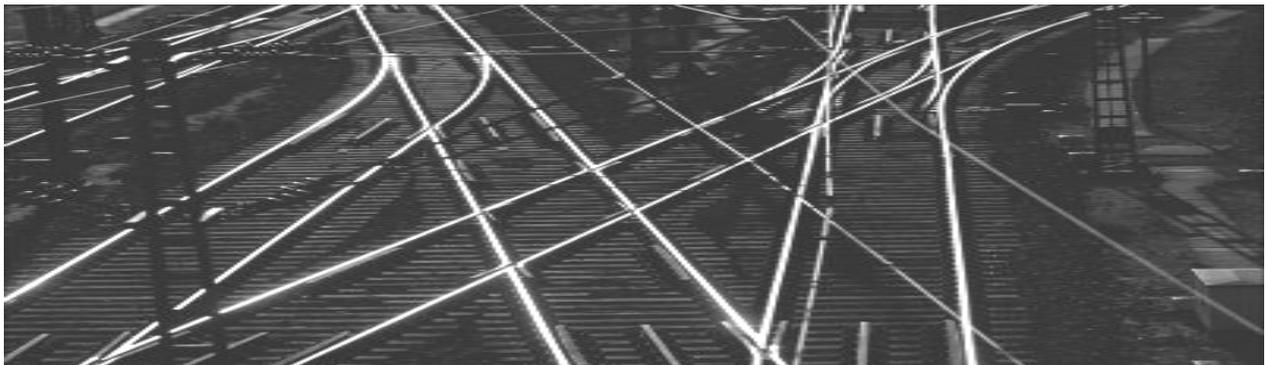




# Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: 60uu2015-04/012-3323

Stand: 07.06.2016 Version: 1.0



## Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Fahrzeugbrand
Datum:	25.04.2015
Zeit:	08:35 Uhr
Bahnhof:	Bf Wilhelmshaven
Gleis:	2
Kilometer:	52,200

**Veröffentlicht durch:**

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

## Inhaltsverzeichnis:

	<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Zusammenfassung ..... 6</b>
1.1	Kurzbeschreibung des Ereignisses ..... 6
1.2	Folgen ..... 6
1.3	Ursachen ..... 6
<b>2</b>	<b>Vorbemerkungen ..... 8</b>
2.1	Organisatorischer Hinweis ..... 8
2.2	Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung ..... 8
2.3	Beteiligte und Mitwirkende ..... 9
<b>3</b>	<b>Ereignis ..... 10</b>
3.1	Hergang ..... 10
3.2	Todesopfer, Verletzte und Sachschäden ..... 13
3.3	Wetterbedingungen ..... 13
<b>4</b>	<b>Untersuchungsprotokoll ..... 13</b>
4.1	Zusammenfassung von Aussagen ..... 13
4.2	Notfallmanagement ..... 13
4.3	Untersuchung der Infrastruktur ..... 14
4.4	Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik ..... 14
4.5	Untersuchung der betrieblichen Handlungen ..... 14
4.6	Untersuchung von Fahrzeugen ..... 14
4.6.1	Dieseltriebzug, Fz-Nr. 9580 0648 084-1 ..... 15
4.6.2	Bewertung des Personenrisikos ..... 25
4.7	Interpretation der Unfallspuren ..... 25
4.8	Weitere Fahrzeugbrände ..... 25
<b>5</b>	<b>Auswertung und Schlussfolgerungen ..... 25</b>
<b>6</b>	<b>Bisher getroffene Maßnahmen ..... 26</b>
<b>7</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen ..... 27</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb.: 1 Rußbildung durch austretenden Qualm an der Fahrzeugaußenseite.....	7
Abb.: 2 Brandspuren am Powerpack (Draufsicht) .....	7
Abb.: 3 Grafik BR 648 .....	10
Abb.: 4 IVL Plan bearbeitet durch die EUB .....	12
Abb.: 5 Front VT 648 084 .....	15
Abb.: 6 Prüfung der Hochdruckleitung .....	17
Abb.: 7 Prüfung der Niederdruckleitung .....	17
Abb.: 8 Schema Antriebsmotor vom Typ 6R 183 TD 13H.....	18
Abb.: 9 großflächige Ausbreitung des Kraftstoffes .....	19
Abb.: 10 verschmorte Schlauchleitungen am Abgasrohr .....	19
Abb.: 11 gemeinsame Rückführungsleitung zum Kraftstofftank.....	20
Abb.: 12 Prüfung der Austrittsmenge an Diesel-Leckleitung Zylinder 6 .....	21
Abb.: 13 Prüfung der Austrittsmenge an Rückführungsleitung .....	22
Abb.: 14 Austrittsmengen bei Leerlauf und Volllast.....	22
Abb.: 15 Anweisung A-154.1,.....	24
Tabelle 1: Fahrzeugkenndaten.....	15
Tabelle 2: Beschriftungen zum Schema Antriebsmotor Typ 6R 183 TD 13H .....	18

## Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Bf	Bahnhof
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BPol	Bundespolizei
BR	Baureihe
BÜ	Bahnübergang
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBL	Eisenbahnbetriebsleiter
EBO	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERA	Europäische Eisenbahn Agentur
ESO	Eisenbahnsignalordnung
EUB	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
LINT	Leichter Innovativer Nahverkehrstriebzug
LNVG	Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen mbH
NE	Nichtbundeseigene Eisenbahn
Nmg	Notfallmanager
NWB	NordWestBahn
Ril	Richtlinie
SB	Sicherheitsbehörde
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
Tf	Triebfahrzeugführer

## **1 Zusammenfassung**

### **1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses**

Am 25.04.2015 kam es um 08:35 Uhr auf der VzG-Strecke 1522 am Zug 82305 zu einem Fahrzeugbrand. Zwischen den Betriebsstellen Bahnhof Rastede und Bahnhof Wilhelmshaven kam es zu starker Rauchentwicklung an der geführten Zugeinheit. Der Triebzug bestand aus zwei Einheiten der BR 648 (führend 9580 0648 087-4, geführt 9580 0648 084-1) des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) NordWestBahn. Nach Ankunft im Bahnhof Wilhelmshaven wurde der gesamte Zug geräumt und durch den Tf auf den Bahnübergang Luisenstraße rangiert. Dort wurde der mittlerweile entstandene Brand durch die örtliche Feuerwehr bekämpft.

### **1.2 Folgen**

Bei dem Ereignis kam es zu keinen Personenschäden. Der Sachschaden in Folge des Fahrzeugbrands wurde durch den Fahrzeughalter auf ca. 500.000€ beziffert.

Aufgrund des Ereignisses kam es in der Zeit von 08:40 Uhr-10.06 Uhr zur Gleissperrung im Bf Wilhelmshaven. Vier Zügeleistungen der NWB mussten vorzeitig wenden. Insgesamt ergab sich eine Verspätungszeit von 56 Minuten.

### **1.3 Ursachen**

Bei der Rekonstruktion des Ereignisses stellte sich heraus, dass sich der Brandherd am Powerpack B des B-Wagens befand. Ausgelöst durch eine undichte Stelle der Diesel-Leckleitung konnte sich ein Aerosol mit sehr hohem thermischem Energieanteil bilden. Die Abdrift erfolgte in Richtung Abgasrohr/Turbolader an welchem es zur Zündung kam und einen andauernden Abbrand des permanent austretenden Kraftstoffs nach sich zog.



Abb.: 1 Rußbildung durch austretenden Qualm an der Fahrzeugaußenseite



Abb.: 2 Brandspuren am Powerpack (Draufsicht)

## **2 Vorbemerkungen**

### **2.1 Organisatorischer Hinweis**

Mit der Richtlinie 2004/49/EG zur Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft (Eisenbahnsicherheitsrichtlinie) wurden die Mitgliedstaaten der europäischen Union verpflichtet, unabhängige Untersuchungsstellen für die Untersuchung bestimmter gefährlicher Ereignisse einzurichten.

Diese Richtlinie wurde mit dem 5. Gesetz zur Änderung eisenbahnrechtlicher Vorschriften vom 16. April 2007 umgesetzt und die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) eingerichtet. Die weitere Umsetzung der Sicherheitsrichtlinie erfolgte durch die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) vom 05.07.2007.

Die Leitung der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) liegt beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Zur Durchführung der Untersuchungen greift die Leitung der EUB auf die Untersuchungszentrale beim Eisenbahn-Bundesamt - die fachlich ausschließlich und unmittelbar dem Leiter der EUB untersteht - zurück.

Näheres hierzu ist im Internet unter >> [www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de](http://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de) << eingestellt.

### **2.2 Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung**

Ziel und Zweck der Untersuchungen ist es, die Ursachen von gefährlichen Ereignissen aufzuklären und hieraus Hinweise zur Verbesserung der Sicherheit abzuleiten. Untersuchungen der EUB dienen nicht dazu, ein Verschulden festzustellen oder Fragen der Haftung oder sonstiger zivilrechtlicher Ansprüche zu klären und werden unabhängig von jeder gerichtlichen Untersuchung durchgeführt.

Die Untersuchung umfasst die Sammlung und Auswertung von Informationen, die Erarbeitung von Schlussfolgerungen einschließlich der Feststellung der Ursachen und gegebenenfalls die Abgabe von Sicherheitsempfehlungen. Die Vorschläge der Untersuchungsstelle zur Vermeidung von Unfällen und Verbesserung der Sicherheit im Eisenbahnverkehr werden der Sicherheitsbehörde und, soweit erforderlich, anderen Stellen und Behörden oder anderen Mitgliedstaaten der EU in Form von Sicherheitsempfehlungen mitgeteilt.

## **2.3 Beteiligte und Mitwirkende**

Am Ereignis waren unmittelbar beteiligt:

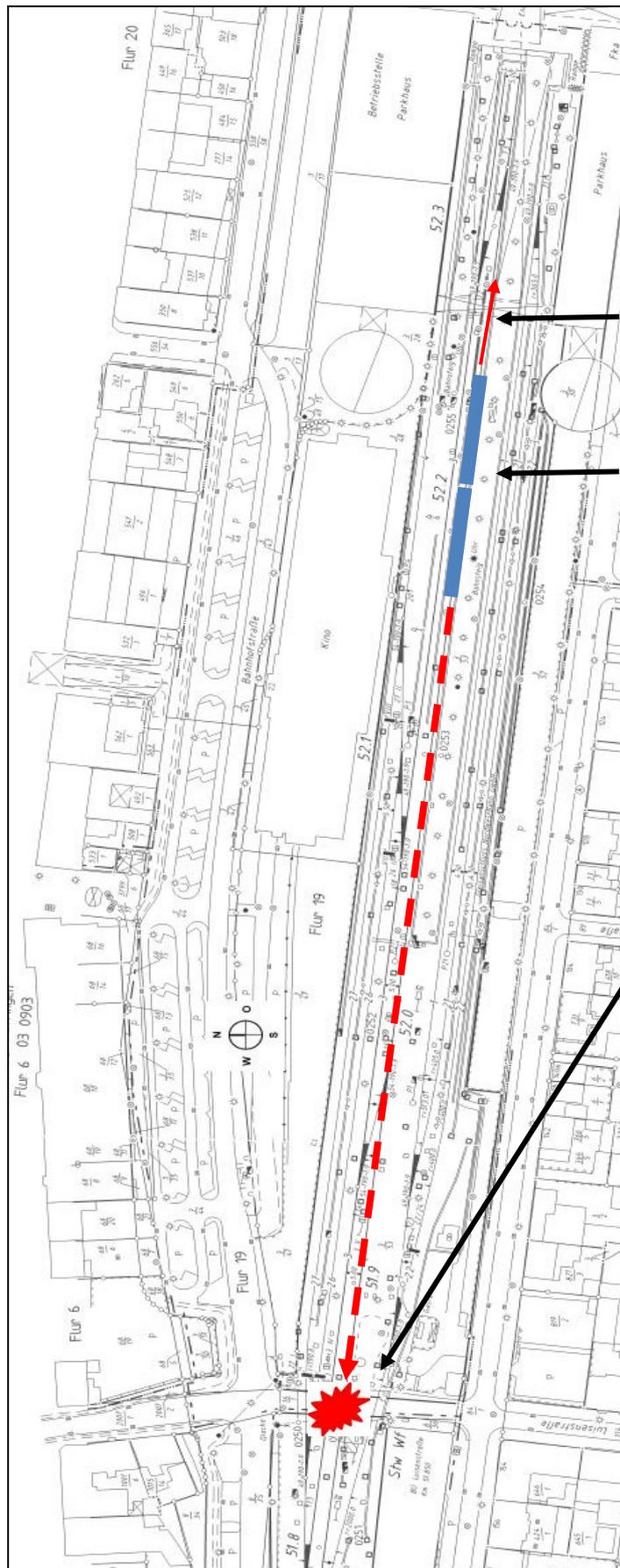
- DB Netz AG (EIU)
- NWB NordWestBahn (EVU)

An der Sachverhaltsermittlung und Ursachenerforschung waren beteiligt,

- TÜV Süd Rail GmbH
- Fa. Alstom, Transport Live Services
- Fa. MTU, Product Reliability
- DEKRA Osnabrück



Auf der Fahrt von Osnabrück nach Wilhelmshaven wurde der Tf erstmalig kurz vor dem Bf Oldenburg durch den Zugbegleiter über übel riechenden Geruch in der geführten Zugeinheit informiert. Im km 0,000 des Bf Oldenburg untersuchte dann der Tf unter Hinzuziehung eines weiteren Tf die Fahrzeuge. Ohne die Ursache gefunden zu haben, veranlasste der verantwortliche Tf, auf Grund der starken Geruchsbildung, die Räumung der geführten Zugeinheit (95 80 0648 584-0 und 9580 0648 084-1). Der zweite Tf verblieb zu diesem Zeitpunkt in der geführten Zugeinheit um die weitere Entwicklung zu beobachten. Beim planmäßigen Halt im Bf Rastede in km 12,200 wurde der Zug erneut von den beiden Tf untersucht. Dabei wurde eine vermeintliche Störung des Heizgerätes am hinteren Motor des führenden Fahrzeuges (9580 0648 087-4, A-Wagen) festgestellt. Auf Nachfrage des Tf beim EVU NWB wurde ihm mitgeteilt, dass dieses Heizgerät bereits in der Vergangenheit störanfällig war. In der Annahme, dass dieses Gerät wieder defekt sei, schaltete der Tf das Heizgerät samt dem zugehörigem Antriebsmotor ab. Vermutet wurde zu diesem Zeitpunkt, dass die Geruchsentwicklung durch das defekte Heizgerät verursacht und durch den Fahrtwind in die geführte Zugeinheit geblasen wurde. Erst im weiteren Fahrtverlauf wurde durch den, im geführten Zugteil verbliebenen Tf, Rauchentwicklung im Bereich des Powerpack B des B-Wagen festgestellt. Unmittelbar nach Ankunft des Zuges im Bf Wilhelmshaven Gleis 2 in km<sup>o</sup>52,200 wurde der Zug geräumt und auf den für die Feuerwehr zugänglichen Bahnübergang Luisenstraße in km 51,850 rangiert. Dort wurde der Brand durch die Feuerwehr gelöscht. Gleis 2 und Gleis 3 des Bf Wilhelmshaven blieben während der Löscharbeiten gesperrt.



ankommende Fahrtrichtung

Standort von Zug 82305 nach Ankunft im Bf Wilhelmshaven

Zum Löschen des Brandes wurde der Zug innerhalb des Bf zum BÜ Luisenstr. rangiert

Abb.: 4 IVL Plan bearbeitet durch die EUB

### **3.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden**

Bei dem Ereignis kam es zu keinen Personenschäden.

Durch den Fahrzeugbrand wurde der Triebzug erheblich beschädigt. Die Schadenshöhe beträgt ca. 500.000€.

Angaben zu kostenrelevanten Betriebserschwernissen sowie verursachter Umweltschäden liegen nicht vor.

### **3.3 Wetterbedingungen**

Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschte Bewölkung mit vereinzelt Regenschauern. Die Temperatur lag bei ca. 13°C.

## **4 Untersuchungsprotokoll**

### **4.1 Zusammenfassung von Aussagen**

Beide Tf schilderten den Hergang des Ereignisses weitestgehend übereinstimmend. Dem zu Folge wurde aufgrund der starken Geruchsbildung, das geführte Fahrzeug geräumt und die vermutlich verursachende Heizung mit dazugehörigem Powerpack abgeschaltet. Erst kurz vor der Einfahrt in den Bf Wilhelmshaven erkannte der auf dem geführten Fahrzeug verbliebene Tf den tatsächlichen Brandort. Nach den Aussagen beider Tf wurde der Zug am Bahnsteig Bf Wilhelmshaven unverzüglich geräumt und zu Löscharbeiten auf den rückliegenden BÜ Luisenstraße rangiert.

### **4.2 Notfallmanagement**

Nach § 4 Abs. 3 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) haben die Eisenbahnen die Verpflichtung, an Maßnahmen des Brandschutzes und der technischen Hilfeleistung mitzuwirken. In einer Vereinbarung zwischen den Innenministerien der Länder und der DB AG hat man sich auf eine Verfahrensweise verständigt. Für die DB Netz AG gelten die entsprechenden Brand- und Katastrophenschutzgesetze der Länder. Das Notfallmanagement der DB AG ist in der Richtlinie (Ril) 423 näher beschrieben und geregelt.

Bei diesem Ereignis erfolgte die Benachrichtigung der Erstrettungskräfte (Feuerwehr, Notarzt) durch die Notfallleitstelle der NordWestBahn. Durch das umsichtige Handeln der Tf wurden die Reisenden schnellstmöglich aus dem Zug evakuiert und Personenschäden verhindert.

### **4.3 Untersuchung der Infrastruktur**

Die VzG-Strecke 1522 gehört zum Streckennetz des Eisenbahninfrastrukturunternehmens (EIU) DB Netz AG. Es handelt sich um eine zweigleisige Hauptbahn nach dem Betriebsverfahren der Ril 408 „Zügen fahren und Rangieren“ betrieben wird und über Haupt- und Vor-signalisierung verfügt.

Die Untersuchungen ergaben keine Unregelmäßigkeiten welche auf eine ursächliche Beteiligung der Infrastruktur schließen lassen würden. Auf weitere Ermittlungen wurde verzichtet.

### **4.4 Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik**

Die zweigleisige Hauptbahn ist mit einer induktiven Zugbeeinflussung ausgerüstet. Untersuchungen der Leit- und Sicherungstechnik ergaben keine Anhaltspunkte die ursächlich für das Ereignis gewesen sein könnten.

### **4.5 Untersuchung der betrieblichen Handlungen**

Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschte Regelbetrieb auf der VzG–Strecke 1522. Da betriebliche Handlungen offensichtlich in keinem Zusammenhang mit dem Ereignis standen, wurde auf weitere Untersuchungen verzichtet.

### **4.6 Untersuchung von Fahrzeugen**

#### **Hinweis**

Bereits am 18.01.2015 kam es zu einem Fahrzeugbrand an diesem Dieseltriebzug. Bei diesem Ereignis wurde das Powerpack A des A-Wagen 9580 0648 084-1 als Brandherd ermittelt. Weitere Untersuchungen wurden mit dem Hinweis auf weitestgehend identische Schadbilder zum Ereignis vom 25.04.2015 in diesem Untersuchungsbericht zusammengeführt.

In den nachfolgenden Kapiteln wird erläutert, welche Faktoren zum Fahrzeugbrand geführt haben. Dabei sind die Ergebnisse des Brandermittlungsgutachtens von TÜV Süd Rail GmbH in den Untersuchungsbericht mit eingeflossen.

#### 4.6.1 Dieseltriebzug, Fz-Nr. 9580 0648 084-1

Bei dem betroffenen Eisenbahnfahrzeug handelt es sich um einen Dieseltriebzug mit der Bezeichnung CORADIA LINT 41 mit der Fahrzeugnummer 9580 0648 084-1. Der Eigentümer des Eisenbahnfahrzeuges ist die LNVG. Betrieben wird das Fahrzeug vom EVU Nord-WestBahn. Zum Zeitpunkt des Ereignisses befand sich der Triebzug als geführtes Fahrzeug im Zugverband des Zuges 82305 auf der Fahrt vom Bf Osnabrück nach Bf Wilhelmshaven.

<b>Fahrzeugart, Bauart</b>	Dieseltriebwagen, Bauart LINT 41
<b>Betriebsnummer</b>	VT 514
<b>Hersteller</b>	ALSTOM LHB GmbH, Salzgitter
<b>Fabriknummer</b>	2000 14
<b>Baujahr</b>	2014
<b>Höchstgeschwindigkeit</b>	120 km/h
<b>Radsatzanordnung</b>	B' 2 B'
<b>Antriebsleistung</b>	2 x 315 kW

Tabelle 1: Fahrzeugkennndaten



Abb.: 5 Front VT 648 084

#### **4.6.1.1 Antriebsmotor**

Der betroffene Antriebsmotor vom Typ 6R 183 TD 13H der Firma MTU ist horizontal unter dem Wagenkasten am Fahrzeugende eingebaut und verfügt über eine Motorleistung von 315 kW. Der Motor ist Teil des Powerpacks in dem alle Einzelkomponenten des Antriebes in einem gemeinsamen Tragrahmen zu einer funktionsfähigen Einheit zusammengeführt sind.

Integriert sind zudem über den Fahrzeugbetrieb hinausgehende Aggregate wie Kompressor und Generator.

#### **4.6.1.2 Kraftstoffanlage**

Um die erforderliche Antriebsleistung durch den Antriebsmotor zu erzeugen, ist eine geregelte Kraftstoffzuführung erforderlich. Die Zuführung wird durch eine Kraftstoffanlage mit Einspritzsystem realisiert. Die Anlage ist am Motorblock angebaut und leitet den Kraftstoff, mit Hilfe einer Kraftstoffförderpumpe, vom separat verbauten Kraftstofftank, über Rohrleitungen zum Einspritzsystem.

Je nach benötigter Antriebsleistung (Motordrehzahl) wird Kraftstoff in unterschiedlicher Menge benötigt. Wegen der weitestgehend konstanten Förderleistung der Kraftstoffförderpumpe wird überschüssiger Kraftstoff über eine Rückführungsleitung wieder dem Kraftstofftank zugeführt, während der benötigte Kraftstoff über das Einspritzsystem zum Verbrennungsvorgang gelangt.

Bei dem eigentlichen Einspritzvorgang kann es zu einem geringen Überschuss an Kraftstoff kommen. Dieser wird über eine aus Schlauchmaterial bestehende Diesel-Leckleitung in die Rückführungsleitung geleitet die dann zum Kraftstofftank führt.

#### 4.6.1.3 Brandanalyse

Nach eingehenden Untersuchungen zur Brandursache wurde, die den Brand verursachende Komponente, „Diesel-Leckleitung“ abgehend vom Zylinder 6 identifiziert. Während der Vorortanalyse (08.-09.06.2015) wurden folgende Fehlermöglichkeiten ausgeschlossen:

- Austritt von Hydraulik- und Motoröl,
- elektrischer Defekt,
- sonstige mechanische Defekte.

Ergänzende Analysen wurden durch die Firma MTU unter Mitwirkung des TÜV Süd Rail GmbH am 26.06.2015 durchgeführt:

- Dichtigkeitsprüfung der Hochdruckleitungen,
- Dichtigkeitsprüfung der Einspritzpumpe.

Es wurden keine Undichtigkeiten festgestellt.

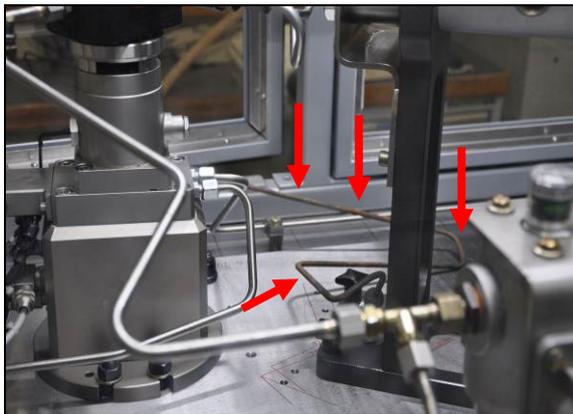


Abb.: 6 Prüfung der Hochdruckleitung  
Quelle: Ingenieurbüro Hege



Abb.: 7 Prüfung der Niederdruckleitung  
Quelle: Ingenieurbüro Hege

#### 4.6.1.4 Diesel-Leckleitung

Im Moment der eigentlichen Einspritzung in den Verbrennungsraum kann es zu einem sehr geringen Überschuss an Dieseldieselkraftstoff kommen. Die Rückführung in den Dieseldieselkraftstofftank wird, bis zur Zusammenführung mit der Rückführungsleitung, über eine Diesel-Leckleitung in Form einer Schlauchleitung realisiert. Die Diesel-Leckleitung wird dabei an jeder Einspritzdüse von Zylinder 1 bis 6 vorbeigeführt in dem sie an jedem Zylinder auf einen dafür vorgesehenen Anschlussnippel gesteckt wird. Nach Zylinder 6 ist die Leitung frei verlegt und wird mit der Rückführungsleitung verbunden.

Laut Fahrzeugbetreiber wurden bereits in der Vergangenheit Scheuerstellen an der Diesel-Leckleitung festgestellt. Die betroffenen Leitungen wurden daraufhin ausgetauscht.

Nähere Untersuchungen zur Widerstandsfähigkeit der Diesel-Leckleitung aus der eine maximale Einsatzzeit hätte abgeleitet werden können, konnten nicht ermittelt werden.

Ob die Leitung sich bei dem vorliegenden Ereignis vom Sitz an der Einspritzpumpe gelöst hatte oder im Verlauf eine Undichtheit aufwies, ließ sich aufgrund der Brandschäden nicht mehr ermitteln.

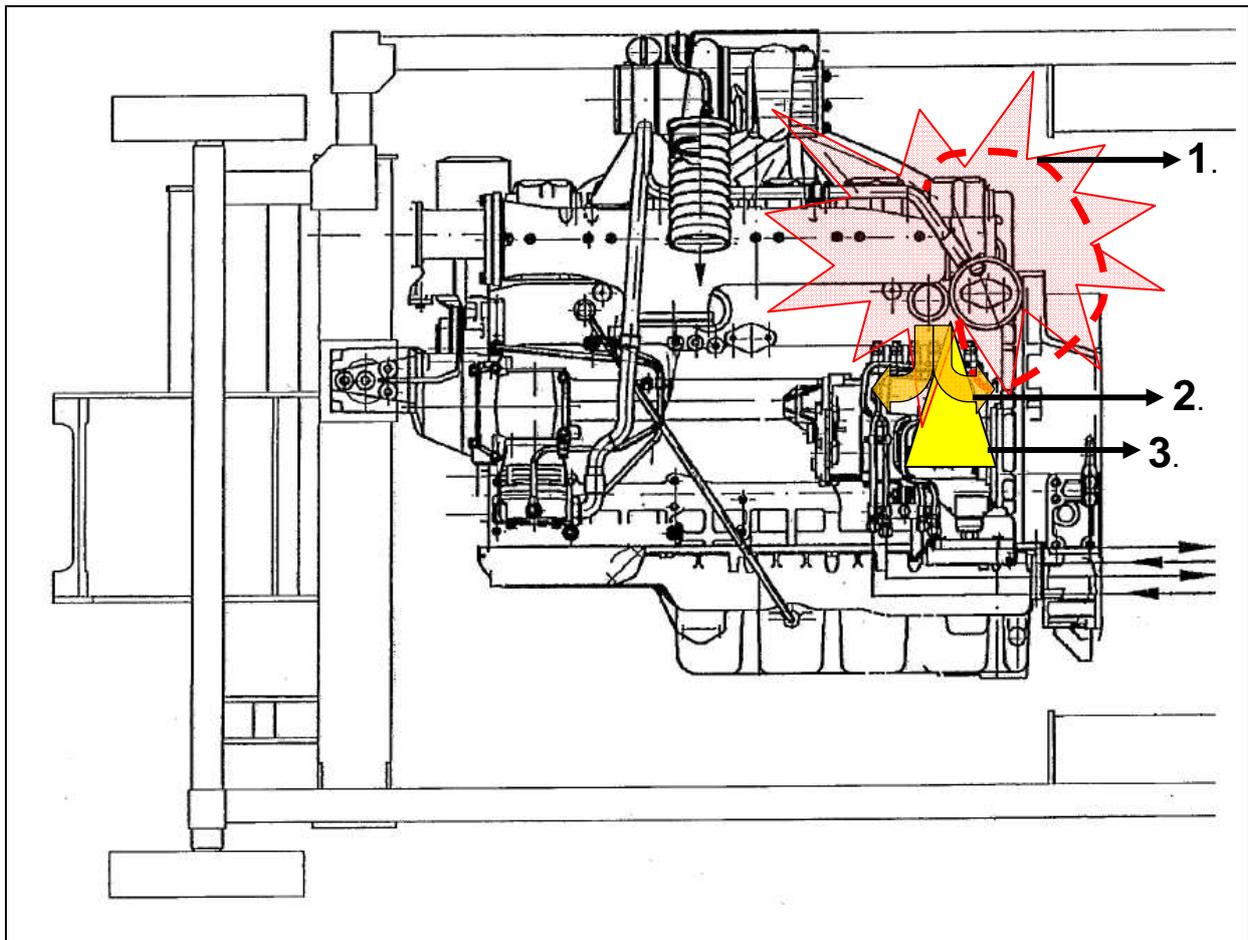


Abb.: 8 Schema Antriebsmotor vom Typ 6R 183 TD 13H

Quelle: TÜV Süd Rail

**Legende**

1.	<b>Rote gestrichelte Linie</b>	schematische Darstellung der Diesel-Leckleitung
2.	<b>orangene Pfeile</b>	Abdrift des Aerosolbrandes durch die Funktion der Kühlerlüfter
3.	<b>gelber Kegel</b>	gerichteter Dieselaustritt am Aufstecknippel des Schlauches

Tabelle 2: Beschriftungen zum Schema Antriebsmotor Typ 6R 183 TD 13H

#### 4.6.1.5 Rückführungsleitung

Durch die Kraftstoffförderpumpe wird der Einspritzpumpe kontinuierlich Kraftstoff für den Verbrennungsvorgang zugeführt. Durch die Rückführungsleitung wird sichergestellt, dass überschüssiger Kraftstoff wieder in den Kraftstofftank abfließen kann.

Je nach Motordrehzahl variiert die zurückgeführte Kraftstoffmenge die durch die Rückführungsleitung zum Kraftstofftank abfließt. Messungen haben gezeigt, dass der Kraftstoffüberfluss zwischen 600°ml/min und 960°ml/min beträgt.

Durch ein Rückschlagventil wird sichergestellt, dass kein überschüssiger Dieseldieselkraftstoff wieder zur Einspritzpumpe zurückgelangt. Die Rückführungsleitung ist als Rohrleitung ausgelegt. Im weiteren Verlauf werden Rückführungsleitung sowie die Diesel-Leckleitung zusammengeführt und in einer gemeinsamen Leitung mit dem Kraftstofftank verbunden.



Abb.: 9 großflächige Ausbreitung des Kraftstoffes



Abb.: 10 verschmorte Schlauchleitungen am Abgasrohr

Im Laufe der Untersuchungen konnte kein Hinweis auf einen Defekt der Rohrverbindungen der Rückführungsleitung gefunden werden.

#### 4.6.1.6 Abflussmengenprüfung

Auf Grund der bisherigen Untersuchungsergebnisse, wurde am 26.06.2015 zur Klärung der massiven Brandschäden im Unterflurbereich, eine Abflussmengenprüfung der Diesel-Leckleitung sowie Rückführungsleitung durch die DEKRA durchgeführt. Die Messungen wurden an einem Referenzfahrzeug (Fz Nr. 95 80 0648 585-7, A-Wagen) durchgeführt.

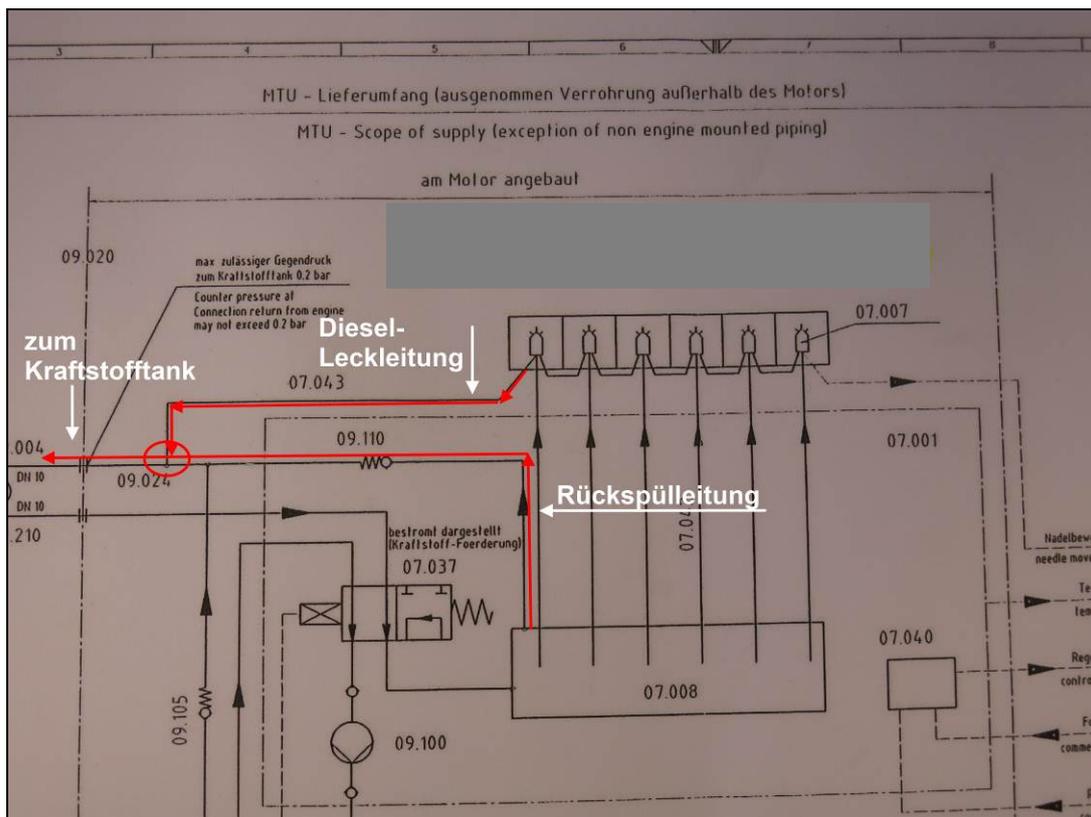


Abb.: 11 gemeinsame Rückführungsleitung zum Kraftstofftank

Quelle: NWB

1. Messung

Bei der ersten Messung wurde die Diesel-Leckleitung von Zylinder 6 abgehend zur Rückführungsleitung unterbrochen und in ein Messgefäß umgelenkt. Der weitere Verlauf zur gemeinsamen Rücklaufleitung wurde abgesperrt.

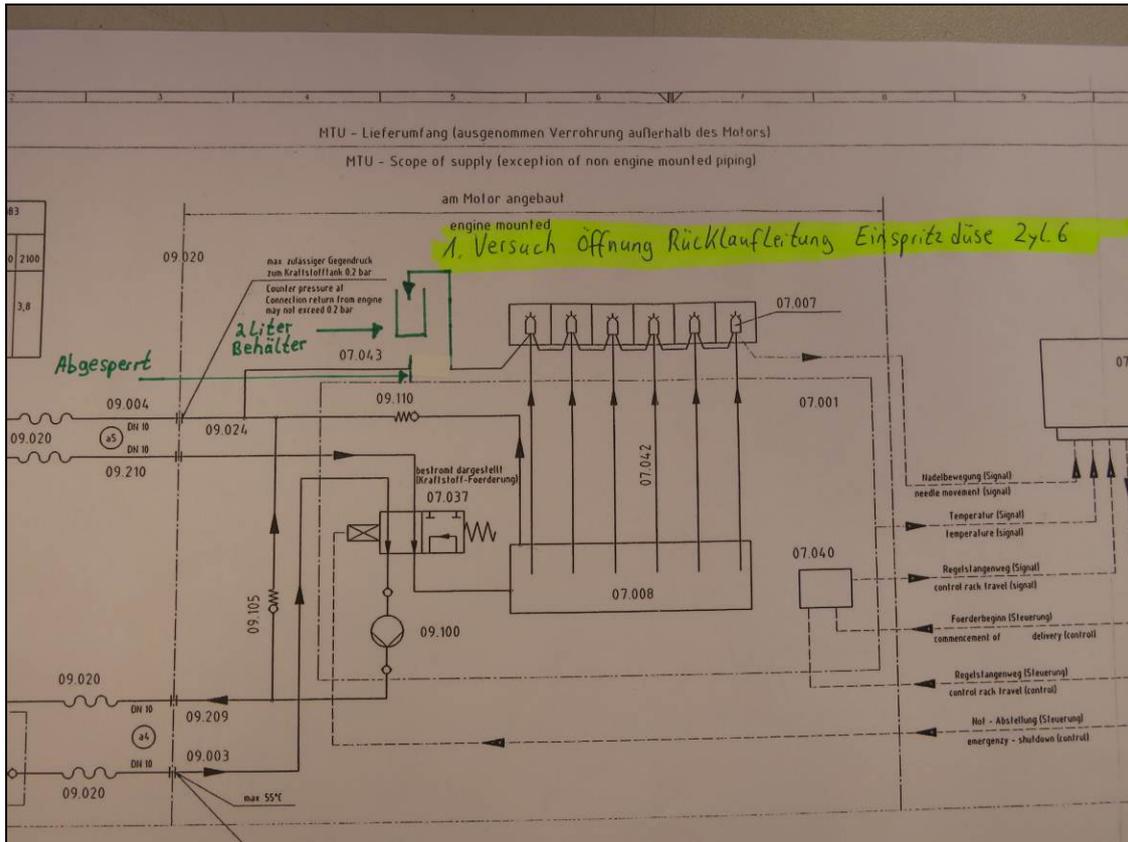


Abb.: 12 Prüfung der Austrittsmenge an Diesel-Leckleitung Zylinder 6

Quelle: NWB

Im Leerlauf sowie bei Vollast des Motors ergab sich während der Messzeit von einer Minute keine messbare Austrittsmenge.

2. Messung

Bei der zweiten Messung wurde die Verbindung zwischen Diesel-Leckleitung und Rückführungsleitung unterbrochen und in ein Messgefäß umgelenkt. Die Diesel-Leckleitung wurde abgesperrt.

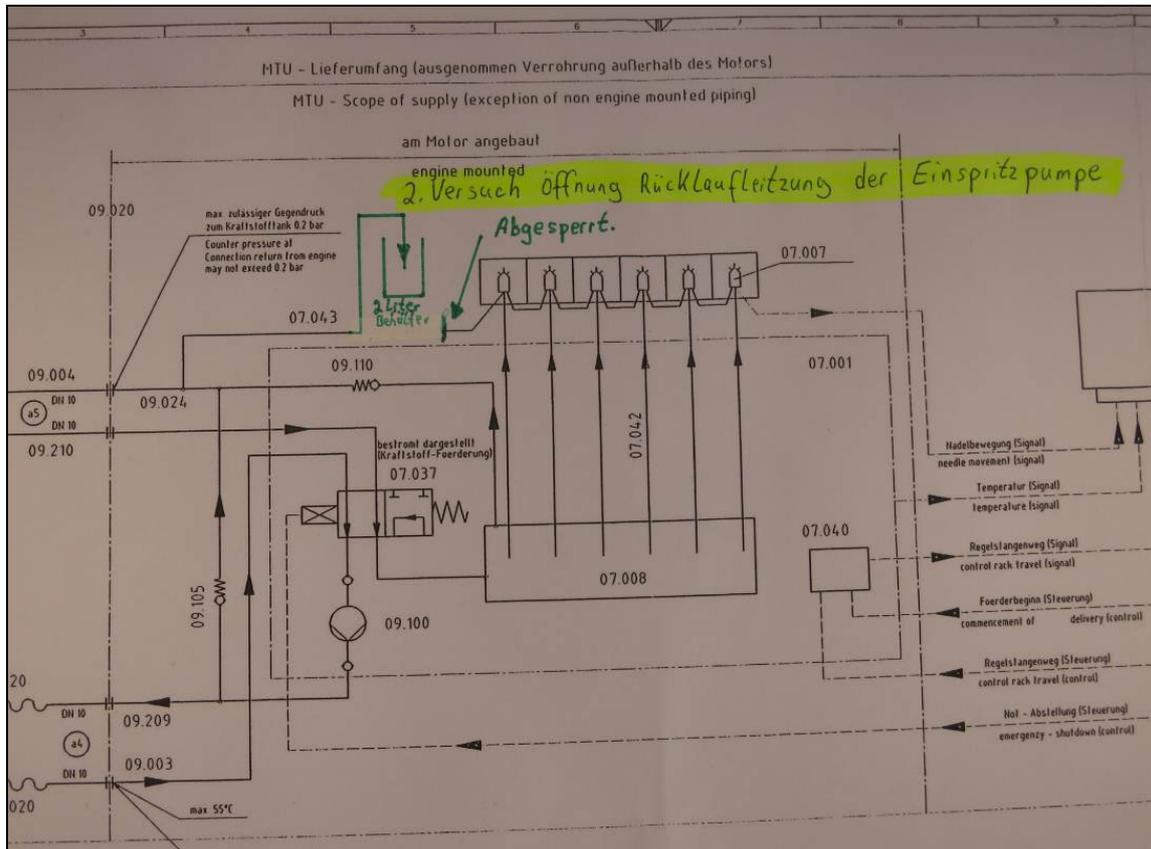


Abb.: 13 Prüfung der Austrittsmenge an Rückführungsleitung

Quelle: NWB



Abb.: 14 Austrittsmengen bei Leerlauf und Vollast

Quelle: NWB

Die Messungen ergaben im Leerlauf eine Austrittsmenge 600°ml/min. Bei Vollast wurden 960°ml/min gemessen.

#### **4.6.1.7 Zusammenfassung der Messungsergebnisse**

Nach dem der Brandherd identifiziert werden konnte, wurden bei beiden Messungen die Abflussmengen bei einer simulierten Undichtheit sowohl an der Rückführungsleitung als auch an der Diesel-Leckleitung gemessen.

Im Einzelnen kam es zu folgenden Ergebnissen:

- Bei Unterbrechung der Verbindung zur Rückführungsleitung war die Menge von austretendem Kraftstoff aus der Diesel-Leckleitung so gering, dass diese Menge in ml nicht zu messen war. Ein zündfähiges Aerosol konnte sich nicht bilden.
- Nach Öffnung der Rückführungsleitung wurden bei Motorleerlauf ca. 600ml/min und bei Volllast ca. 960 ml/min Kraftstoffaustrittsmenge gemessen. Diese Menge war dazu geeignet ein Aerosol zu bilden.
- Nach theoretischer Analyse der Firma MTU ergab sich beim Motorleerlauf insgesamt eine Durchflussmenge von 1700ml/min und bei Volllast von 3200 ml/min in der Rückführungsleitung. Somit würden ca. 1/3 der gesamten Durchflussmenge der Rückführungsleitung bei einem Defekt der Diesel-Leckleitung austreten.
- Unter Berücksichtigung des sich allmählich entwickelnden Defektes und der zeitlichen Anteile an Leerlauf und Volllast ergibt sich eine Austrittsmenge an Dieseldieselkraftstoff zwischen 35-40 Litern pro Stunde.

Entscheidend für die Messergebnisse war, dass die Diesel-Leckleitung und die Rückführungsleitung, aus der Einspritzpumpe kommend, eine gemeinsame Leitung zum Dieseldieselkraftstofftank haben.

Durch den vorhandenen Leitungsdruck in der Rückführungsleitung konnte so, bei einer Undichtheit der Diesel-Leckleitung, der Rückleitungskraftstoff über die Undichtheit in der Diesel-Leckleitung austreten.

#### **4.6.1.8 Anweisung A-154.1**

Nach dem Ereignis vom 25.04.2015 wurde durch den Betreiber des verunfallten Fahrzeuges NWB eine Anweisung zum Umgang mit „Geruchsentwicklung im Motorenbereich“ an die beteiligten Mitarbeiter herausgegeben.

<p>Anweisung-Nr: A-154.1 Seite 1 von 2</p>	<p>Anweisung</p>	<p>NordWest Bahn</p>
<p><b>Titel:</b> Geruchsentwicklung im Motorenbereich</p> <p><b>Gültig ab:</b> 25.05.2015</p> <p><b>Gültig bis:</b> unbegrenzt</p> <p><b>Anwendungsbereich:</b></p> <p>Die Anweisung gilt für die nachfolgend angegebenen Personengruppen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> NWB-Gesamt</li> <li><input type="checkbox"/> [g] Triebfahrzeugführer</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Servicemitarbeiter</li> <li><input type="checkbox"/> [g] Instandhaltung</li> <li><input type="checkbox"/> [g] Disposition/Planung</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Verwaltung</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Kundenservice</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Verkaufmanagement</li> <li><input type="checkbox"/> [g] Unfallbereitschaften</li> </ul> <p>auf folgenden Streckennetzen bzw. Linien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> [g] NWB-Gesamt</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Weser-Ems</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Niers-Rhein-Emscher</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Emseher-Münsterland</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Ostwestfalen-Lippe</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Haller Willem</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Regio-S-Bahn HB/Nds</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Farge-Vegesacker-Eisenbahn</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Weser-Lammeter-Bahn</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Freitext</li> </ul> <p>für die Bedienung folgender Fahrzeugtypen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> [g] LINT</li> <li><input type="checkbox"/> [g] TALENT</li> <li><input type="checkbox"/> [o] xcc</li> <li><input type="checkbox"/> [o] Ersatzfahrzeug</li> </ul> <p><b>Mitteltelnde Unterlagen:</b> Auflistung der Anlagen zu dieser Anweisung <i>Hinweis: Der Anweisungstext befindet sich auf der/den folgenden Seite/n.</i></p>	<p><b>Hintergrund:</b></p> <p>An den Fahrzeugen der Baureihe 648 LINT und 643 Talent, ist es in einzelnen Fällen zu Undichtigkeiten des Kraftstoffsystems im Bereich des Powerpacks, mit nachfolgender Rauch- bzw. Brandentwicklung im Bereich des Dieselmotors gekommen.</p> <p><b>Anweisungstext:</b></p> <p><u>Meldung oder Feststellung von ungewöhnlichen Gerüchen:</u> Wird Diesel- / oder anderer undefinierbarer Geruch an einen Dieselmotor im Bereich des Powerpacks festgestellt oder gemeldet, muss die Ursache spätestens beim nächsten Halt überprüft werden. Im Zweifel halten Sie in Abstimmung mit dem zuständigen Fahrdienstleiter am nächsten Bahnsteig.</p> <p><b>Überprüfung:</b> Die Motoren sind abzustellen, danach ist insbesondere auf Geruch von unverbranntem Diesel (Geruch wie an der Tankanlage), Dieselausstritt oder eventuelle Raucherentwicklung zu achten.</p> <p><b>Maßnahmen:</b> Wird eine dieser o.g. Feststellungen wahrgenommen, darf der betroffene Motor nicht mehr gestartet werden und das entsprechende Achswendegeräte ist in Neutralstellung zu bringen. Zusätzlich sind auf der entsprechenden Wagenseite folgende KS auszukühen: Seide Heizgeräte, Kraftstoffpumpe Dieselmotoren, Kraftstoffpumpe Heizöl und Starterstromkreis.</p> <p>Die BLZ der NWB ist umgehend zu informieren und die Störung im Bordbuch einzutragen.</p> <p><b>Weiterfahrt:</b> Das Fahrzeug ist, in Abstimmung mit der BLZ, spätestens am Zielbahnhof auszusetzen und dort durch die Instandhaltung zu untersuchen. Bis dahin ist bei jedem Haltepunkt Überprüfung an dem betroffenen Wagenteil durchzuführen. Hierbei können auch weitere Mitarbeiter unterstützen (z.B. SMA).</p> <p>Besteht eine Gefahr für die Reisenden, ist der betroffene Triebwagen zu evakuieren!</p> <p>Eventuell weitere Maßnahmen werden in Absprache mit den verantwortlichen Mitarbeitern der jeweiligen Werkstatt abgestimmt. Bei Bedarf ist die Unfallbereitschaft mit einzubeziehen.</p> <p><b>Weitere Maßnahmen bei Rauchentwicklung oder weiteren Beobachtungen</b> Bei etwaigen Unregelmäßigkeiten (weiterer Diesel- oder Brandgeruch) oder nicht eindeutigen Feststellungen ist eine Beendigung der Zugleistung am nächsten Haltepunkt oder Bahnhof in Betracht zu ziehen. Dabei ist mit dem FdL ein Halteplatz für evtl. notwendige Evakuierungs- und Löscharbeiten abzustimmen.</p>	

Abb.: 15 Anweisung A-154.1, durch EUB anonymisiert

#### **4.6.2 Bewertung des Personenrisikos**

Aus dem Brandgutachten geht hervor, dass durch die Brandentwicklung unterhalb des Fahrzeugbodens und durch die Stabilität der über dem Powerpack fixierten Bodenluke, die Wirkung als Brandschott über den Ereigniszeitraum gegeben war. Es bestand keine direkte Gefahr für die im Fahrzeug befindlichen Personen. Durch den unmittelbar am Motorblock befindlichen Flüssigkeitsbrand ergaben sich zudem keine nach außen gerichteten Gefährdungen.

Diese Bewertung wird durch den Hersteller des Fahrzeuges im Rahmen einer Brandrisikolanalyse in Anlehnung an DIN 50126, in der alle relevanten Bereiche und Baugruppen erfasst wurden, gestützt.

#### **4.7 Interpretation der Unfallspuren**

Die Untersuchungen ließen eine großflächige Verteilung von Dieseldieselkraftstoff im Unterflurbereich erkennen. Es wurde massive Schäden an Bauteilen und Konstruktionsteilen erkennbar die nur durch einen länger anhaltenden, erheblichen Hitzeeintrag zu erklären sind. Entsprechende Schadbilder zeigten den Brandherd in unmittelbarer Nähe des Powerpacks.

#### **4.8 Weitere Fahrzeugbrände**

Bereits seit dem Jahr 2008 wurden Fahrzeugbrände bekannt die das gleiche Schadbild wie bei diesem Ereignis zeigten. Die Brandursache konnte jeweils im Bereich der Kraftstoffanlage ermittelt werden.

Maßnahmen wurden aus diesen Ereignissen nicht abgeleitet.

Durch die ausführlichen Untersuchungen und Messungen die diesem Untersuchungsbericht zu Grunde lagen, ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nachgewiesen worden, dass eine Undichtheit der Diesel-Leckleitung auch diese Fahrzeugbrände verursacht hat.

### **5 Auswertung und Schlussfolgerungen**

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass der Fahrzeugbrand in Folge einer beschädigten bzw. nicht sachgemäß angebrachten Diesel-Leckleitung von Zylinder 6 ausgelöst wurde. In Folge kam es zu einem Kraftstoffaustritt mit Bildung von Aerosol, das durch die Luftvolumenströmung um das Powerpack entstand. Dieses Dieselaerosol verfügte über einen sehr hohen thermischen Energieanteil. Die Abdrift erfolgte in Richtung Abgasrohr/Turbolader an dem es zur Entzündung kam und einen andauernden Abbrand des permanent austretenden Kraftstoffs nach sich zog. Durch den Abbrand des Leckschlauches trat der Dieseldieselkraftstoff nach-

folgend oberhalb des Motorblocks, gerichtet in den Luftvolumenstrom, aus und wurde großflächig verteilt. Die nachfolgende Entzündung ergab eine dauerhafte thermische Belastung des Unterflurbereichs.

### Schlussfolgerungen

Das Powerpack ist im Unterflurbereich eingebaut und gegen äußere Einflüsse nahezu ungeschützt. Die Bauteile müssen Verschmutzungen wie auch Schotterflug standhalten. In dieser sehr „intensiven“ Umgebung birgt eine verlegte Schlauchleitung ein erhöhtes Risiko. Das Durchscheuern dieses Schlauches oder auch ein Abspringen vom Verbindungsnippel zur Einspritzpumpe ist bei diesen Umgebungsbedingungen durchaus möglich.

Der Einbau sowie die Verlegung der Diesel-Leckleitung wie auch die Überprüfung des Schlauchmaterials sind angeraten. Eine verschleißresistente und feuerfeste Ummantelung würde das Gefährdungspotenzial erheblich reduzieren. Eine generelle Nutzungsdauer des Schlauchmaterials sollte Berücksichtigung finden.

Gleichwohl, wenn der defekte Schlauch isoliert betrachtet wird, entsteht aufgrund der sehr geringen Durchflussmenge an Dieselkraftstoff kein zündfähiges Aerosol. Erst durch die konstruktionsbedingte Verbindung, mit der unter Leitungsdruck stehenden Rückführungsleitung, entsteht die eigentliche Gefährdung. Um zu vermeiden, dass große Mengen an Kraftstoff aus der Rückführungsleitung in Freie gelangen ist eine konstruktive Anpassung der Kraftstoffrückführung notwendig.

Weiterhin wurde festgestellt, dass der Turbolader samt Abgasrohr in kurzer Distanz zur Kraftstoffanlage des Motors eingebaut ist. Bei einer Leckage der Kraftstoffanlage birgt dieser Einbauort ein hohes Gefahrenpotenzial. Die eingebauten Hitzeschilde erscheinen nicht ausreichend.

Abschließend ist festzustellen, dass unter Verwendung einer Brandmeldeanlage der Tf wesentlich früher den Brandort hätte eingrenzen können. In Verbindung mit einer automatischen Motorabschaltung hätten die Austrittsmenge des Kraftstoffs und damit auch das Ausmaß des Brandschadens begrenzt werden können. Diese Feststellung trifft aufgrund vergleichbarer Konstruktion auf alle LINT Fahrzeuge zu.

## **6 Bisher getroffene Maßnahmen.**

- Mit einer betrieblichen Anweisung A154-1 vom 25.05.2015 reagierte das EVU NWB. Es wurden entsprechende Handlungsanweisungen bei Erkennen von ungewöhnlichen Kraftstoffgerüchen für das Betriebspersonal festgelegt.

- Nach Aussage des Herstellers sind Branddetektoren bereits in einigen Fahrzeugen der Gattung LINT eingebaut worden.

## 7 Sicherheitsempfehlungen

Gemäß § 6 Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) und Art. 25 Abs.2 der Richtlinie 2004/49/EG ergehen nachfolgende Sicherheitsempfehlungen:

lfd. Nr.	Sicherheitsempfehlung	betrifft Unternehmen
1	<p>Einsatz von nicht entflammbarem und verschleißfestem Material für die Diesel-Leckleitung unter Angabe einer max. Verwendungsdauer vorsehen.</p> <p>Brandverhindernde Maßnahmen am Turbolader und Abgasrohr durchführen.</p> <p>Konstruktive Anpassung der Kraftstoffrückführung vornehmen.</p>	Motorenhersteller
2	Nachrüstung von Branddetektoren mit automatischer Motorabschaltung bei allen Dieseltriebzügen der Bauart LINT	Eisenbahnverkehrsunternehmen