

Komplexe Unfallreparatur an Aluminium-Wagenkästen am Beispiel des KLIA Express, Malaysia

Hagemann, Oliver¹; Bretschneider, Michael²; Berg, Hans-Werner³

¹ DB Systemtechnik GmbH, Leiter Kompetenzzentrum HGV und ET, Breitenbachstr. 69, 47809 Krefeld, Tel. 02151 335 441, Mobil: 0160 97428613

² DB Systemtechnik GmbH, Krefeld, Experte Unfallsanierung

³ DB Systemtechnik GmbH, Krefeld, Arbeitsgebietsleiter

Zusammenfassung

Der KLIA Express/Ekspres verbindet den Kuala Lumpur International Airport (KLIA) mit dem Hauptbahnhof der malaysischen Hauptstadt Kuala Lumpur und hat sich während seines mittlerweile 17jährigen Betriebs zu einem wesentlichen Infrastrukturelement in Kuala Lumpur entwickelt. Während des Betriebs kam es zu zwei Unfällen, die mehrere Wagen des KLIA Express bis in die Wagenkastenstruktur schwer beschädigt haben. Aufgrund der komplexen schweißtechnischen Reparatur wurde die DB Systemtechnik GmbH als Generalunternehmer für eine Unfallsanierung beauftragt. Die Entwicklung und Durchführung der Reparatur erfolgte gemäß den Prozessschritten der Unfallsanierung und wurde nach einer entsprechenden Konzepterstellung zusammen mit den schweißtechnischen Fachexperten der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH aus Krefeld anschließend vor Ort in Malaysia unter Einbindung des lokalen Instandhalters umgesetzt. Aufgrund der zur Zufriedenheit des Kunden durchgeführten Reparatur wurden weitere Aufträge an die DB Systemtechnik GmbH vergeben.

Keywords

Unfallreparatur/accident repair, Aluminium-Wagenkasten/aluminium car body, schwere Instandsetzung/heavy maintenance, Schweißreparatur/welding repair, Konstruktionsdienstleistung/engineering service, consultancy, KLIA express, Malaysia

1 Einleitung

Der KLIA Express/Ekspres verbindet den Kuala Lumpur International Airport (KLIA) mit dem Hauptbahnhof der malaysischen Hauptstadt Kuala Lumpur⁸.



Abbildung 3: KLIA Ekspres, Malaysia

Lizenzhinweis: Randwick (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KLIAekspres_SalakSelatan.jpg), „KLIAekspres SalakSelatan“, <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>

Der Betreiber und Instandhalter des KLIA Ekspres ist ERL Maintenance Support Sdn Bhd (E-MAS), eine Tochter von Express Rail Link Sdn Bhd (ERL), die 1997 eine 30jährige Konzession zum Betrieb der Strecke erhalten haben. Die 57km lange Strecke bedient ohne Zwischenhalt in 28 Minuten den Flughafen mit dem Zentralbahnhof. Der Betrieb startete am 14. April 2002. Die Verfügbarkeit liegt bei 99.7%, bis Dezember 2018 wurden 95 Millionen Passagiere transportiert.⁹

Technisch handelt es sich bei den elektrisch betriebenen Niederflurfahrzeugen des Typs „ET 425 M“ um zwölf vierteilige Triebwagen, deren Spitzengeschwindigkeit bei 160 km/h liegt.¹⁰

⁸ vgl. www.wikipedia.de: Stand 11.03.2019

⁹ vgl. www.kliaekspres.com, übersetzt, Stand 11.03.2019

¹⁰ vgl. www.wikipedia.de: Stand 11.03.2019

Am 24. August 2010 kam es zu einem Unfall am Zentralbahnhof zwischen zwei KLIA Ekspres. Ein leerer Zug fuhr auf einen abfahrbereiten Zug mit Passagieren auf.¹¹

Da eine Ersatzbeschaffung nicht möglich war und sich der örtliche Instandhalter E-MAS nicht in der Lage sah, diese komplexe Unfallreparatur mit Eingriff in die Wagenkastenstruktur selbst durchzuführen, wurde die DB Systemtechnik GmbH erstmalig im Jahr 2011 als Generalunternehmer für eine Unfallsanierung beauftragt. Dafür wurde seitens der DB Systemtechnik GmbH ein Reparaturkonzept entwickelt, das in Zusammenarbeit mit den schweißtechnischen Fachexperten der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH aus Krefeld vor Ort in Malaysia umgesetzt wurde.



Abbildung 4: beschädigter Frontwagen nach dem Unfall 2010, Bildrechte: E-MAS, T. Baake

Im Jahr 2014 wurden bei einem ähnlichen Ereignis erneut zwei Fahrzeuge massiv geschädigt. Auch hier wurde die DB Systemtechnik GmbH mit der Reparatur beauftragt, ein Reparaturkonzept erstellt und dieses im Jahr 2015 in Malaysia zusammen mit der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, Krefeld, umgesetzt.

¹¹ vgl. <https://web.archive.org/web/20100926074710/http://www.nst.com.my/nst/articles/23liz35/Article>, Stand 27.03.2019



Abbildung 5: beschädigter Frontwagen nach dem Unfall 2014, Bildrechte: E-MAS, T. Baake

2 Der Prozess der Unfallsanierung

In beiden Fällen wurde die Reparatur anhand des Prozesses der Unfallsanierung der DB Systemtechnik GmbH durchgeführt. Dieser Prozess gliedert sich in die vier Prozessphasen:

- I. Befundung
- II. Konzept
- III. Konstruktion
- IV. Realisierung



Abbildung 6: Kreislauf des Unfallsanierungsprozesses, Bildrechte: DB Systemtechnik, O. Hagemann

2.1 Befundung

Die Befundung findet oftmals im ersten Schritt schon beim Betreiber statt und besteht aus Fotos, Besprechungsprotokollen, Dokumentationen zu Unfallschäden bzw. ersten Grobkonzepten zur Reparatur.

Für eine qualifizierte Aussage zur Reparatur ist es wichtig, dass die Experten der DB Systemtechnik und DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH sich ein eigenes Bild des Fahrzeugzustandes machen, einen Befundbericht erstellen und eine Aufwandsabschätzung zur Erstellung des Reparaturkonzeptes durchführen. Hiernach kann der Kunde den nächsten Schritt im Unfallsanierungsprozess beauftragen.

2.2 Konzepterstellung

Nach der Befundung wird ein Reparaturkonzept erstellt. Für ein aussagekräftiges Konzept ist es erforderlich, sich mit folgenden Fragestellungen zu beschäftigen und diese entsprechend im Reparaturkonzept zu berücksichtigen:

- Wird eine Vermessung des Wagenkastens benötigt?
- Sind alle Schäden vollständig sichtbar?
- Welche Zeichnungen bzw. Konstruktionsunterlagen liegen vor?
- Wird für die Reparatur ein Abspannkonzept benötigt?
- Wo wird die Reparatur durchgeführt?
- Ist die Infrastruktur geeignet für Schweißarbeiten an Aluminiumwerkstoffen?
- Welche Anteile der Reparatur können durch Kundenpersonal durchgeführt werden, wie sind die Personalqualifikationen?
- Wie sieht die Beschaffung notwendiger Ersatzteile und Hilfsmittel aus?
- Was ist bei der Materialversendung, Verzollung, etc. zu berücksichtigen?

Im konkreten Fall der Reparatur des KLIA Ekspres stellten dabei die Beschaffung, unter Berücksichtigung der örtlichen Begebenheiten und Kompetenzen, der Aufbau von Personalqualifikationen, ein vorheriger Probeaufbau sowie der Versand, die Verschiffung und Zollabwicklung die wesentlichen Herausforderungen dar.

Neben diesen logistischen Herausforderungen stellte sich die Schweißtechnik der Aluminiumlegierungen unter den klimatischen Bedingungen in Malaysia als besonders komplex heraus. An dieser Stelle zeigte sich die Stärke des integrierten Wissens innerhalb des DB Konzerns: Die DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, Werk Krefeld, besitzt ein einzigartiges, herstellerunabhängiges Wissen im Schienenfahrzeugbau und insbesondere in der schweißtechnischen Instandsetzung von Unfallfahrzeugen. Zusammen mit der DB Sys-

temtechnik GmbH wurde bei der Erstellung des Reparaturkonzepts auf diese schweißtechnische Erfahrung gesetzt und der Einsatz von mobilen Teams für die komplexe Schweißreparatur in Malaysia vorgesehen. Ferner wurde ein Probeaufbau der Abspannvorrichtung in Krefeld durchgeführt, um sicher zu sein, dass alle notwendigen Hilfsmittel für Malaysia vorhanden sind und funktionieren.

Das fertige Reparaturkonzept enthält auch einen Terminplan für die Durchführung der Reparatur und ein Angebot über die benötigte Leistung.



Abbildung 7: Probeaufbau der Abspannvorrichtung in Krefeld, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider

2.3 Konstruktion

Nach Beauftragung der Reparatur durch den Kunden startet die 3D-Modellerstellung für die Reparatur. Die Konstruktion beinhaltet ferner die folgenden Schritte:

- FEM-Nachweis,
- Zeichnungserstellung für Reparatur und Baugruppen,
- Erstellen der schweißtechnischen und klebtechnischen Zeichnungen,
- Montagezeichnungen,
- Stücklisten,

- Konzeptionierung der Abspannvorrichtungen und Hilfsmittel,
- Definition von Langläufern (z.B. notwendige Aluminiumprofile).
-

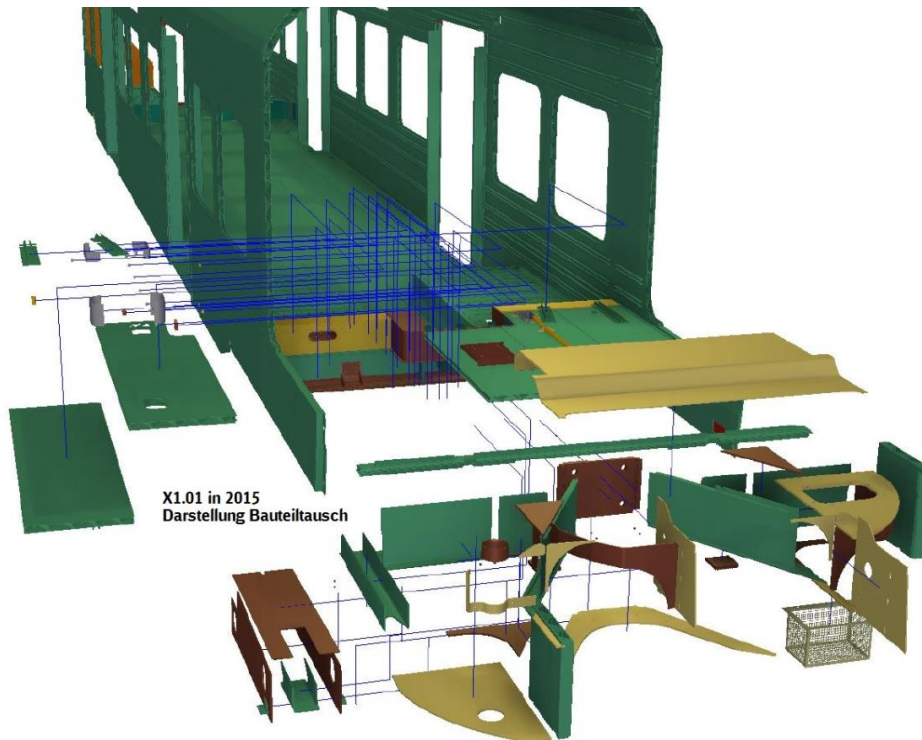


Abbildung 8: Explosionsansicht der Reparaturbaugruppen, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider

Beim KLIA Ekspres lagen die Besonderheiten der Reparaturkonstruktion in der Festlegung der notwendigen Schnitte zum Heraustrennen der verformten Profile und den speziellen Begebenheiten einer Reparatur, welche am aufrechten, nicht drehbaren Wagenkasten durchgeführt wurde. Somit war im Vergleich zur Neufertigung, in der die Wagenkästen variabel positioniert werden können, besonderes schweißtechnisches Know-How für das notwendige Überkopf-Schweißen und die dazugehörigen Schweißbadsicherungen erforderlich.

Ebenfalls gehört zu diesem Schritt die Erstellung der vollständigen Reparaturdokumentation und die Planung der konkreten Umsetzung mit

- Logistik,
- Werkstattplanung,
- Hilfsmittel,
- Beschaffungsbegleitung.

Ist die Konstruktion der Reparatur abgeschlossen wird mit der Realisierung begonnen.

2.4 Realisierung

Der Anteil des örtlichen Betreibers bei der Realisierung der Reparatur kann variabel vereinbart werden. Beim KLIA Ekspres wurden z.B. die Entkernung des Wagenkastens, der Wiederaufbau und die Lackierung durch den örtlichen Instandhalter (E-MAS) durchgeführt.

DB Systemtechnik und DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, Werk Krefeld, konzentrierten sich auf die Durchführung der schweißtechnischen Reparatur der Wagenkastenstruktur, inklusive des Einsatzes von qualifizierten Schweißern und Schweißaufsichtspersonal vor Ort in Malaysia. Die Instandsetzung der GFK-Frontmasken und -Schürzen sowie das Verkleben der Frontmaske am Wagenkasten wurde im Auftrag von DB Systemtechnik durch Dienstleister durchgeführt.

Nach Durchführung der Planung und Konstruktion hat die eigentliche Reparatur in Malaysia im Jahr 2011 acht Wochen und in Jahr 2015 sechzehn Wochen gedauert.



Abbildung 9: Durchführung von Schleif- u. Trennarbeiten, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider



Abbildung 10: Eindrücke von der Abspannung während der Reparatur, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider



Abbildung 11: Die fertige Schweißreparatur am Wagenkasten, Bildrechte: DB Systemtechnik N. Sokol



Abbildung 12: Eindrücke von der Reparatur/Fertigung der GFK-Frontmasken, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider



Abbildung 13: Die aufgesetzte Frontmaske auf den reparierten Wagenkasten, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider

Mit der Vervollständigung der Fahrzeuge unter Einbindung des örtlichen Instandhalters wurde der Unfallsanierungsprozess mit der Fahrzeugabnahme abgeschlossen.

Die Unfallsanierungen des KLIA Ekspres wurden so erfolgreich zur Zufriedenheit des Kunden durchgeführt, dass die DB Systemtechnik zusammen mit der DB Fahrzeuginstandhaltung GmbH, Werk Krefeld, neben den beiden Unfallreparaturen in den Jahren 2011 und 2015, im Jahr 2014 und im Jahr 2018 erneut für eine schweißtechnischen Rissanierung im Bereich der Hauptquerträger beauftragt wurde.

3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: KLIA Ekspres, Malaysia Lizenzhinweis: Randwick (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KLIAekspres_SalakSelatan.jpg), „KLIAekspres SalakSelatan“, https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode	320
Abbildung 2: beschädigter Frontwagen nach dem Unfall 2010, Bildrechte: E-MAS, T. Baake.....	321
Abbildung 3: beschädigter Frontwagen nach dem Unfall 2014, Bildrechte: E-MAS, T. Baake.....	322
Abbildung 4: Kreislauf des Unfallsanierungsprozesses, Bildrechte: DB Systemtechnik, O. Hagemann	322
Abbildung 5: Probeaufbau der Abspannvorrichtung in Krefeld, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider	324
Abbildung 6: Explosionsansicht der Reparaturbaugruppen, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider	325
Abbildung 7: Durchführung von Schleif- u. Trennarbeiten, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider	326
Abbildung 8: Eindrücke von der Abspannung während der Reparatur, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider	327
Abbildung 9: Die fertige Schweißreparatur am Wagenkasten, Bildrechte: DB Systemtechnik N. Sokol	327
Abbildung 10: Eindrücke von der Reparatur/Fertigung der GFK-Frontmasken, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider	328
Abbildung 11: Die aufgesetzte Frontmaske auf den reparierten Wagenkasten, Bildrechte: DB Systemtechnik, M. Bretschneider	328

4 Abkürzungsverzeichnis

3D	räumlich, dreidimensional
DB	Deutsche Bahn
E-MAS	ERL Maintenance Support Sdn Bhd
ERL	Express Rail Link Sdn Bhd
ET	Elektrischer Triebzug/Elektrische Triebzüge
FEM	Finite-Elemente-Methode
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
KLIA	Kuala Lumpur International Airport

Autoren



Hagemann, Oliver

Oliver Hagemann hat an der Technischen Universität Braunschweig Maschinenbau studiert. Nach dem Studium startete er 1996 bei der Siemens Verkehrstechnik in Erlangen. Nach mehreren Aufgaben und Stationen bei Siemens war er zuletzt Leiter des Eisenbahntestzentrums in Wegberg-Wildenrath („PCW“). Dort verantwortete er die drei Themengebiete (Bahn-) Infrastruktur, die akkreditierte Prüfstelle und das Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU). Seit dem 01.01.2019 ist er Leiter des Kompetenzzentrums HGV und ET mit Sitz in Köln und Krefeld der DB Systemtechnik GmbH.



Bretschneider, Michael

Seit 34 Jahren dem DB Konzern zugehörig, startete Michael Bretschneider 1985 mit einer Ausbildung als Maschinenschlosser bei der DB. In weiteren Ausbildungsabschnitten bei der DB wurden Schweißkenntnisse in den Bereichen Stahl und Aluminium erworben, die im Schweißmeister NE-Metalle mündeten. Mit weiterer Fortbildung in der Schweißtechnik, erwarb er im Zeitraum von 1997- 2001 die Qualifikation zum staatlich geprüften Techniker. Seit 2003 ist er als 3D-Konstrukteur bei der DB Systemtechnik in Krefeld tätig. Er war im Jahr 2011 und 2015 als Projektleiter für die Unfall-sanierung ernannt und in Malaysia eingesetzt.



Berg, Hans-Werner

Hans-Werner Berg hat 1982 bei der Deutschen Bundesbahn eine Ausbildung zum Maschinenschlosser abgeschlossen und anschließend an der Universität-Gesamthochschule Wuppertal Maschinenbau Fachrichtung Konstruktion studiert. Nach dem Studium startete er 1988 bei der DB in Mönchengladbach. Nach mehreren Aufgaben und Stationen bei der DB in der betriebsnahen Instandhaltung der S-Bahn-Werkstatt Düsseldorf ist er als Arbeitsgebietleiter zum 01.01.2004 in das Engineering der elektrischen Triebzüge bei der DB Systemtechnik GmbH gewechselt.