

Auslegungsmethodik für Leichtbauoptimierte Flexible Aufbauten für den Schienengüterverkehr – ALFA SGV

*Christian Gomes Alves M. Sc. & Mathilde Laporte M. Sc. & David Krüger B. Eng., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V., Institut für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart
Kai Röbbelcke M. Sc. IWE, VTG AG, Hamburg*

1 Einleitung

Der Gütertransport spielt eine entscheidende wirtschaftliche Rolle und die Art und Weise, wie Waren transportiert werden, hat erhebliche umwelttechnische Auswirkungen. In Deutschland wird der Großteil des Güterverkehrs immer noch auf der Straße abgewickelt, was zu erheblichen CO₂-Emissionen und anderen Umweltbelastungen führt. Angesichts der drängenden Klimakrise und der Notwendigkeit, Treibhausgasemissionen zu reduzieren, rückt der Schienengüterverkehr zunehmend in den Fokus. Die Eisenbahn bietet eine klimafreundlichere Alternative zum LKW-Verkehr. In der Schweiz hat der Schienengüterverkehr einen Anteil von etwa 38% am Gesamtgüterverkehr, wobei auf der alpenquerenden Langstrecke sogar 72% des Verkehrs über die Schiene abgewickelt werden. [1]

Um auch in Deutschland den Schienengüterverkehr zu stärken, sind Innovationen und ein vereinfachter Zugang zum Schienengüterverkehr notwendig. Bei der Dimensionierung von Güterwagen wird in der Regel eine dauerfeste Auslegung gewählt. Dies setzt im Normalfall eine Lebensdauer von mehr als 40 Jahren bei Güterwagen voraus. Betroffen ist hiervon bei klassischen Güterwagen auch die Dimensionierung der Aufnahmen von Ladegütern. Zudem sind Güterwagen oft spezialisiert auf ein Ladegut. Ein Innovationsansatz soll die Funktionstrennung zwischen Ladeguteinheit und Güterwagen sein. Dies ermöglicht es, ähnlich zu ISO-Containern, dass Ladegüter und Transportbehälter unabhängig von der Zulassung des Güterwagens werden. Für diesen Zweck müssen funktionale Transportbehälter entwickelt werden, die - ähnlich wie Container - auf Güterwägen aufgesetzt werden können. Durch ihre anwendungsspezifische Gestaltung lassen sich diese Behälter besonders leichtbauoptimiert konstruieren, wodurch pro Güterwagen mehr Ladegut transportiert werden kann.

2 Motivation

Zu Beginn der Entwicklung eines nicht zulassungsrelevanten, leichtbauoptimierten Transportbehälters kann bei Unternehmen mit einem spezifischen Transportwunsch das Wissen darüber fehlen, welche Regelwerke und Normen relevant sind. Gerade neue Marktakteure können durch diese Unsicherheiten schnell überfordert sein, was im besten Fall zu ineffizienten, schweren Aufbauten und somit unnötigen Klimabelastungen führt oder im schlimmsten Fall den Umstieg auf das Verkehrsmittel Schiene behindert, weil die Entwicklung von Transportbehältern zu kostenaufwändig ist.

Im Projekt ALFA SGV wurde eine Methodik entwickelt, mit der leichtbauoptimierte Transportbehälter entwickelt und betriebsfest ausgelegt werden können. Ein besonderer Fokus liegt dabei darauf, auch bisher branchenfremden Marktteilnehmern einen Einstieg in den Schienengüterverkehr zu ermöglichen. Damit erhalten alle Marktteilnehmer mit einem Transportbedürfnis, einen einfachen Zugang zum Verkehrsträger. Mit der Methodik soll ein wichtiger Beitrag zur effizienteren Gestaltung des Güterverkehrs geleistet werden.

3 Methodik zur betriebsfesten Auslegung

Die betriebsfeste Auslegung ermöglicht leichte, für den Betriebszeitraum sichere, kostengünstige und variantenreiche Aufbauten. Mit der Auslegungs- und Nachweismethodik sollen die Entwicklungskosten für diese Aufbauten reduziert werden und das Verfahren im Sektor verankert werden. Es soll Überdimensionierung vermieden werden und so Gewicht, Kosten und CO₂ gespart werden.

Die methodische Anleitung führt Schritt für Schritt, normenkonform und bauteilneutral zu einem leichten und funktionalen Aufbau und deckt dabei den gesamten Lebenszyklus vom Entwurf über die Konstruktion und Auslegung bis hin zur Instandhaltungsplanung im Betrieb ab.

Profitieren sollen dadurch direkte Stakeholder wie Wagenentwickler und -betreiber, die ihr Portfolio schnell und kundengerecht anpassen können, sowie auch Kunden mit individuellem Transportwunsch, die selbst Ladungsträger entwickeln und analog zum Containertransport flexibel Logistikfirmen mit dem Transport ihres Ladungsträgers beauftragen können.

4 Aufbau der Methodik

Die Methodik definiert einen Ablauf für die Entwicklung eines leichtbauoptimierten Aufbaus für Ladungstransport auf der Schiene, von der Anforderungsanalyse bis hin zur Instandhaltungsplanung.

Die Auslegungsmethodik ist wie folgt aufgebaut:

- Normen und Standards: Um den Einstieg auch für Branchenneulinge zu erleichtern und Begrifflichkeiten zu definieren, werden zunächst allgemeine schienenfahrzeugtechnische Normen und Standards dargestellt
- Konstruktion: Die Grundlagen der Konstruktion sowie Kriterien zur Wahl von Werkstoffen und Bauweisen werden behandelt
- Statische Festigkeitsanalyse: Die Durchführung von statischen Festigkeitsanalysen wird beschrieben, vor allem in Bezug auf normative Lasten für den Schienenfahrzeugbereich
- Identifikation und Bewertung von Schwachstellen: Auf Basis von statischen Festigkeitsanalysen werden Hinweise zur Identifikation und Bewertung von Schwachstellen und die Definition von Sicherheitsfaktoren gegeben
- Betriebsfestigkeitsanalyse: Die für eine betriebsfeste Auslegung notwendigen Betriebsfestigkeitsrechnungen bei dynamischen Belastungen werden beschrieben, einschließlich der Erstellung von Lastkollektiven, materialspezifische Überlegungen sowie eine Bewertung der Risiken und Ausfallwahrscheinlichkeiten in einer Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)
- Instandhaltungsplanung: Die Methodik schließt ab mit Instandhaltungsplanung, um die Lebensdauer des Aufbaus zu maximieren und Probleme zu minimieren und verhindern

Um die Methodik zu ergänzen und reale Werte aus dem Betrieb und nicht nur aus Normen angeben zu können, sind in Zukunft Fahrversuche geplant, in denen die Lasten auf einen Aufbau gemessen werden sollen. Diese Versuche sollen helfen, die betrieblichen Lasten besser einschätzen zu können und um Lastkollektive für Betriebsfestigkeitsanalysen bilden zu können.

5 Fazit

Die „Auslegungsmethodik für leichtbauoptimierte flexible Aufbauten für den Schienengüterverkehr“ bietet eine umfassende Methodik zur Konstruktion und Auslegung von Transportbehältern für den Schienengüterverkehr. Durch die Berücksichtigung relevanter Normen und Standards sowie die Implementierung von Festigkeitsanalysen und Instandhaltungsplänen wird die Entwicklung eines betriebsfest ausgelegten Transportbehälters ermöglicht. Die betriebsfeste Auslegung ermöglicht leichtere, kostengünstigere und variantenreichere Aufbauten gegenüber einer dauerfesten Auslegung, die den Anforderungen eines dynamischen Marktes gerecht werden und so die Effizienz, Flexibilität und Attraktivität des Schienengüterverkehrs erheblich steigern können.

Durch die Anwendung dieser Methodik können Hersteller und Konstrukteure von flexiblen Plattformen für den Schienengüterverkehr ihre Produkte optimieren und gleichzeitig die Umweltbelastung reduzieren. Die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene ist nicht nur wirtschaftlich sinnvoll, sondern trägt auch zum Klimaschutz bei. Mit der Methodik wird ein wertvolles Werkzeug bereitgestellt, das dazu beiträgt, den Schienengüterverkehr zukunftsfähig zu gestalten.

6 Literatur

- [1] Güterverkehr: Kennzahlen zu den Leistungen im Güterverkehr per Strasse, Schiene, Luft, Wasser und Pipelines. Bundesamt für Statistik Schweiz, 2023. URL: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr.html>. Abgerufen am 24.07.2025

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt im Rahmen der Förderrichtlinie „DATipilot“ unter dem Förderkennzeichen 03DPS1195 gefördert.