

SiPoS-Rail

Differentielles GNSS-Verfahren mit ortsfesten Elementen

GMA Fachausschuss 7.61, Braunschweig, 14.06.2013

René Rütters, Michael Breuer, Daniel Lüdicke

RWTH Aachen

Agenda

1 Einführung

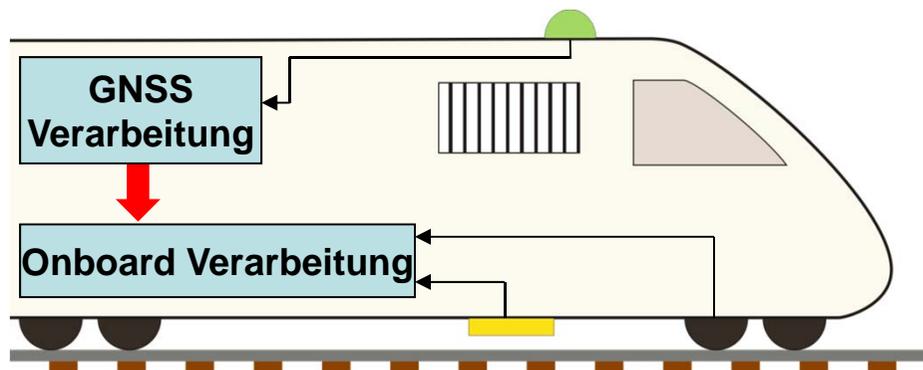
2 SiPoS-Rail Konzept

3 Umsetzung

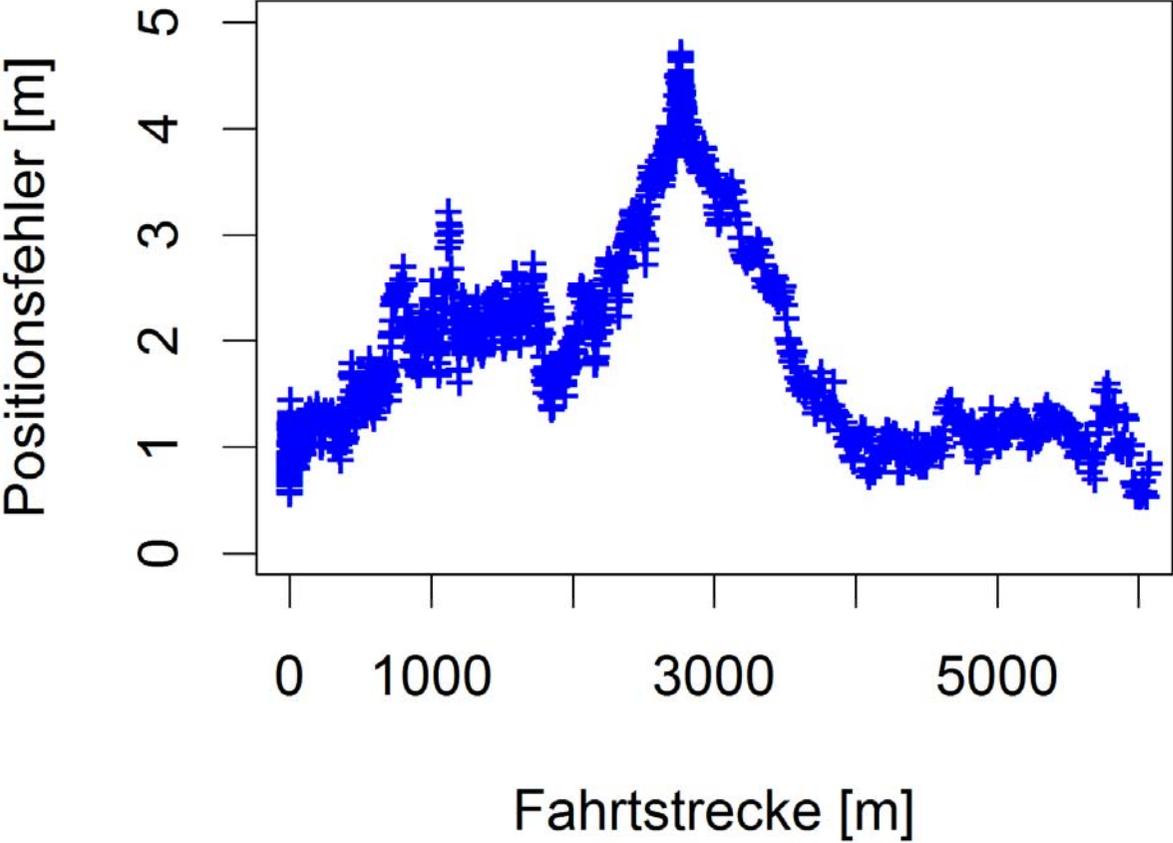
4 Zusammenfassung und Ausblick

Einsatz von GNSS im Bahnbereich

- Nichtsicherheitskritische Anwendungen
 - Monitoring von Güterwagen mit mehreren Sensoren
 - Diagnose und Tracking von Lokomotiven
- Wissenschaftliche Projekte im Bereich sicherheitskritische Anwendung

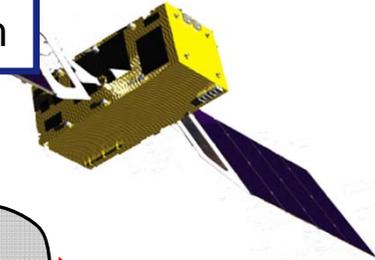


Brauchen wir SiPoS-Rail?



Fehlerquellen

- Satellitenuhr Stabilität ± 3 m
- Schwankungen der Satellitenumlaufbahnen ± 1 m
- Andere (Wärmestrahlung, ...) $\pm 0,5$ m



- Ionosphäre $\pm 2,3$ m
- Troposphäre $\pm 2,0$ m
- Empfängerrauschen $\pm 1,5$ m
- Multipfad $\pm 1,2$ m
- Andere $\pm 0,5$ m

Ionosphäre (80 km -100 km)

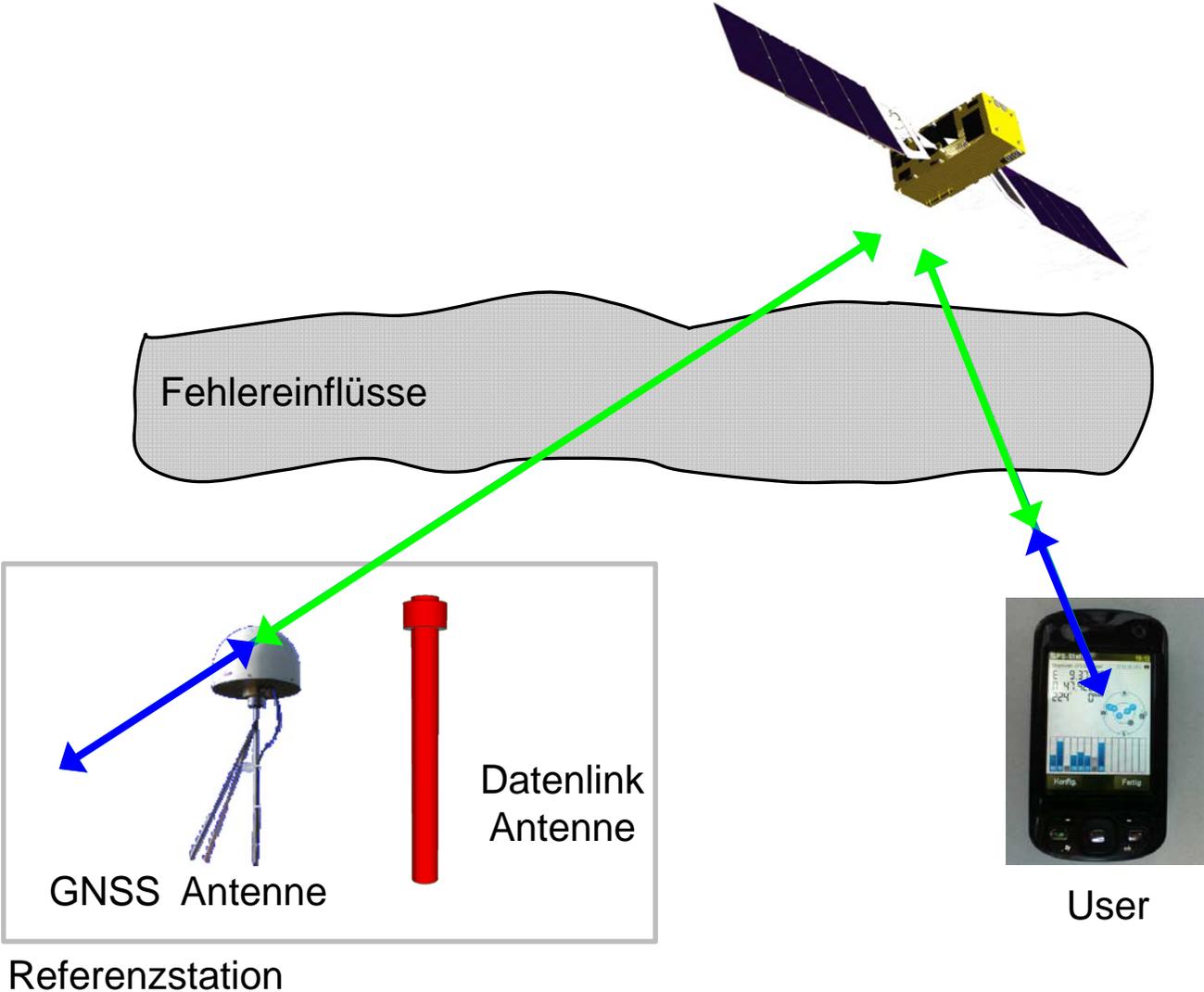


Troposphäre (bis 10 km)



- Bahndatenvorhersage $\pm 4,2$ m
- Andere (Triebwerksleistung,...) $\pm 0,9$ m

Differential GNSS



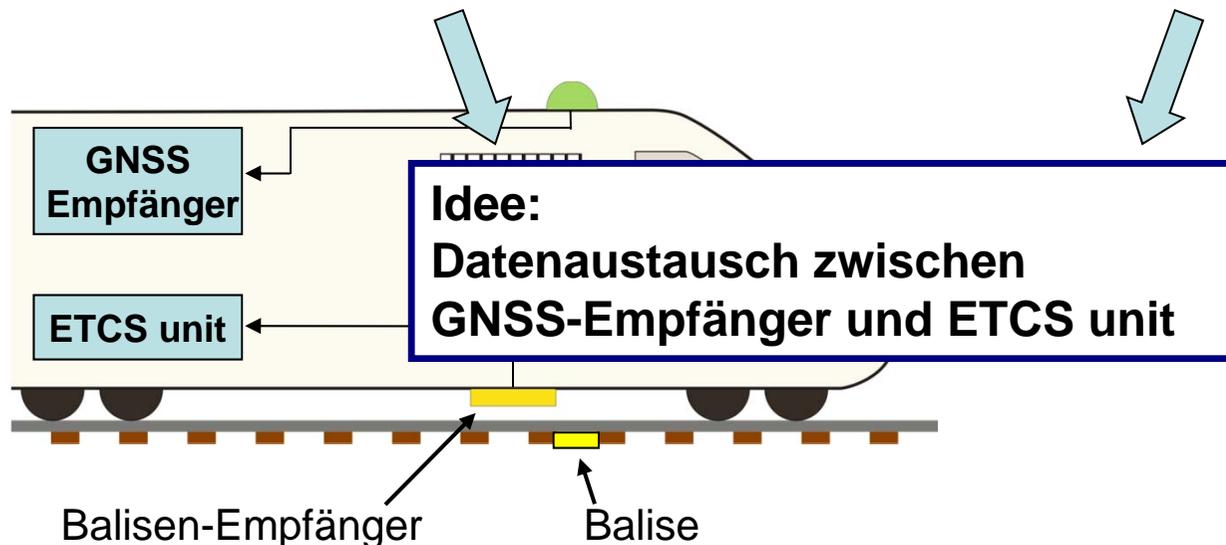
GNSS-Empfänger

Anwendung im **nicht sicherheitskritischen** Bereich, wie Logistik und Güterverfolgung

ETCS onboard-unit

Wegmessung im sicherheitskritischen Bereich der Zugsicherung mit

- Radimpulsgeber
- Geschwindigkeitsradar und
- Balisen-Empfänger



Agenda

1 Einführung

2 SiPoS-Rail Konzept

3 Umsetzung

4 Zusammenfassung und Ausblick

Ziele SiPoS-Rail

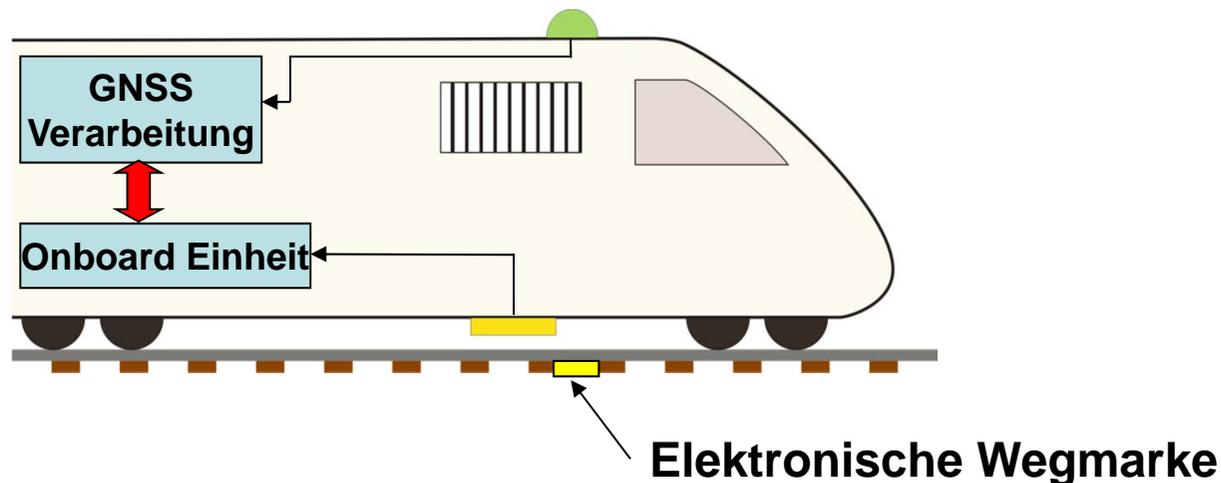
- Automome Positionsbestimmung des Zuges
- Hohe Verfügbarkeit, Genauigkeit und Integrität
- Verwendung in sicherheitskritischen Anwendungen
- Minimierung der streckenseitigen Ausrüstung

Probleme mit GNSS in sicherheitskritischen Anwendungen

- GNSS-Positionsgenauigkeit ist nicht gleisselektiv
- Integritätsinformationen (wie z. B. von EGNOS) eingeschränkt gültig am Boden (Störungen wie Multipath)

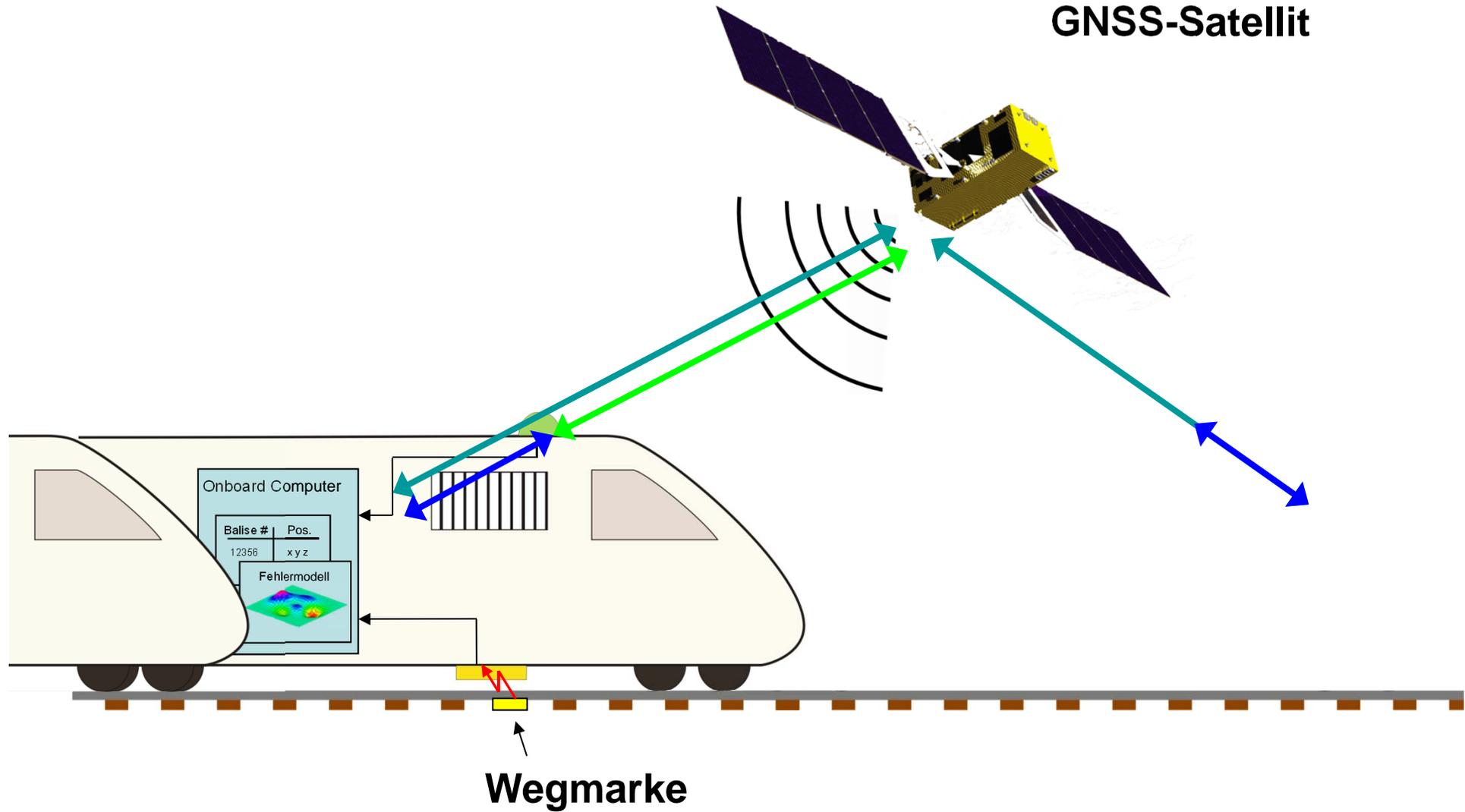
Lösungsansatz SiPoS-Rail

- Korrektur der GNSS-Position mit sicherer Wegmarke
- Integritätsinformationen durch sichere Wegmarke



Funktionsprinzip

GNSS-Satellit



Agenda

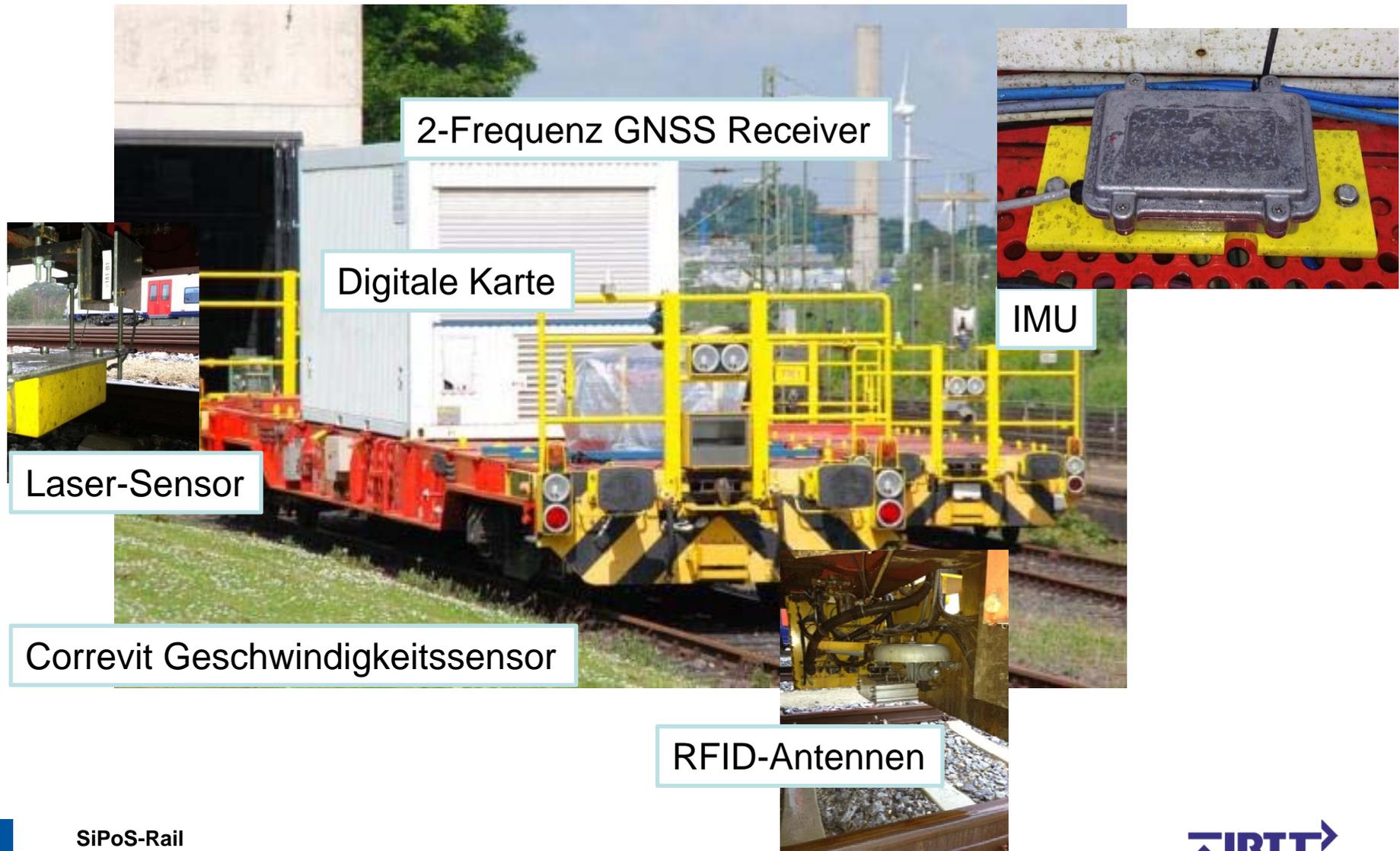
1 Einführung

2 SiPoS-Rail Konzept

3 Umsetzung

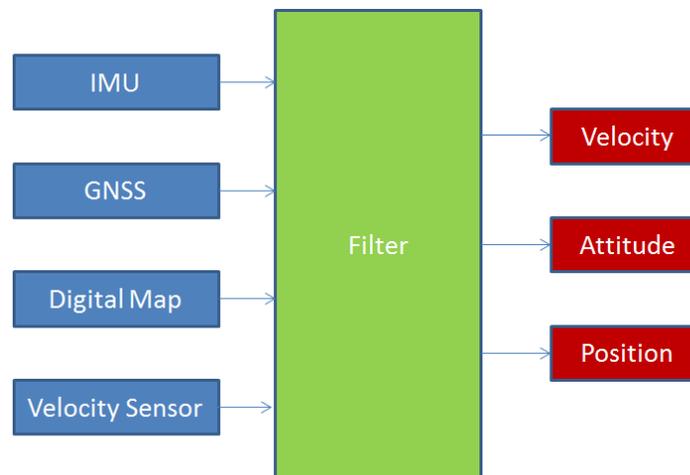
4 Zusammenfassung und Ausblick

Ausstattung IFS-Versuchsfahrzeug

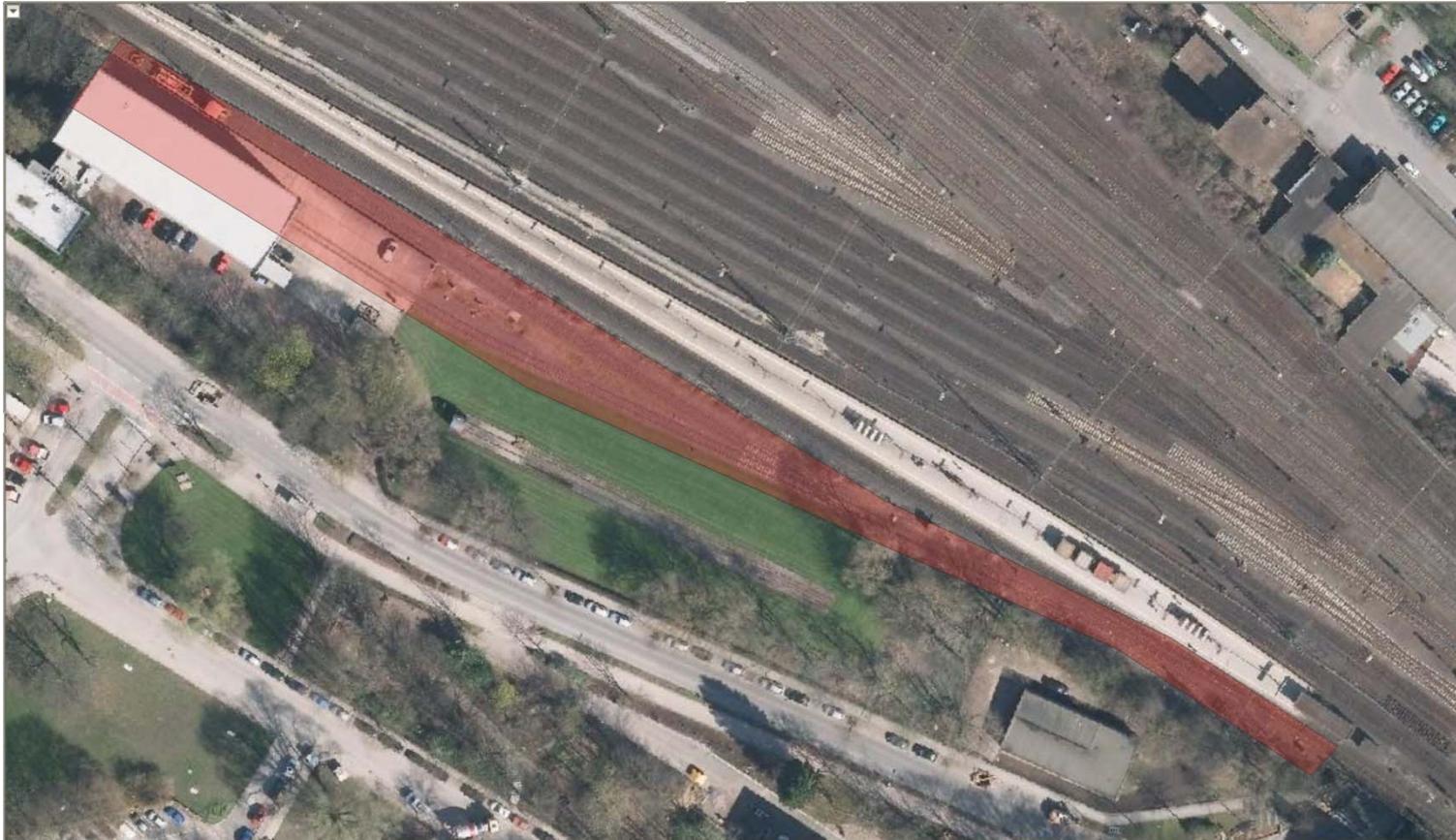


Navigationsfilter

- Eingang: Sensoren mit unterschiedlicher Datenrate
- Ausgang: Position, Geschwindigkeit, Orientierung
- Bewegungsmodell nichtlinear
- Verfolgung verschiedener Positionslösungen (Weiche)
- Berücksichtigung GNSS-Fehlermodell

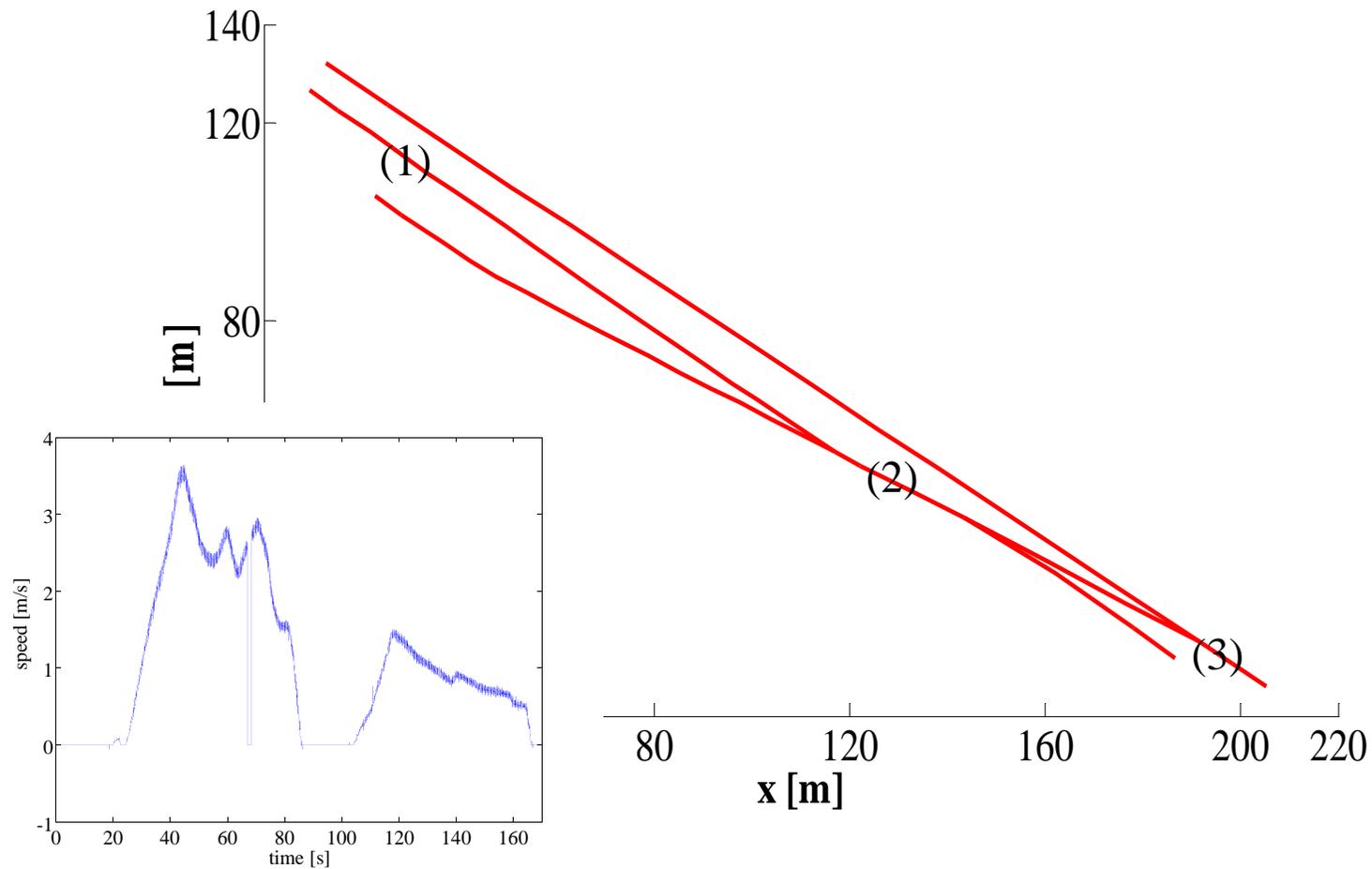


Versuchsfahrt in Aachen

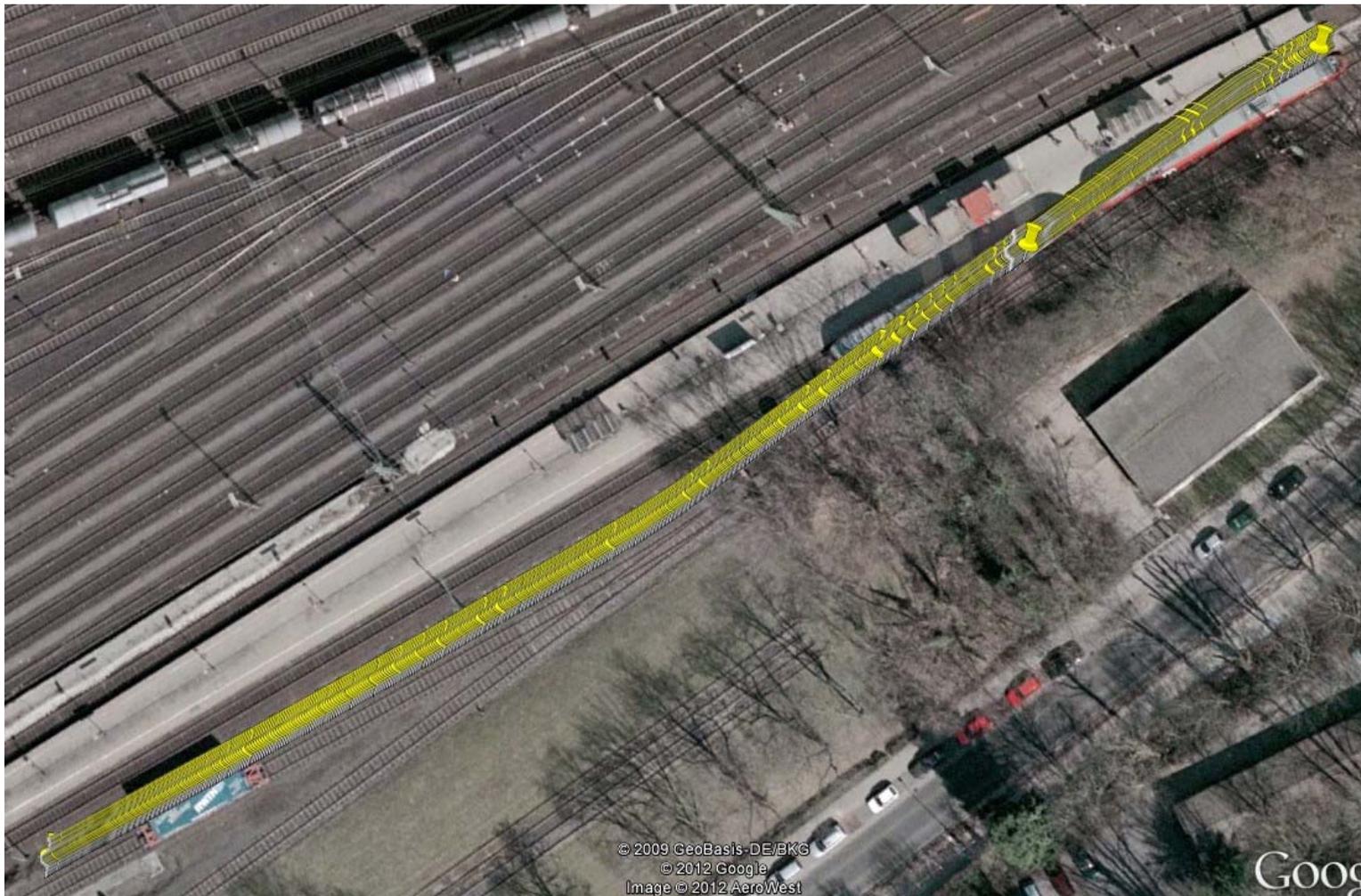


Source: www.tim-online.de

Test Scenario Description

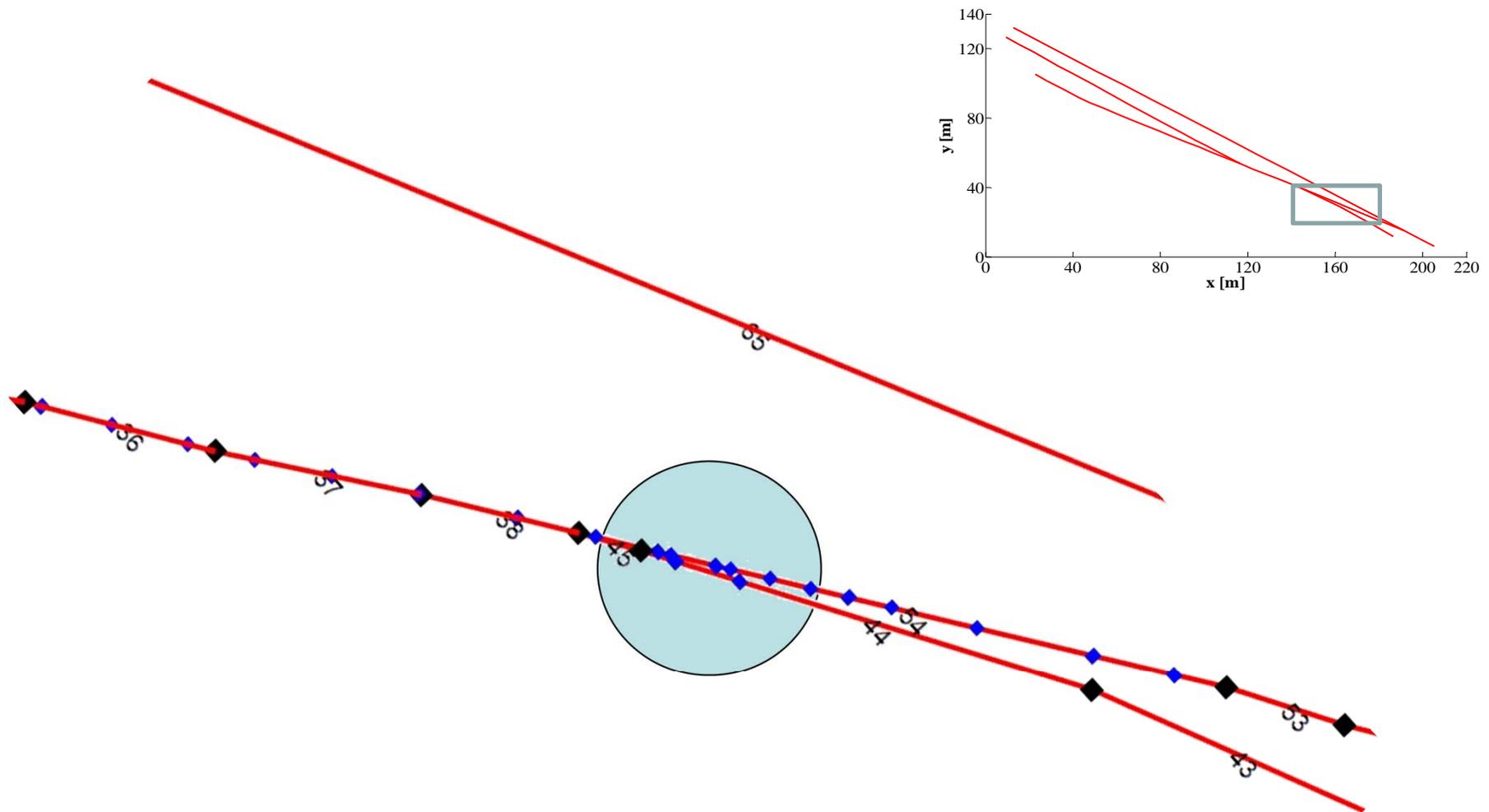


Ergebnis



Source: Google Maps

Mehrere Positionslösungen an Weichen



„Versuchsaufbau“ Testfahrt Dezember 2012

- Durchführung im Siemens PCW
- Teststrecke T1 mit 6 km Länge
- 4 Stunden Testdauer
- Geschwindigkeiten bis zu 80 km/h
- Inbetriebnahme des Sensorsystems
- Aufnahme von Messdaten zur Entwicklung des Navigationsalgorithmus
- Erprobung der Meilensteine



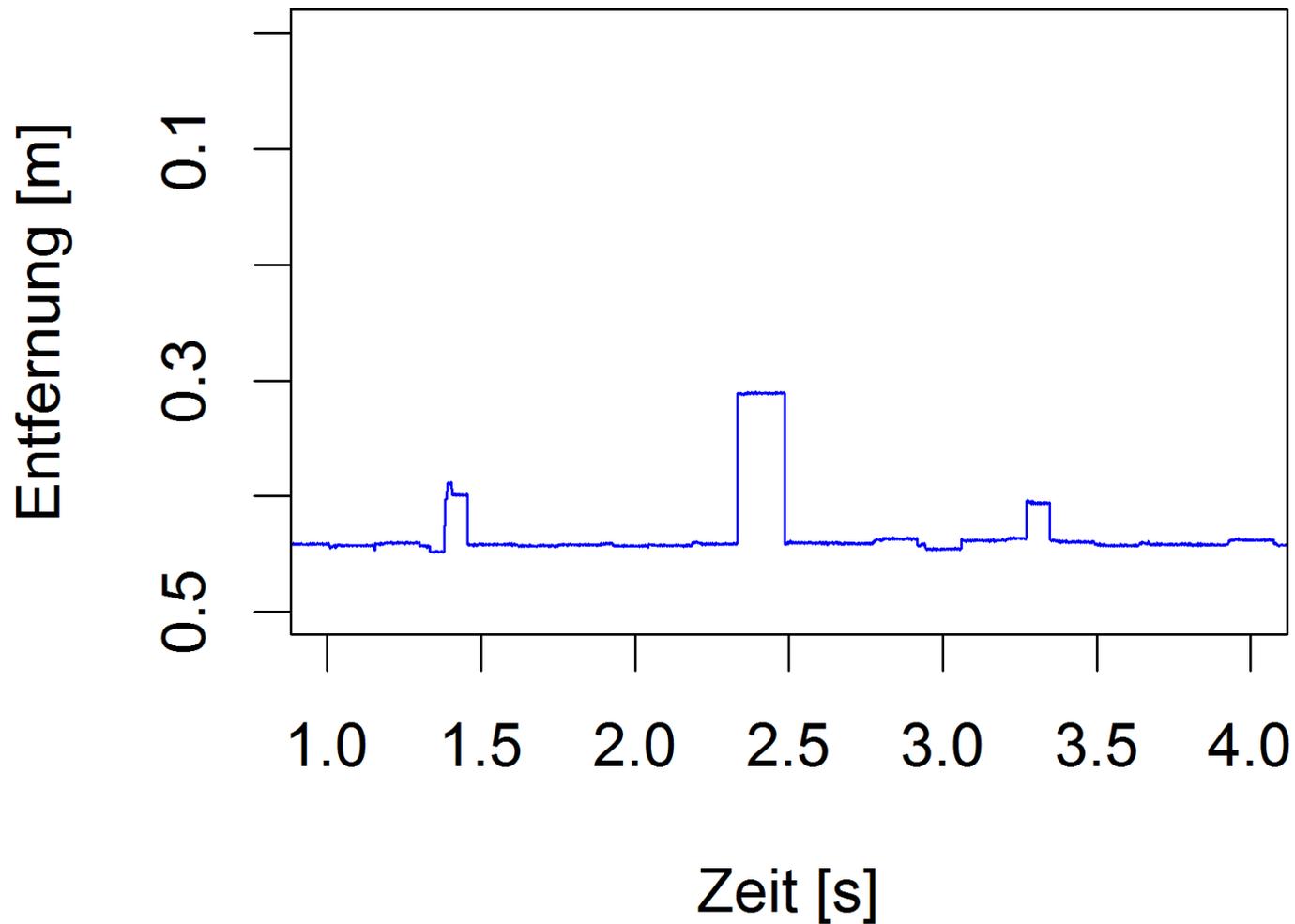
(Quelle: <http://www.tim-online.nrw.de/>)

Meilensteine

- SiPoS-Rail Meilenstein
- Ersetzen Balisen im Rahmen des Projektes
- 10 Meilensteine montiert an Schwellen während Testfahrt
- Erkennung durch RFID-Reader und Laser-Distanzsensoren



Was messen wir bei den Meilensteinen?



Agenda

1 Einführung

2 SiPoS-Rail Konzept

3 Umsetzung

4 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- Meilensteinbasiertes Konzept SiPoS-Rail
- Erste Version des Navigationsfilter
- Ergebnisse der ersten Messfahrt erfolgversprechend

Ausblick

- GNSS-Fehlermodell
- Filter Redesign
- Weitere Testfahrten in Wildenrath
- Filter-Implementierung für Echtzeithardware



Institut für
Regelungstechnik



RWTHAACHEN
UNIVERSITY

**Danke für die
Aufmerksamkeit!**

René Rütters
RWTH Aachen University
Institute of Automatic Control
Steinbachstraße 54
52074 Aachen
Phone: +49 (0) 241 80-27483
E-Mail: r.ruetters@irt.rwth-aachen.de

Supported by:



Federal Ministry
of Economics
and Technology

on the basis of a decision
by the German Bundestag

SiPoS-Rail

R. Rütters | Institut für Regelungstechnik | GMA FA 7.61 | 14.06 2013