

## **Bremsluftkontrolle/-überwachung: Methoden und Lösungsansätze**



**Dr. Manfred Walter  
Leiter Innovation  
Knorr-Bremse  
Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH  
München, 14. Juni 2007**

## Überblick

### Unfälle durch Bremsversagen

- Unfälle und Unfallursachen
- Bahnbetrieb und Bremsprobe

### Abhilfemaßnahmen

- Ziele der Abhilfe
- Methoden der Abhilfe

### S-EOT

- Entwicklung S-EOT
- Entwicklungsstand und Marktaspekte

### BPLE

- Entwicklung Brake Pipe Length Estimation
- Entwicklungsstand und Marktaspekte

### Konzeptvergleich

- Diskussion

## Unfälle durch Bremsversagen

# Unfälle durch Bremsprobleme und Unfallursachen

**In den letzten Jahren sind einige Unfälle aufgetreten, deren Ursachen – soweit bekannt – in einer nicht durchgängigen Hauptluftleitung begründet sind.**

- Es ist bekannt, dass die Bremsprobe gelegentlich nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird. Die hohe Zuverlässigkeit und Sicherheitsreserven des Bremssystems sorgen dafür, dass es bei weitem nicht in jedem Fall zu Betriebsproblemen oder Unfällen kommt.
- Die Namen der Orte stehen für einige schwere Unfälle:
  - 20.11.1997 Elsterwerda
  - 26.02.2002 Wampersdorf
  - 09.09.2002 Bad Münde
  - 17.03.2004 Osnabrück
  - 17.05.2006 Thun
- Soweit uns bekannt, hätten sich diese Unfälle durch eine ordnungsgemäß durchgeführte Bremsprobe vermeiden lassen.



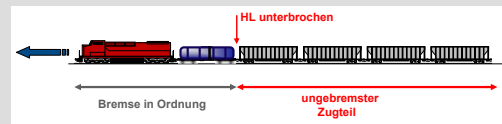
### Unfall 26.02.2002, Wampersdorf, Österreich

#### Durchgängigkeit von HL war nicht gegeben

- In Ungarn hatte der Zug problemlos mehrere Bremsungen absolviert



- In Ebenfurth erfolgte Lokwechsel, Fahrtrichtungswechsel und Personalwechsel
  - Bremsprobe kann nicht (oder nicht richtig) erfolgt sein
  - HL war nach dem zweiten Wagen nicht durchgängig



Unfälle durch Bremsversagen

## Unfall 17.05.2006, Thun, Lötschbergbahn

**Gegen 2:30 Uhr fuhr ein nicht bremsbarer Bauzug zu Tal. Die Betriebsleitung der BLS hat als allerletzte Maßnahme, um möglicherweise noch katastrophalere Folgen zu vermeiden, den Zug in der Nähe von Thun auf eine abgestellte Einheit aufprallen lassen. Dabei starben alle drei Personen an Bord.**

- An dem Zug war in einem Unterwegsbahnhof wegen Bremsproblemen ein Fahrzeug ausgestellt worden.
- Als Unfallursachen wurden später ein geschlossener Absperrhahn am Zugfahrzeug, ein nicht gekuppelter Bremsschlauch zwischen 2. und 3. Wagen sowie die Stellung „leer“ der manuellen Bremskraftkorrektur gefunden worden.
- Das Personal war von einer Baufirma und hatte die zulässige Arbeitszeit deutlich überschritten.
- Eine korrekt durchgeführte Bremsprobe hätte den Unfall vermieden.



Unfälle durch Bremsversagen

# Bahnbetrieb und Bremsprobe

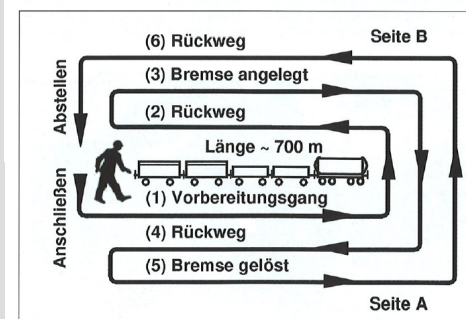
**Die Bremsprobe stellt ein wesentliches Element im Bahnbetrieb dar:**

- Die grundlegenden Anforderungen gemäß deutscher EBO §23 – lauten:  
*Züge ... müssen mit durchgehender selbsttätiger Bremse ausgerüstet sein.*
- Für die pneumatisch gesteuerte Bremse folgt daraus, dass die Hauptluftleitung durchgängig gekuppelt und gefüllt ist und nur im erlaubten Maß Bremsen ausgeschaltet sind.
- Um diese Anforderung bei allen Zugfahrten sicherzustellen, ist nach allen Kuppelvorgängen eine **Bremsprobe** durchzuführen.

deutsche EBO § 23 Bremsen

- (1) Die Fahrzeuge – ausgenommen Kleinlokomotiven – müssen mit durchgehender selbsttätiger Bremse ausgerüstet sein. Diese muß in beliebiger Reihung mit den Bremsbauarten derjenigen Bahnen zusammenarbeiten, auf deren Strecken die Fahrzeuge übergehen. Für eine beschränkte Anzahl von Güterwagen genügt das Ausrüsten mit Bremsleitung.
- (2) Eine durchgehende Bremse ist selbsttätig, wenn sie bei jeder unbeabsichtigten Unterbrechung der Bremsleitung wirksam wird.

Fußweg bei der Bremsprobe ohne technische Unterstützung



## Methoden der Abhilfe

**Grundsätzlich stehen mehrere Methoden bereit, für eine Verbesserung der Situation mit technischen Mitteln zu sorgen.**

- Anbringen eines an die HL angeschlossenen Zugschlussgerätes am letzten Wagen mit mehrfachen Messungen
  - Messung
  - Zusätzlich
- Stationäre Anlagen zur Durchführung oder Dokumentation der Bremsprobe (Bremsprobeanlagen).
- Ausrüstung aller Fahrzeuge mit einer Einrichtung zur Bremsprobe und Diagnose der Bremse (in USA: FCP-Brake)
- Überwachung der Bremsleistung und Ermittlung der Länge der HL-Leitung zu ermitteln.

**In Entwicklung: EOT-Einheit**

**In Entwicklung:  
Bremsleitungslängen-Monitor**

S-EOT

## EOT - End of Train Device: Status in USA

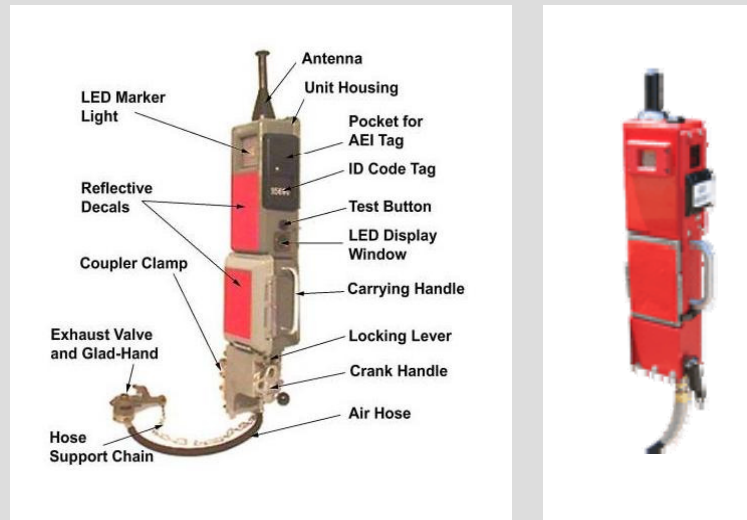
### Gerät am letzten Wagen

- In USA für alle Güterzüge vorgeschrieben
- von Betreibern daher akzeptiert

### Angeschlossen an HL

### Drei Stufen der Funktionalität

- Überwachung des HL-Drucks und Funkmeldung zur Lok
- Unterstützung der Schnellbremsung
  - für neue Geräte vorgeschrieben
- Unterstützung der Betriebsbremsung
  - bislang nicht vorgeschrieben
  - nicht interoperabel





S-EOT

## S-EOT von Knorr-Bremse: *Stand-alone / Smart / Safe* End of Train Device

### S-EOT bietet eine Reihe von Funktionen

- Elektronisches Gerät, das am Zugschluss angebracht und mit HL verbunden wird, gerätetechnisch kombiniert mit dem Zugschlusssignal
- Die Grundfunktionalität von S-EOT unterstützt die pneumatische Bremse vom Zugschluss her

### S-EOT ist eine Basis für optionale weitere Funktionen

- Kommunikation über GSM
- Zugvollständigkeitserkennung für ETCS Stufe 3
- S-EOT bietet die Messung des HL-Drucks am Zugschluss:
  - Dokumentation der Bremsprobe
  - Kontrolle der Durchgängigkeit HL
- Zusätzlich: Entlüftung am Zugschluss für den Fall einer nicht durchgekuppelter Hauptluftleitung.



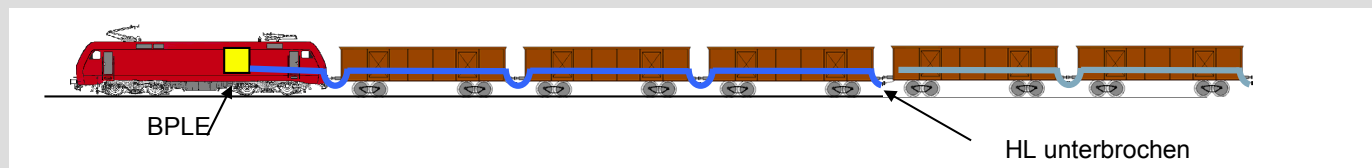
BPLE

## Schätzung HL-Länge: Brake Pipe Length Estimation (BPLE)

### Sensoren und Softwarealgorithmus im Bremssystem der Lok

#### Schnittstelle zur Traktionssteuerung und Anzeige für den Fahrer

- Sensoren erfassen den Volumenstrom in HL bei Einbremsen und Lösen
- Algorithmus schätzt Länge der HL bzw. Anzahl der Wagen
- Geschätzte Länge / Wagenanzahl wird dem Tf angezeigt
- Fahrer vergleicht diese Daten mit seiner Kenntnis über den Zug
- Abhängigkeit mit Traktionssteuerung, um nach Fahrtrichtungswechsel Einbremsen und Lösen zu erzwingen



BPLE

## Entwicklung Brake Pipe Length Estimation

### Grundlage sind Forschungsarbeiten

- Zugtrennungserkennung / Zugschlussüberwachung
- Lösezeitverkürzende Maßnahmen

### Schwerpunkte der Entwicklung

- Strömungsmessung
- Zustandsschätzalgorithmus zur Ermittlung des Zustands des Bremssystems des Zuges
  - Genauigkeit des Zugmodells
  - ggf. erforderliche Eingaben durch den Fahrer
- Sicherheitsanforderungen an Überwachungseinrichtung
- Integration in Bremssteuerung der Lokomotive
- Integration in Betriebsabläufe des Betreibers

## Konzeptvergleich

### EoT

- Kann hilfreich sein bei der Zulassung langer Güterzüge
- Logistischer Aufwand: Bevorratung S-EOT in Zugbildungsbahnhöfen

**oder**

Betrieblicher Aufwand: S-EOT einer Lok fest zugeordnet

- Akzeptanz Batterien und deren Austausch?
- Trotz flexiblem Grundprinzip könnten sich Varianten auf Grund nationaler Anforderungen in Europa als notwendig erweisen.

### BPLE

- Zusatzaufwand allein zur Erhöhung der Sicherheit
- Unmittelbar keine weiteren betrieblichen Vorteile
- Kein logistischer und nur minimaler betrieblicher Zusatzaufwand

**Erwartung aus Kundengesprächen:**

**Marktdurchdringung stellt sich ohne verpflichtende Vorschriften wohl nur auf sehr niedrigem Niveau ein!**

## Kontakt

### Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH  
Innovation  
Dr. Manfred Walter  
Moosacher Str. 80  
D-80809 München  
Phone: +49 89 3547-1580  
Mobile: +49 160 9043-9437  
mailto: [manfred.walter@knorr-bremse.com](mailto:manfred.walter@knorr-bremse.com)  
<http://www.knorr-bremse.com>