

# **Erhöhung der Transportsicherheit durch Telematik und Sensorik**

- **Fehlende signifikante Innovation bei Güterwagen, z.B.**
  - Fehlende Energieversorgung mit allen Konsequenzen
  - Moderne Fahrwerke mit Sensorik
- **Niedrige Durchschnitts-Transportgeschwindigkeit (ca. 15 km/h) bedingt durch die traditionelle Rangiertechnik**
  - Rangierbehandlung kostet Zeit und Personaleinsatz
  - Anzahl der Rangiervorgänge (Satelliten-, Knoten-, Rangierbahnhöfe am Start und Ziel des Transportvorgangs) mit unverständlich langen Standzeiten
- **Nicht optimale Wartungs- und Instandhaltungsstrategie**
- **Fehlen einer logistisch geschlossenen Informationskette**
  - Keine Verfügbarkeit von Transportinformationen für den Spediteur und dessen Kunden nach Sendungsaufgabe
  - Keine Überwachung des Ladegutes, d.h. unbegleiteter Transport

## (1) Logistik

- Ständige Verfügbarkeit von Ort- und Zeitinformationen on demand
- Eigenständige Fahrplanüberwachung mit automatischen Meldungen (z.B. Verspätungen etc.)
- Sensorische Informationen über Füllgrad von Containern und geschlossenen Wagen (Option der Beiladungsmöglichkeit)

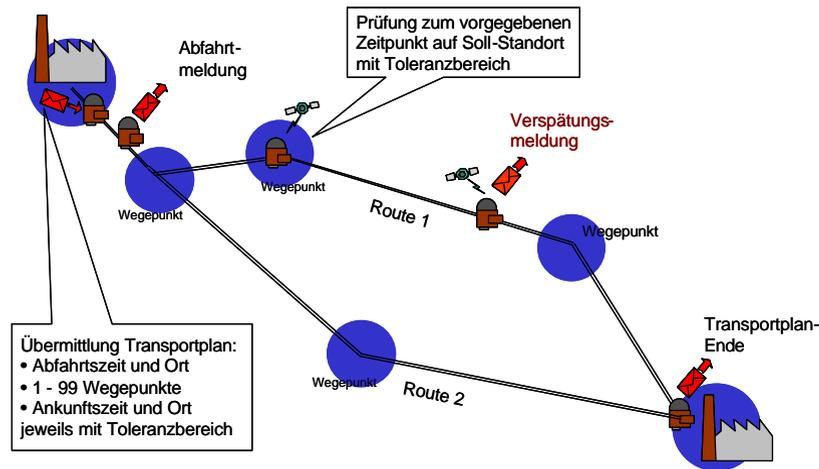


Bild: transportdata AG

## (2) Ladungsspezifischer Nutzen, z.B.

- **Zustandsüberwachung von Gefahrgütern**  
Insbesondere Druck, Temperatur, Leckage
- **Laterale Ladungsverschiebung**
- **Stoßüberwachung (vertikal und longitudinal)**
- **Diebstahlentdeckung und Diebstahlprävention**
- **Normgerechte Online-Temperaturüberwachung von Lebensmitteltransporten**

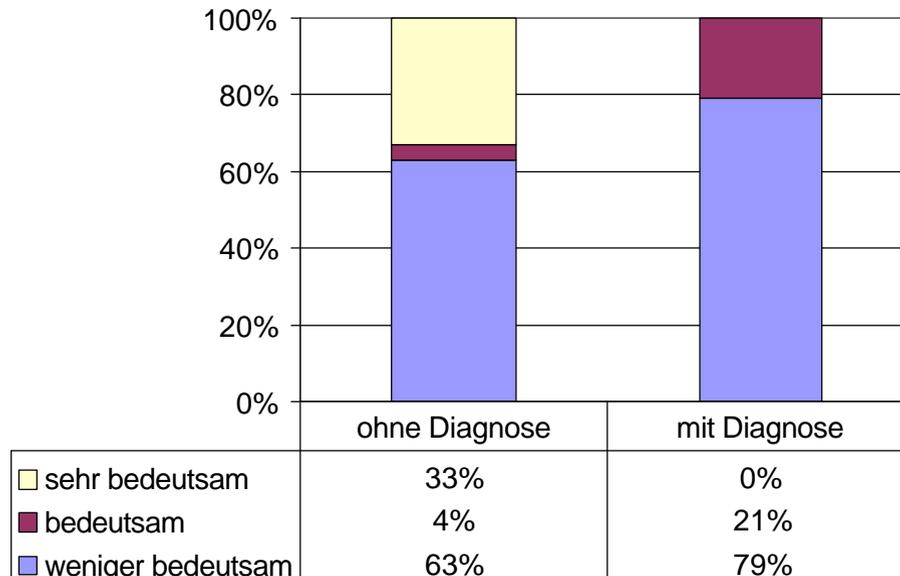


## (3) Lauftechnische Diagnose

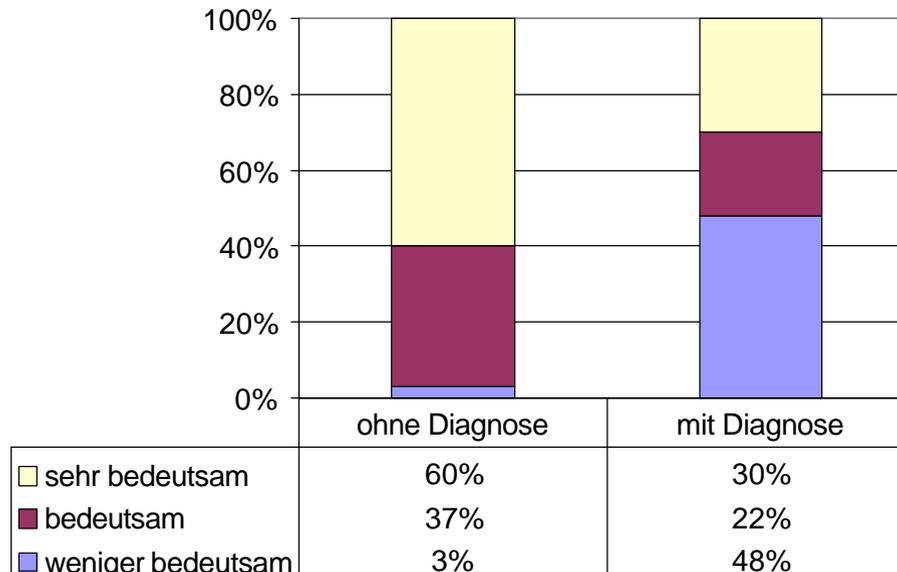
- **Entgleisungsdetektion**
- **Längsstoßüberwachung**
- **Bremsanlage**
  - Funktion (Bremsprobe vor Abfahrt und während der Fahrt)
  - Verschleiß
- **Achslagerdiagnose**
  - Heißläufer
  - Verschleißzustand
- **Radfehlerdiagnose**
  - Flachstellen
  - Polygonisierungen



## FMEA-Ergebnisse für Kesselwagenaufbauten



## FMEA-Ergebnisse für Kesselwagenlaufwerke

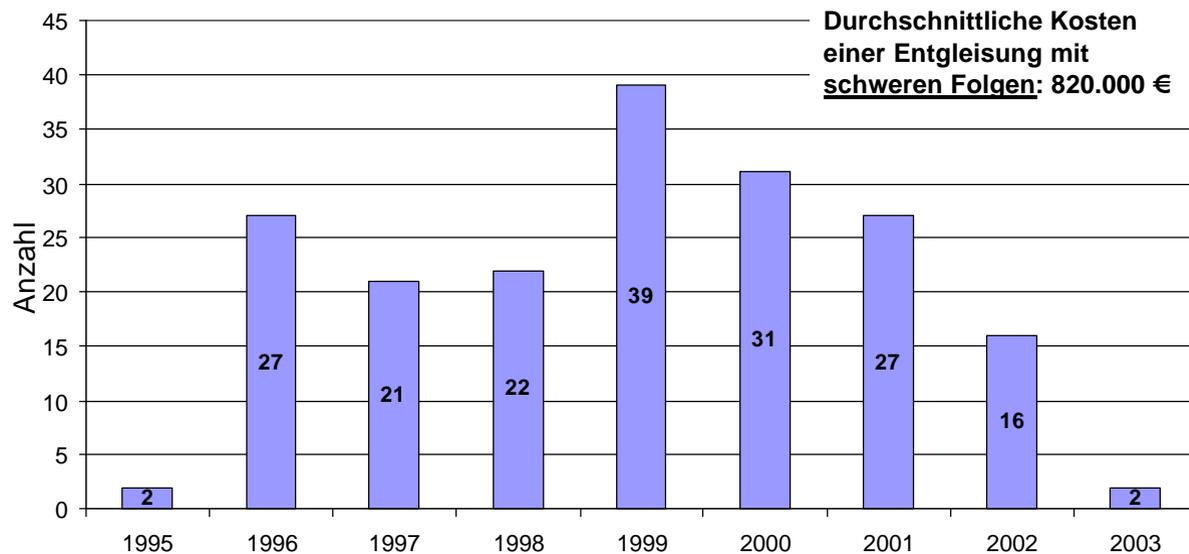


Ein Beispiel aus der Schweiz im Jahr 1994  
(Unfall in Zürich Affoltern eines mit Benzin beladenen Güterzuges)



Quelle: Schweizer Eisenbahn-Revue 4/1994

## Anzahl spurführungstechnisch bedingter Entgleisungen in Deutschland



# Entgleisungsversuch

RRC  
Rieckenberg Rail Consultant

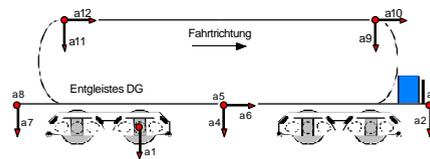
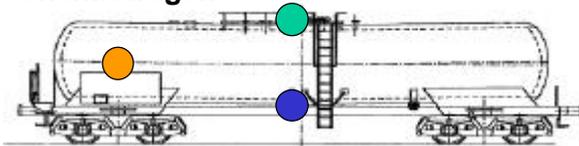
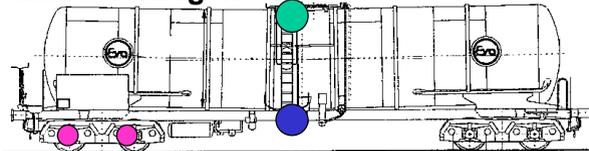


Bild: TU Berlin, A. Schirmer

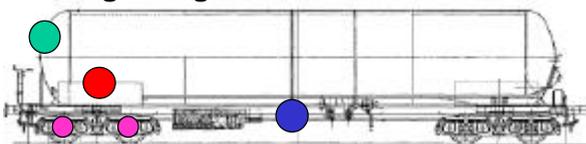
Chemiewagen



Mineralölwagen



Druckgaswagen



➤ Ortung mit GPS

➤ Funkkommunikation mit GSM

➤ Onboard-unit mit 3-achsigem Beschleunigungssensor am Mitte des Längsträgers (Entgleisungsdetektion)

➤ Temperaturmessung Ladegut

➤ Kesseldruckmessung

➤ Temperatursensor Achslager

➤ Wegsensor Primärfeder (nur DG-KW)

➤ Beschleunigungssensor 1-achsig am Achslager vertikal (nur DG-KW)

## Druckgaskesselwagen



v.l.n.r:  
Zeile 1: Drehgestellsensoren , Versuchswagen, DMS an Kesselwand  
Zeile 2: ATIS u. Batterien, Trennschalter

Dr.-Ing. Th. Rieckenberg  
Email: [Info@rrc.rieckenberg.net](mailto:Info@rrc.rieckenberg.net)

## Anforderungen an eine Entgleisungsdetektion

1. Sicheres Erkennen einer Entgleisung, keine Fehlalarme
2. Auslösen einer Notbremsung, eventuell mit Notbremsüberbrückung bei Tunneln, Brücken
3. Große Kosteneffizienz
4. Reaktion schnell im Vergleich zur Bremsdauer (Schnellbremsung aus 100 km/h: 30 bis 50s).  
Forderung Ansprechdauer < 3s.

## Lösungen

### a) Mechanisch

- Erkennung über Grenzwertüberwachung, Notbremsüberbrückung nicht möglich

→ geringe Kosteneffizienz durch Beschränkung der Aufgabe

### b) Elektronisch

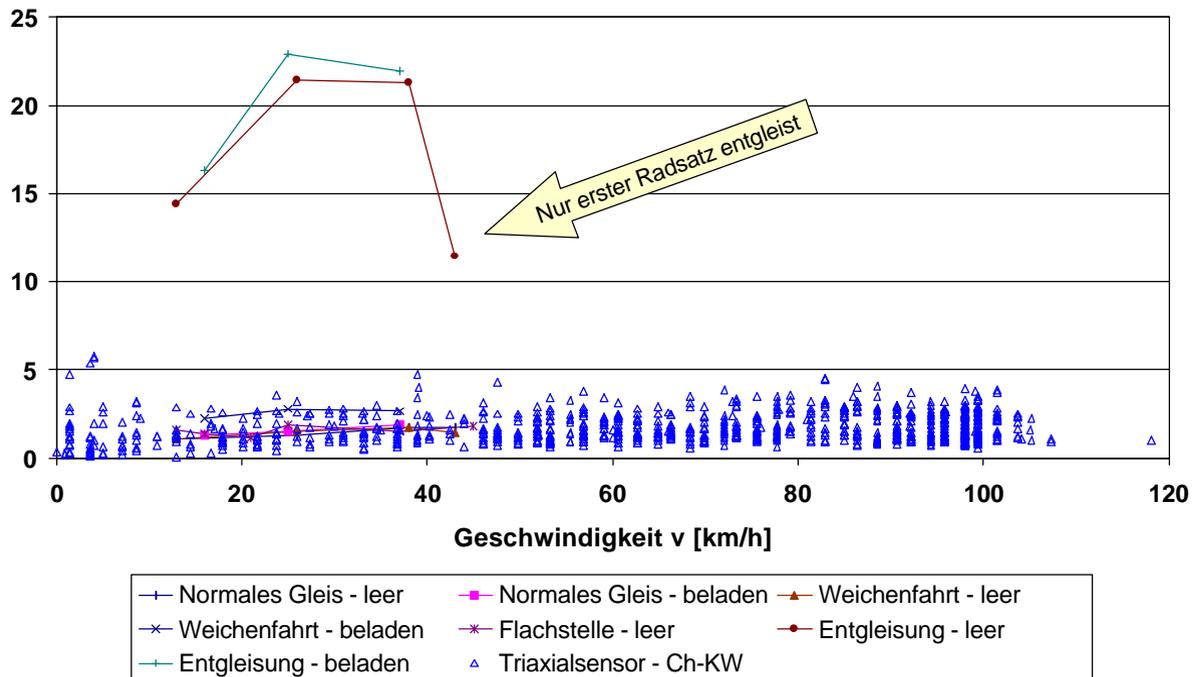
- Entgleisungserkennung verbessert durch digitale Filtertechnik
- Notbremsüberbrückung leicht realisierbar

→ große Kosteneffizienz durch weitere Funktionen wie Fahrwerksdiagnose, Gutüberwachung, Logistikdaten

# Entgleisungsdetektion

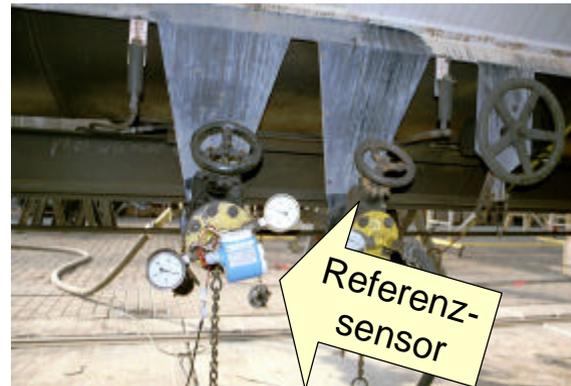
RRC  
Rieckenberg Rail Consultant

Standardabweichungen der Beschleunigungen in Vertikalrichtung an der Mitte des Längsträgers des Chemiekesselwagens im Vergleich zu den Werten des Entgleisungsversuchs

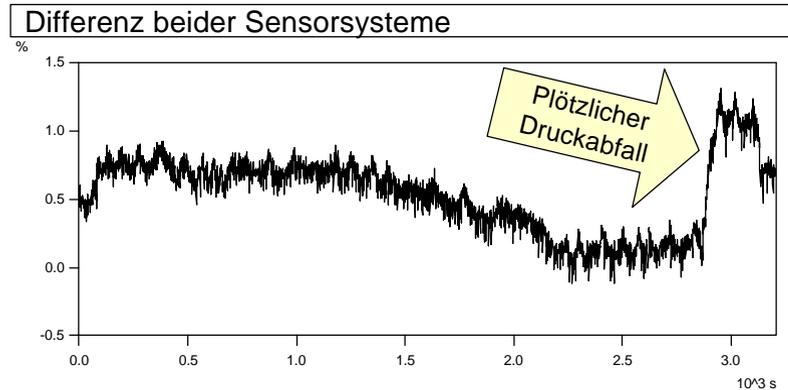
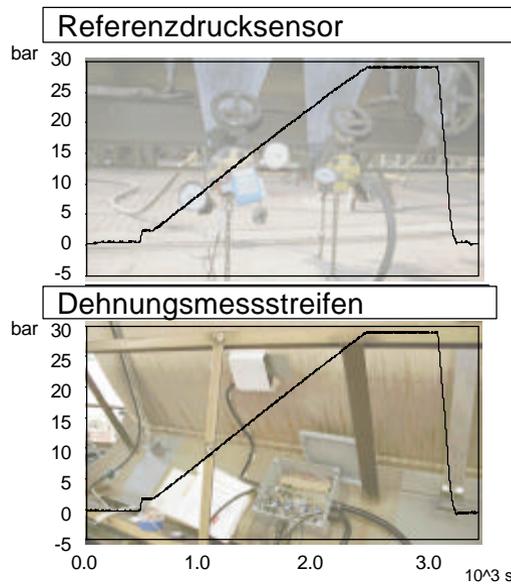


## Tankdrucküberwachung

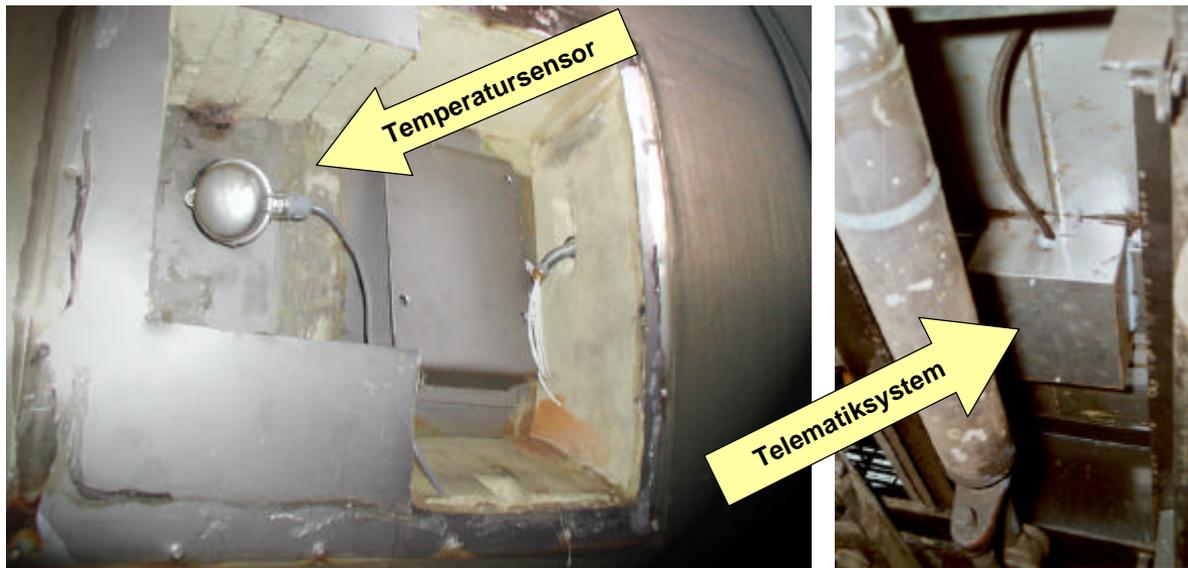
„Anh. XI, Abs. 2.3.2 der Anlage zur GGVE (Gefahrgutverordnung Eisenbahn):  
An Druckgaskesseln sind Öffnungen für (...), Manometer und Bohrungen für die Entlüftung nur erlaubt, wenn Sie für den Betrieb und die Sicherheit notwendig sind.“ (lt. EBA 05.04.2001)  
→ **Strategiewechsel zu indirekter Druckmessung**



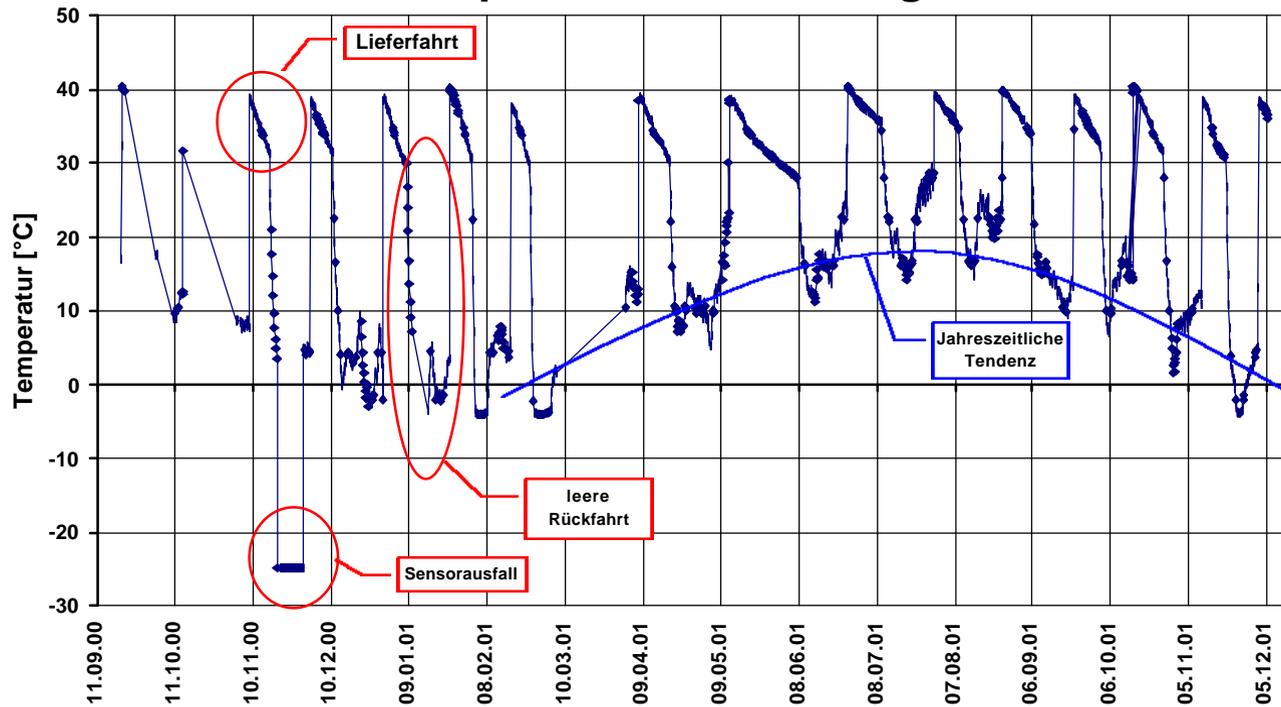
## Tankdrucküberwachung



## Temperaturüberwachung

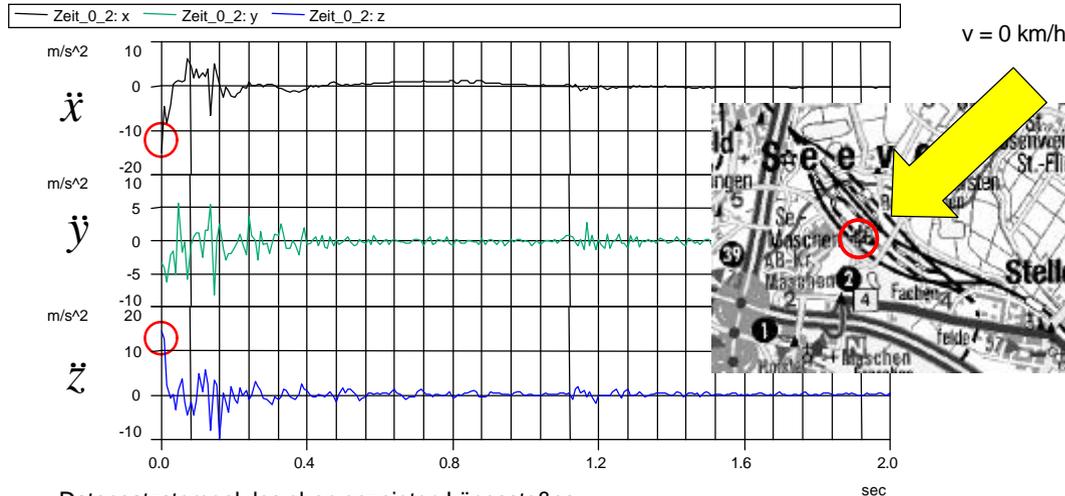


## Temperaturüberwachung



# Stoßüberwachung

RRC  
Rieckenberg Rail Consultant



## Datensatzstempel des oben gezeigten Längsstoßes:

Geräte-ID	54550001		
Sende-Zeitstempel	27.01.2001 00:01:42		
Position (östliche Länge)	010° 03' 20,292"		
Position (nördliche Breite)	053° 24' 33,150"		
GPS-Zeit	27.01.2001 00:00:04		
GPS-Höhe [m]	74		
GPS-Richtung	283		
GPS-Geschwindigkeit [km/h]	0		
Ereigniskennziffer	0		
Sensorgruppe	Triaxialsensor		
Sensordaten	1499 Datensätze (je 3 Meßwerte)		
00001	01660	02064	02441
00002	01807	01868	02456

Dr.-Ing. Th. Rieckenberg  
Email: [Info@rrc.rieckenberg.net](mailto:Info@rrc.rieckenberg.net)

## Sicherheit

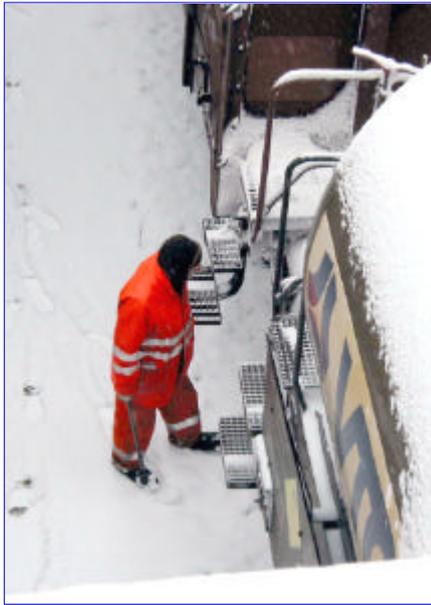
- Traditionelle Bremsprobe ist aufgrund menschlichen Fehlverhaltens nicht ausreichend
- Verfahren der vollständigen Bremsprobe bei der Zugzusammenstellung ist nicht nur fehleranfällig, es lädt aufgrund der körperlichen Belastung (Witterung etc.) geradezu zu Abkürzungen ein.

## Wirtschaftlichkeit

- Traditionelles Verfahren der vollständigen Bremsprobe kostet viel Zeit.  
Der prüfende Bremsprobenberechtigte muss bei einem 700m-Zug den Zug insgesamt drei Mal entlang gehen und die Bremsen prüfen.  
**Dies entspricht einer Länge von ca. 4,2 Kilometern aufmerk-samen Prüfens.**

# Bremsdiagnose

RRC  
Rieckenberg Rail Consultant



## IM BLICKPUNKT

### Bremsproben werden oft abgekürzt

Unfälle decken Schwachstellen im Güterverkehr der Bahn auf.

Von Werner Baken (Frankfurt a.M.)

Der Lokführer legt die Bremse an – und nichts geschieht. So war es in Ebsterwerda, Haspelmoor, Wampersdorf (Österreich) und zuletzt in Bad Münder: Schwere Eisenbahnunfälle, die durch versagende Bremsen bei Güterzügen verursacht wurden. Das Problem: Die Bremsproben auf den Verschiebebahnhöfen erledigen die Bahnbeschäftigten – wie anno dunnemals – ohne technische Unterstützung und ohne Kontrolle. Arbeiten sie schlampig, rollen die Züge los – mit hochexplosiver Fracht, aber ohne funktionierende Bremsen.

„Ich kenne Güterbahnhöfe, da kann ich ohne Bremsprobe rausfahren, und niemand hält mich auf.“ So beschreibt ein Lokführer die teilweise sträflich nachlässigen Kontrollen: „Früher gab es eine strengere Aufsicht. Aber wenn sich heute der Mann auf der Lok und der so genannte prüfende Bremsproberechtigte einig sind, dann können die tun und vor allem lassen, was sie wollen.“

Am 9. September scheinen den beiden

terzug-Unfällen zu dem Schluss, dass den Bremsproben eine erhöhte Bedeutung zukommt.“

Zu Recht. Denn die Prüfung der Druckluftbremsen auf den Rangierbahnhöfen läuft heute genauso ab wie zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts: Der Bremsbeamte, heute „Bremsproberechtigte“, geht bei einer „vollen Probe“ am gesamten Zug (bis zu 700 Meter) entlang und prüft, ob die Leitungen zwischen den Waggons ordnungsgemäß „sitzen“. („Zustandsgang“). Nachdem der Lokführer dann auf sein Zeichen hin die Bremsen angelegt hat, prüft der Mann am Gleis, ob die Bremsklötze auf den Rädern anliegen – dafür muss er erneut am Zug entlang laufen („Anlegegang“). Schließlich löst der Lokführer die Bremsen und der „Proben-Berechtigte“ muss – erneut am ganzen Zug – überprüfen, ob die Bremsklötze sich wieder von den Rädern gelöst haben („Lösegang“).

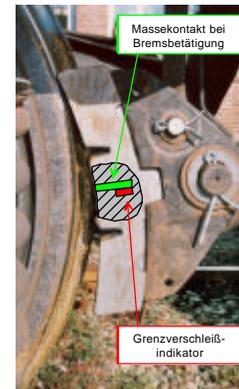
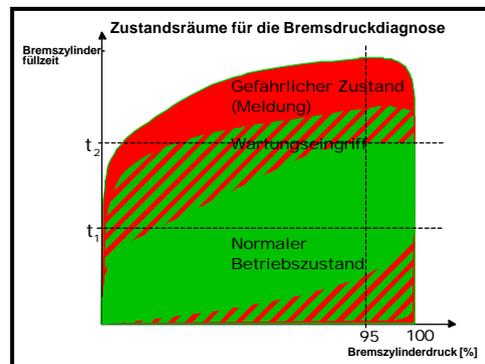
Ein aufwendiges Verfahren, das die Beteiligten – zumal bei drohenden Verspätungen oder bei Wind und Wetter – gerne abkürzen. Dabei müssen sich der Mann auf der Lokomotive und sein Kollege am

Ein aufwendiges Verfahren, das die Beteiligten – zumal bei drohenden Verspätungen oder bei Wind und Wetter – gerne abkürzen. Dabei müssen sich der Mann auf der Lokomotive und sein Kollege am Boden einig sein. Das ist offenbar gar nicht so selten der Fall. Denn, sagt ein erfahrener Lokführer, „viele drücken ein Auge zu, wenn sie sehen, dass der Bremsbeamte nur bis zum fünften Waggon prüft. Man will es sich mit den Männern auf den Bahnhöfen doch nicht verderben.“ Er weist darauf hin, dass auf manchen Verschiebeanlagen „der Aufenthaltsraum näher an der Lok steht als am Zugende. Bei strömendem Regen schaffen es viele nur bis zu den Waggonen am Schutzraum.“

Quelle: Frankfurter Rundschau 24.10.2002

## Diagnosevorschläge

1. Überwachung des Druckverlaufs mit einem Drucksensor und zeitliche Überprüfung des Zustandsraums analog UIC 540.
2. Elektrische Verschleißindikatoren und Kontakte in den Bremssohlen
3. Dynamische Bremsprobe bei Anfahrt des Zuges



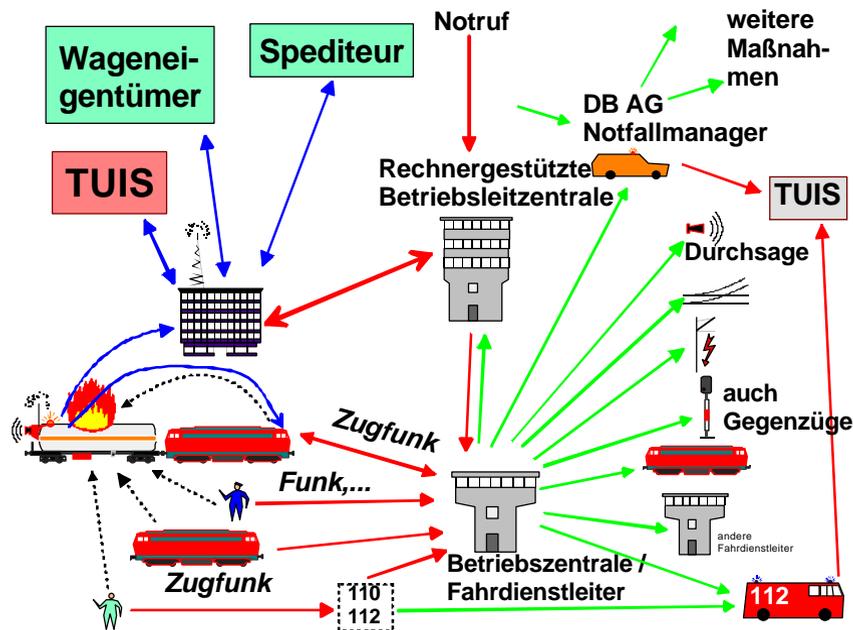
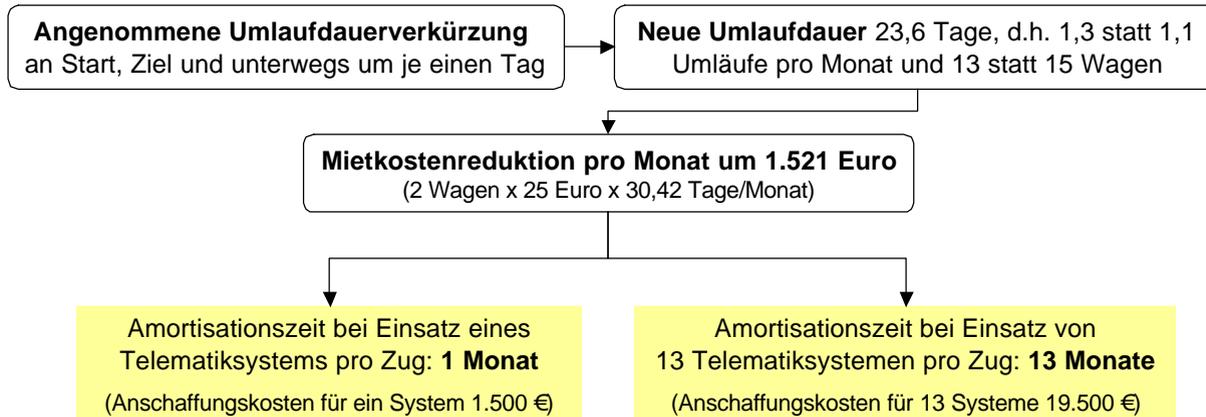


Bild: TU Berlin, M. Janik und Th. Rieckenberg

Voraussetzungen: Versandmenge pro Monat ca. 1.000 Tonnen, Nutzlast pro Wagen 60 Tonnen

## Realer Umlaufdauer 26,6 Tage

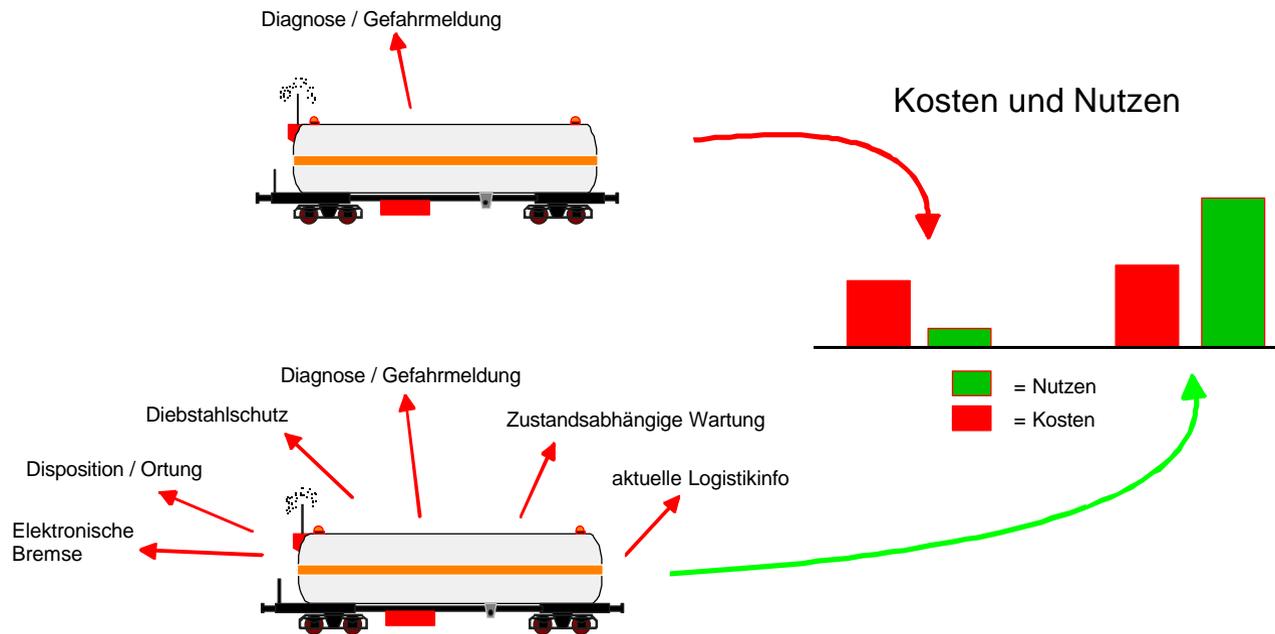


## Fahrzeugflotten-Informations-System (FIS)



Bild: aus Software FIS der Timtec Teldatrans

## Synergie: Zusätzlicher Nutzen der Telematik - Investition durch zusätzliche Funktionen



# Beispiel-System

RRC  
Rieckenberg Rail Consultant



- Entwicklung des Modal Split innerhalb der EU seit 35 Jahren zu Lasten des Schienengüterverkehrs (im Durchschnitt 13,4%).
- Telematik bietet vielversprechende Ansatzpunkte in
  - der Logistik,
  - der Ladungsüberwachung und
  - der Fahrsicherheit
- Jeder Nutzer findet seinen Vorteil (Kunde, Spediteur, EVU).
- Marktdruck und politische Entscheidungen fördern die fehlenden Elemente in der Kommunikationsstruktur.
- Amortisationsdauer liegt in der Größenordnung anderer Wirtschaftsgüter, zum Beispiel bei der Entgleisungsdetektion zwischen ca. ½ Jahr und unter drei Jahren.