

# Die Automatische Bremsprobe als elementares Element des digitalen Schienengüterverkehrs

Automatisierung ist in der Eisenbahnbranche nun endlich kein Langzeit-Schlagwort mehr, sondern nimmt im realen Betrieb Fahrt auf. Die automatische Bremsprobe ist eine der automatisierten Anwendungen und steigert entscheidend Effizienz und Verfügbarkeit des Güterverkehrs. Federführend von der SBB Cargo und dem österreichischen Systemlieferanten PJM sowie der Rail Cargo Austria entwickelt, ist sie ein wesentlicher Teil des künftigen digitalen Schienengüterverkehrs. Höchste Zeit, einen detaillierten Blick auf diese Technologie zu werfen.



## Die aktuelle Situation: Alles Manuell

Die Überprüfung der Bremsen eines Güterzugs muss mit jedem neu formierten Zug und nach 24 Stunden Stillstandzeit durchgeführt werden. Eine Vollbremsprobe für 20 Wagen, das entspricht einer Zuglänge von 400 m, dauert rund 40 Minuten. Die SBB Cargo führt an mehreren hundert Zügen täglich Bremsproben durch. Für das

Betriebspersonal ist die manuelle Bremsprobe eine teils gefährliche und stets ergonomisch ungünstige Tätigkeit. Widrige Wetterbedingungen (Regen, Schnee, Kälte oder auch große Hitze im Sommer) und Nachteinsätze erschweren die ohnehin harte, körperliche Arbeit zusätzlich. Diese Faktoren spielen eine Rolle, warum das Berufsbild des Rangierers heute nicht mehr attraktiv ist. Das ist umso bedeutender, als



Dipl.-Ing. Günter Petschnig  
Geschäftsführer der  
PJ Messtechnik GmbH und  
PJ Monitoring GmbH  
petschnig@pjm.co.at



Christoph Lorenzutti  
Head of Business Development,  
PJ Monitoring GmbH  
lorenzutti@pjm.co.at



1: Die manuelle Überprüfung der Bremsen ist körperlich fordernd, anstrengend und zeitintensiv  
Foto: SBB Cargo

durch die kommende Pensionswelle der „Babyboomer-Generation“ in den nächsten Jahren bei der SBB Cargo – wie auch bei anderen europäischen Eisenbahnunternehmen – die offenen Stellen auf Grund der demografischen Entwicklung nicht besetzt werden können.

Dies illustriert deutlich die weitreichende Problematik:

- ▣ Das System ist zeit- und ressourcenintensiv und damit sehr ineffizient.
- ▣ Die Durchführung der händischen Bremsprobe kostet wertvolle Zeit, in mehrfacher Hinsicht: Die Stillstandzeiten

sind hoch, insbesondere am Terminal und an neuralgischen Punkten.

- ▣ Die manuelle Bremsprobe ist eine unattraktive, teils gefährliche Tätigkeit, aber ein zeitaufwändiger Bestandteil im Berufsbild eines Rangierers.
- ▣ Die manuelle Bremsprobe ist 100% abhängig von Humanressourcen. Schon in wenigen Jahren wird nicht mehr so viel Betriebspersonal wie heute zur Verfügung stehen.
- ▣ Der hohe Grad an manuellen Tätigkeiten im Schienengüterverkehr ist ein wesentlicher Faktor der mangelnden Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Straßentransport.
- ▣ Der hohe Grad an manuellen Tätigkeiten hat einen direkten Negativ-Effekt auf die Wirtschaftlichkeit des Schienengüterverkehrs.
- ▣ Ständiger, hoher Abstimmungsbedarf zwischen Betriebspersonal und Bremsprobenverantwortlichen während der Kontrollgänge.

### Anforderungen an den digitalisierten Prozess

Aus dieser grundlegend problematischen Ausgangssituation sind allgemeine Anforderungen, Eisenbahnsystem-relevante Anforderungen, technische Voraussetzungen sowie Normen-relevante Anforderungen einer automatischen Bremsprobe abzuleiten, die wiederum in drei Kategorien unterteilt werden können.

#### 1) Allgemeine und Eisenbahn-relevante Anforderungen

- ▣ Eine automatische Bremsprobe muss sämtliche sicherheitsrelevanten Voraussetzungen hinsichtlich des Fahrzeugs und Betriebs erfüllen. Die betriebliche Sicherheit muss gewährleistet sein.
- ▣ Durch die System-Integration in den betrieblichen Prozess interagiert das Bedienpersonal mit dem Bremsproben-System. Damit ändert sich die Funktion des Güterfahrzeugs vom rollenden Behälter zum interaktiven Asset. Als Folge sind neue Schnittstellen zu definieren, nämlich in Bezug auf administrative und betrieblich-organisatorische Abläufe mit erweitertem Bezug auf die Hardware-Integration, Betriebspersonal und Instandhaltung.
- ▣ Die automatische Bremsprobe muss in ein System mit Bestandsfahrzeugen integriert werden. Dabei muss die Überwachung des Bremszustandes drei Kriterien

erfüllen: Sie muss rückwirkungsfrei und ohne physischen Eingriff auf das Bremsystem oder den Bremsvorgang erfolgen. Die automatische Bremsprobe muss darauf ausgelegt sein, den Bremszustand der Güterwagen im Zugverband zu kontrollieren.

- ▣ Die System-Entwicklung berücksichtigt normative, betriebswirtschaftliche und sicherheitsrelevante Aspekte aus dem Eisenbahn-Betrieb.
- ▣ Implementierung einer automatisierten Übermittlung und Anzeige der gesammelten und ausgewerteten Kontrollergebnisse auf einem Tablet.
- ▣ Automatisierte Übermittlung des Ergebnisses der Bremsprobe inklusive eines wagenspezifischen Protokolls an das EVU.
- ▣ Eine Durchführung einer herkömmlichen Bremsprobe muss jederzeit möglich sein, als Rückfallebene bei Fehlfunktionen oder Systemausfällen, sodass ein sicherer Eisenbahnbetrieb stets gewährleistet ist.

#### 2) Umgebungsbedingungen

Zusätzlich zu diesen spezifischen System-Anforderungen sind die allgemeinen Umgebungsbedingungen von Güterwagen zu berücksichtigen, sowie deren Umweltbedingungen, Betriebsmittel und zu integrierende Signal- und Telekommunikationseinrichtungen. Diese Einflussgrößen bedürfen besonderer Berücksichtigung:

- ▣ Umgebungstemperatur
- ▣ Luftfeuchtigkeit
- ▣ Höhenlagen
- ▣ Luftbewegungen, inkl. Druckstöße bei Tunnelfahrten
- ▣ Niederschläge (Regen, Schnee, Hagel, Vereisung)
- ▣ Sonneneinstrahlung
- ▣ Vibrationen und Beschleunigungen
- ▣ Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Kompatibilität zu Gleisfrei-Melde-einrichtungen

#### 3) Normen-Kriterien-Katalog

Die dritte Kategorie der Anforderungen an ein automatisches Bremsproben-System stellen die einzuhaltenden technischen Normen dar<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Die Auflistung ist ein Auszug der wichtigsten Normen und erfüllt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Die Reihung ist chronologisch und nicht nach Wichtigkeit oder Umfang der jeweiligen Norm.

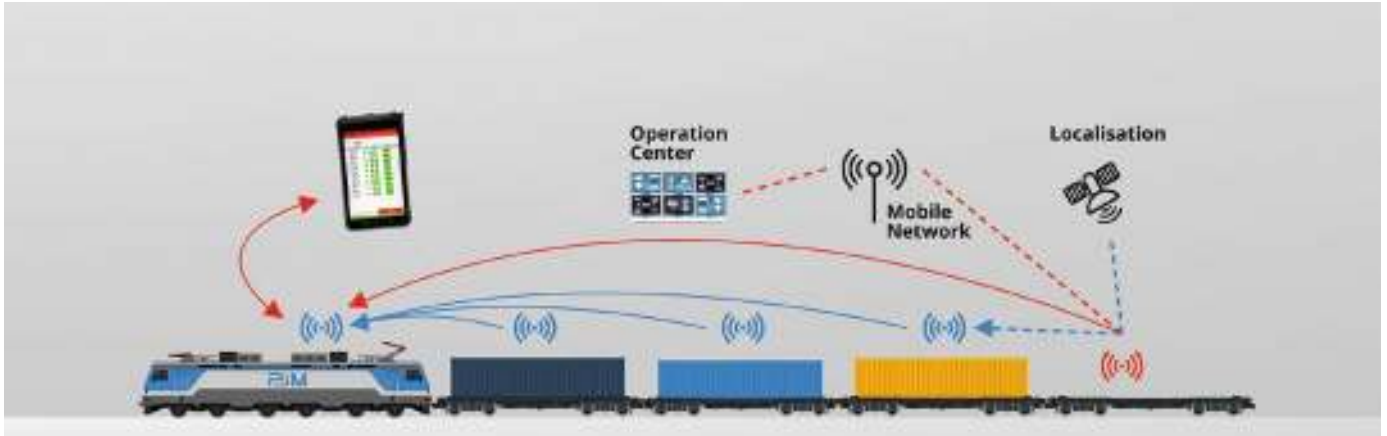
- EN 50121 Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit, Störaussendungen und Störfestigkeit von Signal- und Telekommunikationseinrichtungen
- EN 50125 Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel
- EN 50126 Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)
- EN 50129 Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik
- EN 50155 Bahnanwendungen – Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen
- EN 50159 Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme, Sicherheitsrelevante Kommunikation in Übertragungssystemen
- EN 50238 Bahnanwendungen – Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen
- EN 50657 Bahnanwendungen – Anwendungen für Schienenfahrzeuge – Software auf Schienenfahrzeuge
- EN 60529 Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)
- EN 60068 Umgebungseinflüsse

Aus all diesen Anforderungen heraus ergab sich folgendes Entwicklungsdesign, das in drei Ebenen konzipiert ist:

### 1. Ebene: Die Wagenausrüstung mit dem WaggonTracker-System als Basis

1a) Die Basis für das automatische Bremsproben-System ist das Waggon Tracker-System, das eine Vielzahl an Monitoring-Funktionen an Güterwagen erfüllt. Das System ist bereits auf dem Markt und bei Kunden erfolgreich eingesetzt. Herzstück des WaggonTracker-Systems ist der Radnaben-Generator, der den Wagen auch für anspruchsvolle Funktionen autonom mit ausreichend Strom versorgt. Wesentliche Daten über den Güterwagen werden in Echtzeit erfasst und in einem Webportal aufgelistet. Die Daten werden in zwei Kategorien unterteilt:

- Basisdaten: Fahrleistung, aktuelle Position, letzte Meldung, letzte Bewegung, aktuelles Land, nächstgelegene Stadt, historische Daten, Geo-Fencing, Fahrtrichtung, Radsatz-Laufleistungs-Verwaltung



2: Konzeption der automatisierten Bremsprobe

Grafik: PJM

- Weitere Daten: Fahrverhalten, Beladestandard, Achslager-Temperatur, Signalisierung/akustische Warnung bei Ladevorgängen direkt am Wagen, Entgleisung, Bremsstatus letzter Wagen, Diagnose fehlerhaft bremsender Wagen, Zugschluss u. v. m.

1b) Sensorik

Die zu kontrollierenden Zustandsdaten werden wagenspezifisch erfasst. Diese Parameter werden mittels Sensorik erfasst:

- Messung des Bremszylinder-Drucks (C-Druck) zur Funktionskontrolle der Betriebsbremse
- Messung der Kräfte im Bremsgestänge zur Überprüfung von Hand- und Betriebsbremse
- Erfassung der Stellung des Hebels zur Lastumstellung sowie zur Umstellung

- G/P zur weiteren Prüfung der vorab durchgeführten Zugvorbereitung
- Gleisgenaue Ortung jedes Fahrzeugs zur Verifizierung der korrekten Zug-Zusammenstellung

1c) Funksystem

Das lokale Funksystem gewährleistet eine sichere Kommunikation mit allen ausgestatteten Wagen (auch anderer Wagenhalter). Dieses „In-Train-Kommunikationssystem“ garantiert eine verschlüsselte, gesicherte Verbindung, offene Schnittstellen, lokale Verfügbarkeit, Interoperabilität sowie volle Integration.

2. Ebene: Das Zentralgerät

Das Zentralgerät wird gespeist vom Schlüsselservers und der IT-Integration EVU. Der Schlüsselservers gewährleistet die Security

und die Interoperabilität, während die IT-Integration Wagenlisten und Protokolle erstellt. Die Daten der beiden Tools werden an das Zentralgerät übermittelt. Das Zentralgerät ist ein Standard-Tablet, das mit einem Funkmodul zur Wagenkommunikation und der Bremsproben-App ausgestattet ist.

3. Ebene: Die Bremsproben-App

Die dritte Ebene ist das Resultat des gesamten Bremsproben-Systems. Während sämtliche o.a. Informationen im Hintergrund zusammengeführt und analysiert werden, erhält der Bremsproben-Verantwortliche die kumulierten Ergebnisse der automatisierten Bremsprobe über die Bremsproben-App auf seinem Tablet (Bilder 3 und 4). Angeführt sind u. a. die Wagennummer sowie Status der Luftbremse und Feststellbremse. Die Benutzeroberfläche ist übersichtlich aufgebaut und einfach zu bedienen. Auf einen Click kann der Bremsproben-Verantwortliche die Bremsprobe aus der Ferne von seinem Tablet durchführen und auf einen Blick ist der Bremsstatus aller Wagen ersichtlich.

Fazit: Die automatische Bremsprobe bringt effektive Optimierungen

Die automatische Bremsprobe ist der Grundpfeiler eines zeitgemäßen Schienengüterverkehrs. Die Gründe dafür sind mannigfaltig. Die Vorteile eines automatisierten Bremsproben-Systems sind für sämtliche Stakeholder von großer Bedeutung:

- ▣ Die Eisenbahnunternehmen sparen Kosten und Zeit, gewinnen Sicherheit und Flexibilität und erhalten eine nachhalti-



3: Alle Ergebnisse der automatisierten Bremsprobe im Überblick auf einem Tablet

Foto: SBB Cargo

ge Lösung für die künftig noch stärker werdende Problematik des Fachkräftemangels:

- Der Zeitgewinn eines 400 m langen Güterzugs beträgt 30 Minuten, was von besonderer Relevanz ist, wenn man die zulässige Arbeitszeit von Lokführern, Rangierern und Wagenmeistern berücksichtigt.
- Die Stillstandzeiten von Güterwagen werden mit einer automatischen Bremsprobe deutlich reduziert, die Terminal-Umschlagzeiten werden erhöht.
- ☒ Die Implementierung einer automatischen Bremsprobe bringt für die Eisenbahnunternehmen eine deutliche, sofortige Verbesserung. Auch unter Berücksichtigung des Implementierungs-, Prozess-Integrations- und Schulungsaufwands, ist der Wechsel zu einem automatisierten System umgehend effektiv.
- ☒ Für das Rangierpersonal bzw. die Bremsprobenverantwortlichen bedeutet die automatische Bremsprobe eine Verbesserung der Arbeitsplatzsituation. Statt der mühsamen, anstrengenden und kräfteaubenden manuellen Überprüfung, steht die interaktive Bedienung eines übersichtlich dargestellten Systems im Mittelpunkt.
- ☒ Für den Schienengüterverkehr erhöhen automatische Systeme die Wettbewerbsfähigkeit. Die automatische Bremsprobe ist eine unumgängliche Innovation, die für jeden einzelnen Anwender, aber auch aus volkswirtschaftlicher Sicht ausschließlich Vorteile bringt. Schienengüterverkehr wird schneller, wirtschaftlicher und attraktiver. Damit steht der seit vielen Jahren geforderten Verlagerung



4: Die Daten aus Sensorik und Funksystem werden in der Bremsproben-App übersichtlich auf dem Tablet dargestellt  
Foto: SBB Cargo

des Straßenverkehrs auf die Schiene nichts mehr im Wege.

Es ist davon auszugehen, dass bereits in 10 Jahren ein automatisches Bremsproben-System

– wie auch andere automatisierte Systeme – im Schienengüterverkehr in der Breite Alltag sein wird und man sich einen Rückblick auf eine veraltete, manuelle Bremsprobe nicht mehr vorzustellen vermag. ●

### Summary

A significant element of digital rail freight: automated braketest

Yet a standard in rail freight cargo, the manual brake test is time-consuming, a physically demanding work and highly ineffective. Thus, the automated brake test is a perfect innovation to improve rail freight transport in many ways: Down time on the track as well as on neuralgic points will be clearly reduced, the economic efficiency will increase. Hence, rail freight cargo will become much more attractive which is a prerequisite to shift transport from road to rail.