

Güterwagen 4.0 – Der Güterwagen für das Internet der Dinge

Teil 1: Gesamtsystembetrachtung und grundlegendes Konzept

Nur mit einer Erhöhung des Bahnanteils am Modal Split des Güterverkehrs sind die Ziele des Pariser Abkommens zum CO₂-Ausstoß erreichbar. Der Bahntransport leidet aber sehr unter rückständiger Technik vor allem des Güterwagens. Der in diesem Beitrag vorgeschlagene „Güterwagen 4.0“ ist voll kompatibel zum bestehenden System, bietet aber die Möglichkeiten einer weitgehenden Automatisierung und Beschleunigung aller Nebenprozesse von der Laderampe bis in den Hauptlauf.

1. EINLEITUNG

Spätestens seit der Klimakonferenz von Marrakesch ist klar, dass der Verkehrsbereich in Europa das „Sorgenkind“ bezüglich CO₂-Ausstoß ist (Bild 1). Die Erhöhung des Bahnanteils am Modal Split des Güterverkehrs ist ein wirksamer Hebel, weil die Bahn durch Zugbildung einen geringen spezifischen Energieverbrauch hat. Die benötigte Energie kann weitgehend in Form von elektrischem Strom aufgebracht werden, der zunehmend CO₂-frei produziert wird. Grob gerechnet zwei Drittel des Schienengüterverkehrs in Deutschland sind Ganzzüge (GV) und Züge des Kombinierten Verkehrs (KV), ein Drittel entfällt auf den Einzelwagenverkehr (EV), der damit in Deutschland verglichen mit vielen anderen EU-Ländern noch vergleichsweise stark ist. [1, 5]

Ganzzüge und Züge des KV werden als Folge der Liberalisierung des Schienengü-

terverkehrs vielfach durch private Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) betrieben. Weil in diesen Produkten nur wenig rangiert wird, sind sie bezüglich Zeit und Kosten (derzeit noch) wettbewerbsfähig. Allerdings ist es aus verschiedenen Gründen schwierig, die Verkehrsleistung dieser Zugarten signifikant auszuweiten. Beim KV sind Flächen für den Terminalbau- bzw. -ausbau knapp und teuer, weil sie nahe an Ballungsräumen liegen müssen und eine ebenso gute Bahn- wie Autobahnanbindung benötigen. Im GV liegt das Problem in der „Gefäßgröße“. Ganzzüge füllende Mengen werden in der Folge des Güterstruktureffekts tendenziell geringer werden. Dazu tragen wirtschaftliche Probleme der Grundstoffindustrie (z. B. Eisen und Stahl) ebenso bei wie die Energiewende (z. B. Importkohle).

Der viel geschmähte EV hat grundsätzlich das stärkste Wachstumspotenzial unter den Segmenten des Schienengüterverkehrs. Im



Professor Dr.-Ing. Manfred Enning

Lehrgebiet Bahnsystemtechnik der FH Aachen

Enning@fh-aachen.de



Professor Dr. Raphael Pfaff

Lehrgebiet Schienenfahrzeugtechnik der FH Aachen

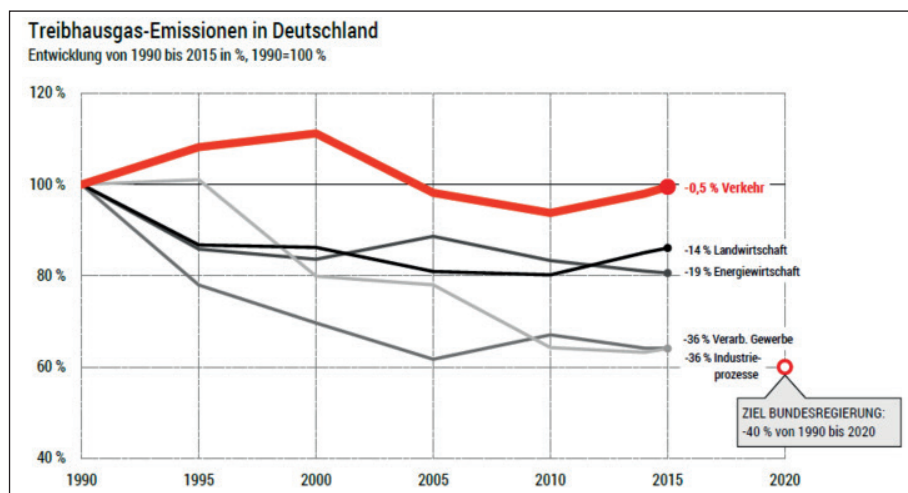
Pfaff@fh-aachen.de

Gegensatz zum Ganzzug passt der einzelne Güterwagen größtmäßig gut zu den die Logistik dominierenden Sattelzügen. Im Gegensatz zum KV, bei dem der Erlös durch den Straßenvor- und -nachlauf und die Dienstleistungen der Terminals geschmälert wird, kann er im EV zwischen Privatanschlüssen zu 100% bei den Eisenbahnverkehrs- und -infrastrukturunternehmen (EVU/EIU) verbleiben. Leider gelingt es den Bahnen in Europa aber immer weniger, dieses Potenzial zu erschließen und im EV für den Kunden attraktive und Gewinne bringende Angebote zu machen. Im Gegenteil sank die Zahl der Versender im EV in den letzten Jahrzehnten dramatisch mit der Folge, dass viele Privatanschlüsse aufgegeben und zurückgebaut wurden.

Für Industrie- und Logistikneuanordnungen spielt eine Schienenanbindung oft keine Rolle mehr. Im selben Maße ist auch die öffentliche Wahrnehmung des Schienengüterverkehrs eine Andere geworden. Man diskutiert heute wesentlich intensiver über die Gesundheitsgefahren durch Schienenlärm an den Hauptstrecken des Güterverkehrs als

BILD 1: Verkehr verfehlt Klimaschutzziele

(Quelle: Allianz pro Schiene)



über die Vorteile und Chancen der Schiene. „Güter auf die Bahn“ scheint ein Slogan aus dem letzten Jahrhundert zu sein, weil der Straßenverkehr ja offenbar in der Lage ist, durch Platooning und Elektromobilität alle Probleme zu lösen. Beschäftigt man sich allerdings intensiver mit den Entwicklungen im Straßengüterverkehr, stellt man fest, dass zwischen den in der Öffentlichkeit genannten Zeiträumen zur Einführung der neuen Techniken und dem tatsächlichen Stand der Entwicklungen große Lücken klaffen. So ist die Erhöhung der Personaleffizienz als primäres Ziel beim Platooning erst erreichbar, wenn man dem passiven Fahrer über längere Zeiträume Ruhezeiten verschaffen kann. Davon ist man noch ebenso weit entfernt wie vom batteriebetriebenen Lkw im Güterfernverkehr. [7]

2. POTENZIAL VON GÜTERWAGEN 4.0 IM EINZELWAGENVERKEHR

Wie viel leichter hat es demgegenüber die Bahn! Ein einziger Güterzuglokführer führt einen „Platoon“ von bis zu 60 Lkw. Ihn durch einen Automaten zu ersetzen erscheint einfach, wenn auch wenig wirtschaftlich. Der Güterzug benötigt schon aufgrund der Physik des Rad-Schiene-Kontakts nur ein Viertel der Energie pro Tonnenkilometer und um die Mitführung ausreichender Energiemengen muss man sich dank Elektrotraktion auch keine Gedanken machen. Außerdem weist der Schienenverkehr eine extrem gute Flächeneffizienz auf. Warum sollte die Bahn nicht in der Lage sein, ihren Anteil am Verkehrsgeschehen auszuweiten und sowohl die Umwelt- und Klimaprobleme als auch die Verkehrsprobleme unserer Gesellschaft zu lösen? Nicht zuletzt als Folge des Dieselskandals beginnen Gesellschaft und Politik, Aussagen der Automobilindustrie kritischer zu bewerten. Aber jetzt müssen Bahnen und Staat liefern! Die

objektiven hausgemachten Ursachen, die die Konkurrenzfähigkeit der Güterbahn behindern, müssen ebenso korrigiert werden wie Weichenstellungen der Politik, die über Jahrzehnte vor allem durch den Verzicht auf kostendeckende Nutzungsgebühren der Verkehrswege dem Straßengüterverkehr Wettbewerbsvorteile gewährt.

Eine objektive Ursache ist, wie der EV bis heute organisiert ist. Ein System, das wie Personenverkehr mit ausschließlich Sitzplätzen aber ohne Reservierungsmöglichkeit funktioniert, kann keine Transportzeiten garantieren. Wenn ein Wagen seinen Anschluss zug verpasst hat, weil dieser voll ist, erreicht er sein Ziel im schlimmsten Fall einen Tag(!) später, ohne dass irgendetwas Unvorhergesehenes passiert ist. Unabhängig von der Frage, wie lang die Transportzeit absolut ist, passt der EV damit nicht zu den „Just in Time“-Anforderungen der modernen Logistik. Ein großer Teil der am stärksten wachsenden Gütersegmente ist faktisch vom Bahntransport in Wagenladungen ausgenommen.

Neben der Organisation ist die technische Rückständigkeit des Schienengüterverkehrs Hauptursache für den Rückgang des EV. Im „Knotenpunktsystem“ (KPS) werden die Wagen in einem mehrstufigen Sammel- und Verteilprozess jeweils richtungs- bzw. zielbezogen zu Zügen zusammengestellt [5]. Ebenso wie im Briefpostsystem ist dies notwendig, um im Hauptlauf die Vorteile der Ladungsbündelung nutzen zu können. Die sehr aufwändigen Zugbildungsprozesse sind in den vergangenen Jahren weitgehend auf neuen Zugbildungsanlagen (ZBA) mit automatisierter Ablauftechnik konzentriert worden. Hier wird moderne Automatisierungstechnik genutzt, um den Personalbedarf und den Zeitaufwand für die Wagenverteilung zu minimieren. Pausenlos werden wie von Geisterhand Züge von automatischen Abdrücklokomotiven über den Ablaufberg geschoben und auf Richtungsgleise verteilt, wo sie von

automatischen Fördereinrichtungen in Empfang genommen und zusammengeschoben werden. Es ist eine beeindruckend effiziente Technik, die den Steuerzahler in den letzten Jahrzehnten aber auch einige Hundert Mio. € gekostet hat.

Die Ernüchterung setzt ein, wenn man die Vorgänge bei der Zugvorbereitung in der Einfahrgruppe und bei der Zugfertigstellung in der Richtungsgruppe betrachtet. Ein großer Teil der Infrastruktur der ZBA dient dazu, extrem langwierige manuelle Tätigkeiten zu parallelisieren und so den Ablaufberg kontinuierlich am Arbeiten zu halten. Es beginnt mit der manuellen Überprüfung der Zugreihung in der Einfahrgruppe. Rangierer trennen danach an den vorgesehenen Trennstellen die Luft-Kupplung (HL) und die Schraubenkupplung, nachdem sie zuvor die HL-Absperrhähne geschlossen und den Lösegriff gezogen haben. Auch an modernsten Güterwagen (Bild 2) erfolgt alles in Handarbeit aus dem einfachen Grund, weil Energie auf dem Fahrzeug nicht verfügbar ist.

Noch zeitaufwändiger als in der Einfahrgruppe sind die Schritte zur Fertigstellung des ausgehenden Zuges. An den Trennstellen sind die Schrauben- und die Luftkupplung zu verbinden und die HL-Absperrhähne zu öffnen. Die Bremsstellung (G/P) ist an jedem Wagen für den abgehenden Zug passend – unter Umständen unterschiedlich je nach Anordnung in der Wagenreihung – einzustellen (Bild 3). Am Zugschluss ist die Zugschlussstafel einzustecken und der HL-Absperrhahn zu verschließen. Danach folgt die „Bremsprobe“, in der die Durchgängigkeit der HL und die Funktion jeder Wagenbremse geprüft und eine Reihe weiterer Sicherheitsüberprüfungen (Gelöztzustand der Handbremse, Sichtprüfung des Fahrwerks, Sichtprüfung der Ladungssicherung) vorgenommen werden. Schließlich erfolgt die Erstellung des „Bremszettels“ mit der Berechnung der so genannten „Brems Hundertstel“ des Wagenzugs. »

BILD 2: Moderner Güterwagen

(Foto: Wascosa AG)



BILD 3: Handbedienelemente (Bremsstellung und Lastwechsel)

(Foto: Enning)



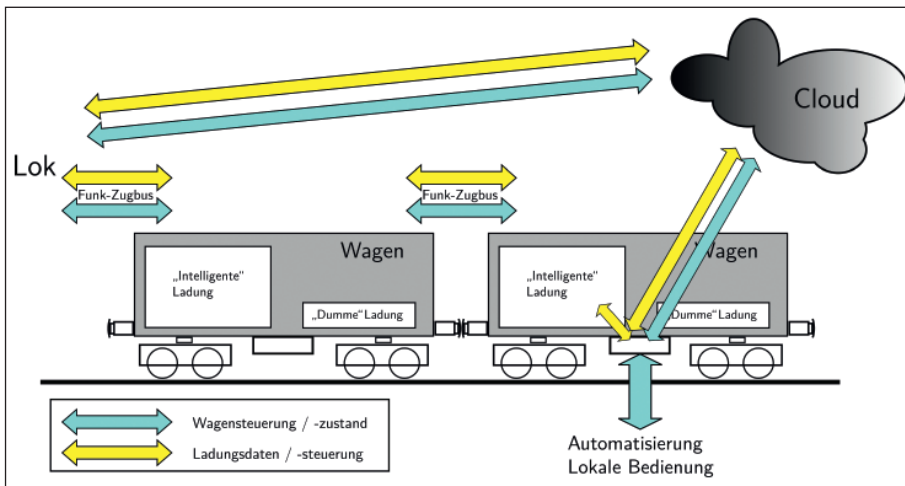


BILD 4: Grundkonzept eines Güterzugs 4.0 aus Güterwagen 4.0

(Quelle: Enning)

Die geschilderten Vorgänge können bis zu 70 Minuten beanspruchen und erfordern in erheblichem Maß menschliche Arbeitszeit und -kraft sowie Infrastruktur. Hier liegt der wesentliche Grund für die Probleme, einen wirtschaftlichen EV anzubieten. Aber ist es wirklich nur ein Problem des Einzelwagenverkehrs? Ein großer Teil der aufwändigen Zugbildungsprozesse ist nach jeder Änderung der Zugzusammenstellung erforderlich, also auch dann, wenn ein KV-Zug in einem Hafen aus Platzgründen in Teile zerlegt werden musste oder ein Ganzzug in einem Privatgleisanschluss aus einzelnen Wagen oder -gruppen zusammengestellt wird. Insofern betrifft das Problem der aufwändigen Zugbildung alle Arten des Schienengüterverkehrs.

Das Einzelwagensystem kann nur zukunftsfähig sein, wenn es gelingt, dass die

Vorgänge bei der Zugbildung deutlich schneller als heute, mit weniger Personal und – auch mit Blick auf die demografische Entwicklung – ohne körperlich belastende Tätigkeiten erfolgen. Die Möglichkeiten, dies mit stationärer Technik zu schaffen, können als ausgeschöpft betrachtet werden. Ein großes Potenzial steckt im Wagen selbst. Er muss aktiv am Geschehen mitwirken und zu einem „Cyber Physical System“ werden. Dazu muss er über elektrische Energie verfügen und er muss eine „digitale Identität“ erhalten. Dies ist ein Bordrechner, der alles Wissenswerte über den Wagen selbst, seinen durch Sensoren erfassten Zustand, seine Beladung und seine Belastungs- und Wartungshistorie kennt und dieses Wissen mit anderen Wagen, Lokomotiven und umgebenden Prozessen „teilen“ kann [2]. Dabei erfolgt der Datenaustausch mit entfernten

Partnern über die „Cloud“ (Bild 4). Wir nähern uns begrifflich und inhaltlich stark an „Industrie 4.0“ und stellen fest, dass das zu konzipierende System Kernmerkmale, nämlich

- Self configuration
- Ubiquitous computing
- Connectivity

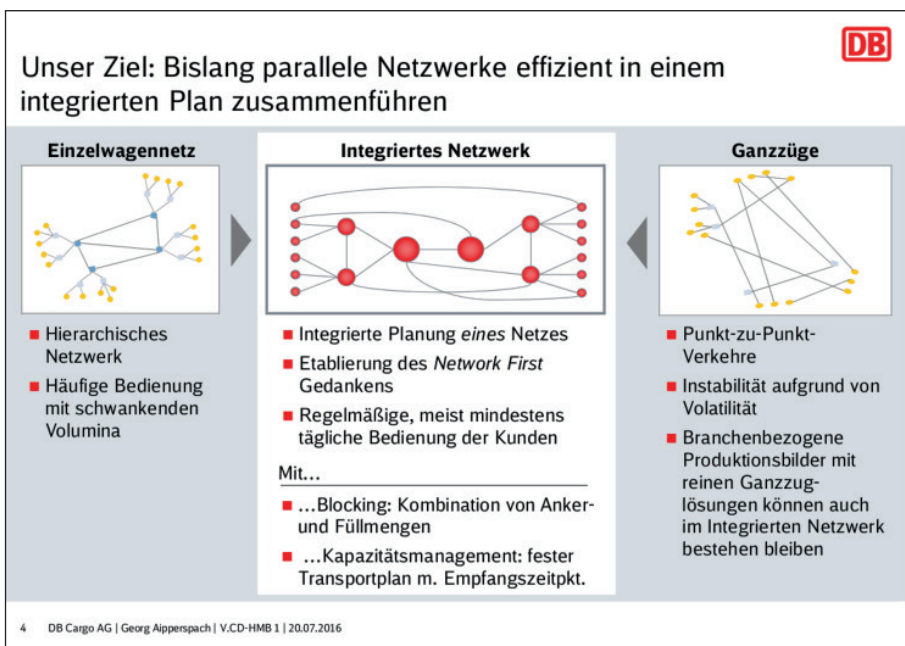
aufweist, die es angemessen erscheinen lassen, den so gestalteten Güterwagen als „Güterwagen 4.0“ zu bezeichnen.

3. GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN UND MIGRATIONSFÄHIGKEIT

In der Vergangenheit sind Ansätze, den Güterwagen technologisch aufzuwerten, regelmäßig an zwei Hürden gescheitert: Die erste betrifft die Laufleistung der Wagen, die im Einzelwagenverkehr – etwa bei Wagen in Saisonverkehren – teilweise in der Größenordnung der von Personenkraftwagen liegen. Die zweite betrifft die Tatsache, dass im konventionellen Einzelwagensystem nur die Lastrichtung voll disponiert ist, der Rücklauf von Wagen aber häufig über ein Pool-System erfolgt. Investitionen in einen Wagen, der nach dem Lastlauf in einer Wagenreserve verschwindet, sind kaum wirtschaftlich, weshalb Güterwagen nach der Devise „So billig wie möglich“ gebaut und gehandelt werden. Das durch die beschriebenen Merkmale charakterisierte Gütertransportsystem ist abseits des Transports von Massengütern kaum mehr zukunftsfähig. Die Güterbahn kann nur überleben, wenn sie ihren Zugang zu den dauerhaft wachsenden Gütergruppen, insbesondere den Kaufmannsgütern, verbessert. Die DB Cargo und andere europäische Eisenbahnen strukturieren ihre Produkte so um, dass die Unzuverlässigkeit und Unplanbarkeit bald der Vergangenheit angehört. Die Stichworte sind „Netzwerkbahn“, „Integriertes Netzwerk“ und „Kapazitätsgeprüftes Netzwerk“. Innerhalb Deutschlands fallen die Grenzen zwischen den Segmenten GV und EV (Bild 5) mit der Folge, dass interessante schnelle Relationen abseits der Verbindungen zwischen den großen ZBA realisiert werden. Außerdem wird erstmalig (über Xrail auch im Verkehr mit Alpenländern, Benelux und Nordeuropa) mit einer Vorbuchungsmöglichkeit die Voraussetzung für planbare Wagenumläufe geschaffen [6]. Hinzu kommen fahrzeugtechnische Ansätze, wie der „Innovative Freight Wagon“ (IFW), die eine flexiblere und damit produktivere Nutzung der Wagen forcieren. [8]

Es ist daher erlaubt, sich vorzustellen, was moderne Technik und die oben erwähnten Industrie 4.0-Ansätze auf dem Wagen nut-

BILD 5: Integriertes Netzwerk der DB Cargo AG. Aus [6] (Quelle: Georg Aipperspach, DB Cargo AG)



zen können. Auch solche Überlegungen sind schon vielfach angestellt worden und führten meist zur Erfindung eines neuen Eisenbahnsystems, dessen Einführungschancen schon aufgrund des immensen vorhandenen Produktivkapitals gering sind. Deshalb ist das vorläufige Ziel, „Güterwagen 4.0“ zu schaffen, die in konventionellen Zügen – idealerweise UIC-weit – mitlaufen und in den ZBA nicht stören. Ihr Potenzial entfalten sie in der ersten Stufe der Migration auf der „Letzten Meile“ und an der Ladestelle. Aus Kompatibilitätsgründen sind damit die folgenden Komponenten festgelegt:

- Prinzipieller Aufbau (Durchgehende Rad-satzwellen, Drehgestelle, Luftbremse)
- Puffer und Schraubenkupplung
- Hauptluftleitung und Luftkupplung
- Bremsstellungen (G/P)

Das System soll aber so gestaltet sein, dass diese historischen Anforderungen zu einem späteren Zeitpunkt entfallen. Mit den genannten Selbstbeschränkungen bleibt der Nutzen im Mischverkehr mit Altfahrzeugen begrenzt. Auch wenn vielleicht die eine oder andere Bedienhandlung weniger Arbeitskraft erfordert, kann aus hier erziel-

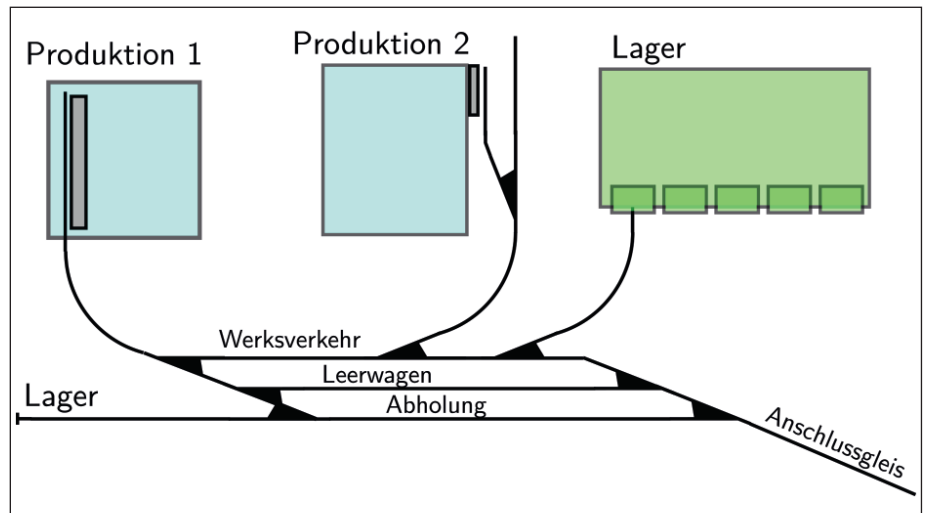


BILD 6: Bahnintegrierte Produktion mit Güterwagen 4.0

(Quelle: Enning)

baren Einsparungen keine Investition in den Wagen refinanziert werden. Die zu seiner Einführung benötigten wirtschaftlichen Impulse bezieht der „Güterwagen 4.0“ daher zunächst aus Einsatzfeldern, in denen begrenzte Anzahlen gleichartig ausgestatteter Wagen hohen Nutzen stiften können, weil Sie sich optimal in Prozesse an ihren Ladestellen und der „Letzten Meile“ einfügen.

Die folgenden Komponenten können als notwendig für eine Automatisierbarkeit der bisher manuell durchzuführenden Tätigkeiten am und mit dem Güterwagen vorausgesetzt werden:

1. Stromversorgung
2. Bordrechner und Kommunikation
3. Zustandssensorik (Fahrwerk, Bremse) »



DB Engineering & Consulting

Eisenbahn für die Welt von morgen.

DB Engineering & Consulting bietet technisch hochwertige und maßgeschneiderte Infrastruktur-, Mobilitäts- und Transportlösungen. Mit nachhaltigen Konzepten unterstützen wir die erfolgreiche Zukunft von Wirtschaftsregionen, leisten einen wichtigen ökologischen Beitrag und gestalten damit die Welt von morgen.

www.db-engineering-consulting.de

4. Aktorik für alle Einstellungen des Wagens (Bremsstellung, Handbremse, etc.)
5. Cyber Physical Representation und Cloud-Infrastruktur (Datenstrukturen und Algorithmen)
6. Rangierantrieb

„1“ bis „3“ bietet eine Plattform für Telematik, also das Einsammeln von Daten und Übermitteln an Nutzer zu verschiedenen Zwecken. In Verbindung mit „4“ wird der Wagen „aktiv“, also in die Lage versetzt, Zustandsänderungen vorzunehmen, ohne dass eine Person direkt beteiligt ist. „5“ macht den Wagen zum „Ding“ im Internet-of-Things und „6“ versetzt den Wagen schließlich in die Lage, autark Ortsveränderungen vorzunehmen, für die sonst Lokomotiven oder Rangierhilfsmittel erforderlich wären.

4. NUTZENPOTENZIALE AUF ALLEN STUFEN DER TRANSPORTPROZESSE

Die am Hauptlauf im Zugverband beteiligten Akteure profitieren unmittelbar von den Telematik-Fähigkeiten der Wagen. Durch das permanente Erfassen von Zustandsdaten aus Wagen und Ladung und das Übersenden über Clouds, kann der ECM (Entity in Charge of Maintenance) die Wartung zustands- und belastungsabhängig optimieren. Das EVU verfügt über eine Informationsbasis für einen sicheren und ungestörten Fahrtverlauf und der Kunde kann den Bahntransport als transparenten Prozess in seine Logistik integrieren. Diese Fähigkeiten hat der Güterwagen 4.0 gemeinsam mit den vielen Telematik-Lösungen, die am Markt verfügbar, aber allesamt auf minimalen Energieverbrauch optimiert und daher in ihren Kommunikationsfähigkeiten stark eingeschränkt sind [3, 4]. Die Verfügbarkeit von elektrischer Energie erlaubt eine permanente Kommunikation und damit grundsätzlich auch sicherheitskritische Überwachungen, etwa der Zugintegrität im Rahmen von ETCS Level 3.

Das Anwendungsfeld mit dem (vorerst) höchsten Nutzenpotenzial ist die „Letzte Meile“ bzw. die Fähigkeiten des Wagens unmittelbar an der Ladestelle. Ein „Güterwagen 4.0“ stellt ein Objekt im Internet-of-Things dar, welches sich mit den Logistikprozessen des Kunden verbinden kann und selbständig (ohne zentrale Automatisierung) mit diesen interagiert. Dies beginnt bei organisatorischen Dingen, wie dem papierlosen Versand. Über die Automatisierung der Beladung, automatisches Öffnen und Schließen von Laderaumtüren, Lasteinstellungen der Bremse geht es bis zum autonomen Rangieren der Wagen im Werksgelände. In

einer bahnintegrierten Werkslogistik interagieren Wagen miteinander und mit Komponenten der Infrastruktur und bilden eine Erweiterung der halleninternen „Fahrerlosen Transportsysteme“ (FTS) in die Fläche (Bild 6). Ohne Umladung können Prozesse standortübergreifend vernetzt werden. Vorgänge, die heute dadurch gekennzeichnet sind, dass sie nur durch Inkaufnahme von Wartezeiten der Lkw-Fahrer auf der Straße organisiert werden können.

Wenn Rangierabteilungen aus mehreren „Güterwagen 4.0“ ein Werksgelände verlassen, organisieren sie sich untereinander. Sie können autonom mit geringer Geschwindigkeit die Fahrt zum Satellitenbahnhof durchführen, wo sie in einen Übergabebereich eingestellt werden. Kosten- und zeitintensive Bedienfahrten mit Rangierlokomotiven entfallen. Hochinteressant ist auch die Kombination der Fähigkeiten der Güterwagen 4.0 mit denen von Last-Mile-Streckenlokomotiven. Unmittelbar nach Ankopplung kann ein Datenaustausch erfolgen, der mit einem sicheren, überprüften Zugverband endet. In vielen Fällen wird eine konventionelle Bremsprobe vollständig entfallen können.

5. ZWISCHENFAZIT

Es wurden die Rahmenbedingungen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Einfüh-

rung von Güterwagen mit erweiterten Fähigkeiten im Sinne des Internet-of-Things erläutert. Dabei wurde der Fokus auf die Letzte Meile und die Ladestelle gelegt. Im zweiten Teil des Beitrags wird die technische Funktion ausführlich erörtert und diskutiert, wie der „Güterwagen 4.0“ die Prozesse in den Zugbildungsanlagen verändern kann. ◀

Literatur

- [1] Lammgard, C.: Intermodal train services: A business challenge and a measure for decarbonisation for logistics service providers. *Research in Transportation Business and Management*, 5/2012: 48–56
- [2] Pfaff, R.; Enning, M.: WagonEcosystem: Zeitgemäße Automatisierung am Güterwagen. *Bahntechnik Aktuell*, 61 2016: 23–32
- [3] Behrends, V.; Haunschild, M.; Galonske, N.: Smart telematics enabling efficient rail transport – development of the ViWaS research and development project. *Transportation Research Procedia*, 14 2016: 4430–4439
- [4] Galonske, N.; Riebe, E.; Toubol, A.; Weismantel S.: The ViWaS project: future-proof solutions for wagonload transport. *Transportation Research Procedia*, 14 2016: 2850–2859
- [5] Siegmund, J.; Stühr, H.: Hat der Einzelwagenverkehr in Europa noch eine Chance? *Eisenbahntechnische Rundschau*, 3/2012.
- [6] Aipperspach, G.: Integriertes Netzwerk und Güterwagen 4.0. VDI-Expertenforum „Automatisierung für Schienenverkehrssysteme“. Aachen, 01./02.09.2016.
- [7] „Über Grenzen hinaus denken ...“ Interview mit Rolf Bulander (Bosch). *VDI-Nachrichten*. 42/2016. (<http://www.vdi-nachrichten.com/Gesellschaft/Ueber-Grenzen-hinaus-denken>)
- [8] König, R.; Hecht, M; et. al.: White Paper Innovative Rail Freight Wagon 2030. Technischer Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS). 2012

► SUMMARY

“Freight wagon 4.0” – the freight wagon for the internet of things Part 1: Holistic view of the system and fundamental concept

Decarbonisation of freight transport cannot be achieved without rail as a carrier. At present, views of how to optimise the transport of freight by rail are dominated by numerous approaches all focused on the infrastructure, with freight wagons being left as they are. The rolling stock subsystem, however, has much potential to offer for optimisation and, assuming a holistic approach is applied, it can indeed lead to solutions that make economic sense for the companies involved.

It would be one way of dispelling the aversion that holders of freight wagons have to investing in them and would open the way to embarking on innovative solutions. One of these solutions goes under the name of “Freight wagon 4.0” and envisages making freight wagons into an element in the internet of things. It would be capable of achieving more than just monitoring and telematics and would go as far as automation of functions associated with freight wagons. The functions that it would make sense to automate include the brakes, since these currently require the largest number of manual interventions when trains are being marshalled.

Eurailpress Archiv

**Eurailpress-
Abonnenten
erhalten
50% Rabatt**

→ Fachartikelarchiv mit rund **7.000 Beiträgen**

→ Historisches Archiv mit Gesamtbestand aus **110 Jahren Bahngeschichte**

Nutzen Sie jetzt den Umfang unserer Fachbibliothek mit den Vorzügen einer modernen Suche!

Ihre Vorteile

- Wissensdatenbank Bahn
- Ständige Verfügbarkeit
- Neue Beiträge ab Erscheinungstag
- Sofort-Download
- Volltextsuche
- Feste Artikel-URL

DER
EISENBAHN
INGENIEUR

ETR
EISENBAHNTHEORETISCHE RUNDschau

SIGNAL + DRAHT
BREMSEN UND VERKEHRSSIGNALISIERUNG

GÜTERBAHNEN
POLITIK • MARKT • TECHNIK

EIK
EISENBAHN INGENIEUR
KOMPENDIUM

**Eurail
press**

Jetzt bestellen unter www.eurailpress.de/facharchiv
und vollen Zugriff erhalten

DVV Media Group