



Luft- und Raumgestütztes Verkehrsmanagement

Sicherer Schienenverkehr mit GALILEO

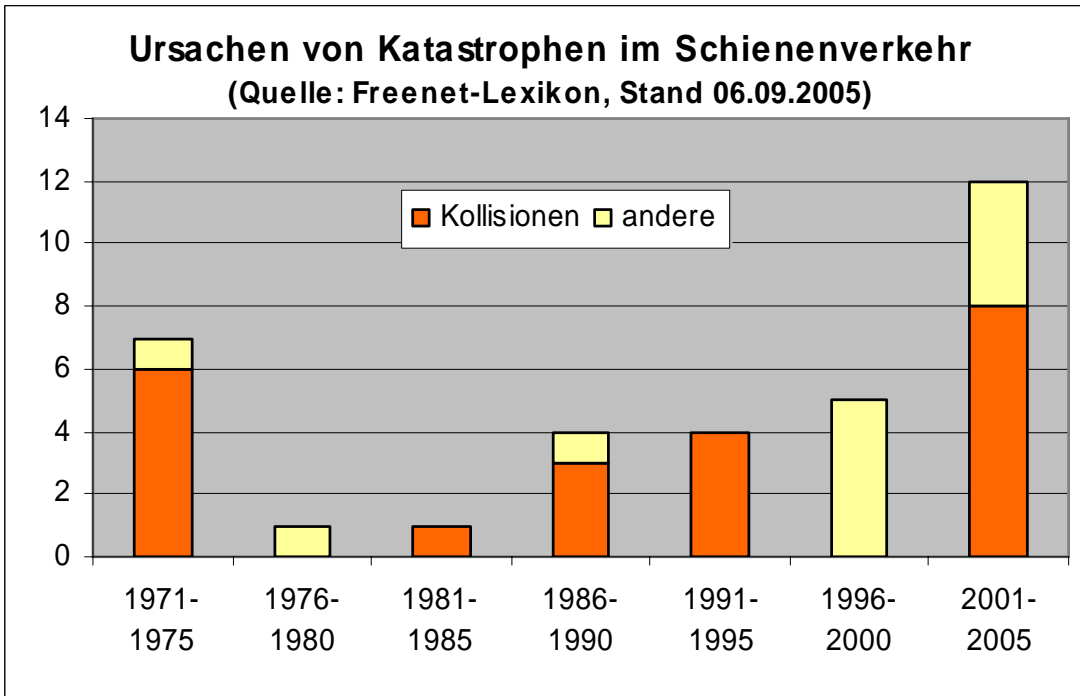
Prof. Dr. Thomas Strang, Institut für Kommunikation und Navigation, DLR

Dr. Michael Meyer zu Hörste, Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung, DLR

Dr. Xiaogang Gu, Bombardier Transportation RailControlSolutions



Motivation



Verkehrsträgerübergreifende Expertisen

Kollisionsvermeidung von Zügen
per regionaler Broadcast-Funkübertragung
(„RCAS“)

Bahnspezifische Anforderungen

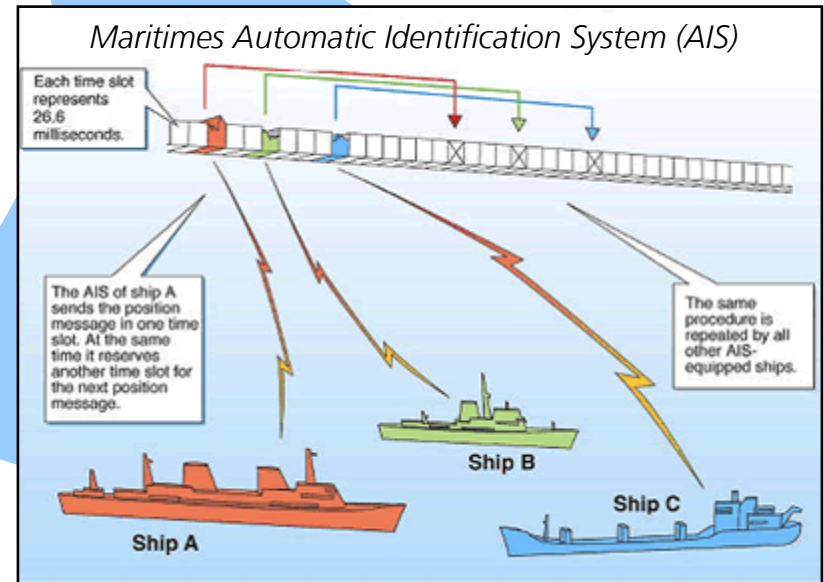
Know-How

Know-How

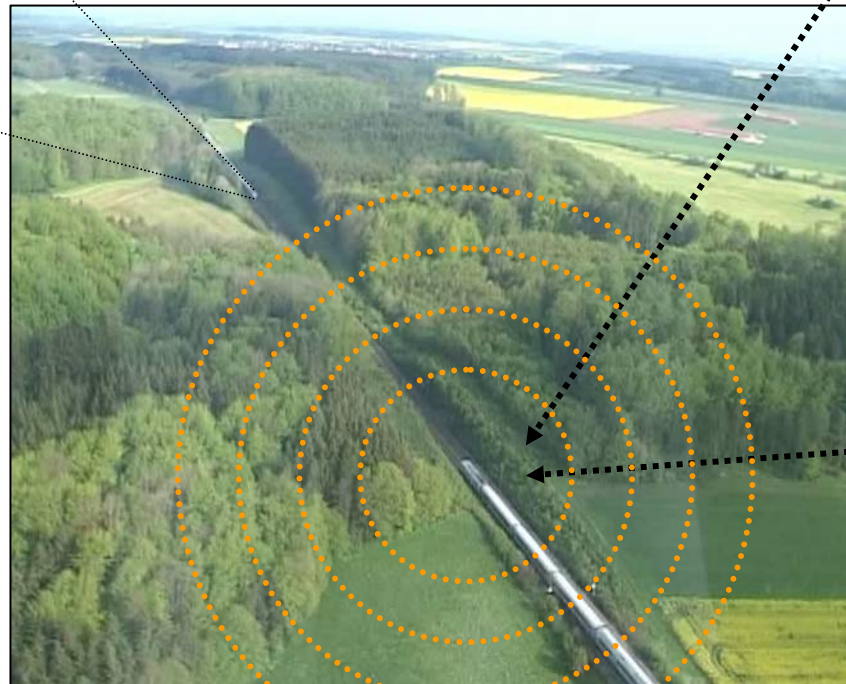
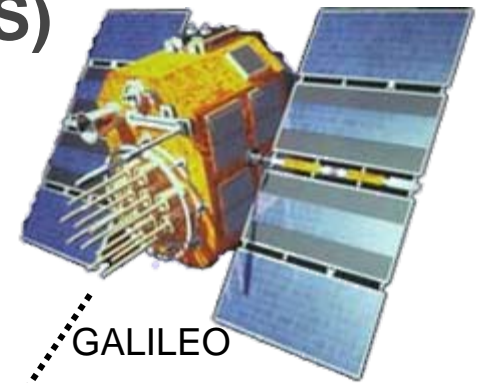
Traffic Alert & Collision Avoidance System (TCAS)



Maritime Automatic Identification System (AIS)



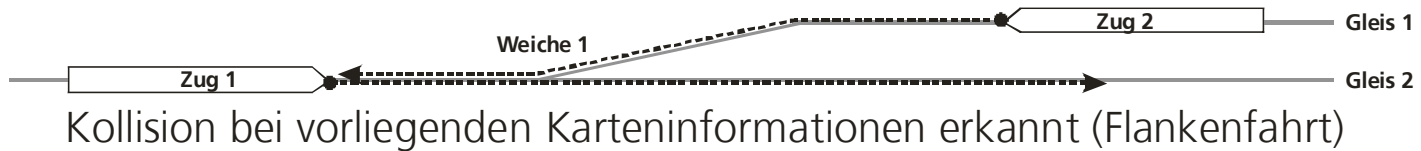
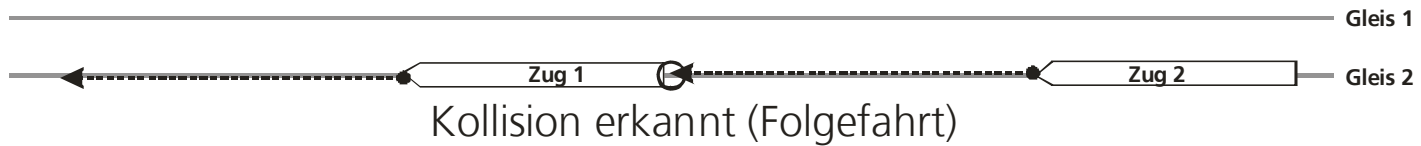
Railway Collision Avoidance System (RCAS) mit GALILEO



Besonderheiten des Schienenverkehrs

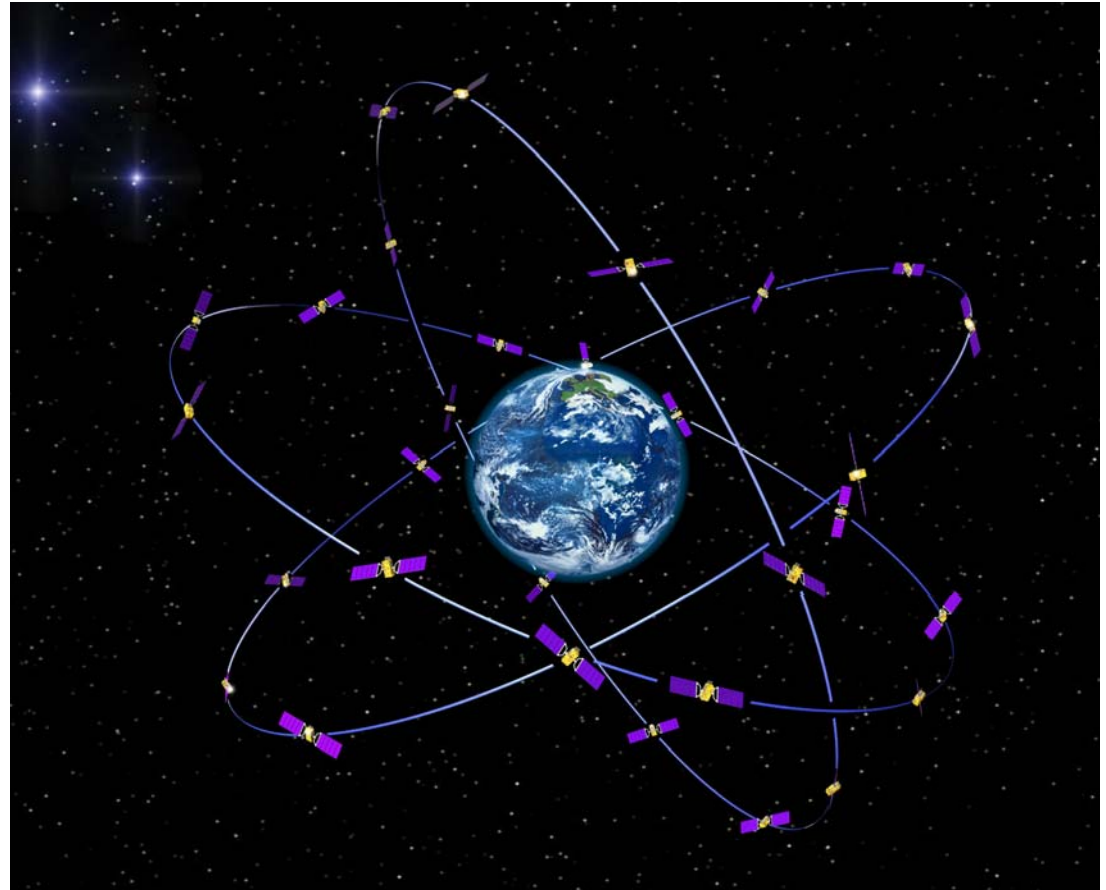
- Bewegungsmuster ist aufgrund der Spurführung sehr deterministisch
- Aufeinander weisende Bewegungsvektoren sind auch Sollzustände, z.B.
 - Kuppeln von Halbzügen
 - „fliegendes“ Überholen
- Mechanische Spurführung schränkt im Konfliktfall die Möglichkeiten des Triebfahrzeugführers drastisch ein:
 - Bremsen oder Beschleunigen
 - Einstellung der Fahrstraßen erfolgt im Stellwerk
- Spurführung überwiegend überirdisch, aber gelegentlich auch unterirdisch (Tunnel)
 - Kritisch für Satellitenempfang
- Auch: Sicherung von Bahnübergängen
 - Nach Angaben der DB allein 251 Unfälle an deutschen Bahnübergängen in 2004

Beispiele zu erkennender Situationen



Das europäische Satellitennavigationssystem GALILEO

- 27 Satelliten in 3 Orbits mit 56° Inclination in einer Höhe von 29'993.707 km über Grund
 - T=14h 22m
- Hochpräzise Orbits
 - 3 Jahre ohne Korrektur
- Satelliten
 - GSTB v2:
1+1 Testsatelliten
(2005/6)
 - IOV: 4 Testsatelliten
 - FOC: 26 Satelliten
(bis 2010)



GALILEO in Zügen



- Position
- Richtung
- Geschwindigkeit



- Integrität
- Local Elements

- u.a. adressiertes Problem:
Aufgrund von Reflektionen stört die Mehrwegeausbreitung des Navigationssignals im Eisenbahn-Umfeld besonders stark



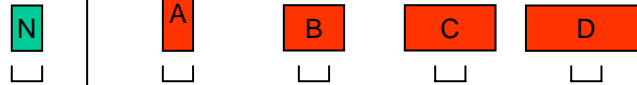
- bestimmte topologische Streckenkarten
 - mit ETCS im Zug verfügbar
 - sicheres gleisselektives Map-Matching durch präzise Ortung (SoL)



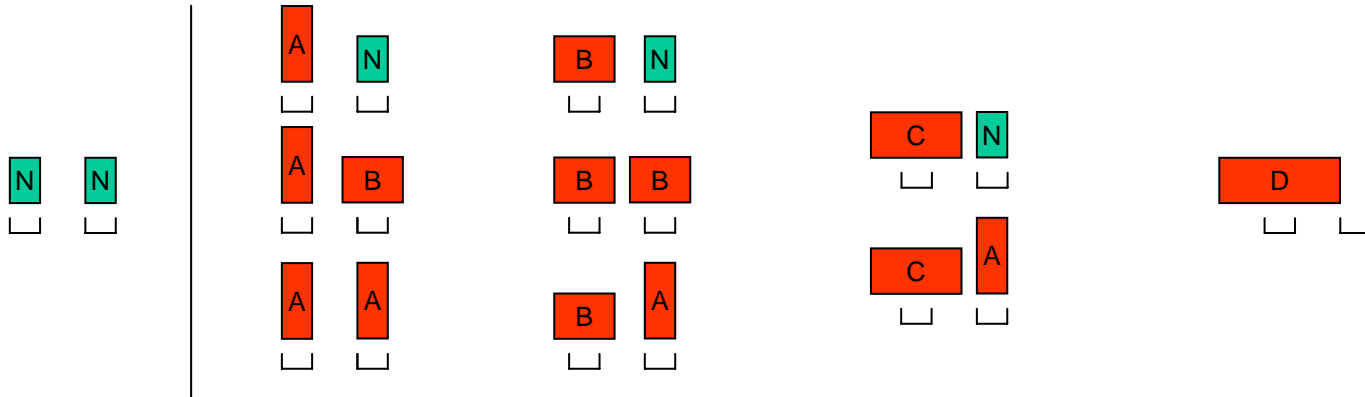
Bahnspezifische Zusätze

➤ Lademaßüberschreitungen (LÜ)

- 4 Kategorien:



- Zulässige Fahrsituationen bei parallelen Gleisen



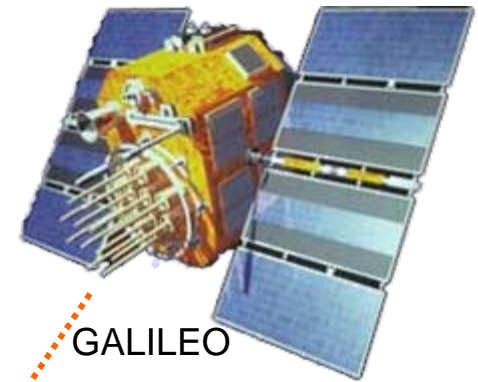
Bahnspezifische Zusätze

➤ Güterüberwachung



Bahnspezifische Zusätze

➤ Sensorinformationen vorausfahrender Züge



GALILEO



Temperatur
Sensor

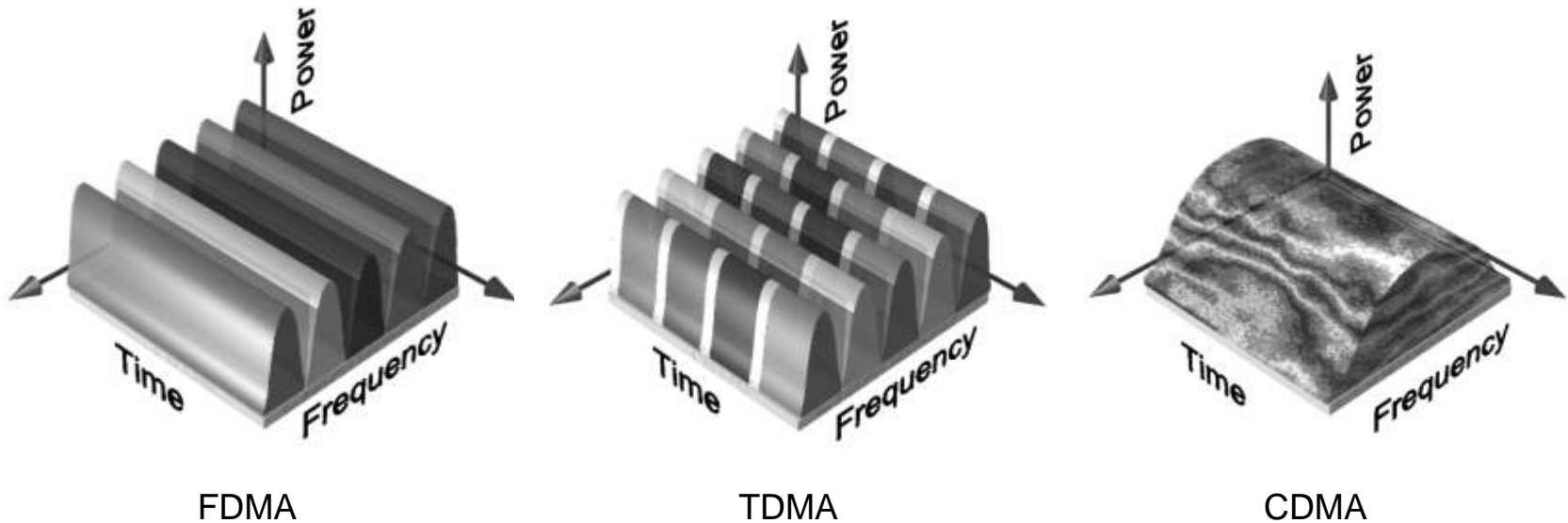


Beispielhafte Struktur eines Daten-Telegramms

Feld	Bedeutung	Mögliche Werte
RCAS-ID	Eindeutiger Bezeichner der Quelle, z.B. für den Zug	Zugnummer oder Bahnsteig-ID
Timestamp	Zeitstempel	
Fahrt-Typ	Grund der Fahrt bzw. Meldung	Zugfahrt Rangierfahrt LÜ-Fahrt Baufahrt Bahnübergang Baustelle temporäres/permanentes Hindernis
Referenzpunkt im Zug	Position der RCAS-Einheit im Zug	Head oder Tail
LÜ-Typ	Art der Lademaßüberschreitung	Keine, A, B, C, D
BÜ-Status	Ergebnis der Freiraumüberwachung	gesichert, frei gesichert, temporär belegt gesichert, statisch belegt ungesichert unbekannt
Zuglänge	Gesamtlänge des Zuges	
Streckenposition	Gleis- und Blockkennung	
Streckenvektor	Liste nächster Gleis- und Block-kenn-un-gen	
Geogr. Position	WGS84 Positionsinformation	Lat, Lon, Alt
Geschwindigkeit	Eigengeschwindigkeit	in km/h
Gefahrgut	Gefahrgutkennungen aus einer Taxonomie	

RCAS Übertragungsverfahren

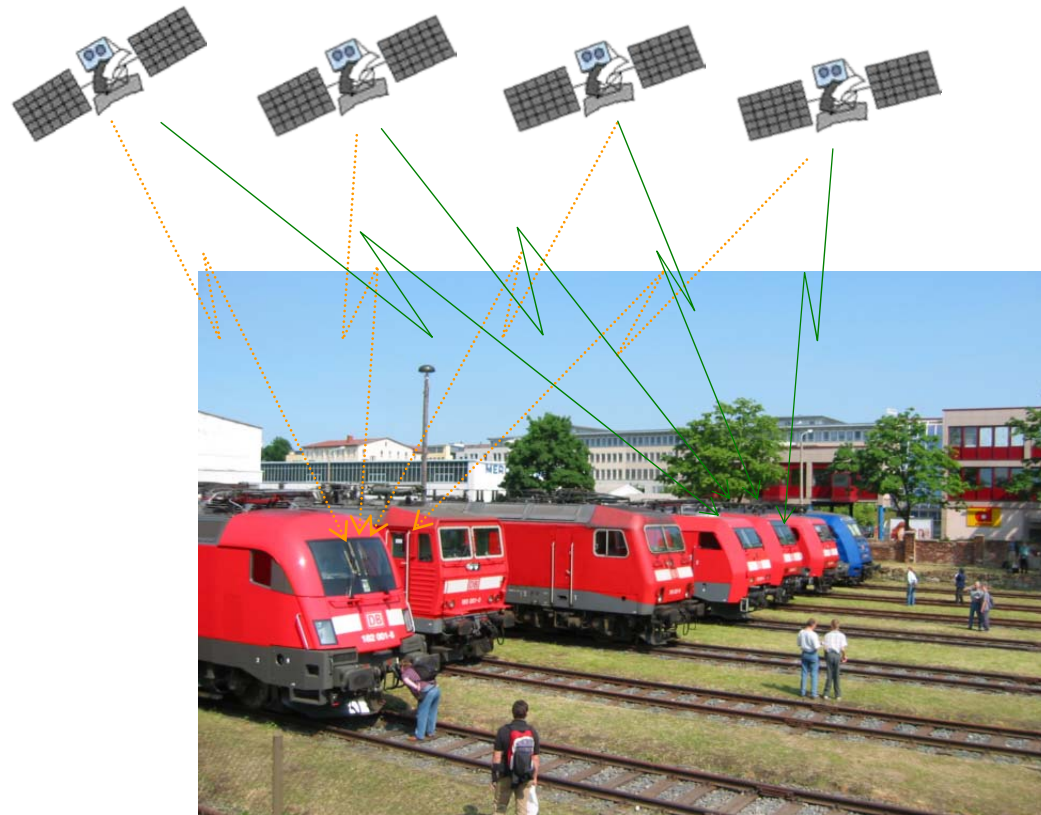
- Konkurrierender Zugriff auf gemeinsame Ressource „Frequenz“ erfordern zuverlässiges Medium Access Verfahren, z.B.



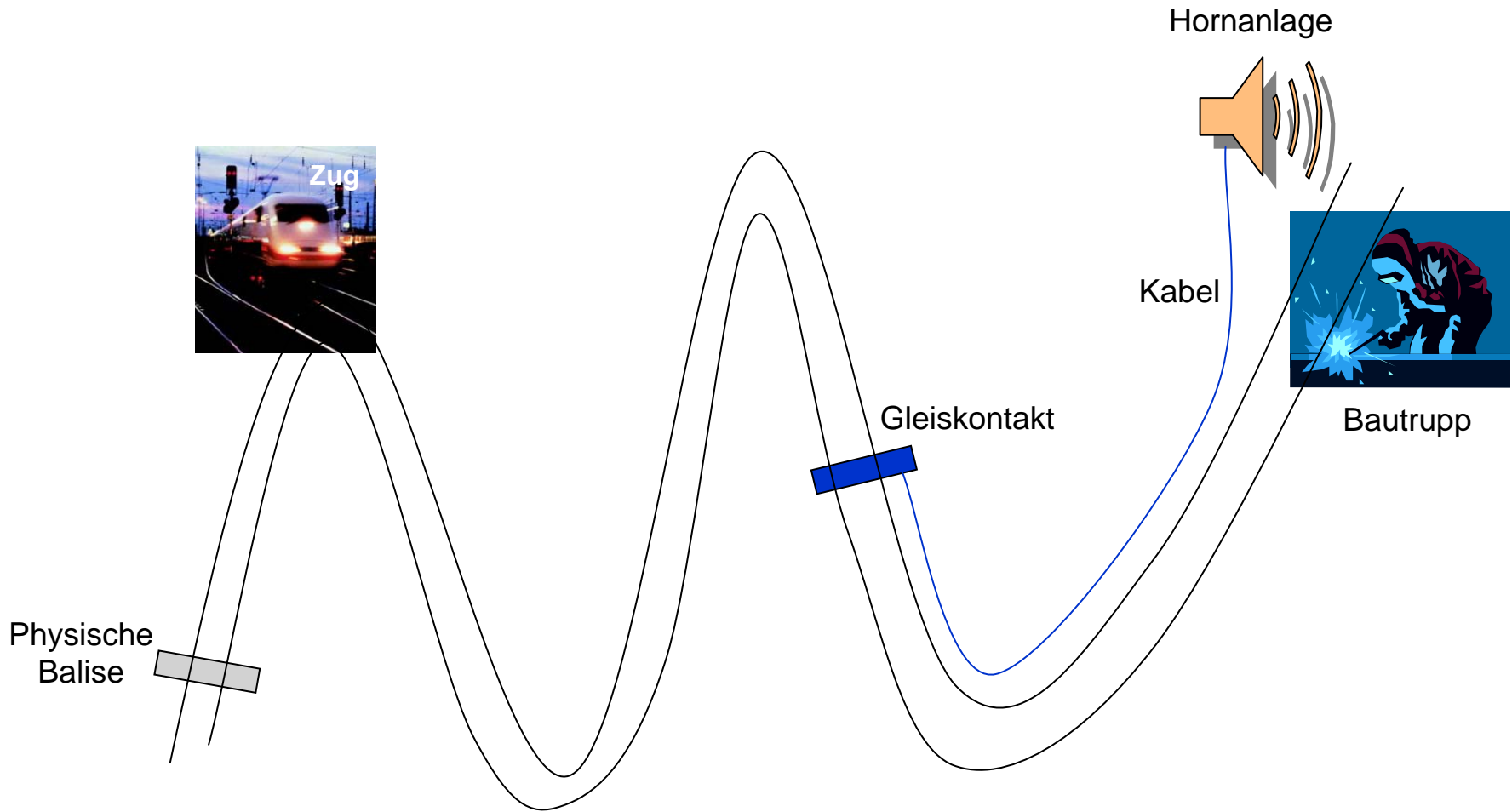
- Evtl. können maritime Frequenzen AIS1 und AIS2 bei 162 MHz aufgrund geographischer Diversität wiederverwendet werden

Wo GALILEO bei RCAS noch helfen kann...

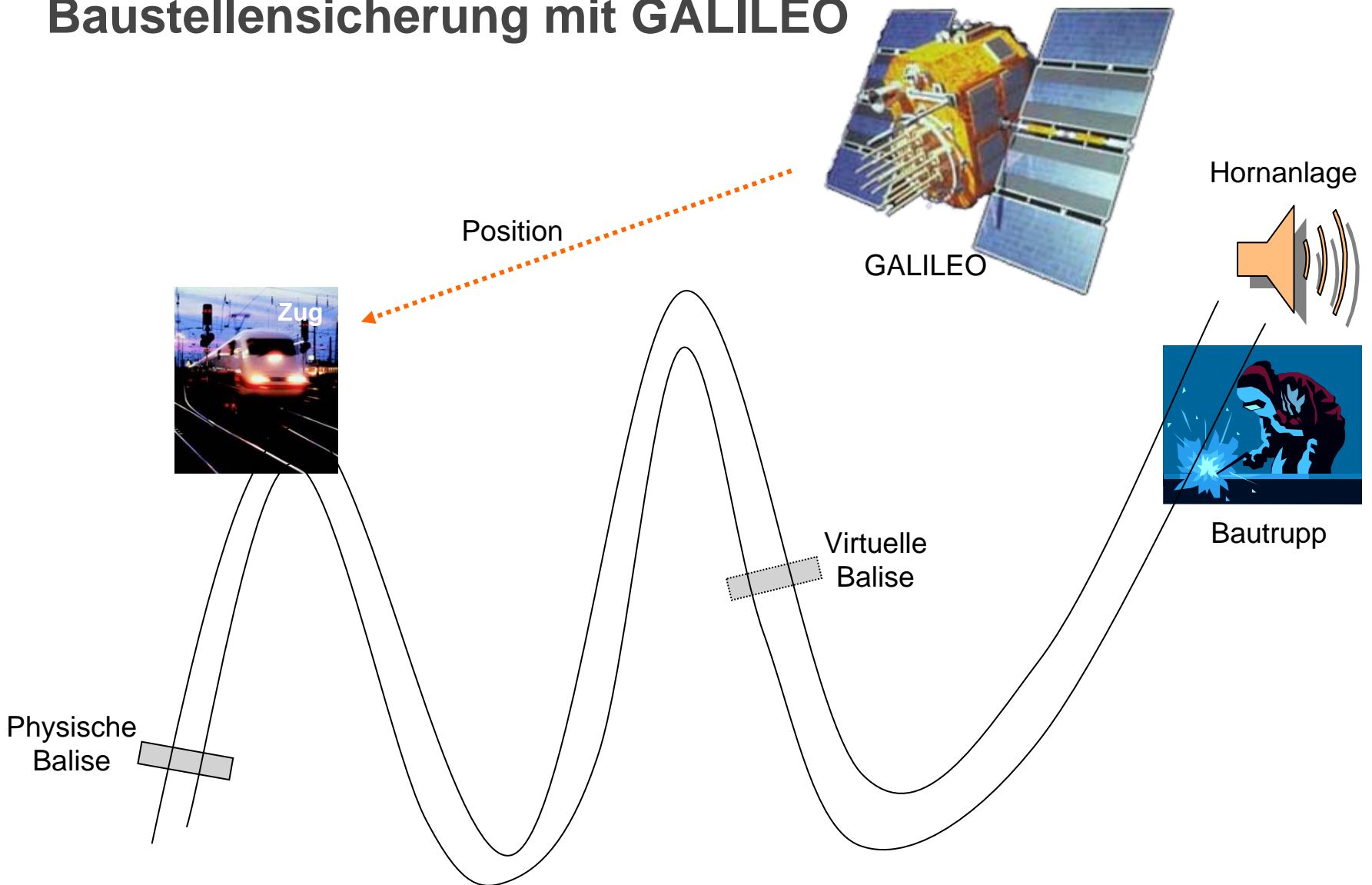
- Interferenzen durch hohe Fahrzeugdichte in einer geografischen Region
 - Zuweisung eines ortsspezifischen Zeitfensters (Slot) über GALILEO zur Nachrichtenübermittlung



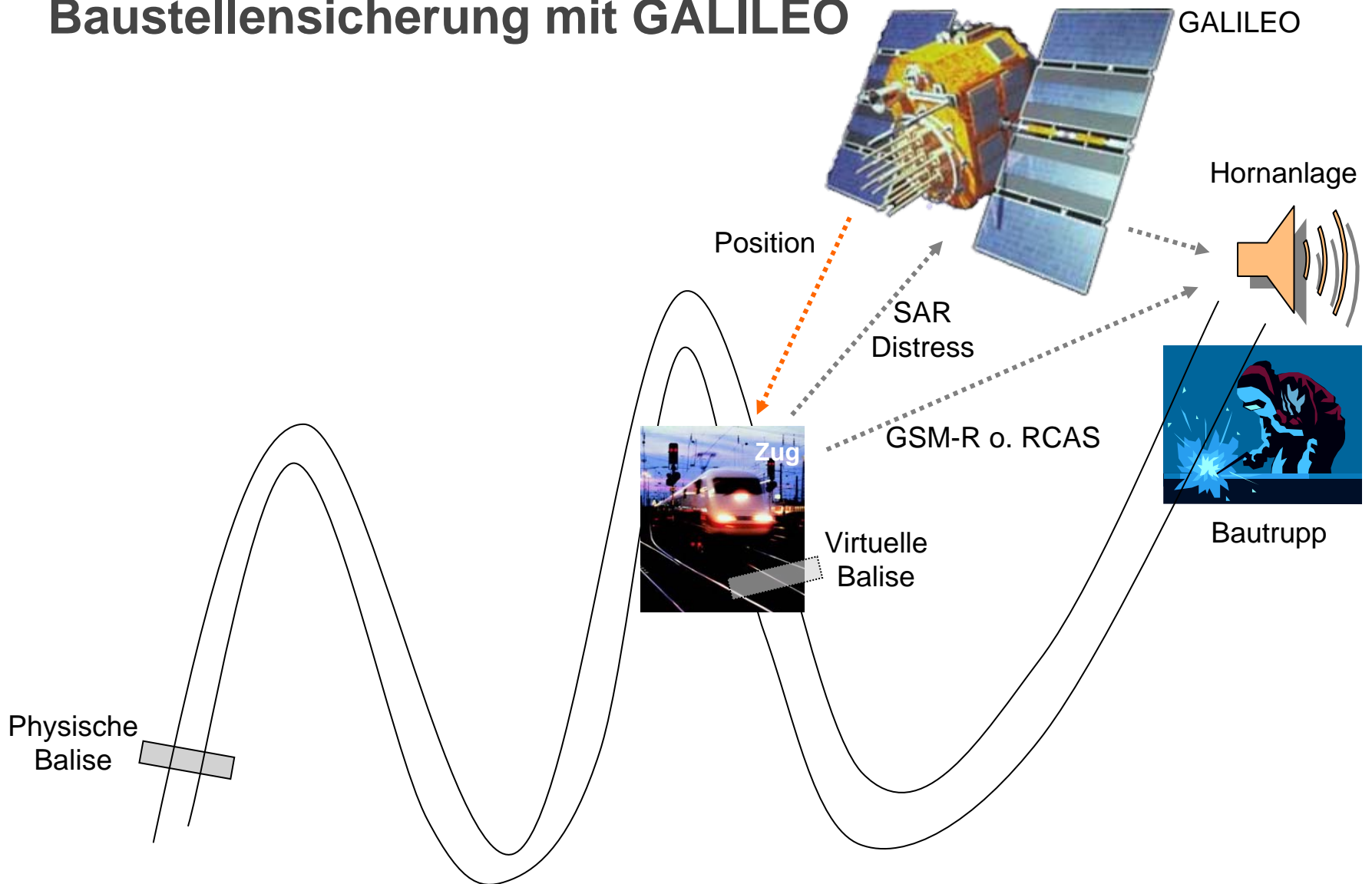
Technische Baustellensicherung heute



Baustellensicherung mit GALILEO



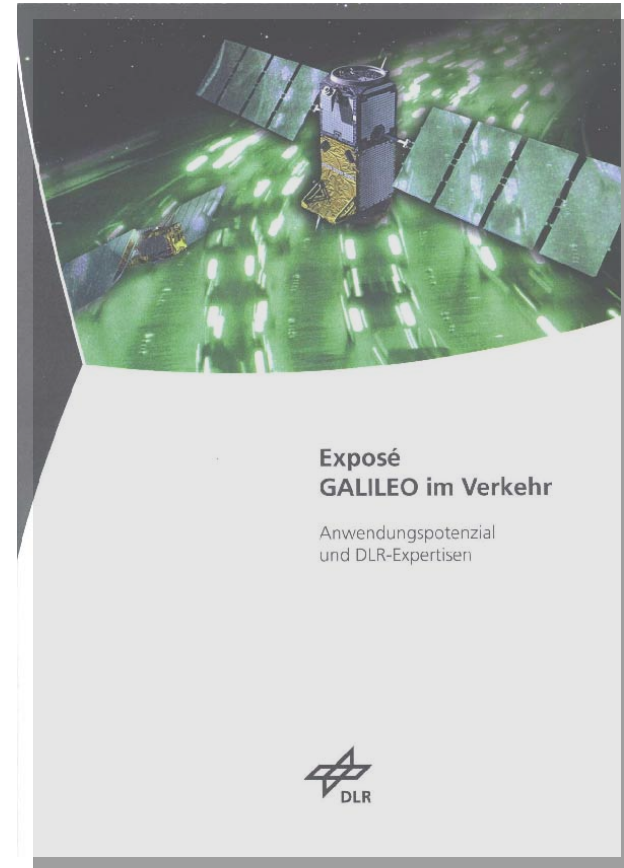
Baustellensicherung mit GALILEO



Übersicht Anwendungspotenzial GALILEO zur Sicherung der Mobilität

Giszczak, A.; Lenz, B.; Meyer zu Hörste,
M.; Noack, T.; Schäfer, R.-P.; Schlingelhof,
M.; Strang, T.; Zukunft, D.:

**Exposé GALILEO im Verkehr -
Anwendungspotential und DLR-
Expertisen.** Programmdirektion Verkehr,
DLR [Hrsg.], Mai 2005



[http://www.dlr.de/dlr/verkehr/programmthemen/sicherung_der_mobilitaet/sicherung_der_mobilitaet/Galileo_Anwendungen.pdf]



Luft- und Raumgestütztes Verkehrsmanagement

Sicherer Schienenverkehr mit GALILEO

Prof. Dr. Thomas Strang, Institut für Kommunikation und Navigation, DLR

Dr. Michael Meyer zu Hörste, Institut für Verkehrsführung und Fahrzeugsteuerung, DLR

Dr. Xiaogang Gu, Bombardier Transportation RailControlSolutions

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

