

SDP Bundesstelle für Eisenbahn-  
unfalluntersuchungen  
Mensch + Regelwerk + Technik  
Umwelteinflüsse  
Sicherheit = unkontrollierbare  
Risiko - Schadensausmaß, Eintrittsp  
SIL - Safety Integrity Level  
4 - 10<sup>-9</sup> f/h Zugfahrten  
2 - 10<sup>-6</sup> f/h Rangierfahrten  
Mensch fertigkeit 10<sup>-3</sup> regel x 10  
Umwelt x 5 Wissen x 10

Hauptsektoren  
Gegenfahrt Geschwindigkeit  
Flankenfahrt Weichenunter Zugumkehr  
Auffahrt Bahnhöfe  
Kollision + Entgleisen  
+ Auto  
Bremsweg + Signale  
Spurführung + Fahrzeug  
+ Steuerung  
Signale Zeichen + tech. Einrichtung  
Hauptsignal / Vor-  
HPO Halt  
HPI Fahrl  
HPI2 40km/h  
Langsamfahrt  
Vorsignal

Kombinationssignale Kennzeichen  
rot HPO  
grün = Fahrl K51  
blinker = Abzug  
gelb = Halt erwarten K52  
Zusatzsignale ausgefüllt = Lichtsignal  
Geschwindigkeit  
Richtung  
Gleissperr-/Rangier

SHO Fahnenbot  
Sh1 "aufgehoben"  
Zugdeckungszeichen  
Einfahrt in besetztes Gleis

Bahnanlagen - Betrieb erforderlich  
Bahnhof - 27 Weichen, Zugführer  
begleiten, anweisen, anhalten  
Gefährdung Betriebsstelle Freie Strecke  
Auffahrt Bahnhöfe, Streckenblock  
Gegen  
Flanken Verschluss Elemente  
Weichen Fahr, D-Weg

Sicherung Zugfahrten Bahnhof PEPSI  
Prüfen Fahrweg + D-Weg / befahrpunkt Abstand  
frei von Fahrzeugen incl. Einmündungen  
Gleisfreimeldung, hinsehen, technisch  
Einstellen Fahrstraßenelemente  
Flankenschutz Schutzweiche  
Sperr-Haupt-  
signal

Prüfen Fahrweg, Elemente durch Fahrstraßen  
Auflösen Hilfsbehandlung  
Sichern Elemente, selbständig, Rangierfahrt  
Signalbedienung Freiprüfen

Fahrdienstleiter FdL  
Kommunikation beauftragt  
Nachbarstellen  
Maßnahmen Störfall  
Sicherung Zugfahrten Freie Strecke  
Blockabschnitte nur 1 Zug, HPO zwischen Zügen  
Räumungsprüfung an Signal-Zuschlussstelle vorbei  
(nicht-) Zug vollständig / Schlussignal vorhanden  
(Selbstständig) - Gleisfreimeldung Brandschaltung  
Felderblock  
Anfangsfeld vorblocken Ausfahrtsignal HPO  
Endfeld zurückblocken Vorblock eingegangen  
elektr. Streckenlastensperre von Zug ausgelöst,  
Einfahrtsignal wieder HPO, Zug vollständig angekommen  
Zentralblock von Stellwerk gesteuert, Grundstellung HPO  
Sicherheit > Pünktlichkeit

Signaltechnisch sicher  
Signalabhängigkeit Verschluss  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Weichen gleisübergang während Bewegung  
Buckenschienen  
Stammgleis  
Flügelgleis  
Zungen  
Zweiggleis  
Rautenkreuz  
ortsfest / fernbedient  
Mechanisch getriebel / Drahtzug / Gestänge  
Elektrisch Druckluft / Drehstrommotor  
auf TE Höhe  
Klemverschluss  
Sicherstellung Endlage Zungenprüfer  
Weichenriegel, Endlagenüberwachung  
Ausfall-Hunderverschluss Zunge  
Signale Doppelendlampe, testen beide  
Glühlampe  
Linse paralleles Licht  
Farbscheibe  
Streuscheibe Winkel Ausstrahlung  
Schute verhindert Phantomlicht  
Eis, Schnee  
LED - teuer - nicht zum nachrüsten  
hochverfügbar, Wartung, MTBF  
Ansteuerung  
parallel 2-3 Adern pro Lichtpunkt  
Seriell trennt Energie, Information  
Rangier, Bussystem  
Adernpaar / Signal - aktive Komponente im Feld  
Ausfalldetektion  
Spannungsquelle, Adern -> kein Strom  
Unterbrechung Glühlampe, Leerlauf Transformator  
Kurzschluss -> hoher Strom  
-> geringer Strom  
-> topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Bahnübergänge  
Blitz- + Schuttschutz  
Halt + Vorrang  
Andreaskreuz - Vorrang Bahn  
3m Abstand bläuliche, 50m Sicht  
Gefahrzeichen 150-250m vor  
mit Voll- / Halbschranken  
unbeschränkt  
Baken Straßen 80m  
Sicherungsarten  
technisch Lichtzeichen, Schranken  
Blicklicht nicht mehr gebaut  
nicht-  
Pfeilsignale für TF  
Sicht, Umlaufsperrn  
Posten mit Absperreband  
BUP Ausbildung  
Technische Überwachung  
Zuggesteuert  
Einschaltkontakt in Strecke  
Ausschaltkontakt  
Anrückmelder für Schrankenwärter  
nur bei signalabhängigen Schranken  
Überwachungssignal  
BUP 0 halt, BUP 1  
Rautenkreuz  
fernüberwacht durch Fall  
signalgesteuert  
in Fahrstraße / Block  
Vollschranken Radar  
Frühwarnung, Kamera  
oft Betriebsbehinderung  
Sonstige Gleissperre  
Entgleisen - Schutzweiche  
bewegliche Brücken  
Drehscheiben, Schiebebühnen  
+ Fahrtrichtung, Platzsparend

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Weichen gleisübergang während Bewegung  
Buckenschienen  
Stammgleis  
Flügelgleis  
Zungen  
Zweiggleis  
Rautenkreuz  
ortsfest / fernbedient  
Mechanisch getriebel / Drahtzug / Gestänge  
Elektrisch Druckluft / Drehstrommotor  
auf TE Höhe  
Klemverschluss  
Sicherstellung Endlage Zungenprüfer  
Weichenriegel, Endlagenüberwachung  
Ausfall-Hunderverschluss Zunge  
Signale Doppelendlampe, testen beide  
Glühlampe  
Linse paralleles Licht  
Farbscheibe  
Streuscheibe Winkel Ausstrahlung  
Schute verhindert Phantomlicht  
Eis, Schnee  
LED - teuer - nicht zum nachrüsten  
hochverfügbar, Wartung, MTBF  
Ansteuerung  
parallel 2-3 Adern pro Lichtpunkt  
Seriell trennt Energie, Information  
Rangier, Bussystem  
Adernpaar / Signal - aktive Komponente im Feld  
Ausfalldetektion  
Spannungsquelle, Adern -> kein Strom  
Unterbrechung Glühlampe, Leerlauf Transformator  
Kurzschluss -> hoher Strom  
-> geringer Strom  
-> topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Zukunft humans  
Aging Infrastructure  
containing under, pending  
bisherige Prinzipien  
signaltechnische Sicherheit  
Infrastrukturseitige Logik  
Vernetzung, Zentralisierung  
Digitales STW  
Standardisierung  
Modularisierung  
Ringstruktur -> Redundanz  
EUCRYX  
- Lebensdauer -> entkoppeln  
FOS - Fiber Optic Sensing  
70km Mikro, geprüft aber nicht  
für Bahn  
Automatic Train Operation  
GoA1 mit automatisiert  
Geschwindigkeitskurven  
GoA2 Semi ATO rangierblock  
Abfahrtsauftrag vom TF  
GoA3 driverless Notfall  
Zugbegleiter für Türen &  
GoA4 unattended  
Communication Based  
Train Control -> GoA2  
Moving Block -> permanent  
überwachen  
Train-borne  
localisation  
track map, initial position  
track selectivity  
Sensor fusion + accuracy  
IT not 100% safe  
Safety zufällige Fehler  
Security Angriffe Objekt  
keine Bahn Def oft Zutrittskontrolle  
Vertraulichkeit, Verfügbarkeit  
Integrität  
European Rail Traffic  
Management System  
Zugkommunikation  
Global System Mobile  
Communication Rail  
Verkehrsmanagement  
European Train Management  
Layer  
Zugbeeinflussungssystem  
European Train Control System  
Sicherheit, Kapazität, Digitalisierung  
Interoperabilität Länder  
Spezifikation ETKommission  
viele technische Ausprägungen  
einheitliches Display für TF  
Driver Machine Interface

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Weichen gleisübergang während Bewegung  
Buckenschienen  
Stammgleis  
Flügelgleis  
Zungen  
Zweiggleis  
Rautenkreuz  
ortsfest / fernbedient  
Mechanisch getriebel / Drahtzug / Gestänge  
Elektrisch Druckluft / Drehstrommotor  
auf TE Höhe  
Klemverschluss  
Sicherstellung Endlage Zungenprüfer  
Weichenriegel, Endlagenüberwachung  
Ausfall-Hunderverschluss Zunge  
Signale Doppelendlampe, testen beide  
Glühlampe  
Linse paralleles Licht  
Farbscheibe  
Streuscheibe Winkel Ausstrahlung  
Schute verhindert Phantomlicht  
Eis, Schnee  
LED - teuer - nicht zum nachrüsten  
hochverfügbar, Wartung, MTBF  
Ansteuerung  
parallel 2-3 Adern pro Lichtpunkt  
Seriell trennt Energie, Information  
Rangier, Bussystem  
Adernpaar / Signal - aktive Komponente im Feld  
Ausfalldetektion  
Spannungsquelle, Adern -> kein Strom  
Unterbrechung Glühlampe, Leerlauf Transformator  
Kurzschluss -> hoher Strom  
-> geringer Strom  
-> topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

EU-Richtlinien Interoperability of the Trans-European Rail System  
Technical Specification for  
Interoperability, europäisches Recht, CENELEC Normen  
Trans-europäische Eisenbahn Interoperabilitäts Verordnung  
ETCS streckenseitig  
Zentrale / Radio Block Center  
Empfänger Zug, Element  
Sender  
GSM-R, FRMCS  
ETCS - Lineside Electronic Unit  
transformiert Infos Streckeneinrichtungen  
in Telegramme für Balisen  
Eurobalise ≤ 500 Transponder technik, Energie von Fahrzeug  
Richtungsunabhängig, Luftschmittstelle, A Down Link optional  
in Gleisachse, Wartungsfrei  
Festtransparentdatenbalise  
Fahrzeugseitig  
Balisenleser  
GSM-R Funkgerät  
STM-Specific Transmission Modules  
nationale Infos -> ETCS  
European Vital Computer  
2/3 Systeme Mehrheitsentscheid  
Driver Machine Interface  
Soft-key / Hard-key / Touchscreen  
unter Fullsupervision  
Hacker  
gelb - zeigt max v  
orange - Warnung v  
rot - Bremszwangsbremung  
grün - Freigabegeschw.  
wie restriktiver PZB90  
+ Kapazitätserhöhung bis +40% -> derzeitige Infrastruktur  
+ max v von 500 fast nie nötig  
+ Betriebsanweisung bei richtigen Design  
+ Sicherheit SIL4  
+ Standard Tech aber nicht Betriebspraxis  
veraltet - Bandbreite, Latenz  
- 26 - weniger Züge / Sender  
GSM-R erweitert GSM um  
Priorisierung, 3GPP, nur Bahn  
unabhängige Adressierung  
(funktionsabhängige "V")  
Nachfolge Future Railway Mobile  
+ 4G, 5G  
- Geschwindigkeitsprofil  
- Bremsvorgeschichte  
Ziel - Entfernung, - geschwindigkeit  
freigegebener Fahrweg - Überwachungskurve aus  
betriebl. Verfahren z.B. shunting  
Level, System Requirement Specification, Baseline  
Mode, Technical Specification for Interoperability  
Lautsprecher, automatischer Fahrwegwechsel  
Betriebsarten, onboard sollte immer aktuell sein  
Anwendungsbereich, Auslastung, Informationen, Funktionen  
nach Infrastruktur, erforderliche Leistungsfähigkeit  
ermöglicht ETCS Züge auf nicht ETCS Strecke  
Level 0 Überwachung  
konstante Höchstgeschwindigkeit (Landes- oder Wert)  
Level 1 ETCS Kopplung mit System  
ETCS Master bei Umschaltung  
Fahrerlaubnis, Streckenprofil  
nationale Signale für Rangierfahrt  
nächste Balise nach Ende Fahrwegabschnitt  
mit EuroLoop / Radiofidel  
Balise als Ortsreferenz  
Fahrerlaubnis  
Level 2, Zug Position, bidirektionaler Datenfunk RBC  
Signale optional  
Fahrerlaubnis  
Level 3 (abgeschafft) jetzt Level 2 ohne Signale  
Zugintegrität anstreben  
Zugintegrität gesendet  
Moles  
FS - Full Supervision  
in Level 1, 2 Einholung v  
SR - Level 2 Bremskurven  
Stoff Responsible Rückfahrbahn  
Gründe - Signalstörung  
Zugposition unbekannt,  
Systemfehler, Überfahren  
-> Fahrt auf Balise auf Sicht  
v und max Entfernung national  
nur v wird angezeigt  
Trip vollständiger Halt  
Post Trip

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Weichen gleisübergang während Bewegung  
Buckenschienen  
Stammgleis  
Flügelgleis  
Zungen  
Zweiggleis  
Rautenkreuz  
ortsfest / fernbedient  
Mechanisch getriebel / Drahtzug / Gestänge  
Elektrisch Druckluft / Drehstrommotor  
auf TE Höhe  
Klemverschluss  
Sicherstellung Endlage Zungenprüfer  
Weichenriegel, Endlagenüberwachung  
Ausfall-Hunderverschluss Zunge  
Signale Doppelendlampe, testen beide  
Glühlampe  
Linse paralleles Licht  
Farbscheibe  
Streuscheibe Winkel Ausstrahlung  
Schute verhindert Phantomlicht  
Eis, Schnee  
LED - teuer - nicht zum nachrüsten  
hochverfügbar, Wartung, MTBF  
Ansteuerung  
parallel 2-3 Adern pro Lichtpunkt  
Seriell trennt Energie, Information  
Rangier, Bussystem  
Adernpaar / Signal - aktive Komponente im Feld  
Ausfalldetektion  
Spannungsquelle, Adern -> kein Strom  
Unterbrechung Glühlampe, Leerlauf Transformator  
Kurzschluss -> hoher Strom  
-> geringer Strom  
-> topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

EU-Richtlinien Interoperability of the Trans-European Rail System  
Technical Specification for  
Interoperability, europäisches Recht, CENELEC Normen  
Trans-europäische Eisenbahn Interoperabilitäts Verordnung  
ETCS streckenseitig  
Zentrale / Radio Block Center  
Empfänger Zug, Element  
Sender  
GSM-R, FRMCS  
ETCS - Lineside Electronic Unit  
transformiert Infos Streckeneinrichtungen  
in Telegramme für Balisen  
Eurobalise ≤ 500 Transponder technik, Energie von Fahrzeug  
Richtungsunabhängig, Luftschmittstelle, A Down Link optional  
in Gleisachse, Wartungsfrei  
Festtransparentdatenbalise  
Fahrzeugseitig  
Balisenleser  
GSM-R Funkgerät  
STM-Specific Transmission Modules  
nationale Infos -> ETCS  
European Vital Computer  
2/3 Systeme Mehrheitsentscheid  
Driver Machine Interface  
Soft-key / Hard-key / Touchscreen  
unter Fullsupervision  
Hacker  
gelb - zeigt max v  
orange - Warnung v  
rot - Bremszwangsbremung  
grün - Freigabegeschw.  
wie restriktiver PZB90  
+ Kapazitätserhöhung bis +40% -> derzeitige Infrastruktur  
+ max v von 500 fast nie nötig  
+ Betriebsanweisung bei richtigen Design  
+ Sicherheit SIL4  
+ Standard Tech aber nicht Betriebspraxis  
veraltet - Bandbreite, Latenz  
- 26 - weniger Züge / Sender  
GSM-R erweitert GSM um  
Priorisierung, 3GPP, nur Bahn  
unabhängige Adressierung  
(funktionsabhängige "V")  
Nachfolge Future Railway Mobile  
+ 4G, 5G  
- Geschwindigkeitsprofil  
- Bremsvorgeschichte  
Ziel - Entfernung, - geschwindigkeit  
freigegebener Fahrweg - Überwachungskurve aus  
betriebl. Verfahren z.B. shunting  
Level, System Requirement Specification, Baseline  
Mode, Technical Specification for Interoperability  
Lautsprecher, automatischer Fahrwegwechsel  
Betriebsarten, onboard sollte immer aktuell sein  
Anwendungsbereich, Auslastung, Informationen, Funktionen  
nach Infrastruktur, erforderliche Leistungsfähigkeit  
ermöglicht ETCS Züge auf nicht ETCS Strecke  
Level 0 Überwachung  
konstante Höchstgeschwindigkeit (Landes- oder Wert)  
Level 1 ETCS Kopplung mit System  
ETCS Master bei Umschaltung  
Fahrerlaubnis, Streckenprofil  
nationale Signale für Rangierfahrt  
nächste Balise nach Ende Fahrwegabschnitt  
mit EuroLoop / Radiofidel  
Balise als Ortsreferenz  
Fahrerlaubnis  
Level 2, Zug Position, bidirektionaler Datenfunk RBC  
Signale optional  
Fahrerlaubnis  
Level 3 (abgeschafft) jetzt Level 2 ohne Signale  
Zugintegrität anstreben  
Zugintegrität gesendet  
Moles  
FS - Full Supervision  
in Level 1, 2 Einholung v  
SR - Level 2 Bremskurven  
Stoff Responsible Rückfahrbahn  
Gründe - Signalstörung  
Zugposition unbekannt,  
Systemfehler, Überfahren  
-> Fahrt auf Balise auf Sicht  
v und max Entfernung national  
nur v wird angezeigt  
Trip vollständiger Halt  
Post Trip

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust, Wartungs  
mechanisch - 1 Fahrtrichtung  
- Umwelt - 120km/h  
hydraulisch/pneumatisch  
magnetisch + Robust - Wartung  
≤ 160km/h - 1 Richtung  
Induktivität Räder  
magnetisch induktiv Induktivität  
- 1 Richtung + Wartung  
Züge  
elektromagnetisch Einfluss Räder  
+ Richtung durch 2 Detektoren in Achszähler  
+ 1600 km/h - Toleranz  
Achszählerkreis -> Freimeldung  
2 Achszähler, Achszählerrechner  
Gleisstromkreise  
mit Schiene, Ruhestromkreis  
durch Achskurzschluss unterbrochen  
Stromquelle -> Relay  
+ Wartung + Schienenbrüche  
- isolierte Schienennastspitze ≤ 2km  
- Zusammensetzung Triebfahrzeuge  
+ Einiges - Laub - Betriebskosten

Weichen gleisübergang während Bewegung  
Buckenschienen  
Stammgleis  
Flügelgleis  
Zungen  
Zweiggleis  
Rautenkreuz  
ortsfest / fernbedient  
Mechanisch getriebel / Drahtzug / Gestänge  
Elektrisch Druckluft / Drehstrommotor  
auf TE Höhe  
Klemverschluss  
Sicherstellung Endlage Zungenprüfer  
Weichenriegel, Endlagenüberwachung  
Ausfall-Hunderverschluss Zunge  
Signale Doppelendlampe, testen beide  
Glühlampe  
Linse paralleles Licht  
Farbscheibe  
Streuscheibe Winkel Ausstrahlung  
Schute verhindert Phantomlicht  
Eis, Schnee  
LED - teuer - nicht zum nachrüsten  
hochverfügbar, Wartung, MTBF  
Ansteuerung  
parallel 2-3 Adern pro Lichtpunkt  
Seriell trennt Energie, Information  
Rangier, Bussystem  
Adernpaar / Signal - aktive Komponente im Feld  
Ausfalldetektion  
Spannungsquelle, Adern -> kein Strom  
Unterbrechung Glühlampe, Leerlauf Transformator  
Kurzschluss -> hoher Strom  
-> geringer Strom  
-> topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung

Stellwerke  
Innenanlage  
Außenanlage  
Fahrweg - Gleise, Elemente  
Fahrstraßen - signaltechnisch  
gesicherte "ind. D-Weg, Flanken  
Zugstraßen  
Rangierstraßen - D-Weg  
völlig freie Fahrt auf Sicht  
Verschlussstufe L  
Fahrstraßen - Elemente  
Bauformen  
mechanisch 1900 1890  
Logik in Verschlussregister  
- Stellentfernung, Zeit  
elektromechanisch 1990  
+ Technik Fahrstraßenfestlegung  
Signallichtmelder  
relais mit Druckluft 1990  
Fahrstraßen - Spurplan  
+ Gleisfreimeldeeinrichtungen  
+ topologische Darstellung  
-> Fernsteuerung, Automatisierung  
elektrisch - sicherheitsrele-  
überblick + Lage  
Fahrstraßenüberw. melder  
Verschlussmelder, Gleisabstand  
Gleisfreimeldungen  
Verschlussmelder weiche  
Zielfestlegemelder weiche  
grün -> Fahrstraße frei  
- proprietäre Hardware  
- Integration Disponent  
- Oberfläche aus Daten

Fahrstraßenbildzeit  
Signallichtzeit  
Annäherungsfahrzeit  
Fahrzeit Blockabschnitt  
Rangierzeit  
Fahrstraßenauflösezeit

Signalabhängigkeit  
Fehleroffenbarung  
Fail Safe Ausfall -> sichere Zustand  
Feldelemente  
Gleisfreimeldeeinrichtungen  
Achszähler + robust,



gleiten  
archiv

signale  
Seite Fag.

gerste Arbeiten  
in  
geschulden  
neude Fay.

in die  
ischen Ratz  
des besetzt sei  
fehrt auf und über 3

in bleisbistung  
Hafel Ra 10  
van bleis  
e Rangieren hinter  
Hafel 200m

drücklich bedeutsame Vorgänge  
Wissensaufnahme Schluss!

rech. Befehl  
lungen (Vermerke  
rung von Streckengleiten  
hden (Lammer, Fahrzeit)

Korrektur Fehler einmal durch  
richtig einzeichnen schauen

Nachbar | anderer Nachbar

führt Rückmeldung	Ankunft	...	Zugewinn
<del>erhöht</del>	X		←

Ankunft Abfahrt	Rück- meldung	Meldungen
--------------------	------------------	-----------

(Abmeldung)		
m		
av		