

# **Lastenheft**

**Neue Elektronik- und Kommunikationssysteme für den intelligenten,  
vernetzten Güterwagen  
FKZ 16ES0850K**

Daniela Wilbring

9. Dezember 2018

# Inhaltsverzeichnis

|                                                              |          |
|--------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. Einleitung</b>                                         | <b>3</b> |
| <b>2. Ist-Zustand</b>                                        | <b>4</b> |
| 2.1. Vorgänge an der Ladestelle/ im Gleisanschluss . . . . . | 5        |
| 2.1.1. Fahrzeugbewegung . . . . .                            | 5        |
| <b>3. Anforderungsbeschreibung</b>                           | <b>6</b> |
| 3.1. Nicht funktionale Anforderungen . . . . .               | 8        |
| 3.2. Bremse . . . . .                                        | 8        |
| 3.3. Kupplung . . . . .                                      | 8        |
| 3.4. Rechnerbasierte Anforderungen . . . . .                 | 8        |
| 3.5. Ideenspeicher . . . . .                                 | 9        |
| <b>A. Abkürzungen</b>                                        | <b>9</b> |
| <b>B. Glossar</b>                                            | <b>9</b> |

## Zweck des Dokuments

Das Lastenheft ist, nach DIN 69901-5<sup>1</sup>, "die vom Auftraggeber festgelegte Gesamtheit der Forderungen an die Lieferungen und Leistungen eines Auftragnehmers innerhalb eines (Projekt-)Auftrags".

Ein Lastenheft ist wichtig in der Analysephase und zur Kommunikation innerhalb es Auftrages/Projekts. Es bietet eine ausführliche Beschreibung der Arbeitsleistung und dient als Kommunikationsbasis.

Auf Basis des Lastenheftes wird das Pflichtenheft vom Auftragnehmer erarbeitet.

Untersuchungen zeigen, dass Fehler in der Produktentwicklung bei einer späten Aufdeckung und Behebung teurer werden als bei einer früheren Erkennung. Deshalb sollte man schon beim Lastenheft eine hohe Qualität anstreben.<sup>2</sup>

In diesem Fall wird das Lastenheft im Rahmen des Projektes "Neue Elektronik- und Kommunikationssysteme für den intelligenten, vernetzten Güterwagen" von der FH Aachen als Vorarbeit für das Pflichtenheft erstellt.

Klare gemeinsame Ziele innerhalb des Projektes sollen zu einer besseren und strukturierten Zusammenarbeit führen.

Das Lastenheft wird aufgrund von Veröffentlichungen der Projektsteller und dem Gesamtverbundantrag des Projektes erstellt.

## 1. Einleitung

Der Güterverkehr in Deutschland wird bislang zu über 70% von LKWs gestemmt, was Verkehrsstaus und hohe Schadstoffemissionen verursacht. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet dem Schienengüterverkehr die einzigartige Chance, durch intelligente Steuerung und Vernetzung Transportprozesse extrem flexibel, effizient und schadstoffarm zu gestalten. Realisiert werden kann dies durch die Integration vielfältiger moderner Sensorik und Elektronik in den Güterwagen4.0.<sup>3</sup>

Im Projekt werden Sensoren und Elektroniksysteme zur Realisierung eines „intelligenten“, mittels Internet 4.0-Technologien vernetzten Güterwagens entwickelt. Die Sensorik dient dabei der Online-Erfassung relevanter Güterwagen- und Zugverbund-Daten zur Zustands- und Verschleißanalyse. Durch diese Informationen wird erstmals eine durchgängige Logistik und die von Kunden geforderte Transparenz der Lieferkette sowie eine vorausschauende Planung von Wartungszyklen und Rentabilität für den Güterwagenbetreiber ermöglicht. Als weiterer Lösungsansatz werden Aktoren entwickelt und in den Güterwagen4.0 integriert, mit denen

---

<sup>1</sup>Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 5: Begriffe

<sup>2</sup>Quelle: <https://www.pm-blog.eu/themen/methoden/lastenhefte-eine-schrittweise-anleitung-fur-den-perfekten-auftrag.html>

<sup>3</sup>Antrag auf Gewährung einer Bundeszuwendung auf Ausgabenbasis (AZAP), 26.04.2018

die beim Zusammenstellen bzw. Trennen von Güterwagen erforderlichen aufwendigen und oft sicherheitsrelevanten manuellen Tätigkeiten künftig vollautomatisiert durchgeführt und sensorisch online überwacht werden können.<sup>4</sup>

Der Güterwagen4.0 stellt einen wichtigen Baustein zur Lösung der gravierenden Verkehrsprobleme dar. Die Ergebnisse des Vorhabens tragen wesentlich dazu bei, durch einen zukunftsfähigen Schienenverkehr Verkehrsstaus und Schadstoffemissionen zu vermindern. Die angestrebten sensorischen Fähigkeiten des Güterwagen4.0 erlauben perspektivisch auch eine Übertragung in den Schienenpersonenverkehr.<sup>5</sup>

In diesem Lastenheft wird anhand des Schiebewandwagens der grobe Ablauf eines Umlaufs im bisherigen System erläutert und daraufhin Anforderungen an den neuen Güterwagen erstellt. Als Motivation zeigt sich neben der oben bereits erwähnten Verringerung von Verkehrsstaus und Schadstoffemissionen auch eine Erhöhung der Prozesssicherheit, Verringerung der aufzuwendenden Zeit am Wagen, eine Gestaltung von attraktiveren Arbeitsplätzen durch eine ergonomischere Arbeitsgestaltung und mögliche Kosteneinsparungen an der Infrastruktur. Herausforderungen wie die Migration und Annahme des Systems sollen beachtet werden. Die Kosten des Systems, sowie dessen Einbau müssen konkretisiert werden. Prozesse für produktivere Arbeitsabläufe mit dem neuen Güterwagen müssen gestaltet werden. Arbeitsabläufe bei Defekten konkretisiert werden.

Automatisierungslösungen Automatisches Abdrücken mit AK o. automatischer Schraubenkupplung – Trennstellen, Kommunikation mit Bergrechner – Vorbereitung Ablauf

- Vorteile des Systems

Dezentralität

Zukunftssicher

muss nicht auf AK warten, funktioniert aber auch damit

Wertschöpfungsprozess

Automatisierung

Automatisierung Bremse – Bremse lösen, lüften, Handbremse, Berechnung Bremsgewichte, Durchgängigkeit HL, automatische Bremsprobe, automatischer Bremszettel

Vorbereitung Trennstellen – HL-Absperrhähne Schließen, lüften, 2x Signal = trennen – Signal: kann, soll trennen

## 2. Ist-Zustand

Kommt von Manfred

**bis zum 29.11.2018**

---

<sup>4</sup>Antrag auf Gewährung einer Bundeszuwendung auf Ausgabenbasis (AZAP), 26.04.2018

<sup>5</sup>Antrag auf Gewährung einer Bundeszuwendung auf Ausgabenbasis (AZAP), 26.04.2018

Im Folgenden wird der Umlauf eines gedeckten Güterwagens beschrieben. Der Wagen wird in einem Gleisanschluss/RailPort mit palletiertem Gut beladen, läuft dann durch das deutsche/europäische Einzelwagensystem und wird in einer Ladestelle an einem Gleisanschluss oder RailPort entladen. Fokus der Beschreibung sind die durchzuführenden manuellen Tätigkeiten. Davon leitet sich im Folgenden ein Anforderungskatalog an einen aktiven, kommunikativen Güterwagen 4.0 ab, der viele oder alle der manuellen Tätigkeiten durch Technikfunktionen ersetzt.

## **2.1. Vorgänge an der Ladestelle/ im Gleisanschluss**

### **2.1.1. Fahrzeugbewegung**

Die Bewegung von Wagen erfolgt prinzipiell auf Gleisen; Verzweigung von Fahrwegen erfordert Weichen. In kleinen und mittleren Gleisanschlüssen sind dies überwiegend handbetätigte Weiche. Je nach Wagenaufkommen kommen folgenden Methoden der Wagenbewegung in Betracht

- Bedienung durch das EVU, welches auch die Zustellfahrten durchführt
- Eigene Rangierlokomotive
- Eigenes Rangierhilfsmittel

Gleisfahrbar (Rangierroboter)

Zweiwegefahrzeug

- Stationäre Verschiebeeinrichtung (Seilzuganlage)

Allen Methoden ist gemeinsam, dass Sie spezielle Personal-Fähigkeiten/-Ausbildung benötigen. Dies ist nicht zuletzt auf die Tatsache zurückzuführen, dass ein einmal in Bewegung gesetzter Güterwagen auch bei langsamer Fahrt eine hohe kinetische Energie aufweist und die Bedienung der Wagenbremsen (Luft- und/oder Handbremse) für ungeschultes Personal kompliziert und fehleranfällig ist.

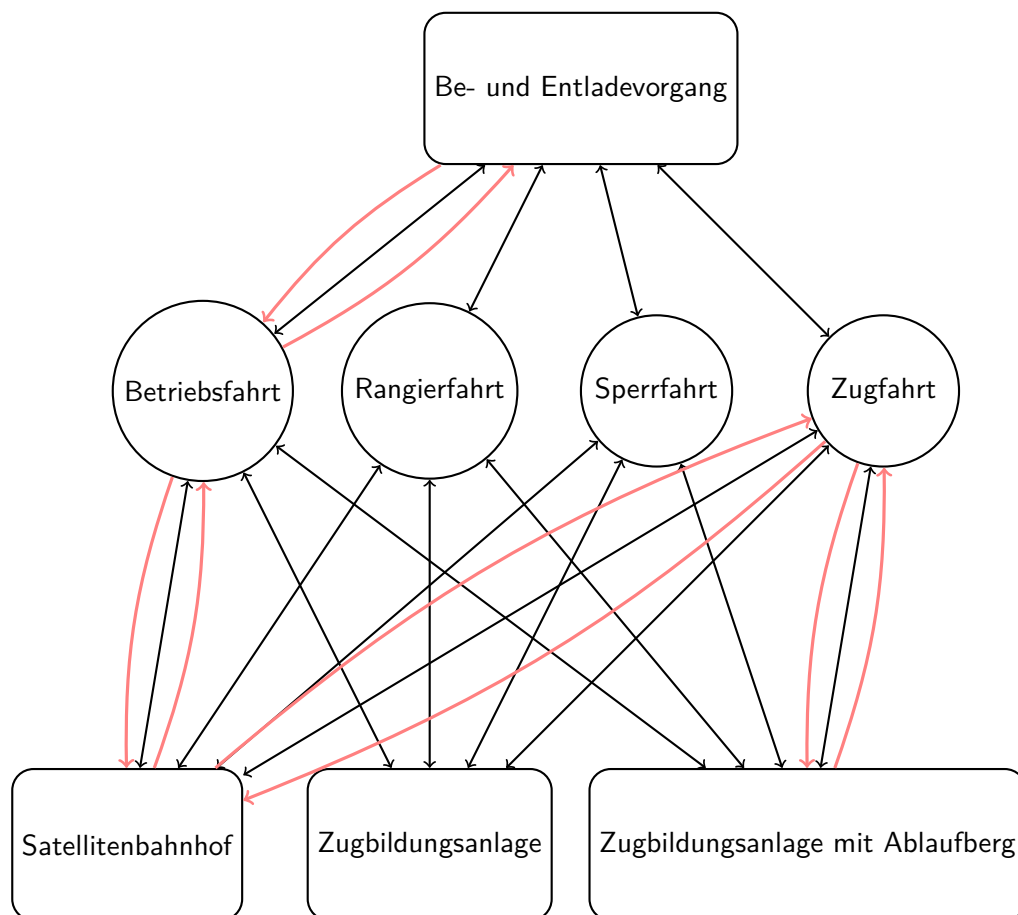
### **2.1.2. Beladen**

Das Beladen von Güterwagen mit Paletten erfolgt von einer Rampe aus in der Regel per Gabelstapler. Im Gegensatz zur Heckbeladung von Lkw existieren kaum Lösungen zur Automatisierung der Beladung. Eine Ladekante ist meist für Einzelwagen oder kleine Gruppen

(bis max. ca. 4 Wagen) gestaltet, so dass häufig Wagen an der Ladestelle getauscht werden müssen.

Während/nach der Beladung muss die Ladung gegen Verrutschen gesichert werden. Bei Schiebewandwagen erfolgt dies häufig durch von Hand verschiebbare und zu sichernde Zwischenwände.

Im Lkw-Bereich entstehen bereits Lösungen zur papierlosen Transportabwicklung einschließlich Behandlung von Gefahrgutdokumenten. Bei Bahntransport herrscht die klassische Methode der Übergabe von Frachtdokumenten an das EVU vor. Gelegentlich werden auch Wagen noch „bezettelt“.



### 3. Anforderungsbeschreibung

Es sind fünf Ausbaustufen für den Güterwagen 4.0 geplant. Hier eine Kurzbeschreibung der geplanten Ausbaustufen:

#### **Ausbaustufe 1: Stromversorgung, Telematik und Datenvernetzung**

*Hier Bild Klasse 1 einfügen*

In der ersten Ausbaustufe ist geplant Bordelektronik und eine entsprechende Spannungsversorgung anzubringen. Diese kann als Batterie mit Speisung durch einen Radsatzgenerator, Solarpanels oder ähnlichem realisiert werden oder auch als Pufferbatterie mit Speisung durch AK. Dazu kommen verschiedene Antennen und Kurzstreckenfunk zur Kommunikation mit anderen Wagen. Auch Sensoren zur Erfassung verschiedener Telematikfunktionen sind geplant.

In diesem Stadium ist der Wagen an sich noch nicht 'schlauer' als ein nicht ausgerüsteter Wagen, aber er kann sich mitteilen. Mitteilungen können sein: Standort, Beladung, Laufleistung, (ungewöhnliche) Vibrationen (beispielsweise durch Falschstellen), Heißläuferdetektion, letzte Wartungsintervalle, Zustand der Bremse und vieles mehr.

#### **Ausbaustufe 2: Ausbaustufe 1 + Automatisierung der Bremsbedienung**

*Hier Bild Klasse 2 einfügen*

In der zweiten Ausbaustufe ist eine zusätzliche Aktorik für Endabsperrröhne und Handbremse geplant. Dadurch kann ein Teil der Bremsbedienung automatisiert werden. **HIER MEHR INFOS**

In diesem Stadium kann der Wagen die Bremsbedienung so weit selbst automatisieren, dass ein Einstellen der Bremsart anhand von anderen Wagen im Wagenzug, Gewicht und Bremsfähigkeit möglich ist. Außerdem ist die automatische Parkbremse realisiert.

#### **Ausbaustufe 3: Ausbaustufe 2 + ep-"light"-Bremsen**

*Hier Bild Klasse 3 einfügen*

In der dritten Ausbaustufe kommt zusätzlich zur Bremsbedienung auch die Ep-"light"-Bremse hinzu. Diese sorgt für eine für kürzere Bremswege und/oder höhere Geschwindigkeiten.

In diesem Stadium *TEXT*

#### **Ausbaustufe 4: Ausbaustufe 3 + Automatisierter Zugschluss**

*Hier Bild Klasse 4 einfügen*

In der vierten Ausbaustufe ist ein automatisierter Zugschluss geplant, neben der dann noch lästigen Aufgabe den kompletten Wagenzug langzulaufen um am letzten Wagen ein Zugschluss-Signal zu stecken soll mit dieser Funktion auch die Zugintegrität gewährleistet werden.

#### **Ausbaustufe 5: Ausbaustufe 4 + Rangierantrieb**

*Hier Bild Klasse 5 einfügen*

In der fünften Ausbaustufe kommt der Rangierantrieb hinzu. Damit dieser ohne Probleme funktioniert braucht er zusätzlich eine weitere Batterie und Umrichter. Zur Speisung der

zweiten Batterie wird auch ein zweiter Radsatzgenerator eingebaut. In diesem Stadium kann von einem automatisierten Güterwagen gesprochen werden. Er kann selbstständig bei der Briefkastenbedienung assistieren und auf dem Werksgelände ohne Rangierlok verfahren.

Die ersten drei Ausbaustufen sollen in diesem Projekt stattfinden. Ausbaustufe 4 und 5 in Folgeprojekten. Eine Zulassung soll über mindestens gleichbleibende Sicherheit bei kompletter Abschaltung des Systems stattfinden. Diese in Schritten stattfindende Automatisierung führt zu einem hohen Mehrwert des Güterwagens, nicht nur, im Einzelwagenverkehr.

### 3.1. Nicht funktionale Anforderungen

|               |                                                                                             |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anf. 0.0.0.0. | Umgebungsbedingungen nach DIN EN 50155<br>mindestens gleichbleibende Sicherheit des Systems |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.2. Bremse

|               |                                                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------------------|
| Anf. 0.0.0.0. | elektrisches Lösen der Handbremse möglich                              |
| Anf.          | elektrisches Lösen der Bremse möglich                                  |
| Anf.          | automatische Bremsprobe für Bedienfahrt                                |
| Anf.          | automatische Bremsprobe für Rangierfahrt                               |
| Anf.          | automatische Bremsprobe für Sperrfahrt                                 |
| Anf.          | automatische Bremsprobe für Zugfahrt                                   |
| Anf.          | automatische Bremsberechnung anhand des Wagenzuges und der Lok möglich |

### 3.3. Kupplung

|               |                                                                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anf. 0.0.0.0. | elektrische Vorbereitung von Kuppelstellen möglich<br>elektrische Vorbereitung von Trennstellen möglich |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|



### 3.4. Rechnerbasierte Anforderungen

|               |                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------|
| Anf. 0.0.0.0. | digitales Bilden einer Wagengruppe möglich                        |
| Anf. 0.0.0.0. | Betriebsparameter für Bedienfahrt                                 |
|               | Betriebsparameter für Rangierfahrt                                |
|               | Betriebsparameter für Sperrfahrt                                  |
|               | Betriebsparameter für Zugfahrt                                    |
|               | automatische Wagengruppenbildung möglich                          |
|               | Überprüfung der Wagenreihung möglich                              |
|               | Überprüfung des technischen Zustands aus vorheriger Fahrt möglich |
|               | automatische Übermittlung von Transportunterlagen möglich         |

### 3.5. Ideenspeicher

|               |                                |
|---------------|--------------------------------|
| Anf. 0.0.0.0. | automatische Zugschlussanzeige |
|               | Rangierantrieb                 |

## A. Abkürzungen

Tabelle mit allen Abkürzungen hier anlegen

|       |                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| AK    | Automatikkupplung                                                                             |
| DIN   | Deutsches Institut für Normung                                                                |
| EN    | Europäische Normung                                                                           |
| EVU   | Eisenbahnverkehrsunternehmen                                                                  |
| FH AC | FH Aachen                                                                                     |
| GW40  | Güterwagen 4.0                                                                                |
| HL    | Hauptluftleitung                                                                              |
| ISO   | International Organisation for Standardisation (dt.: Internationale Organisation für Normung) |
| RIL   | Richtlinie                                                                                    |
| TwB   | technische Wagenbehandlung                                                                    |

## B. Glossar

Tabelle mit allen Begriffserklärungen hier anlegen.

|                   |                                                                                              |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ablaufberg        | Der Ablaufberg ist ein in der Regel künstlich angelegter Hügel, über den ein Gleis verläuft. |
| Bedienfahrt       |                                                                                              |
| Bremsprobe        |                                                                                              |
| Gleisanschluss    |                                                                                              |
| Hemmschuh         |                                                                                              |
| Rangierbahnhof    |                                                                                              |
| Rangiermittel     |                                                                                              |
| Satellitenbahnhof |                                                                                              |
| Schiebewandwagen  |                                                                                              |
| Zugfahrt          |                                                                                              |
| Zugschluss        |                                                                                              |