



ORGANISATION INTERGOUVERNEMENTALE POUR LES TRANSPORTS INTERNATIONAUX FERROVIAIRES  
ZWISCHENSTAATLICHE ORGANISATION FÜR DEN INTERNATIONALEN EISENBAHNVERKEHR  
INTERGOVERNMENTAL ORGANISATION FOR INTERNATIONAL CARRIAGE BY RAIL

**OTIF/RID/CE/GTDD/2015/2**

12. Mai 2015

Original: Deutsch

**RID: 3. Sitzung der Arbeitsgruppe "Entgleisungsdetektion" des RID-  
Fachausschusses**  
(Bern, 27. und 28. Mai 2015)

**Thema: Aktuelle Informationen zu den technischen und betrieblichen Aspekten**

**Informationen der Schweiz**

Aus Kostengründen wurde dieses Dokument nur in begrenzter Auflage gedruckt. Die Delegierten werden daher gebeten, die ihnen zugesandten Exemplare zu den Sitzungen mitzubringen. Die OTIF verfügt nur über eine sehr geringe Reserve.



V1.0, 05.05.2015

# Entgleisungsdetektion

## Aktuelle Informationen zu den technischen und betrieblichen Aspekten

---

Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

### 0 Einleitung

Als Grundlage für die weiteren Arbeiten der Arbeitsgruppe Entgleisungsdetektion des RID-Fachausschusses werden in diesem Dokument aktuelle Informationen zu den bisher kontroversen technischen und betrieblichen Aspekten der Entgleisungsdetektion aufgeführt.

Die zu behandelnden Themen wurden in der 2. Arbeitsgruppensitzung wie folgt definiert<sup>1</sup>:

#### **B. Technische und den Eisenbahnbetrieb betreffende Aspekte**

– Ermittlung und Analyse des Fortschritts bei den Entgleisungsdetektoren in den Bereichen Betrieb und Sicherheit seit September 2009 (Datum der letzten Vereinbarung zwischen RISC-Ausschuss und Ausschuss für die Beförderung gefährlicher Güter), einschließlich Auswirkungen einer automatischen Bremsung des Zuges, Wahrscheinlichkeit einer Fehlauflösung und Einsatzbedingungen im Winter

I. Zwangsbremsung vs. Entscheidung durch den Triebfahrzeugführer

II. Reaktion auf eine Entgleisung im Tunnel (*Informationen zu Entgleisungen in Tunneln durch FR*)

III. Einsatzbedingungen im Winter

IV. Fehlauflösung: Wahrscheinlichkeit, Folgen

(*Dokument zu allen vier Fragen durch CH*)

Im vorliegenden Dokument werden jeweils die Abschnitte aus dem Schlussbericht der ERA 2012<sup>2</sup> zitiert, die mit diesen Themen verbunden sind. Anschliessend werden aktuelle Informationen, neue Erkenntnisse sowie ergänzende Expertenmeinungen aufgeführt. Als wesentliche neue wissenschaftliche Arbeit wurde die Dissertation von D. Bing<sup>3</sup> untersucht: An der Technischen Universität Berlin hat Dr.-Ing. Daniel Bing die Frage der Einführung von Entgleisungsdetektoren vertieft. Vor allem hat er die **Auswirkungen einer Bremseinleitung durch fahrzeugeitige Detektoren auf die Längsdynamik des gesamten Zuges** dargestellt.

---

<sup>1</sup> Auszug aus dem Bericht der 2. Sitzung vom 24.-26. Februar 2015, Anhang I

<sup>2</sup> <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/Agency-Final-Report-on-FTD---v1.0---Public.aspx>

<sup>3</sup> Wissenschaftliche Arbeit Nr. 5 des Institutes für Land- und Seeverkehr der Technischen Universität Berlin, Daniel Bing: „Entgleisungsdetektion im Schienengüterverkehr – Analyse der Einflüsse auf die Zuglängsdynamik“, Dissertation Zugl.: Berlin, Technische Universität, Diss., 2014 ISBN: 978-3-87154-520-7



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

Dieses Dokument wurde von den für die verschiedenen Themen zuständigen Sektionen des **Bundesamtes für Verkehr BAV** erstellt, unter Berücksichtigung der Beiträge der wesentlichen Akteure in der Schweiz. Die **Schweizerischen Bundesbahnen SBB Cargo** sowie die Firma **Wascosa AG** (Wagenhalter) sind direkt beteiligt worden und unterstützen den Inhalt des vorliegenden Dokumentes uneingeschränkt.



# 1 Zwangsbremmung oder Entscheid des Lokführers?

## 1.1. Ausgangslage gemäss Bericht ERA 2012

### 6.1.1 Consideration of comments received on the derailment detection (pp 41-42/84)

- (Knorr Bremse) considering that: *“The derailment detector acts in the very same way as if the loco driver does an emergency braking: the main pipe pressure is quickly reduced. This is normal train handling which happens frequently without causing derailments.” “What the DDD does is nothing else than what the loco driver does in an emergency situation!”*

Agency position:

- a) A derailment detector automatically acting on the train brakes is different from an ‘emergency braking’, at least for the following reasons:
  - A locomotive driver knows the circumstances in which he/she applies a real ‘emergency braking’,
  - The propagation of the brake effort (UIC pneumatic brake systems) goes from the locomotive towards the rear of the train,
  - The traction cut-off occurs immediately, as the real ‘emergency braking’ is applied from the locomotive.
- b) An ‘emergency braking’ complies with both technical specifications and operational specifications in relation with the previously listed points which are not complied with by the (‘DDD’) M1-a type derailment detectors.
- c) In 2009, the amendments of the RID provisional text were devoted to solve these issues, and this is why the provisional text reported in annex 1 requires that a detection device:
  - reports an alarm only: *“provides an immediate and clear signal to the locomotive driver that a derailment has occurred”*. *“Venting of the main brake pipe shall be considered as a clear signal.”*
  - does not automatically vent the main brake pipe (text withdrawn from the initial version).
- d) In this respect, the M1-a type derailment detectors do not comply with the provisional RID text reported in annex 1.

### 6.1.3 Agency conclusions on the derailment detection (pp 49-50/84)

The new findings concerning derailment detection of M-1a type (DDD) lead the Agency to the following conclusions: (...)

Most of the issues raised by the RISC and EU TDG Committees concerning the M1-a type derailment detectors, applying automatically full brake when a derailment is suspected, remain:

- o This type of detector does not offer the functionalities corresponding to the new provisional text proposed for inclusion in RID 2013, because it does not report an alarm to the locomotive driver.
- o The venting of the main brake pipe by this type of detector cannot be clearly interpreted by the driver as a derailment alarm.(...)

Concerning the M-1b type of derailment detection, reporting an alarm to the locomotive driver the Agency concludes: (...)

For the long term, the Agency considers that the detectors reporting an alarm have the following advantages:

- o The issues identified for the M-1a type detectors -automatic-braking- could be mitigated or even avoided by using M-1b type detection –alarm reporting-, because:



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

- the automatic application of brakes by the M-1b type detection would be an exception, mitigating potential human errors by the locomotive drivers in case they would mishandle the pre-defined procedure for handling a reported alarm,

## 1.2. Aktuelle Informationen

### 1.2.1 Dissertation Bing TU Berlin 2014

Im Schienengüterverkehr werden die Bremsen rein pneumatisch angesteuert. Die Senkung des Druckes in der Hauptluftleitung bewirkt die Bremsung des Zuges. Aufgrund der Länge der Güterzüge erhalten die hinteren Wagen das Bremssignal (nach UIC-Anforderung minimal 250 m/s) mit deutlicher Verzögerung (bis ca. 4 Sekunden). Je nach Zuglänge kann es bis ca. 30 Sekunden dauern, bis die volle Bremskraft auf dem letzten Fahrzeug wirkt.

Eine starke Bremsung führt zu grossen Längskräften im Zugverband. Wenn diese vom Triebfahrzeug ausgelöst wird, werden die Bremskräfte zuerst im vorderen Zugteil aufgebaut, während der hintere Teil ungebremst aufläuft.

Folgende Begriffe werden für die verschiedenen Bremseinleitungsmöglichkeiten angewendet (s. Kap. 3.1 S. 21):

- „Betriebsbremsung“: Wird vom Triebfahrzeugführer eingeleitet. Bewirkt einen Druckabfall von 5,0 bar auf einen Wert zwischen 4,6 bar und Minimum 3,5 bar in der Hauptluftleitung und die Erzeugung eines Bremszylinderdruckes zwischen Null und dem Maximalwert.
- „Vollbremsung“: Wird vom Triebfahrzeugführer eingeleitet. Bewirkt einen Druckabfall von 5,0 auf 3,5 bar in der Hauptluftleitung und die Erzeugung des Maximalwertes des Bremszylinderdruckes.
- „Schnellbremsung“: Wird vom Triebfahrzeugführer eingeleitet. Bewirkt einen Druckabfall von 5,0 auf null bar in der Hauptluftleitung und die Erzeugung des Maximalwertes des Bremszylinderdruckes.
- „Zwangsbremsung“: Wird von der Leit- und Sicherungstechnik eingeleitet. Bewirkt einen Druckabfall von 5,0 auf null bar in der Hauptluftleitung und die Erzeugung des Maximalwertes des Bremszylinderdruckes.

Bemerkung: Bei einer „Voll-, -Schnell- oder Zwangsbremsung“ wird der maximale Bremszylinderdruck erzeugt und somit die gleiche Bremswirkung erzeugt.

Bei der „Schnell- und Zwangsbremsung“ hingegen wird die Hauptluftleitung völlig entleert. Folglich ist die zum Aufbau des Betriebsdrucks auf 5,0 bar benötigte Zeit grösser als bei der „Vollbremsung“, bei welcher der Druck in der Hauptluftleitung nur auf 3,5 bar sinkt.

Die Einleitung einer Bremsung durch einen fahrzeugseitigen Entgleisungsdetektor kann als Zwangsbremsung betrachtet werden. Im Gegensatz zur Auslösung der Bremsung durch den Lokführer, wird die Einleitung der Bremsung – d. h. die Absenkung des Druckes in der Hauptluftleitung – aus irgendeinem Wagen des Zugverbandes ausgelöst. Im Falle einer Bremsauslösung im hinteren Teil des Zuges beginnt dort der Bremskraftaufbau während das Triebfahrzeug den Zug weiter zieht. In diesem Fall entstehen Zugkräfte zwischen dem Triebfahrzeug und dem Zug. Einige Sekunden sind dem Lokführer nötig, bis dieser den sinkenden Druck der Hauptluftleitung merkt und dann die Traktion ausschaltet.

#### Ertragbare Längskräfte

UIC-Merkblatt 530-2 und DIN EN 15839:2013 definieren die Prüfbedingungen und die Grenzwerte für die Bestimmung der theoretisch ertragbaren Längsdruckkraft von Eisenbahngüterwagen. Die Prüfung



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

erfolgt auf einem S-Bogen mit kurzen Radien und Zwischengerade. Auf der freien Strecke tritt eine solche Gleisgeometrie nur in Ausnahmefällen auf mit Reduktion der Fahrgeschwindigkeit, so dass von höheren ertragbaren Längsdruckkräften ausgegangen werden kann. Die maximal ertragbare Längsdruckkraft von zweiachsigen Güterwagen bei S-Bogenradien mit  $R = 300$  m beträgt rund 300 kN. Ein Drehgestellwagen erträgt höhere Druckkräfte.

Die potentiellen Konsequenzen einer Zwangsbremung hängen von verschiedenen Faktoren ab, insb.:

- **Bremstellung:** Die eingestellte Bremsstellung der einzelnen Fahrzeuge spielt bei der Entstehung von Längsdruckkräften eine wichtige Rolle. Kap. 3.2 und 3.3 vermitteln präzise Angaben über die Bremsstellungen „G“ und „P“, sowie ihre Verwendung nach Wagenzugmasse. In der Bremsstellung „P“ führt die Bremsanforderung aus der Hauptleitung zu einem schnelleren Aufbau des Bremszylinderdruckes als in der Position „G“. Letztere weist somit deutlich kleinere Längsdruckkräfte im Zugverband als die Position „P“ auf. Die Wahl der Position „G“ und „P“ ist abhängig vom Gesamtgewicht des Zuges sowie vom Gewicht der einzelnen Wagen. So sind in Deutschland in den meisten Fällen mindestens die 5 ersten Wagen in der Position „G“ zu stellen.
- **Einfluss der Bremsausgangsgeschwindigkeiten:** Unabhängig von der Bremsausgangsgeschwindigkeit beginnt der Bremskraftaufbau am ersten Wagen direkt während der hintere Wagen noch ungebremst weiterfährt. Der Reibwert der Bremsklotzsohlenmaterialien steigt bei sinkenden Geschwindigkeiten; dies bedeutet, dass die maximal auftretende Längsdruckkraft bei steigender Bremsausgangsgeschwindigkeit sinkt.
- **Einfluss der Position des bremseinleitenden Fahrzeuges:** Es wird gezeigt, dass die Längsdruckkraft maximal wird, wenn in der Bremsstellung G die Bremsung durch das erste Fahrzeug des Zugverbandes eingeleitet wird. Unabhängig von der Bremsausgangsgeschwindigkeit beginnt der Bremskraftaufbau am ersten Wagen direkt, während der hintere Wagen noch ungebremst weiterfährt. In der Bremsstellung P hingegen wird diese maximal, wenn die Bremsung vom 7. Wagen eingeleitet wird.
- **Fahrt durch Bögen:** Bei der Bogenfahrt werden die Längskräfte nicht gleichmässig zwischen dem linken und dem rechten Pufferpaar aufgeteilt. Die Bogenfahrt stellt somit den kritischen Fall dar. Die ertragbare Längsdruckkraft eines Güterwagens ist für die Fahrt durch den S-Bogen definiert. Bei einer Bremsung in Geraden sind viel höhere Längsdruckkräfte unkritisch. Im Fall einer Bremsung bei 40 km/h wird gezeigt, dass der Verlauf der Längskräfte zwischen den Kupplung- und Pufferfedern in der Gerade und im S-Bogen beinahe gleich ist. Der Verlauf der Längskraft ist von der Trassierung weitgehend unabhängig.

**Aus den zahlreichen gerechneten Fahrtsimulationen wird nirgends eine kritische Situation dargestellt, die von einer fahrzeugseitigen Auslösung der Zwangsbremung verursacht wird.** Im Weiteren sind die Längskräfte im Zug in der Bremsstellung G, die für lange und schwere Züge vorgeschrieben ist, wesentlich tiefer als in der Stellung P.

Kap. 9.5, S. 184-185

(Es) wurde gezeigt, dass **eine Entgleisung eines einzelnen Wagens vom Triebfahrzeugführer nur bemerkbar ist, wenn sich der entsprechende Wagen möglichst dicht hinter dem Triebfahrzeug befindet.** Die Längsschwingungen werden durch die Kupplungselemente gedämpft, so dass sie mit zunehmender Entfernung von der Zugspitze deutlich reduziert werden. Des Weiteren wurde der Fall des Ansprechens eines Entgleisungsdetektors betrachtet. Es zeigt sich, dass die Längskräfte, die aus dem Bremsvorgang resultieren, meist deutlich größer sind als die Längskraftspitzen aus der Entgleisung, so dass aus zuglängsdynamischer Sicht die Bremsvorgänge weiterhin den kritischen Fall darstellen. **Eine erhöhte Entgleisungsgefahr aufgrund der Überlagerung von Längskräften aus Bremsvorgängen und Längskräften aus Entgleisungen kann nicht erkannt werden.** Die auftretenden von der Bremsung beeinflussten Längskräfte hängen von vielen Faktoren ab, wie im Kapitel 8



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

gezeigt werden konnte. Kritische Fahrzustände, bei denen während des Bremsvorganges hohe Längsdruckkräfte wirken, werden im Fall der Entgleisung eines einzelnen Wagens nur minimal verstärkt, so dass insgesamt **die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Unfalls durch hohe Längsdruckkräfte während einer Entgleisung mit gleichzeitig eingeleiteter Zwangsbremung nicht steigt**. Dabei muss noch beachtet werden, dass eine kritische Längsdruckkraft mindestens über eine Strecke von 10 m wirksam sein muss, damit sie am entsprechenden Fahrzeug zu kritischen Situationen führt. Dies ist im Fall der Längsschwingungen nur im geringen Umfang möglich. **Es zeigt sich sogar, dass ein entgleister Wagen letztendlich eine Zugkraft aufgrund seines erhöhten Fahrwiderstandes hervorruft. Diese wirkt den eigentlich kritischen Längsdruckkräften entgegen.**

### 1.2.2 Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV<sup>4</sup>

Die Schweizerische Fahrdienstvorschriften FDV enthalten folgende Vorschriften für Ereignisse, die ähnliche Effekte haben können wie die Auslösung eines mechanischen Detektors:

R300.14, Ziffer 3.6.2:

#### **Sinkender Hauptleitungsdruck**

Bemerkt der Lokführer ohne Dichtigkeitsprobe ein Absinken des Hauptleitungsdrucks unter den eingestellten Wert, so ist das Führerbremsventil sofort in die Schnellbremsstellung zu verbringen.

R300.14, Ziffer 3.6.3:

#### **Vermutete Zugtrennung**

Vermutet der Lokführer bei sinkendem Hauptleitungsdruck eine Zugtrennung, ist das Führerbremsventil in der Fahrstellung zu belassen. Kurz vor dem Halt ist das Führerbremsventil in die Betriebsbremsstellung zu verbringen.

### 1.2.3 Expertenbegutachtung:

Eine automatische Zwangsbremung kann der Lokführer nur am sinkenden Hauptleitungsdruck erkennen. Bei der vermuteten Zugtrennung soll mit dem Belassen des Führerbremsventils in der Fahrstellung bewirkt werden, dass der vorlaufende Zugteil weniger schnell abgebremst wird. Damit kann ein Aufprall des nachlaufenden Zugteils verhindert werden.

Die Ziffer 3.6.3 FDV könnte mit der vermuteten Entgleisung (inkl. Auslösung eines automatischen Entgleisungsdetektors) ergänzt werden. **Dadurch würde ein starkes Auflaufen des entgleisten Fahrzeuges vermieden.**

Eine entgleiste Achse eines Fahrzeuges führt unmittelbar zu Beschädigungen an der Fahrbahn. Die Entgleisungsgefahr der nachfolgenden Achsen (Fahrzeuge) steigt dadurch an. Die Gefahr einer Kettenreaktion (Ausbrechen/Umstürzen von Fahrzeugen, Brandgefahr durch Funkenbildung, Beschädigung der Fahrleitung etc.) ist sehr gross.

**Aufgrund der Komplexität dieser Folgeschäden und deren Auswirkungen ist es nicht realistisch, dem Lokführer die Verantwortung für den Entscheid zu überlassen.** Er kann den Zug kaum überblicken und innerhalb von Sekunden auch nicht bezüglich der Ladung und deren Gefahren analysieren. Davon ausgehend, dass eine Entgleisung im Prinzip ein "kaltes" Ereignis ist, durch Folgeschäden aber zum Brand oder Umweltschädigungen führen kann, ist ein sofortiges Anhalten zielführend.

---

<sup>4</sup> Siehe <http://www.bav.admin.ch/grundlagen/03514/03533/03649/index.html?lang=de>



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

Eine automatische Zwangsbremmung durch den Entgleisungsdetektor eines Fahrzeuges bewirkt ein Entleeren der Hauptleitung innerhalb der Zugkomposition. Dadurch wird der diesem Fahrzeug vorangehende Teil des Zuges gestreckt, der nachfolgende Teil gestaucht. Gegenüber einer durch den Lokführer von der Spitze aus eingeleiteten Schnellbremsung wird das Risiko von zu grossen Längskräften reduziert. Aus fahrdynamischer Sicht ist jede Entleerung der Hauptleitung von einem Punkt innerhalb des Zuges besser, als die Entleerung von der Zugspitze aus.

### 1.3. Fazit

- **Bei der Entgleisung eines Güterwagens ist die automatische Zwangsbremmung aus technischer und eisenbahnbetrieblicher Sicht der Warnmeldung an den Lokführer vorzuziehen.**
- **Mechanische Entgleisungsdetektoren erlauben eine rasche Reduktion der Zuggeschwindigkeit; dabei bleiben die Kräfte innerhalb der Zugkomposition im ertragbaren Rahmen.**





## 2 Entgleisung im Tunnel

### 2.1 Ausgangslage gemäss Bericht ERA 2012

#### **6.1.1 Consideration of comments received on the derailment detection** (pp 42-43/84)

(Knorr Bremse) commenting: “To my knowledge the attached version of the TSI SRT is the latest one. Here on page 28 it is clearly written: [4.4.2. Emergency rule The IM's operation rules shall adopt and develop in more detail, if necessary, the principle that in case of an incident (except a derailment, that requires an immediate stop)] So the DDD is fully in line with the TSI!”

Agency remark:

a) The current SRT TSI section 4.4.2 establishes the following general principles:

[The IM's operation rules shall adopt and develop in more detail, if necessary, the principle that in case of an incident (except a derailment, that requires an immediate stop)

— The train shall be brought to a halt before entering a tunnel, or driven out of a tunnel.

— In tunnels with underground stations, the train may be evacuated at an underground platform.

The procedures for this situation shall be developed by the IM and the RU and be detailed in the emergency plan.

In all cases, the IM shall be informed immediately by the train crew and no additional scheduled train shall be permitted to enter the tunnel.]

b) The SRT TSI is currently under revision process. The section 4.4.2 mentioned above is currently re-discussed by the Working Party on SRT TSI which proposed to align the requirement with the general requirement of the OPE TSI on managing emergency situations, which requires:

[4.2.3.7 Managing an emergency situation

The infrastructure manager must, in consultation with:

– all railway undertakings operating over his infrastructure, or, where appropriate, representative bodies of railway undertakings operating over his infrastructure,

– neighbouring infrastructure managers, as appropriate,

– local authorities, representative bodies of the emergency services (including fire fighting and rescue) at either local or national level, as appropriate.

define, publish and make available appropriate measures to manage emergency situations and restore the line to normal operation.]

c) The way the M1-a type detector (‘DDD’) acts does not allow the Infrastructure Manager to apply the general safety principle of section 4.4.2. of SRT TSI while other more efficient measures detecting degraded conditions of a train before entering a tunnel (e.g. hot axle box detectors) allow the Infrastructure Manager to comply with it.

d) Therefore the Agency considers that the ‘DDD’ is not fully in line with the SRT TSI safety principle and is not in line with the requirements of some other TSIs, as explained in the answer to the previous comments.

#### **6.1.2 Findings concerning the issues identified by the EU Committees in 2009**

4. “Study on the impact of automatic braking in tunnels/bridges”.

For the electronic detection (M-1b type), and similarly to the functionalities adopted for handling an alarm in passengers’ trains, the Agency would suggest handling the alarms reported by an electronic detection with the following process:

a. the derailment alarm is reported to the locomotive driver in the cabin without applying brakes,

b. the driver must acknowledge the alarm,



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

- c. after acknowledgement of the alarm, the driver must bring the train to a safe stop in accordance with the applicable operational rules relating to the management of emergency situations,
- d. in case the alarm is not acknowledged by the driver, the train is automatically brought to a stop,
- e. the alarm handling system should offer the possibility to deactivate, where required, the automatic braking trigger on specific sections (e.g. tunnel/bridges).

Under this topic, the Agency received the following comments:

(Danish NSA) – considering that the study is of high quality, reminding that the issue of tunnels must be carefully examined in case derailment detection would be made mandatory and considering that the way an alarm reported by a detection should be handled (possibilities – limitations) should be clearly defined.

Agency position:

- a) The Agency agrees the view of the Danish NSA and analysed carefully the question of tunnels and bridges. As a result the Agency proposed, as reported above, the way an alarm should be handled in case of use of M-1b type derailment detection in the EU.
- b) The Agency also supports the Danish NSA view that the M-1a type derailment detection should not be mandatory, as explained in section 6.1.3 below.

### **6.1.3 Agency conclusions on the derailment detection (pp 49-50/84)**

Concerning the M-1b type of derailment detection, reporting an alarm to the locomotive driver the Agency concludes: (...)

For the long term, the Agency considers that the detectors reporting an alarm have the following advantages:

*o The issues identified for the M-1a type detectors -automatic-braking- could be mitigated or even avoided by using M-1b type detection –alarm reporting-, because: (...)*

*- concerning the specific case of tunnels and bridges it would be easier to comply with specific operating rules (e.g. overriding automatic braking from the locomotive in specific locations).*

## **2.2 Aktuelle Informationen**

### **2.2.1 Vorschriften**

Die neue Version TSI SRT ist am 12.12.2014 veröffentlicht worden<sup>5</sup>. Gemäss TSI SRT 2014, Kap. 4.4.1 (Vorschriften für den Notfall) muss bei einem Ereignis im Tunnel der Zug aus dem Tunnel oder bis zur nächsten Brandbekämpfungsstelle gefahren werden. Dasselbe Vorgehen wird in den TSI SRT 2014, Kap. 2.2.1 festgehalten (Entstehung eines Brandes im Zug). Auf den spezifischen Fall der Entgleisung eines Güterzuges im Tunnel wird aber nicht näher eingegangen.

### **2.2.2 Dissertation Bing TU Berlin 2014**

In Anbetracht der anwendbaren Regeln kommt D. Bing im Kap. 2.5 zum Schluss, dass bei drohender Gefahr in einem Tunnel der Zug sofort anzuhalten ist. Die Ablehnung der Einführung der Entgleisungsdetektion unter der Begründung, dass der Lokführer die Bremsauslösung im Tunnel nicht deaktivieren kann, sei fragwürdig. Im Falle einer Entgleisung sei der Zug sofort anzuhalten.

---

<sup>5</sup> <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/SRT-TSI.aspx>



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

### 2.2.3 Expertenbegutachtung (Sektion Grundlagen – Fachexperten Tunnelsicherheit BAV):

Die Schweiz besitzt mit sehr vielen, auch sehr langen Eisenbahntunneln eine grosse Erfahrung und entsprechend zahlreiche weltweit anerkannte Experten im Bereich Tunnelsicherheit. Die sowohl beim zuständigen Bundesamt sowie bei der grössten Eisenbahnunternehmung SBB konsultierten Experten sind sich einig: aus Sicht der Tunnelsicherheit wird die automatische Zwangsbremung bei kalten Ereignissen als das richtige Vorgehen betrachtet.

Die Beschränkung der Infrastrukturschäden sowie die Reduzierung des Gefahrenpotentials weiterer Entgleisungen und Beschädigungen stehen im Vordergrund. Allerdings sind auch Szenarien möglich, bei welchen das Hinausfahren aus dem Tunnel als sinnvoll erscheint. Wird aus einem kalten Ereignis (z.B. Entgleisung) ein heisses Ereignis (z.B. Brand) und befindet sich der Zug kurz vor dem Tunnelende, würde unter Umständen ein Hinausfahren aus dem Tunnel weniger Schaden anrichten, als wenn der Zug im Tunnel angehalten wird. Jedoch ist ein solches Ereignis (Entgleisung mit Brand und spezifischer Stelle im Tunnel) mit einer sehr tiefen Eintretenswahrscheinlichkeit verbunden. Es ist davon auszugehen, dass eine Entgleisung als kaltes Ereignis deutlich häufiger vorkommt. Zudem müsste der Lokführer in der Lage sein, nebst der detektierten Entgleisung auch den Brand zu erkennen.

**Eine automatische Zwangsbremung im Tunnel, ausgehend von einer Detektion einer Entgleisung, ist anzustreben.** Je nach Ereignisverlauf und örtlichen Gegebenheiten hat der Lokführer auch nach einem Halt im Tunnel die Möglichkeit, sich in einen sicheren Bereich zu retten. Allenfalls besteht nach einem durch einen mechanischen Entgleisungsdetektor bewirkten Halt immer noch die Möglichkeit die Lokomotive oder gar einen Teil der Zugskomposition aus dem Tunnel zu fahren.

## 2.3 Fazit

- **Eine automatische Zwangsbremung im Tunnel, ausgehend von einer Detektion einer Entgleisung, ist anzustreben.**



## 3 Fehlauslösungen

### 3.1 Ausgangslage gemäss Bericht ERA 2012

#### 4.3.1 Conclusions of DNV's study (p24/84)

##### 0.4.3 Technical Mitigation Measures

We consider the following mitigation measure as potentially efficient if the significant identified drawbacks could be solved:

M1a-Derailment Detection (with automatic brake application) applied to All Freight Trains

This present assessment is fully in line with the previous assessment made by the Agency [4]. The significant drawback previously identified is confirmed by the present study and the related accident analysis. A false alarm of such a device may lead to train compression which is a contributory cause of freight train derailments (and also a significant operational disruption). In this respect we note that CSM Regulation, Annex I, point 2.5.4 states:

*For technical systems where a functional failure has credible direct potential for a catastrophic consequence, the associated risk does not have to be reduced further if the rate of that failure is less than or equal to 10-9 per operating hour.*

#### 6.1.1 Consideration of comments received on the derailment detection (pp 40-44/84)

c) The Agency concludes that both measures P1 and M1-a have the potential to directly provoke a derailment under unfavourable circumstances. Concerning the M1-a measure the identified unfavourable circumstances are, for example if a false-alarm occurs where tracks are under performing, or/and if it occurs at a curve, or/and if it is combined with an unsuitable composition/loading of the train. (...)

- (Knorr Bremse) informing:

- *“Some words on the false alarms themselves: - The data base is very small, so real statistics are not possible*
- *Since the installation of the derailment detectors with higher trigger level (EDT101) in 2004 we had had no false alarms anymore.*
- *There had been 56 cases of false alarms reported with the old type EDT100. By the way: none of them caused a derailment.”*

Agency position:

a) In principle the fact that no false alarm have been reported since 2004 with the new version of detectors does not mean that false alarms cannot occur with this new version.

b) The Agency notes that Knorr-Bremse agrees that “The data base is very small, so real statistics are not possible”

c) Therefore the Agency believes that only a detailed assessment concerning the reliability of the new version could provide an estimate of the false-alarm rate. The Agency did not receive such detailed information since the ‘false-alarm’ issue has been raised in 2009.

- (Knorr Bremse) mentioning that *“We do therefore not understand why "emergency braking" should be evaluated according CSM Regulation, Annex I, point 2.5.4 as it is normal operation rather than it "has credible direct potential for a catastrophic consequence"!”*

Agency position:

a) As it is explained previously the automatic application of brake by a derailment detector is something different than an ‘emergency braking’ invoked by a locomotive driver.



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

- b) In this respect, the automatic brake application triggered by a derailment detector must be considered as a change (new technical system) in the railway system.
- c) In EU Member States the SMS requires every change to be risk assessed and that a procedure is in place to apply the CSM on Risk Evaluation and Assessment (Regulation 2009/352/EC) when the change is deemed to be significant under the terms of this CSM.
- d) This CSM states: *“Where hazards arise from failures of technical systems not covered by codes of practice or the use of a reference system, the following risk acceptance criterion shall apply for the design of the technical system: For technical systems where a functional failure has a credible direct potential for a catastrophic consequence, the associated risk does not have to be reduced further if the rate of that failure is less than or equal to 10<sup>-9</sup> per operating hour. Nevertheless, if the applicant can demonstrate that the national safety level can be maintained with a less demanding criterion than the 10<sup>-9</sup>, this criterion can be used by the applicant after agreement with the assessment body “If a technical system is developed by applying the 10<sup>-9</sup> criterion defined in paragraph 4, mutual recognition shall be applied according to section 5.3”*
- e) The Agency, supported with the assessment performed by DNV, concluded that a false-alarm (functional failure) of the M1-a type detector has a credible direct potential for a catastrophic consequence.
- f) “Credible”: The analysis of past derailment performed by DNV tells us that over 238 analysed derailments there were 6 derailments where strong braking (applied to the whole train) has led to the derailments or has been a contributory cause. Therefore it is credible that a full application of the brake invoked by a M1-a type detector under false-alarm conditions could lead to a derailment.
- g) “Direct”: The direct nature of this potential effect is explained by the fact that there is no possibility to override the automatic full brake application invoked by an M1-a type detector when the detector has wrongly (false-alarm) suspected a derailment. Therefore a false-alarm is a functional failure which can directly lead to a derailment.
- h) “Potential for a catastrophic consequence”: a derailment can potentially lead to catastrophic consequences, depending on the circumstances.
- i) In conclusion, because the derailment detectors of M1-a type represents a change in the current railway system, and because a functional failure of the derailment detector has a credible direct potential for a catastrophic consequence, the Agency considers that the above mentioned CSM is applicable to the M1-a type derailment detectors.

### **6.1.2 Findings concerning the issues identified by the EU Committees in 2009**

2. *“Study on the impact of false alarms and the level of reliability that should be imposed for the derailment detection device (DDD)”*.

DNV’s study confirmed that the question of false-alarm remains an issue for the derailment detection because the false activation of an alarm (i.e. without actual derailment occurred) has the potential to provoke a derailment. Effectively the DNV’s analysis of past derailments shows that a small proportion of these derailments (around 5%) has been caused by inappropriate application of brakes in combination with unfavourable train composition, track condition or wagon loading.

The M-1a type of detector applying automatically full brake by venting the main brake pipe there is a (small) probability that such an action on brake, in case of false-alarm, would provoke a derailment.

### **6.1.3 Agency conclusions on the derailment detection (pp 49-50/84)**

The new findings concerning derailment detection of M-1a type (DDD) lead the Agency to the following conclusions: (...)



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

Most of the issues raised by the RISC and EU TDG Committees concerning the M1-a type derailment detectors, applying automatically full brake when a derailment is suspected, remain:

- o The new study findings confirms that this type of detector has the potential to provoke a derailment in case of false alarm, (...)

Concerning the M-1b type of derailment detection, reporting an alarm to the locomotive driver the Agency concludes: (...)

For the long term, the Agency considers that the detectors reporting an alarm have the following advantages:

- o The issues identified for the M-1a type detectors -automatic-braking- could be mitigated or even avoided by using M-1b type detection –alarm reporting-, because: (...)

- the M-1b type detectors, probably based on electronic systems, would offer more possibilities for limiting the number of false alarms (multiple checks of actual derailment occurrence would be feasible with this type of detection) or for identifying a false alarm (driver check),

## 3.2 Aktuelle Informationen

### 3.2.1 Vorschriften

Die ERA veröffentlichte am 19.03.2015 die Empfehlung „*Recommendation of the European Railway Agency on the amendment of the Commission implementing Regulation (EU) No 402/2013 on the common safety method for risk evaluation and assessment*“<sup>6</sup> welche insb. folgende Präzisierungen enthält:

*Regulation (EU) No 402/2013 is hereby amended as follows:*

*(36) ‘highly improbable’ means a failure occurring at a frequency less than or equal to  $10^9$  per operating hour;*

*(37) ‘improbable’ means a failure occurring at a frequency less than or equal to  $10^7$  per operating hour;*

*(...)*

*2.5.1. If the hazards are not covered by one of the two risk acceptance principles laid down in points 2.3 and 2.4, the demonstration of risk acceptability shall be performed by explicit risk estimation and evaluation. Risks resulting from these hazards shall be estimated either quantitatively or qualitatively, or when necessary both quantitatively and qualitatively, taking existing safety measures into account.*

*2.5.4. The proposer shall not be obliged to perform additional explicit risk estimation for risks which are already considered acceptable by the use of codes of practice or reference systems.*

*2.5.5. If hazards arise from failures of functions of a technical system, without prejudice to points 2.5.1 and 2.5.4 above, the following requirements shall apply to those failures:*

*(a) where a failure has a credible potential to lead directly to a catastrophic accident, the associated risk does not have to be reduced further if the frequency of the failures of the associated function is demonstrated to be **highly improbable**.*

---

<sup>6</sup> [http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/Recommendation-of-the-European-Railway-Agency-on-the-amendment-of-the-Commission-implementing-Regulation-\(EU\)-No-4022013-on.aspx](http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/Recommendation-of-the-European-Railway-Agency-on-the-amendment-of-the-Commission-implementing-Regulation-(EU)-No-4022013-on.aspx)



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

*(b) where a failure has a credible potential to lead directly to a critical accident, the associated risk does not have to be reduced further if the frequency of the failures of the associated function is demonstrated to be **improbable**.*

*2.5.6. Without prejudice to points 2.5.1 and 2.5.4 above, the requirements in point 2.5.5. shall be referred to as the harmonised design targets. They shall be used for the design of electrical, electronic and programmable electronic technical systems. They shall be the most demanding design targets that can be required for mutual recognition.*

**The design targets in point 2.5.5. shall neither be used as overall quantitative targets for the whole railway system of a Member State nor for the design of purely mechanical technical systems.**

### **3.2.2 Expertenbegutachtung** (Sektion Sicherheitsrisiko-Management BAV inkl. Austausch mit EBA<sup>7</sup> und BMVIT<sup>8</sup>):

Bei der Entgleisungsdetektion mit Zwangsbremmung handelt es sich bei der Erstzulassung um eine technische Änderung. An einem bestehenden System (Güterwagen mit konventionellem Bremssystem) wird eine Änderung vorgenommen, indem eine Funktion ergänzt wird. Es ist somit in jedem Fall zu prüfen ob es sich um eine signifikante Änderung handelt. Die Ergebnisse der Prüfung sind zu dokumentieren. Allenfalls ist mit diesem Schritt der CSM-RA-Prozess abgeschlossen.

Die oben aufgeführte Klarstellung der CSM-RA bedeutet, dass  $10^{-9}$  bzw. die explizite Risikoanalyse insgesamt für rein pneumatisch-mechanische Systeme nicht angewendet werden soll, sondern nur Regelwerke oder Referenzsysteme.

### Naheliegend ist die **Heranziehung eines Referenzsystems gemäss DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 402/2013<sup>9</sup>**

*2.4.1. Der Vorschlagende untersucht mit Unterstützung anderer beteiligter Akteure, ob eine, mehrere oder alle Gefährdung(en) durch ein ähnliches System angemessen abgedeckt wird bzw. werden, das als Referenzsystem herangezogen werden könnte.*

*2.4.2. Ein Referenzsystem muss mindestens folgende Anforderungen erfüllen:*

- a) Es hat sich bereits in der Praxis bewährt, weil es ein akzeptables Sicherheitsniveau gewährleistet, und es würde daher in dem Mitgliedstaat, in dem die Änderung eingeführt werden soll, nach wie vor eine Genehmigung erhalten.*
- b) Es verfügt über ähnliche Funktionen und Schnittstellen wie das System, das der Bewertung unterzogen wird.*
- c) Es wird unter ähnlichen Betriebsbedingungen eingesetzt wie das System, das der Bewertung unterzogen wird.*

---

<sup>7</sup> Eisenbahn-Bundesamt Deutschland

<sup>8</sup> Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie Österreich

<sup>9</sup> DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 402/2013 DER KOMMISSION vom 30. April 2013 über die gemeinsame Sicherheitsmethode für die Evaluierung und Bewertung von Risiken und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 352/2009



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

d) *Es wird unter ähnlichen Umgebungsbedingungen eingesetzt wie das System, das der Bewertung unterzogen wird.*

2.4.3. *Erfüllt ein Referenzsystem die unter Nummer 2.4.2 genannten Anforderungen, gilt für das zu bewertende System Folgendes:*

a) *Die Risiken, die mit den vom Referenzsystem abgedeckten Gefährdungen verbunden sind, werden als vertretbar angesehen.*

b) *Die Sicherheitsanforderungen im Falle von Gefährdungen, die von dem Referenzsystem abgedeckt werden, können aus Sicherheitsanalysen oder aus einer Bewertung der Sicherheitsdokumentation des Referenzsystems abgeleitet werden.*

c) *Diese Sicherheitsanforderungen werden im Gefährdungsprotokoll als in Bezug auf die jeweiligen Gefährdungen geltende Sicherheitsanforderungen erfasst.*

Dieser Grundsatz kann im Fall des mechanischen Entgleisungsdetektors verwendet werden: Das aktuelle „Modell“ hat sich in der Praxis bewährt und würde von der Schweiz auch heute noch eine Genehmigung erhalten. Somit könnte eine allenfalls leicht angepasste Version des aktuellen Modells vom BAV nach dem CSM-RA-Prozess auf dieser Grundlage zugelassen werden.

### 3.2.3 Dissertation Bing TU Berlin 2014

Kap. 3.5 (S. 31)

#### Häufigkeitsbetrachtung von Zwangsbremungen

Wird die Jahresfahrleistung von 250 Mio. Zugkilometern des Schienengüterverkehrs aller Eisenbahnverkehrsunternehmen in Deutschland im Jahr 2010 [92] betrachtet und die gleiche Häufigkeit von Schnell- und Zwangsbremungen wie im Jahr 1990 angenommen, ergeben sich rund 17.000 Bremsungen, die aufgrund der geringen Bremsausgangsgeschwindigkeit zu erhöhten Längsdruckkräften im Zugverband führen können.

In Anbetracht dieser recht hohen Anzahl von Bremsungen, die bedingt durch die geringe Bremsausgangsgeschwindigkeit hohe Längsdruckkräfte hervorrufen können, **ist eine zusätzliche Zwangsbremung durch eine Entgleisungsdetektion zwar ein weiteres, dennoch aber geringes Risiko.**

Die Aussagen der Dissertation Bing zu den potentiellen Effekten einer Zwangsbremung (s. Abschnitt 1.2.1 oben) sind hier ebenfalls zu berücksichtigen.

### 3.2.4 Erfahrungen mit der mechanischen Entgleisungsdetektion

In der Schweiz sind gegenwärtig über 1000 Wagen mit Entgleisungsdetektoren im täglichen Betrieb. Diese werden insb. durch die Wascosa AG, aber auch direkt durch die Eisenbahnunternehmungen BLS (Autoverlad Lötschbergtunnel) und RhB (Autoverlad Vereinatunnel) gehalten.

Die durch SBB Cargo geführten Züge haben in den letzten Jahren 1 bis 2 Auslösungen ohne effektive Entgleisung pro Jahr erfahren. Diese Auslösungen sind aber in der Regel nicht zufällig, sondern sie zeigen meistens Unregelmässigkeiten der Infrastruktur auf, welche wohl zu einer effektiven Entgleisung führen könnten und saniert werden müssen.

Die betroffenen Wagenhalter, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Infrastrukturbetreiber in der Schweiz betrachten den Einsatz von Wagen mit mechanischen Entgleisungsdetektoren als unproblematisch und wünschenswert.





Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

Mit den Worten der Firma WASCOSA: *WASCOSA betreibt inzwischen weit über 700 Kesselwagen mit Entgleisungsdetektoren. Wir haben Detektoren zweier Hersteller (Knorr und Wabtec) nach neuestem Standard im Einsatz. Beide Systeme funktionieren ohne Probleme. Fehlauslösungen wie bei den Entgleisungsdetektoren der ersten Generation gibt es nicht mehr. Die Quote der Fehlalarme liegt bei 0%.*

### 3.3 Fazit

- **Mechanische Entgleisungsdetektoren sind seit mehr als zehn Jahren im Einsatz. Heute sind über 1000 Wagen damit ausgerüstet. Im täglichen Betrieb stellen Fehlalarme kein Problem dar.**
- **Die CSM-RA ist auf den Entgleisungsdetektor mit automatischer Zwangsbremmung anwendbar. Nicht anwendbar ist hingegen das „Verfügbarkeitskriterium“  $10^{-9}$ . Der Sicherheitsnachweis muss mittels Vergleich mit einem Referenzsystem erfolgen.**



Aktenzeichen: BAV-510.42-00003/00005/00001/00003/00007

## 4 Winterliche Verhältnisse

### 4.1 Ausgangslage gemäss Bericht ERA 2012

#### 6.1.1 Consideration of comments received on the derailment detection (p 41/84)

(...)

(Finnish NSA) – Questioning the comprehensiveness of the tests of the derailment detectors under severe winter conditions.

And,

- (Knorr Bremse) – Stating that “*The test conditions were approved by the Finnish and Swedish people, the tests were done and the result (no false alarms even under very low temperature conditions) was reported to RID.*”.

Agency remark:

a) Concerning winter tests the Agency did not receive detailed information and therefore could not assess the behaviour of the derailment detectors (M-1a type) under severe winter conditions; however the RID Committee of experts reported that such tests have been carried out.

### 4.2 Aktuelle Informationen

Mit der ersten Version EDT 100 sind effektiv Probleme im winterlichen Betrieb aufgetreten. Diese wurden aber in der Zwischenzeit gelöst. Heute ist im Betrieb mit der Version EDT 101 in der Erfahrung von SBB Cargo kein Unterschied zwischen Sommer und Winter bemerkbar.

### 4.3 Fazit

- **Der winterliche Betrieb von Wagen mit mechanischen Detektoren stellt heute in der Schweiz kein Problem dar.**