

## Teilautomatisiertes Rangieren

# Nutzung von intelligenten Güterwagen in der Hafenlogistik

**Daniela Wilbring**, B.Eng., Projekt Güterwagen 4.0, und  
**Katharina Babilon**, B.Eng., Projekt SAMIRA, beide  
FH Aachen, Schienenfahrzeugtechnik



Die FH Aachen forscht in zwei Projekten an der Digitalisierung und Automatisierung von Güterwagen. Im Projekt Güterwagen 4.0 sollen, beginnend an der Ladestelle, bereits einzelne mit Intelligenz und Aktoren ausgerüstete Güterwagen einen Mehrwert für den Anwender bieten. In Kombination mit dem Projekt SAMIRA, in dem an einer Art intelligenter Rückfahrkamera geforscht wird, kann eine effiziente Nutzung der Eisenbahn auch im Hafensbereich ermöglicht werden.

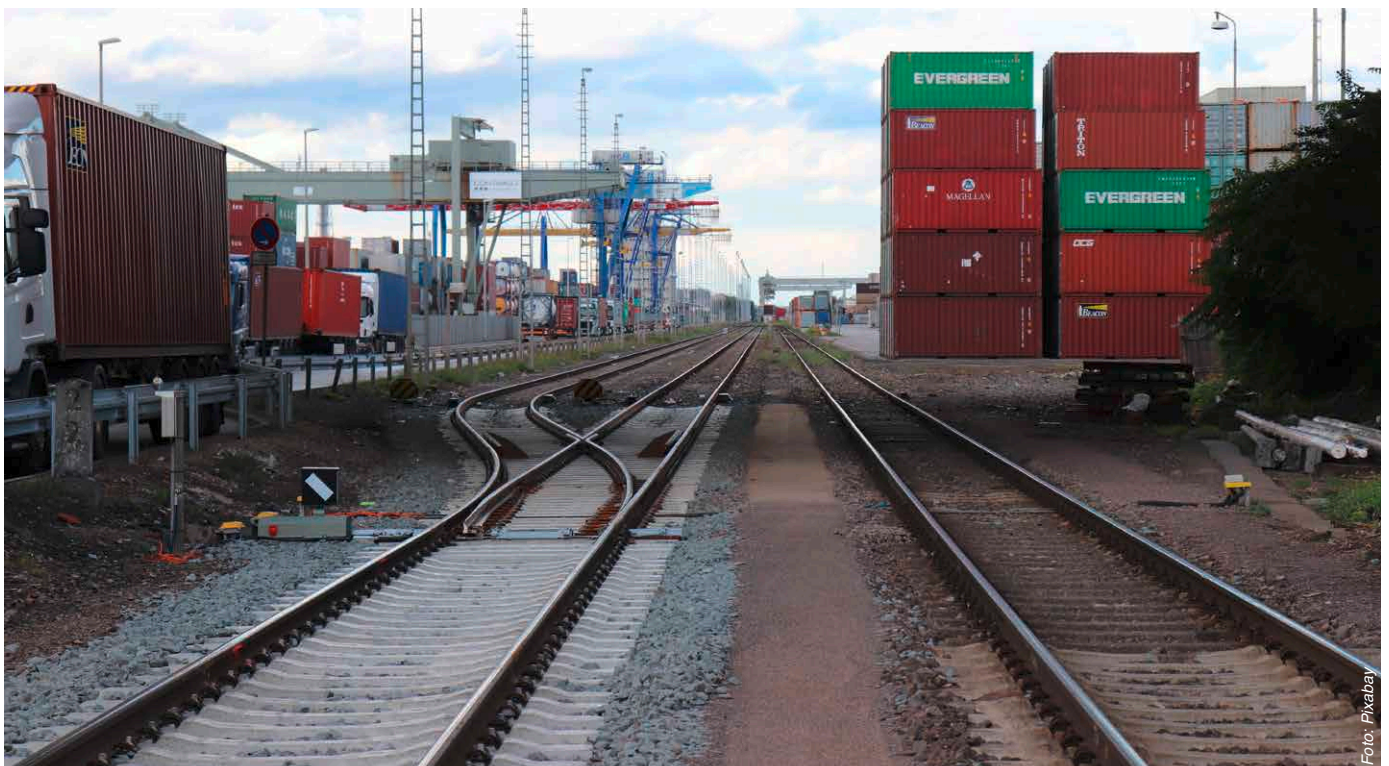


Foto: Pixabay

Der Bahnverkehr bietet die Möglichkeit, die CO<sub>2</sub>-Emissionen Europas im Verkehr zu verringern. Dafür ist es notwendig, die Verkehrsleistung der Bahn deutlich zu steigern. Heutzutage wird ein Großteil der Verkehrsleistung durch den Lkw erbracht.<sup>[1]</sup> Der Bahnsektor liegt seit Jahren konstant bei 17 bis 20 Prozent im Modal Split.

Für den Seehafen hinterlandverkehr spielen Lkw eine große Rolle in der Hafenlogistik. Diese sind für Kurzstrecken sehr gut geeignet und haben auch auf Mittelstrecken Vorrang. Dies liegt unter anderem an der langen Vorbereitungszeit und dem hohen Personalaufwand für Güterzüge. Mit dem Güterwagen 4.0 in Kombination mit der „Rückfahrkamera“ SAMIRA wird hier ein Beispiel zur Verkürzung der Vorbereitungszeit sowie zum effizienteren Einsatz von Fachpersonal im Hafenumfeld gegeben.

## Güterwagen 4.0

Das Konzept „Güterwagen 4.0“ ist der Schritt der inaktiven Güterwagen in die digitalisierte Welt der Industrie 4.0. Ein modularer Aufbau in mindestens fünf Stufen ermöglicht es, einen Güterwagen mit Kommunikationsmodulen, Sensoren und Aktoren sowie einem Antrieb nach Bedarf auszustatten. Der Bedarf wird anhand von Business Cases ermittelt und durch die verschiedenen Stufen (Klassen) gedeckt. Dadurch erhält jeder Güterwagen alle von ihm benötigten Module und kann trotzdem wirtschaftlich sein. Die Klassen sind in Abbildung 1 dargestellt.

Klasse 1, die Basisausstattung, ist der Startpunkt für den intelligenten Güterwagen. Sie umfasst die Bordelektronik mit WagonOS und digitaler Identität und die Kommunikationsmöglichkeit mit Bediener und anderen Güterwagen. Ebenso ist in Klasse 1 Sensorik zur Aufnahme von Messdaten enthalten.

Klasse 2 statet die Bremse mit Aktorik aus. Dies bietet die Möglichkeit, Bremsstellung und Lastwechsel nach Bedarf zu steuern.

In Klasse 3 und 4, die hier eine untergeordnete Rolle spielen, folgt eine Ausstattung mit Bremsvorsteuerung (ep-Bremse) und eine Zugintegritätserkennung.

In Klasse 5 wird ein Antrieb mit entsprechend notwendiger Peripherie eingebaut. Sie ist unabhängig von Klasse 2 bis 4, kann aber sinnvoll mit ihnen verbunden werden. Der Antrieb ermöglicht einen kurzzeitigen Rangierprozess mit elektrischer Bremsung unabhängig von einer Lok.<sup>[2]</sup>

Die Bordelektronik wird über ein Betriebssystem, das WagonOS, gesteuert. Dieses Betriebssystem ist mit verschiedenen Applikationen erweiterbar. Basisapplikationen sind beispielsweise die Bremsprobe oder das Anziehen der Feststellbremse. Erweiterungen können beim Rangieren oder Abstellen von Güterwagen helfen.

## SAMIRA

Das Shunting Assistant and Monitoring Interface for Autonomous Rail Applications (SAMIRA) folgt einem ähnlichen Ansatz wie der Güterwagen 4.0, indem zunächst an der Ladestelle Kosten gesenkt werden. In vielen Anwendungsbereichen, wie beispielsweise Häfen, bewegen sich die Rangierabteilungen innerhalb geschlossener Anlagen mit einer begrenzten Anzahl an Ein- und Ausfahrgleisen und werden teils geschoben. Im Projekt SAMIRA wird am Zugschluss ein Mobilgerät befestigt, das mittels Bedienerchnittstelle mit einem Anwender kommuniziert. Diese Anordnung ermöglicht es dem Lokrangierführer (Lrf), im Gegensatz zu am Markt befindlichen Produkten, sich im Führerstand des Triebfahrzeugs aufzuhalten anstatt auf dem Rangiertritt an der Zugspitze.<sup>[3]</sup>

Das Fahren mit technisch überwachter Spitze wird durch das mobile SAMIRA-Modul ermöglicht. Je nach Länge des Wagenzugs ist der Lrf auf der Lok bei geschobenen Fahrten weit von der technisch überwachten Spitze entfernt. Daher genügt eine einfache Videoübertragung von der Zugspitze in den Augen

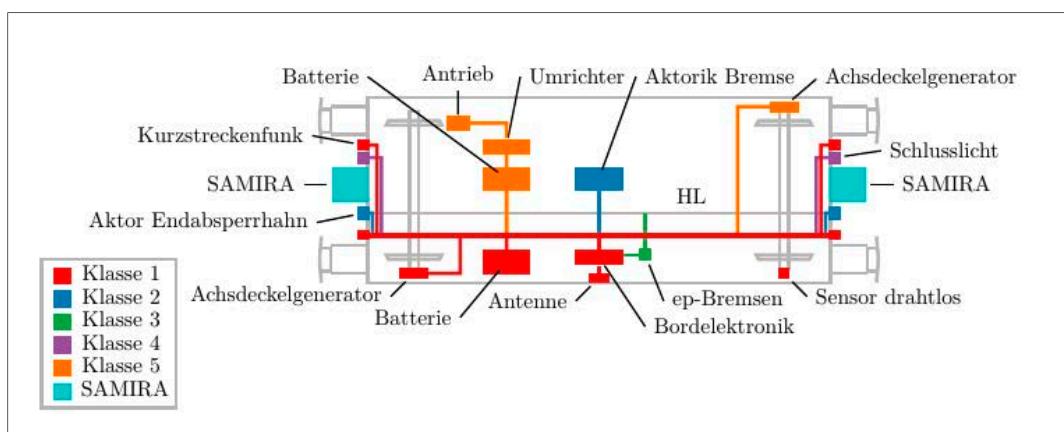


Abbildung 1:  
Vollständig ausgebauter  
Güterwagen mit  
SAMIRA

Quelle: FH Aachen/Babilon,  
Wilbring

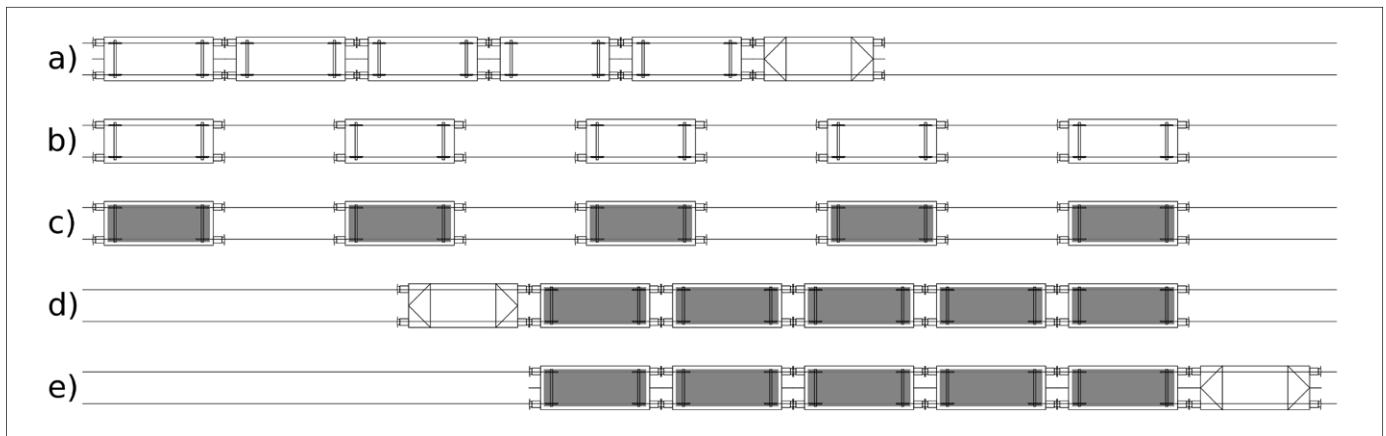


Abbildung 2:  
Rangierarbeiten im  
Hafenebereich

Quelle: FH Aachen/  
Babilon, Wilbring

des Projektteams nicht. Vielmehr ist eine umfangreiche Unterstützung des Lrf notwendig. Diese beinhaltet eine gleisselektive Ortung und Kartendarstellung der Zugspitze sowie eine Objekt- und Weichenlagenerkennung. Dazu erhalten die im Rahmen der Demonstrationsphase zu bauenden SAMIRA-Module Stereokameras, 3D-LIDAR- und Radarsensoren. Die Übertragung der Daten erfolgt im ersten Schritt über ein ortsfestes sogenanntes Mesh-WLAN, das aus mehreren zentral gesteuerten lokalen Einzelnetzen besteht. In weiteren Entwicklungen kann das Mesh-WLAN des Güterwagens 4.0 oder der 5G-Mobilfunk genutzt werden.

Durch die Implementierung der Assistenzfunktionen, die Aufzeichnung der Daten und das Protokollieren des Verhaltens der Lrf besteht eine hervorragende und wirtschaftliche Möglichkeit, Daten für das maschinelle Lernen von Rangiersituationen zu sammeln. Rechtliche Fragen, wie beispielsweise die Vereinbarungen mit den Eisenbahnverkehrsunternehmen oder die Anonymisierung, sind hierbei noch offen. Die Nutzung der Daten bietet jedoch die Möglichkeit, ohne direkte Investitionen Daten zu sammeln, die im Automotive-Bereich bereits die Branche verändern. Die Auswertung der mit SAMIRA gesammelten Daten von Rangierfahrten in Hafenebereichen ist eine notwendige Voraussetzung für die Autonomisierung der Rangierabläufe.

### Nutzung von intelligenten Güterwagen im Hafenebereich

Das aktuelle Vorgehen der Beladung von Güterwagen in Containerhäfen ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Güterwagen fährt ins Verladegleis des Hafenebereichs zur Be- oder Entladung (a). Dort wird er getrennt (händische Trennung der mechanischen und Luftkupplung) und auseinandergeschoben (b). Notwendig ist dies, damit Fahrzeuge (Reach Stacker) mit Containern durch das Gleisbett fahren können und bei Querung von Zügen nicht mit Last die vollständige Zuglänge abfahren müssen. Danach

werden die Wagen einzeln beladen. Dafür werden die Tragzapfenkonfiguration an jedem Wagen eingestellt und die Container aufgesetzt (c). Im Folgenden werden die Wagen wieder zusammengeschoben (d). Für die weitere Fahrt werden die Güterwagen mechanisch und mit Luft gekuppelt. Gleichzeitig werden auch die Bremse und der Lastwechsel für jeden Wagen passend eingestellt. Danach folgt eine Bremsprobe mit angehangener Lok gefolgt von der Herausfahrt des Zuges auf die freie Strecke oder ein Abstellgleis (e).

Sollte der Wagenzug im Abstellgleis abgestellt werden, wird bei Anhang einer Streckenlok eine vereinfachte Bremsprobe, oder nach einer Standzeit von mehr als 24 Stunden eine volle Bremsprobe erforderlich.

Der oben beschriebene Verladeprozess ist sehr personalintensiv. Für die folgende Anwendung im Hafenebereich wird ein Güterwagen 4.0 mit Klasse 1, 2 und 5 und SAMIRA ausgebaut. Mit einem Güterwagen 4.0, der zusätzlich mit SAMIRA ausgerüstet ist, kann das Verladen von Containern auf Güterwagen deutlich personaleffizienter gestaltet werden. Der Verladeprozess sieht dann wie folgt aus:

Der Güterwagen kommt auf dem Hafengelände an und kann mit eigenem Antrieb selbstständig zum Verladegleis fahren (a ohne Lok). Da SAMIRA kontinuierlich den Fahrweg überwacht, ist hierzu kein Personal an der Zugspitze erforderlich. Dort bereitet der Güterwagen 4.0 das Entkuppeln vor, indem er die Endabsperrhähne schließt. Dann können die mechanische Kupplung und die Hauptluftleitung (HL) händisch getrennt werden. Als nächstes fahren die Güterwagen auf einen vorgegebenen Abstand auseinander (b). Seiner geplanten Beladung entsprechend, kann im ersten Schritt ein (angelernter) Arbeiter die Tragzapfenkonfiguration einstellen. Ebenso denkbar ist aber auch eine Motorisierung der Tragzapfen und eine automatische Einstellung dieser durch das WagonOS. Danach wird der Güterwagen wie üblich

beladen (c). Wenn der Beladevorgang aller Wagen des Zuges abgeschlossen ist, fahren die Wagen wieder zusammen (d ohne Lok). Die mechanische und die Luftkupplung können, bis zur Einführung der automatischen Kupplung, händisch angelegt werden. Die Bremseinstellung nimmt der Güterwagen 4.0, seiner Ladung und der Zugzusammensetzung entsprechend, selber vor. Nun kann der beladene Güterzug zum Abholgleis fahren und dort auf die Weiterfahrt warten (e ohne Lok).

## Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend ergibt sich aus diesem Szenario mit Güterwagen 4.0 und SAMIRA eine Personaleinsparung bei Rangierarbeiten und eine sicherere und ergonomischere Arbeitsplatzgestaltung für den Lrf. Dadurch kann die sinkende Anzahl an Fachkräften aufgefangen werden.

Durch kleine und mittlere Innovationsschritte im Bahnsektor kann dieser sich der Digitalisierung und Automatisierung der Industrie annähern. Im vorgeschlagenen Konzept ist dies durch angemessene Innovationskosten und Nachrüstbarkeit der Module auch zur Migration gewährleistet.

Der oben beschriebene Güterwagen 4.0 mit SAMIRA ist ein teilautonomes System. Es sind weiterhin Fachkräfte notwendig, zum Beispiel beim Kuppeln oder Einstellen der Tragzapfen. Durch die Entwicklung von automatisch einstellbaren Tragzapfen und durch die Ausrüstung der Güterwagen mit einer automatischen

Kupplung ist auch eine komplette Automatisierung der Abläufe im Hafensbereich möglich. Danach kann der Rangierprozess an der Verladestelle vollkommen autonom stattfinden. ■

## Literatur

- [1] Umweltbundesamt: Fahrleistungen, Verkehrsaufwand und Modal Split (2019). Online unter: [www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split](http://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split)
- [2] B. Schmidt, M. Enning und R. Pfaff: Güterwagen 4.0 – Der Güterwagen für das Internet der Dinge. Teil 3: Einführungsszenarien für aktive, kommunikative Güterwagen. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), Heft 5, pp. 60–63, 2018.
- [3] R. Pfaff und M. Enning: Güterwagen 4.0 und SAMIRA – Shunting Assistant and Monitoring Interface for Autonomous Rail Applications. In: ifv Bahntechnik, München, 2019.

### Lesen Sie auch

#### **Der Ein-Personen-Betrieb bei SBB Cargo**

Deine Bahn 12/2019

#### **Die nachhaltige Alternative zum autonomen Lastwagen**

Deine Bahn 10/2017

Anzeige

## RUNDUMSERVICE

### Praxisseminar „Grundlagen der chemisch-physikalischen Abwasserbehandlung“

#### Themenauszug:

- **Behandlungsverfahren: Koagulation, Neutralisation, Flockung**
- **Anwendungen: chemische Entgiftung u. a.**
- **Mikrobiologie im Abwasser und Prozesswasser**
- **Kreislaufführung und Wasserrecycling**

**Termine 2020: 22.–23. Januar Hamburg | 12.–13. Februar Ulm | 24.–25. Juni Berlin**

**Infos und Anmeldung: [www.envirochemie.com](http://www.envirochemie.com) „Anmeldung Veranstaltungen“ oder rufen Sie uns an: 06154 6998-876**

**EnviroChemie GmbH** · In den Leppsteinswiesen 9 · 64380 Rossdorf  
Tel. 06154 6998-876 · [www.envirochemie.com](http://www.envirochemie.com)

Innovation für Wassertechnik  
**ENVIROCHEMIE**