# Das Informative Derailment Detection System (IDDS)

## Von der Entwicklung zur großflächigen Serienreife im europäischen Schienengüterverkehr

Dipl.-Ing. Matthias Reichmann

50. Schienenfahrzeugtagung Graz, 10.11.2026

www.pjmonitoring.com



# Gotthard-Basistunnel, August 2023

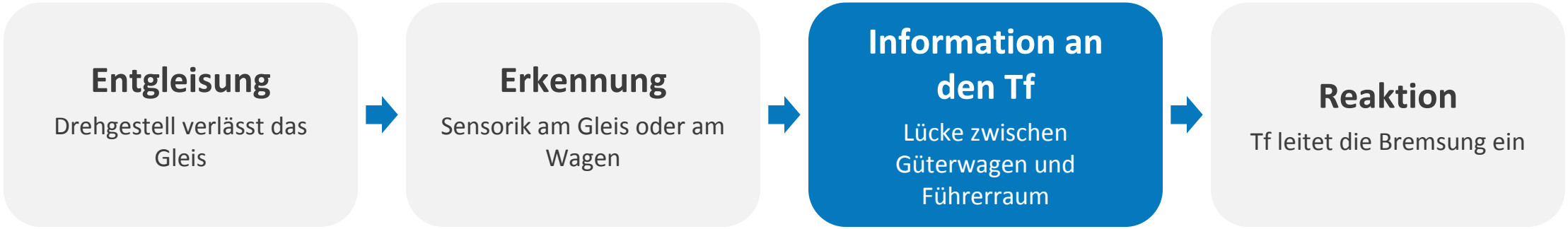
- **Selten, aber nicht selten genug: Entgleisungen im Güterverkehr passieren häufiger, als öffentlich wahrgenommen.**
- 10.08.2023: Radscheibe der 1. Achse des 11. Wagens bricht
- Zug fährt ca. 7 km mit entgleister Achse weiter
- Faido: Weichen zerstört, hinterer Zugteil entgleist
- Über ein Jahr Streckensperrung
- Schaden in dreistelliger Millionenhöhe




[1] [2]

# Die Information muss in den Führerraum

*Ein erheblicher Teil schwerer Entgleisungsfolgen hätte durch eine rasche Reaktion des Triebfahrzeugführers vermieden oder gemildert werden können.*




[3]

# Detektionskonzepte

**Entgleisungsdetektion**

**Infrastrukturseitig**
punktuell, an festen Messstellen

z. B. Zuglaufcheckpoints im Gleis
hohe Investitions- und Instandhaltungskosten
Nebenstrecken kaum abgedeckt

**Fahrzeugseitig**
kontinuierlich, am Wagen

**Intervenierend**

Eingriff in die Hauptluftleitung
→ Zwangsbremsung

**Informativ**

Warnung an den Tf
→ kontrollierte Bremsung, z. B. Notbremsüberbrückung im Tunnel

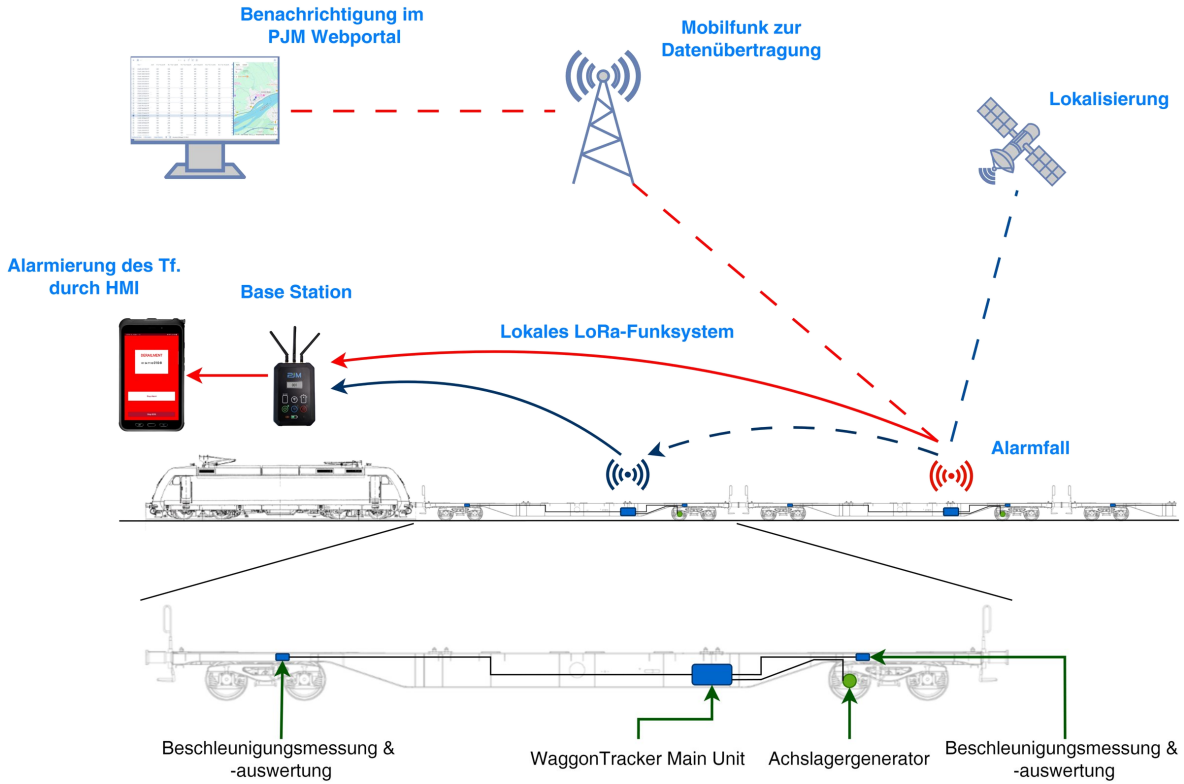
**Ansatz des IDDS**
braucht zuverlässige Kommunikation entlang des Zugs

[4] [5] [6] [7] [8]

# Das IDDS



# Systemarchitektur

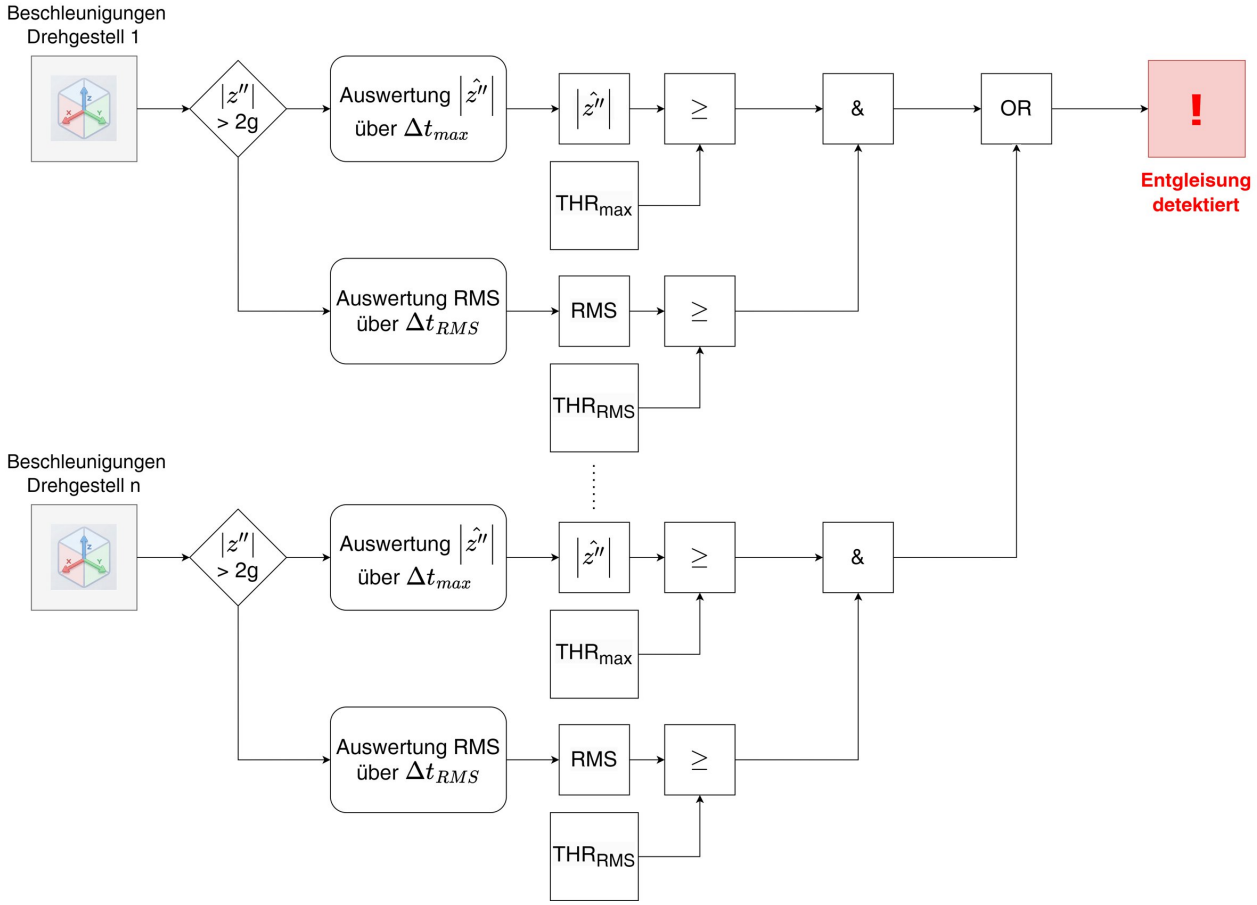



- **Parallel:** Mobilfunk zum PJM-Webportal – Information an die Betriebsleitung des EVU
- **Führerraum:** Tablet für den Tf – nur Stromversorgung nötig, kein Umbau der Lok
- **Funk:** LoRa vom Wagen zur Base Station in der Lok
- **Sensorik:** IMU in der Nähe jedes Drehgestells am Wagenkasten – erfasst Beschleunigungen und Verdrehungen, Auswertung direkt am Wagen
- **Energie:** autarker Achslagergenerator, Akku in der Main Unit überbrückt den Stillstand

*Die Lücke zwischen Güterwagen und Führerraum ist geschlossen:*
*Der Alarm kommt direkt zum Tf – er kann sofort reagieren.*

# Detektionslogik

- **Stufe 1 – Triggerung:** Vertikalbeschleunigung > 2 g
- **Stufe 2 – Verifikation:** RMS im Zeitfenster und Amplitude über dem Grenzwert – erst dann Alarm
- **Je Drehgestell** bewertet
- **Zum Vergleich:** Trigger bei intervenierenden Systemen 8 g




[7] [8]

# Feldbetrieb bei Mercitalia Intermodal (MII)

- MII, Teil von FS Logistix – betreibt über 1.000 Intermodalwagen
- IDDS an mehr als 100 Wagen, überwiegend Taschenwagen T3000
- Auswertung 09/2024 bis 07/2025
- Meldungen nur ans Webportal – Fehlalarme ohne Folgen für den Betrieb



Taschenwagen T3000 mit Sattelauflieger

**2 von 2**

**realen Entgleisungen korrekt erkannt**

Eine davon bei ca. 10 km/h – nur 1 von 4 Drehgestellen entgleist, Schwelle nur dort überschritten.

**Bestätigt: Sensor je Drehgestell**

# Erkenntnisse aus dem Feld

## Vollbremsungen

Vollbremsungen aus ca. 120 km/h kommen bei Vollbeladung nahe an die Alarmschwelle.

**→ Algorithmus künftig mit Geschwindigkeit und Gewicht**

## Freifalldetektion

Bei geringer Geschwindigkeit lagen die Messwerte nahe an den Grenzwerten – die Freifalldetektion hat zusätzlich angeschlagen.

**→ Freifalldetektion als Entgleisungsdetektion im Stillstand und bei geringen Geschwindigkeiten**

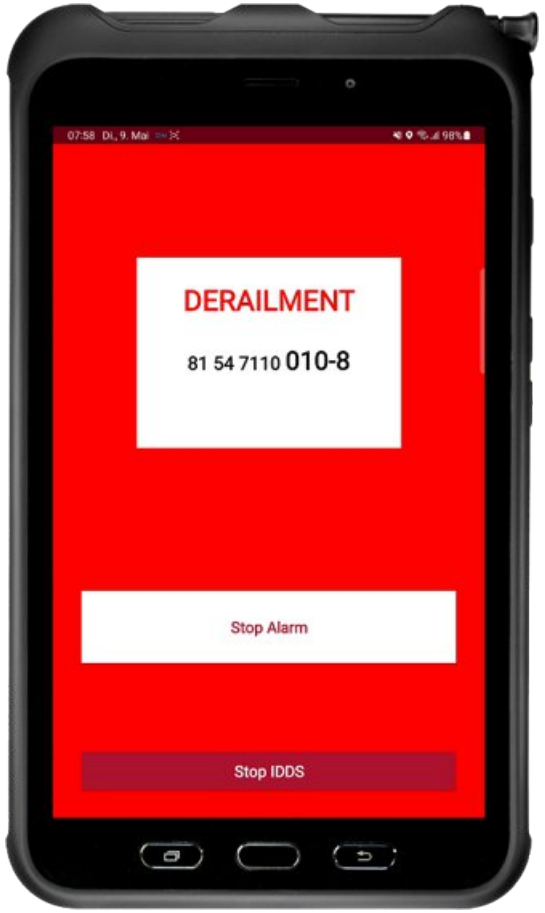
## Zusatznutzen Infrastruktur

Hohe Vertikalbeschleunigungen mehrerer Wagen an derselben Stelle zeigen schadhafte Gleisabschnitte.

**→ Mehrwert für das Asset Management der Infrastrukturbetreiber**

# Smart Train App

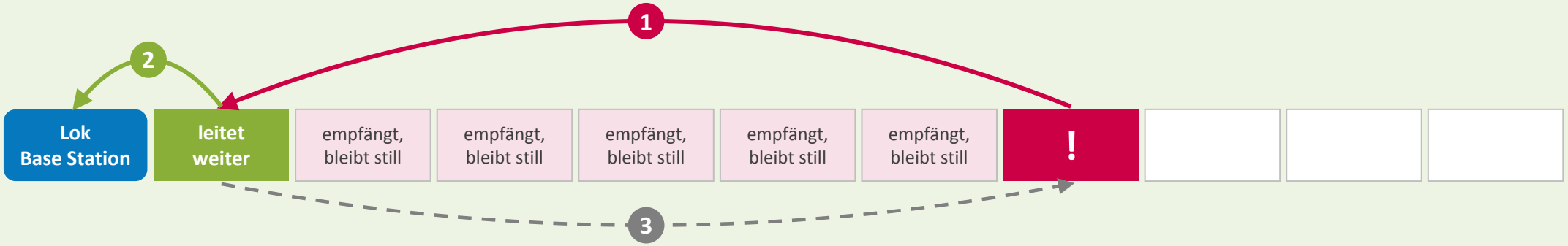
- Vom Entgleisungsdetektor zur Plattform für sicherheitskritische Fahrzustände
- Mehr Information für den Tf – vor Fahrtantritt und während der Fahrt
- Pilotverkehre in Italien – Österreich – Deutschland
- Tf erhält Tablet inklusive Base Station und initialisiert den Zug



# Alarmübertragung per Broadcasting

## Alarme per Broadcasting – nicht Wagen für Wagen

Schematische Darstellung




1. Der Wagen, der die Entgleisung erkennt, sendet den Alarm an alle Wagen in Funkreichweite.
2. Der Empfänger, der der Lok am nächsten ist, sendet zuerst weiter – alle anderen bleiben still.
3. Hört der Absender die Weiterleitung, stoppt er. Sonst wiederholt er den Alarm periodisch.

*Die Pilotfahrten zeigen: Das Broadcasting funktioniert zuverlässig – alle Alarme aus dem Probebetrieb wurden an die Lok weitergeleitet.*

# Durchgängig digital

**1**

### Hermes H30

Quelle der Zugdaten (bekannter Standard)

**2**

### Train Server

übernimmt die Zugdaten automatisch

**3**

### Smart Train App

Tf wählt die Zugnummer, App erstellt den Zug virtuell und bucht die Wagen per LoRa ein

**4**

### Fahrt

laufende Abfrage aller Wagen

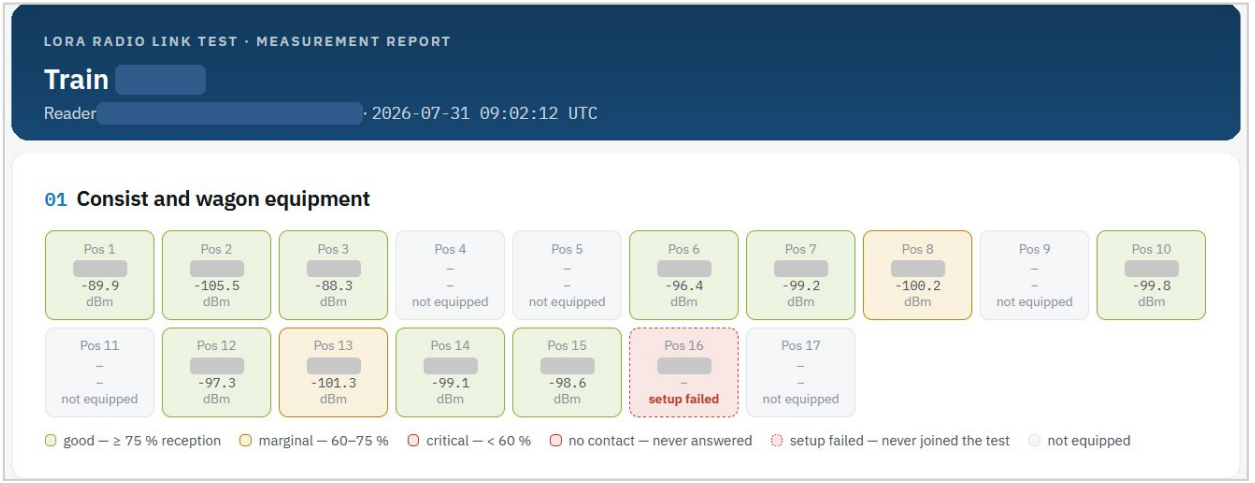
**5**

### Automatische Auswertung

sobald die Fahrt abgeschlossen ist

**Tf wählt nur noch die Zugnummer und das Abfahrtsdatum –**
die Wagenliste kommt automatisch.

**Jede Fahrt wird nach Abschluss automatisch ausgewertet.**




Automatische Auswertung einer Pilotfahrt (Smart Train Analysis, anonymisiert)

# Prävention



# Bremsmonitoring

*Schleifende oder blockierte Bremsen erkennen, bevor Rad- oder Achsschäden entstehen.*

- **Sensorik:** C-Druck aller Bremszylinder, Tastdruck (Ladegewicht), HL-Druck
- **Bremsereignis:** über den Gradienten des HL-Drucks, bewertet direkt in der Main Unit
- **Lösekontrolle:** nach 20 s und 60 s (P- bzw. G-Bremse)
- **Bremsenergie:** aus Bremskraft und zurückgelegtem Weg

**Jeder Wagen:** Auswertung im PJM-Webportal

**Im Zugverband:** Alarme über Smart Train App direkt an Tf.

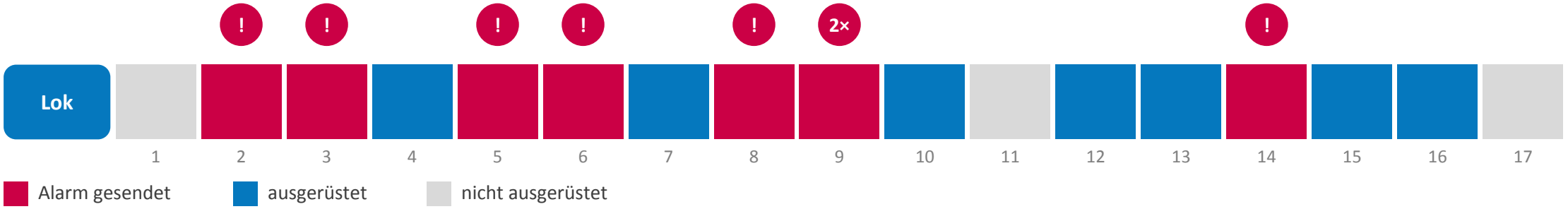
**Zwei exemplarische Fälle aus dem Betrieb im Untersuchungszeitraum**

**≈ 30 km** mit aktiver Bremse am 3. Drehgestell – thermische Schädigung des Radsatzes

**≈ 90 km** mit aktiver Bremse – Bremsklotz unter 10 mm, Rad thermisch beschädigt

# Alarmübertragung für Bremsevents

**Pilotfahrt September 2026 – Wagen mit Bremsenergie-Alarm**




## *11 von 11 Bremsenergie-Alarmen übertragen.*

Echte Ereignisse aus dem Regelbetrieb – parallel angezeigt im Webportal.

| Date | Brake Error Code | Pressure HL [bar] | pressure C1 [bar] | Brake Energy 1 [GJ] | Brake Energy 1 Diff [MJ] |
|---|---|---|---|---|---|
| 9/25/26, 3:38:48 AM CEST | 40 | 4.81 | 0.94 | 84.4196 | 5.3177 |

Auszug PJM-Webportal: Bremsenergie-Alarm vom 25.09.2026 (Wagen auf Position 3)

**↑ C1 = 0,94 bar > 0,4 bar: Bremse nicht vollständig gelöst**

# Pre-Departure-Check

- **Heute:** Handbremsstatus wird bereits erfasst – Anzeige im Webportal
- **Ziel:** Prüfung aller Wagen vor der Abfahrt direkt in der Smart Train App
- **Erweiterbar:** weitere Statusgrößen, z. B. Stellung der Stützböcke (Trestle) beim Transport von Sattelaufliegern
- **Warum:** Flachstellen schon nach wenigen hundert Metern mit angezogener Handbremse




Schematische Darstellung

# Erkenntnisse & Weiterentwicklung

**Detektion**

› Erweiterung des Algorithmus mit Geschwindigkeit und Gewicht

› Detektion mit zwei IMUs je Drehgestell

**Smart Train App**

› Zugdaten frühzeitig bereitstellen – gemeinsam mit dem EVU in der Disposition

› Verbindung nach Funkunterbrechung automatisch wiederherstellen

› Empfang am Zugende weiter stärken

› Integration weiterer Wagenstatusinformationen

*Nachrüstbar ohne DAK und ohne Umbau der Lok – auch für Bestandsflotten im europäischen Schienengüterverkehr.*

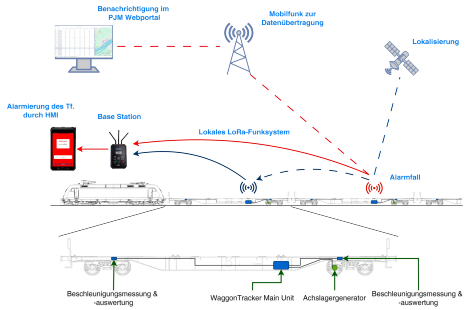
# Vom Gotthard zur Smart Train




## 1 Ausgangslage

Gotthard 2023

- rund 7 km mit entgleister Achse – der Tf wusste nichts davon
- Die Information muss in den Führerraum




## 2 Detektion

IDDS

- Sensor je Drehgestell, Bewertung direkt am Wagen
- Alarm per Broadcasting direkt in den Führerraum – der Tf kann sofort reagieren



## 3 Prävention

Smart Train App

- Bremsmonitoring für die Zugfahrten
- Pre-Departure-Check zur Kontrolle vor der Abfahrt

*Die Information kommt in den **Führerraum**: **Ursachen vermeiden**, **bevor** der **Zug abfährt** – und **Entgleisungen erkennen**, bevor **Folgeschäden entstehen**.*

[1] [2]

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Dipl.-Ing. Matthias Reichmann**
PJ Monitoring GmbH
reichmann@pjm.co.at
+43 676 83319173
www.pjmonitoring.com

**LinkedIn**



# Quellen


| | |
|---|---|
| [1] | Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST): Abschlussbericht zur Entgleisung eines Güterzuges im Gotthard-Basistunnel vom 10. August 2023, 2025. |
| [2] | Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe (UUS)/Plutowiki: Entgleisung eines Güterzuges im Gotthard-Basistunnel vom 10. August 2023 (Wagen 13), Abschlussbericht der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST, Public Domain, [Online]. Verfügbar: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=176974516 (Zugriff 2026). |
| [3] | M. Macucci, S. Di Pascoli, P. Marconcini, B. Tellini: Derailment detection and data collection in freight trains, based on a wireless sensor network. IEEE Trans. Instrum. Meas., 65(9), S. 1977–1987, 2016. |
| [4] | Forschungsinformationssystem (FIS): Einsatz von Entgleisungsdetektoren, [Online], www.forschungsinformationssystem.de, Zugriff 2026. |
| [5] | ÖBB-Infrastruktur AG: Zuglaufcheckpoint (ZLCP), [Online], infrastruktur.oebb.at, Zugriff 2026. |
| [6] | C. Sagmeister: Digitalisierung im Bahnbetrieb. Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) 9/2019, S. 83–84. |
| [7] | M. Asperti, F. Zanelli, E. Sabbioni: Data-driven design of a derailment detection system for freight wagons. Proc. IMechE, Part F: J. Rail and Rapid Transit, 238(10), S. 1246–1258, 2024. |
| [8] | G. Diana, E. Sabbioni, C. Somaschini, D. Tarsitano, P. Cavicchi, M. Di Mario, L. Labbadia: Full-scale derailment tests on freight wagons. Vehicle System Dynamics, 60(6), S. 1849–1866, 2022. |