

Afra Berlin
Abteilung für Redundanz-Abteilung



Spaß mit der Deutschen Bahn

Kleine Einführung in die Sicherungstechnik

Samuel Brack
13. Februar 2015

AGENDA

EINFÜHRUNG

STRECKENAUFTEILUNG

SIGNALISIERUNG

TECHNIK AM GLEIS

GSM-R UND ETCS

EINFÜHRUNG

EINFÜHRUNG

Problemstellung

- ▶ Züge sind schnell, schwer, haben lange Bremswege und potentiell viele Menschen oder Gefahrgut an Bord.
- ▶ Technische Systeme zur Regelung des Betriebs zwingend notwendig.
- ▶ Oft Lernen aus Unfällen, Schwachstellen werden erst durch „Freak-Accidents“ offenbart.

EINFÜHRUNG

- ▶ Technische Systeme werden seit Anfang der Eisenbahngeschichte immer mehr.
- ▶ Schwerpunkt auf Safety statt Security.
- ▶ Zunehmender Automatisierungsgrad erfordert oft Hacks, die man in einem neu entworfenen System nicht machen würde
- ▶ Schönes Beispiel: Stellwerkstechnik (mechanisch \Rightarrow elektromechanisch \Rightarrow Relais \Rightarrow ESTW).

Im Folgenden: Betrachten einer in einfacher Richtung befahrenen Strecke.

STRECKENAUFTEILUNG

STRECKENAUFTEILUNG

Die Strecke ist (in Deutschland) in Blockabschnitte eingeteilt:

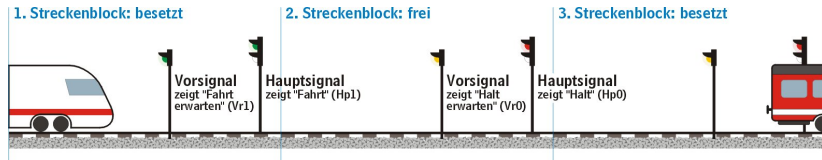


Abbildung: CC-BY-SA Sansculotte/Wikipedia

STRECKENAUFTEILUNG

Blocksicherung

Signale *sperren* einen Streckenabschnitt bei Einfahrt eines Zuges.

Freigabe idR nach Ausfahrt des Zuges.

Technische Hilfsmittel stellen korrekte Erkennung von Ein- und Ausfahrt sicher.

Bei Bedarf: Einwirkung von außen um unberechtigte Einfahrt zu sperren.

SIGNALISIERUNG

SIGNALISIERUNG

Wichtigste Signalbegriffe:

- ▶ Fahrt
- ▶ Halt erwarten
- ▶ Halt

TECHNIK AM GLEIS

TECHNIK AM GLEIS

Gleisfreimeldeanlagen:

- ▶ Manuell (Streckenwart)
- ▶ Gleisstromkreis
- ▶ Achszähler

TECHNIK AM GLEIS

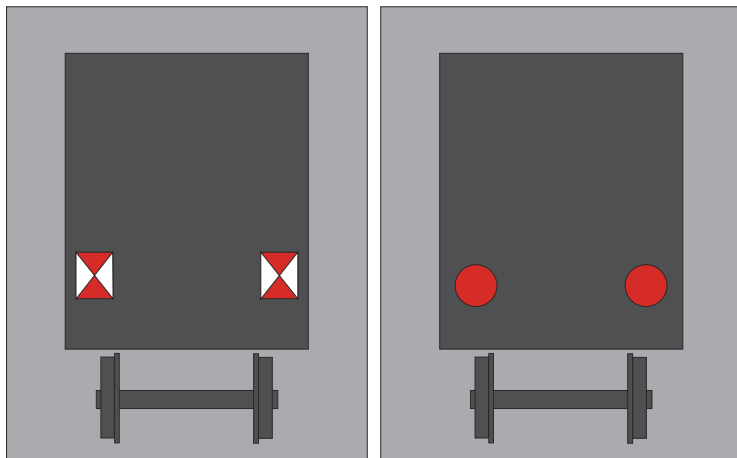


Abbildung: CC-BY-SA bukk/Wikipedia

TECHNIK AM GLEIS



Abbildung: CC-BY-SA Sese_Ingolstadt/Wikipedia

TECHNIK AM GLEIS

Zugbeeinflussung

Zum Stoppen bzw Regeln der Geschwindigkeit von Zügen kommen (bisher) *punktförmige* (Indusi) und *linienförmige* Zugbeeinflussungssysteme zum Einsatz.

- ▶ Indusi mit 500, 1000, 2000 Hz-Magneten an Strecke und Schwingkreis am Fahrzeug.
- ▶ LZB: signalloser Betrieb möglich (z.B. Frankfurt - Köln, Nürnberg - Ingolstadt - München), theoretisch auch Autopilot (zusammen mit Automatischer Fahr- und Bremssteuerung (AFB)).
- ▶ Diese Variante heißt CIR-ELKE (Computer Integrated Railroading – Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Kernnetz der Eisenbahn).

TECHNIK AM GLEIS



TECHNIK AM GLEIS



Abbildung: CC-BY-SA S. Terfloth/Wikipedia

GSM-R UND ETCS

GSM-R UND ETCS

Zukunft: Europäische Standards zur Sicherung von Eisenbahnstrecken.

European Train Control System (ETCS) und GSM-R (Rail) als neue Technologien mit mehreren Sicherheitslevels:

- ▶ Punktuell (Level 1) oder kontinuierlich (L. 2 und 3).
- ▶ *Eurobalisen* als Nachrichtengeber (L. 1) oder Referenzpunkte (L. 2, 3).
- ▶ Level 3 erlaubt Betrieb ohne Gleisfreimeldeanlagen, Zug übernimmt komplett diese Aufgabe.

GSM-R UND ETCS

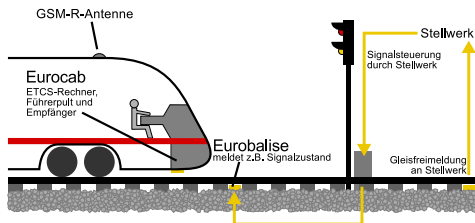


Abbildung: Level 1, CC-BY-SA bukk, Mickdermack/Wikipedia

GSM-R UND ETCS

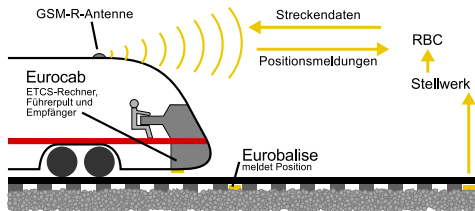


Abbildung: Level 2, CC-BY-SA bukk, Mickdermack/Wikipedia

GSM-R UND ETCS

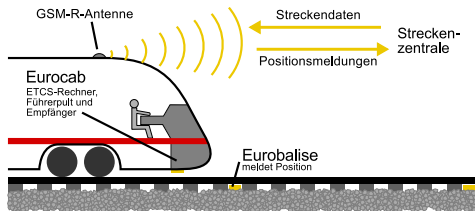


Abbildung: Level 3, CC-BY-SA bukk, Mickdermack/Wikipedia

GSM-R UND ETCS

- ▶ Zug hat einen Steuerrechner an Bord (ETCS-Rechner).
- ▶ Dieser ist per GSM-R an die Außenwelt angeschlossen.
- ▶ Eurobalisen sind bei Level 1 verkabelt und mit dem Stellwerk verbunden, bei Level 2 und 3 nur Positionsanzeiger für den Zug.

GSM-R UND ETCS

GSM-R ist Mobilfunk und hat eigene Frequenzbänder (876,0–879,8 MHz und 921,0–924,8 MHz).

- ▶ Verbindungsbasierte Kommunikation.
- ▶ Spezielle Features wie Gruppenruf, ortsunabhängige Nummern für örtlichen Fdl, ...
- ▶ ETCS Level 2 und 3 benötigen GSM-R
- ▶ Ersatz für analogen Zugfunk, bietet auch Möglichkeit Faxe zu schicken.

GSM-R UND ETCS

Security (GSM-R)

- ▶ Verschlüsselte Kommunikation (symmetrisch, 3DES mit Preshared-Key)
- ▶ Authentifikation beider Seiten bei Kommunikation.
- ▶ AUSSER: Befehle die schnell verarbeitet werden müssen (Notbremung!).
- ▶ Designziel war eher Safety als Security.

FRAGEN

Diese Folien sind lizenziert unter der
Creative-Commons-Lizenz CC-BY-SA.