

Das Hinderniserkennungssystem

Radar um die Kurve

1. Wozu?
2. Notwendigkeit bei kleinen **SchienenTaxis** oder anderen intelligenten Schienenfahrzeugen
3. Wie funktioniert es?
4. **Einsatz bei Nebenbahnen** zur Erhöhung der Kollisionssicherheit
5. Gedanken zur Kosten-Nutzen-Situation

Radar um die Kurve

1. Wozu?

- Übliche Sensoren (Radar, Laser-Scanner, usw.) arbeiten nur geradeaus; ihr Einsatz ist daher nur bei niedrigen Geschwindigkeiten möglich.
- Das **Radar um die Kurve** kann bevorzugt auf kurvenreichen Nebenstrecken installiert/genutzt werden. Hier kann es für Schientaxis eingesetzt werden, oder auch nur zur Verbesserung der heutigen Situation (z.B. Lkw-Fahrfehler am Bahnübergang).

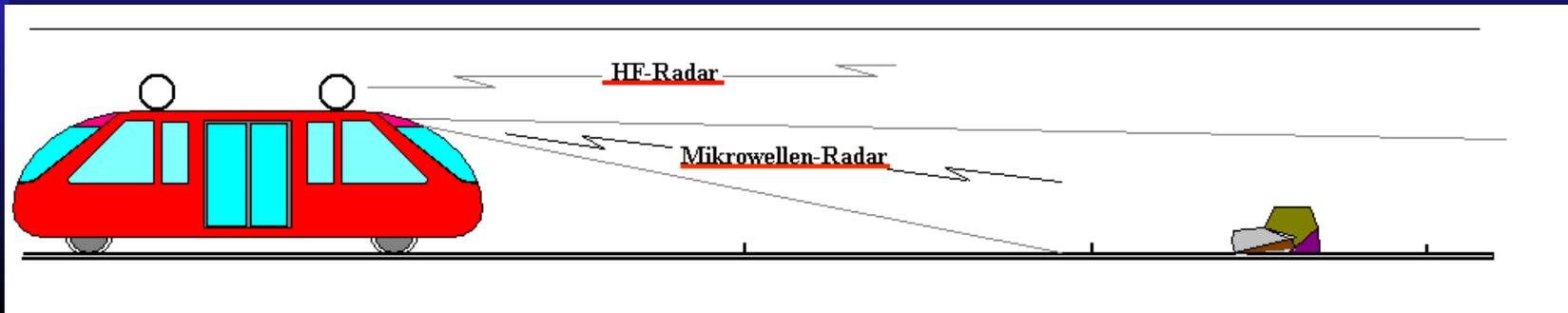
Radar um die Kurve

2. Vision (1993) : intelligentes **SchienenTaxi** *Intelligente Fahrzeuge* bedeutet:

- Alle Bordcomputer sind miteinander verbunden. Jedes Fahrzeug weiß, wo sich die anderen befinden.
- “Lernendes System” (⇒ Vorhersage der Fahrtenhäufigkeit während des Tages/der Woche)
- Kein Vandalismus (das System kennt jeden Fahrgast)
- Menschliches Versagen ist kaum möglich
- **Hinderniserkennung** gibt Sicherheit vor Zusammenstößen mit systemfremden Hindernissen

Radar um die Kurve

Das **SchieneTaxi** ist ein Kleinfahrzeug,



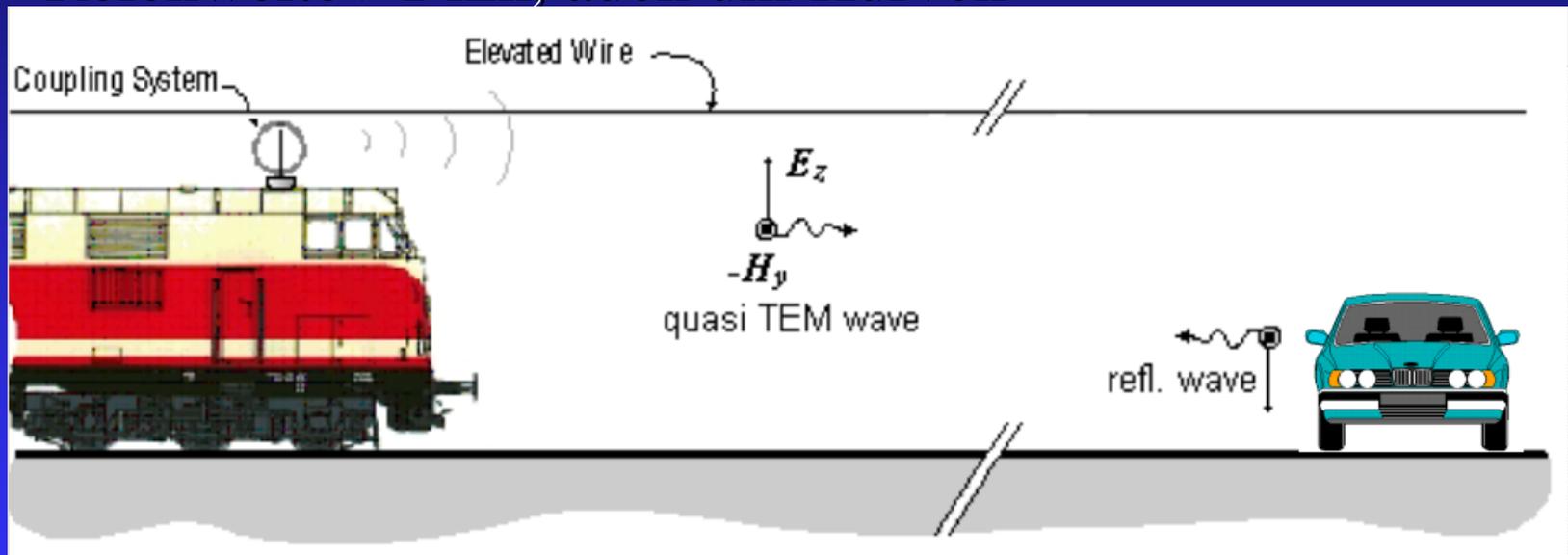
das mit einem Kurzwellenradar (HF-Radar) den Gleisbereich auf gefährliche Hindernisse in großer Entfernung abtasten können muss.

Dieses HF-Radar ist bereits so vorentwickelt, dass bald reale Tests folgen könnten.

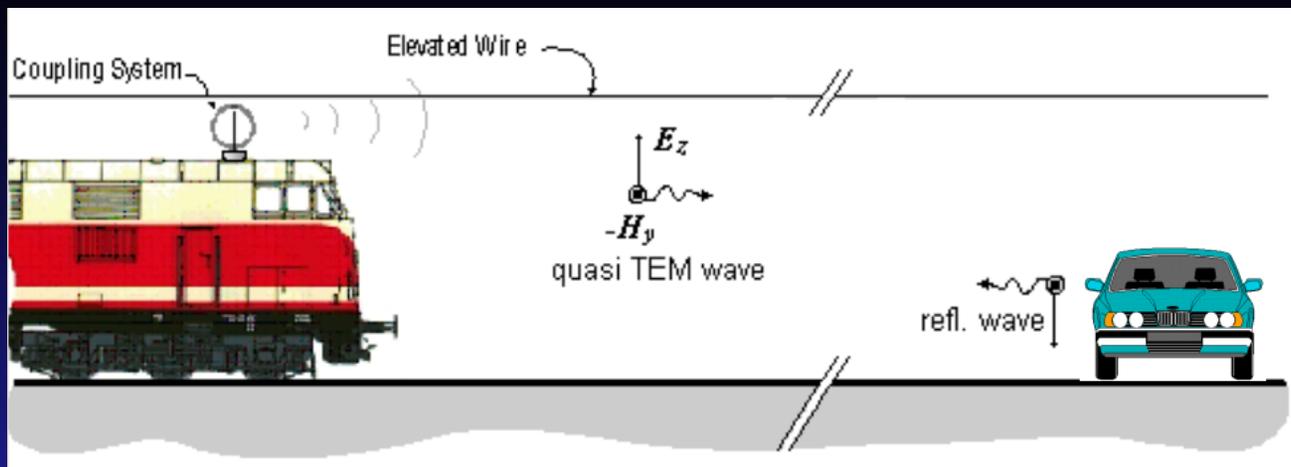
Radar um die Kurve

3. Hinderniserkennung mit HF-Radar

- Ein preiswertes digitales Radar wurde entwickelt: Reichweite >1 km, auch um Kurven



- Vortrag auf dem Intern. Radar Symposium IRS2005 in Berlin; es folgen nun einige Folien daraus ➔



Implementation of a Low-Cost Digital Short Wave Radar System for People Movers

Stefan Fuchs
Bernhard Liesenkötter

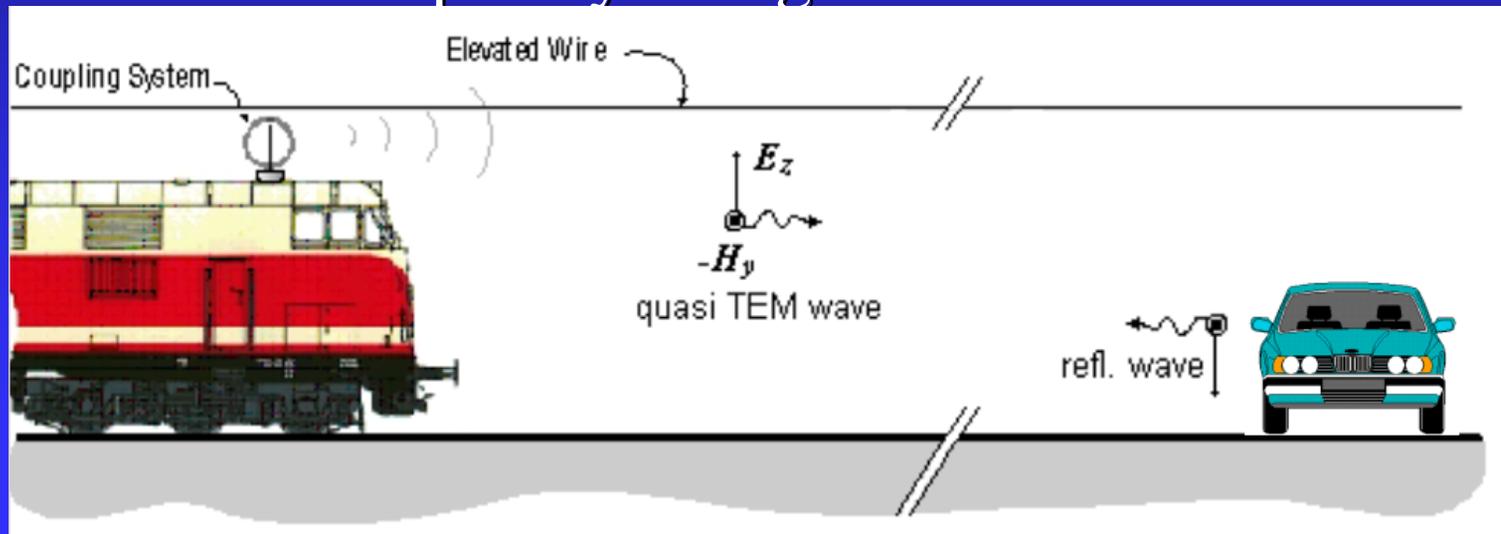
- **IRS 2005** -, 08 Sept. 2005, Room 2

Contents

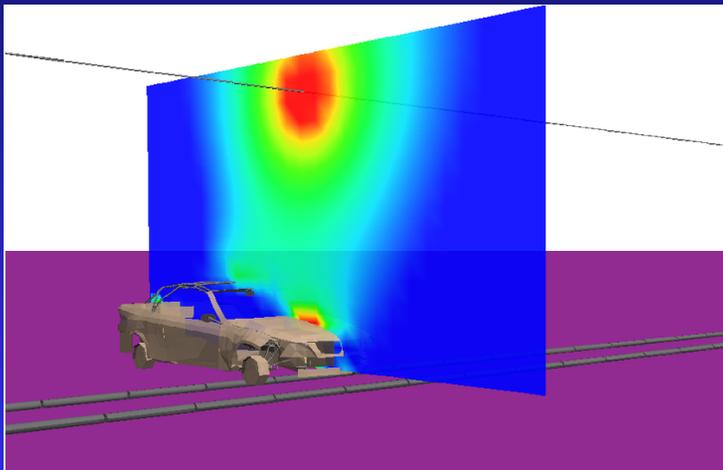
- Authors
- Principle of the HF radar
- Calculations
- Calculation results
- Type of radar and radar parameters
- Digital signal processing methods and simulation results
- Hardware prototype
- Laboratory test results
- Conclusion

Principle of the HF Radar

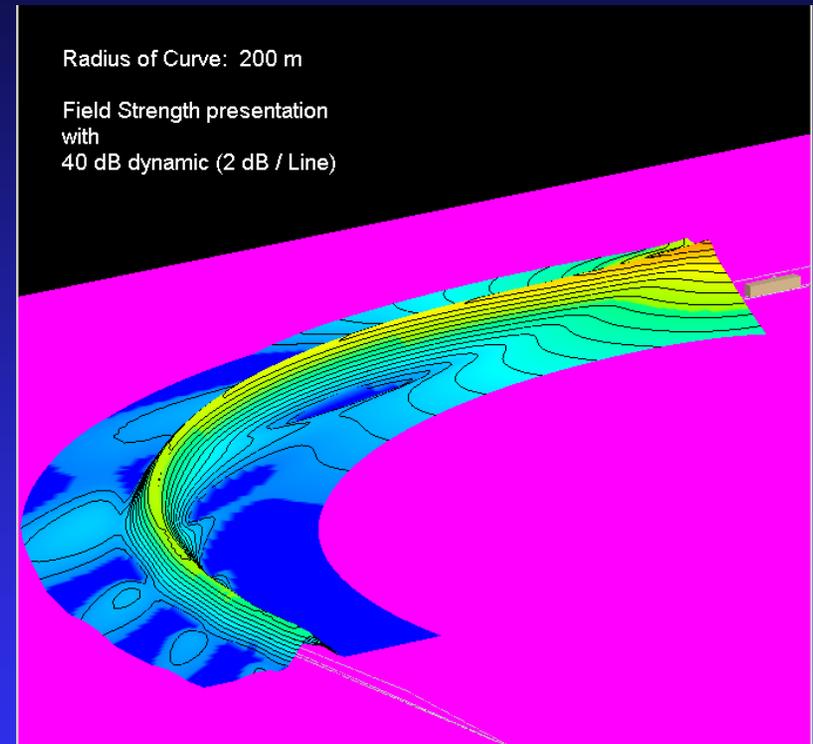
- Metallic wire above the rail builds HF TEM wave guiding structure
- Obstacles on the rail reflect the radar signal
- Radar signal is following the line – objects along curves can be detected
- Carrier frequency of e.g. 27 MHz



Calculation results



Field distribution across
the track, dynamic range
20 dB

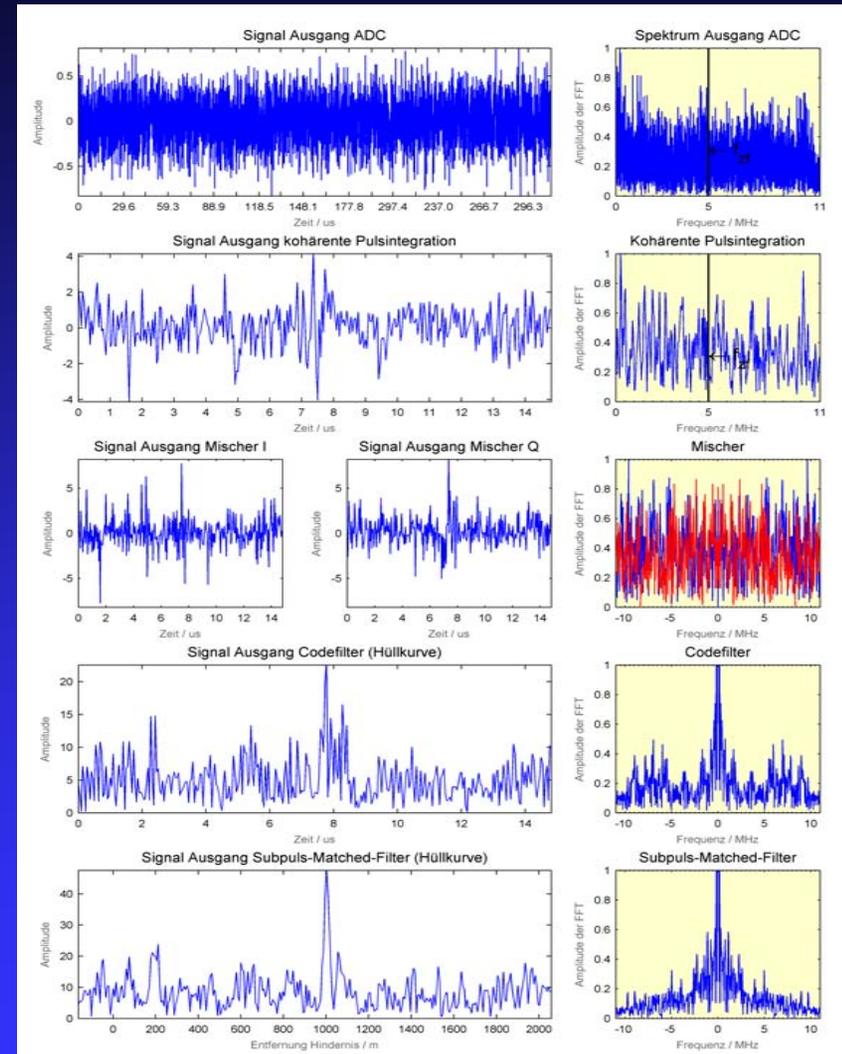
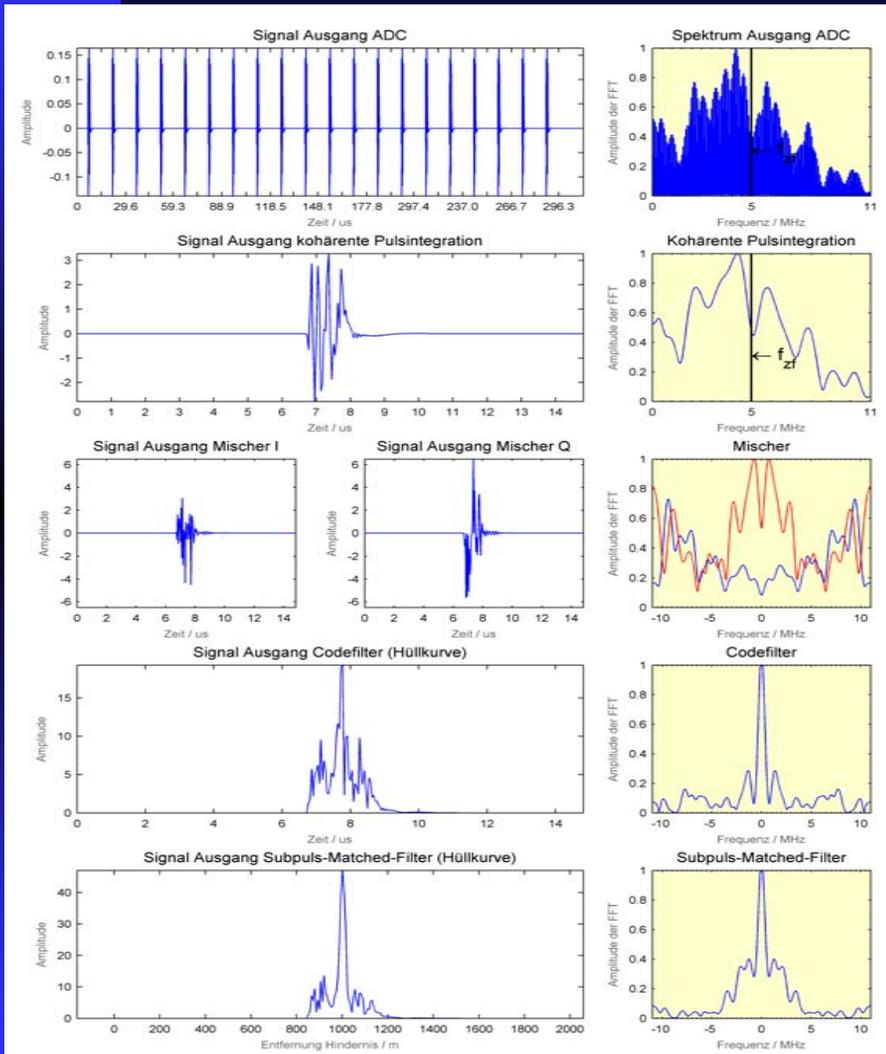


Radar signal around the curve

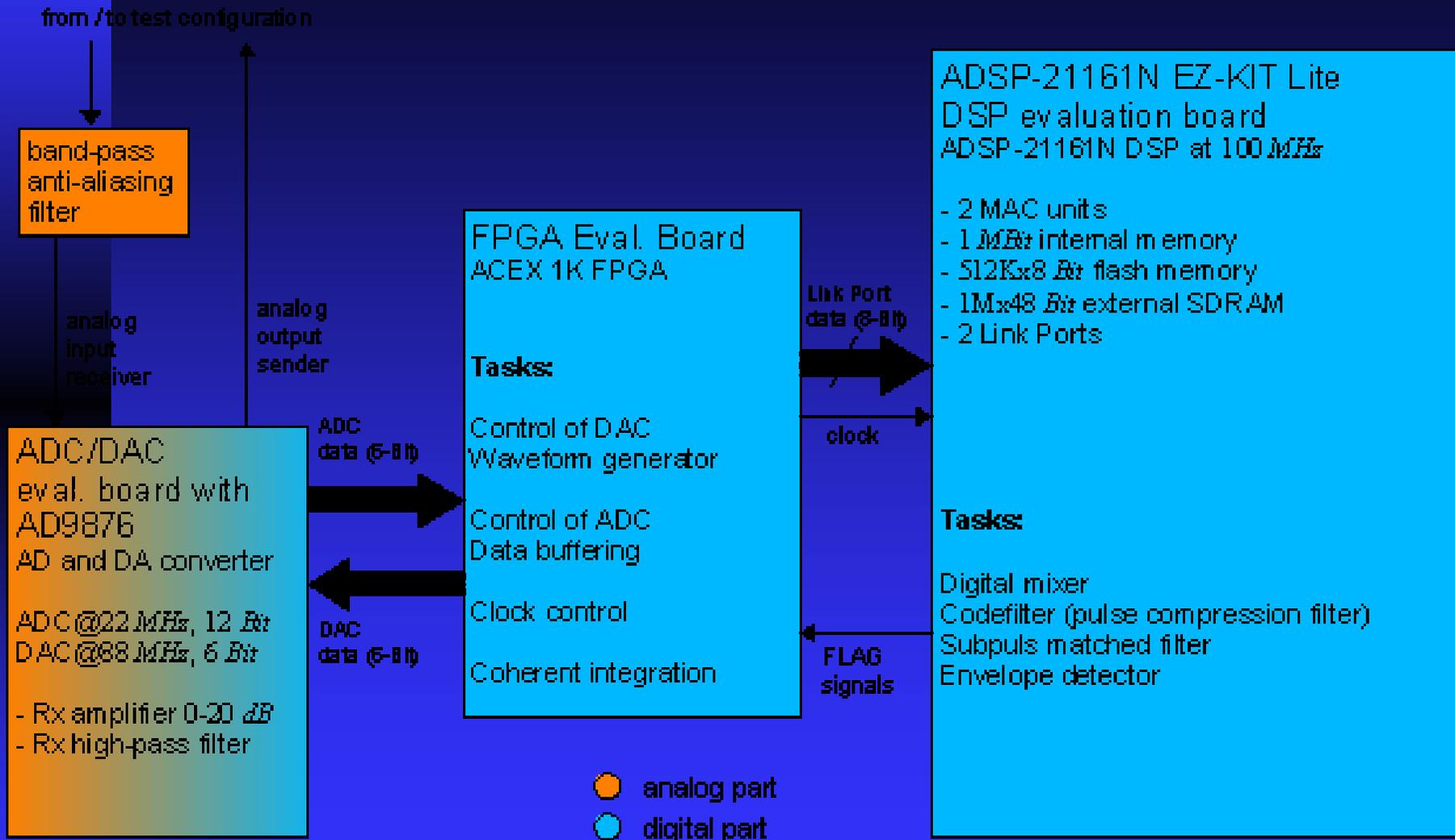
Digital signal processing methods

- AD conversion of the receiver (echo) signal with undersampling
- Coherent pulse integration
 - ◆ Bursts of 20 pulses, pulses are integrated in the receiver without the need of correcting the phase
- Pulse compression
 - ◆ Pulses are biphase-modulated with Barker code (length: 7 or 13)
 - ◆ Pulse compression gives narrower peak in the envelope signal
- Matched filter
- Envelope detector

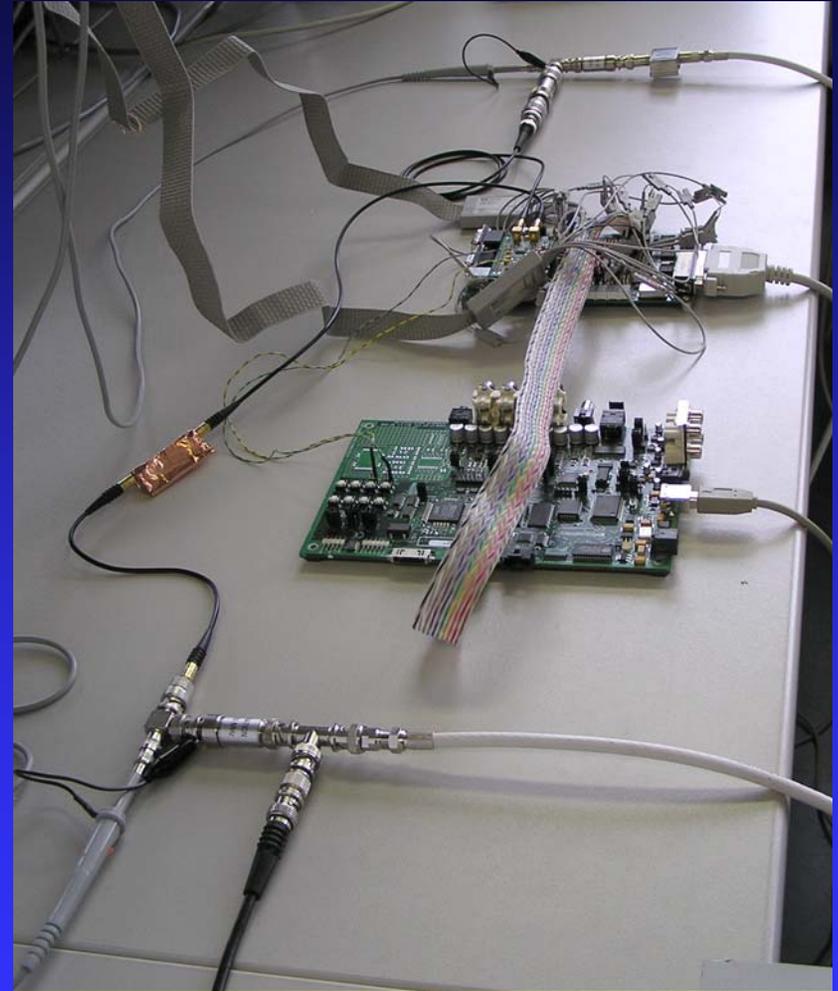
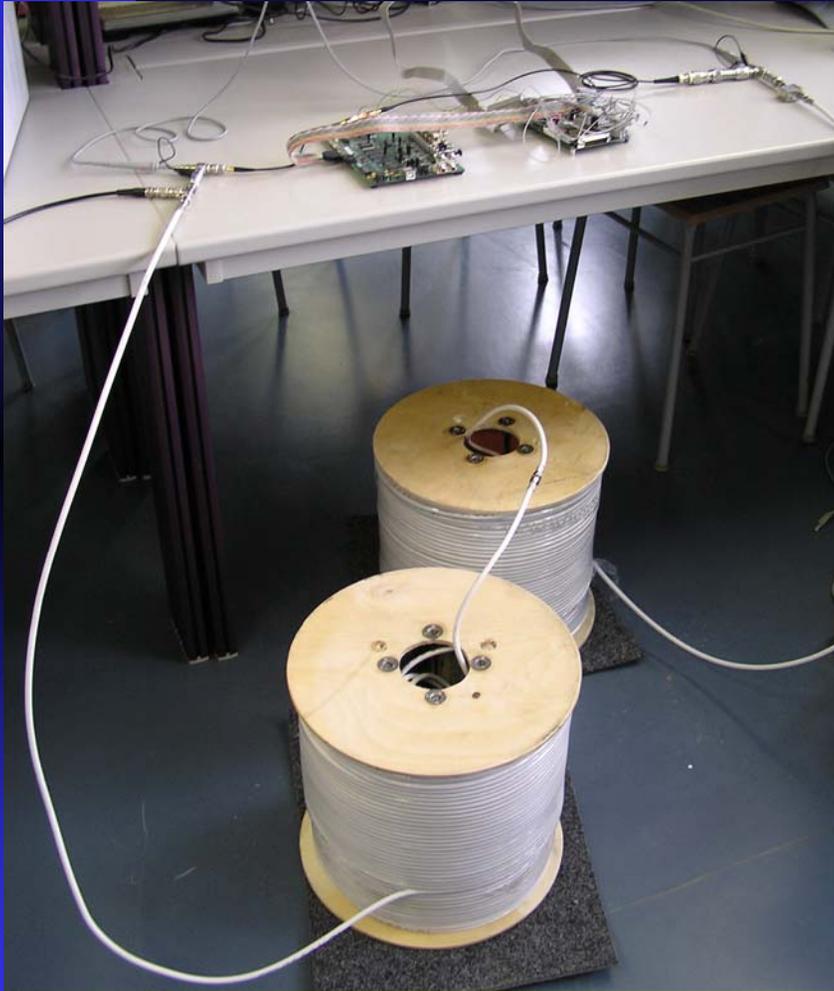
Digital signal processing simulation results



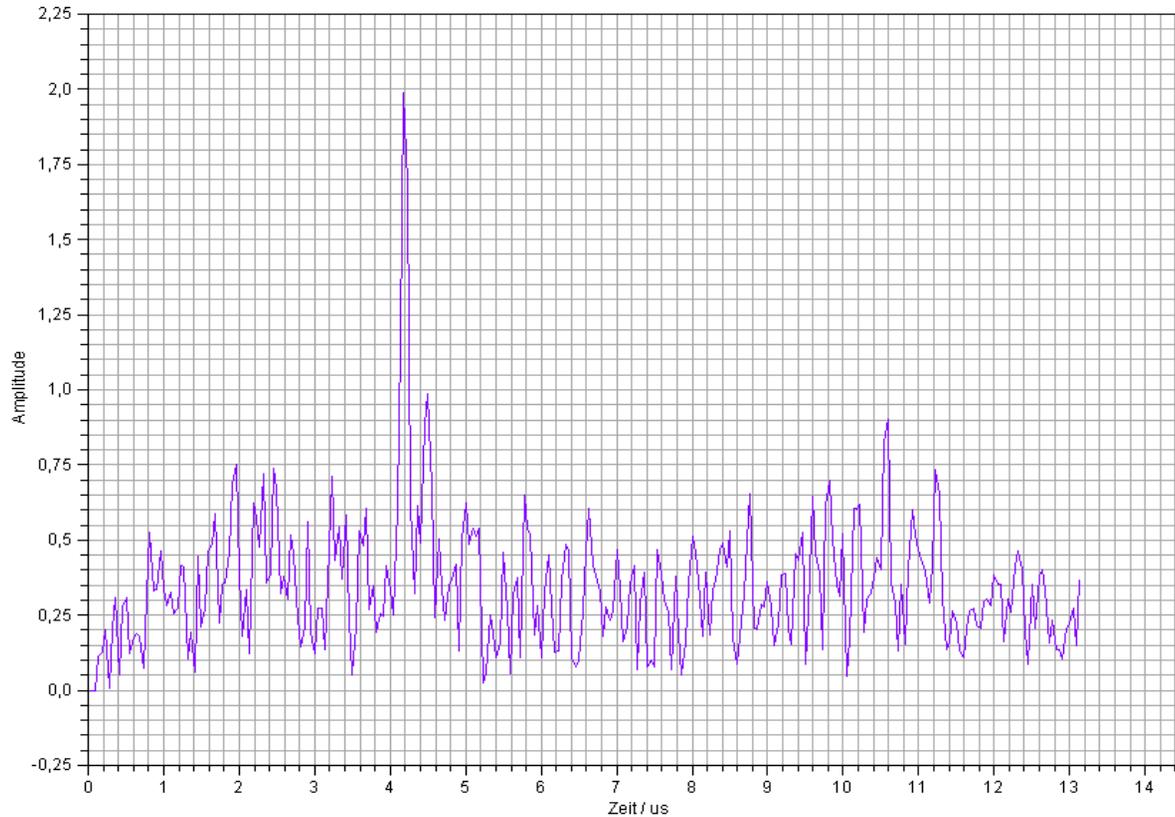
Hardware prototype



Hardware prototype



Laboratory test results



Conclusion

- Concept and prototype for obstruction detection radar system for people movers at 27 MHz proposed and analysed
- Calculations, simulations and measurements show:
 - ◆ 27 MHz system with low-cost hardware can be realized
 - ◆ Obstructions can be detected along the railway up to a distance of 1,000 m

Radar um die Kurve

4. Einsatz bei heutigen Nebenbahnen

- Es wäre denkbar, bei normalen Bahnen auffällige Gefahrenstellen zu entschärfen, z. B. Bahnübergänge:



Diesen Regionalexpress hatte eine Teemaschine, die auf der Bahnstrecke stand, zum Entgleisen gebracht. Bei dem schweren Zugunglück im Allgäu kam der Lokführer ums Leben, 15 Passagiere wurden verletzt. **27.04.2005** Foto: dpa

Radar um die Kurve

Das HF-Radar – System benötigt:

- einen rein passiven Draht neben/oberhalb der Gleise, ähnlich den früheren Telegrafenerleitungen;
- diese Installation ist nur entlang der besonders gefährdeten Streckenanteile nötig;
- Fahrzeuge mit eingebautem Radargerät + Antenne

Damit könnten regelwidrig auftretende oder systemfremde gefährliche Hindernisse fahrzeugautonom entdeckt werden.

Radar um die Kurve

5. Gedanken zum Kosten-Nutzen-Verhältnis

Kosten:

- Ziel: ca. 10000 km kurvenreiche Nebenstrecken, davon 10 % gefahrenträchtig (BÜ, Nebel, Felsen/Muren)
⇒ 1000 km Strecke; Installation in ganz D = ca. 10 Mio €
- Das wären ca. 140 Strecken, pro Strecke ca. 5 Fahrzeuge, pro Fahrzeug ca. 20000 € = ca. 14 Mio € für ganz D.
- Für eine größere Privatbahn (z.B. BOB) ergäbe dies einen Aufwand von etwa 240 T€

Radar um die Kurve

Nutzen: Unglücke aus Zeitungen in Süddeutschland (6,5 Jahre gesammelt), die das Radar um die Kurve hätte verhindern können:

14 Tote, 239 (z.T. schwer) Verletzte; 13 Mio Sachschaden; d.h. Gesamtschaden für Versicherungen: deutlich über 30 Mio, das sind knapp 5 Mio/Jahr.

Fazit:

Die Verhinderung der in Süddeutschland gemeldeten Unglücke hätte mehr Nutzen gebracht, als die Installation in ganz Deutschland gekostet hätte.

Das Hinderniserkennungssystem Radar um die Kurve

Zu 5.

Einige Impressionen zum Abschluss:



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !