Abschlussbericht

ARBEITSKREIS Schienenfahrzeuge

Arbeitsgruppe 6 – Anforderungen an Steuerungssysteme und Teilsysteme

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation ... 3
2. Teilnehmer und Referenten der Sitzungen ... 4
3. Terminlicher Ablauf der Arbeitskreistreffen ... 5
3.1. 24. Februar 2011 ... 5
3.2. 05. April 2011 ... 5
3.3. 18. Oktober 2011 ... 6
4. Beiträge der Referenten in chronologischer Reihenfolge ... 7
4.1. Vortrag Hr. Eichner (24.2.2011) ... 7
4.2. Vortrag Hr. Glaser (24.2.2011) ... 11
4.3. Vortrag Hr. Prof. Stadlmann (24.2.2011) ... 34
4.4. Vortrag Hr. DI Kukacka (24.2.2011) ... 47
4.5. Vortrag Hr. Ing. Chodász (24.2.2011) ... 51
4.6. Vortrag Hr. Schöbel (25.4.2011) ... 52
4.7. Vortrag Hr. Wenty (25.4.2011) ... 63
4.8. Vortrag Hr. Prostrednik (25.4.2011) ... 86
4.9. Vortrag Hr. Schmidtke (25.4.2011) ... 103
4.10. Vortrag Hr. Ramsner (25.4.2011) ... 118
4.11. Vortrag Hr. DI Preisinger (18.10.2011) ... 125
5. Zusammenfassung und Resümee ... 131
6. Kurzkommentare und Anmerkungen der Mitwirkenden Teilnehmer ... 133
6.1. Statement Dipl.- Ing. Peter Lehotzky: ... 133
6.2. Statement Gabriel Haller: ... 134
6.3. Statement DI Kurt Preisinger: ... 135
6.4. Statement Bernd Auchmann: ... 135
6.5. Statement DI (FH) Frank Breuninger: ... 136
7. Danksagung ... 136

1. Motivation

Im Rahmen der Arbeitsgruppe „Schienenfahrzeuge wurde der Arbeitskreis „Anforderungen an Steuerungssysteme und Teilsysteme – Heute und Morgen“ ins Leben gerufen.

Zielsetzung war es, Anforderungen bestehender Steuerungssysteme aufzulisten sowie Neuheiten und Innovationen vorzustellen, bzw. einzufordern.

Unter dem Tenor „Bewährtes erhalten – Innovationen ergänzen“ wurden die Teilnehmer der Arbeitsgruppe „Schienenfahrzeuge“ und auch Gastreferenten gebeten Ihre Beiträge einzureichen und zu präsentieren.

Aufgefordert wurden Vertreter der Bereiche – Schienenfahrzeughersteller, Zulieferer, Bahnbetreiber sowie Behörden und Institutionen.

Die dargebotenen Beiträge sind in chronologischer Reihung im Hauptteil dieses Dokumentes angeführt.

Mit der freundlichen Freigabe der jeweiligen Referenten wurden die Präsentationen unverändert angefügt.

Für das vereinfachte Auffinden sind diese auch im Inhaltsverzeichnis aufgelistet.

2. Teilnehmer und Referenten der Sitzungen

Teilnehmer	Firma	1. Sitzung	2. Sitzung	3. Sitzung
Hr. DI Gerhard List	AIT	24.2.2011		
Hr. DI Peter Krall	Berner & Matter	24.2.2011		
Hr. Manfred Winter	DCC Doppelmayr Cable Car GmbH & Co	24.2.2011		
Hr. DI (FH) Laurenz Trunner	EBE solutions GmbH	24.2.2011	5.4.2011	entschuldigt
Hr. DR. Prostrednik	Elin EBG Traction	24.2.2011	5.4.2011	
Hr. Prof. Burkhard Stadlmann	FH Wels	24.2.2011		
Hr. DI Peter Lehozky	ÖVG	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011
Hr. DI Eduard Ulrich	Thales	24.2.2011	5.4.2011	
Hr. Poiss	Vossloh	24.2.2011		
Fr. Marina Schmidl	Vossloh			
Hr. DI Michael Kukacka	Wiener Linien	24.2.2011	5.4.2011	
Hr. Reg.-Rat Johann Gartlehner	Steyr Motors GmbH Consultant f. Verkehr und Infrastruktur	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011
Hr. Ing. Ronald Chodász	Verband der Bahnindustrie	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011
Hr. Reinhard Müller	BMVIT	24.2.2011		
Hr. DI Norbert Hempel	HITCOM GmbH	24.2.2011	5.4.2011	entschuldigt
Hr. Franz Wagenhofer	Amt der NÖ-LR	24.2.2011		
Hr. Dr. Andreas Schöbel	TU Wien		5.4.2011	entschuldigt
Hr. Martin Ramsner	Knorr-Bremse Div. IFE		5.4.2011	
Hr. DI (FH) Michael Schmidtke	Berner & Matter Systemtechnik		5.4.2011	
Hr. DI Manfred Schiefert	Berner & Matter Systemtechnik		5.4.2011	
Hr. Mag. Johann Heindl	Schieneninfrastruktur-DienstleistungsgesmbH		5.4.2011	entschuldigt
Hr. DI Gabriel Haller	RTA Rail Tec Arsenal			18.10.2011
Hr. Florian Polterauer	Plasser & Theurer		5.4.2011	
Hr. Ing. Rainer Wenty	Plasser & Theurer		5.4.2011	
Hr. Ing. Bernd Auchmann	A&R TECH GmbH			18.10.2011
Hr. DI. Kurt Preisinger	Arsenal Race			18.10.2011
Hr. DI Gerhard Lueger	SCHIG			18.10.2011
Hr. Armin Glaser	Pilz Deutschland	24.2.2011		
Hr. Walter Eichner	Pilz Österreich	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011
Hr. Stephan Marban	Pilz Österreich	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011
Hr. David Machanek	Pilz Österreich	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011
Hr. Christian Eichner	Pilz Österreich	24.2.2011	5.4.2011	18.10.2011

3. Terminlicher Ablauf der Arbeitskreistreffen

3.1. *24. Februar 2011*

Zeit: 10.00 Uhr
Ort: Fa. Pilz

TAGESORDNUNG

1. Begrüßung Hr. DI Lehotzky
2. Einleitung und Themeninhalte Hr. Ing. Walter Eichner MBA
3. Vortrag von Hr. Glaser, zum Thema: „Modularität - Dezentralität“
4. Vortrag von Hr. Prof. Stadlmann, zum Thema: „Steuerungen am Beispiel eines Zugleitsystems für Regionalstrecken“
5. Vortrag von Hr. DI Kukacka, zum Thema: „Zugsicherungstechnik der Wiener Linien“
6. Wortmeldung von Hr. Ing. Chodász, zum Thema: „Kompetenz bei Verkehrstelematik sowie Sicherungs- und Leitsystemen“
7. Termine
8. Allfälliges

3.2. *05. April 2011*

Zeit: 10.00 Uhr
Ort: Fa. Pilz

TAGESORDNUNG

1. Begrüßung Hr. DI Lehotzky
2. Einleitung und Themeninhalte Hr. Ing. Walter Eichner MBA
3. Vortrag von Hr. Dr. Schöbel – TU Wien, zum Thema: „Verwendung der Best Practice Risk Methode zur Ableitung von Sicherheitsanforderungen für streckenseitig Zugkontrolleinrichtungen“
4. Vortrag von Hr. Ing. Wenty – Plasser & Theurer, zum Thema: „Funktion und Anforderung an Gleisbaumaschinen“
5. Vortrag von Hr. Dr. Prostrednik – ELIN EBG, zum Thema: „SIL-Bewertung eines Fahrzeugleitgerätes“
6. Vortrag von Hr. DI(FH) Schmidtke – Berner & Mattner, zum Thema: „Funktionaler Sicherheitsnachweis für Schienenfahrzeuge aus der Sicht der Anforderungen an ihre Steuerungssysteme“

7. Vortrag von Hr. Ramsner – Knorr Bremse, zum Thema: Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller“

8. Termine

9. Allfälliges

3.3. 18. Oktober 2011

Zeit: 10.00 Uhr
Ort: Fa. Pilz

TAGESORDNUNG

1. Begrüßung Hr. DI Lehotzky

2. Einleitung und Themeninhalte Hr. Ing. Walter Eichner MBA

3. Vortrag von Hr. DI Kurt Preisinger – Unternehmensvorstellung Arsenal RACE

4. Conclusio – wirtschaftlicher / technischer Sicht, aus Sicht der Betreiber / Hersteller
- alle Anwesenden

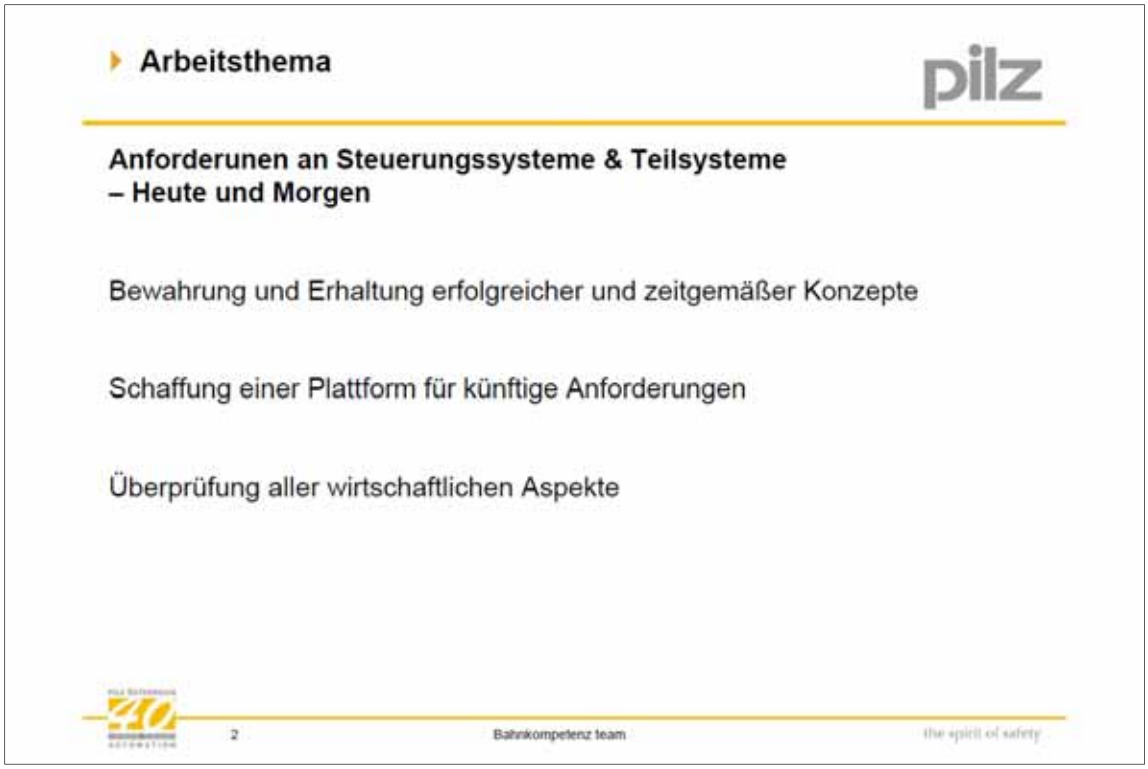
5. Diskussionsrunde – Vorbereitung zum Abschlussbericht
- alle Anwesenden

6. Termine

7. Allfälliges

4. Beiträge der Referenten in chronologischer Reihenfolge

4.1. Vortrag Hr. Eichner (24.2.2011)



Arbeitsthema

pilz

Anforderunen an Steuerungssysteme & Teilsysteme – Heute und Morgen

Bewahrung und Erhaltung erfolgreicher und zeitgemäßer Konzepte.

Auflistung , Beschreibung und Bewertung aller bestehenden Systeme und Teilsysteme

Auswertung der Ergebnisse aus der Überprüfung

3 Bahnkompetenz team the spirit of safety

Arbeitsthema

pilz

Anforderunen an Steuerungssysteme & Teilsysteme – Heute und Morgen

Schaffung einer Plattform für künftige Anforderungen.

Erarbeitung von Lösungsansätzen - Umsetzung der daraus zu schließenden Konsequenzen und Erkenntnisse

Implementierung der Anforderungen aus anderen Bereichen – Arbeitsthemen

4 Bahnkompetenz team the spirit of safety

Arbeitsthema

pilz

Anforderunen an Steuerungssysteme & Teilsysteme – Heute und Morgen

Überprüfung aller wirtschaftlichen Aspekte

- Den Anforderungen der aktuellen Situation nachhaltig gerecht werden
- „More for less"
- Nutzung von bereits bestehenden Konzepten Nutzen von Synergien
- Inhalte der Normen – separates Arbeitsthema?

Arbeitsthema

pilz

Gemeinsame Ziele

Umsetzung von Innovationen

Bewahrung und Erweiterung

- der hohen technischen und sicherheitstechnischen Niveaus
- Wettbewerbsfähigkeit

Gemeinsame Nutzung der bestehenden und künftigen Erfolgskonzepte

Immer aktuell informiert über Pilz –
www.pilz.com
pilz
the spirit of safety

4.2. Vortrag Hr. Glaser (24.2.2011)

Modularität und Dezentralität

Automation System PSS 4000

pilz

Armin Glaser
Produktmanagement
++49-(0)711-3409-678
a.glaser@pilz.de

the spirit of safety

Automatisierungssystem PSS 4000

pilz

Automatisierungssystem PSS 4000 =

- Hardwarekomponenten
- Softwarekomponenten
- Echtzeit-Ethernet SafetyNET p
- Netzwerkkomponenten
- Verschiedene Funktionen/ Applikationen

2 Automatisierungssystem PSS 4000 the spirit of safety

pilz

Hardware

Hardware

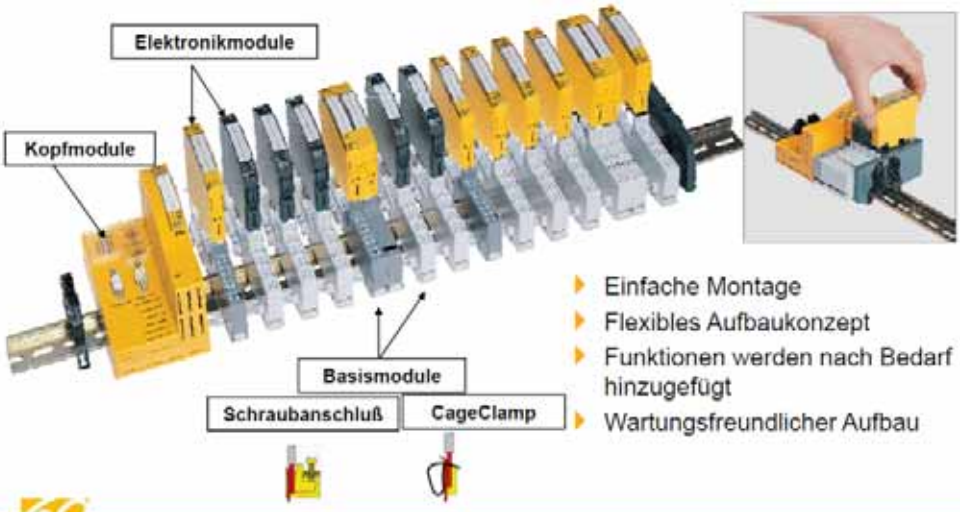
pilz

- Geräteklassen, basierend auf dem dezentralen E/A-System PSSuniversal:
  - PSSuniversal PLC
  - PSSuniversal I/O

- Große Vielfalt an I/O-Modulen
  - **Standard und Sicherheit**
- Leistungsfähige Vernetzung durch SafetyNET p
- Software-Plattform PAS4000
- Anbindung an Visualisierung und Diagnosekonzept PVIS von Pilz

PSSuniversal: modularer, flexibler Systemaufbau

pilz

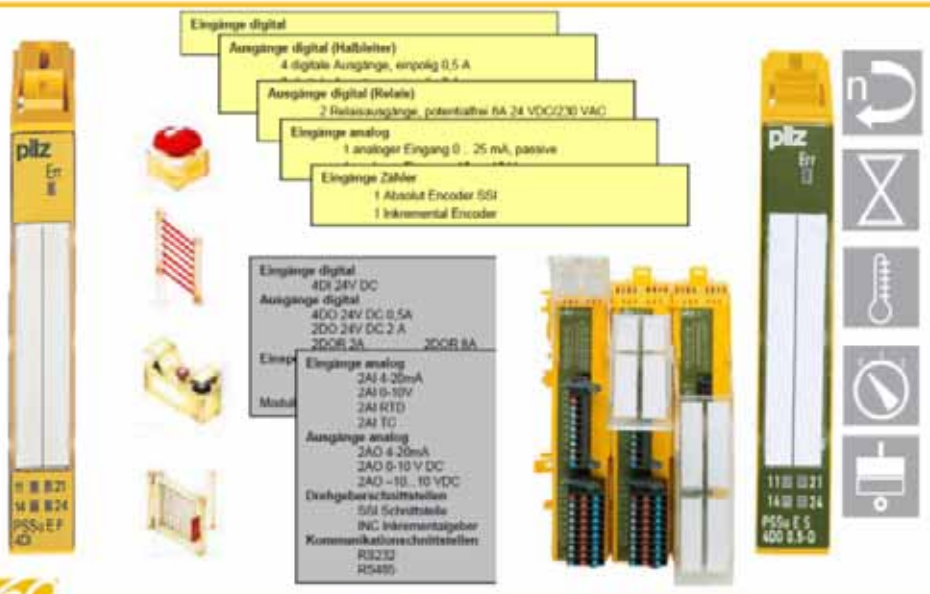


- Einfache Montage
- Flexibles Aufbaukonzept
- Funktionen werden nach Bedarf hinzugefügt
- Wartungsfreundlicher Aufbau

15 June 2010 Pilz System Environment the spirit of safety

Hardware

pilz



6 Automatisierungssystem PSS 4000 the spirit of safety

Modules for extended application range

Permitted temperature range:
- -40° C ... 70° C
- (Normal modules 0° C....60° C)

Condensation
- Permitted within the scope of pollution degree 2 of EN 60068-2-78

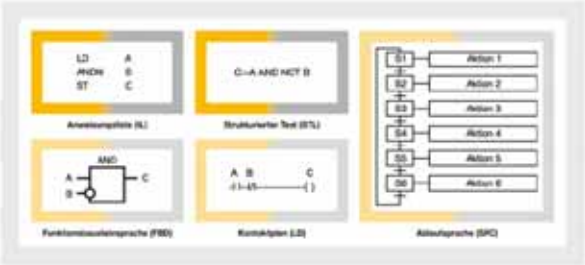
Application areas
- Outdoor machinery
- Systems engineering
- Chemical and process engineering
- Energy plants, wind farms
- Water/wastewater engineering
- Supply and disposal technology
- Conveyor and storage technology

Benefit: No control cabinet heating

Software

Universal programming in IEC 61131-3 for standard and safety

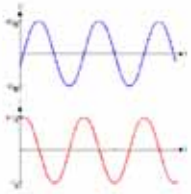
pilz



- All control functions for the entire automation
  - Numeric functions
  - Floating point arithmetic
  - Timer/counter functions
  - Memory functions
  - Shift register functions
  - Comparison functions

- Full IEC 61131-3 instruction set for programming standard control and, for the first time, safety functions too

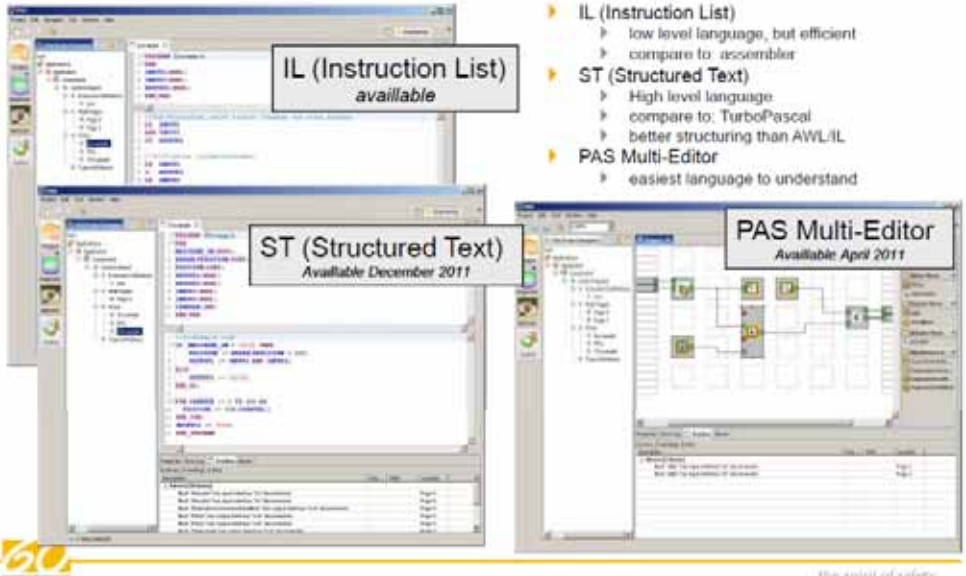
- Safety PLC with greatly expanded instruction set
  - Including: Identical instruction set for standard and safety
  - For entirely safe process control functions



37 June 2010 Pilz System Environment the spirit of safety

Editors for the Family PSSu PLC

pilz



- IL (Instruction List)
  - low level language, but efficient
  - compare to assembler
- ST (Structured Text)
  - High level language
  - compare to: TurboPascal
  - better structuring than AWL/IL
- PAS Multi-Editor
  - easiest language to understand

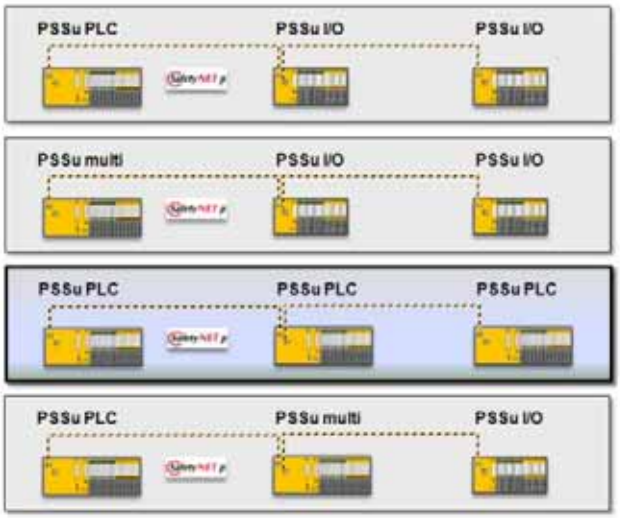
the spirit of safety

Software

Software-Bausteine

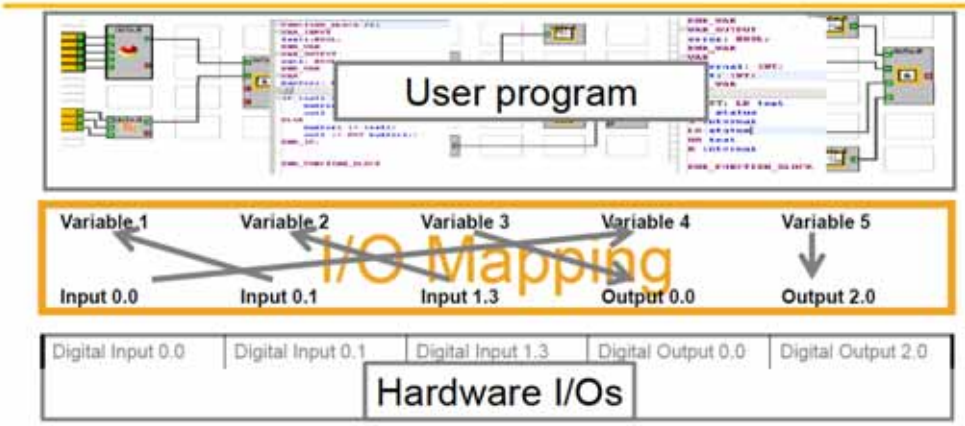
- Umfangreiche Bibliothek an vorgefertigten Fail-safe- und Standard-Bausteinen
- Funktionale Gliederung und Strukturierung von Projekten
- Bausteine können beliebig oft wiederverwendet werden
- Änderungen im Baustein werden zentral dokumentiert und verwaltet
- Reduzierung von Zeit und Kosten während der Planungs-, Implementierungs-, Installierungs- und Wartungsphase

System overview of the control technology



- Decentralised periphery for larger automation projects
- Decentralised periphery for smaller control systems
- Decentralised control systems
  - For modular machinery
  - Independent control
  - Greater availability
- Decentralised periphery mixed with small and large control systems

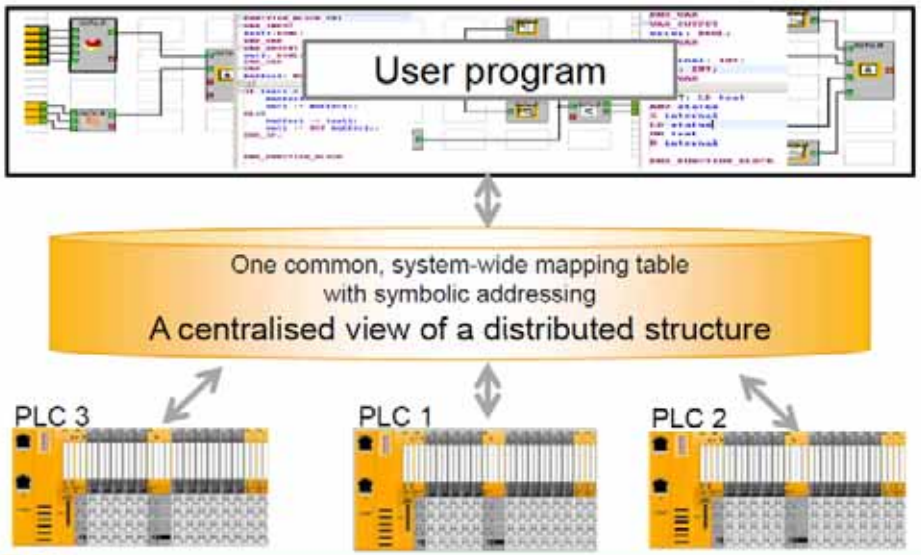
Hardware-independent programming



- Always an identical view of the overall system
  - Irrespective of the hardware design and the level of decentralisation
- Universal, symbolic addressing provides easier orientation
- First standardised mechanism for standard and safety functions

the spirit of safety

Simple cross-PLC data exchange without the administration involved in program distribution



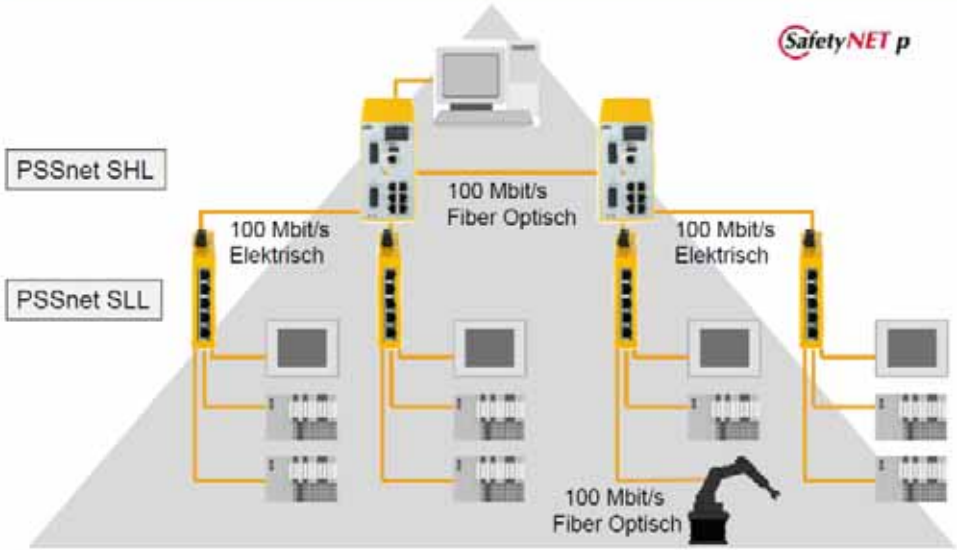
the spirit of safety

pilz

Echtzeit-Ethernet SafetyNET p/ Netzwerkkomponenten

Echtzeit-Ethernet SafetyNET p/Netzwerkkomponenten

pilz

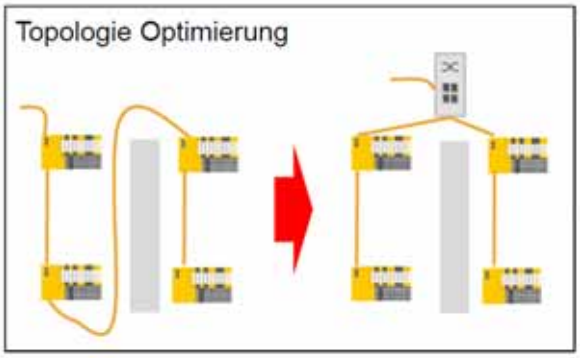


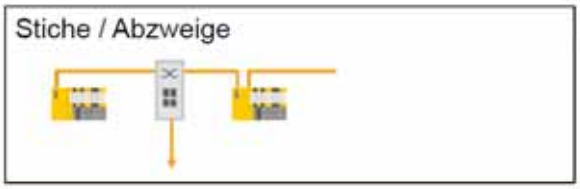
Echtzeit-Ethernet SafetyNET p/Netzwerkkomponenten

Topologie – Optimierung von Leitungswegen

- Anpassen der Netzwerktopologie an das Anlagenlayout:
  - Sterntopologie
  - Baumtopologie
- Realisieren von Abzweigen (Stiche)

→ **Leitungswege können optimiert werden**

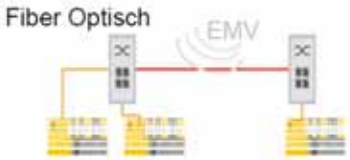


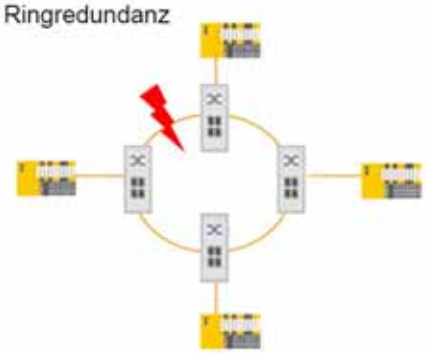


Echtzeit-Ethernet SafetyNET p/Netzwerkkomponenten

Steigern der Netzwerkverfügbarkeit

- **Möglichkeiten zur Verfügbarkeitssteigerung:**
  - **Fiber optische** Kommunikation steigert EMV Festigkeit
  - **Ringredundanz** stellt Kommunikation bei defektem Kabel oder Switch sicher



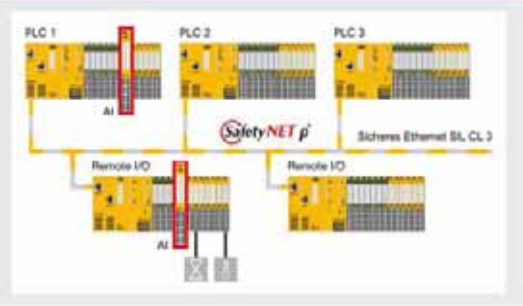


pilz

Funktionen

Funktionen - PSSuniversal Analogeingangsmodule

pilz



Sichere, dezentrale Analogeingangsmodule im Systemverbund

- Reduzierte Installationsaufwendungen
- Minimierte Störeinflüsse
- Geringer Platzbedarf im Schaltschrank

Zentral und dezentral

0 ... 25 mA,
-10 ... +10 V

Funktionen – PSSuniversal sichere Position, sichere Geschwindigkeit

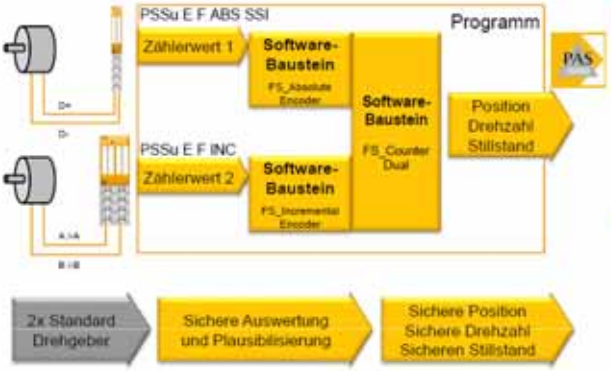
Die Lösung zur Positionsüberwachung:

- Kombination von Zählermodulen, speziellen Funktionsbausteinen und Standard-Drehgeber
- Sichere Auswertung von Position, Drehzahl und Stillstand mit Standard-Drehgebern

Applikationen

- Pressen, Abkantpressen (in Kombination mit PSENvip)
- Robotik, Handhabungstechnik, Drehtische
- Bühnentechnik
- Verpackungstechnik
- Lager- und Fördertechnik
- Portale, Portalroboter

Funktionen – PSSuniversal sichere Position, sichere Geschwindigkeit



Diversitäre Gebersignale

- Kombination aus ABS und INC
- oder unterschiedliche Auflösung bzw. Zählrichtungen bei gleichen Gebertypen

- **Sichere** Auswertung von
  - Position
  - Drehzahl
  - Stillstand
- **Sicherheit** mit zwei **Standarddrehgebern:** (applikationsabhängig)
  - bis PL e (Cat. 4)
    - EN ISO 13849-1
  - bis SIL CL 3
    - EN/IEC 62061

Funktionen – PSSuniversal sichere Position, sichere Geschwindigkeit

pilz

PAS4000 - Bausteine für die sichere Auswertung

- Es müssen zwei Zählermodule und zwei Sensoren verwendet werden.
- Es können sowohl zwei Zählermodule
  - PSSu E F ABS SSI
  - oder eine Kombination aus PSSu E F INC und PSSu E F ABS SSI

  verwendet werden.
- Redundante, diversitäre Eingangswerte mit Verwendung der Funktionsbausteine
  - FS_IncrementalEncoder
  - FS_AbsoluteEncoder
  - und FS_CounterDual

```
PROGRAM POU_1
VAR
Zaehler_INC: FS_IncrementalEncoder;
Zaehlwert : UDINT;
END_VAR

    CAL     Zaehler_INC(
    NewCounterValue := input1,
    MonitoredSetReset := input2,
    SetCounter := input3,
    ResetValueValid := input4,
    ValueValid => output1,
    Value => Zaehlwert,
    DiagSetCounterError => output3,
    DiagReadyForSet => output4
    )
```

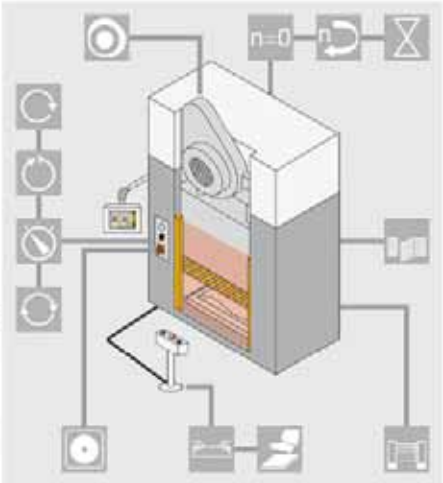
Zählerstand

Funktionen – sicheres elektronisches Nockenschaltwerk PSS 4000

pilz

Neu: sicheres elektronisches Nockenschaltwerk in der Pressensteuerung integriert!

- Das neue elektronische Nocken-schaltwerk des Automatisierungssystems PSS 4000 ersetzt konventionelle mechanische Nockenschaltwerke
- Die Basis für das sichere Nocken-schaltwerk ist die sichere Geschwindigkeit der Drehzahlüberwachung

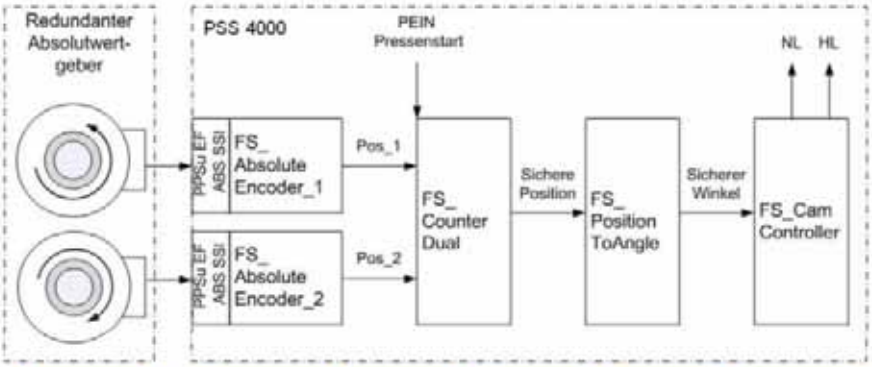


Funktionen – sicheres elektronisches Nockenschaltwerk PSS 4000

pilz

Funktionsprinzip – SafeCAM

- Sichere Positionserfassung durch das Auswerten zweier Drehgeber PL e (Cat. 4) (EN ISO 13849-1) // SIL CL 3 (EN IEC 62061)



One special encoder → 2x encoder signals → safe evaluation → safe position → safe angle → safe cam

Funktionen – sicheres elektronisches Nockenschaltwerk PSS 4000

pilz

Vorteile durch das elektronische Nockenschaltwerk:

- Echte Dynamisierung der Nocken
  - durch Messung der Geschwindigkeit
  - Interpolation zwischen eingelernten Grenzwerten (nicht nur starre Totzeitkompensation)

- Kontinuierliche Nachlaufwegmessung
  - Erzeugen von Warnmeldungen bei Verschleiß
  - **Überlaufskompensation** – die Halteposition wird erfasst und der Nachlaufnocken zyklisch neu berechnet.

Funktionen – sicheres elektronisches Nockenschaltwerk PSS 4000

pilz

Baumustergeprüfte Sicherheitslösung nach EN 692

pilz

Applikationen

Applikationen - mechanische Pressen

pilz

Projektbeschreibung

- Das sichere elektronische Nockenschaltwerk mit dynamischen Nocken auf Basis der sicheren Positionserfassung mit Absolutwertgebern realisiert die Steuerung
- Abgenommene Pressenbausteine zur Steuerung der Presse werden verwendet
- Mechanisch wird ein Standardgeber anstelle eines mechanischen Nockenschaltwerks an der Presse angebracht

BURKHARDT

Applikationen - Abkantpressen

pilz

Projektbeschreibung

TRUMPF

- Mit dem Steuerungssystem PSSuniversal PLC als Sicherheitssteuerung und dem kamerabasierten Schutz- und Messsystem PSENvip kann dynamisches Muting realisiert werden.
- PSSuniversal PLC ist für alle klassischen Sicherheitsfunktionen und auch die dynamische sichere Positions- und Geschwindigkeitsüberwachung zuständig.
- Die Kommunikation erfolgt über die RS232 Schnittstelle

Applikationen - Brückenabsicherung

Projektbeschreibung

- Das Steuerungssystem PSSuniversal PLC in Vernetzung mit dem System PSSuniversal I/O steuert und kontrolliert Brücken und Schleusen
- Steuerung von z. B. die Öffnung und Schließung von Brücken und Schleusen, Geschwindigkeiten oder Lichtsignale
- Die Bedienzentrale wird über das Echtzeit-Ethernet SafetyNET p mit den Bedienstellen gekoppelt

Applikationen - Vergnügungsparks

Projektbeschreibung

- Das Steuerungssystem PSSuniversal PLC steuert den Antrieb von Motoren
- Erfassen der Position von Fahrwägen
- Regelung von Taktung bzw. Weiterfahrt und die Geschwindigkeit von Förderbändern
- Bei auftretenden Störungen meldet das Steuerungssystem unmittelbar die Störungsquelle mit genauer Lageangabe

Applikationen - Bahnübergänge

pilz

Projektbeschreibung

- Komplette Bahnübergange, autonom betrieben oder an ein Stellwerk gekoppelt
- Das Steuerungssystem PSSuniversal PLC dient als übergeordnete Steuerung
- Optimales Zusammenspiel der einzelnen Teilkomponenten (Anschaltung der Blinklichter über Blinkgeber, Lautsprecher/Gong, Schrankenantriebe, Kontrollelemente, Meldelampen, Raumüberwachung, Ein-/Ausschaltelemente...)

Applikationen - Seilbahnen

pilz

Projektbeschreibung

- Steuerungssystem PSSuniversal PLC dient als Sicherheitssteuerung, vernetzt mit PSSuniversal I/O-Modulen
- Sichere Kommunikation über LWL zw. Berg- und Talstation
- Digitale und analoge Standard-E/A's
- sichere analoge Eingänge
  → Geschwindigkeit, Seilspannung
- sichere Zählereingänge
  → Wegerfassung

pilz

pilz

One cabinet like this
per Bridge/Sluis

Standard and Failsafe

the spirit of safety

pilz

Sluisen at the volkerak (willemstad)

Total 18 PLC head modules

the spirit of safety

pilz

Einsatz sicherheitsgerichteter SPS im Bereich Seilbahnen

Abb.: © Doppelmayr-Garaventa Group

Abb.: Garaventa-Pendelbahn Gant-Hohtälli bei Zermatt, © Doppelmayr-Garaventa Group

Weltweit verlassen sich jährlich insgesamt rund 4.5 Milliarden Menschen auf das Beförderungsmittel Seilbahn !

38

the spirit of safety

Anwendungen sicherer SPS

pilz

Einsatz der PSS 3000 in österreichischen Urlaubsgebieten

Bis zu 150 Fahrgäste können in einer Gondel transportiert werden

Allein auf Österreich bezogen gilt, dass im Winter 2008/2009 ***623 Millionen*** *Personen mit Seilbahnen befördert wurden*

Abb.: Gletscherbus, Hintertux, © Doppelmayr-Garaventa Group

Zum Vergleich: die ÖBB hat 2007 ca.200 Mio. Fahrgäste (30 Mio Fernverkehr, 170Mio Nahverkehr) befördert.

Quellen: Fachverband der Seilbahnen Österreichs, ÖBB

Abb.: ÖBB Fernverkehrszug ©ÖBB Personenverkehr AG

39

the spirit of safety

PSS4000 und Bahnzulassung CENELEC SIL 5012x

pilz

Railway approvals CENELEC SIL4

EN 50126	Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS)
EN 50128	Bahnanwendungen – Software für Eisenbahnsteuerungs- und Überwachungssysteme
EN 50129	Bahnanwendungen – Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik
EN 50159-1/-2	Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme Teil 1: Sicherheitsrelevante Kommunikation in geschlossenen Übertragungssystemen Teil 2: Sicherheitsrelevante Kommunikation in offenen Übertragungssystemen

the spirit of safety

Produkteigenschaften PSS4000 Gemeinsamkeiten - Unterschiede

pilz

	"Standard" 312xxx	"-R Varianten" 315xxx
Temperaturbereich		
Umgebungstemperatur	0 ° C bis 60 ° C	-40 ° C bis +70 ° C
Lagertemperatur	-40 ° C bis +70 ° C	-40 ° C bis +70 ° C
Umwelteinflüsse		
Betauung	nicht zulässig	zulässig
Zul. Betriebshöhe über NN	2000m NN	2000 m NN 5000m NN*
Mechanische Eigenschaften		
Vibration EN 60068-2-6: Frequenzbereich: Amplitude: max. Beschleunigung:	10-60 Hz, 0,35 mm 60-1000 Hz, 5g	10-60 Hz, 0,35 mm 60-1000 Hz, 5g 5 – 2000 Hz, 0,23g
Einzelschock EN 60068-2-27: Beschleunigung: Impulsdauer:	15 g / 11 ms	15 g/11 ms 5 g / 30 ms
Dauerschocken EN 60068-2-29: Beschleunigung: Impulsdauer:	10 g / 16 ms 25g / 6 ms	10 g / 16 ms 25g / 6 ms
EMV:	EN 61131-2	EN 61131-2
	EN 61496-1	EN 61496-1
		EMV Normen für Bahnanwendungen: EN 50121-3: Bahnanwendungen - Elektromag. Verträglichkeit - Teil 3-1 Bahnfahrzeuge
		EN 50121-3-2: Bahnanwendungen - Elektromag. Verträglichkeit - Teil 3-2: Bahnfahrzeuge - Geräte
		EN 50121-4: Bahnanwendungen - Elektromag. Verträglichkeit - Teil 4: Störaussendungen und Störfestigkeit von Signal- und Telekommunikationseinrichtungen

41 Automatisierungssystem PSS 4000 the spirit of safety

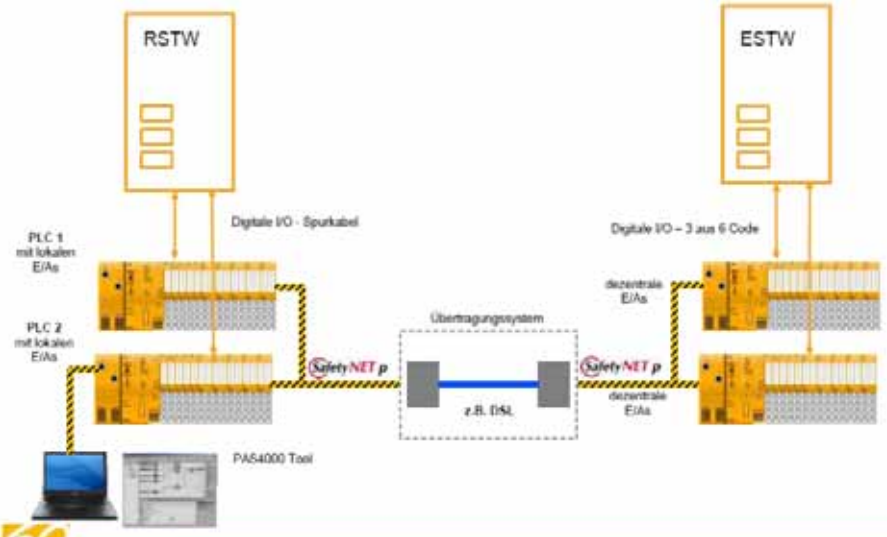
Produkteigenschaften PSS4000 Gemeinsamkeiten – Unterschiede (2)

pilz

	"Standard" 312xxx	"-R Varianten" 315xxx
Zulassungen:	TÜV	TÜV
	DGUV	DGUV
		EBA (Bahnzulassung, geplant)
Normen:	EN 62061	EN 62061 Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme
	EN 13849-1	EN 13849-1 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
	IEC 61508	IEC 61508 Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/ elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme
		EN 50155 Bahnanwendungen - Elektronische Einrichtungen auf Bahnfahrzeugen
		EN 50126 Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS)
		EN 50128 Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Software für Eisenbahnsteuerungs- und Überwachungssysteme
		EN 50129 Bahnanwendungen - Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme - Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik

42 Automatisierungssystem PSS 4000 the spirit of safety

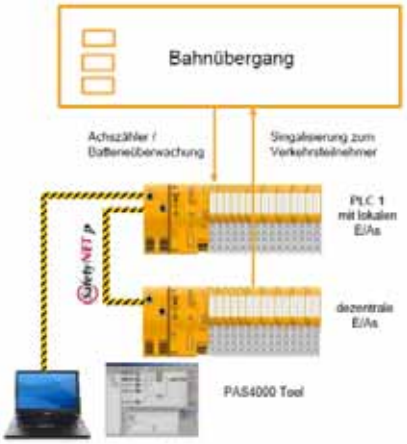
- **PSS 4000-R**
- SIL 4 Applikation einer Stellwerkskopplung



43

the spirit of safety

- **PSS 4000-R**
- SIL 3 Applikation Bahnübergang



44

the spirit of safety

PSS4000-R Bahnzulassung

pilz

Status der Zulassung

II. Eisenbahnbundesamt in München

Eisenbahn-Bundesamt

Arnulfstraße 9/11 - München

< **SIL 4 Architekturen** wurde als **sehr leistungsfähig** erachtet.

< Keine fachliche Bedenken, dies so wie vorgestellt auch zugelassen zu bekommen.

< Sachbearbeiter der die Prüfungen durchführt wurde benannt – Aufforderung unmittelbar einen Prüfungsantrag zu stellen

PSS 4000-R

pilz

Status der Zulassung- SIL3- Architektur

Pilz GmbH & Co. KG

Konzeptfreigabe PSS4000-R SL3

Sehr geehrter Herr Steinhaus,

Das vorgestellte Konzept des generischen Produktes PSS4000-R zur Steuerung und Überwachung von sicherheitsrelevanten Bahnanwendungen erfüllt die Anforderungen der relevanten bzw. Bahnnormen, insbesondere der EN50129 bis einschließlich SIL 3.

Für die externe Spannungsversorgung des Systems sind geeignete Maßnahmen, nämlich entsprechend dem angemessenen Sicherheitsniveau anwendungsbezogen vorzusehen. Die Einhaltung dieser Bedingungen ist als Sicherheits-Anwendungsvorschrift zu dokumentieren und liegt in der Zuständigkeit der Anwender.

Mit freundlichen Grüßen

TÜV SÜD Rail GmbH
Rail Automation

Dipl.-Ing. Hans Müller
Leitender Sachverständiger

Bernhard Müller
Sachverständiger

4.3. Vortrag Hr. Prof. Stadlmann (24.2.2011)

Inhalt

1. Grundlagen
2. Das Zugleitsystem
3. Komponenten der Fahrzeugsteuerung

1. Grundlagen

Ausgangssituation

Grundzüge

Warum Computerunterstützung für den Zugleitbetrieb?

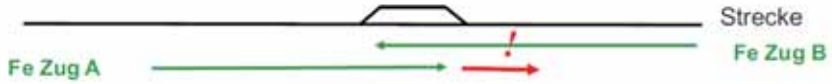
Sicherheitserhöhung beim Zugleitbetrieb notwendig

- Fehler eines einzigen Mitarbeiters kann Unfall auslösen

Beispiele für Unfälle in Österreich (Jahr 2002):

- Donauuferbahn: Fdl hat für einen Streckenabschnitt 2 entgegengesetzte Fahrerlaubnisse erteilt

– Murtalbahn: Triebfahrzeugführer hat Kreuzung nicht abgewartet



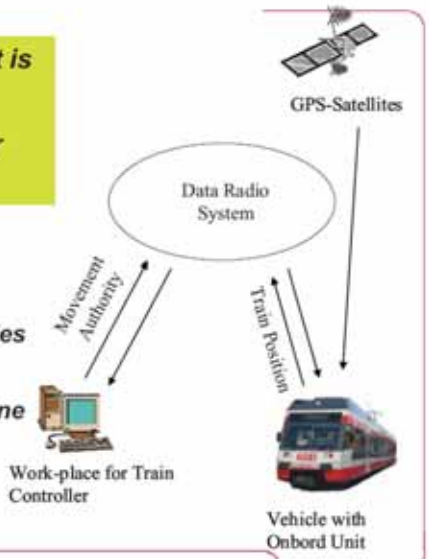
University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 4

Basic Idea

Leave the operational principle as it is
But
> ***Entire operation gets computer aided support***

- ***On-Board-Computer***
  - > ***Train location based on dGPS***
  - > ***Supervision of movement authorities***
- ***Data Radio System***
  - > ***Stationary repeaters are the only line side installations needed***
- ***Central Computer***



University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 5

2. Das Zugleitsystem

- Zentrale
- Funksystem
- Bordrechner
- Überwachungsfunktion
- Zugortung
- Einsatzstrecken

Zentralcomputer

Kernapplikation

- Verwaltung der Fahrerlaubnisse
- Kollisionsüberwachung auf Basis der Zugabstände
- Kommunikation zu den Zügen

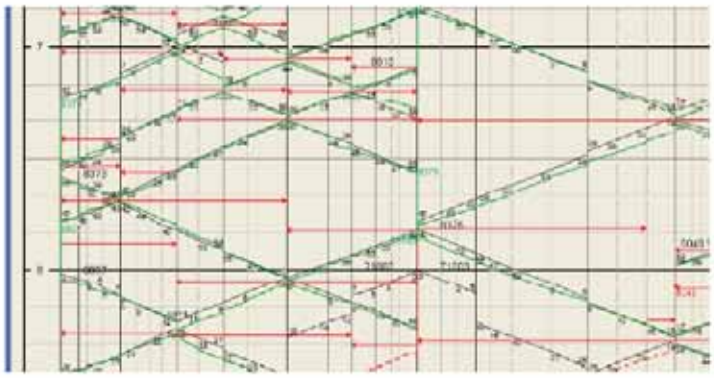
GUI

- Darstellung der Linie
  - schematische Darstellung
  - Zugleitblatt (Bildfahrplan)
- Relationale Datenbank für den Fahrplan

Foto: St&H

Module Zentralrechner

Maßstäbliches Zugleitblatt



Ausschnitt Zugleitblatt Linzer Lokalbahn
Foto: St&H

Funksystem

Funksystem

- Kommunikation mit einem streckenspezifischen Funksystem
- HF-Frequenz im 2-Meter Band
- Intelligentes Roaming
- Relaisstationen sind die einzig notwendigen ortsfesten Installationen
- Ca. 1 Funkrelais pro 10 km Linie (abhängig von der Topographie)

Foto: St&H

Bordrechner

- Positionserfassung mit dGPS-Empfänger, Achsgeber und digitalem Streckenatlas in streckenspezifischen Koordinaten (nicht gleisselektiv)
- Datenkommunikation mit dem Zentralrechner
- Einfache Bedienung
- Überwachung der Einhaltung der Fahrerlaubnis

Foto: StäH

- Diverse ortsabhängige Zusatzdienste (z.B. Schienenkopfschmierung)

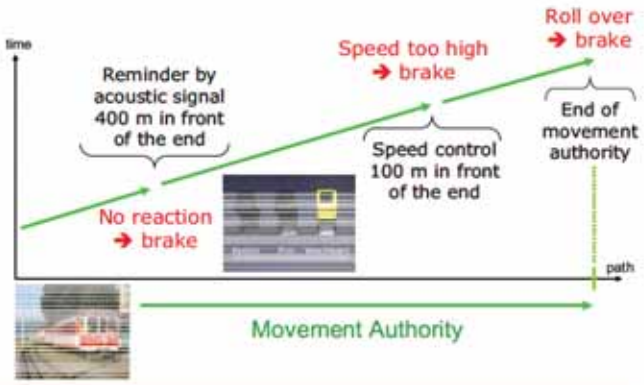
University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 10

Movement Authority Supervision

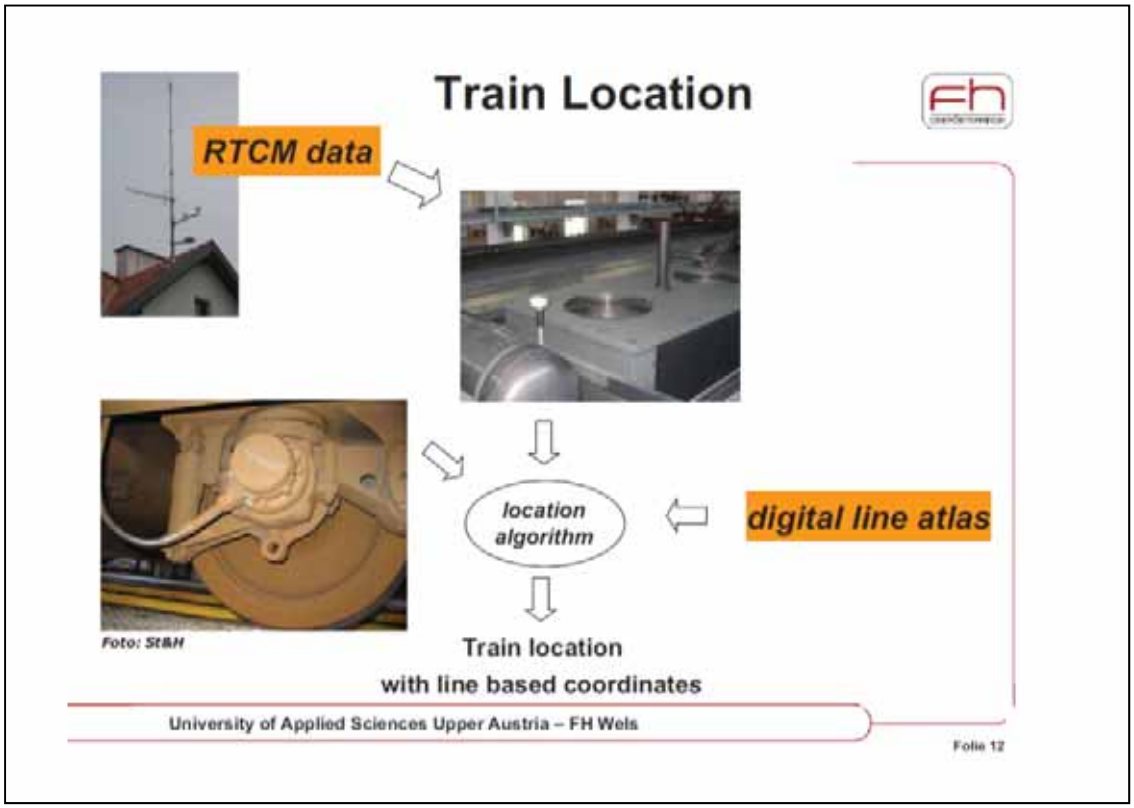
No movement authority at all → brake

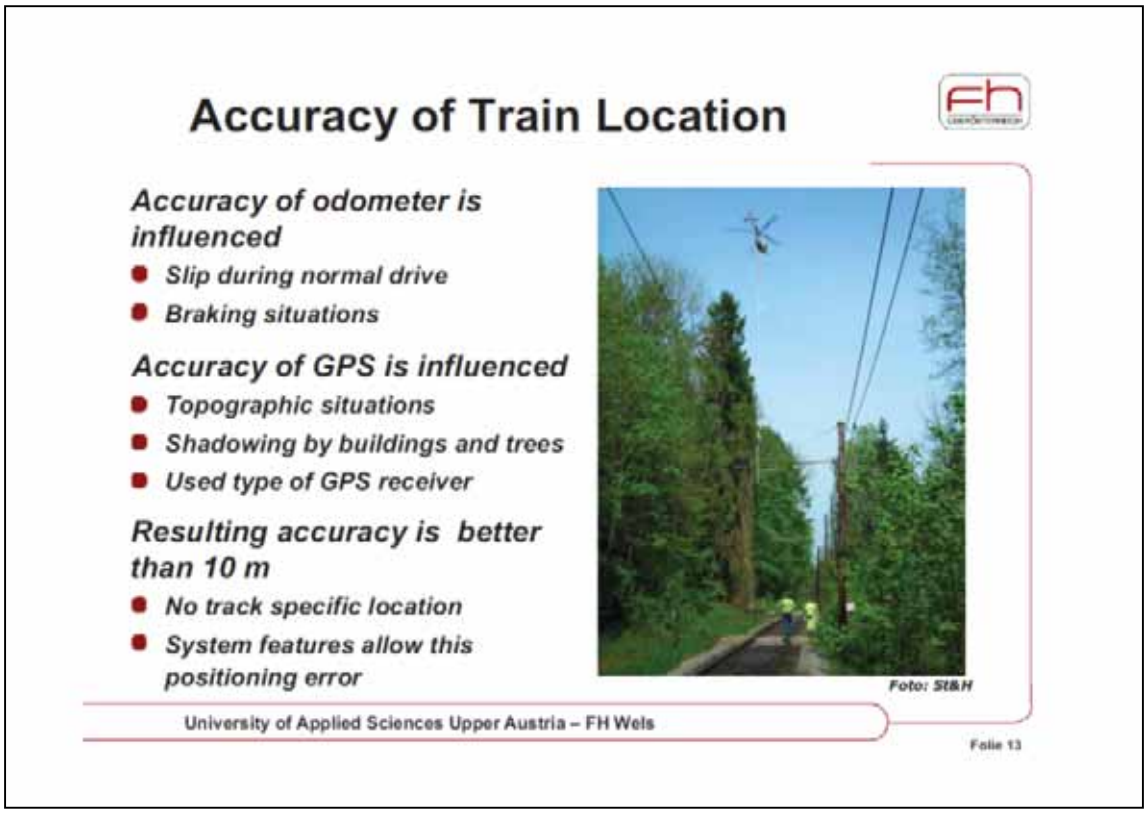
Movement authority available:



University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 11


Train Location
RTCM data
location algorithm
digital line atlas
Foto: St&H
Train location
with line based coordinates
University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels
Folie 12


Accuracy of Train Location
Accuracy of odometer is influenced
Slip during normal drive
Braking situations
Accuracy of GPS is influenced
Topographic situations
Shadowing by buildings and trees
Used type of GPS receiver
Resulting accuracy is better than 10 m
No track specific location
System features allow this positioning error
Foto: St&H
University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels
Folie 13

Reliability of Train Location

Reliable train location

↘ *disturbances*

Unreliable train location

⇩

Automatic Information to the engine driver and to the train controller

⇩

Human supervision asures safety

University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 14

Bahnen der Fa. Stern & Hafferl

Linzer Lokalbahn AG

Lb. Gmunden-Vorchdorf AG

Lb. Lambach-Vorchdorf-E. AG

Lb. Vöcklamarkt-Attersee AG

Straßenbahn Gmunden

Lb. Lambach-Haag a.H. (außer Betrieb)

(ca. 130 km Eisenbahn)

Foto: St&H

University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 15

Betriebserfahrung

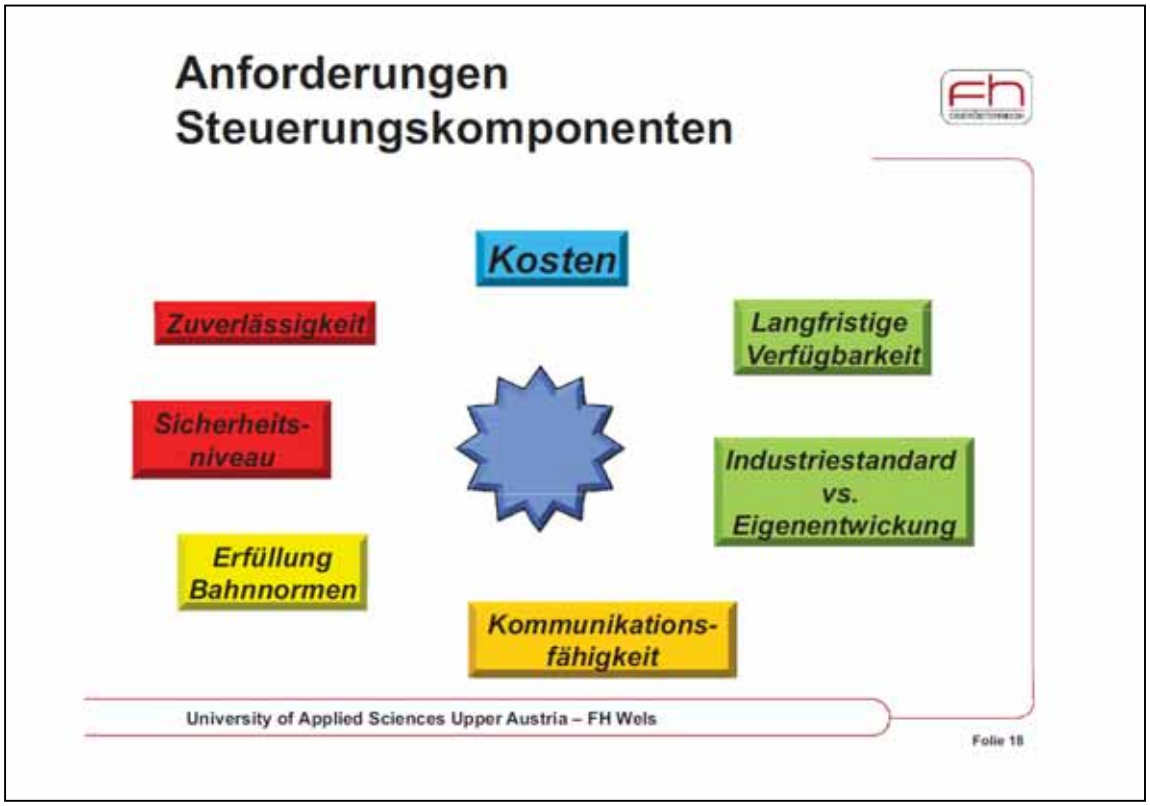
Zugleitsystem der Fa. Stern & Hafferl ist seit Anfang 2003 im Probeeinsatz und seit 2006 auf ca. 90 km Strecke in Betrieb

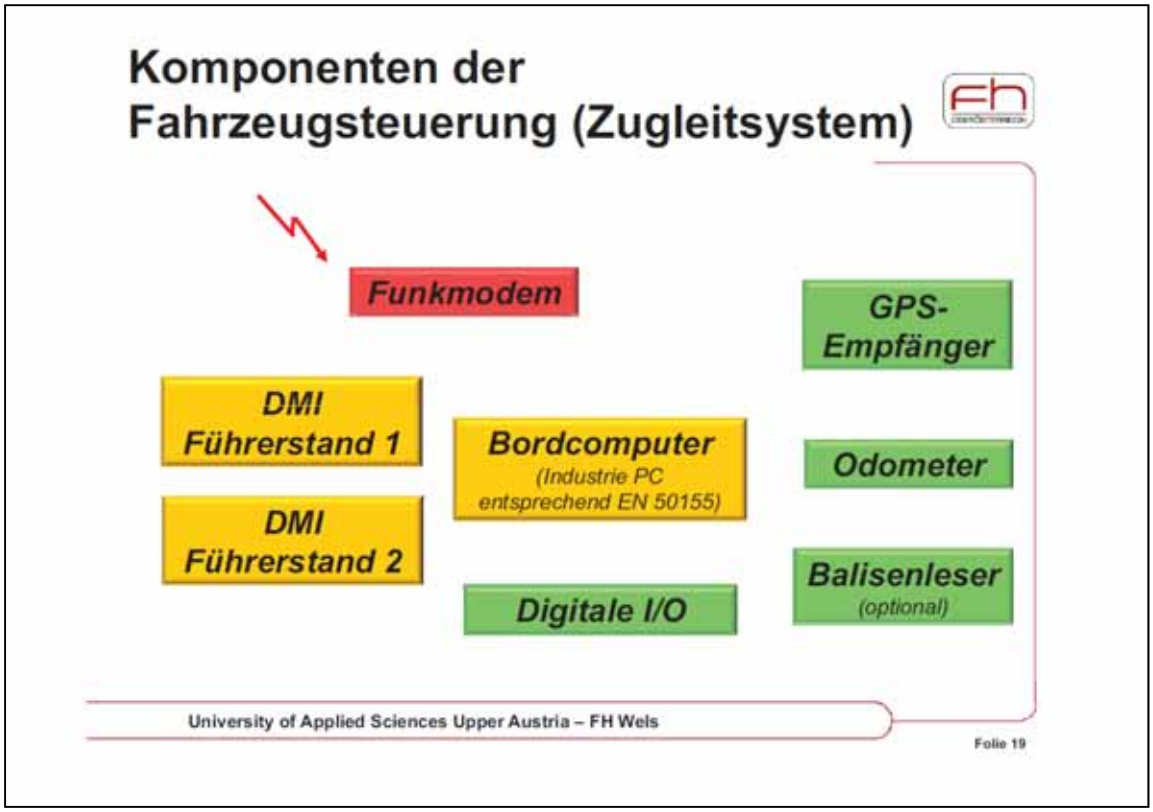
Anzahl Zugkilometer pro Jahr: ca. 1,1 Millionen

Abwicklung von ca. 50.000 Datentelegrammen pro Tag

Zwei Fahrdienstleitungen (Eferding und Vorchdorf)

3. Komponenten der Fahrzeugsteuerung


Anforderungen Steuerungskomponenten
Kosten
Zuverlässigkeit
Langfristige Verfügbarkeit
Sicherheits-niveau
Industriestandard vs. Eigenentwickung
Erfüllung Bahnnormen
Kommunikations-fähigkeit
University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels
Folie 18


Komponenten der Fahrzeugsteuerung (Zugleitsystem)
Funkmodem
GPS-Empfänger
DMI Führerstand 1
Bordcomputer (Industrie PC entsprechend EN 50155)
Odometer
DMI Führerstand 2
Balisenleser (optional)
Digitale I/O
University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels
Folie 19

Komponenten der Fahrzeugsteuerung

University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 20

Interoperabilität – Mobile Komponenten

Interoperabilität – mobile Steuerungseinheit

- Fremdfahrzeuge werden mit einer mobilen Bordeinheit beim Befahren der Zugleitstrecke ausgerüstet
- Minimalvoraussetzung: 24 V Stromversorgung fahrzeugseitig
- Magnethaftantennen für GPS und Datenfunk

Foto: StBH

University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 21

Kriterien für Auswahl am Beispiel des Zugleitsystems

- Industrie-PC als vermutlich langfristig verfügbare Hardwareplattform
- Verwendung von Standard-Zusatzkarten
- SPS wäre i.a. zu wenig leistungsfähig
- Bahnspezifisches DMI für den Führerstand
- Handelsübliche GPS-Empfänger zur leichteren zukünftigen Skalierbarkeit
- Eigenes kostengünstiges Funksystem zur Minimierung der Betriebskosten
- Entscheidung für Entwicklungsumgebung / Programmiersprache Ada aus Gründen der Sicherheitsaspekte und des langfristigen Einsatzes derartiger Systeme

University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 22

Fragen

- Warum werden existierende Standardschnittstellen oft nicht verwendet?
- Welche Schnittstellen sollen standardisiert sein?
- Wie können Schnittstellen flexibel definiert werden?
- Gibt es gemeinsame ggf. skalierbare Anforderungen an Steuerungskomponenten?
- Wie können wir unterschiedliche SILs öfter einsetzen (nicht nur SiL0 und SiL4)?
- ...

University of Applied Sciences Upper Austria – FH Wels

Folie 23

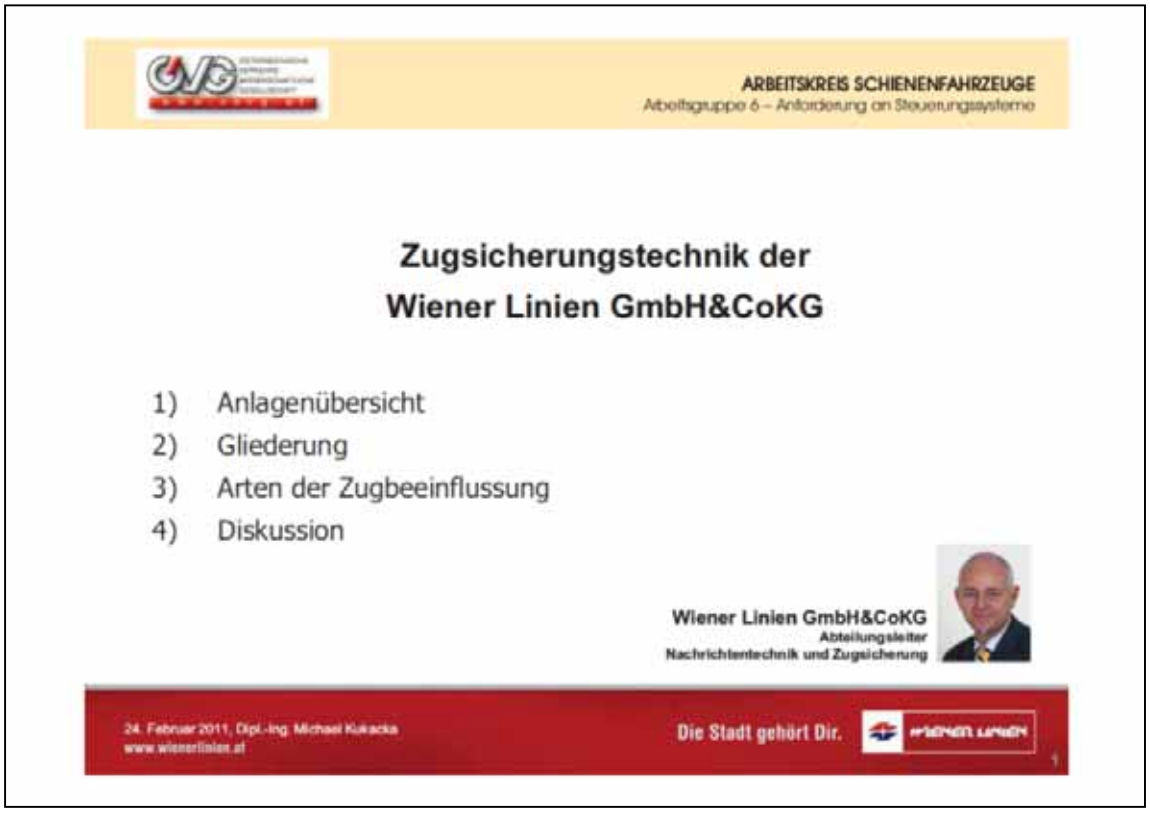
Danke für die Aufmerksamkeit!

Fragen?

Burkhard Stadlmann
(Leiter Forschungsgruppe Bahnautomatisierung und Verkehrstelematik)

burkhard.stadlmann@fh-wels.at

4.4. Vortrag Hr. DI Kukacka (24.2.2011)



ARBEITSKREIS SCHIENENFAHRZEUGE
Arbeitsgruppe 6 – Anforderung an Steuerungssysteme

1) Anlagenübersicht

Netzplan:

Linie U1
Streckenlänge 15,8 km; 19 Stationen
3 ESTW - SICAS ECC (TA, PR, LU); LZB 513

Linie U2
Streckenlänge 13,6 km; 17 Stationen
3 ESTW - SICAS ECC (LR, SW, AP); LZB 513

Linie U3
Streckenlänge 14,1 km ; 21 Stationen
5 Relaisstellwerke MSU (OK, JO, LA, ED, ERD)
1 ESTW- SICAS ECC (Halle3); LZB503 + LZB513

Linie U4
Streckenlänge 16,9 km ; 20 Stationen
6 Relaisstellwerke SpDrS-U (HF, MH, KP, SR I, WLW I, WLW II)
1 ESTW- SICAS ECC (SR); LZB503

Linie U6
Streckenlänge 18,0 km ; 24 Stationen
5 Relaisstellwerke MSU (FL, FB, MB, PH, AHR); punktf. Zugbeeinflussung

Fernsteuerung
Linie U1 und U2; Vicos OC111 (Siemens AG)
Linie U3, U4 und U6; Command 900 (Thales)

ARBEITSKREIS SCHIENENFAHRZEUGE
Arbeitsgruppe 6 – Anforderung an Steuerungssysteme

2.) Gliederung I

- Stellwerksinnenanlage
  - Bedieneinrichtung
    - Monitorbedienplatz (VICOS, C900)
    - Stell- Meldetafel, etc
  - Steuerung und Überwachung
    - Relaisstellwerke (MSU/ SpDrS-U)
    - ESTW (SICAS ECC)
  - Zugbeeinflussung
    - LZB Streckengeräte (LZB503/513)
    - punktf. Zugbeeinflussung
  - Stromversorgung
    - USV
    - Batterie

ARBEITSKREIS SCHIENENFAHRZEUGE
Arbeitsgruppe 6 – Anforderung an Steuerungssysteme
2.) Gliederung II
Stellwerksaußenanlage
Gleisfreimeldung
Zugbeeinflussung
punktförmig – Gleismagnet
linienförmig – LZB Schleifen
Signale
Haupt-, Block-, Vorsignale
Ersatzsignale, Fahrterlaubnissignale
Nothaltesignale
Weichen
Antrieb, Verschluß, Überwachung
Nahbedienung
Diagnose
Handschlösser
Fernsteuerung
24. Februar 2011, Dipl.-Ing. Michael Kukacka
www.wienerlinien.at
Die Stadt gehört Dir.
WIENER LINIEN

ARBEITSKREIS SCHIENENFAHRZEUGE
Arbeitsgruppe 6 – Anforderung an Steuerungssysteme
3) Arten der Zugbeeinflussung
punktförmig
Strecke
Gleismagnet (GM)
Zustand: (0=scharf / 1=gelöscht)
Fahrzeug (SIFAS)
Magnetisches Relais
Geschwindigkeitsüberwachung
punktförmig mit Weg/Zeit-Meßstrecke und Gleismagnet
Zugfolgezeit ca. 150sec
linienförmig
Strecke (LZB 503/LZB 513)
Linienleiterschleifen
Bremstreppe:
Fahrzeug (LZB 503/LZB 513)
LZB Fahrzeuggerät
Geschwindigkeitsüberwachung
linear über LZB-Bremstreppe
Zugfolgezeit ca. 90sec
193
24. Februar 2011, Dipl.-Ing. Michael Kukacka
www.wienerlinien.at
Die Stadt gehört Dir.
WIENER LINIEN

ARBEITSKREIS SCHIENENFAHRZEUGE
Arbeitsgruppe 6 – Anforderung an Steuerungssysteme
4) Diskussion
24. Februar 2011, Dipl.-Ing. Michael Kukacka
www.wienerlinien.at
Die Stadt gehört Dir.

4.5. Vortrag Hr. Ing. Chodász (24.2.2011)

BAHNINDUSTRIE.at
Verband der Bahnindustrie

Stärkung der Kompetenz Österreichs bei Verkehrstelematik sowie Sicherungs- und Leitsystemen

Rechts: Prof. Dr. Wolrad Rommel, Geschäftsführer und Dr. Hans-Peter Schwefel, Wissenschaftlicher Leiter des FTW - Forschungszentrum Telekommunikation Wien
Foto: C. Pohl/BAHNINDUSTRIE.at

Dialog des Verbandes der Bahnindustrie mit dem FTW – Forschungszentrum Telekommunikation Wien

Moderne Informations- und Kommunikationssysteme sind ganz wesentliche Elemente bei der Weiterentwicklung von Leit- und Sicherungssystemen zur Automatisierung im Schienenverkehr aber auch bei der verkehrsträger-übergreifenden Zusammenarbeit.

Zahlreiche in Österreich aktive Industrieunternehmen gestalten mit ihren Kompetenzzentren die Zukunft der Transportsysteme und insbesondere des umwelt- und ressourcenschonenden Schienenverkehrs aktiv mit. Um die Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs weiter auszubauen, ist bei der Entwicklung neuer Systeme stets auf internationale Einsatzbarbeit und Kompatibilität zu achten.

Am 22.02.2011 fand im Verband der Bahnindustrie in Kooperation mit dem FEEI (Bereich Telekom- und Verkehrsinfrastruktur) ein Dialog mit dem international ausgerichteten FTW – Forschungszentrum Telekommunikation Wien statt. Geschäftsführer Prof. Dr. Wolrad Rommel und der wissenschaftliche Leiter Dr. Hans-Peter Schwefel des Forschungszentrums FTW referierten über das dort praktizierte Zusammenarbeitsmodell und standen für ausführliche Diskussionen zur Verfügung.

Ziele dieses neuen Dialogs sind das Ausloten der Möglichkeiten für eine Weiterentwicklung der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und ein weiterer Ausbau der industriell verwertbaren Kompetenz der in Österreich aktiven Unternehmen in den Bereichen der Bahn- und Verkehrstechnik.

Am 22.02.2011 wurden folgende Themen behandelt und diskutiert:

- **Vorstellung des Forschungsinstituts FTW (gefördert im COMET-Programm)**
- **Zusammenarbeitsmodell zwischen Industrie, Universitäten und FTW**
- **Informations- und Kommunikationstechnik (insbes. IP-basierte Kommunikationssysteme)**
- **Sicherungs- und Leittechnik im Verkehrsbereich**
- **Smart Grids**
- **Mobilkommunikationssysteme**

Der im Downloadbereich abrufbare englischsprachige Power-Point-Vortrag zeigt die Key Technology Enablers, den Fokus der Forschungsbereiche und die Struktur des Forschungszentrums sowie einige Projektbeispiele (insbes. aus den Bereichen Railways and Road Transport).

Für Rückfragen steht Ihnen die Geschäftsstelle des Verbandes der Bahnindustrie gerne zur Verfügung:
Ing. Ronald Chodász, Tel.: 01/588 39-35, E-Mail: chodasz@BAHNINDUSTRIE.at

Nähere Informationen zum FTW finden Sie auch unter: www.ftw.at

4.6. Vortrag Hr. Schöbel (25.4.2011)

Introduction

- In accordance to the current standards of CENELEC, the question arises if derailment detectors have to fulfill certain safety requirements (by means of a tolerable hazard rate and safety integrity level).
- For a rough estimation of the recommended safety requirement, the so called Best Practice Risk (BP-Risk) analysis offers a suitable methodology to answer this question.

2

Wayside Derailment Detector

- Monitoring the area between the rails is appropriate for reliable wayside derailment detection
- Primary function is to minimize the damage to the track superstructure arising from derailed train wheels

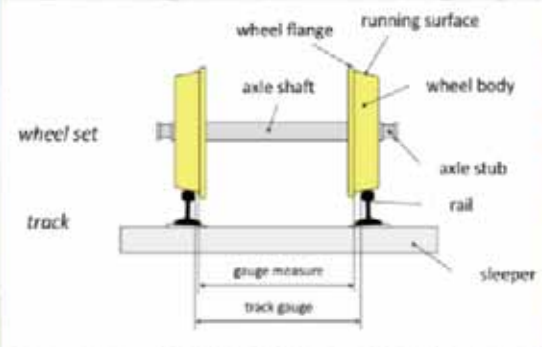
3

Assumptions

- No on-site staff (e.g. station inspector) watching trains
- No derailments of shunting trains
- Mixed traffic operation (freight and passenger)
- Risk assessment only for freight trains

4

Hazard Identification



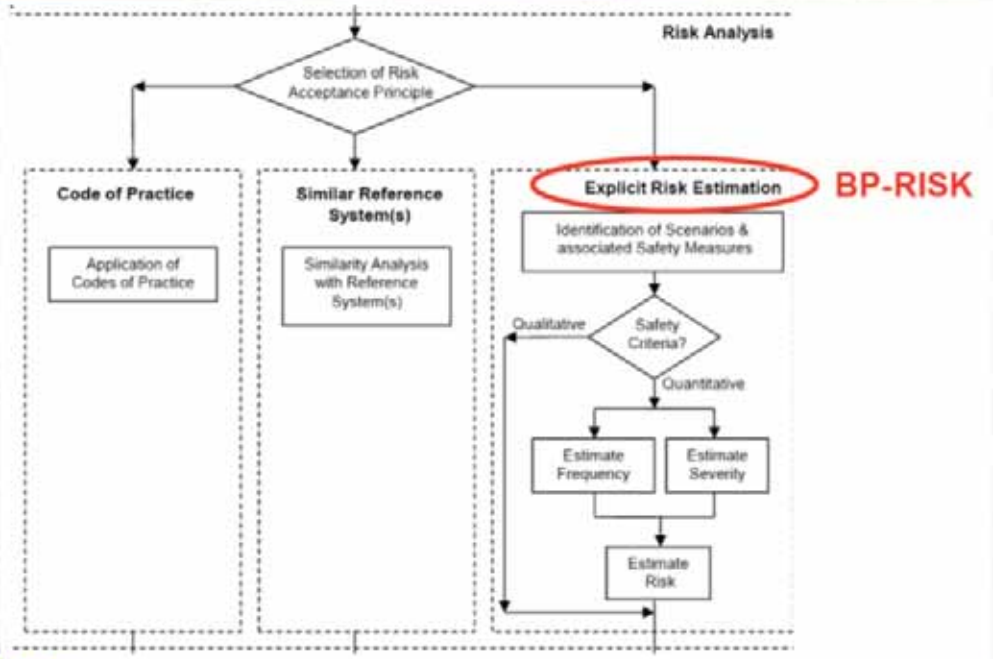
Considered hazard: "failure of the derailment detection"

A derailment can be caused by several fault states e.g.:

- blocked brake or wheel,
- broken axle shaft,
- broken axel stub,
- broken wheel,
- faulty flange of wheel,
- faulty suspension and component,
- faulty frame,
- unbalance (during vehicle run),
- violation of clearance gauge,
- faulty buffer,
- overriding of buffers,
- objects within the clearance gauge,
- variation of width of the track gauge,
- track distortion,
- broken rail,
- insufficient track bed

5

Risk Analysis



6

BP-Risk

- System definition
- Hazard identification
- BP-Risk Tables
  - possibility of mitigation (Parameter G)
  - severity measure (Parameter S)
  - resulting THR (Parameter F)

7

Consequence Analysis - Mitigation

- potential mitigation and possible consequences of an accident
- parameter G assesses possible mitigation factors, with two sub parameters B and M.
- B = confrontation probability of disadvantageous circumstances
- M = possible human mitigation

8

Consequence Analysis – Parameter B

- B previously: "operating density" - not crucial for derailments
- original meaning: "confrontation probability of disadvantageous circumstances", defined by Hinzen
- possibility of an approaching opposite train, whose train driver might detect the derailment of the considered train
- B = 2

B	confrontation probability	explanation
1	low	hardly ever does the hazard lead to an accident
2	regular	rarely does the hazard lead to an accident
3	high	frequently does the hazard lead to an accident

9

Consequence Analysis – Parameter M

- M assesses if human mitigation is possible
- train driver of an opposite train who might detect the damage that the derailed train already caused
- train driver of the derailed train has no possibility to detect a derailment by himself
- M = 3

M	possibility of human mitigation	explanation
1	often	"skill-based" action under disadvantageous circumstances
3	seldom	„rules-based" action under disadvantageous circumstances
5	almost never	random human intervention

10

Consequence Analysis – Damage

- potential damage S is assessed by three sub parameters: T, V and A.
- T = mass of the trains
- V = decisive speed
- A = affected persons

11

Consequence Analysis – Parameter T

- T considers the mass of the trains
- for derailments, the mass is not crucial– even advantageous if train is heavier (NADAL)
- T = 0

T	train category	example
1	short-distance passenger traffic	local train, rapid-transit, commuter rail
2	long-distance passenger traffic + high speed traffic	trainset, passenger train, night train, motorail train
3	freight traffic	freight trains

12

Consequence Analysis - Parameter V

- decisive speed V is estimated to be around 100 km/h for considered freight trains
- V = 3

V	decisive speed	example
1	minor	shunting, running at sight, freight corridor
2	medium	line with limited traffic
3	high	local line, regional service
4	very high	long distance or high speed line

13

Consequence Analysis - Parameter A

- A assesses how many people might be affected by potential accident.
- derailment is typical accident type
- freight trains have no passengers on board
- Usually only damage to property and no damages to persons
- A = 0

A	number of affected persons	example
1	single person	collision with obstacle (not other train)
2	few persons	collision at level crossing
3	several persons	derailment
4	many persons	
5	very many persons	head-on or end-on collision (of trains)

14

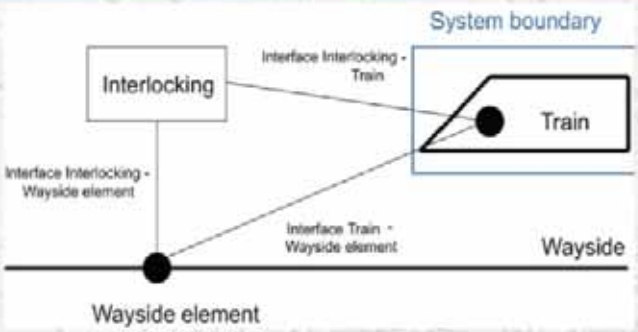
Risk Evaluation

THR = $(\sqrt{10})^F$ (pro Funktion)	G + S	Explanation
10^{-4} / h	8	once in 1 year
$3 \cdot 10^{-5}$ /h	9	once in 3 years
10^{-5} /h	10	once in 10 years
$3 \cdot 10^{-6}$ /h	11	once in 30 years
10^{-6} /h	12	once in 100 years
$3 \cdot 10^{-7}$ /h	13	once in 300 years
10^{-7} /h	14	once in 1,000 years
$3 \cdot 10^{-8}$ /h	15	once in 3,000 years
10^{-8} /h	16	once in 10,000 years

- G = B + M
  = 2 + 3
  = **5**
- S = T + V + A
  = 0 + 3 + 0
  = **3**
- G + S = 8

15

Conversion



- BP-Risk was designed to have a system boundary of a train
- derailment detection is implemented as a technical wayside device
- assume only the wayside function is involved - transmission and interlocking don't play a part in fulfilling this function).
- resulting THR must be converted for wayside devices.

16

Conversion

track standard	degree of speed (km/h)	degree of capacity (trains/h)	conversion [u] (train/km)
high speed line	135	5.0	0.037
long distance passenger traffic	108	4.0	0.036
long distance passenger traffic	93	3.0	0.033
short distance passenger traffic	90	2.0	0.023
short distance passenger traffic	60	1.3	0.022
freight traffic	18	0.4	0.023

- short distance passenger traffic standard with average speed of 90 km/h and with capacity of two trains per hour represents a mixed traffic route
- THR must be multiplied with the resulting conversion factor u
- THR = 10^{-4} / h * 0,023 = 2,3 * 10^{-6} / h per km.

17

Conversion

- THR per wayside device, another conversion needs to be carried out, that takes the wayside devices per kilometer into account.
  - If derailment detectors (DD) are placed at every signal, which have an average distance of about 2,5 km
  - OR if the detectors are placed in the distance of every junctions, which would be around 7,5 km
- resulting THRs are:
  - $2{,}3 * 10^{-6}$ / h per km * 2,5 km/DD = $5{,}75 * 10^{-6}$ / h per DD
  - $2{,}3 * 10^{-6}$ / h per km * 7,5 km/DD = $1{,}7 * 10^{-5}$ / h per DD
- resulting in SIL 1

18

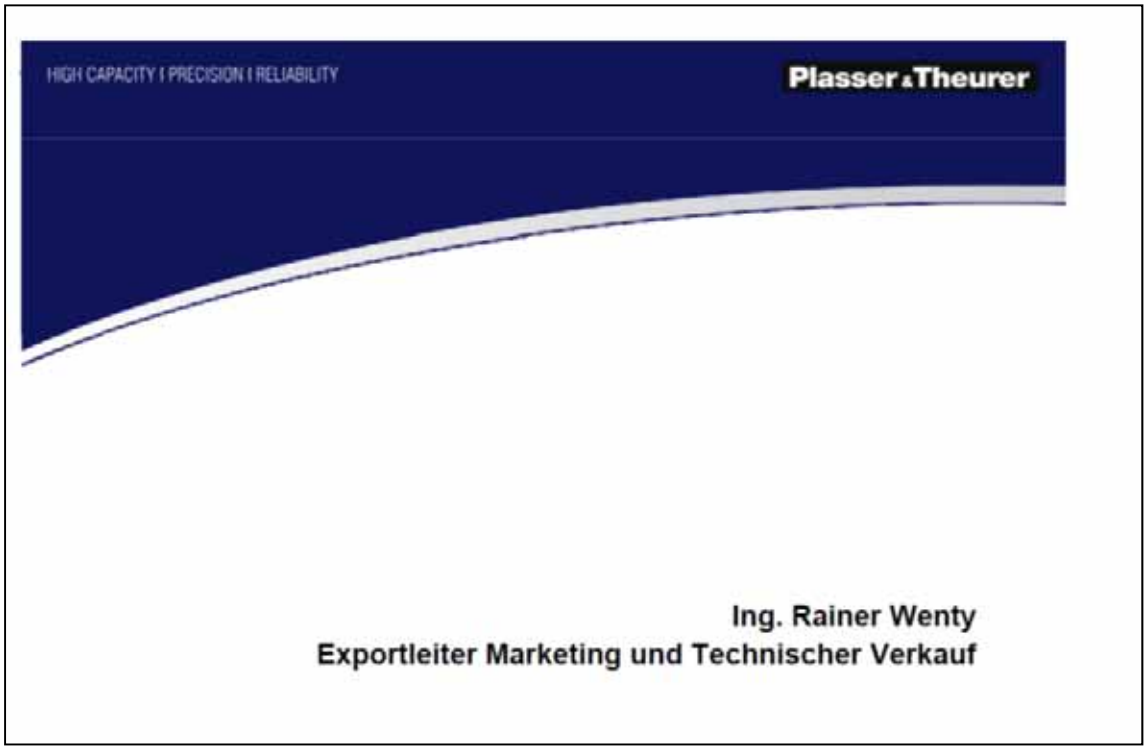
Conclusions

- Application of BP-Risk delivers a THR of around 1,0 · 10-5 / h per wayside derailment device.
- Some parameters (*T* and *A* especially) don't fit 100% for this particular hazard scenario.
- The arguments considered in the decision making process are comprehensible and allow therefore a simple modification in case of updates.
- It will be necessary to carry out an in depth analysis for certification of derailment detection systems

19

TU VIENNA
St. Pölten
Airport
Wampersdorf
Wr. Neustadt
Sopron
Gloggnitz
Fragen / Anregungen / Diskussion
Andreas Schöbel
Research Center for Railway Engineering,
Traffic Economics and Ropeways
http://www.eiba.tuwien.ac.at
Sonja-Lara Bepperling
ETH Zürich
Institute of Transport Planning and Systems
http://www.ivt.baug.ethz.ch

4.7. Vortrag Hr. Wenty (25.4.2011)



HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Funktion und Anforderung an Gleisbaumaschinen

- Plasser & Theurer
- Gleisinstandhaltung
- Beispiele von Maschinen
- Steuerungsaufgaben
  - Cockpit
  - Messen und Steuern
    - Beispiel Nivellier – und Richtsystem
  - Arbeitsfunktionen
  - Fahrfunktionen
  - Sicherheitstechnik
    - Warnanlagen
    - Gefahrenbereiche

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Plasser & Theurer
Export von Bahnbaumaschinen
Gleisinstandhaltungsmaschinen

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser & Theurer

Das Plasser & Theurer Unternehmensprofil

- Entwicklung und Produktion von Bahnbaumaschinen
- Linz/Donau: Stammwerk
- Wien: Exportzentrale
- Seit 1953: 14.521 Maschinen
- Lieferung in 105 Länder

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser & Theurer

Das Plasser & Theurer Unternehmensprofil

- Derzeit mehr als 3 000 aktive Patente
- Exportanteil der österreichischen Produktion 95%
- 3 500 Mitarbeiter in 18 Unternehmen in aller Welt

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer Unternehmen weltw

Plasser & Theurer

● Plasser & Theurer Unternehmen

mit Produktion

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Plasser & Theurer in Österreich

- **Gesamt: 1586 Mitarbeiter**
- **Stammwerk Linz**
  - **1382 Mitarbeiter**
- **Exportzentrale Wien**
  - **111 Mitarbeiter**
- **Maschinen Vermietung Purkersdorf**
  - **93 Mitarbeiter**

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Maschinelle Gleisinstandhaltung - Grundlagen

- Wie jeder Fahrweg benötigt auch der Schotteroberbau periodische Instandhaltung. Einige der wesentlichen Erhaltungsarbeiten am Gleis sind:
- Herstellung der geometrisch einwandfreien Gleislage
  - Durch die Betriebsbelastung entwickeln sich im Gleis Fehler in der Höhenlage und Ausrichtung. Es muß daher in periodischen Abständen die Lage korrigiert werden. Um wieder ein einwandfreies Nivellement herzustellen wird das Gleis um 10 bis 25 Millimeter in eine neue Lage gehoben, gleichzeitig wird die Richtung korrigiert und anschließend wird der Schotter unter den Schwellen verdichtet, um die neue Lage zu festigen.

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Maschinelle Gleisinstandhaltung - Grundlagen

- **Bettungsreinigung**
  - **Die Gleisbettung besteht aus kantigem gebrochenen Hartsteinschotter mit Korngrößen von 25 bis 65 Millimeter. Ihre Hauptfunktion ist die gleichmäßige Verteilung der Radlasten auf den Unterbau, die Sicherung der festen und unverrückbaren Lage der Schwellen und gute Wasser- und Luftdurchlässigkeit. Die richtige Kornzusammensetzung ist eine wesentliche Voraussetzung, daß das Schotterbett seine Aufgaben erfüllen kann. Es ist insbesondere darauf zu achten, daß der Feinkornanteil nicht zu groß wird. Schotterabrieb durch die Verkehrsbelastung und eindringendes Feinmaterial verunreinigen die Bettung im Laufe der Nutzungszeit. Wenn der Anteil an Feinkorn, das kleiner als 25 mm ist, die 30%-Marke überschreitet, muß die Bettung gereinigt werden, d. h. dieser Feinkornanteil wird ausgesiebt.**

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Maschinelle Gleisinstandhaltung - Grundlagen

- Gleisumbau
  - Nach einer Liegedauer von 25 bis 40 Jahren muss der Gleisrost erneuert werden.
- Gleissanierung
  - Gleise sind heute oft den Verkehrsanforderungen nicht mehr gewachsen. Oberbauverstärkung und insbesondere Verbesserungen am Unterbauplanum müssen bei laufendem Betrieb durchgeführt werden

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser&Theurer

Maschinelle Gleisinstandhaltung - Grundlagen

- Gleismessung und Analyse
  - Entscheidungsgrundlage für Instandhaltungsmaßnahmen bilden Inspektionen, Messungen der Gleislage und Analyse der gewonnen Daten, insbesondere Historie und Prognose der Gleisfehlerentwicklung
  - Gewährleistung der Sicherheit im Personenverkehr

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser&Theurer

MASCHINEN FÜR ALLE EINSATZBEDINGUNGEN

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Indien - 1,7 m Spurweite

(1676 mm)

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Einfache Holzschwellengleise

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Betonschwellengleise für Hochgeschwindigkeit

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Urbane Verkehrsbetriebe

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Bergbahnen

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Regionalverkehr

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Gemischter Verkehr

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser & Theurer

Hochgeschwindigkeitsverkehr

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser & Theurer

LEISTUNGSFÄHIGKEIT DES KLASSISCHEN GLEISES

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser&Theurer

3. April 2007, 13:13

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Funktion und Anforderung an Gleisbaumaschinen

STEUERUNGSAUFGABEN FÜR GLEISBAUMASCHINEN

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Cockpit

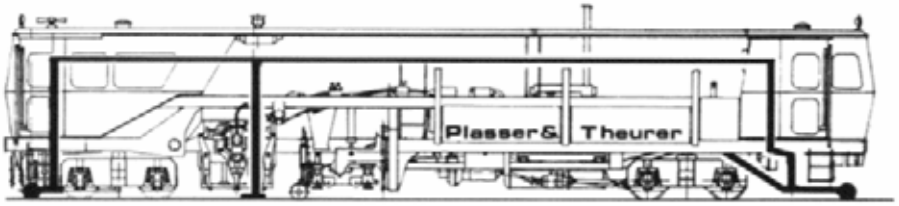
HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser & Theurer

Steuerungsaufgaben für Gleisbaumaschinen

- Messen und Steuern
- Arbeitsfunktionen
- Fahrfunktionen
- Sicherheitstechnik
  - Warnanlagen
  - Gefahrenbereiche

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY Plasser & Theurer

Messen und Steuern



HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Arbeitsfunktionen

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Fahrfunktionen

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY
Plasser & Theurer

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY
Plasser & Theurer
m Eisenbahnbau

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Sicherheitstechnik (Nachbargleis)

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

nik

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

Plasser & Theurer

Sicherheitstechnik (Überlastungsschutz)

SCHLUSSBETRACHTUNG

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY
Plasser & Theurer

Gleisqualität

HIGH CAPACITY I PRECISION I RELIABILITY

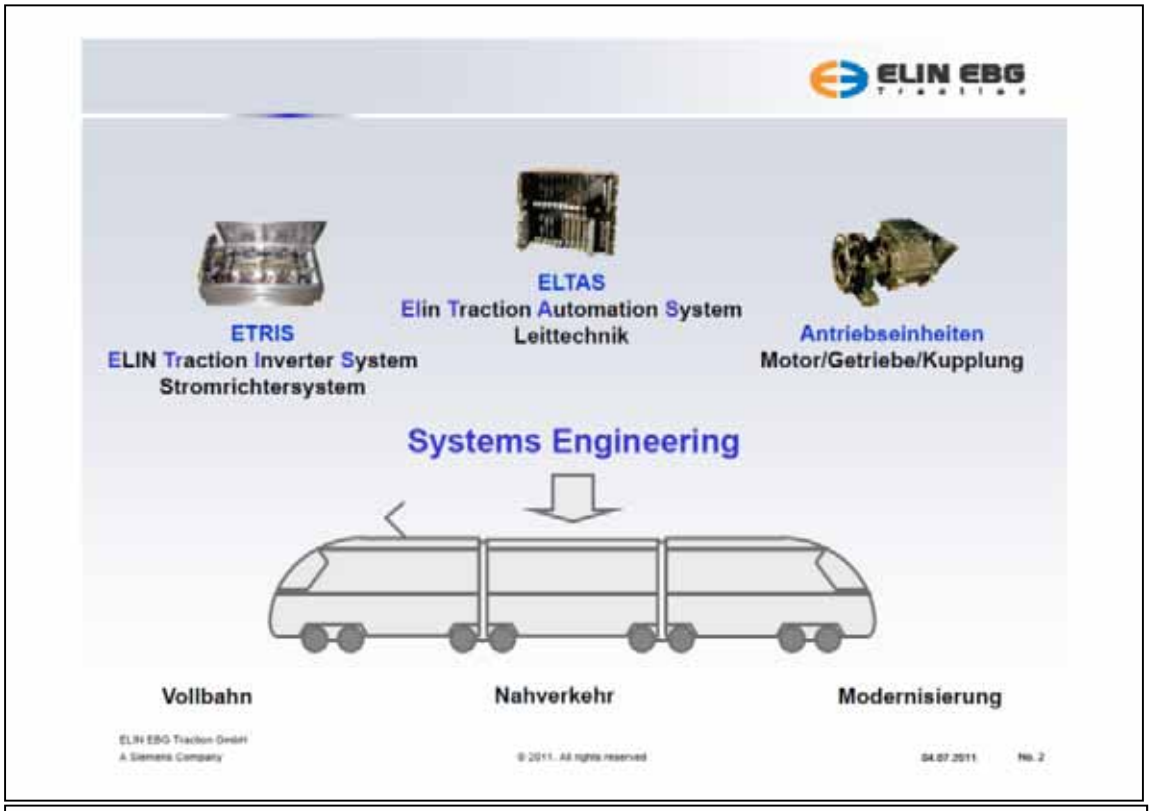
Plasser & Theurer

Kostenoptimierung in der Gleisinstandhaltung

- Arbeitsqualität
- Arbeitsgeschwindigkeit
- Zuverlässigkeit
- Integration von Arbeitsgängen
- Zeitgerechte Maßnahmen
- Verfügbarkeit des Fahrwegs

Ing. Rainer Wenty
c/o Plasser & Theurer
Johannesgasse 3, A-1010 Wien
+43 (1) 51572145
rainer.wenty@plassertheurer.com

4.8. Vortrag Hr. Prostrednik (25.4.2011)



Regionaler Verkehr
ELIN EBG Traction
BR 644
BR 4023 / 4024
OME
BM 93
Integral
BR 4090
ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company
© 2011. All rights reserved
04.07.2011
No. 3

Nahverkehr / Straßenbahnen
ELIN EBG Traction
Portland/Tacoma
Sevilla
Cityrunner Linz/Lodz
Tram Rom
Phoenix
ULF Wien
Seattle
Seattle
Seattle
ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company
© 2011. All rights reserved
04.07.2011
No. 4

U-Bahnen / LRVs

ELIN EBG Traction

© 2011. All rights reserved

Ausfallwahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion

ELIN EBG Traction

Vorrichtungen zur Risikoreduzierung, die nach SIL klassifiziert werden

Erfüllung der Ausfallswahrscheinlichkeit von relevanten Sicherheitsfunktion je nach SIL Stufe nach Tabelle (EN50129)

Tolerable Hazard Rate THR per hour and per function	Safety Integrity Level
$10^{-9} <= THR < 10^{-8}$	4
$10^{-8} <= THR < 10^{-7}$	3
$10^{-7} <= THR < 10^{-6}$	2
$10^{-6} <= THR < 10^{-5}$	1

$$PFD\,(PFH) = f(\beta, \lambda, T_i, MTTR)$$

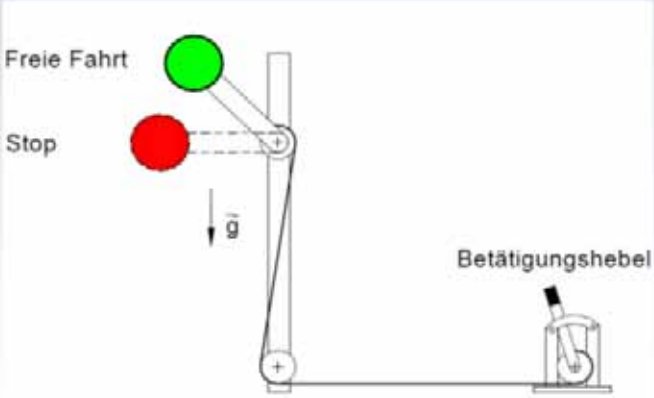
Bei Anwendung dieses Verfahrens zeigen sich einige Probleme

© 2011. All rights reserved

Ausfallwahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion

ELIN EBG Traction

Begriff: Sicherer Zustand (Nutzung einer „zuverlässigeren Kraft")



© 2011. All rights reserved

Ausfallwahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion

ELIN EBG Traction

Ausfallskategorie einer Vorrichtung zur Risikoreduktion

© 2011. All rights reserved

▪1. Problemkreis – Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit einer Komponente

▪IEC 61508 operiert mit dem Begriff **Fehlermodell** bzw. deterministisches Verhalten bei Ausfall, führt aber selbst keine Angaben zum Ausfallverhalten einzelner Komponenten an.

▪Zufallsausfälle – Bauteilausfälle (obwohl typgemäß dimensioniert) durch verschiedenartige lokale und unerwartete Überbelastungen

- Fertigungsbedingt
- Durch sukzessive Verfallserscheinungen (z.B. Diffusionsprozesse)

▪Neben „inneren" Ursachen auch „äußere" möglich (ionisierende Strahlung)

▪Häufig wirken beim konkreten Ausfall mehrere – „innere" und/oder „äußere" – Einflussfaktoren zusammen (komplexe Mechanismen)

▪Exakte Modellierung der Ereignisse (für eine möglichst exakte Prognose ihres Auftretens) ist kaum möglich und keineswegs sinnvoll.

© 2011. All rights reserved

▪Praktische Berechnungs-Grundlage für eine Ausfallratenprognose

$$\lambda = \lambda_{ref} \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d \ldots \quad (2)$$

λ_{ref} Ausfallrate bei Referenzbedingungen
a Faktor für Spannungsabhängigkeit
b Faktor für Stromabhängigkeit
c Faktor für Temperaturabhängigkeit (Umgebungstemperatur)
d Faktor für Abhängigkeit von Verschmutzung durch Staub
..... Weitere Faktoren (mechanische (z.B. Rütteln) oder chemische Einflüsse, Strahlung usw.)

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit einer Komponente

ELIN EBG Traction

$$\lambda = \lambda_{ref} \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d \ldots$$

- Im Umgang mit diesem Ansatz ergeben sich folgende Probleme und Unsicherheiten:

1) Die Einflussgrößen (Spannung, Temperatur, etc.) sind i.a. durchwegs zeitlich variabel, der entsprechende Einflussfaktor (a, b, …) ist vom Ansatz her aber als konstante Größe gemeint. Es ist somit unumgänglich, mit geeigneten repräsentativen (Mittel-)Werten der Einflussgrößen zu operieren.

2) Nicht allen dieser Einflussfaktoren wird im Zug einer Berechnung ein mit der Einflussgröße stetig veränderlicher Wert zugewiesen, wie es etwa beim Temperatureinfluss ist.

3)Manche Einflussfaktoren sind nur stufig veränderbar, beispielsweise jene für verschärfte Umweltbedingungen (insbesondere Rütteln, Staub)

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company
© 2011. All rights reserved
04.07.2011 No. 11

Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit einer Komponente

ELIN EBG Traction

Die berechneten Werte gelten unter folgenden Voraussetzungen

SNA: Ortsfester Betrieb in gepflegten Räumen Gb Ground Benign — ENIEC 61709 (SN 29500)

Ausfallraten der einzelnen Positionen der Q-Stückliste

Anzahl	Typ / Code	Bac+Tec	Tj / Tb °C	AR ref fit	Pit	Pis	AR fit	
1	IN4007	2210 8002	65	1	152		152	Pitm=1,4*Pism=0,42*Pigm=0

Die berechneten Werte gelten unter folgenden Voraussetzungen

MIL: Ortsfester Betrieb in gepflegten Räumen Gb Ground Benign — MIL-HDBK-217F

Ausfallraten der einzelnen Positionen der Q-Stückliste

Anzahl	Typ / Code	Bac+Tec	MIL-Bac	Tj / Tb °C	AR / C1 fit	C2 / Cl fit	Pit / Pig	Pis / Piv	Qk	Pq	AR fit
1	IN4007	2210 8002	2DOLFS	65	1 c	3091 f	3,41 f	0,42 a	Plastic		11,475

Die berechneten Werte gelten unter folgenden Voraussetzungen

SNA: Betrieb in Kraftfahrzeugen Kfz — ENIEC 61709 (SN 29500)

Ausfallraten der einzelnen Positionen der Q-Stückliste

Anzahl	Typ / Code	Bac+Tec	Tj / Tb °C	AR ref fit	Pit	Pis	AR fit	
1	IN4007	2210 8002	65	1	152		152	Pitm=1,4*Pism=0,42*Pigm=0

Die berechneten Werte gelten unter folgenden Voraussetzungen

MIL: Betrieb auf Landfahrzeugen Gm Ground Mobile — MIL-HDBK-217F

Ausfallraten der einzelnen Positionen der Q-Stückliste

Anzahl	Typ / Code	Bac+Tec	MIL-Bac	Tj / Tb °C	AR / C1 fit	C2 / Cl fit	Pit / Pig	Pis / Piv	Qk	Pq	AR fit
1	IN4007	2210 8002	2DOLFS	65	1 c	3091 f	3,41 f	0,42 a	Plastic	0	103,282

A Siemens Company
© 2011. All rights reserved
04.07.2011 No. 12

Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit einer Komponente

ELIN EBG Traction

EXAR 9.0 Ausfallraten-Prognose 25.09.2008

VERGLEICH DIODE Lnr: D209

Tu: 50°C mittlere Bauelemente-Umgebungstemperatur

2F: Dauerbetrieb, Beanspruchung 8760 h pro Jahr

1fit = 1 Ausfall pro 10^9 Bauelemente-Stunden

Zusammenfassung: Ausfallrate (fit) einer Diode

		ortsfest	Kfz
	SN 29500	1,52	1,52
	MIL-HDBK-217F	11,48	103,28

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente

ELIN EBG Traction

▪2. Problemkreis – Bestimmung der Ausfallart einer Komponente

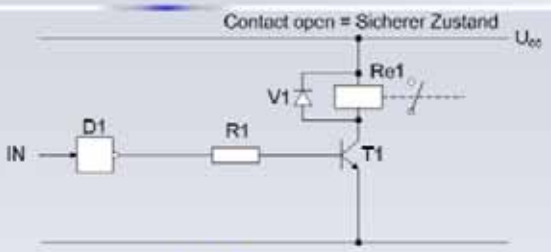
Zur Berechnung der Ausfallswahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion müssen (meistens mittels FMEA) die Ausfallswahrscheinlichkeitswerte für folgende Ausfallskategorien bestimmt werden:

- λ_{dd} Erkennbare sicherheitskritische Ausfälle (Fehler die durch Diagnose abgedeckt sind)
- λ_{du} Nicht erkennbare sicherheitskritische Ausfälle (Fehler die durch Diagnose **nicht** abgedeckt sind)
- λ_{sd} Erkennbare nicht sicherheitskritische Ausfälle (Fehler die durch Diagnose abgedeckt sind)
- λ_{su} Nicht erkennbare nicht sicherheitskritische Ausfälle (Fehler die durch Diagnose **nicht** abgedeckt sind)

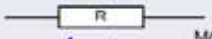
© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente

ELIN EBG Traction



$\lambda = 1$ fit



Mögliche Ausfallarten	Häufigkeit (Gewichtung)	Safety Auswirkung (Ausfallkategorie)
Kurzschluss	-> 0%	$\lambda_{du} = 0$
Unterbrechung	90%	$\lambda_{su} = 0,9$
Drift	10%	$\lambda_{du} = 0,1$

Normativ geregelt:
EN 50129; MIL HDBK 338B; IEC TR 62380

Beurteilung durch Safety engineer

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente

ELIN EBG Traction

Nr.		Bezeichnung	Fehler/Ausfall Sicherheitsfunktion	Fehlerauswirkung	Ausfallart Rate [FIT]				Fehlererkennung	Fehlerbehebung	Maßnahme wenn notwendig (Selbsttest HW_SW)	Bemerkung
					+d	+u	-dd	-du				
1	1	R1	Kurzschluss x 0	Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				0	Keine	Keine		
	2		Unterbrechung x 0.9	Re1 – Kontakt kann nicht zuverlässig geschlossen werden		0.27			Keine	Nicht notwendig weil CO = sicher		
	3		Drift x 0.1	Re1 – (ab R< kritisch) Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				0.03	Keine	Keine		
2	1	R2	Kurzschluss x 0	D1=L keine Auswirkung D1=H folgt Zerstörung von T1 oder D1 und dann Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				0	Keine	Keine		
	2		Unterbrechung x 0.9	Re1 – Kontakt im undefinierten Zustand				0.27	Keine	Keine		
	3		Drift x 0.1	Eventuell wie bei Kurzschluss Zerstörung von T1 oder D1 und dann Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				0.03	Keine	Keine		

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61508-7

Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité –
Partie 7:
Présentation de techniques et mesures

Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems –
Part 7:
Overview of techniques and measures

IEC

IEC 61508

Problematik der Ausfallarten wird nicht behandelt (weder die Definition der Ausfallarten noch deren Gewichtung).

Der Entwickler steht vor dem Problem welche normative Basis zur Sicherheits-Bewertung er nehmen soll.

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

DIN
VDE

EN 50129

führt detailliert die Ausfallarten (z.B. für Widerstände fünf Ausfallarten) an

die Gewichtung ist nicht normiert und somit der Willkür eines safety Engineer überlassen.

Tabelle C.1 – Widerstände

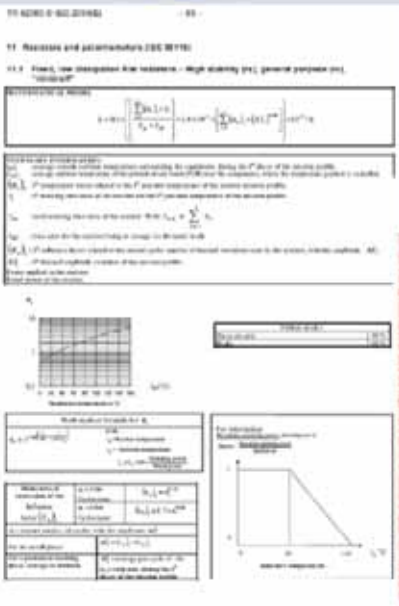
(a) **Alle Arten von Fest- und einstellbaren Widerständen (außer Vierpolwiderstand)**

Unterbrechung	
Kurzschluss	(*) Anmerkung 10
Vergrößerung des Widerstandswertes	
Verkleinerung des Widerstandswertes	(*) Anmerkung 10
Kurzschluss zum Gehäuse	

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction



IEC TR 62380

Diese Norm hat einen ausführlichen theoretischen Schwerpunkt.

Neben den Referenzwerten der Ausfallswahrscheinlichkeit werden mathematische Modelle für einige Belastungen angegeben, so wie einzelne Ausfallsarten und deren Gewichtung.

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company

© 2011. All rights reserved

04.07.2011 No. 19

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

MIL-HDBK-338B

führt einzelne Ausfallarten und deren Gewichtung an

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company

© 2011. All rights reserved

04.07.2011 No. 20

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Tabelle 3.5 Relative Häufigkeit der Ausfallarten elektronischer Bauteile (Richtwerte)

Bauteil		K	U	D	F
Digitale bipolare ICs		30%	30%	10%	30%
Digitale MOS-ICs		20%	10%	30%	40%
Lineare ICs		30%	10%	10%	50%*
Bipolare Transistoren		70%	20%	10%	—
Feldeffekt-Transistoren (FET)		80%	10%	10%	—
Dioden	Mehrweck	70%	30%	—	—
	Zener	60%	30%	10%	—
	HF	80%	20%	—	—
Thyristoren		20%	20%	60%	—
Optoelektronische Bauteile		10%	50%	40%	—
Feste Widerstände		≈ 0	90%	10%	—
Veränderbare Widerstände		≈ 0	60%	20%	20%Δ
Kondensatoren	Folien	80%	10%	10%	—
	Met. Folien	40%	60%	—	—
	Keramik	50%	40%	10%	—
	Ta (trocken)	60%	20%	20%	—
	Al (nass)	20%	10%	70%	—
Spulen		10%	30%	—	60%*
Relais		15%	15%	—	70%
Schwingquarze		—	60%	20%	—

D = Drift; F = Funktionsfehler; K = Kurzschluß; U = Unterbrechung;
*Isolation; *Überlastung; ΔVorschlag

Quelle: Birolini, Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme (Springer Verlag ISBN 3-540-54067-9)

Prof. Birolini führt in seinem Buch: **Qualität und Zuverlässigkeit technischer Systeme**

Aufteilung der einzelnen Ausfallsarten und deren Gewichtung an.

Es ist eine sehr praxisorientierte Aufteilung und daher wird sie auch oft angewendet.

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Verfahren	Ausfallart	Gewichtung	Ausfallswahrscheinlichkeit
IEC 61508	EN 50129	k.A.	SN 29500
	MIL-HDBK-339B	ja	
EN 50126, 8, 9	IEC TR 62380	ja	MIL-HDBK-217F
	Birolini	ja	
			IEC TR 62380

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Verfahren	Ausfallart	Gewichtung	Ausfallswahrscheinlichkeit
IEC 61508	EN 50129	k.A.	SN 29500
	MIL-HDBK-339B	ja	
EN 50126, 8, 9	IEC TR 62380	ja	MIL-HDBK-217F
	Birolini	ja	
			IEC TR 62380

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Verfahren	Ausfallart	Gewichtung	Ausfallswahrscheinlichkeit
IEC 61508	EN 50129	k.A.	SN 29500
	MIL-HDBK-339B	ja	
EN 50126, 8, 9	IEC TR 62380	ja	MIL-HDBK-217F
	Birolini	ja	
			IEC TR 62380

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Verfahren	Ausfallart	Gewichtung	Ausfallswahrscheinlichkeit
IEC 61508	EN 50129	k.A.	SN 29500
	MIL-HDBK-339B	ja	
EN 50126, 8, 9	IEC TR 62380	ja	MIL-HDBK-217F
	Birolini	ja	
			IEC TR 62380

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company

© 2011. All rights reserved

04.07.2011 No. 25

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Verfahren	Ausfallart	Gewichtung	Ausfallswahrscheinlichkeit
IEC 61508	EN 50129	k.A.	SN 29500
	MIL-HDBK-339B	ja	
EN 50126, 8, 9	IEC TR 62380	ja	MIL-HDBK-217F
	Birolini	ja	
			IEC TR 62380

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company

© 2011. All rights reserved

04.07.2011 No. 26

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Verfahren	Ausfallart	Gewichtung	Ausfallswahrscheinlichkeit
IEC 61508	EN 50129	k.A.	SN 29500
	MIL-HDBK-339B	ja	
EN 50126, 8, 9	IEC TR 62380	ja	MIL-HDBK-217F
	Birolini	ja	
			IEC TR 62380

© 2011. All rights reserved

Bestimmung der Ausfallart einer Komponente - Normenlage

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung der Normenlage

Beispiel

V1

EN50129	Fehlerart Gewichtung	IEC 61508	Fehlerart Gewichtung	MIL-HDBK-339B	Fehlerart Gewichtung	IEC TR 62380	Fehlerart Gewichtung	Birolini	Fehlerart Gewichtung
Unterbrechung	k.A.			Unterbrechung	36	Unterbrechung	20	Unterbrechung	30
Kurzschluss	k.A.			Kurzschluss	48	Kurzschluss	30	Kurzschluss	70
Vergrößerung des Sperrstroms	k.A.			Drift	16				
Verkleinerung der Durchlasschspannung	k.A.								
Vergrößerung der Durchlassspannung	k.A.								
Verkleinerung der Durchlassspannung	k.A.								
Vergrößerung der Schwellenspannung	k.A.								
Verkleinerung der Schwellenspannung	k.A.								
Kurzschluss zum Gehäuse	k.A.	k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	

© 2011. All rights reserved

Beispiel

ELIN EBG Traction

Nr.		Bauelement	Fehler/Ausfall Sicherheitsfunktion	Fehlerauswirkung	Ausfallart Rate [fit]				Fehlerwahrnehmung	Fehlerbeherrschung	Maßnahme wenn notwendig (Selbsttest HW, SW)	Bemerkung
					kd	ku	dd	du				
5	1	V1 9 100	Kurzschluss (eventuell nur temporär) x 0,49	Schlimmste Folge Dieode - Kurzschluss temporär danach Unterbrechung Kurzschluss CE von T1 Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen Annahme 10% Harmlose Folgen: Kurzschluss dauerhaft Annahme 90%		3,97 44,1		0,44 4,9	Keine	Keine		
	2		Unterbrechung x 0,36	Re1 – primär keine Auswirkung; in der Folge Kurzschluss CE von T1 Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				3,24 36	Keine	Keine		T1 kann beschädigt werden
	3		Drift x 0,15	Harmlos		1,35 15						

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company

© 2011. All rights reserved

04.07.2011 No. 29

Beispiel

ELIN EBG Traction

Nr.		Bauelement	Fehler/Ausfall Sicherheitsfunktion	Fehlerauswirkung	Ausfallart Rate [fit]				Fehlerwahrnehmung	Fehlerbeherrschung	Maßnahme wenn notwendig (Selbsttest HW, SW)	Bemerkung
					kd	ku	dd	du				
5	1	V1 1,5	Kurzschluss (eventuell nur temporär) x 0,7	danach folglich Zerstörung von T1 Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				1,2 k	Keine	Keine		5
	2		Unterbrechung x 0,3	Re1 – primär keine Auswirkung; folglich Zerstörung von T1 Re1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				0,4 k	Keine	Keine		

ELIN EBG Traction GmbH
A Siemens Company

© 2011. All rights reserved

04.07.2011 No. 30

Beispiel

ELIN EBG Traction

EN50129/Eigengewichtung/SN29500

Nr.		Bezeichnung	Fehlerhaftigkeit Sicherheitsfunktion	Fehlerauswirkung	Ausfallrate λ [h]				Fehlererkennung	Fehlerbehebung	Maßnahme wenn notwendig (Schutzziel MN 300)	Bemerkung
					λ1	λ2	λ3	λ4				
5	1 (.45)	V1 (1,52%)	Kurzschluss (eventuell nur temporär)	Schlimmste Folge Diode - Kurzschluss temporär danach Unterbrechung Kurzschluss CE von T1 Ist1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen Annahme 10% Harmlose Folgen: Kurzschluss dauerhaft Annahme 90%		0,62		0,07	Keine	Keine		
	2 (.20)		Unterbrechung	Ist1 – primär keine Auswirkung; in der Folge Kurzschluss CE von T1 Ist1 – Kontakt dauerhaft (fälschlich) geschlossen				0,3	Keine	Keine		T1 kann beschädigt werden
	3 (.05)		Vergrößerung des Sperrstroms	Relais wird schlimmstenfalls nicht korrekt geschlossen (bleibt aber somit im sicheren Zustand)		0,0			Keine	Keine		
	4 (.05)		Verkleinerung der Durchbruchsspannung	harmlos		0,0			Keine	Keine		
	5 (.05)		Vergrößerung der Durchlassspannung	harmlos		0,0			Keine	Keine		
	6 (.05)		Verkleinerung der Durchlassspannung	harmlos		0,0			Keine	Keine		
	7 (.05)		Vergrößerung der Schwellenspannung	harmlos		0,0			Keine	Keine		
	8 (.05)		Verkleinerung der Schwellenspannung	harmlos		0,0			Keine	Keine		
	9 (.05)		Kurzschluss zum Gehäuse	harmlos		0,0			Keine	Keine		

© 2011. All rights reserved

Beispiel

ELIN EBG Traction

EN50129	Fehlerart Gewichtung	IEC 61508	Fehlerart Gewichtung	MIL-HDBK-338B	Fehlerart Gewichtung	IEC TR 62380	Fehlerart Gewichtung	Bitzer	Fehlerart Gewichtung
Unterbrechung	.45	Unterbrechung	.40	Unterbrechung	.36	Unterbrechung	.20	Unterbrechung	.30
Kurzschluss	.20	Kurzschluss	.60	Kurzschluss	.49	Kurzschluss	.80	Kurzschluss	.70
Vergrößerung des Sperrstroms	.05			Drift	.15				
Verkleinerung der Durchbruchsspannung	.05								
Vergrößerung der Durchlassspannung	.05								
Verkleinerung der Durchlassspannung	.05								
Vergrößerung der Schwellenspannung	.05								
Verkleinerung der Schwellenspannung	.05								
Kurzschluss zum Gehäuse	.05								
		k.A.		k.A.		k.A.		k.A.	
SN 29500	[fit]	SN 29500	[fit]	MIL-HDBK-217F	[fit]	MIL-HDBK-217F	[fit]	SN 29500	[fit]
λ_{dd} =	0	λ_{dd} =	0	λ_{dd} =	0	λ_{dd} =	0	λ_{dd} =	0
λ_{du} =	1,16	λ_{du} =	0,7	λ_{du} =	89,1	λ_{du} =	28	λ_{du} =	0,56
λ_{sd} =	0	λ_{sd} =	0	λ_{sd} =	0	λ_{sd} =	0	λ_{sd} =	0
λ_{su} =	0,37	λ_{su} =	0,82	λ_{su} =	40,9	λ_{su} =	72	λ_{su} =	0,95

Annahme

© 2011. All rights reserved

Beispiel

ELIN EBG Traction

Beispiel -> komplette FMEAs (für zwei mögliche „Pfade")

Folgende Annahmen wurden getroffen:

Struktur 1oo2; Fehler gemeinsamer Ursache Beta=2%; Intervall der Wiederholungsprüfung T1=24h; mittlere Zeit zur Wiederherstellung MTTR=8h

- MIL-HDBK-217F / MIL-HDBK-338:
  - PFD=2,2*E-07
  - PFH=9 * E-9
- EN/IEC 61709 (SN29500) / Birolini:
  - PFD=7,9 * E-09
  - PFH=3,3 * E-10

Tolerable Hazard Rate THR per hour and per function	Safety Integrity Level
10^{-9} <= THR < 10^{-8}	4
10^{-8} <= THR < 10^{-7}	3
10^{-7} <= THR < 10^{-6}	2
10^{-6} <= THR < 10^{-5}	1

© 2011. All rights reserved

Zusammenfassung

ELIN EBG Traction

Zusammenfassung und Empfehlung für die „neue" EN 50126

- Heute zugelassener Spielraum führt zur einer beträchtlichen Ergebnisverschiebung
- Es erscheint daher sinnvoll und notwendig, in der Revision der EN 50126 ein einheitliches Verfahren festzulegen.
  - Dabei sollte als Basis der Bauteilausfallswahrscheinlichkeiten die EN/IEC 61709 (SN29500) genommen werden. (MIL-HDBK-217F durch die europäische Normung kaum beeinflussbar; MIL-fit-Angaben stimmen mit der Realität schlechter überein als die der EN/IEC 61709 (SN29500).
- Angaben über die Ausfallsart sind in der jetzigen EN50129 bereits beinhaltet, es ist zu diskutieren ob eine solch umfangreiche Breite an angegeben Ausfallarten für die Praxis sinnvoll ist und nicht reduziert werden kann. Voraussetzung für die vergleichbare Bewertung der Ausfallswahrscheinlichkeit einer berechneten Sicherheitsfunktion ist aber die zahlenmäßige Angabe der Gewichtung für einzelne Ausfallsarten um welche die „neue" EN50126 ergänzt werden muss.

© 2011. All rights reserved

4.9. Vortrag Hr. Schmidtke (25.4.2011)

berner & mattner
optimizing your development

Inhalt

- Stand der Technik
- Aktuelle Probleme
- Motivation
- Funktionsorientierte Entwicklung
- Mehrwert

- Konsequenzen für Subsysteme und Steuergeräte

2

berner & mattner
optimizing your development

Stand der Technik

3

berner & mattner
optimizing your development

Stand der Technik (gestern)

- Schienenfahrzeuge werden auf der Basis definierter und bewährter Komponenten von Fachgruppen konstruiert
- Die Schnittstellen zwischen einzelnen Komponenten sind relativ einfach (Funktion durch eine Komponente realisiert)
- Die Zulassung der Lokomotive erfolgt auf der Basis einzelner Fach-Gutachten (z.B. Bremse, Fahrtechnik, Software…)

4

berner & mattner
optimizing your development

Stand der Technik (heute)

- Durch die Vernetzung softwarebasierter Systeme werden die Schnittstellen zwischen einzelnen Komponenten zunehmend komplexer:
  - Funktion über mehrere Komponenten verteilt realisiert
  - einzelne Komponente erfüllt mehrere Funktionen
- Die Zulassung der Lokomotive erfolgt auf der Basis
  - einzelner Fach-Gutachten (z.B. Bremse, Fahrtechnik, Software…)
  - zusätzlicher Dokumente und Gutachten, die die Sicherheit bestimmter (Teil-) Funktionen belegen sollen

5

berner & mattner
optimizing your development

Aktuelle Probleme (1)

Die nationalen Zulassungsbehörden (EBA, EPSV, IVW, …) fordern einen Nachweis der Sicherheit auf funktionaler Basis.

- EBA:
  - VV IBG fordert über das ‚Fahrzeugdossier' eine Betrachtung sämtlicher Sicherheitsfunktionen des Fahrzeugs
  - SIRF / TeSiP: Definition von Sicherheitsanforderungen für Funktionen und Festlegung der Nachweismethode
- EPSF quantifiziert Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanforderungen an Funktionen in den ‚SAM'-Richtlinien
- IVW: die Fahrzeugzulassung in NL beruht auf einer funktionalen Gefährdungsanalyse, die resultierenden Anforderungen sind über Safety-Cases nachzuweisen.

6

berner & mattner
optimizing your development

Aktuelle Probleme (2)

Aktuelle europäischen Regelwerke und Gesetze fordern einen Nachweis der Sicherheit auf funktionaler Basis.

- TSI LOC&PAS: Im Kapitel Sicherheit werden übergeordnete Anforderungen an Sicherheitsfunktionen definiert
  - (z.B. eine unentdeckte Bremswegverlängerung um 5% bei einer Gefahrenbremse ist nicht zulässig)
- EN50129: Die Norm ist strenger als die derzeitige Auslegung
  - (Kapitel 5.4; Nachweis fkt. Sicherheit)

7

berner & mattner
optimizing your development

Motivation

8

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (1)

Im Mittelpunkt der funktionalen Sicherheit stehen Funktionen (EN 61508-1) :

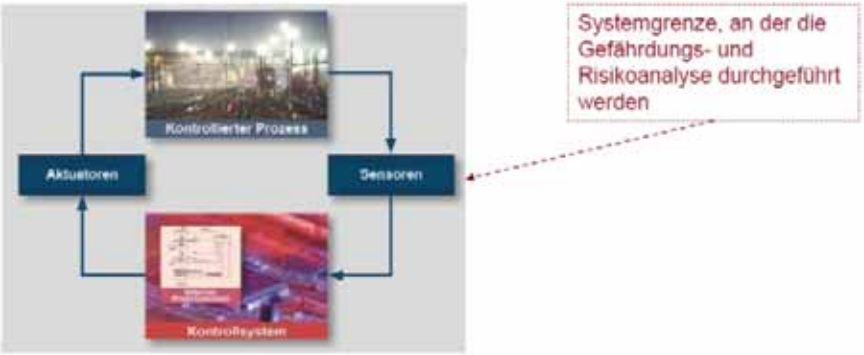
- Das Ergebnis der Gefährdungs- und Risikoanalyse sind Anforderungen an Funktionen zur Erreichung und Erhaltung der Sicherheit
- Die Spezifikation der Sicherheitsanforderungen beschreibt:
  - Sicherheitsfunktionen und deren Sicherheitsziele
  - Sichereren Zustand, den die Sicherheitsfunktion erreicht muss

9

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (2)

Sicherheitsanalyse des Gesamtsystems ohne Unterteilung in Mechanik/Elektronik/Software

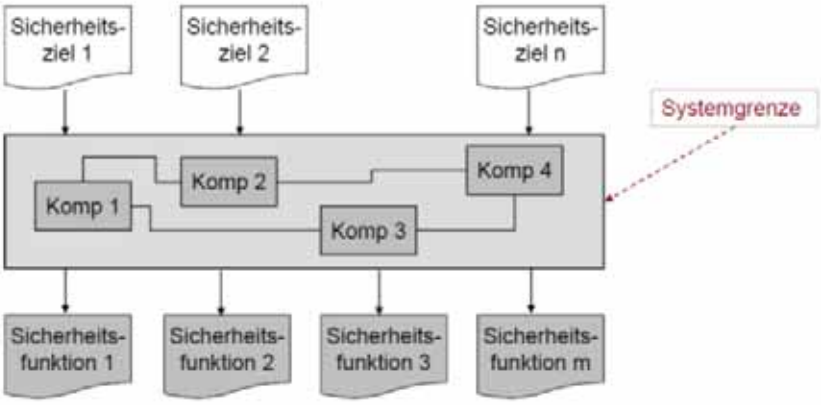


10

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (3)

Systemfunktionen des Gesamtsystems statt Komponenten

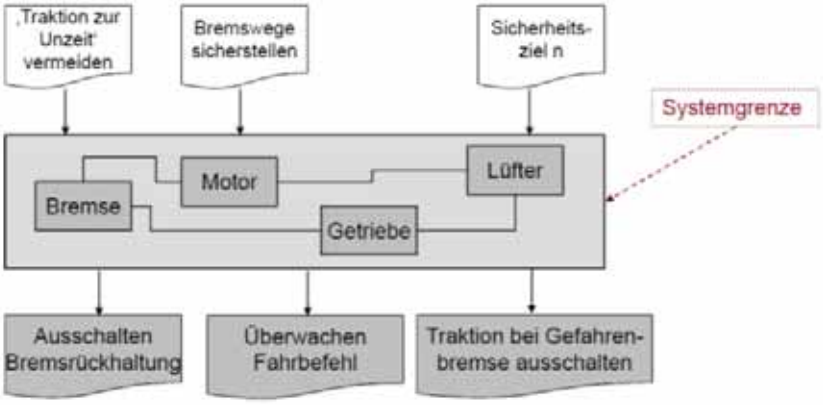


11

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (4)

Systemfunktionen des Gesamtsystems statt Komponenten

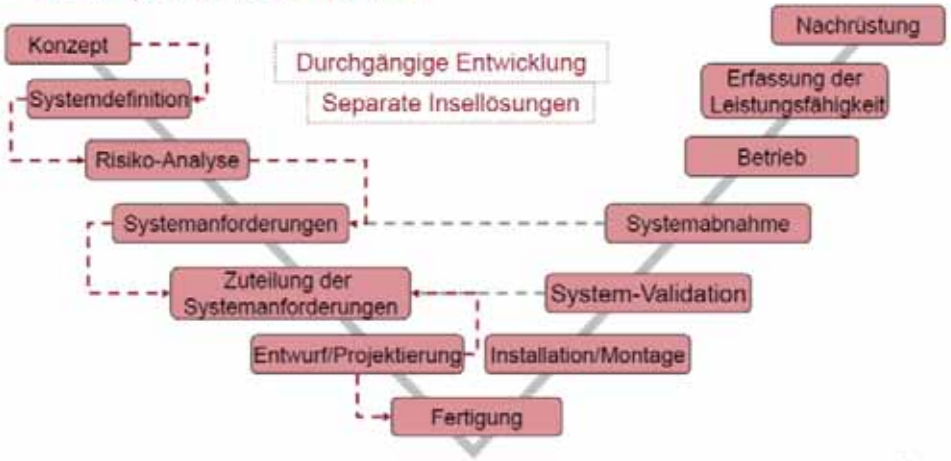


12

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (5)

Prozessphasen nach EN 50129



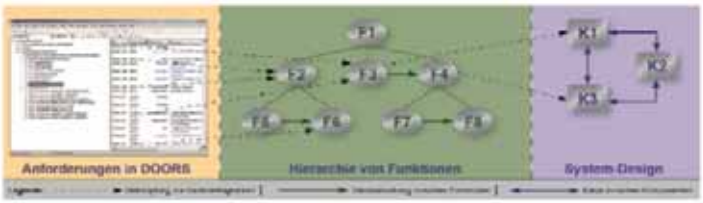
13

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (6)

Durchgängige Entwicklung :

- Artefakte jeder Entwicklungsphase müssen mit den Artefakten der nachfolgenden Phase eindeutig verknüpft werden
- Aus Modellen muss ersichtlich sein, welche (Sicherheits-) Anforderungen/Funktionen durch welche SW-Komponenten, elektrische und mechanische Elemente realisiert werden.



14

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (7)

Nachvollziehbare Entwicklung:

- Ein Gutachter muss sofort erkennen können, wo im Modell die ihn interessierenden Funktionen zu finden sind
- Die Trennung der sicherheitsrelevanten von den nicht-sicherheitsrelevanten Fahrzeugfunktionen muss eindeutig und nachvollziehbar sein.

15

berner & mattner
optimizing your development

Motivation (8)

Nachweis der Rückwirkungsfreiheit:

- Änderungsverfolgung: Ändert sich eine oder mehrere Anforderungen, muss die Auswirkung dieser Änderung lokalisiert werden, um die erneute komplette Sicherheitsanalyse des Gesamtsystems zu vermeiden
- Änderungsrückverfolgung: Ändert sich ein Teil der Realisierung (z.B. neue Software oder Elektronik), müssen die betroffenen Funktionen lokalisiert werden, um die erneute komplette Sicherheitsanalyse des Gesamtsystems zu vermeiden

16

berner & mattner
optimizing your development

Funktionsorientierte Entwicklung

17

berner & mattner
optimizing your development

Funktionale Sicht (Phase 4 nach EN 50129)

- Funktionale Spezifikation ist eine Menge von Funktionen (Diensten), die das System seiner Umgebung zur Verfügung stellt
- In der Domäne reaktiver Systeme ist eine Funktion ein zeitlicher Ablauf von Ein- und Ausgabeereignissen
- Funktionen werden aus der Sicht der Systemumgebung beschrieben (vgl. Anforderungen an Gefährdungs- und Risikoanalyse)
- Adressierte Fragenstellungen:
  - Validierung: Erfüllen die Funktionen die Anforderungen?
  - Konsistenzprüfung: gibt es Widersprüche in Anforderungen?
  - Alle Wechselwirkungen zwischen Funktionen berücksichtigt?

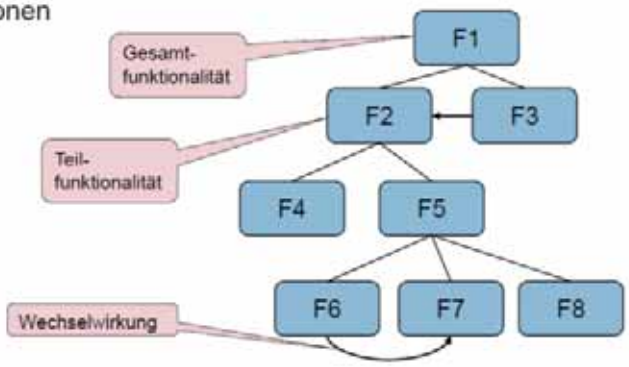
18

berner & mattner
optimizing your development

Spezifikation als Funktionshierarchie

Funktionshierarchie besteht aus

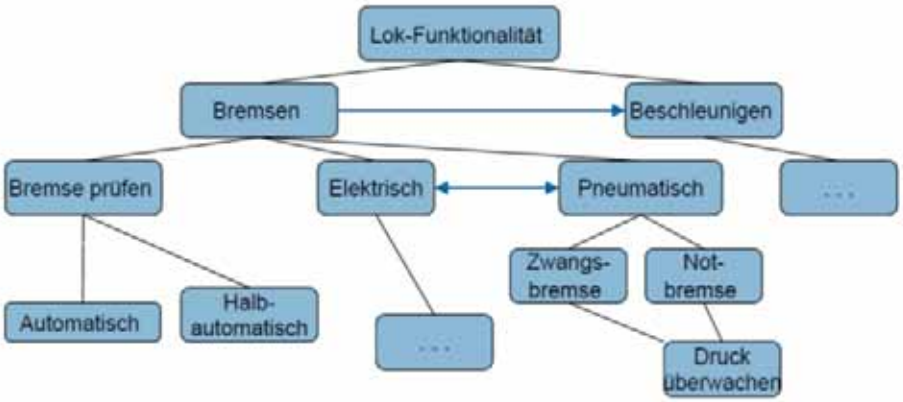
- Atomaren Funktionen
- Kombinierten Funktionen
- Wechselwirkungen



19

berner & mattner
optimizing your development

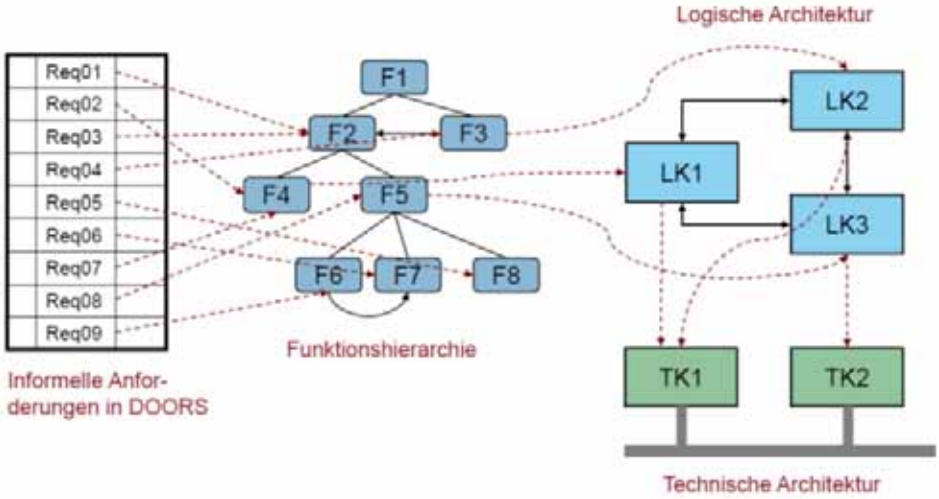
Funktionshierarchie: Beispiel



20

berner & mattner
optimizing your development

Entwicklungsschritte / Traceability-Links



21

berner & mattner
optimizing your development

Mehrwert

22

berner & mattner
optimizing your development

Mehrwert der funktionalen Spezifikation

- Mehr Aufwand in Spezifikation:
  - Weniger Aufwand in der Entwicklung
  - Termingerechte und handhabbare Entwicklung
  - Kostensparen: Fehler in Anforderungen sind die kostspieligsten
- Handhabbar wegen Abstraktion von allen technischen Details
- Basis für nachfolgende Aktivitäten: Tests, Sicherheitsanalysen, etc.
- Vertrag zwischen Auftraggeber und Hersteller
- Basis für den Übergang von informellen Anforderungen zum Design
- Überblick über Fragenstellungen:
  - Welche Funktionen bietet das Gesamtsystem an?
  - Welche Funktionen beeinflussen sich gegenseitig und auf welche Weise?

23

berner & mattner
optimizing your development

Mehrwert der Durchgängigkeit

- Systemfunktionen sind in allen Entwicklungsphasen eindeutig identifizierbar
- Ein Gutachter erkennt sofort, wo im Modell die ihn interessierenden Funktionen zu finden sind
- Änderungsverfolgung: Ändern sich Anforderungen an eine Funktion, kann die Auswirkung dieser Änderung lokalisiert werden. Die erneute komplette Sicherheitsanalyse des Gesamtsystems wird dadurch vermieden
- Änderungsrückverfolgung: Ändert sich ein Teil der Realisierung (z.B. eine technische Lösung wird ausgetauscht), können die betroffenen Funktionen schnell lokalisiert werden, um die erneute komplette Sicherheitsanalyse des Gesamtsystems zu vermeiden

24

berner & mattner
optimizing your development

Konsequenzen für Subsysteme (z.B. Steuergeräte)

25

berner & mattner
optimizing your development

Konsequenzen (1)

Der Fahrzeughersteller entwickelt eine Systemarchitektur, die

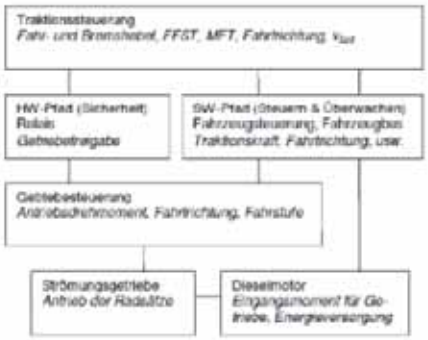
- die funktionalen Anforderungen verteilt
  - Die Summe der beteiligten Geräte muss geeignet sein, die spezifizierte Funktion zu erfüllen.
- die Sicherheitsverantwortung verteilt
  - Die Summe der beteiligten Geräte muss geeignet sein, die ermittelte Sicherheitsverantwortung zu tragen.

26

berner & mattner
optimizing your development

Konsequenzen (2)

Beispiel Einschalten der Traktion



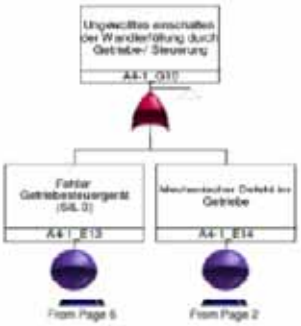
Die THR für das Einschalten der Traktion zur Unzeit liegt bei 10^{-7} (SIL3)

27

berner & mattner
optimizing your development

Konsequenzen (3)

Beispiel: Einschalten der Traktion durch Fehler im Antriebssteuergerät



Das Antriebssteuergerät trägt die volle Sicherheitsverantwortung und muss diese nachweisbar tragen können.

28

berner & mattner
optimizing your development

Konsequenzen (4)

- Nachweis der Eignung z.B. mit den Methoden der IEC 61508.

SFF	Safe Failure Fraction	> 99%
$PFH_{dangerous}$	Ausfallrate der Sicherheitsfunktion	< 100FIT
DC_d	Anteil der gefährlichen Fehler, die diagnostiziert werden.	> 99%

- Die Anforderungen gelten für HW und SW bzw. FW & Tools

29

berner & mattner
optimizing your development

Konsequenzen (5)

- Fazit
  - Die aktuellen Zulassungsanforderungen an Schienenfahrzeuge haben einen unmittelbaren Einfluß auf die Steuerungssysteme.
  - Die Eignung für sicherheitsgerichtete Funktionen ist auf Fahrzeug- aber auch auf Subsystemebene nachzuweisen.

30

4.10. Vortrag Hr. Ramsner (25.4.2011)

iFE Institut für Eisenbahnsysteme

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Knorr-Bremse Group

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Agenda

Inhalte der Präsentation

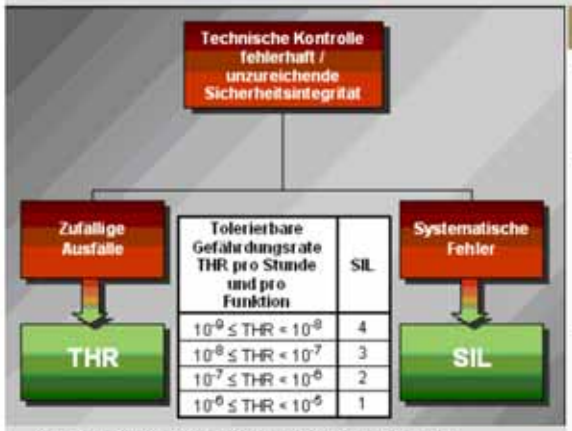
- Spektrum der Sicherheitsanforderungen
  - Mit Beispielen zu den Quantitativen und Qualitativen Sicherheitszielen
  - Vergleich zu Sicherheitsanforderungen anderer Bahnsysteme bzw. Luftfahrt
- Ursachen
  - Risikoakzeptanzkriterien
  - Methoden
  - Aufgliederung von Sicherheitsanforderungen der Fahrzeugfunktionen/ -systeme
  - Datenerfassung / Betriebserfahrung
- Entstehende Problemstellungen
  - Kosten und Termine
  - Fehlende Standardisierung und Einfluss auf die Zuverlässigkeit
- Perspektiven

Knorr-Bremse Group

Hier Dateiname eintragen | 2

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Spektrum der Sicherheitsanforderungen



Tolerierbare Gefährdungsrate THR pro Stunde und pro Funktion	SIL
$10^{-9} \leq THR < 10^{-8}$	4
$10^{-8} \leq THR < 10^{-7}$	3
$10^{-7} \leq THR < 10^{-6}$	2
$10^{-6} \leq THR < 10^{-5}$	1

Nach EN 50129 vorgegebene Entsprechung von THR und SIL aus [1]

CENELEC Normen

- Sicherheit ist durch Maßnahmen zur Vermeidung systematischer Fehler als auch zur Beherrschung zufälliger Ausfälle zu erreichen
- Zufällige Ausfälle
  - sind quantifizierbar
  - das Maß hierfür ist die Rate des Funktions-/Komponentenversagens.
  - die Einheit ist "pro Stunde" und wird als Hazard Rate (HR) bezeichnet
- Systematische Fehler
  - Fehler in der Spezifikation, im Entwurf, in der Fertigung oder in der Installation eines Systems
  - Maßnahmen gegen diese Fehler können nur qualitativ eingestuft werden.
  - Der Bewertungsmaßstab hierfür ist der Safety Integrity Level (SIL).

Knorr-Bremse Group

Hier Dateiname eintragen | 3

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Spektrum der Sicherheitsanforderungen

Quantitative Sicherheitsziele

Quantitative	Top Event Title	Requirement
Quant_1	Opening of a door or doors with the train running	10-9/h per Train
Quant_2	Departure of a train with one or several doors opened or closed but not locked.	10-9/h per Train

Folgende Fragen stellen sich dabei:

- Wie sind diese Werte ermittelt?
- Abgeschätzter Wert oder belastbarer Erfahrungswert?
- Ist es zulässig, das Sicherheitsziel, was auf den Zug definiert wird, herunterzubrechen auf einen Einstieg?
- Damit verändert sich das definierte Sicherheitsziel mit der Zugkonfiguration, obwohl doch eigentlich das individuelle Risiko vom Systemnutzer unverändert bleibt?

Knorr-Bremse Group | Hier Datenquelle eintragen | 4

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Spektrum der Sicherheitsanforderungen

Qualitative Sicherheitsziele

Quantitative	Top Event Title	Requirement
Qualit_1	Provide access and loading Slip, trip or fall of passengers coming in/out the train	SIL 2
Qualit_2	Protect against fire Fire ignition due to water infiltration	SIL 2

Folgende Fragen stellen sich dabei:

- Wie sind diese Werte ermittelt?
- Abgeschätzter Wert oder belastbarer Erfahrungswert?
- Wie ist der Nachweis der Forderung zu erbringen?
- Ist ein Verweis auf Beschreibungen und Einbauzeichnungen ausreichend?

Knorr-Bremse Group | Hier Datenquelle eintragen | 5

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Spektrum der Sicherheitsanforderungen

Vergleich zu Sicherheitsanforderungen anderer Bahnsysteme

Quantitative	Top Event Title	Requirement
Quant_1	Weiche unerkannt nicht in Endlage	10-10/h
Quant_2	Vollständiger Verlust des Bremsvermögens	10-9/h

Vergleich zu Sicherheitsanforderungen in der Luftfahrt

- In der Avionik werden jeweils eine Fehlerwahrscheinlichkeit je Flugstunde bestimmt. Es sind normativ Grenzwerte festgelegt (SAE-ARP 4761):
  - Alle Fehlerzustände, die einen weiterhin sicheren Flug oder eine Landung verhindern, erhalten ein Sicherheitsziel von 10-9/Flugstunde (catastrophic).
  - Fehlerzustände, die eine erhebliche Einschränkung der Fehlertoleranz zu Folge haben, erhalten ein Sicherheitsziel von 10-7/Flugstunde (hazardous)
- Die qualitativen Sicherheitsziele werden ausgedrückt durch einen Design Assurance Level, DAL

Knorr-Bremse Group | 6

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Ursachen

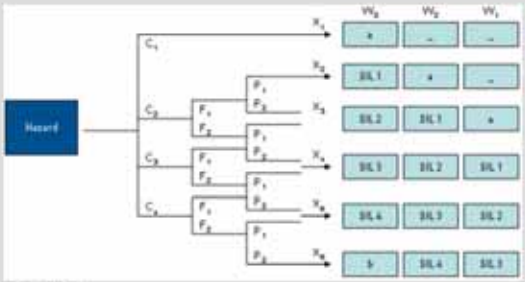
Risikoakzeptanzkriterien

- Keine normative Festlegung im Schienenverkehr
- Hängen von nationalen oder europäischen gesetzlichen Anforderungen ab und stützen sich auf Grundsätze ab
- Beispiele sind:
  - As Low As Reasonable Practicable (ALARP-Prinzip), GB / CH
  - Minimum Endogenous Mortality (MEM-Prinzip), D
  - Globalement Au Moins Aussi Bon (GAMAB-Prinzip), F
  - Mindestens gleiche Sicherheit (MGS-Prinzip) D / A / CH
  - Risikoakzeptanzkriterium (RAC-TS)
- Keine klare und eindeutige Festlegung der Verantwortlichkeit und anzuwendender Methoden für die Durchführung der Risikoanalyse

Knorr-Bremse Group | 7

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Ursachen



Risikograph

Methode	THR	SIL
Risikoformel	10^{-7}	SIL 2
RAC-TS	10^{-9}	SIL 4
SAE-ARP (Luftfahrt)	10^{-7}	SIL 4

Ergebnisse verschiedener Methoden

Anwendung der verschiedenen Methoden

- in der Praxis eine große Bandbreite der eingesetzten Methoden zu beobachten.
- neben der qualitativen Vorgehensweise mittels der so genannten Risikomatrix (s.a. [EN 50126] sind in der jüngeren Vergangenheit auch komplexe Risikountersuchungen /-berechnungen anhand der so genannten Risikoformel (s.a. [CENELEC_R009]) erstellt worden.
- Auch die Anwendung der Methode des Risikographen ist verbreitet.
- Gemeinsames Merkmal der eingesetzten Methoden ist das Ziel, Anforderungen in Form von THR und / oder SIL festzulegen.
- Die Anwendung verschiedener Methoden führt zu verschiedenen Sicherheitsanforderungen, und das überrascht nicht

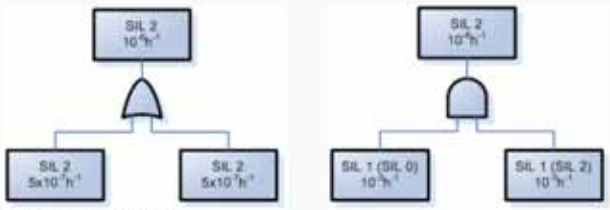
Knorr-Bremse Group

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Ursachen

Aufgliederung von Sicherheitsanforderungen der Fahrzeugfunktionen/-systeme

- Ein weiteres Problem besteht nach der Festlegung quantitativer Sicherheitsziele auf Fahrzeugebene diese wiederum auf Fahrzeugfunktionen/-systeme herunterzubrechen.
- In der Regel kommen Fehlerbaumanalysen zur Anwendung und hier wird bereits der Fehler gemacht, Raten (Fehler-) Ereignissen, die in Kombination auftreten müssen, um ein übergeordnetes (Fehler-) Ereignis auszulösen, zu multiplizieren, obwohl es die Wahrscheinlichkeiten sind, die multipliziert werden dürfen, um die Gesamtwahrscheinlichkeit zu erhalten.
- Auch führt die unterschiedliche Handhabung bei der Festlegung der Funktionen/Systeme zu widersprüchlichen Sicherheitsanforderungen.



Beispiel für das Aufgliederung von Anforderungen

Knorr-Bremse Group

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Methoden

Datenerfassung / Betriebserfahrung

- Bis in das Jahr 2005 waren Informationen zur Sicherheitsperformance europäischer Bahnen nur schwer zu bekommen.
- Die Safety Directive 2004/49 führt die common safety indicators (CSIs) ein, die von den nationalen Aufsichtsbehörden gesammelt werden müssen und der ERA übermittelt werden.
- Durch diese Tatsache ist erstmals eine standardisierte Datenerfassung und ein durchgängiges Berichtswesen für die Jahre 2006-2009 erreicht worden.
- ERADIS Berichte existieren zu akkumulierten Unfalldaten für alle teilnehmenden Länder (29 + Eurotunnel).
- Damit ist es nun möglich, die Sicherheitsanforderungen mit der tatsächlich erreichten Sicherheitsperformance zu vergleichen und deren Realitätsnähe zu überprüfen.

Knorr-Bremse Group

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Entstehende Problemstellungen

Kosten und Termine

- Umsetzung und Erfüllung der Sicherheitsziele erfordert oft Designänderungen oder Änderungen im Ansteuerungskonzept mit zusätzlichen Hardwarebarrieren
  - Steigerung der Kosten des Systems (zusätzliche Bauteile/Komponenten sind zu berücksichtigen)
  - terminliche Abarbeitung des Projektes verlängert sich, da die individuelle Lösung entwickelt, erprobt, getestet und in Betrieb genommen werden muss

Fehlende Standardisierung und Einfluss auf Zuverlässigkeit & Wartbarkeit

- Man hat zwar ein individuelles Design geschaffen, um den Anforderungen des Zugherstellers bzw. Betreibers zu entsprechen, aber dabei wirkt man erneut dem übergeordneten Wunsch nach Standardisierung entgegen.
- Die individuelle Lösung nimmt schließlich auch Einfluss auf die Gesamtzuverlässigkeit und Wartbarkeit des Systems und somit werden Erkenntnisse aus Return of Experiences (RoE) schwer vergleichbar und diffizil.
- Die Komplexität im Fahrzeug steigt, was unter Umständen zu einer langwierigen und aufwendigen Inbetriebnahme führt und weitere Abstimmungen erfordert.
- Schließlich ist festzustellen, dass gerade bei den gestellten Anforderungen unterschiedliche Sichtweisen der Nachweisführungen vorhanden sind und keineswegs harmonisiert sind.

Knorr-Bremse Group

Unterschiedliche Sicherheitsanforderungen an den Systemhersteller

Perspektiven

Umsetzung folgender Punkte

- Prozess der Definition von Sicherheitszielen anwendbarer gestalten
- Sicherheitsziele nicht nur auf oberster Fahrzeugebene definieren, sondern auch für Systemhersteller nachvollziehbarer herunterbrechen
  - Beispiel: Anwendung der Norm – pr EN 15380-4 – Definition für Türfunktionen

The Exterior Doors and Steps subsystem – Safety Integrity Requirements			
Functions according to pr EN 15380-4		SIL required	Justification (system functions point of view)
Level	Function Definition		
D	Provide access and loading		
DBB	Release external doors	2	
DBBD	Enable release external doors		
DBBE	Cancel release external doors		
DBBF	Indicate external doors released		
DBC	Open external doors	2	
DBCB	Open external doors by local control (mechanical handle or push button)		

Knorr-Bremse Group

Hier Datenquelle eintragen | 12

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Knorr-Bremse GmbH
Division IFE Automatic Door Systems
Mr Martin Ramsner, DI(FH)
33 a Strasse 1
3331 Kematen/Ybbs, Austria

Phone: +43 7448 9000-5440
Fax: + 43 7448 9000-65440
Mobile: +43 664 8373 159
Email: martin.ramsner@ife-doors.com
www.ife-doors.com

Knorr-Bremse Group

4.11. Vortrag Hr. DI Preisinger (18.10.2011)

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Herzlich Willkommen bei

Arsenal Railway Certification GmbH

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Wir sind für Sie

- Benannte Stelle Interoperabilität (NoBo)
  - notifiziert nach 2008/57/EG, Nr. 2250
- Akkreditierte Inspektionsstelle (AIS)
  - nach EN ISO/IEC 17020
- Akkreditierte Zertifizierungsstelle für Qualitätsmanagementsysteme
  - nach EN ISO/IEC 17021
- Ingenieurbüro für Verkehrswesen und Verkehrswirtschaft

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Unsere Geschichte

- Seit 2000 Benannte Stelle Interoperabilität (noch unter Firmennamen arsenal research)
- 2009 Beginn der Vorbereitungen zur Ausgründung
- 2010 Betriebsübergang in das neue Unternehmen Arsenal Railway Certification GmbH
- Seither stete Vergrößerung des Akkreditierungs-umfangs, des Teams und des Leistungsangebotes

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Unser Versprechen

- Wir arbeiten unabhängig, unparteilich und mit höchster Integrität.
- Wir geben Rechtssicherheit hinsichtlich Erfüllung von gesetzlichen Vorgaben sowie Einhaltung von technischen Vorschriften.
- Wir arbeiten am neuesten Stand von Wissenschaft und Technik orientiert, termin- und kostengerecht sowie den Kundenbedürfnissen entsprechend.

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

Benannte Stelle Interoperabilität

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

- Sicherstellung der Konformität mit den harmonisierten Normen (TSI – Technische Spezifikation für Interoperabilität)
- bei Eisenbahninfrastruktur- sowie Schienenfahrzeugprojekten
- von Beginn der Planung bis zur Realisierung und Inbetriebnahme
- im gesamteuropäischen Schienennetz

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

Unsere Leistungen

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

- Benannte Stelle für Teilsysteme
  - Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung
  - Infrastruktur
  - Energie
  - Schienenfahrzeuge
- Experten in Zulassung, Consulting und Zertifizierung
  - Nach nationalem Eisenbahngesetz
  - Eisenbahnbautechnik
  - Elektrotechnik
  - Sicherungstechnik

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Unsere Netzwerke

- NB-Rail: Notified Bodies Group
  aktive Rolle in allen Bereichen
  - Leiter SG Infrastructure (bis Sept 2010)
  - Mitglied SG Energie, SG CCS, SG Schienenfahrzeuge
- Chairman von NB Rail seit September 2011
  - Aktive Teilnahme in RISC-Meetings
- Arge RABBIT mit RINA (Italian NoBo)
- Kooperation mit ZAG (Slovenian NoBo)

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Unsere Kunden

- Hersteller und Auftraggeber von Infrastrukturprojekten
- Ausrüster von Infrastrukturprojekten
- Betreiber
- Fahrzeughersteller
- Unsere Hauptkunden sind
  - ÖBB
  - Siemens
  - Thales
  - Center
  - Knorr Bremse
  - Vossloh
  - Stadler

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Erfolgreiche Projekte (NoBo)

- TSI INF + TSI ENE + TSI PRM und SRT
  - Brenner Basis Tunnel, Lainzer Tunnel, Semmering Basis Tunnel
  - Koralmbahn von Graz nach Klagenfurt
  - Bahnhöfe Graz, Salzburg, St. Pölten, Linz, Klagenfurt
- TSI CCS
  - Wien – Nickelsdorf, Wien – Salzburg
  - Unterinntal und Brenner Basis Tunnel
  - Polen: Zawiercie - Grodzisk Mazowiecki der CMK Strecke
- TSI RST + TSI NOI + TSI PRM and SRT
  - Fa. Stadler, FLIRT und GTW

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Erfolgreiche Projekte (AIS)

- Begutachtung innerhalb Eisenbahnbautechnik, Elektrotechnik und Sicherungstechnik
  - §19a EisbG (Regelmäßig wiederkehrende Überprüfungen)
  - §31a EisbG (Eisenbahnrechtliche Baugenehmigung)
  - §34b EisbG (Betriebsbewilligung)
- Begutachtung innerhalb Sicherungstechnik
  - §32a EisbG (Bauartgenehmigung Schienenfahrzeuge)
  - §33a EisbG (Bauartgenehmigung Eisenbahnsicherungstechnische Einrichtungen)
  - CENELEC EN 50129 (Inklusive EN 5012x und EN 50159)

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

ARSENAL RACE
RAILWAY CERTIFICATION

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Arsenal Railway Certification GmbH

Wir freuen uns auf Ihre Anfragen

18.10.2011
Arsenal Railway Certification GmbH

5. Zusammenfassung und Resümee

Bereits bei den Einzelgesprächen zur Auffindung potenzieller Referenten kamen Grundtendenzen, Besonderheiten und Prägungen zum Vorschein welche hier kurz angeführt sind. Diese "Grundsätze" haben den Arbeitskreis bis zum Abschlussdokument begleitet.

- Auflistung der bestehenden Steuerungssysteme:

Allgemeine Eigenschaften und Funktionen sind im Expertenkreis bekannt - Details wurden aus verständlichen Gründen (Patentrecht, Geheimhaltungspflicht innerhalb der Unternehmen, Geheimhaltungsvereinbarungen zwischen Unternehmen) nicht dargestellt.
Somit dient dieses Dokument nicht als Kompendium aktueller Steuerungssysteme und Teilsysteme.

- Anforderungen an Steuerungssysteme und Teilsysteme in Zukunft.

Auch hier stand im Vordergrund, technologische Neuheiten, innovative Lösungsansätze sowie Alleinstellungsmerkmale (Unique Selling Points) nicht öffentlich zu machen. Damit würden mögliche Marktvorteile gefährdet und auch aufgelöst werden.

Somit ist dieses Dokument auch kein Übersichtsdokument geforderter Funktionen bzw. künftiger Ansätze.

Eine klare Übereinstimmung ist im Bereich der normativen Vorgaben zu erkennen.

„More for less“ ist durch den Lösungsansatz der Fa. Pilz erreichbar. Dies soll durch Modulare Steuerungsplattformen mit dezentralem Aufbau realisiert werden. Auch der Software wird zukünftig durch einfache Bibliothek-Baustein Architektur eine höhere Bedeutung zukommen.

Im Steuerungsbereich für Zugleitsysteme hat die Zukunft ebenfalls schon begonnen. Bewährte Grundsatzkonzepte werden durch Funksysteme für die Kommunikation, Zugortung über GPS und erweiterte Computerunterstützung ergänzt.

Eine gesamtheitliche Übersicht der aktuellen Zugsicherungstechnik wurde am Beispiel der Wiener Linien präsentiert. Dies erfolgte durch die nähere Betrachtung der Stellwerksinnenanlagen, Stellwerksaußenanlagen und der verschiedenen Arten der Zugbeeinflussung.

Eindrucksvoll wurde der Dialog des Verbandes der Bahnindustrie mit dem FTW (Forschungszentrum Telekommunikation Wien) zur Stärkung der Kompetenz Österreichs bei Verkehrstelematik sowie Sicherungs- und Leitsystemen dargestellt.

Die technische Universität hat mit der Darstellung der Best-Practice-Risk (BP-Risk) Anwendung wesentliche Sicherheitsanforderungen für infrastrukturseitige Zugkontrolleinrichtungen abgeleitet.

Die bildhafte Darstellung der Anforderungen an Funktionen von Gleisbaumaschinen und somit an die eingebettete Steuerungstechnik, hat wesentlich zum Überblick des Gleisbaus, Gleisinstandhaltung beigetragen. Beginnend beim Regionalverkehr, über den Schwerlast- bis hin zum Hochgeschwindigkeitsverkehr wurde die Leistungsfähigkeit der Arbeitsmaschinen von Plasser & Theurer dargestellt.

Auch die aufwendige SIL-Bewertung eines Fahrzeugleitgerätes wurde detailliert und kompetent in Bezugnahme der aktuellen Normenlage beleuchtet.

Dies wurde durch den funktionalen Sicherheitsnachweis für Schienenfahrzeuge ergänzt. Die Bedeutung der funktionsorientierten Entwicklung und deren Mehrwert wurde an Hand von Beispielen erklärt. Sich daraus ergebene Konsequenzen diskutiert.

Das Spektrum der unterschiedlichen Sicherheitsanforderungen mit Beispielen zu den quantitativen und qualitativen Sicherheitszielen, wurde durch IFE dargestellt. Die sich daraus ergebenden Problemstellungen und die damit verbundenen Diskrepanzen aufgezeigt.

Der Abschluss der Vortragsreihe erfolgte durch Arsenal Race und den angebotenen Portfolio als benannte Stelle Interoperabilität, akkredidierte Inspektions- und Zertifizierungsstelle, sowie Ingenieurbüro für Verkehrswesen und Verkehrswirtschaft.

Durch die Darstellung der verschiedenen Sachthemen ist nicht nur eine gemeinsame Sichtweise der umfangreichen Problemstellungen entstanden, sonder auch ein Netzwerk kompetenter Experten in den jeweiligen Bereichen, Hersteller, Betreiber und Behörden.

6. Kurzkommentare und Anmerkungen der Mitwirkenden Teilnehmer

Da es sich dabei auch um persönliche Sichtweisen handelt, diese sind zum Teil anonym publiziert, die Verfasser sind dem Ersteller dieses Dokuments bekannt.

6.1. Statement Dipl.- Ing. Peter Lehotzky:

Entwicklungsrichtungen im Schienenfahrzeugbau

Allgemeines:

Die Elektronik, sowohl die Steuerungs- als auch die Leistungselektronik, hat bei den Fahrzeugen im Vergleich zu früheren Steuerungen in Hinblick auf Verfügbarkeit und Reduktion der Erhaltungskosten wesentliche Vorteile gebracht.

Dies hat in Summe zu einer Leistungsverbesserung beim Einsatz der Fahrzeuge geführt, allerdings ist die Entwicklung der noch immer im Vormarsch begriffenen Fahrzeugelektronik noch längst nicht abgeschlossen.

Aufgaben an die Entwicklung:

Bei der weiteren Entwicklung sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- Modularer Aufbau innerhalb der Steuerungsteile, getrennt nach „sicheren“ Modulen und „Funktionsmodulen“ ohne Sicherheitscharakter.
  Dadurch kann der für den Funktionsnachweis erforderliche Prüfaufwand beträchtlich reduziert werden.

- Klare Strukturierung der Module entsprechend ihrer Funktionsaufgabe. Keine allzu komplexen Verknüpfungen.
- Verbindung der einzelnen Module einer Steuerung über möglichst wenige und klar definierte Schnittstellen (besser „Kommunikationspunkte!)
- Datenübertragung zu anderen Steuerungen über genormte Busse (man sollte sich für Fahrzeuge auf möglichst nur eine Art von Busübertragung einigen; das erspart nämlich einerseits Busumsetzter, andererseits zusätzliche Störungsquellen).
- Ausschließlich Verwendung qualitativ hochwertiger Bauteile für die Steuerungen zur Senkung der Ausfallwahrscheinlichkeit. Dadurch erhöhen sich zwar die Anschaffungskosten, die aber durch die Ersparnis von Standzeiten der Fahrzeuge, Störungssuche und Reparaturkosten bei weitem hereingespielt werden.
- Weiterentwicklung der Diagnosemöglichkeiten. Nach Möglichkeit sollte jedes Modul eigendiagnosefähig sein.

Alle angeführten Punkte führen im Betrieb der Fahrzeuge zu höherer Verfügbarkeit, weniger Ausfällen und rascherer Instandsetzung. Dadurch werden die Erhaltungskosten der Fahrzeuge gesenkt.

Dipl-Ing. Lehotzky

6.2. Statement Gabriel Haller:

„Durch die notwendige Weiterentwicklung des Schienenverkehrs zu höherer Leistungsfähigkeit, mehr Sicherheit, mehr Zuverlässigkeit und verbessertem Komfort steigen die Anforderungen auch an Steuerungssysteme und Teilsysteme. Mit der damit verbundenen höheren Komplexität dieser Systeme ist grundsätzlich auch eine höhere Fehleranfälligkeit verbunden. Dem kann nur durch intensivierte qualitätssichernde Maßnahmen gegengesteuert werden.

Klimatests in einem Klima-Wind-Kanal als eine solche Maßnahme tragen wesentlich dazu bei, das Risiko zu senken und die Zuverlässigkeit von Fahrzeugen unter allen Witterungsbedingungen zu erhöhen. Wie die Versuchspraxis immer wieder zeigt, sind Untersuchungen des kompletten Schienenfahrzeugs unter realistischen Betriebsbedingungen (Fahrtwind, Last- und Fahrtzyklussimulation) notwendig, da auch die beste Baugruppenkontrolle nicht die Garantie für das Funktionieren am Gesamtfahrzeug ist.

Derzeit dienen diese Tests allerdings fast ausschließlich zum Nachweis der Funktionsfähigkeit einzelner Komponenten gemäß den Forderungen der Fahrzeugbetreiber und zur Problemanalyse nach dem Auftreten von Störungen im Betrieb.

Die Chance, vorbeugende Untersuchungen als qualitätssichernde Maßnahme auch zur Kosten- und Risikominimierung einzusetzen, wird zurzeit nur in Ausnahmefällen wahrgenommen. Zahlreiche Beispiele witterungsbedingter Störungen zeigen, dass Klimatests notwendiger denn je sind.“

Rail Tec Arsenal

Gabriel Haller

Technisch/Wissenschaftlicher Leiter

Geschäftsführung

6.3. Statement DI Kurt Preisinger:

„Man sollte die richtige Balance finden zwischen notwendiger Sicherheit und vertretbaren Kosten, da es wenig Sinn macht, wegen zu hoher Kosten nur wenige Anlagen mit hoher Sicherheit auszurüsten, statt mit möglichst hoher Sicherheit möglichst viele Anlagen."

DI Kurt Preisinger

ARSENAL RACE

Arsenal Railway Certification GmbH

6.4. Statement Bernd Auchmann:

„Zum Thema Wirtschaftlichkeit in der Bahntechnik ist es aus meiner Sicht von bedeutender Wichtigkeit, dass die HW- und SW-Kosten im Einklang stehen. Dieser Faktor wird sehr oft übersehen und bei der Anschaffung nicht berücksichtigt. Hier darf man nicht vergessen, dass die HW eine einmalige Anschaffung für einen sehr langen Zeitraum darstellt, das Produkt jedoch über die SW laufend angepasst werden muss. Dies sollte mit einem SW Tool erfolgen, dass es dem Projektanten vor Ort (und nicht mit dem C++ SW Guru) ermöglicht, die erforderlichen Eingriffe auszuführen. Dieses Tool sollte aber auch den Endkunden zur Verfügung gestellt werden um auch hier die erforderliche Flexibilität zu schaffen. Desto besser die Fahrzeugkomponenten vom Projektverantwortlichen angepasst werden können, desto höher wird die Fahrzeugverfügbarkeit sein.

Bernd Auchmann

A&R TECH GmbH

6.5. Statement DI (FH) Frank Breuninger:

Bislang wurde bei Sicherheitslösungen im Bahnbereich überwiegend proprietäre Spezialtechnik eingesetzt.

Industrielle Sicherheitstechnik als Alternative – eine Investition die sich lohnt:

- Senkung der Investitions- und Betriebskosten
- Standardisierte Industriesteuerungen für eine einfache Projektierung und Programmierung
- Einsatz normenkonformer Produkte für Lösungen auf höchstem Sicherheitsniveau
- Erfüllung der erhöhten Umgebungsbedingungen der Bahnindustrie
- Zukunftsorientierte und erweiterbare Konzepte

Dipl.-Wirt.-Ing (FH) Frank Breuninger

Pilz GmbH & Co. KG

7. Danksagung

Wir möchten uns bei allen für ihr Engagement, Unterstützung und Beiträge die zum Gelingen dieses Arbeitskreises beigetragen haben, recht herzlich bedanken.

Ing. Stephan Marban

Ing. Walter Eichner MBA