



# **Sicherheitsanforderungen an Bremssysteme moderner Schienenfahrzeuge – Hemmnis oder Chance für Innovation?**



**Dr.-Ing. Peter Berger**

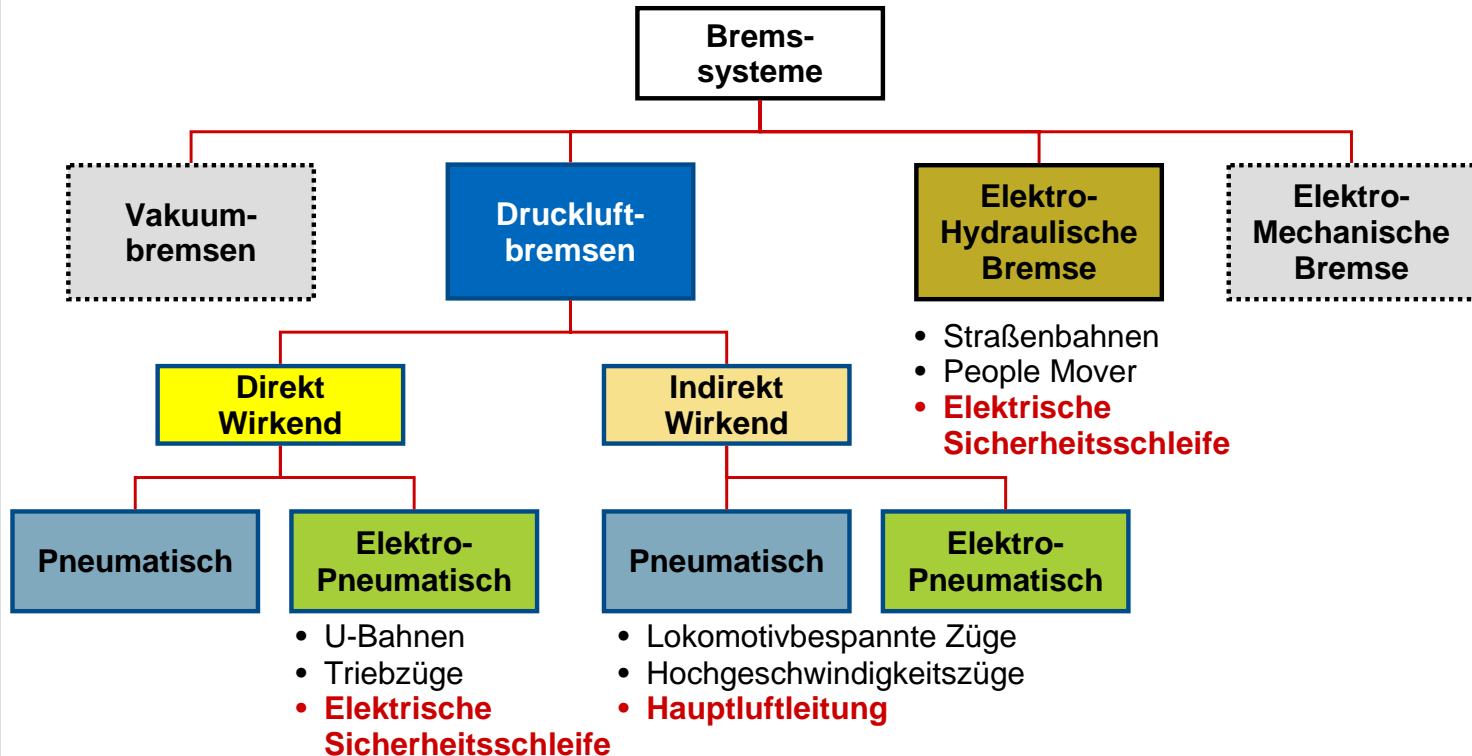
**Dipl.-Ing. Johann Reif**

**Graz, den 17. April 2007**

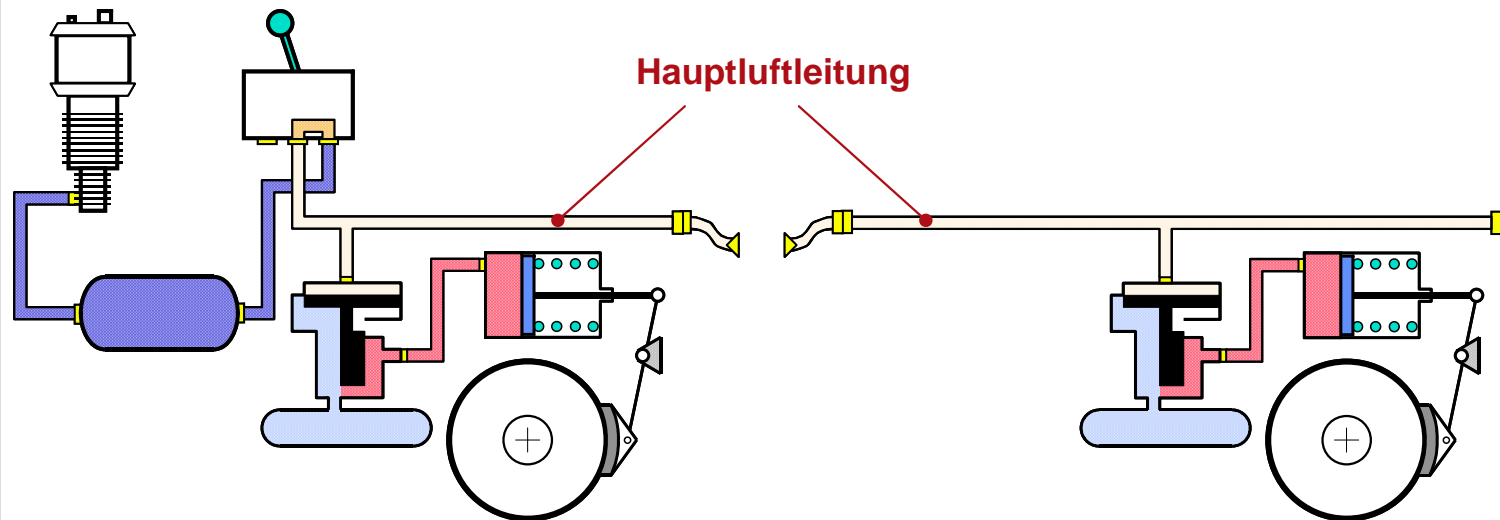
# Agenda

- **Einleitung**
- **Anforderungen an die Sicherheit**
- **Mitarbeit von Knorr-Bremse in Arbeitskreisen und Umsetzung**
- **Beispiele für Vorgehen und Sicherheitsprozess bei Knorr-Bremse**
- **Zusammenfassung**

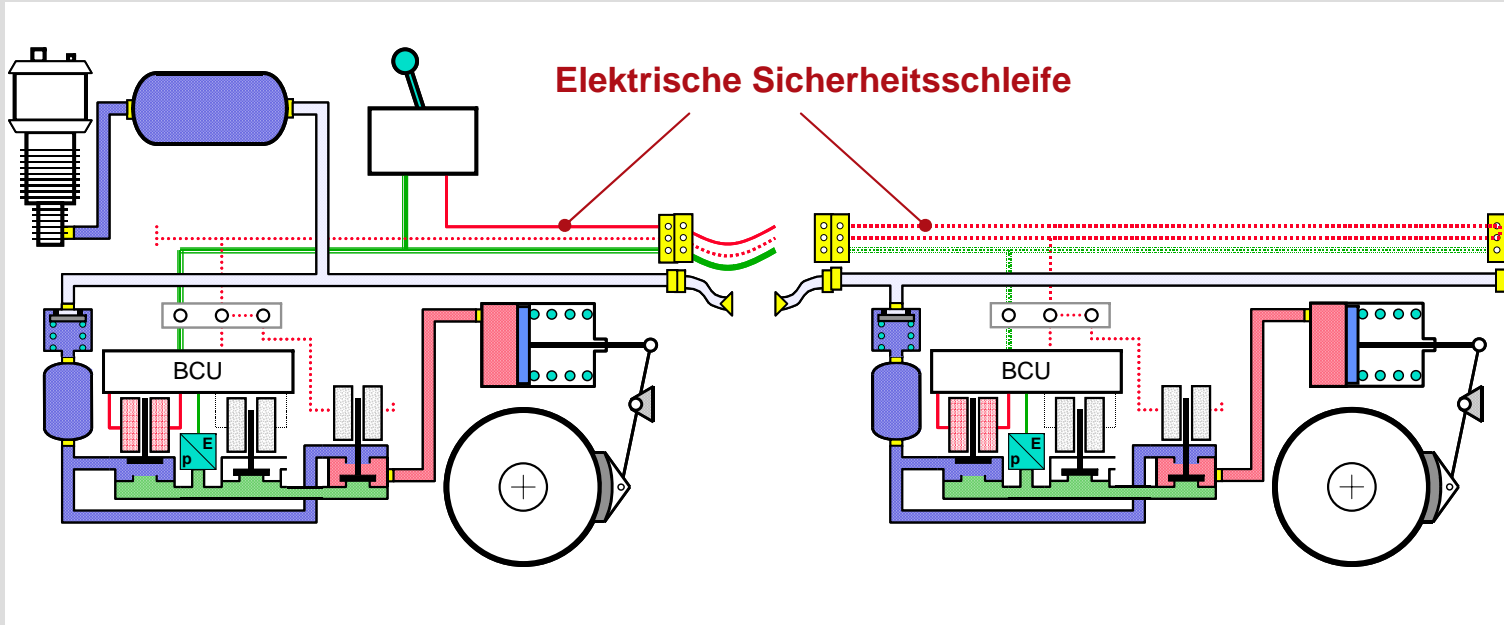
# Aktuelle Systeme für Schienenfahrzeug-Reibungsbremsen



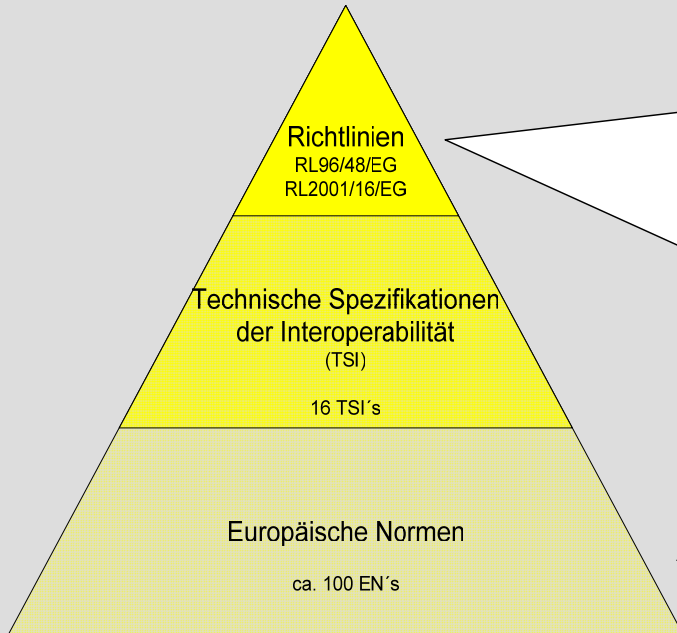
# Indirekt wirkende Druckluftbremse - Zugtrennung



# Direktwirkende Elektropneumatische Druckluftbremse - Zugtrennung



# Anforderungen an die Sicherheit am Beispiel EG Richtlinie (1)

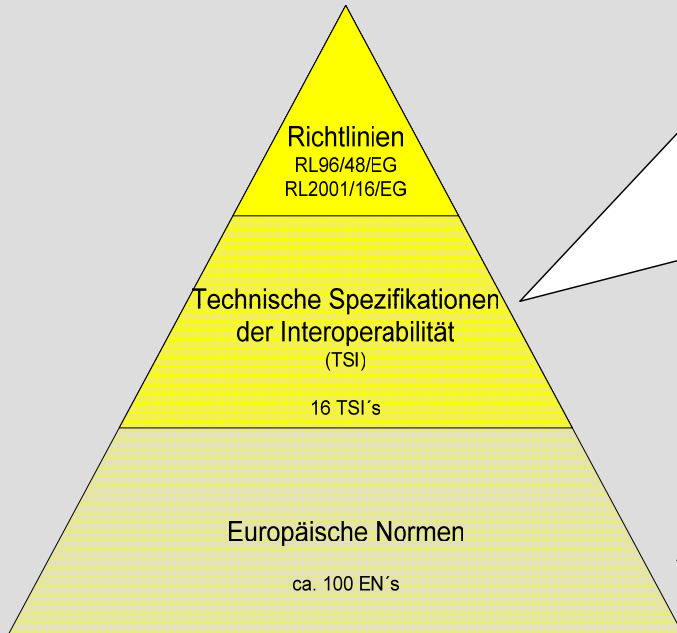


## Auszug aus RL96/48/EG:

„... Die Bremsverfahren und –kräfte müssen mit der Konzeption des Oberbaus, der Kunstbauten und der Signalanlagen vereinbar sein...“

“... Laufwerk, Traktion, Bremsanlagen und Zugsteuerung und Zugsicherung müssen als wichtigste Einrichtungen unter vorgegebenen Einschränkungen eine Weiterfahrt des Zuges ermöglichen, ohne daß die in Betrieb verbleibenden Einrichtungen dadurch beeinträchtigt werden ...”

## Anforderungen an die Sicherheit am Beispiel EG Richtlinie (2)

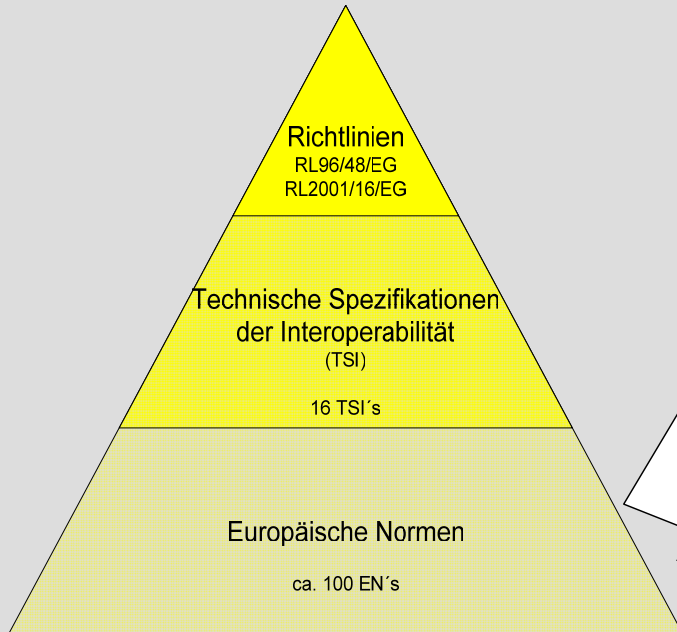


### Auszug aus 2002/735/EG TSI Teilsystem Fahrzeuge:

„... muss die Bremsanlage interoperabler Triebzugeinheiten so konstruiert sein, dass ein Erreichen der in RL 96/48/EG genannten Sicherheitsziele nachgewiesen werden kann ...“

„... Diese Forderung wird implizit erfüllt durch Triebzugeinheiten mit UIC-Bremsanlagen. Für andere Bremsanlagen ist nachzuweisen, dass das Sicherheitsniveau dem des normgerechten Systems mindestens gleichwertig ist...“

## Anforderungen an die Sicherheit am Beispiel EG Richtlinie (3)



### Auszug aus EN50129:

„...Die tolerierbare Gefährdungsrate (THR) und die quantifizierten Sicherheitsziele für jede einzelne Eisenbahnanwendung liegen in der Verantwortung der zuständigen Eisenbahnverwaltung und sind nicht durch diese Norm festgelegt.“

**Quantifizierte Sicherheitsvorgaben fehlen noch!!!**

**ERA hat die Aufgabe Common Safety Targets (CST) bis 2009 festzulegen**



# Knorr-Bremse Mitarbeit in Arbeitskreisen

Knorr-Bremse arbeitet aktiv in verschiedenen Organisationen / Projekten mit, um das weite Themenfeld Sicherheitsanforderungen zu klären bzw. zu konkretisieren, u.a.:

## National:

- DIN-FSF
- EBA-DB-VDB AK "Bremstechnische Beurteilung von Schienenfahrzeugen"
- EBA-DB-VDB-VDV AK SINFA

## International:

- AEIF (→TSI, Aufgabe jetzt bei ERA)
- CEN TC256 WG22, 23, 24, 25, PTA (→EN)
- CENELEC TC9X (→ EN)
- MODTRAIN, MODBRAKE, MODURBAN
- UNIFE SRG, TG Brake
- TMP (Technical Mgt. Platform)

**EUROPEAN STANDARD**  
**EN 50126**  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
September 1999

English version  
DIE BAHN  
Sicherheitsanforderungen

Railway applications - The specification  
Availability, Maintainability

Applications ferroviaires - Spécification  
et démonstration de la fiabilité, de la  
disponibilité, de la maintenabilité et de la  
sécurité (FCMS)

This European Standard was approved by CENELEC  
in 1999, with the CENELEC Central Secretariat  
notifying the status of a national standard  
to the competent authorities in the member states.  
This European Standard shall be drawn up and  
approved by the Central Secretariat in the name of  
CENELEC members, who are the national administrative  
authorities for the standardization of electrical  
engineering, mechanical, telecommunications, and  
other technical fields.

**CENELEC**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
Central Secretariat: rue de Steen  
1050 Brussels

**Entwurf**

**Schienenfahrzeuge**  
**Sicherheitsanforderungen**  
**Allgemeiner Teil**

**SIRF.100 Allgemeiner Teil**

**Inhaltsverzeichnis**

- 1 Vorwort
- 2 Zielsetzung
- 3 Geltungsbereich
- 4 Grundlagen
- 5 Festlegungen
- 6 Übersicht zum Nachweisverfahren
- 7 Fahrzeugfunktionen/-Komponenten
- 8 Gefährdungen und Risiken
- 9 Sicherheitsrisiko-Einstufung
- 10 Architekturaufteilung
- 11 Nachweisverfahren
- 12 Einzelsicherheitsanforderungen
- 13 Definitionen
- 14 Abkürzungen und Erläuterungen
- 15 Liste der Basisgefährdungen
- 16 Technischer Sicherheitsplan (TSP)
- 17 Beispiel zur Nachweisdokumentation
- 18 Beispiel Sifa
- 19 Beispiel Vist

**Regelungen**  
für die  
**bremstechnische Beurteilung von**  
**Schienenfahrzeugen**  
**im Rahmen der Abnahme nach § 32 EBO**

Stand: Rev. 15, 17.10.2003

Rev.	Datum	Vorgabe	Änderungen
10	10.05.2000	Arbeitsgruppe	Abwärtende Überholung -> zur ersten Veröffentlichung freigegebene Version
11	31.12.2000	Arbeitsgruppe	Abwärtende Überholung -> zur zweiten Veröffentlichung freigegebene Version
12	20.03.2000	Arbeitsgruppe	Erweiterung der Abmessungen aus der ersten Überholung
13	10.07.2002	Arbeitsgruppe, LB	Modifikation Überholung -> zur dritten Veröffentlichung dem LB zur Entscheidung vorzulegen
14	20.08.2003	Arbeitsgruppe, LB	Abwärtende Überholung -> zur dritten Veröffentlichung dem LB vorzulegen
15	17.10.2003	Lenkungsplan	Abwärtende Überholung -> zur dritten Veröffentlichung freigegebene Version

Regelungen Rev. 15 vom 17.10.2003

**Analyse Ist-Stand:**

- Funktionsanalyse bestehender Systeme unter Berücksichtigung der Einsatzgebiete und der Systemkonfiguration (z.B. EBO, BoStraB / x-teiliges Fahrzeug)
- Felderfahrung
- Benchmarking
  - Anforderungen / Veröffentlichungen in der Schienenfahrzeug-Branche
  - Anforderungen / Veröffentlichungen in der Nutzfahrzeug-Branche, z.B. Knorr-Bremse-SfN
  - Anforderungen / Veröffentlichungen in der Pkw-Branche

**Definition Entwicklungs-Vorgaben:**

- Prozesse gemäß EN50126
- Mindestanforderungen an die Sicherheit gemäß der Ergebnisse der Analyse Ist-Stand

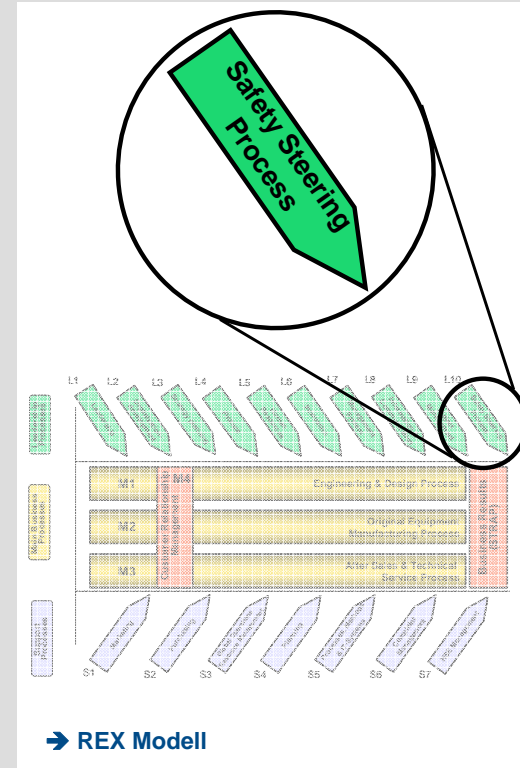
# Einbindung des Sicherheitsprozesses in Knorr-Bremse Q-Prozess REX (Rail EXcellence)

**Bezüglich RAMS werden bei Knorr-Bremse alle Projekte in 3 Klassen eingeteilt:**

- Standardprojekt 1
- Standardprojekt 2
- Entwicklungsprojekt

**Abhängig von Einstufung werden bezüglich Sicherheit folgende Maßnahmen projektbegleitend durchgeführt:**

- System Design Reviews (für alle Projektklassen)
  - Verwendung von Checklisten
    - Berücksichtigung des gesammelten, abgefragten Wissens aller Wissensträger
    - Aktualisierung der Checklisten bei neu gewonnenen Erkenntnissen
- Maßnahmen gemäß EN50126 (Entwicklungsprojekte), z.B.
  - Berechnungen
  - Fehlerbaumanalysen
  - System FMEA

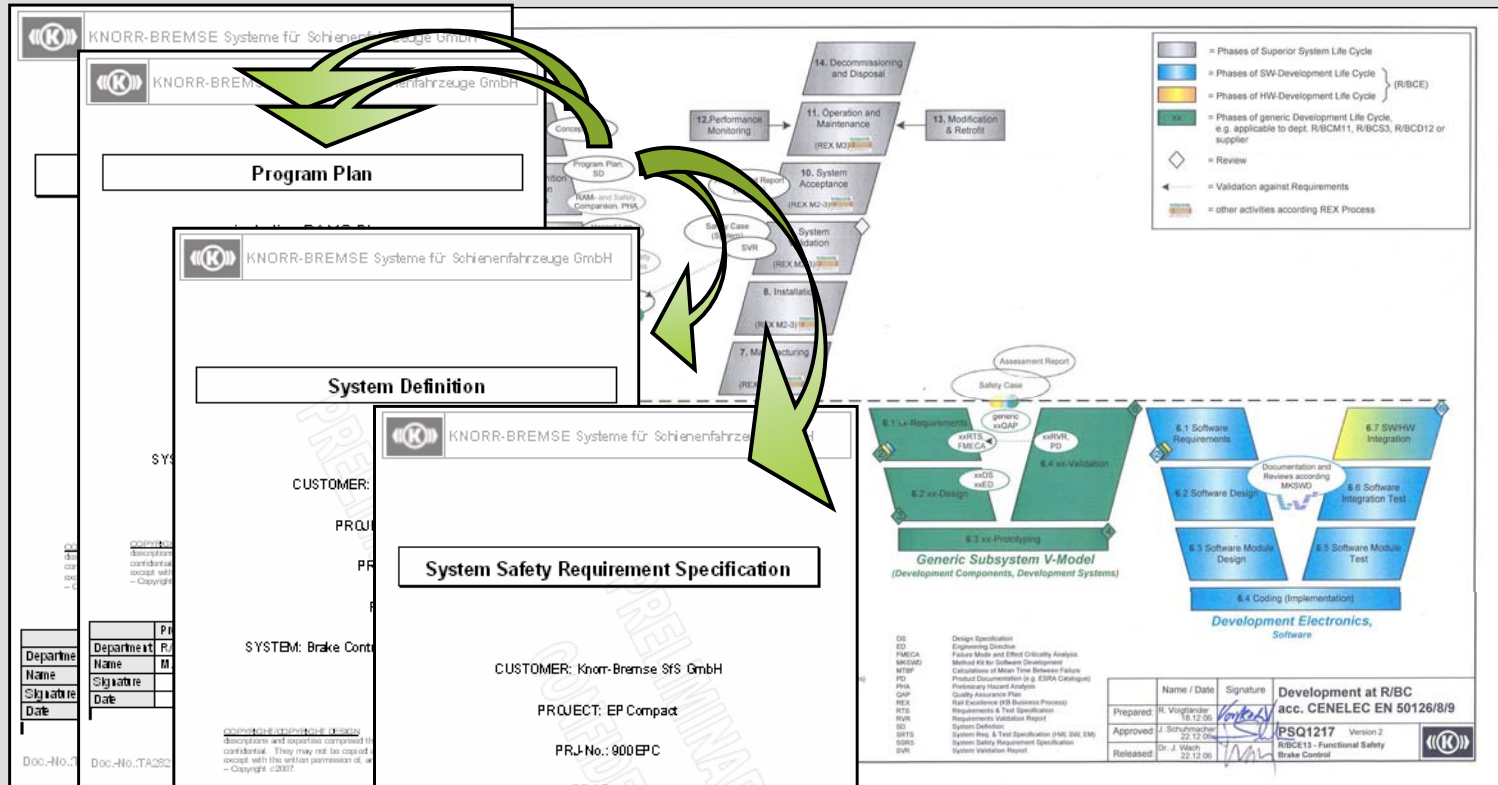


# RAMS Vorgehen und Sicherheitsprozess ist zertifiziert

- Knorr-Bremse ist seit Oktober 2004 gemäß EN 50126 zertifiziert
- Schwerpunkt der Zertifizierung:
  - Allgemeine Prozesseinbindung von RAMS
  - Darstellung der Festlegung angemessener Tätigkeiten  
„Die angemessenen Tätigkeiten müssen projektspezifisch festgelegt werden [siehe EN50126 Kapitel 5.3]“
  - Darstellung der Festlegung von KB-internen RAMS Anforderungen
  - Darstellung des Feedback Prozesses



# Beispielhafte Einbindung in Entwicklungsprojekt EP Compact



# MKSD – Method Kit for Software Development

- Wissensbasis für Software Entwicklung (Standardprozess, Standardvorlagen, etc.)
- Einfacher weltweiter Zugriff über Knorr-Bremse Intranet
- Erweiterungs- und Adaptierbar
- Unterstützt Software Entwicklung nach EN50128
- Unterstützt Auditierungen und Begutachtungen
- Ersetzt nicht menschliches Denken und Know-how

Method Kit for Software Development LOP-M2-MUC-BU-02 Application Software - Microsoft Internet Explorer

KNORR-BREMSE SYSTEMS FOR RAIL- AND COMMERCIAL VEHICLES

MethodKit for Software Development (MKSWD)

\*\*\* +++ MKSWD 2.2 is online (working version) +++\*\*

Method Kit for Software Development

LOP-M2-MUC-BU-02 Application Software

powered by R/BCE11

Software Development according CENELEC EN50128

© Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH, 2003-2004  
Doc.-No. MKSWD/LOP-M2-MUC-BU-02 Application Software Index 1.0

last up-date: 2004-04-26  
by Peter, Heinz

## Produktbeispiel EP2002 - Entwicklungsziele

- **Mechatronische Bremssteuerung für direkte, dezentrale Elektro-pneumatische Bremssteuerungen**
- **Ersatz konventioneller pneumatischer Funktionen durch elektronische Funktionen, z.B. Lastkorrektur bei Notbremsung**
- **Hoher Integrationsgrad, z.B. gleiche Aktorik für Druckregelung und Gleitschutz**
- **Generisches Produkt, projektspezifische Anpassung durch Applikationssoftware**
- **Erfüllung der neuesten EN Safety & Software Standards**



→ EP2002

# EP2002 – Entwicklungsansatz in Bezug auf Sicherheitsnachweis

## ■ Ziel: Nachweis gleicher Sicherheit

- Vergleichsbasis:  
Bekannte und eingeführte direkt gesteuerte elektropneumatische Bremsen mit elektrischer Sicherheitsschleife
- Definition und Bewertung von Hazards auf Basis bekannter Systeme
- Einstufung der verschiedenen Funktionen für das neue Produkt in SIL-Level

## ■ Entwicklung in Anlehnung an die Normen EN50128 und EN50129



➔ Nachweis gleicher Sicherheit ist erbracht



## Erfahrungen bei der Markteinführung von EP2002

- Erfolgreiche Markteinführung von EP2002 bei Metros
- Derzeit Aufträge für eine Vielzahl von Wagen mit EP2002
- Teilweise Skepsis bei Betreibern zur Anwendung in Triebzügen mit direkter EP-Bremse
- Erschwernisse bei der Integration in Systemen mit Rückfallebenen über die konventionelle Hauptluftleitung



➔ Metro Guangzhou

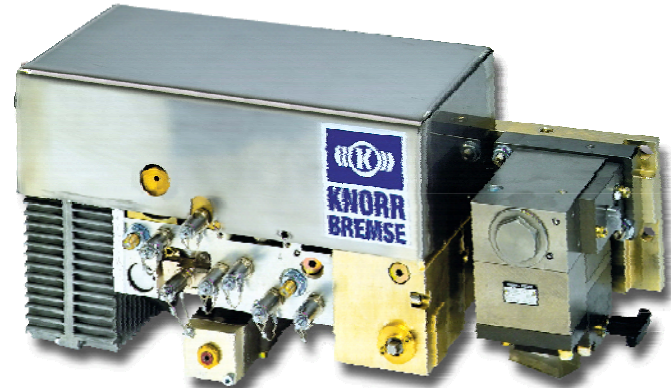


➔ London Underground

➔ Erweiterung der Produktpalette erforderlich

## EP Compact - Entwicklungsziele

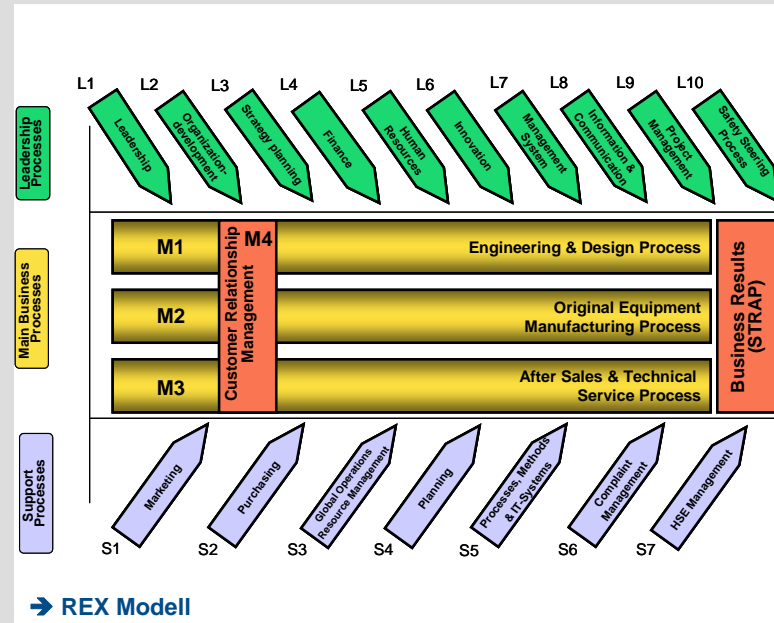
- **Mechatronische Bremssteuerung für direkte, dezentrale und zentrale EP-Bremssteuerungen mit Hauptluftleitung als Rückfallebene**
- **konventionelle Technologie in Kompaktbauweise**
- **Modulare Erweiterbarkeit für unterschiedliche Applikationen in Hard- und Software**
- **Service Proven Design**
- **Akzeptanz für die eingesetzte Technologie**
- **Erfüllung der neuesten EN Safety & Software Standards**



➔ **Bekannte und bewährte Sicherheitstechnik**

# Hohes Maß an Sicherheitsrelevanz der Bremssysteme

- Aktuelle Spezifikationen und Normen (z.B. EN, TSI, etc.) sind offen für neue „unkonventionelle“ Lösungen.
- Knorr-Bremse SfS hat sich auf die aktuellsten Anforderungen eingestellt und gestaltet den Prozess der Umsetzung in der Schienenfahrzeugindustrie aktiv mit.
- Produkte von über 50 Produktfamilien wurden nach TSI Conventional Rail (Güterverkehr) zertifiziert



## Zusammenfassung

- Nachweis Erfüllung „gleicher Sicherheit“ bei neuen Produkten/Systemen ist möglich.
- Es spielt aber auch die Akzeptanz der Systemarchitektur immer noch eine wesentliche Rolle.
- Nicht unterschätzt werden dürfen die vorhandenen Möglichkeiten der Betreiber zur Behandlung schadhafter Züge (Schleppbetrieb) sowie eingeführte Instandhaltungsprozesse.



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH  
Bereich Bremssysteme Fernverkehr und RAMS&LCC  
Moosacher Str. 80  
D-80809 München

Phone: +49 89 3547-2797  
Fax: +49 89 35647-2797  
Mobile: +49 160 9399 0710  
mailto: [peter.berger@knorr-bremse.com](mailto:peter.berger@knorr-bremse.com)  
mailto: [johann.reif@knorr-bremse.com](mailto:johann.reif@knorr-bremse.com)  
<http://www.knorr-bremse.com>