



Kollisionsvermeidung mittels fahrzeugautarker Ortung unter Verwendung Bild gebender Verfahren und GNSS

Dipl.-Ing. Markus Pelz



Inhalt

- Kurze Vorstellung
- Vorbetrachtung
 - Motivation
 - Anforderungen und Lösungsstrategie
 - Anwendungsbeispiele
- Konzeptdarstellung
 - Schienenfahrzeugautarke Ortung
 - Überwachung von Bahnübergangsanlagen
 - Kombination von Ortung und Bahnübergangssicherung
- Ausblick & Zusammenfassung



Autorenteam

- Dipl.-Ing. Markus Pelz
 - Studium an der TU Dresden, Verkehrsingenieurwesen an der Professur für Verkehrssicherungstechnik
 - Seit 2005 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am DLR

- Mitautoren
 - Dipl.-Ing. Matthias Grimm
 - Dr.-Ing. Michael Meyer zu Hörste

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
 - Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung
 - Bereich Bahnsysteme



Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung

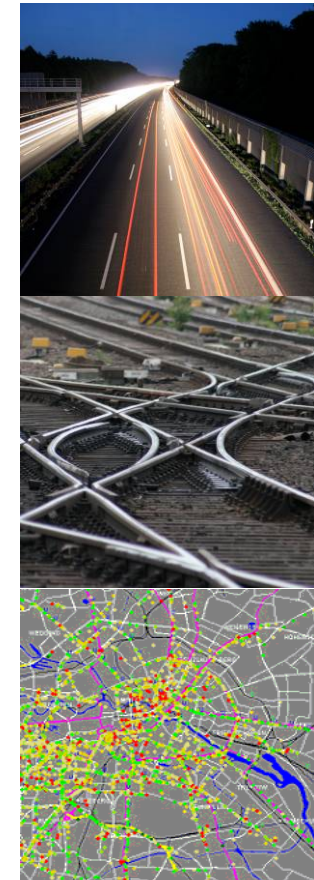
Sitz: Braunschweig, Berlin
Seit: 2001
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer
Mitarbeiter: Momentan etwa 100 Mitarbeiter aus
verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen

Forschungsgebiete

- Automotive
- Bahnsysteme
- Verkehrsmanagement

Aufgabenspektrum

- Grundlagenforschung
- Erstellen von Konzepten und Strategien
- Prototypische Entwicklungen





Vorbetrachtungen



Motivation

Generelle Eigenschaften des Schienenverkehrs

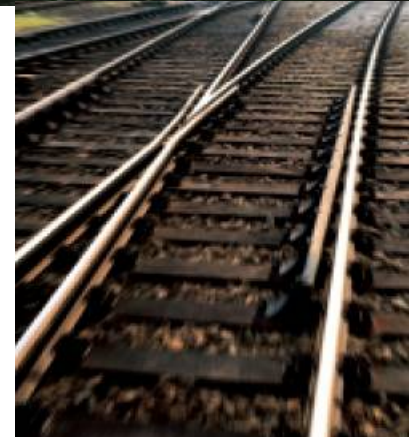
- Ortung der Züge streckenseitig → hohe Wartungskosten
- Ortung → Sicherheits- und Performance-relevant
- Ungünstige Umgebungsbedingungen

Ortung an Bahnübergängen

- Geringe Sichtweiten → lange Bremswege, niedrige Streckengeschwindigkeit
- Sicherung und Freigabe durch Ortung der Schienenfahrzeuge
- Überwiegend keine Ortung oder Detektion anderer Verkehrsteilnehmer im Gefahrenraum

Ortung im Schienenverkehr

- Bisher keine fahrzeugautarke Ortung und Kollisionsvermeidung
- Gleisfreimeldung durch Zugschlusserkennung
- Abschattung (bei GNSS) durch Tunnel, Wald, Böschungen





Anforderungen an ein Kollisionsvermeidungssystem

Generelle Anforderungen

- Adäquate und bezahlbare Sicherheit
- Hohe Verfügbarkeit des Systems
- Redundante Systemarchitektur (n aus m)
- Reduzierung streckenseitiger Infrastruktur

Ortung

- Hohe Ortungsgenauigkeit
 - 1 m bei Querrichtung
 - 5 m bei Längsrichtung
- Funktionsfähig trotz Abschattung (z. B. Tunnel, Wald etc.)

Bahnübergangssicherung

- Reduzierung der Unfallzahlen → 1/3 aller Bahnunfalltoden am BÜ
- Verringerung des Schadensausmaß
- Verringerung Wartezeiten → Wegoptimale Anmeldung



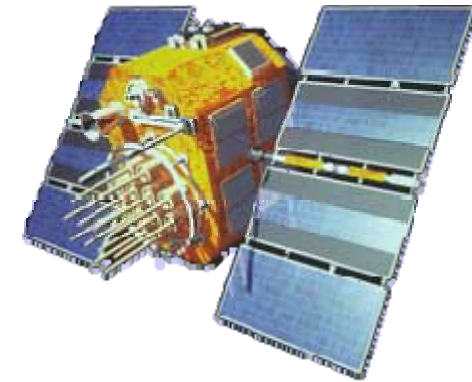


Lösungsstrategie

- Kombination verschiedener Sensoren
- Vorhandene und preiswerte Technik nutzen
- Unterstützung der Sicherungstechnik

- Ergänzende Verfahren basierend auf
 - Satellitentechnik
 - Bild gebende Verfahren, Optische Sensoren

- **Kompetenzen des DLR**
 - GNSS, Ortung
 - Optische Sensorsysteme
 - Eisenbahnbetrieb und Systemarchitektur





Anwendungen GNSS bei der Bahn

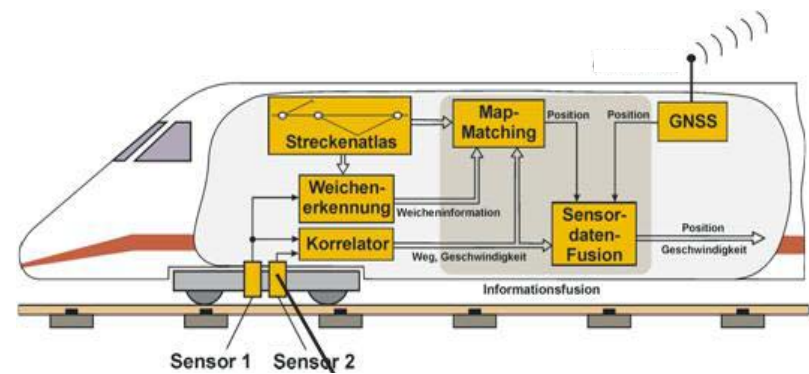
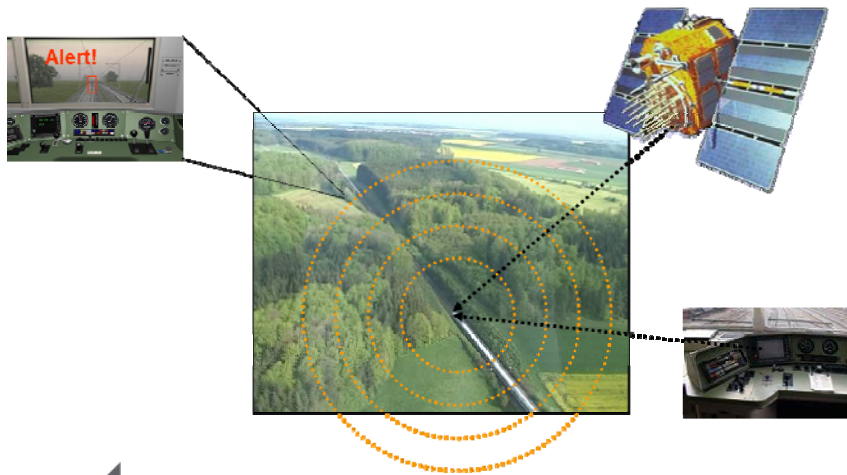


Beispiele Praxis

- Vermessung Oberbau
- Frachtverfolgung

Beispiele Forschung

- Kollisionsvermeidungssystem
- Ortung





Anwendungen Bild gebender Verfahren bei der Bahn



Beispiele Praxis

- Gefahrenraumbeobachtung
- Zugschlussbeobachtung
- Zugabfertigung durch den Fahrer

Beispiele Forschung

- Oberleitungsbeobachtung
- Hinderniserkennung

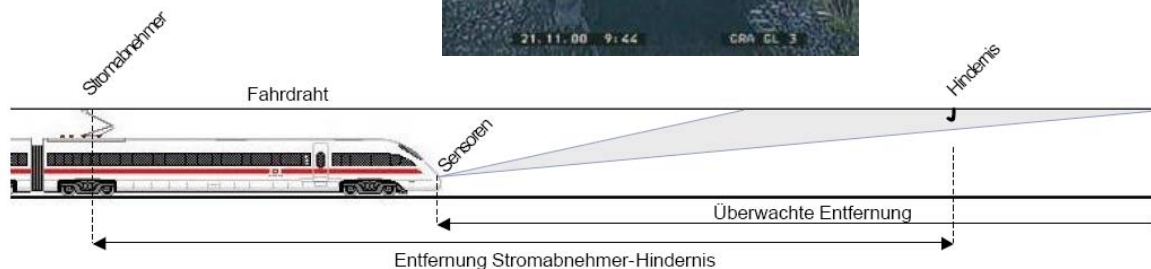





Bild gebende Verfahren und GNSS im Bahnbereich

Sicherheitsrelevante Aufgaben – geht das?

Anforderungen an Sicherheitstechnik

- Hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit → Redundanz
- Muss den „rauen“ Gegebenheiten standhalten „Bei Wind und Wetter“
- Unterstützung menschlicher / technischer Funktionalitäten
- Sicherheitstechnik wie heute ←  → bezahlbare Sicherheit

Vorteil von GNSS und optischen Sensoren

- verfügbar, preiswert, vielfach einsetzbar, kombinierbar

Nachteil von GNSS und optischen Sensoren

- einzelne Sensoren nicht hinreichend zuverlässig / sicher



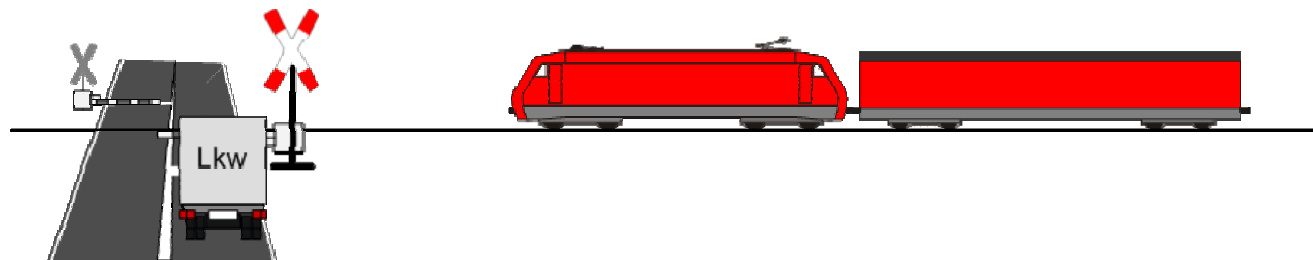
Konzeptdarstellung



Optische Sensoren und GNSS für den Bahnbereich

Sicherheitsrelevante Aufgaben

- Zunächst Unterstützung der vorhandenen Sicherungstechnik
- Optische Sensoren, Satellitentechnik, Auswertesoftware
- Wo anfangen?
 - 17 % aller Eisenbahnunfälle ereignen sich an Bahnübergängen ¹
 - 880 Personen wurden an Bahnübergängen getötet oder schwer verletzt ¹



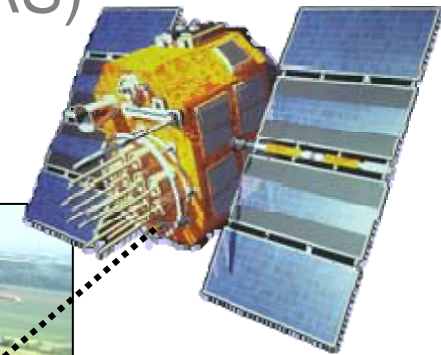
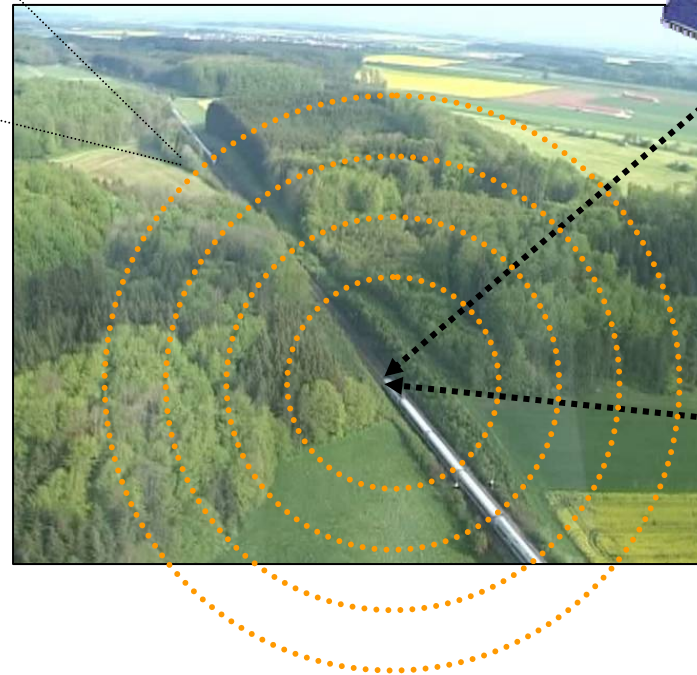
Ansatz

- Kollisionsvermeidung an Bahnübergängen mit GNSS und optischen Sensoren



Anwendung GNSS

Railway Collision Avoidance System (RCAS)



Beide Züge

- Bestimmen ihre Position und ihren Bewegungsvektor
- Verteilen sie (Broadcast)
- Erkennen drohende Kollisionen
- lösen entsprechende Reaktionen aus

→ Erhöhung der Sicherheit auf Strecken mit manuellem Betrieb und bei Bauzuständen



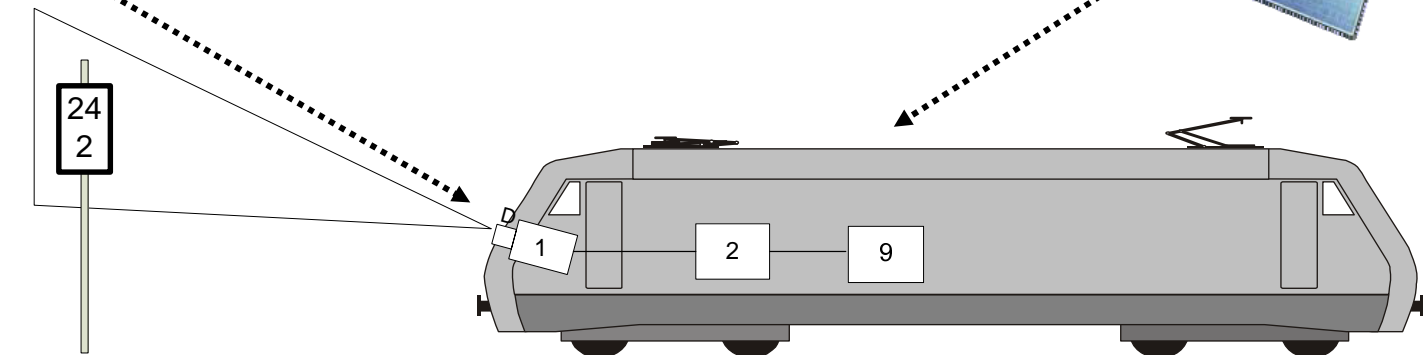
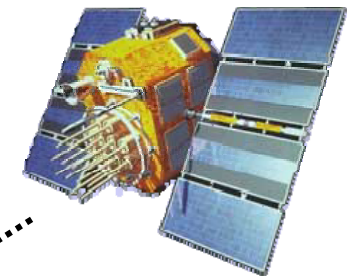
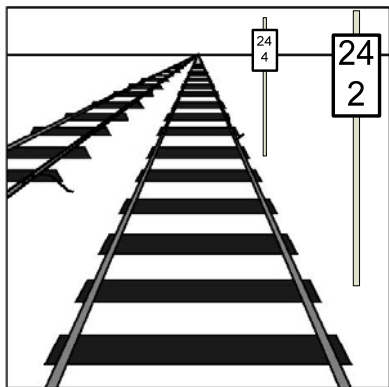


Anwendung GNSS und optische Sensoren

Sichere und zuverlässige fahrzeugautarke Ortung

Lösung

- Sensordatenfusion von GNSS und optischen Sensoren, sowie einer digitalen Karte
 - Gleislängsortung → mit Hektometertafeln
 - Gleisquerortung → durch Gleiserkennung



- 1 optisches Sensorsystem
- 2 Auswertungseinheit mit Bilderkennungsalgorithmus
- 9 Digitaler Streckenatlas



Anwendung GNSS und optische Sensoren

Automatisierte Anmeldung und Überwachung

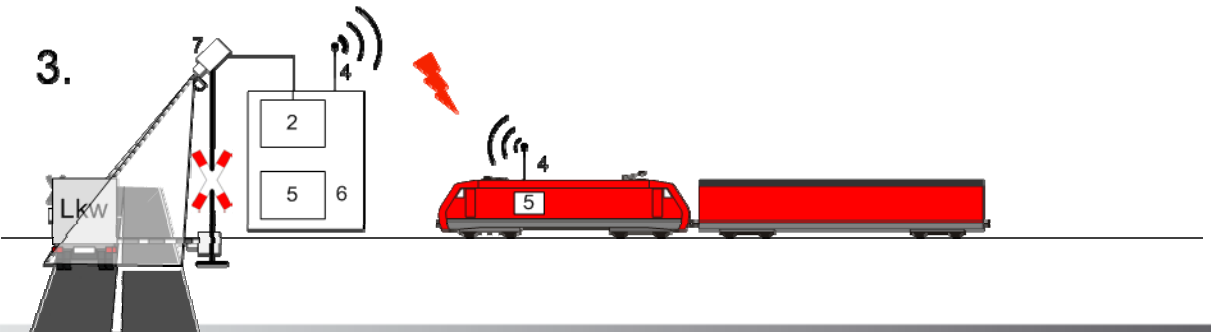
➤ Anmeldung am Bahnübergang durch fahrzeugautarke Ortung



➤ Verringerung der Wartezeit
➤ Detektion des Straßenverkehrs



➤ Entscheidungsgrundlage für Bremsengriff bei Hindernis



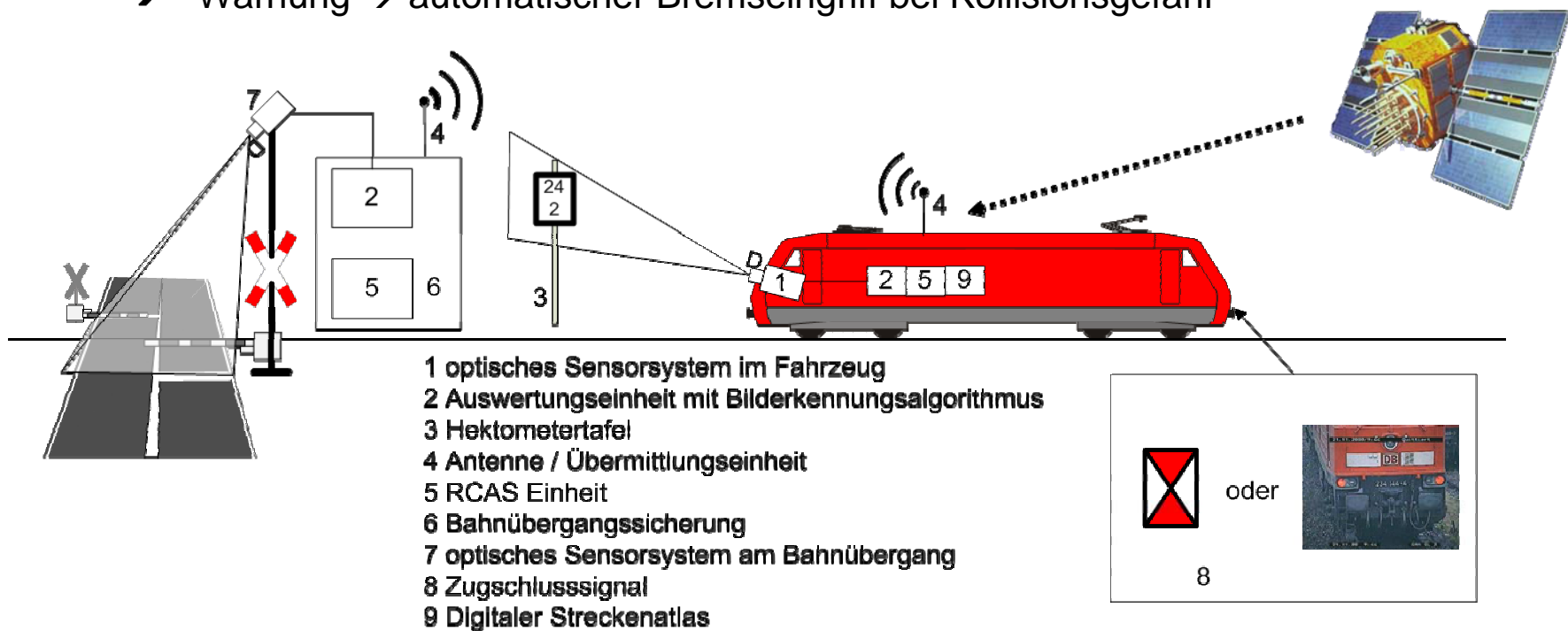
2 Auswertungseinheit mit Bilderkennungsalgorithmus
4 Antenne / Übermittlungseinheit
5 RCAS Einheit
6 Bahnübergangssicherung
7 optisches Sensorsystem am Bahnübergang



Anwendung GNSS und optische Sensoren

Kombination von Kamera, RCAS, Sicherungstechnik

- Redundante fahrzeugautarke Ortung durch GNSS und optische Sensoren
- Detektion des Gefahrenraumes → Hinderniserkennung, Zugschlusserkennung
- Warnung → automatischer Bremseneingriff bei Kollisionsgefahr





Ausblick und Zusammenfassung



Ausblick

- Messkampagnen und Entwicklung
 - Gefahrenraumüberwachung mit optischen Sensoren
 - Übertragung Bahnübergangszustand zum Triebfahrzeug
 - Fahrzeugautarke Längs- und Querortung
 - Einsatz von optischen Sensoren für Rottenwarnsysteme

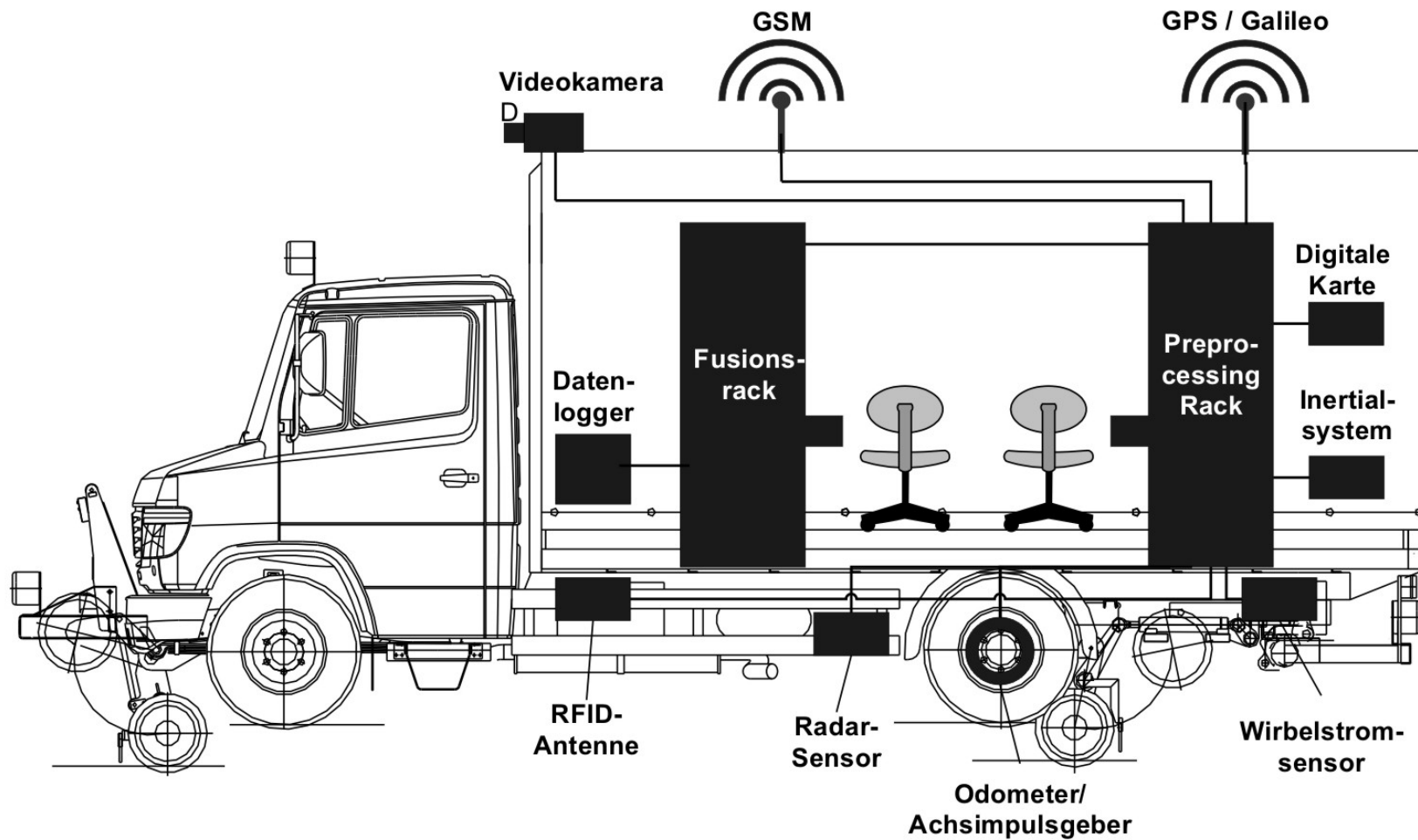
- Benötigte Demonstratoren
 - RailDriVE®
 - Kamerasensoren am Bahnübergang
 - Kamerasensoren an Bord eines Zuges

- Erste Kontakte zu Herstellern und Anwendern bestehen



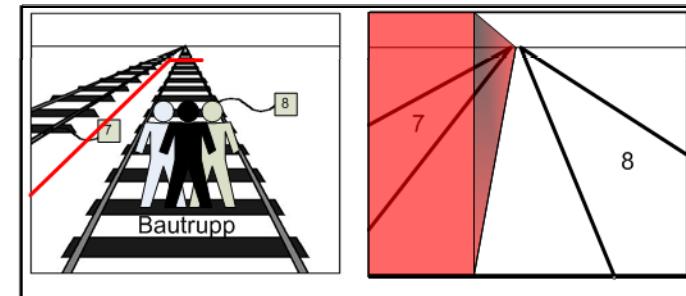
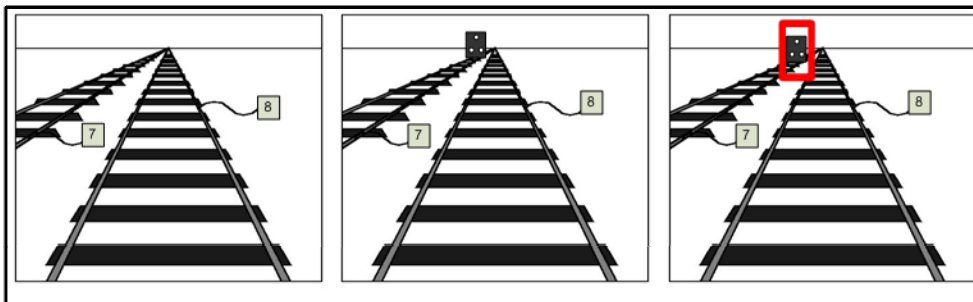
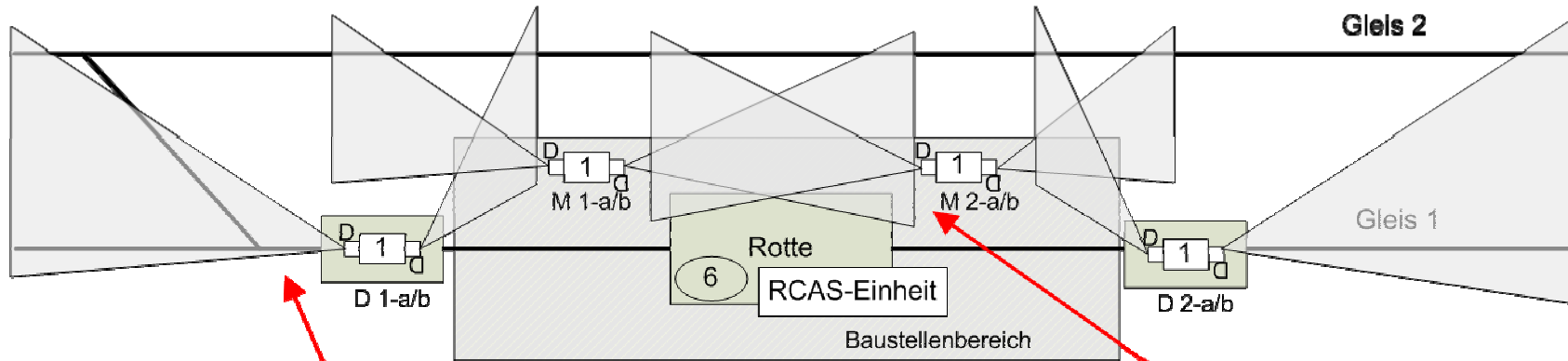
RailDrIVE®

Demonstrator für Ortung





Rottenwarnsystem





Zusammenfassung

- GNSS wird im Bahnbereich zukünftig auch für sicherheitsrelevante Aufgaben eingesetzt.
- Optische Sensoren können sicherheitsrelevante Aufgaben unterstützen.
- Mit einem Sensorverbund aus GNSS und optischen Sensoren werden
 - Techniken und Verfahren sicherer und zuverlässiger → Redundanz
 - Fahrzeugautarke Ortung umsetzbar
 - Kosten eingespart
- Für optimale Forschung wird eine Demonstrationsplattform benötigt, um ein realistisches Testumfeld zu erhalten.
- Ergebnisse aus ersten Tests werden weitere Ansätze identifizieren.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!





Kontakt

- Dipl.-Ing. Markus Pelz
Tel.: 0531/295-3483
E-Mail: markus.pelz@dlr.de
- Dipl.-Ing. Matthias Grimm
Tel.: 0531/295-3450
E-Mail: matthias.grimm@dlr.de
- Dr.-Ing. Michael Meyer zu Hörste
Tel.: 0531/295-3440
E-Mail: michael.meyerzuoerste@dlr.de

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft
Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung
Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig

www.dlr.de/fs