

Effizienzsteigerung im Einzelwagenverkehr

Der Einzelwagenverkehr ist die aufwändigste Produktionsform im Schienengüterverkehr und steht unter starkem Wettbewerbsdruck durch den Straßengüterverkehr.¹⁾ Mit Hilfe der Verwendung von neuen Technologien können Rationalisierungspotenziale durch die Automatisierung von Prozessabläufen des Einzelwagenverkehrs genutzt werden. Eine Möglichkeit bietet das in diesem Artikel beschriebene Konzept.



1. Einleitung

Die Produktionsform des Einzelwagenverkehrs im Schienengüterverkehr hat mehrere Nachteile gegenüber dem Straßengüterverkehr. Unter anderem ist diese Art des Gütertransportes sehr manipulationsintensiv. Dies verursacht wiederum höhere Kosten und eine längere Transportdauer. Des Weiteren ist der Einzelwagenverkehr auch sehr organisationsintensiv, da eine in die Fläche verstreute Bedienung notwendig ist.²⁾ Daraus ergibt sich ein höherer Infrastrukturbedarf. Durch den Rückzug von ausländischen Partnerbahnen im Einzelwagenverkehr sowie der Einstellung von Nebenbahnen, Verladestellen und An-

schlussbahnen schrumpft das Netz für die Verteilung der Wagen in die Fläche.³⁾

2. Produktionsformen im Schienengüterverkehr

Im Schienengüterverkehr gibt es die drei Produktionsformen „Ganzzugverkehr“, „Einzelwagenverkehr“ und „Kombinierter Verkehr“. Beim Ganzzugverkehr werden alle Wagen eines Zuges vom gleichen Versandbahnhof zu einem gemeinsamen Empfangsbahnhof transportiert (Bild 1).

Im Gegensatz dazu werden im Einzelwagenverkehr einzelne Wagen oder Wagengruppen von unterschiedlichen Versandbahnhöfen zu unterschiedlichen Empfangsbahnhöfen transportiert (siehe Bild 2).

Eine weitere Produktionsform ist der Kombinierte Verkehr, bei dem der Trans-



Dr. Andreas Mühlsteiger

Absolvent des Studiengangs „Bahntechnologie und Management von Bahnsystemen“ der FH St. Pölten und Mitarbeiter von ÖBB Technische Services
andreas.muehlsteiger2@oebb.at



Dr. Bernhard Rüger

TU-Wien/FB f. Eisenbahnwesen und FH-St.Pölten
bernhard.rueger@tuwien.ac.at
bernhard.rueger@fhstp.ac.at

1) Vgl. Internet [1]: <http://www.xrail.eu> [16.06.2019] und Der containerisierte Seehafenhinterlandverkehr unter Berücksichtigung der Schiene, Galipoglu, Erdem, Bremen, 2015, S. 10 – 16

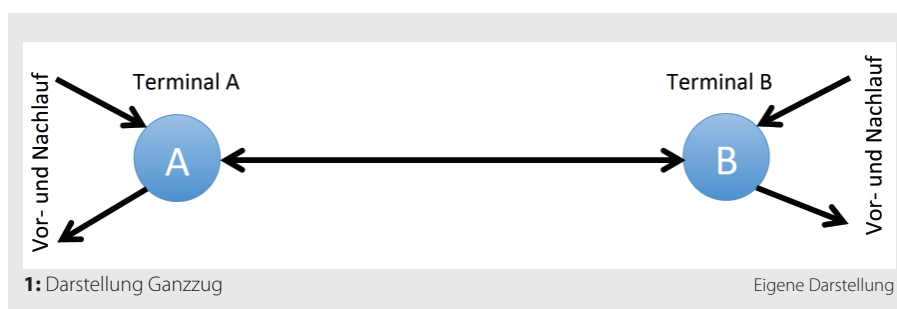
2) Vgl. Der containerisierte Seehafenhinterlandverkehr unter Berücksichtigung der Schiene, Galipoglu, Erdem, Bremen, 2015, S. 10 – 16

3) VERKEHR IN ZAHLEN Ausgabe 2011, bmvit, Wien, 2012, S. 47 und Präsentation 8. ANSCHLUSSBAHN-FACHTAGUNG DES VERBANDES FÜR ANSCHLUSSBAHN-UNTERNEHMEN, Verband für Anschlussbahnunternehmen, Krems, 2018, S. 2

port von Gütern in ein und derselben Ladeeinheit oder demselben Straßenfahrzeug, mit zwei oder mehreren Verkehrsträgern erfolgt. Hierbei findet ein Wechsel der Ladeeinheit, aber kein Umschlag der transportierten Güter statt.⁴⁾

3. Rahmenbedingungen für den Einzelwagenverkehr

Die Rahmenbedingungen des Einzelwagenverkehrs betreffen infrastrukturelle, ökonomische, ökologische, politische und technische Bereiche. Im Laufe der Zeit haben sich die Rahmenbedingungen immer wieder geändert und haben somit auch immer ihren Einfluss auf den Einzelwagen-



4) Vgl. Der containerisierte Seehafenhinterlandverkehr unter Berücksichtigung der Schiene, Galipoglu, Erdem, Bremen, 2015, S. 10 – 16

verkehr im positiven wie auch im negativen Sinn geändert.

Für eine dichte Flächendeckung und eine hohe Flexibilität braucht es ein leistungsfähiges Grundnetz an Schieneninfrastruktur und Verladepunkten, welche die Schnittstelle zwischen dem Schienennetz und dem Kunden darstellen. In den letzten Jahrzehnten ist dieses Netz jedoch geschrumpft.⁵⁾

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen spielen im Einzelwagenverkehr eine wesentliche Rolle. Die Unternehmen möchten ihre Güter auf wirtschaftliche Weise von A nach B transportieren. Der Einzelwagenverkehr ist sehr manipulations- sowie organisationsintensiv. Dies verursacht wiederum höhere Kosten und eine längere Transportdauer. Aufgrund der hohen Kosten, die im Einzelwagenverkehr anfallen, ist der Transport mit dem LKW auf der Straße meist die wirtschaftlichere Option.⁶⁾

Auch wenn die Eisenbahn als umweltfreundliches Verkehrsmittel gilt, insbesondere im Hinblick auf die vergleichsweise geringen CO₂-Emissionen, gibt es insbesondere hinsichtlich der Lärmemissionen auch negative Einflüsse auf die Umwelt.⁷⁾

Die politischen Rahmenbedingungen finden sich in den Gesetzen und Subventionen wieder, die auf Basis der Verkehrspolitik durch die Politik auf nationaler und internationaler Ebene festgelegt werden. So gibt es derzeit Bestrebungen von Seiten der Politik, umweltschonende Transportmittel zu stärken und die Ungleichheiten zwischen den Verkehrsträgern Straße und Schiene zu reduzieren.⁸⁾

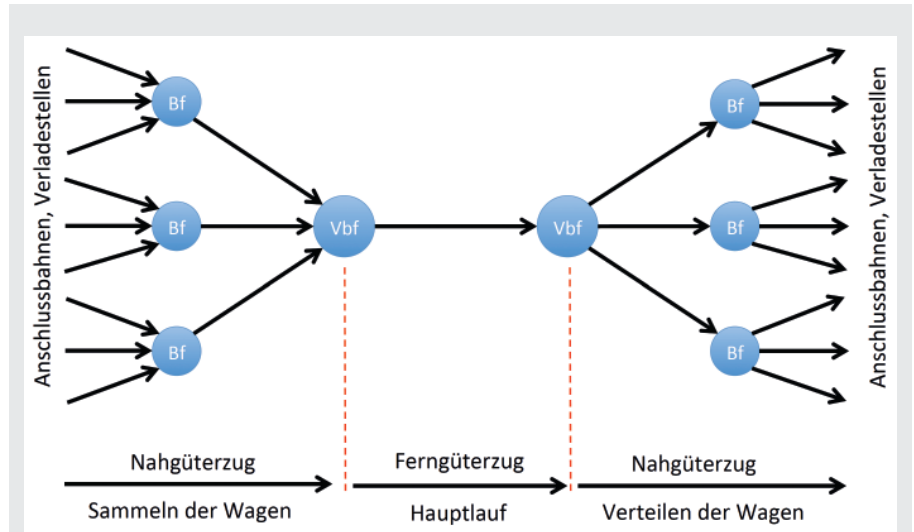
Die technischen Rahmenbedingungen bilden die Grundlage des Systems Eisenbahn sowie des Einzelwagenverkehrs. Im Laufe der Jahrzehnte hat sich die Technik im Eisenbahnwesen weiterentwickelt. Mit neuen technischen Entwicklungen und Innovationen konnten Prozesse im Eisenbahnverkehr effizienter gestaltet werden. Im Schienengüterverkehr in Europa werden jedoch noch immer Technologien aus den Anfängen des Eisenbahnwesens wie zum Beispiel die Schraubkupplung eingesetzt, für die es effizientere Alternativen

5) Vgl. Interview mit Dr. Günter Kettler, EURAIL-Ing.

6) Vgl. Schienengüterverkehr: Markt- und Wettbewerbssituation, Economica Institut für Wirtschaftsforschung, Wien, 2013, S. 31

7) Vgl. Internet [2]: <http://www.umweltbundesamt.at> [26.04.2019] und Internet [3]: <http://www.laerminfo.at> [26.04.2019]

8) Vgl. Weißbuch zum Verkehr, Europäische Union, Luxemburg, 2011



2: Darstellung des Ablaufes im Einzelwagenverkehr

Eigene Darstellung

gibt. Auch die Digitalisierung bringt viele neue Möglichkeiten für das System Eisenbahn.

4. Analyse

Der Einzelwagenverkehr hat Schwächen, die diese Produktionsform im Vergleich zum Straßengüterverkehr unwirtschaftlicher machen. Des Weiteren bestehen auch Risiken auf politischer Ebene in Hinblick auf die Bevorzugung des Straßenverkehrs und den strengeren Regulierungen für den Einzelwagenverkehr. Auf technischer Ebene besteht das Risiko, dass technologische Fortschritte im Straßenverkehr die Vorteile des Schienenverkehrs ausgleichen. Diese Schwächen und Risiken können mit Hilfe der Stärken und der Chancen, die der Einzelwagenverkehr hat, kompensiert werden. Dazu müssen jedoch die entsprechenden Rahmenbedingungen durch die Politik geschaffen werden und die Bevorzugung des Straßengüterverkehrs durch die Verkehrspolitik beendet werden. Auch die Weiterentwicklung des Einzelwagenverkehrs im technischen Bereich bietet Chancen, die Kosten und den Aufwand zu senken und damit den Einzelwagenverkehr wirtschaftlicher zu machen.

Die effizienteste Produktionsform im Schienengüterverkehr ist der der Ganzzug. Es muss somit das Ziel sein, die Prozesse des Einzelwagenverkehrs effizienter zu gestalten und an die Effizienz des Ganzzugverkehrs anzunähern. Das größte Potential zur Effizienzsteigerung haben Prozesse,

welche manuell durch das Personal durchgeführt werden müssen.

5. Konzept zur Effizienzsteigerung

Um die Prozesse soweit wie möglich automatisieren zu können, sind Adaptierungen an den Fahrzeugen und an der Infrastruktur notwendig. Fahrzeuge sollen die Betriebsabwicklung weitestgehend autonom ohne Personal durchführen können. Dies erfordert wiederum eine Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur. In einem ersten Schritt sollen die Prozesse bei der Manipulation der Güterwagen automatisiert werden. Dazu müssen die Güterwagen mit den entsprechenden Technologien und Funktionen ausgerüstet werden, um ein autonomes Beistellen und Verschieben zu ermöglichen. Im zweiten Schritt werden die Verschiebewegungen mit den Verschiebtriebfahrzeugen autonom durchgeführt. Im dritten Schritt wird auch der Transport zwischen den Bahnhöfen von den Streckentriebfahrzeugen autonom durchgeführt.

5.1. Autonomer Betrieb

Im ersten Schritt sind die Güterwagen soweit ausgerüstet, dass diese sich autonom verschieben und beistellen können. Des Weiteren erfolgt auch die Datenerfassung der Wagen und dessen Weiterverarbeitung voll automatisiert. Dadurch entfallen alle damit verbundenen manuellen Tätigkeiten beim Einsammeln und Verteilen der Wagen

sowie beim Manipulieren im Verschiebeparkhaus.

Für das autonome Verschieben muss die gleisgenaue Position jedes Wagens bekannt sein. Zusätzlich muss jeder Wagen wissen, mit welchen Wagen er eine Wagengruppe bildet und an welcher Position er sich in dieser Wagengruppe befindet. Die Wagen müssen mit dem Stellwerk und dem Zugversicherungssystem kommunizieren können, da die Befehle vom Stellwerk an die Wagen gegeben werden. Der betriebliche Ablauf des autonomen Verschiebens sieht wie folgt aus.

Die Wagen erhalten vom Stellwerk die Information, an welcher Stelle zu entkuppeln ist und welche Verschiebewegungen durchzuführen sind. Das Stellwerk stellt die Verschiebestrassen automatisch ein und gibt den Wagen die Freigabe für den Verschieb. Entkuppelt wird mit einer automatischen Mittelpufferkupplung. Nach dem Entkuppeln wird die Sicherung der Wagen automatisch entfernt und die Wagengruppe beginnt mit der Verschiebewegung. Die Wagen kommunizieren an den entsprechenden Punkten mit der Infrastruktur und wissen daher wie weit zu fahren ist. Nach dem Abschluss der Verschiebewegungen werden die Daten der neu entstandenen Wagengruppe erfasst und die Wagen werden gegen Entrollen gesichert.

Der betriebliche Ablauf des Einzelwagenverkehrs gestaltet sich wie folgt:

Nachdem die Wagen im Einzelverkehr in den Verladestellen beladen wurden, müssen diese eingesammelt und zum nächsten größeren Verschiebeparkhaus gebracht werden. Das Einsammeln der Wagen erfolgt mittels Fahrverschiebungen. Hier kommt das autonome Verschieben zur Anwendung, um da-

mit Personalkosten und Zeit sparen zu können. Die Güterwagen fahren dann autonom vom Verladegleis beziehungsweise von der Anschlussbahn zum Fahrverschiebung und kuppeln sich selbstständig an (siehe Bild 3). Die Bremsprobe sowie die Erfassung der neuen Zugdaten werden automatisch durchgeführt. Die Zugdaten werden an das Stellwerk und den Triebfahrzeugführer gesendet, woraufhin das Stellwerk die Fahrstraße für die Weiterfahrt des Fahrverschiebungszuges stellen kann.

Durch den autonom durchgeführten Verschieb, die automatische Erfassung der Zugdaten sowie der automatischen Durchführung der Bremsprobe, wird nur noch der Triebfahrzeugführer für den Fahrverschiebung benötigt. Des Weiteren entfallen die Verschiebewegungen des Triebfahrzeuges. Im dritten Schritt des Konzepts wird auch der Triebfahrzeugführer nicht mehr benötigt, da dann auch der Fahrverschiebung autonom von einem Bahnhof zum nächsten fährt.

Noch bevor der Fahrverschiebung im Verschiebeparkhaus in der Einfahrgruppe ankommt, werden die Daten des Zuges automatisch an das Stellwerk des Verschiebeparkhauses übermittelt. Nach der Einfahrt wird das Streckentriebfahrzeug automatisch abgekuppelt und fährt in die Lokhalle. Gleichzeitig kann schon das Verschiebtriebfahrzeug an die Wagen gekuppelt werden. Wenn eine Eingangsprüfung notwendig ist, wird diese von den Wagen automatisch durchgeführt und das Ergebnis der Überprüfung an das Stellwerk übermittelt. Nachdem das Verschiebtriebfahrzeug angekuppelt ist, kann mit dem Abdrücken begonnen werden. Am Abrollberg werden die Wagen automatisch entkuppelt und

laufen dann in das entsprechende Gleis der Richtungsgruppe. In der Richtungsgruppe werden die Wagen durch das Auflaufen auf die anderen Wagen beziehungsweise durch das Beidrücken automatisch gekuppelt. Im weiteren Verlauf erfolgt die Ausgangsuntersuchung mit der Bremsprobe sowie die Ermittlung der Zugdaten wieder automatisch durch die Wagen.

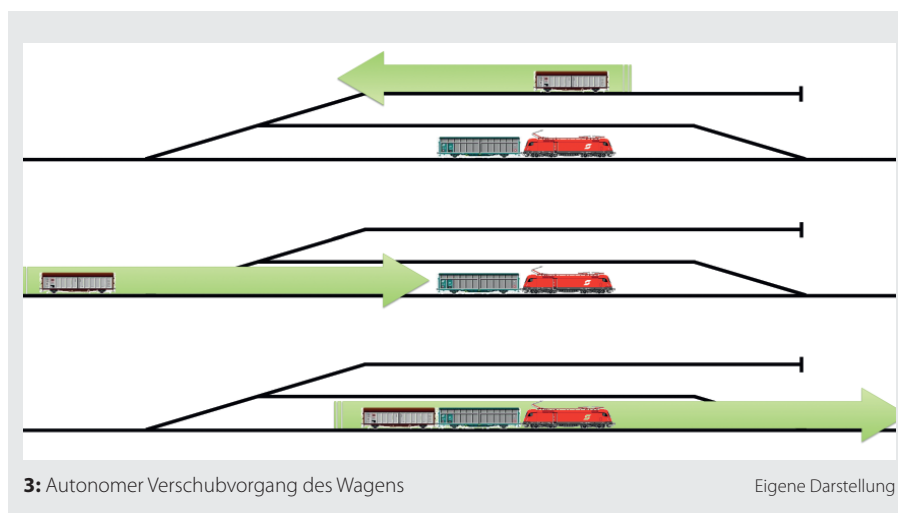
Das Beistellen der Wagen funktioniert wie das Sammeln der Wagen. Zuerst fährt der Fahrverschiebung in die Betriebsstelle mit der Verladestelle, zu der ein Wagen beigestellt werden soll, ein. Der beizustellende Wagen wird automatisch abgekuppelt. Nachdem sich der Wagen abgekuppelt hat, werden für den restlichen Zug die neuen Zugdaten erfasst und an das Stellwerk sowie an den Triebfahrzeugführer übermittelt. Der Fahrverschiebung kann dann zum nächsten Bahnhof fahren, während der beizustellende Wagen mit dem autonomen Verschiebungsvorgang begonnen hat. Der Wagen stellt sich selbst der Verladestelle bei. Ist der Wagen an der Entladestelle angekommen, wird dieser automatisch gegen ein entrollen gesichert.

Anstelle des Fahrverschiebung können auch Personenzüge oder Ganzzüge für das Sammeln und Beistellen der Güterwagen genutzt werden. Dazu müssen auch die Fahrzeuge der Personenzüge und Ganzzüge über eine automatische Mittelpufferkupplung verfügen. Der Ablauf für das Beistellen und das Sammeln der Güterwagen ist identisch mit dem Ablauf bei einem Fahrverschiebung und kann während einem regulären Halt durchgeführt werden.

5.2. Technische Ausrüstung

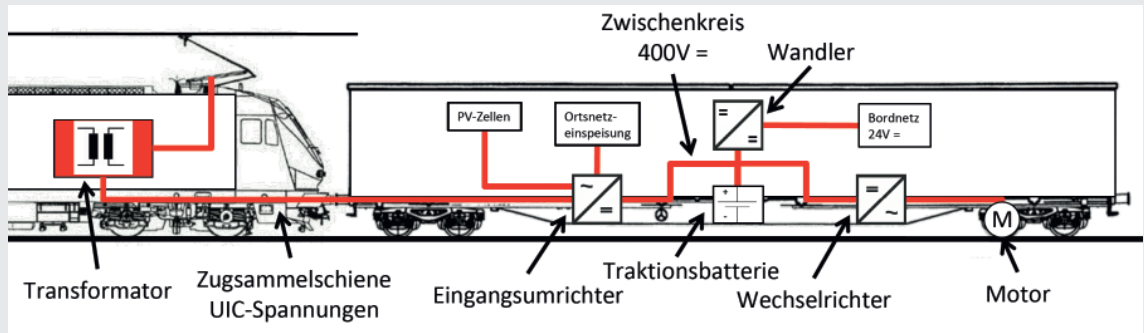
Damit diese Betriebsabläufe und die dadurch geforderten Funktionen an den Fahrzeugen und der Infrastruktur gegeben sind, müssen die Fahrzeuge sowie die Infrastruktur mit der entsprechenden Technologie ausgerüstet werden.

Als erstes muss der Güterwagen mit einer elektrischen Energieversorgung ausgerüstet werden, da die konventionellen Güterwagen nur mit Druckluft versorgt werden (siehe Bild 4). Die elektrische Energieversorgung bildet die Grundlage für alle weiteren Systeme. Der Güterwagen wird mit einer Zugsammelschiene ausgerüstet, wie es im Personenverkehr Standard ist. Am Güterwagen befindet sich ein Eingangsumrichter, der die Spannung der Zugsammelschiene, welche vom Triebfahrzeug bereitgestellt wird, auf 400 V Gleichspannung umwandelt.



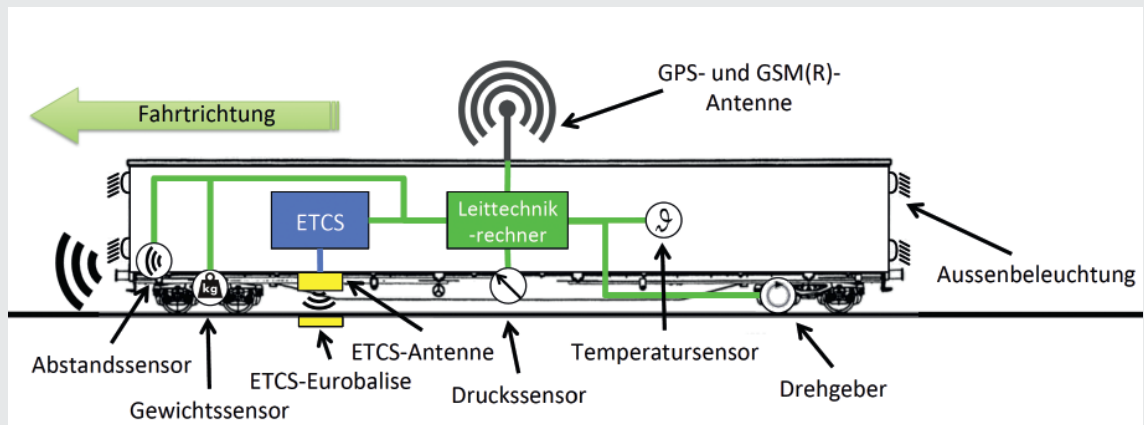
4: Schematische Darstellung der Energieversorgung

Eigene Darstellung auf Basis des Interviews mit Dipl.-Ing Rainer Dober



5: Wagenleittechnik

Eigene Darstellung auf Basis des Interviews mit Dipl.-Ing Rainer Dober



Die 400V bilden einen Zwischenkreis, mit dem die weiteren Systeme versorgt werden. Der Zwischenkreis kann zusätzlich über Photovoltaikzellen oder über eine Ortsnetzeinspeisung versorgt werden, um den Wagen auch ohne Triebfahrzeug versorgen zu können. Im Zwischenkreis befinden sich auch die Traktionsbatterien, welche mit der Energie aus der Zugsammelschiene, den Photovoltaikzellen oder aus dem Ortsnetz aufgeladen werden können und die Energie für die Traction im autonomen Betrieb zur Verfügung stellt. Aus dem Zwischenkreis wird über einen Wandler das 24V-Bordnetz (Gleichspannung) bereitgestellt, mit dem die Leittechnik versorgt wird. Der Motor wird über einen Wechselrichter mit der Energie aus dem Zwischenkreis versorgt.⁹⁾

Der Leittechnikrechner ist das Gehirn des Wagens (siehe Bild 5). Bei diesem Rechner kommen alle Daten zusammen, werden weiterverarbeitet und weitergeleitet. Im Zugverband kommuniziert der Leittechnikrechner mit dem Rechner des Triebfahrzeugs über die UIC-Leitung. Des Weiteren können auch die Wagen untereinander kommunizieren. So kann erfasst

werden, welcher Wagen sich an welcher Position im Zugverband befindet. Über die GSM(R)-Antenne kann der Wagen mit dem Stellwerk kommunizieren, an das der Wagen während der Fahrt im Zugverband, Daten zum Zustand der Ladung sowie des Wagens selbst übertragen kann. Neben der GSM(R)-Antenne besitzt der Wagen auch eine GPS-Antenne, mit welcher die Position des Wagens erfasst werden kann.¹⁰⁾

Befindet sich der Wagen im autonomen Betrieb, erhält dieser die Anweisungen für die Durchführung des autonomen Betriebs vom Stellwerk über die GSM(R)-Antenne. Für den autonomen Betrieb braucht der Wagen mehrere Sensoren, mit denen die Umgebung und der Zustand der Systeme des Wagens erfasst werden kann. Diese Sensoren sowie das ETCS sind mit dem Leittechnikrechner verbunden.

6. Ergebnis

Das Konzept hat sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den Einzelwagenverkehr. So kommt es durch die zusätzlich benötigte technische Ausrüstung

zu Mehrkosten bei der Infrastruktur und den Beschaffungskosten für die Wagen. In anderen Bereichen sinken die Kosten, da weniger Personal benötigt wird und der Zeitaufwand geringer wird.

Werden die Auswirkungen des Konzepts auf die Wagenkosten betrachtet, so ergeben sich für die Beschaffung der autonom fahrenden Güterwagen bei einer Grobkalkulation folgende Mehrkosten von 70 Prozent. Bei Zugfahrkosten kann es zu einer Kostensenkung kommen, da in diesem Bereich weniger Personal benötigt wird. Werden die Personenzüge für den Transport im Nahbereich genutzt oder können die Wagen autonom an einen Ganzzug gekuppelt werden, können durch Synergieeffekte Kosten, wie zum Beispiel für die Energie oder Trassen, eingespart werden. In einem vollautonomen Betrieb, wie es der dritte Schritt des Konzepts vorsieht, kann das Personal am Zug komplett eingespart werden. Durch den autonomen Vershub kann der personelle und zeitliche Aufwand wesentlich reduziert werden. Es werden keine Verschieber mehr benötigt. Durch die Automatisierung der wagentechnischen Untersuchungen, werden die

9) Vgl. Interview mit Dipl.-Ing Rainer Dober

10) Vgl. Interview mit Dipl.-Ing Rainer Dober

Wagenmeister nur noch in speziellen Fällen benötigt.

Internetquellen

Internet [1]: Xrail: Herausforderungen <http://www.xrail.eu/wagonload-challenges> abgerufen am 16.06.2019
Internet [2]: Umweltbundesamt: Verkehr beeinflusst das Klima http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/verkehr/auswirkungen_verkehr/verk_treibhausgase/ abgerufen am 26.04.2019
Internet [3]: lärminfo.at: Mikrozensus 2015 http://www.laerminfo.at/ueberlaerm/laermbetroffenheit/mikrozensus_2015.html abgerufen am 26.04.2019

Summary

Effizienzsteigerung im Einzelwagenverkehr

Der Einzelwagenverkehr ist die aufwändigste Produktionsform im Schienengüterverkehr und steht unter starkem Wettbewerbsdruck durch den Straßengüterverkehr. Mit Hilfe der Verwendung von neuen Technologien können Rationalisierungspotenziale durch die Automatisierung von Prozessabläufen des Einzelwagenverkehrs genutzt werden. Eine Möglichkeit bietet das in diesem Artikel beschriebene Konzept.