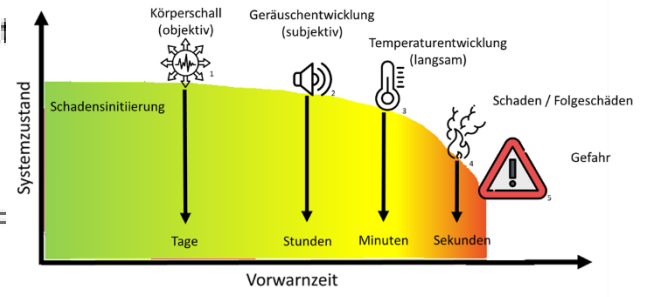

Breitbandiger Kennwertverlauf Schwinggeschwindigkeit von 14.08.25 bis 03.09.25 für Sensor rechte Seite

# Zwischenfazit

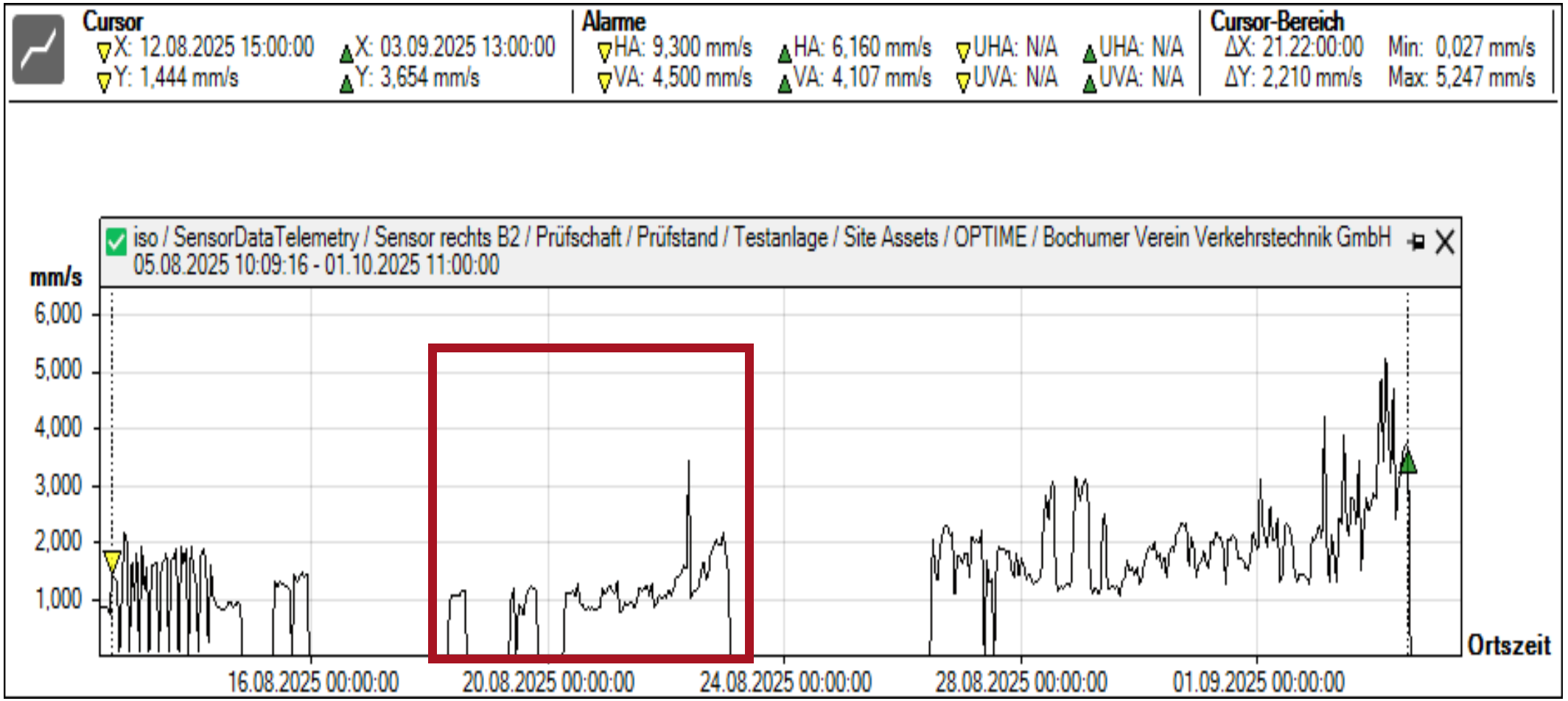
- Die eingestellten Betriebslasten entsprechen einer 100 % Auslastung der Auslegungskennwerte
- Das System bewegte sich mit den seinen Komponentenreaktionen innerhalb normaler Betriebsparameter und blieb vollumfänglich funktionsfähig

# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 1



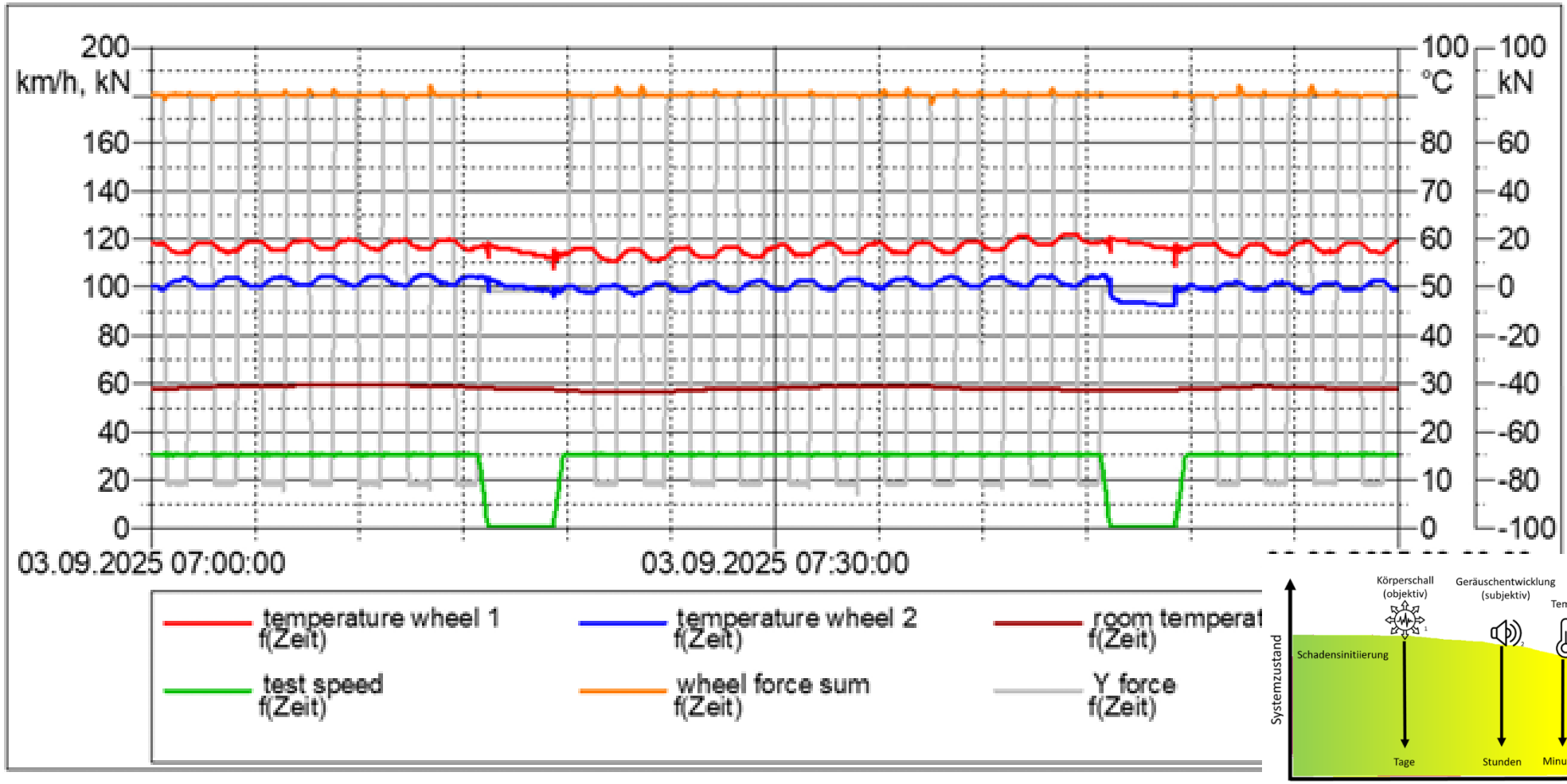



# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 1

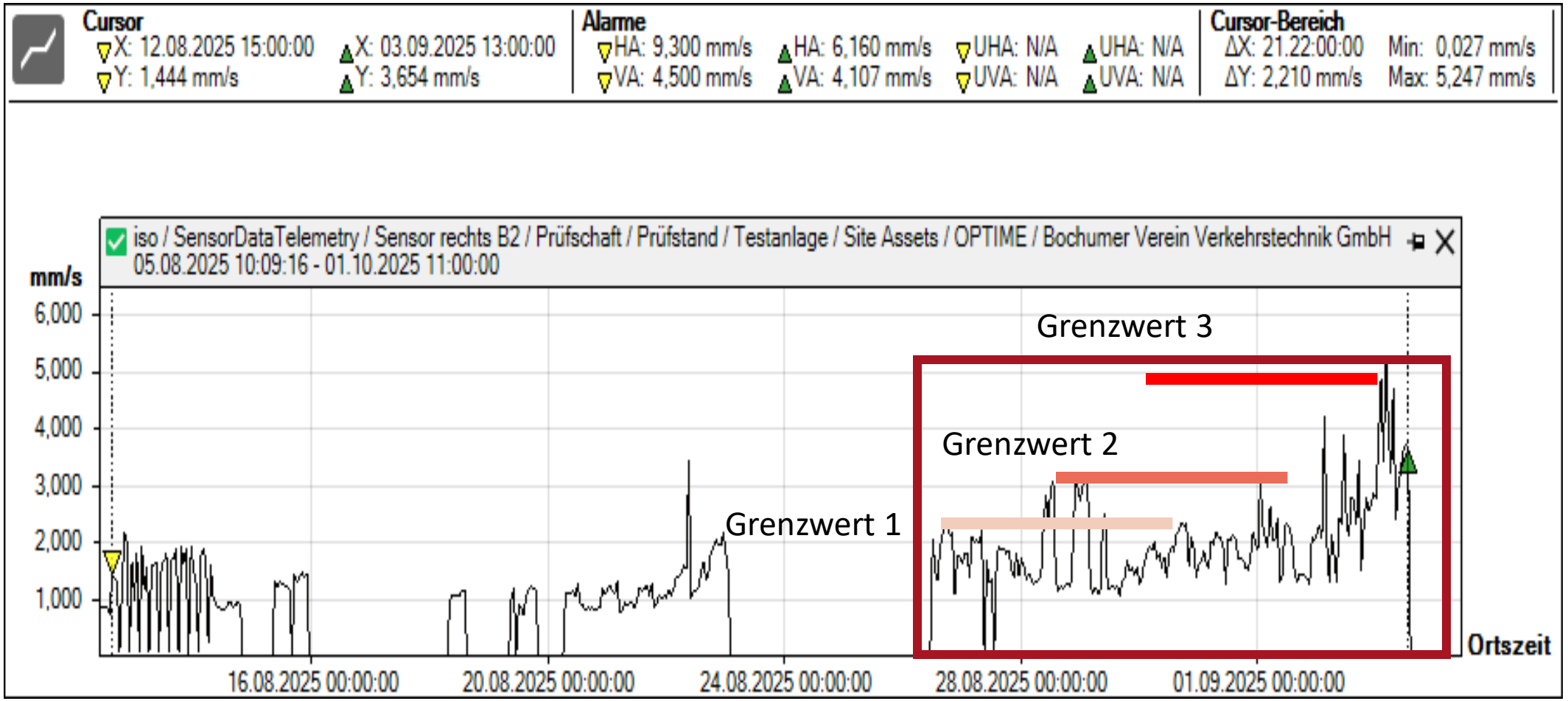



Breitbandiger Kennwertverlauf Schwinggeschwindigkeit von 14.08.25 bis 03.09.25 für Sensor rechte Seite

# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 2



# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 2



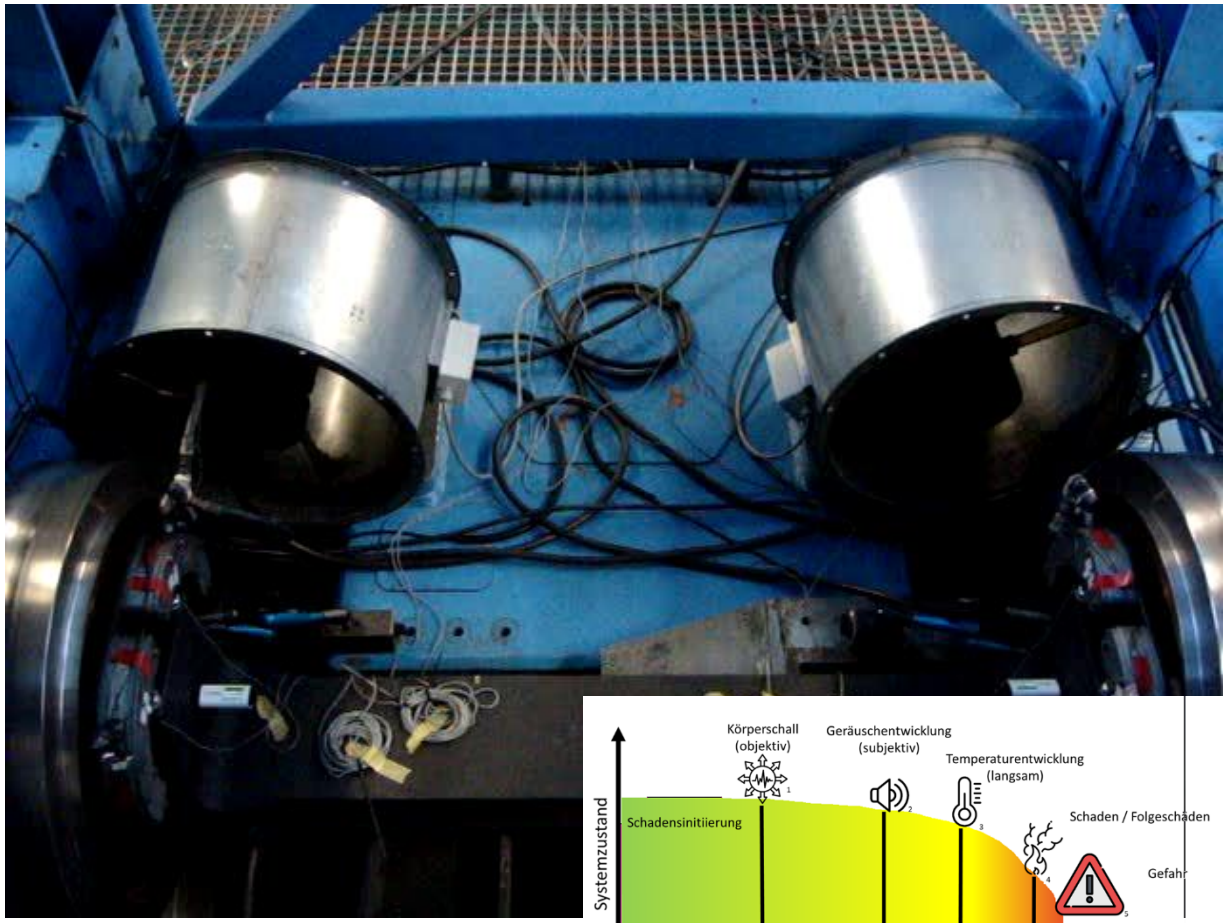

Breitbandiger Kennwertverlauf Schwinggeschwindigkeit von 14.08.25 bis 03.09.25 für Sensor rechte Seite

# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 2

03.09.2025

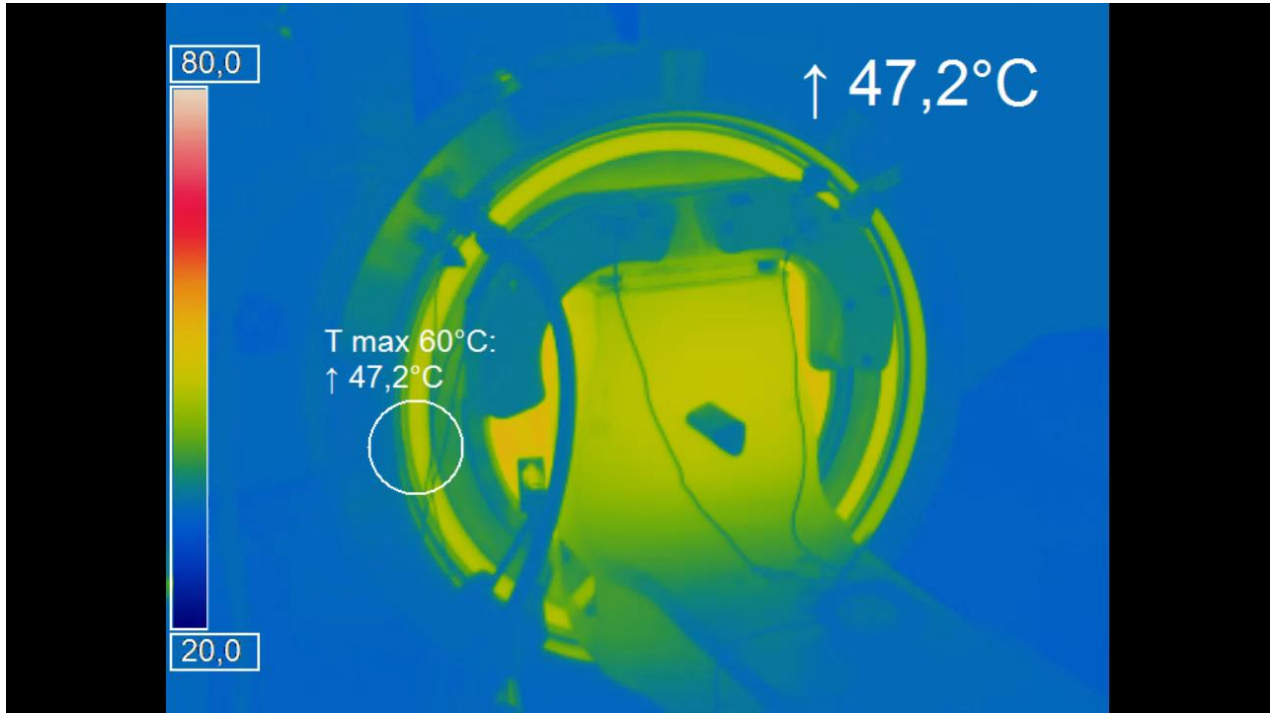


04.09.2025

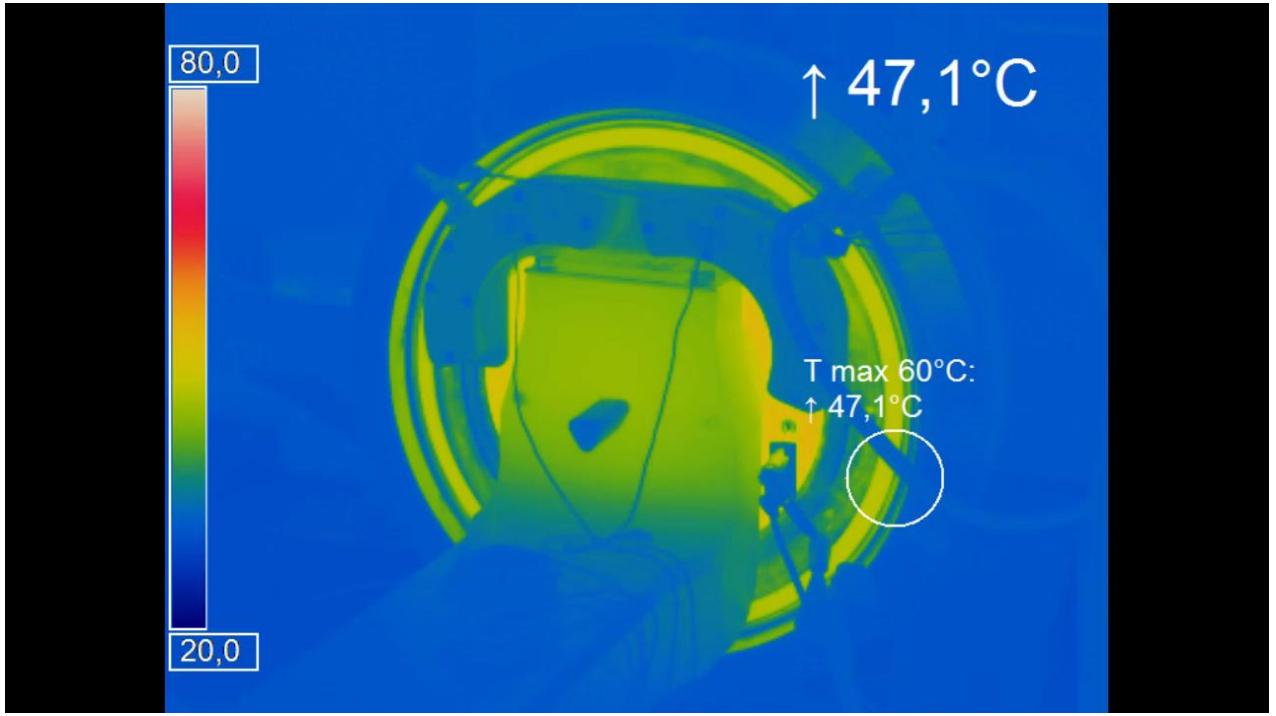


# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 2

## Video der Pyrometerkamera




Linkes Rad




Rechtes Rad

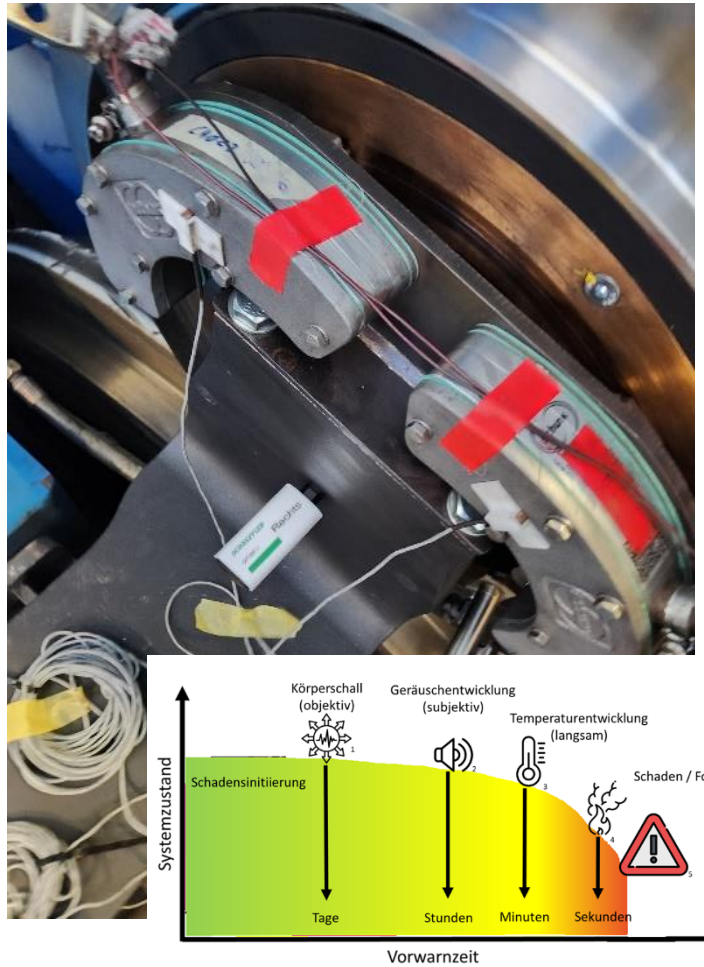
# Ergebnisse – Lagerschaden Phase 2



Abplatzungen am Innenring
Radsatzseite A (rechts)
Großes Lager

# Zusammenfassung

- Validiertes Condition-Monitoring System für Niederflurachsen
- Lagerschaden konnte vor Ansprechen der Temperatur und Geräuschentwicklung detektiert werden
- Nebenaspekte am Rad: Flachstellendetektion am Antriebsrad des Prüfstands → Übertragung auf das Rad Condition-Monitoring im anderen Frequenzbereich



# Quellen

[1] <a href="https://www.flaticon.com/de/kostenlose-icons/schall" title="schall- Icons">Schall- Icons erstellt von HAJICON - Flaticon</a>

[2] <a href="https://www.flaticon.com/de/kostenlose-icons/ton-an" title="ton an Icons">Ton an Icons erstellt von Didin jpr - Flaticon</a>

[3] <a href="https://www.flaticon.com/de/kostenlose-icons/temperatur" title="temperatur Icons">Temperatur Icons erstellt von Good Ware - Flaticon</a>

[4] <a href="https://www.flaticon.com/de/kostenlose-icons/rauch" title="rauch Icons">Rauch Icons erstellt von cube29 - Flaticon</a>

[5] <a href="https://www.flaticon.com/de/kostenlose-icons/achtung" title="achtung Icons">Achtung Icons erstellt von Freepik - Flaticon</a>