

# Systemlösung und Nutzeneffekte einer automatisierten Bremsprobe

Eine Darstellung von Anforderungen und Vorteilen eines Systems zur automatisierten Überprüfung der Bremsen im Schienengüterverkehr

GÜNTER PETSCHNIG | CHRISTOPH LORENZUTTI

Eine Innovation ist lt. Definition die „Realisierung einer neuartigen, fortschrittlichen Lösung für ein bestimmtes Problem, besonders die Einführung eines neuen Produkts oder die Anwendung eines neuen Verfahrens“ [1]. Den Status quo im Schienengüterverkehr (SGV) kann man durchaus als „Problem“ bezeichnen, da die Prozesse und Technologien bis zu 100 Jahre alt und daher äußerst ineffizient sind. Während selbstfahrende Busse bereits im täglichen Testbetrieb sind [2] und Roboter minimalinvasive Standardoperationen übernehmen [3], ist im SGV eine rein manuelle Überprüfung der Bremsen immer noch Alltag. Doch der technologische Sprung ins 21. Jahrhundert nimmt Fahrt auf: Es gibt fertig entwickelte, automatische Bremsprobensysteme. Ein näherer Blick auf eine technische Lösung und ihre weitreichenden Vorteile lohnt sich.

## Aktuelle Situation: Die manuelle Kontrolle der Schienenfahrzeugbremse

Die Funktionsprüfung der Bremsen an einem 500 m langen Güterzug der SBB Cargo nimmt ca. 45 Minuten und zwei Mitarbeiter in Anspruch. Die Überprüfung der Bremsen ist vorgeschrieben bei neu zusammengestellten Zügen oder nach einer Stillstandzeit von 24 Stunden. Dieser Vorgang wird bei der SBB Cargo an mehreren 100 Zügen täglich durchgeführt. Für das Betriebspersonal ist das eine körperlich anstrengende, ergonomisch nachteilige und oftmals sogar gefährliche Tätigkeit. Schlechte

Wetterbedingungen (Regen, Schnee, Kälte oder Hitze) und Nachteinsätze erschweren die ohnehin harte Arbeit zusätzlich.

Zu dieser Thematik kommt ein weiterer Aspekt hinzu: Diese anstrengende Arbeit macht das Jobprofil eines Rangierers oder Wagenmeisters keineswegs attraktiver. Seit geraumer Zeit herrscht in verschiedenen Branchen ein Mangel an Fachkräften, der sich aufgrund der demografischen Entwicklung verstärken wird. Durch die kommende Ruhestandswelle der Babyboomer-Generation in den nächsten Jahren wird die SBB Cargo (und andere europäische Eisenbahnunternehmen) viele offene Stellen nicht mehr besetzen können.

## Die Schwachpunkte der manuellen Bremsprobe

Aus diesem kurzen Einblick in den Alltag von Rangierpersonal und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) werden folgende Nachteile deutlich, die durch die manuelle Kontrolle der Bremse entstehen:

- Das bestehende System ist zeit- und ressourcenintensiv und daher sehr ineffizient.
- Der hohe Zeiteinsatz macht sich auf mehreren Ebenen bemerkbar: Es entstehen hohe Stillstandzeiten für die Schienenfahrzeuge und lange unproduktive Belegungszeiten der Schieneninfrastruktur, vor allem an Terminals und Rangierbahnhöfen.
- Die vorgeschriebene Durchführung der Bremsprobe vor der Zugfahrt ist derzeit völlig abhängig von Humanressourcen. Durch die o. a. Gründe werden EVU aber bereits in wenigen Jahren nicht mehr so viel Betriebspersonal wie heute zur Verfügung haben.

- Die manuelle Tätigkeit ist nicht nur unattraktiv, sondern auch gefährlich und zeitaufwendig.
- Es entsteht ein permanenter, hoher Abstimmungsbedarf zwischen bedienendem und prüfendem Bremsproberechtigten während der Kontrollgänge.
- Die manuelle Bremsprobe bindet viele Kapazitäten, die jedoch an anderen Stellen fehlen, etwa bei der Kleinreparatur oder der wagentechnischen Untersuchung.
- In der Praxis ist die manuelle Bremsprobe teilweise fehleranfällig.
- Trotz der betrieblichen Bremsprobe ist nicht ersichtlich, wie gut die Bremsanlagen der einzelnen Wagen tatsächlich funktionieren.
- Der große Anteil an manuellen Tätigkeiten mindert die Wettbewerbsfähigkeit des SGV und beeinflusst die Wirtschaftlichkeit des SGV negativ.

## Anforderungen an ein automatisiertes Bremsprobensystem

Kombiniert man die Ergebnisse des „Alltags-Checks“ der manuellen Bremsprobe mit der Definition einer Innovation – nämlich die eingangs erwähnte „Realisierung einer neuartigen, fortschrittlichen Lösung für ein bestimmtes Problem“ –, ergeben sich folgende Anforderungen und Voraussetzungen an ein automatisiertes System:

## Allgemeine und eisenbahnrelevante Voraussetzungen

- Eine automatisierte und im besten Fall automatische Bremsprobe muss sämtliche funktionalen und sicherheitsrelevanten Voraussetzungen hinsichtlich des Fahrzeugs und Betriebs erfüllen und die betriebliche Sicherheit muss gewährleistet sein. Funk-

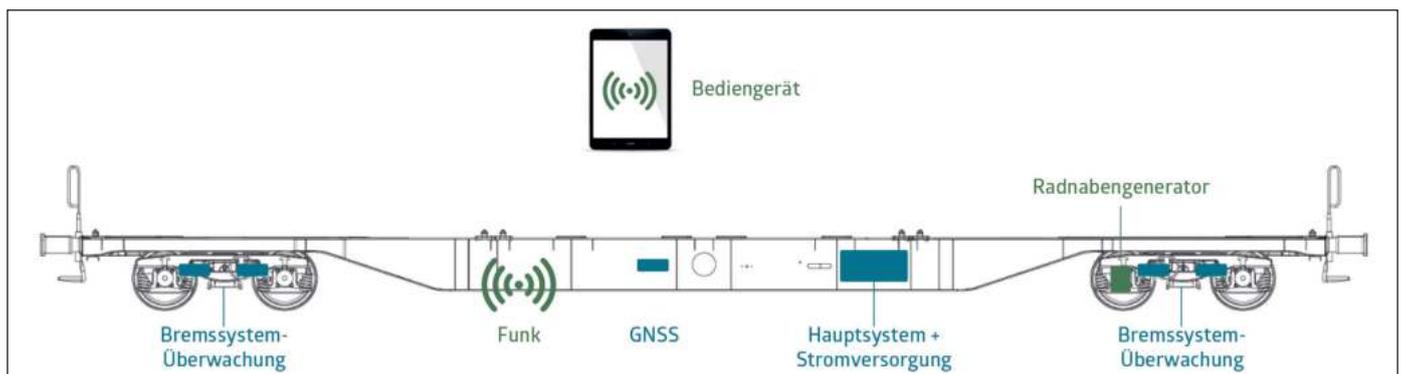


Abb. 1: Konzept der automatisierten Bremsprobe am Güterwagen

Quelle: PJM

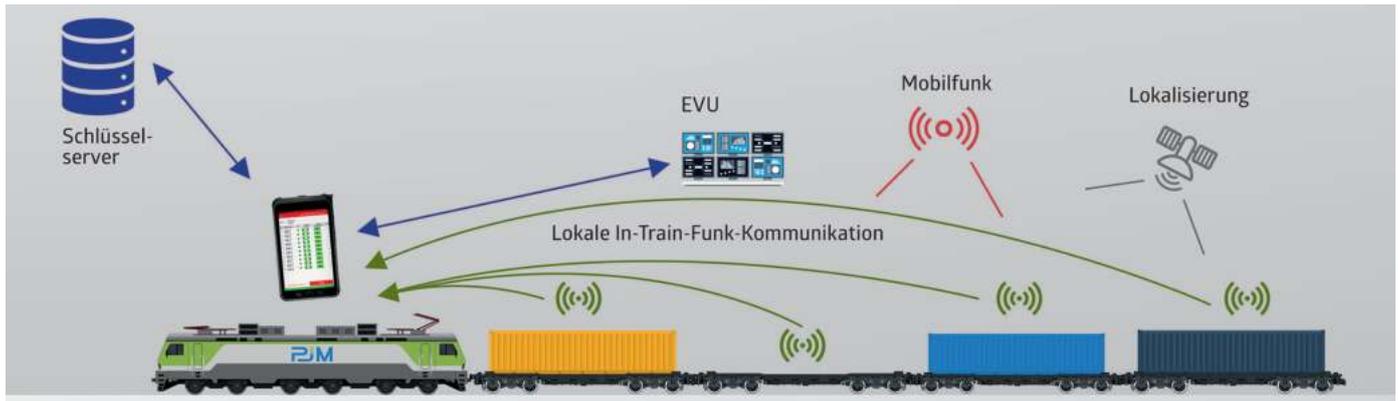


Abb. 2: Konzept der digitalen Basisplattform WaggonTracker

Quelle: PJM

tionale Anforderungen sowie technische und betriebliche Sicherheitsanforderungen müssen entwickelt werden.

- Die IT wird als Umgebungssystem in das Bremsprobensystem integriert, da durch die Systemanbindung des Bremsprobensystems an die IT-Infrastruktur des EVU diese IT-Systeme auch Sicherheitsverantwortung übernehmen.
- Die automatisierte Bremsprobe muss als System in Bestandsfahrzeuge integriert werden können. Dabei muss die Überwachung des Bremszustandes mehrere Kriterien erfüllen: Sie muss rückwirkungsfrei und ohne physischen Eingriff auf das Bremssystem oder den Bremsvorgang erfolgen. Die automatisierte Bremsprobe muss darauf ausgelegt sein, den Bremszustand der Güterwagen im Zugverband sicher und zuverlässig zu kontrollieren.
- Betriebliche und sicherheitsrelevante Aspekte des Eisenbahnbetriebs müssen in der normativen Systementwicklung berücksichtigt sein.
- Es muss eine Neuentwicklung der digitalen Übermittlung der Bremszustände im Güterzug erfolgen und die Entwicklung einer Applikation, die es ermöglicht, die gesammelten und ausgewerteten Kontrollergebnisse auf einem einzigen Anzeigengerät sicher darzustellen.
- Die automatische Übermittlung der wagenspezifischen Bremszustände der durchgeführten Bremsprobe erfolgt via IT-Protokoll an das EVU.
- Die Durchführung einer herkömmlichen manuellen Bremsprobe muss jederzeit als Rückfallebene bei Fehlfunktionen oder Systemausfällen möglich sein.
- Die Implementierung eines digitalen Prozesses erfordert speziell darauf geschulte Mitarbeiter.

#### Umgebungsbedingungen für das Fahrzeug

Zu diesen spezifischen Systemvoraussetzungen müssen die allgemeinen Umgebungsbedingungen von Güterwagen berücksichtigt werden sowie deren Umweltbedingungen, Betriebsmittel und zu integrierende Signal- und Telekommunikationseinrichtungen. Dabei werden folgende Einflussgrößen besonders berücksichtigt: Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Höhenlagen, Luftbewegun-

gen inkl. Druckstöße bei Tunnelfahrten, Niederschläge, Sonneneinstrahlung, Vibrationen und Beschleunigungen, elektromagnetische Verträglichkeit und Kompatibilität zu Gleisfreimeldeeinrichtungen.

#### Normen-Kriterien-Katalog

Die dritte Kategorie der Voraussetzungen an ein automatisiertes Bremsprobensystem stellen die einzuhaltenden technischen Normen dar. Hierfür ist die EN 50126:2017 Bahnan-

wendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) maßgebend. Für die Technologie und Nachweisführung sind EN 50155:2017, EN 50129:2018, EN 50657:2017 und EN 50159:2010 zu nennen.

#### Technisches Design des automatisierten Bremsprobensystems

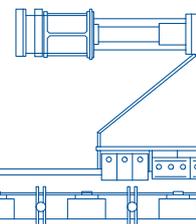
Der grundlegende Gedanke für die technische Umsetzung einer automatisierten



## DER KLÜGERE GIBT NACH.

Anstelle einfacher Gleisabschlüsse entwickelte Franz Rawie einen bremsenden Prellbock und ließ diesen 1908 patentieren. Heute sorgen individuell konstruierte und handgefertigte RAWIE Lösungen weltweit für mehr Sicherheit im Schienenverkehr.

RAWIE.DE





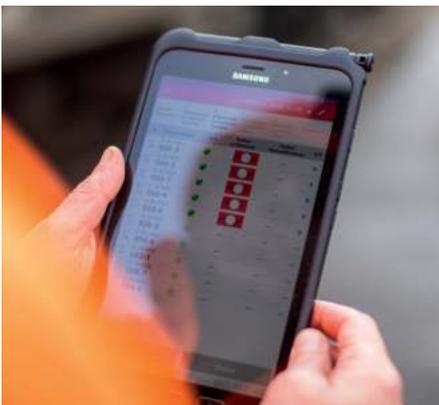
**Abb. 3:** Die Ergebnisse der automatisiert durchgeführten Bremsprobe sind übersichtlich am Display des Bremsprobeverantwortlichen / Triebfahrzeugführers dargestellt. *Quelle: SBB Cargo*

Bremsprobe war die gesamtheitliche Betrachtung aller automatisierbaren Prozesse, die im Schienengütertransport Effizienz und Wirtschaftlichkeit schaffen. Daher wurde ein digitales Gesamtsystem (namens WaggonTracker) konzipiert, das nicht nur die Bremsprobe automatisieren kann, sondern als Basisplattform Monitoring-Funktionen übernimmt und für weitere Anwendungen frei skalierbar ist, z. B. mit einer automatischen Ladegewichtsüberwachung oder einer zukünftigen Digitalen Automatischen Kupplung (DAK). Daraus ergibt sich das technische Konzept, das in drei Ebenen strukturiert ist:

### Ebene 1: WaggonTracker inklusive Sensorik und Funksystem

Basisplattform: Wagenausüstung mit dem WaggonTracker-System

Zur Stromversorgung des bereits bei Wagenhaltern eingesetzten WaggonTracker-Systems dient der Radnabengenerator, der den Wagen für eine Vielzahl an Funktionen autonom mit Energie speist. Wesentliche Da-



**Abb. 4:** Zeitgemäßer digitaler SGV: Interaktive Bedienung anstelle von manuellen, zeitaufwendigen Tätigkeiten *Quelle: SBB Cargo*

ten über den Güterwagen werden in Echtzeit erfasst und in einem Webportal dargestellt. Die Daten sind in zwei Kategorien unterteilt:

1. Basisdaten: Fahrleistung, aktuelle Position, letzte Meldung, letzte Bewegung, aktuelles Land, nächstgelegene Stadt, historische Daten, Geo-Fencing, Fahrtrichtung, Rad-satz-Laufleistung.
2. Weitere Daten: Fahrverhalten, Beladezustand, Achslagertemperatur, Signalisierung / akustische Warnung bei Ladevorgängen direkt am Wagen, Entgleisung, Bremsstatus letzter Wagen, Diagnose fehlerhaft bremsender Wagen u.v.m.

Sensorik

Die zu kontrollierenden Zustandsdaten werden abhängig vom Bremssystemaufbau wagenspezifisch erfasst. Bei üblicher Klotzbremse werden diese Parameter mittels Sensorik überwacht (Abb. 1):

- Messung des Bremszylinderdrucks (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 des Bremsstellungswechsels G/P zur weiteren Prüfung der vorab durchgeführten Zugvorbereitung
- hochpräzise Ortung jedes Fahrzeugs zur Verifizierung der korrekten Zugzusammenstellung.

Funksystem

Das lokale Funksystem gewährleistet eine sichere Langstreckenkommunikation mit allen ausgestatteten Wagen (auch von anderen Wagenhaltern). Dieses In-Train-Kommunikationssystem verfügt über eine verschlüsselte, gesicherte Verbindung, offene Schnittstellen, lokale Verfügbarkeit, Interoperabilität sowie volle Integration (Abb. 1).

### Ebene 2: 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 dieser beiden Tools werden an das Zentralgerät übermittelt (Abb. 2). Das Zentralgerät ist ein Standard-Tablet, das mit einem Funkmodul zur Wagenkommunikation und der Bremsprobe-App ausgestattet ist.

### Ebene 3: Die Bremsprobe-App

Die dritte Ebene ist das Ergebnis des gesamten Bremsprobensystems. Während sämtliche o. a. Informationen im Hintergrund zusammengeführt und analysiert werden, sind die Ergebnisse der automatisierten Bremsprobe über die Bremsprobe-App auf dem Tablet des Bremsprobeverantwortlichen ersichtlich (Abb. 3). Angezeigt werden u. a. Wagennummer sowie Status der Luftbremse und Feststellbremse. Die Bedieneroberfläche ist übersichtlich aufgebaut und einfach zu bedienen. Der Bremsprobeverantwortliche kann die Überprüfung der Bremsen aus der Ferne mit einem Klick von seinem Tablet aus durchführen, der Bremsstatus aller Wagen ist mit einem Blick ersichtlich.

### Nutzeneffekte eines automatisierten Bremsprobensystems

Der Nutzen eines automatisierten Bremsprobeprozesses zeigt sich nicht nur für das EVU selbst, sondern ist auch auf anderen Ebenen darstellbar:

- **Kosten- und Zeitgewinn:** Im Schlussbericht „Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems für den Schienengüterverkehr“ kommen die Autoren zu dem Schluss, dass das Nutzenpotenzial einer automatisierten und im optimalen Fall automatisierten Bremsprobe alleine in Deutschland 50 bis 60 Mio. EUR beträgt [5]. Außerdem wurde der Nutzeneffekt als „hoch“ eingestuft [6]. Der konkrete Zeitgewinn für die SBB Cargo bei einem 500 m langen Güterzug beträgt 70 Minuten (je 35 Minuten für zwei Bremsprobepersonale). Dieser Zeitgewinn ist besonders relevant, wenn man die arbeitsrechtlich zulässige Arbeitszeit von Triebfahrzeugführern, Lokrangierführern, Rangierbegleitern, Rangierern und Wagenmeistern betrachtet.
- Die Stillstandzeiten von Güterwagen reduzieren sich deutlich, zugleich erhöhen sich die Terminkapazitäten.
- Die Implementierung einer automatisierten Bremsprobe bringt für die EVU eine konkrete und – dies ist besonders wichtig – sofortige Verbesserung. Selbst unter Berücksichtigung des Implementierungs-, Prozessintegrations- und Schulungsaufwands werden mit einem automatisierten System umgehend positive Effekte erzielt.
- Für das Rangierpersonal bzw. die Bremsprobeverantwortlichen bedeutet die automatisierte Bremsprobe eine Verbesserung

der Arbeitsplatzsituation. Die interaktive Bedienung eines übersichtlich dargestellten Systems ersetzt die körperlich anstrengende, manuelle Überprüfung (Abb. 4).

- Automatisierung macht den SGV attraktiver und erhöht die Wettbewerbsfähigkeit. Eine Erhöhung des Anteils der Schienengütertransporte ist von volkswirtschaftlichem Nutzen, wie ein Vergleich der externen Kosten des Gütertransports auf der Schiene mit dem Straßenverkehr im EU-Raum zeigt [7]: Die Kosten des Lkw-Verkehrs sind im EU-Durchschnitt um den Faktor drei teurer als der SGV. Beim Lkw-Verkehr entstehen Kosten von 42 EUR/1000 tkm gegenüber nur 13 EUR/tkm im Schienengütertransport.

#### Conclusio: Eine automatisierte / automatische Bremsprobe ist alternativlos

Die flächendeckende Implementierung automatisierter Systeme wie die automatisierte bzw. automatische Bremsprobe im SGV ist aus allen Blickwinkeln unumgänglich: Eisenbahnunternehmen brauchen dringend effiziente Prozesse, um Zeit und Kosten zu sparen und attraktive, zeitgemäße Berufsbilder in einem hart umkämpften Arbeitsmarkt zu eta-

blieren. Um die wichtigen klimapolitischen Ziele erreichen und Einsparpotenziale gezielt realisieren zu können, muss der SGV attraktiver und wettbewerbsfähiger werden, damit auch der Anteil des Gütertransports per Bahn maßgeblich gesteigert werden kann. Die automatisierte / automatische Bremsprobe ist dafür essenziell und aus diesem Grunde stellt sich auch nicht die Frage, ob sie Einzug im Eisenbahnalltag halten wird. Die Weichen sind gestellt: Ein automatisiertes Bremsprobensystem ist vorhanden, das noch dazu kompatibel mit anderen wesentlichen Innovationen wie einer DAK ist. Jetzt geht es nur noch darum, dass der innovative Güterzug Fahrt aufnimmt und zu einem fixen Bestandteil des täglichen Bahnverkehrs wird. ■

#### QUELLEN

- [1] Wörterbuch Duden: <https://www.duden.de/node/71288/revision/71324>, 18.01.2021 um 10:20 Uhr  
 [2] <https://www.vdv.de/liste-autonome-shuttle-bus-projekte.aspx>, 21.01.2021 um 14:03 Uhr  
 [3] <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/health-trends/die-robotisierung-der-medizin/>, 18.01.2021 um 10:31 Uhr  
 [4] [www.pjm.co.at/waggontracker](http://www.pjm.co.at/waggontracker), 19.01.2021 um 9.05  
 [5] hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung: „Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den

Schienengüterverkehr“, Schlussbericht für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Juni 2020, S. 54

[6] hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung: „Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr“, Schlussbericht für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Juni 2020, Kurzbeschreibung und überblicksmäßige Darstellung der Nutzenempfänger, S. 54

[7] VCÖ (Hrsg.), Factsheet „Güterverkehr auf Klimakurs bringen“, 2020-6, S. 3



#### Dipl.-Ing. Günter Petschnig

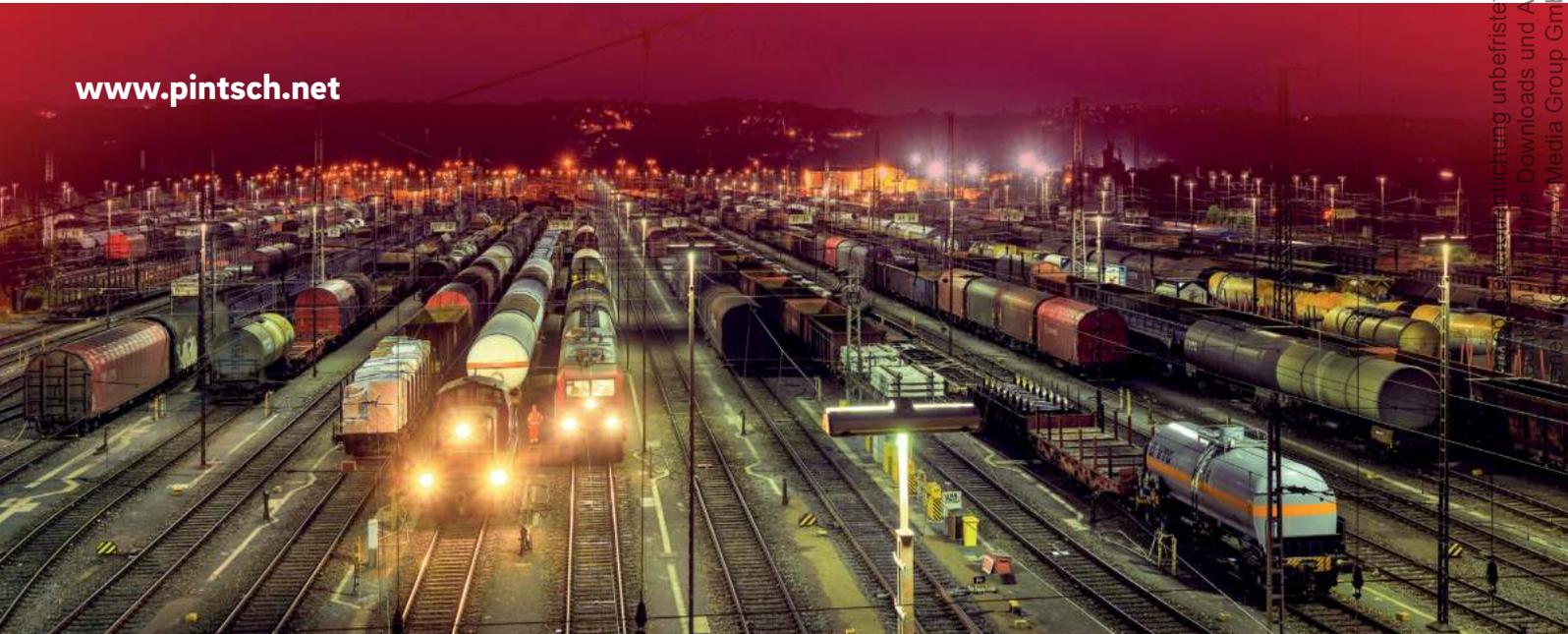
Geschäftsführer  
 PJ Messtechnik GmbH/  
 PJ Monitoring GmbH, AT-Graz  
[petschnig@pjm.co.at](mailto:petschnig@pjm.co.at)



#### Christoph Lorenzutti

COO  
 PJ Monitoring GmbH, AT-Graz  
[lorenzutti@pjm.co.at](mailto:lorenzutti@pjm.co.at)

[www.pintsch.net](http://www.pintsch.net)



#### Systemlösungen für die Bahninfrastruktur

- Bahnübergangstechnik
- Achszähltechnik
- Stellwerkstechnik
- Rangiertechnik
- Digitalisierung & Diagnose, Service

