

Weißbuch Intelligenter Güterzug

Vom Innovativen Güterwagen
zum Intelligenen Güterzug

Die Roadmap des TIS
zum wettbewerbsfähigen
Schienengüterverkehr

IG²

**Innovativer Güterwagen
und Intelligenter Güterzug sind
mehr als die Summe beider
Teile. Zusammengefügt verleihen
sie dem Schienengüterverkehr
einen enormen Produktivitätsschub.**

**Mitgliedsunternehmen
des Technischen Innovationskreises
Schienengüterverkehr**

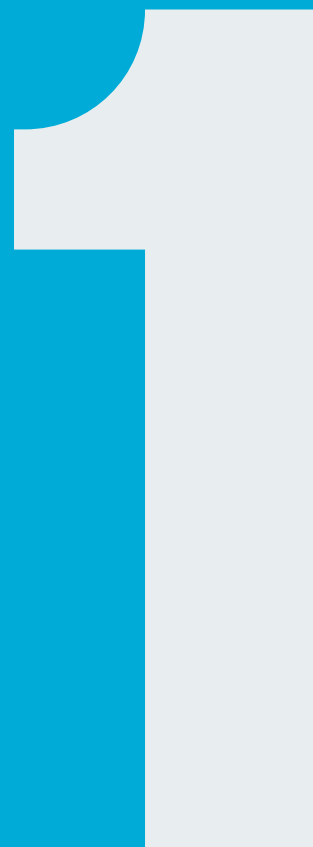
- BASF SE
- DB Cargo AG
- DB Systemtechnik GmbH
- ELH Waggonbau Niesky GmbH
- Ermewa SA
- GATX Rail Germany GmbH
- Knorr-Bremse Systeme
für Schienenfahrzeuge GmbH
- SBB Cargo AG
- VTG AG
- J.M. Voith SE&Co.KG
- Wabtec Europe
- Waggonbau Graaff GmbH
- Wascosa AG

www.innovative-freight-wagon.eu

Inhalt

1.	Einleitung	4
1.1	Die Roadmap des TIS zum Schienengüterverkehr der Zukunft	6
1.2	Der Technische Innovationskreis Schienengüterverkehr – breit aufgestellt und praxisorientiert	8
2.	Baustein Innovativer Güterwagen	10
2.1	Telematik und Sensorik	14
2.2	Innovatives Laufwerk	19
2.2.1	Innovative Drehgestelle	19
2.2.2	Innovative Radsätze	20
2.2.3	Innovative Scheibenbremsen	22
2.3	Innovatives Wagendesign	24
2.3.1	Leichtbau	24
2.3.2	Modulare Bauweise und innovative Behälterkonzepte	25
2.4	Life-Cycle-Cost-Betrachtung	27
2.5	Praxistest auf dem Gleis	28
2.5.1	„5L“-Demonstrator – SBB Cargo	28
2.5.2	BMVI-Projekt Innovativer Güterwagen – DB Cargo/VTG	29
2.5.3	Innovatives mobiles Tankkonzept – BASF	31
2.6	Ausblick Innovativer Güterwagen	32
3.	Zielmarke Intelligenter Güterzug	33
3.1	Automatisierung von Betriebsabläufen	37
3.2	Digitale Automatische Kupplung	40
3.3	Energie- und Datenmanagement	45
3.4	Elektro-pneumatische Bremse	46
3.5	Ausblick Intelligenter Güterzug	48
4.	Herausforderung wettbewerbsfähiges Schienengüterverkehrssystem	50
4.1	Die Schiene im Wettbewerb der Verkehrsträger stärken	51
4.2	Forschungs- und Förderbedarf	52
5.	Zusammenfassung	54
	Anmerkungen	55
	Abkürzungsverzeichnis	57
	Literaturverzeichnis	58
	Impressum & Kontakt	59

**Wir sind überzeugt:
Digitalisierung und Automati-
sierungsstrategien müssen
für den gesamten Zugverbund
gedacht werden. Erst ein
solcher Ansatz ebnet den Weg
für einen wettbewerbsfähigen
Schienengüterverkehr.**



1.1

Die Roadmap des TIS zum Schienengüterverkehr der Zukunft

Leise, leicht, laufstark, logistikfähig, life-cycle-cost-orientiert – diese fünf grundlegenden Kriterien soll der Güterwagen der Zukunft erfüllen. Mit dem Weißbuch „Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 – Die Zukunftsinitiative 5L“⁴¹ formulierte der Technische Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS) im Jahr 2012 nicht nur ambitionierte Ziele. Er stellte dem Sektor mit dem Konzept eines Demonstrator-Zuges auch eine neue Vorgehensweise zur Entwicklung von Basis-Innovationen vor.

Die „Zukunftsinitiative 5L“ hat Basis-Innovationen am Güterwagen entscheidend vorangebracht

Mittlerweile ist die „Zukunftsinitiative 5L“ im Sektor Schienengüterverkehr fest etabliert. Über die Notwendigkeit von Innovationen für Eisenbahngüterwagen entlang der 5L-Kriterien besteht ein breiter Konsens. Wer heute auf die Innovationstätigkeit der Branche blickt, wird einen sichtbaren Zuwachs an Engagement feststellen. Dem TIS ist es mit seiner Initiative gelungen, die Entwicklung und Umsetzung von Basis-Innovationen am Güterwagen entscheidend voranzutreiben, indem er den Dialog mit der Zulieferindustrie gesucht hat, funktionale Anforderungen definiert und Lösungen in Demonstrator-Projekten praktisch erprobt. Stärker als bei Forschungsvorhaben aus der Vergangenheit, nehmen die von der „Zukunftsinitiative 5L“ angestoßenen Projekte der TIS heute die Wirtschaftlichkeit von Innovationen in den Fokus. Was hier entwickelt wird, soll sich morgen an Güterwagen auf dem Gleis wiederfinden.

Mit dem zweiten Weißbuch möchte der TIS eine Zwischenbilanz seiner Initiativen zum Innovativen Güterwagen ziehen. Wo stehen wir heute? Welche Ansätze und Innovationen erweisen sich als erfolgversprechend? Welche Ergebnisse kristallisieren sich heraus? In den nachfolgenden Kapiteln stellen wir Ihnen unsere Aktivitäten der vergangenen sechs Jahre in den verschiedenen Innovationsfeldern vor und ziehen ein erstes Resümee. Das neue Weißbuch soll jedoch mehr sein als eine Bestandsaufnahme. Unser Anliegen ist es, anstehende Herausforderungen zu identifizieren und Ziele für die Zukunft zu stecken.

Der TIS setzt an zum nächsten Schritt: den Innovativen Güterwagen zum Intelligenten Güterzug zusammenfügen

Bislang stand im Zentrum unserer Aktivitäten das Entwicklungspotenzial des Güterwagens. Um die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs zu erhöhen, genügt es allerdings nicht, Innovationen isoliert am Wagen voranzutreiben. Der TIS geht deshalb den nächsten Schritt und nimmt den Güterzug als Ganzes in den Blick. Für die Zukunft gilt es, den Innovativen Güterwagen zum Intelligenten Güterzug zusammenzufügen.

Unserem neuen Weißbuch haben wir bewusst den Titel „IG²“ gegeben. Denn Innovativer Güterwagen und Intelligenter Güterzug sind mehr als die Summe beider Teile. Zusammengefügt können sie einen enormen Produktivitätsschub auslösen und den Weg für einen digitalisierten, automatisierten Schienengüterverkehr des 21. Jahrhunderts ebnen.

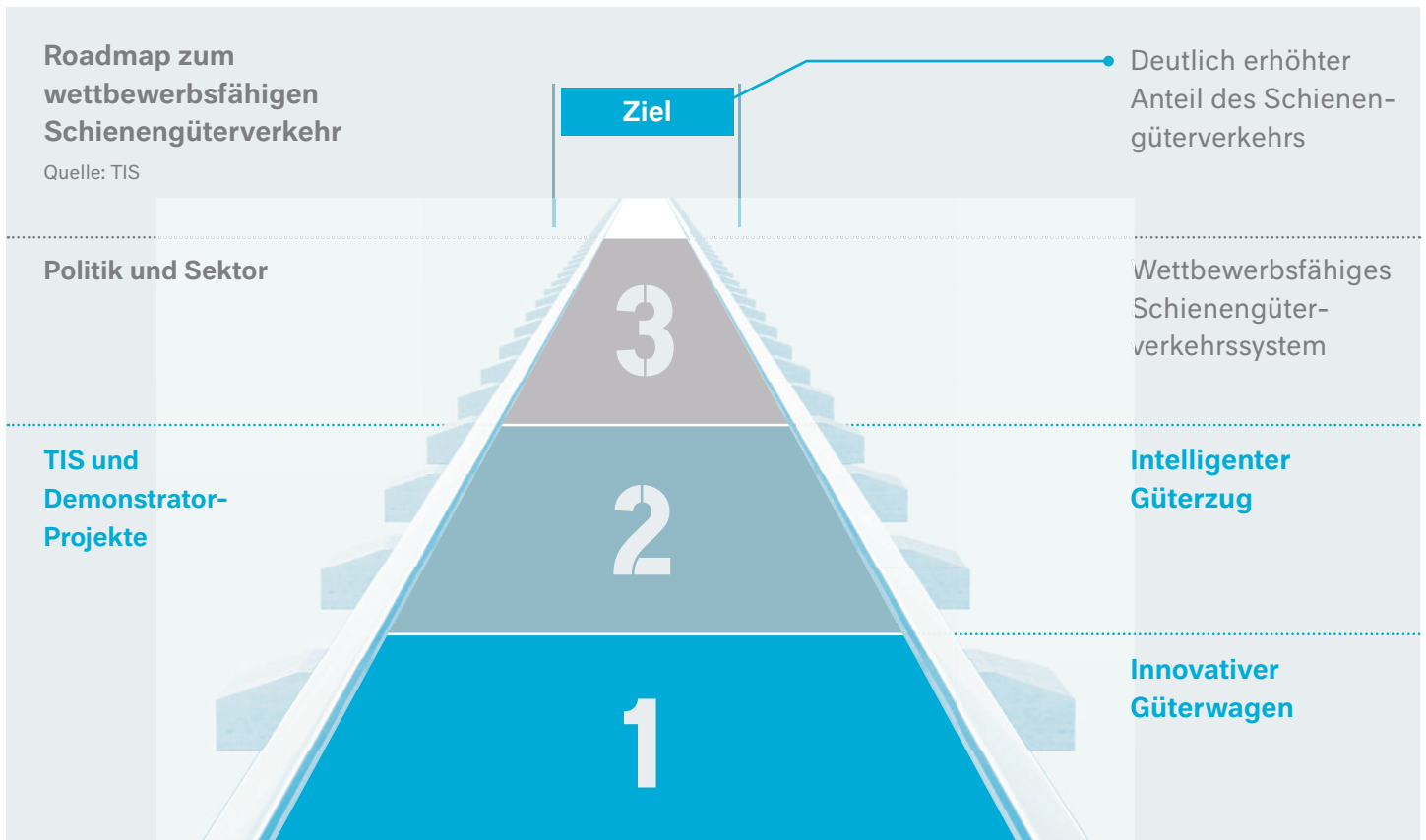
Die Roadmap zum Intelligenten Güterzug möchten wir Ihnen im zweiten Abschnitt unseres Weißbuchs erläutern. Erste Schritte sind bereits getan: Die im TIS zusammengeschlossenen Unternehmen haben sich im November 2018 zur Notwendigkeit einer zügigen Einführung der Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) in Verbindung mit einem Energie- und Datenmanagementsystem bekannt.

Um den Anteil des Schienengüterverkehrs am Mix der Verkehrsträger spürbar zu erhöhen, sind Erfolge auf den beschriebenen Feldern zwingend. Ebenso entscheidend wird allerdings sein, dass es Sektor und Politik gelingt, strukturelle Verbesserungen auf den Weg zu bringen. Das betrifft vor allem den Ausbau einer leistungsfähigen Infrastruktur und die Schaffung fairer Wettbewerbsbedingungen zwischen den Verkehrsträgern.

Beim Thema strukturelle Verbesserungen ziehen Politik und Sektor heute an einem Strang

Die Voraussetzungen, auch hier zu Ergebnissen zu kommen, stehen gut wie nie. Die Politik hat sich ausdrücklich dazu bekannt, den Marktanteil des mit Abstand umwelt- und klimafreundlichsten Verkehrsträgers massiv zu erhöhen. Mit dem Masterplan Schienengüterverkehr² haben Politik und Sektor die Blaupause vorgelegt, die es mit den notwendigen Förderprogrammen umzusetzen gilt.

Der TIS als Practice Group des Sektors will mit Initiativen zur technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Entwicklung des Schienengüterverkehrs auch künftig seinen Teil zu dessen Stärkung beitragen. In diesem Sinne möchten wir unseren Blick auf die Herausforderungen des Schienengüterverkehrs verstanden wissen, den wir Ihnen mit diesem zweiten Weißbuch präsentieren.



1.2

Der Technische Innovationskreis Schienengüterverkehr – breit aufgestellt und praxisorientiert

Der Technische Innovationskreis Schienengüterverkehr bringt die Akteure des Schienengüterverkehrs zusammen. Als Practice Group des Sektors hat er sich das Ziel gesetzt, Basis-Innovationen für Innovative Güterwagen und Intelligente Güterzüge zu initiieren und in der Praxis umzusetzen. Er verfolgt dabei einen ganzheitlichen Ansatz und fokussiert auf die Wirtschaftlichkeit von Innovationen. Daher beteiligen sich am TIS neben den Wagenhaltern auch Eisenbahnverkehrsunternehmen, Ver- lader sowie Unternehmen aus der Waggonbau- und Zulieferindustrie.

Die Basis des TIS: dreizehn engagierte Mitgliedsunternehmen

Die im TIS zusammengeschlossenen Unternehmen sind überwiegend europaweit aktiv und führend in der Entwicklung und Umsetzung von Innovationen für den europäischen Schienengüterverkehr. Seitens der Wagenhalter im TIS besteht die grundsätzliche Bereitschaft, Basis-Innovationen in Neubauten und Bestandsflotten einzusetzen und für offene Standards zu sorgen. Derzeit engagieren sich in den verschiedenen Arbeitsgruppen des TIS dreizehn namhafte Unternehmen der Schienengüterverkehrsbranche, die in der nebenstehenden Abbildung aufgelistet sind.

Begleitet wird der TIS durch Herrn Prof. Dr. Markus Hecht (Technische Universität Berlin)³ und Herrn Prof. Dr. Rainer König (Technische Universität Dresden)⁴ als wissenschaftliche Beiräte sowie einem fachlichen Beirat, vertreten durch Herrn Dr. Gert Fregien. Das Projektmanagement erfolgt durch Herrn Stefan Hagenlocher (hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH)⁵.

Interdisziplinäres Arbeiten für nachhaltige Ergebnisse

Der TIS hat in den vergangenen Jahren in verschiedenen, interdisziplinär besetzten Arbeitsgruppen technische und betriebliche Anforderungen an Basis-Innovationen für Eisenbahngüterwagen entwickelt. Diese Anforderungen wurden mit der Zulieferindustrie auf Dialogplattformen sowie in bilateralen Gesprächen diskutiert und weiterentwickelt.

Darüber hinaus setzt sich der TIS für eine Automatisierung der Betriebsabläufe im Schienengüterverkehr ein. Hier legt der TIS einen Schwerpunkt auf die Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung in den europäischen Schienengüterverkehr in Verbindung mit einem Energie- und Datenmanagementkonzept für Güterzüge.

Alle vom Innovationskreis erarbeiteten Projektergebnisse werden regelmäßig auf der TIS-Homepage (<http://www.innovative-freight-wagon.eu>) veröffentlicht.

Am TIS teilnehmende
Unternehmen und
wissenschaftlicher Beirat⁶

Quelle: TIS

<p>BASF SE</p> 	<p>DB Cargo AG DB Systemtechnik GmbH</p> 
<p>ELH Waggonbau Niesky GmbH</p> 	<p>Ermewa SA</p> 
<p>GATX Rail Germany GmbH</p> 	<p>Knorr-Bremse Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH</p> 
<p>SBB Cargo AG</p> 	<p>VTG AG</p> 
<p>J.M. Voith SE&Co.KG</p> 	<p>Wabtec Europe</p> 
<p>Waggonbau Graaff GmbH</p> 	<p>Wascosa AG</p> 
<p>Technische Universität Dresden</p> 	<p>Technische Universität Berlin</p> 

Im Ergebnis müssen sich Innovationen daran messen lassen, ob sie die Produktivität des Güterverkehrs steigern. Das TIS-Konzept des Innovativen Güterwagens weist den Weg zu marktfähigen Lösungen.



2.0

Baustein Innovativer Güterwagen

Güterwagen sind langlebig: Nicht selten rollen sie länger als 40 Jahre auf dem Gleis und verrichten ihren Dienst ohne Tadel. Auf den ersten Blick mag dies als ein wirtschaftlicher Vorteil erscheinen, vor allem für Wagenhalter. Dennoch hat gerade die Langlebigkeit des Investitionsgutes Güterwagen dazu geführt, dass Basis-Innovationen ausblieben oder ihren Weg in die Praxis nicht fanden. Ohne Innovation droht der mit Abstand umweltfreundlichste Verkehrsträger ins Abseits zu geraten und sein Potenzial zu verspielen.

Das 2012 erschienene erste TIS-Weißbuch „Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 – Die Zukunftsinitiative 5L“⁷ verstand sich als eine Antwort auf diese Herausforderungen. Der TIS präsentierte darin eine „klare Strategie zur Weiterentwicklung einer der wichtigsten Ressourcen des Schienengüterverkehrs: des Eisenbahngüterwagens“⁸.

Leise – Leicht – Laufstark – Logistikfähig – Life-cycle-cost-orientiert – entlang dieser fünf Kriterien sollten Basis-Innovationen angeschoben werden, die für mehr Wettbewerbsfähigkeit des Verkehrsträgers sorgen.

Zukunftsinitiative „5L“ – die 5 Erfolgsfaktoren für einen wettbewerbsfähigen Eisenbahngüterwagen

Quelle: TIS



Logistikfähig

Integration in Supply Chains, hohe Bedienqualität



Leicht

Höhere Zuladung durch geringere Eigenmasse des Waggons



Life-cycle-cost-orientiert

Schnelle Amortisation von Investitionen, Einsparung bei Betrieb und Instandhaltung



Leise

Signifikante Senkung der Lärmemissionen eines Eisenbahngüterwagens



Laufstark

Verringerung von Ausfall- und Stillstandzeiten, Erhöhung der jährlichen Laufleistung

5L

Beim Thema Innovation muss der Schienengüterverkehr aufholen

Insbesondere im Vergleich zum Lkw hat die Güterwagenflotte in den vergangenen Jahren geradezu einen Innovationsstau aufgebaut. Zum Vergleich: Das rollende Material auf der Straße ist durchschnittlich nicht länger als acht Jahre im Einsatz. Entsprechend schnell finden Innovationen in den Markt. Erschwerend hinzu kommen weitere schienenspezifische Faktoren, die in ihrer Gesamtheit die Innovationsfähigkeit des Sektors ausgebremst haben – trotz zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Fünf Faktoren, die die Entwicklung und Durchsetzung von Innovationen im Schienengüterverkehr erschweren



Langer Innovationszyklus aufgrund der Langlebigkeit des Investitionsgutes Güterwagen



Internationale Ausrichtung der Verkehre mit entsprechend hohen Anforderungen an die Kompatibilität von Güterwagen



Überproportional hohe Entwicklungs- und Zulassungskosten je Einheit aufgrund eines kleinen und volatilen Marktes in Europa



Mangelnde Definition von Anforderungen an Basis-Innovationen durch Wagenhalter gegenüber der Zulieferindustrie



Oftmals kein wirtschaftlicher Nutzen von Innovationen für den Wagenhalter als Investor

Zwar kämpft auch der Straßengüterverkehr mit für ihn negativen Rahmenbedingungen wie der Ausweitung der Lkw-Maut auf Bundesstraßen, der zunehmenden Verkehrsbelastung auf den Straßen oder dem akuten Fahrermangel. Nichtsdestotrotz üben die Innovationssprünge im Straßengüterverkehr erheblichen Druck auf die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene aus. Besonders der europäische Einzelwagenverkehr, aber auch der kombinierte Verkehr sind von dieser Entwicklung bedroht. Lang-Lkw, Digitalisierung und Automatisierung im Lkw, etwa Platooning oder autonomes Fahren, zielen auf eine signifikante Produktivitätssteigerung auf der Straße. Gleichzeitig arbeiten die Nutzfahrzeughersteller daran, die ökologischen Nachteile des Lkw im Vergleich zur Schiene durch leistungsfähige, elektrisch angetriebene Lkw zu relativieren. Massive verkehrspolitische Unterstützung erhält der Straßengüterverkehr unter anderem durch öffentlich geförderte Erprobungsprojekte, zum Beispiel für elektrische Oberleitungen auf Autobahnen.

Die „Zukunftsinitiative 5L“ weist den Weg

Mit seiner „Zukunftsinitiative 5L“ hat der TIS einen neuen und richtungsweisenden Ansatz vorgelegt, um Innovation erfolgreich auf die Schiene zu bringen. Die Idee: Um auszuloten, was sich mit verfügbaren Technologien nachhaltig verbessern lässt, werden Demonstrator-Züge mit innovativen Güterwagen auf Testfahrt geschickt. Welche Innovationen reduzieren den Energieverbrauch? Was steigert die Logistikfähigkeit? Wie lässt sich der Schienenlärm weiter reduzieren? Welche Kombination von Komponenten erzielt spürbare Effekte? Vor allem aber: Was ist gleichzeitig wirtschaftlich darstellbar? Im Ergebnis müssen sich alle Maßnahmen daran

messen lassen, ob sie die Wettbewerbsfähigkeit des Güterverkehrs steigern. Innovation und Wirtschaftlichkeit müssen gemeinsam betrachtet und bewertet werden, so das Konzept des Innovativen Güterwagens.

Um marktfähige Lösungen zu finden, haben die Unternehmen im TIS bewusst ihre Kräfte gebündelt und sich auf zentrale Aspekte fokussiert. In das Zentrum seiner Aktivität rund um die „Zukunftsinitiative 5L“ hat der TIS die Innovationsfelder Telematik und Sensorik, innovatives Laufwerk sowie innovatives Wagendesign gestellt. Zudem wurde ein von allen TIS-Wagenhaltern akzeptiertes Modell zur Berechnung der Lebenszykluskosten (LCC) für Drehgestelle, Radsätze und Bremsen entwickelt. Erst ein valides LCC-Modell erlaubt, innovative mit konventionellen Fahrwerkskomponenten im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit aussagekräftig zu vergleichen und im Sektor Akzeptanz zu erzeugen.

Diese technischen und betrieblichen Anforderungen an Basis-Innovationen bildeten das theoretische Gerüst für die mittlerweile drei Demonstrator-Projekte mit ihren verschiedenen Typen des Innovativen Güterwagens: den „5L-Demonstrator-Zug“ der SBB Cargo AG, den „Innovativen Güterwagen“ der DB Cargo AG und VTG AG sowie den „Innovativen Tankcontainer-Tragwagen“ der BASF SE. Die Vorgaben und Bewertungen der TIS-Arbeitskreise stellen wir Ihnen im ersten Abschnitt dieses Kapitels vor – thematisch aufgegliedert entlang der vier Arbeitsschwerpunkte. Konzept, Projektstatus und die bisherigen Ergebnisse der Demonstrator-Projekte bilden den Abschluss des Kapitels.

TIS-Themenschwerpunkte in Bezug auf Innovative Güterwagen

Quelle: TIS

1. Telematik und Sensorik

Standardisierung von Schnittstellen für den Austausch von Telematikdaten:

- Server-Server (Schnittstelle 1)
- Telematik Unit-Sensor (Schnittstelle 2)
- Telematik Unit / Sensor-Handheld (Schnittstelle 3)
- InTrain Communication (Schnittstelle 4)

2. Innovatives Laufwerk

- innovative Drehgestelle
- innovative Scheibenbremsen
- innovative Radsätze

3. Innovatives Wagendesign

- Leichtbau
- innovative Aufbauten / modulare Behälterkonzepte

4. Wirtschaftlichkeit / LCC

- LCC-Modelle für Güterwagenkomponenten zwecks Analyse der Wirtschaftlichkeit von Innovationen im Vergleich zu Standardkomponenten
- Ertragswertmodell für Güterwagen

2.1

Telematik und Sensorik

Der Schienengüterverkehr wird digital. Auch die Wagenhalter gehen mit und rüsten derzeit ihre Flotten mit Telematikgeräten aus. Die aktuell verfügbaren Geräte ermöglichen bereits eine Vielzahl an Anwendungen, die zu einem wirtschaftlicheren Einsatz von Güterwagen führen und die Logistikfähigkeit des Schienengüterverkehrs insgesamt verbessern. Dazu gehören beispielsweise Tracking und Tracing, Geo-Fencing, Laufleistungserfassung und Stoßdetektion. Informationen zu Temperatur, Druck, Feuchtigkeit erlauben zudem eine aktuelle Einschätzung über den Zustand des Ladeguts.

5L-Check Telematik und Sensorik

- Leise
- Leicht
- Laufstark
- **Logistikfähigkeit**
- **LCC-orientiert**

Kompatibilität der Telematikgeräte – entscheidend für eine erfolgreiche Digitalisierung

Bereits im Jahr 2014 hat die TIS-Arbeitsgruppe Telematik und Sensorik die zentralen Anforderungen an Telematiklösungen benannt. Schon früh war klar, dass die Erfordernisse aller beteiligten Player im Schienengüterverkehr einbezogen werden müssen. Erfolgreiche Digitalisierung muss die Prozesskette zwischen Verloader, Wagenhalter und Eisenbahnverkehrsunternehmen berücksichtigen. Um zu praktikablen Lösungen zu kommen, wurden Use Cases entwickelt und bewertet.⁹






Einen wesentlichen Hinderungsgrund für die Einführung von Telematikgeräten stellte zu diesem Zeitpunkt die fehlende Kompatibilität der Geräte verschiedener Hersteller dar. Nur mit einem gemeinsamen, mindestens europäischen Standard für die verschiedenen Schnittstellen von Telematik und Sensorik können Geräte unterschiedlicher Zulieferer miteinander kommunizieren. Zudem schaffen Standards Investitionssicherheit auf der Wagenhalter-Seite und ermöglichen die Automatisierung von betrieblichen Prozessen auf der EVU-Seite.

Der TIS im Dialog mit Telematikanbietern

Um eine Standardisierung von Telematik-Schnittstellen zu etablieren, hat der TIS im Oktober 2014 erstmals sämtliche bekannten Telematikanbieter zusammengeführt und sie zum Austausch auf einer Dialogplattform eingeladen. Das Treffen war Startschuss zur Gründung der Industrieplattform Telematik und Sensorik (ITSS). Aktuell sind sechzehn Telematikanbieter aus verschiedenen Ländern in der ITSS aktiv.

Teilnehmende Unternehmen Industriepattform Telematik und Sensorik (ITSS)

Quelle: Industriepattform Telematik und Sensorik

<p>Amsted Digital Solutions</p> 	<p>asto Telematics GmbH</p>
<p>Bosch Engineering GmbH</p> <p>Bosch Engineering</p> 	<p>CargoMon Systems GmbH</p> 
<p>Cognid Telematik GmbH</p> 	<p>DOT Telematik und Systemtechnik GmbH</p> 
<p>Dresden Elektronik Ingenieurtechnik GmbH</p> <p>dresden elektronik </p>	<p>EPHY MESS GmbH</p> 
<p>Franz Kaminski Waggonbau GmbH</p>	<p>ibes AG</p> 
<p>Intermodal Telematics BV</p>	<p>Nexiot AG</p> 
<p>Savvy Telematic Systems AG</p> 	<p>Siemens AG</p> 
<p>Traxens</p> 	<p>ubidata SA/NV</p> 

In einem ersten Schritt hat die ITSS die vier für eine Standardisierung relevanten Telematik-Schnittstellen identifiziert

Schnittstelle 1: Server-Server-Kommunikation standardisieren

Die Telematikgeräte am Güterwagen übermitteln Informationen via Mobilfunk an einen Server des Telematikanbieters. Dort werden die Informationen aufbereitet, zum Beispiel GPS-Koordinaten in Orts-/Gleisangaben übersetzt. Im nächsten Schritt sendet der Telematikanbieter die Informationen via Internet-Schnittstelle an die Server der Anwender und spielt sie in deren ERP-Systeme ein.

Die ITSS-Gruppe hat diese Schnittstelle standardisiert und aktualisiert sie regelmäßig mit neuen Releases.¹⁰ Ohne eine Standardisierung dieser Internet-Schnittstelle müssten Kunden, die Telematiksysteme verschiedener Anbieter betreiben, mehrere Schnittstellen anpassen. Die Folge: mehr Zeitaufwand, mehr Fehlermöglichkeiten und damit auch Mehrkosten.

Schnittstelle 2: Datenaustausch zwischen Sensoren und Telematikeinheit am Güterwagen spezifizieren

Sensoren am Güterwagen erfassen Informationen wie Stöße, Temperatur oder Druck. Sie geben diese Daten an die Telematikeinheit am Güterwagen weiter, per Kabel oder funkgebunden. Weil aktuell noch kein Standard für diesen Datenaustausch besteht, kann nicht jeder Sensor mit jedem Telematikgerät kommunizieren. Das bedeutet in der Praxis: Sensoren eines anderen Herstellers können in der Regel nicht in ein bestehendes System integriert werden. Wagenhalter müssen sich daher frühzeitig auf einen einzigen Hersteller für die Ausrüstung ihrer Flotte mit Telematikgeräten und Sensoren festlegen. Das Angebot an Sensoren und die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Anforderungen ist so eingeschränkt. Um dieses Hemmnis zu beseitigen und mehr Wettbewerb zu ermöglichen, haben sich TIS und ITSS in einem ersten Schritt auf eine Funktechnologie auf der Frequenz 2,4 GHz 802.15.4 als Standard für die Kommunikation zwischen Sensorik und Telematikgerät verständigt.

Bis Ende 2018 wurde eine Spezifikation für die Schnittstelle 2 erstellt und mit allen ITSS-Telematikanbietern und TIS-Wagenhaltern abgestimmt. Aktuell erfolgt eine Referenzimplementierung der Spezifikation durch Mitglieder der ITSS.

Schnittstelle 3: Datenaustausch zwischen Telematikeinheit am Güterwagen und Handheld ermöglichen

Das Betriebspersonal am Gleis und in der Werkstatt ist oftmals auf eine schnelle und direkte Information über den Zustand eines Güterwagens oder einzelner Komponenten angewiesen. Dazu kann ein Handheld-Gerät die von einer Telematikeinheit vor Ort erfassten Werte schnell und fehlerlos übermitteln. Voraussetzung ist auch hier ein standardisierter Datenaustausch. So können auch gemischte Züge effizient abgefertigt werden.

Schnittstelle 4: Datenaustausch zwischen Güterwagen und Triebfahrzeug etablieren

„Lok an Wagen“ oder auch „Wagen an Lok“ – Daten müssen zwischen Triebfahrzeug und Güterwagen hin- und herfließen können, um Betriebsabläufe widerzuspiegeln und zu automatisieren. Das gilt für die Zugintegritätsprüfung ebenso wie für die automatische Bremsprobe, die Ermittlung der Wagenreihung und zahlreiche weitere Anwendungen. Zwei verschiedene Übertragungswege stehen für die Intrazug-Kommunikation

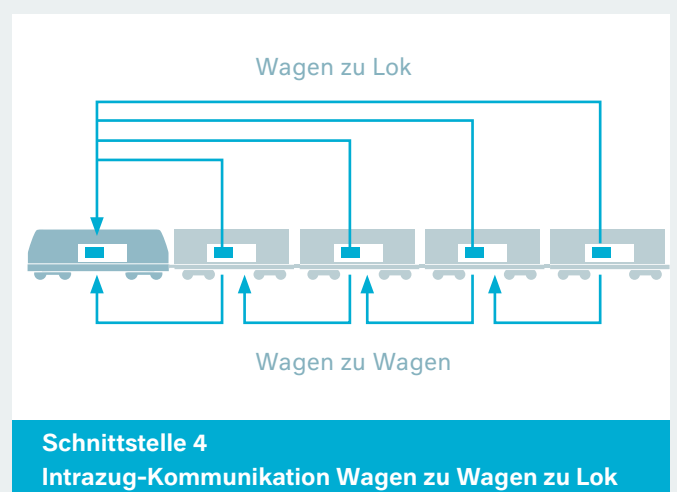
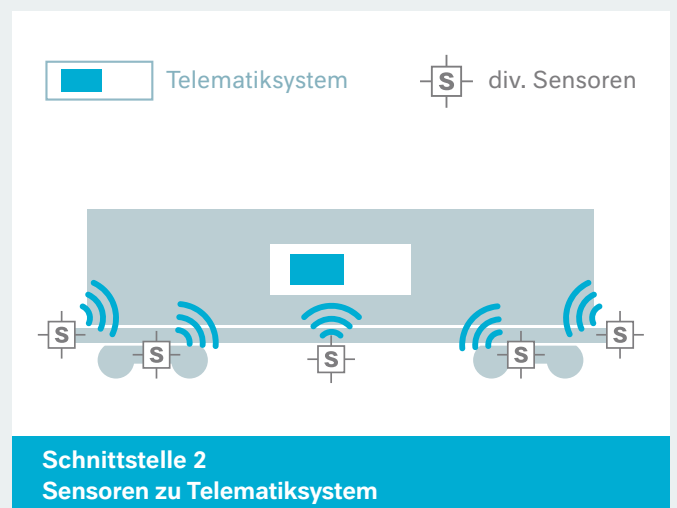
zur Verfügung: Information können zum einen via Mobilfunk von der Telematikeinheit am Güterwagen an einen Server übermittelt werden. Von dort lassen sie sich durch den Triebfahrzeugführer auf einem Handheld-Gerät abrufen. Dieser Übertragungsweg eignet sich für zeitunkritische Informationen. Bei zeitkritischen und sicherheitsrelevanten Informationen sollte jedoch die zweite Option zum Einsatz kommen, eine direkte Informationsübermittlung von den Telematikeinheiten an den Güterwagen zum Triebfahrzeug. Diese kann über eine kabelgebundene oder über eine funkgebundene Lösung erfolgen.

Stoßdetektion: Rahmen für weitere Anwendungsoptionen ist in Arbeit

Die Standardisierung von Schnittstellen ist eine der wesentlichen Herausforderungen, um das Potenzial der Digitalisierung zu nutzen. Es gibt jedoch weitere Felder im Bereich der Telematik, in denen Übereinkünfte zu allgemein akzeptierten Verfahren Vorteile für den gesamten Sektor eröffnen. Auch hier arbeiten TIS und ITSS gemeinsam an Lösungen.

Definition ITSS-Telematik-Schnittstellen 1 bis 4

Quelle: TIS



So lassen sich beispielsweise schon heute Stöße an den Güterwagen mit Sensoren erfassen. Dies ermöglicht einen interessanten Use Case: Etwaige Beschädigungen an Güterwagen oder der Ladung könnten mit einem Zeit- und Ortsstempel erfasst und verursachergerecht zugeordnet werden. Untersuchungen haben ergeben, dass die Stoß-Sensorik verschiedener Anbieter mittlerweile zuverlässig vergleichbare physikalische Messwerte ermittelt. Allerdings bestehen aktuell noch keine Erfahrungswerte, ab welchen Stoßkräften – also je nach Stoßdauer, Stoßrichtung, Stoßstelle und Güterwagentyp – überhaupt von einer möglichen Beschädigung auszugehen ist. Um ein allgemein akzeptiertes Verfahren zu entwickeln, das eine einheitliche Bewertung erlaubt, sind gemeinsame Anstrengungen im Sektor erforderlich.

**Der VPI-Telematik-
leitfaden soll die Weiter-
entwicklung von
Standards gewährleisten**

Der TIS hat mittlerweile in enger Zusammenarbeit mit Vertretern der ITSS erste Standards zur Vereinheitlichung der Telematik-Schnittstellen etabliert. Künftig geht es darum, die Weiterentwicklung dieser und weiterer in Arbeit befindlicher Standards zu gewährleisten. Dazu kooperiert die ITSS-Gruppe mit dem Verband der Güterwagenhalter in Deutschland e.V. (VPI). Die vom Verband getragene VPI European Rail Service GmbH (VERS) erstellt gegenwärtig einen Telematikleitfaden – analog zum etablierten Instandhaltungsleitfaden. Im Telematikleitfaden sollen unter anderem die aktuellen Schnittstellen-Releases und Standards veröffentlicht werden. Parallel befindet sich der TIS im engen Austausch mit dem europäischen Dachverband der Wagenhalter UIP, dem UIC sowie mit dem Projekt Shift2Rail (www.shift2rail.org), um eine europaweite Einführung der Schnittstellenstandards Telematik und Sensorik voranzubringen.

2.2

Innovatives Laufwerk

Ein Güterwagen-Laufwerk besteht aus Federn und Dämpfern, Radsätzen sowie dem Bremssystem. Die Komponenten sind zugleich die Stell-schrauben für zwei wichtige Faktoren: die Instandhaltungskosten und die Lärmwirkung des Güterwagens. Die Komponenten des Laufwerks werden am stärksten mechanisch beansprucht, entsprechend hoch ist hier der Verschleiß – und damit auch der Kostenfaktor. Gleichzeitig erzeugt das Laufwerk über den Rad-Schiene-Kontakt den Großteil des vom Güterwagen ausgehenden Lärms.

Bei Instandhaltungskosten und Lärm spielt das Laufwerk eine Rolle

Der TIS hat die Initiative ergriffen und treibt Projekte zur Entwicklung und Erprobung innovativer Laufwerke, Radsätze und Bremssysteme voran. Bei positiver Wirkung dürften entsprechende Komponenten beste Chancen haben, zügig ihren Weg in den realen Betrieb zu finden.

2.2.1 Innovative Drehgestelle

Standard-Drehgestelle des Typs Y25 gehören bereits seit den 1960er-Jahren bei vierachsigen Güterwagen zu den meistverwendeten Unterbauten. Das Y25-Drehgestell ist einfach in der Konstruktion, und da es in vergleichsweise hohen Stückzahlen hergestellt wird, auch kostengünstig zu beschaffen. Ein wesentlicher Nachteil dieses Drehgestell-Typs besteht jedoch darin, dass die Radsätze nicht radial eingestellt werden können. Insbesondere in Kurven kann das zu hohem Reibungswiderstand zwischen Radsatz und Schiene führen.

5L-Check Innovative Drehgestelle

- **Leise**
- Leicht
- Laufstark
- Logistikfähigkeit
- **LCC-orientiert**

Der Effekt: „Quietschen“ in Kurven und damit mehr Lärm sowie höhere Instandhaltungskosten durch Radsatzverschleiß, aber auch Infrastrukturverschleiß.

Diverse Anbieter sind in den vergangenen Jahren bereits aktiv geworden und haben an innovativen Drehgestellen mit radial einstellbaren Radsätzen gearbeitet. Trotzdem hat sich im Bereich der Drehgestelle bislang keine Innovation im Markt wirklich durchsetzen und die Technik des Y25-Drehgestells besonders bei neuen Güterwagen flächendeckend ablösen können. Noch sind innovative Drehgestelle in der Beschaffung deutlich teurer als konventionelle Y25-Drehgestelle.

Anforderungen an innovative Drehgestelle – im Dialog mit den Herstellern definieren

Erste Ergebnisse: weniger Lärm, reduzierter Energieverbrauch

Der TIS hat im ersten Schritt Anforderungen an innovative Drehgestelle entwickelt¹¹ und Hersteller von Drehgestellen zu bilateralen Gesprächen sowie zu einer gemeinsamen Dialogplattform eingeladen. Bei der Bewertung bestehender Entwicklungen wurde schnell deutlich, dass sich die verschiedenen Drehgestelle nur schwer miteinander vergleichen lassen. Die von den Herstellern benannten Effekte in Bezug auf Lärminderung, Senkung des Energieverbrauchs sowie Verschleißreduzierung an Radsätzen und Schienen beruhten in der Regel auf subjektiven Einschätzungen oder nicht standardisierten Fahrtests.

Um die Wirkung der innovativen Drehgestelle in Bezug auf Lärm, Energie und Verschleiß besser einschätzen zu können, hat der TIS ein Erprobungskonzept für innovative Drehgestelle erstellt. Die SBB Cargo AG ließ auf dieser Grundlage vier verschiedene innovative Drehgestelle¹² für ihr Projekt „5L“-Demonstrator konzipieren. Aktuell erprobt sie diese über eine Laufleistung von insgesamt 400.000 Kilometer (vgl. Kapitel 2.5.1).

Auch in dem durch die Arbeitsgemeinschaft DB Cargo AG und VTG AG¹³ durchgeführten Forschungsprojekt „Aufbau und Erprobung von Innovativen Güterwagen“ wurden zwei verschiedene innovative Drehgestelle¹⁴ über 150.000 Kilometer Laufleistung in den Praxistest geschickt (vgl. Kapitel 2.5.2).

In puncto Lärm und Energieverbrauch zeigten innovative Drehgestelle in allen drei Demonstrator-Projekten bereits positive Effekte: Insbesondere auf kurvenreichen Strecken können sie reduzierend sowohl auf die Lärmemission als auch den nötigen Energieeinsatz wirken.

2.2.2 Innovative Radsätze

Der Rad-Schiene-Kontakt ist eine der entscheidenden Quellen für Lärmemission im Schienengüterverkehr. Die Einführung der sogenannten Flüsterbremse hat hier bereits große Fortschritte erbracht. Die mit modernen LL- oder Kompositbremssohlen ausgerüsteten Radsätze mindern den Lärm um zehn Dezibel im Vergleich zu solchen mit alten Grauguss-Bremsen.

Radsätze sind jedoch nicht nur im Hinblick auf ihr Potenzial für die Lärminderung von Bedeutung. Sie definieren zugleich einen erheblichen Teil der anfallenden Instandhaltungskosten. Die Verlängerung der Instandhaltungsintervalle trägt erheblich zur Wirtschaftlichkeit von Güterwagen bei. Auch hier bestehen verschiedene Ansätze, die im Markt zu finden sind und in den Demonstrator-Zügen erprobt werden.

Der TIS verfolgt vor diesem Hintergrund beim Thema Radsätze vor allem zwei Ziele: langlebige, wartungsarme Radsätze entwickeln und die Lärmwirkung aus dem Rad-Schiene-Kontakt reduzieren – wenn möglich beides zusammen.

Eine stärker dimensionierte Radsatzwelle senkt Kosten

Ein wesentlicher Aspekt zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ist die Erhöhung der Laufleistung von Radsätzen. Deshalb hat der TIS das Projekt „European Standard Freight Axle“ (ESFA)¹⁵ aktiv unterstützt. Ein Anforderungskatalog für eine neue, deutlich stärker dimensionierte Radsatzwelle wurde entwickelt. Die neue Radsatzwelle ermöglicht eine Verlängerung der Instandhaltungsintervalle für Radsatzwellen zwischen zerstörungsfreien Prüfungen (ZfP) und reduziert so den Instandhaltungsaufwand.

5L-Check Innovative Radsätze

- **Leise**
- Leicht
- **Laufstark**
- Logistikfähigkeit
- **LCC-orientiert**

Neue Techniken versprechen weitere Lärminderung

Verschiedene Hersteller haben Radsätze mit Technologien wie Absorbern oder Ringelementen entwickelt, die weitere Lärminderungen erbringen sollen. Deren lärmsenkende Wirkung wurde durch die Hersteller zwar in eigenen Tests nachgewiesen, eine objektive Vergleichbarkeit der Messergebnisse von leisen Radsätzen verschiedener Hersteller war aber nicht gegeben. Zudem war nicht bekannt, wie sich der Einsatz dieser lärmsenkenden Radsatz-Technologien im Betrieb bewähren wird.

Demonstrator-Züge bestätigen: deutliche Lärminderung möglich, aber zu erhöhten Kosten

Um zu validen und vergleichbaren Aussagen beim Thema Lärminderung zu kommen, hat der TIS ein Erprobungskonzept entwickelt, das im Projekt „5L“-Demonstrator der SBB Cargo AG umgesetzt wurde (vgl. Kapitel 2.5.1). Hier kommen vier verschiedene Radsätze mit den neuen Absorber-Systemen und/oder Ringelementen zum Einsatz.¹⁶ Auch im Forschungsprojekt „Aufbau und Erprobung von Innovativen Güterwagen“ der DB Cargo AG und der VTG AG werden verschiedene Radsatz-Innovationen auf ihre Lärmwirkung getestet. Die Innovativen Güterwagen kommen mit scheiben- und klotzgebremsten Rädern auf einer Teststrecke sowie im realen Betrieb unter vergleichbaren Rahmenbedingungen zum Einsatz (vgl. Kapitel 2.5.2).¹⁷

Bei beiden Demonstrator-Projekten konnte eine deutlich lärmindernde Wirkung der innovativen Radsätze nachgewiesen werden. Die Messwerte blieben circa vier bis sieben Dezibel unter dem derzeit gültigen TSI-Noise-Grenzwert von 83 Dezibel. Bei den Testfahrten zeigte sich allerdings: Die getesteten Absorber-Systeme minderten zwar den Lärm, verhinderten aber bei der Inspektion den Blick auf die Radscheibe. Ihr Einsatz im Betrieb ist deshalb nur bedingt möglich. Eine deutliche Lärminderung konnten auch Radsätze mit Ringelementen erzielen.

Weitere Lärmsenkung wird kostensteigernd wirken

Schon jetzt ist deutlich: Lärmsenkungen durch innovative Radsätze sind nur zu erhöhten Kosten möglich. Die höheren Beschaffungskosten für solche Radsätze werden nicht mit verringerten Life-Cycle-Costs korrespondieren. Das Gegenteil ist der Fall. Keine der lärmindernden Komponenten minimiert gleichzeitig den Verschleiß am Rad und senkt damit Instandhaltungskosten. Noch ist es allerdings zu früh für eine abschließende Antwort auf die Leitfragen des TIS zum Thema innovative Radsätze. Für eine fundierte Einschätzung, wie sich die Instandhaltungskosten entwickeln werden und wie nachhaltig der Effekt einer Lärminderung sein wird, bedarf es weiterer, mit Fördermitteln unterstützter Betriebs-erprobungen beziehungsweise einer Fortführung der laufenden Projekte.

2.2.3 Innovative Scheibenbremsen

Der Einsatz innovativer Scheibenbremsen in Eisenbahngüterwagen kann sich für bestimmte Güterwagen-Gattungen lohnen. Bei Wagen mit hoher Laufleistung bietet der geringere Verschleiß einer Scheibenbremse schon heute wirtschaftliche Vorteile – trotz höherer Investitionskosten gegenüber einer Klotzbremse mit K- oder LL-Sohle. Dem wirtschaftlichen Einsatz an Wagen mit mittlerer oder geringer Laufleistung stehen gegenwärtig jedoch die hohen Beschaffungskosten entgegen.

5L-Check
Innovative Scheibenbremsen

- Leise
- Leicht
- Laufstark
- Logistikfähigkeit
- LCC-orientiert

Grundsätzlich nachteilig wirkt sich auch das hohe Gewicht der Brems-scheiben aus, da es die mögliche Zuladung mindert. Die Scheibenbremse kommt deshalb aktuell vor allem in Güterwagen zum Einsatz, bei denen die Zuladekapazität meist nicht vollständig ausgeschöpft wird. Insbesondere in schnellen Güterzügen mit Geschwindigkeiten von über 100 Kilometern pro Stunde und mehr kann sich die Scheibenbremse schon heute rechnen. Ein entsprechendes Marktsegment für Scheibenbremsen sind Güterwagen mit hohen jährlichen Laufleistungen, insbesondere in See-hafenhinterlandverkehren.

Das Ziel des TIS: eine leichtere Scheibenbremse

Durch den TIS wurden Anforderungen an innovative Scheibenbremsen definiert¹⁸ und mit den Herstellern von Scheibenbremsen diskutiert. Im Zentrum stand die Frage des Gewichts der Bremse. Verschiedene Hersteller haben mittlerweile neue Scheiben entwickelt, die entweder aufgrund eines geringeren Scheibendurchmessers oder aufgrund neuer Materialien und Fertigungsverfahren deutliche Gewichtsvorteile erzielen. Die neuen Scheibenbremsen befinden sich derzeit in Erprobung in den Innovationsprojekten „5L“-Demonstrator bzw. „Innovativer Güterwagen“. Durch die Verwendung neuer Materialien und Fertigungsverfahren

Überprüfung der bestehenden Regularien erforderlich

konnte das Gewicht einer Bremscheibe deutlich verringert werden. Die neuen Scheibenbremsen wiegen rund 50 Kilogramm weniger, was eine Reduktion um rund 35 Prozent entspricht. Das erlaubt bei einem vierachsigen Güterwagen beachtliche 400 Kilogramm mehr Zuladung.

Der TIS hält das Potenzial für eine weitere Gewichtsreduzierung der Scheibenbremse für noch nicht ausgereizt. Eine vielversprechende Option, für die sich der TIS einsetzt, ist die sogenannte „Ein-Scheiben-Lösung“: eine Scheibenbremse mit nur noch einer statt zwei Bremscheiben je Radsatz. Allerdings müssen hier Sicherheitsaspekte berücksichtigt werden, zum Beispiel im Hinblick auf Gefahrguttransporte.

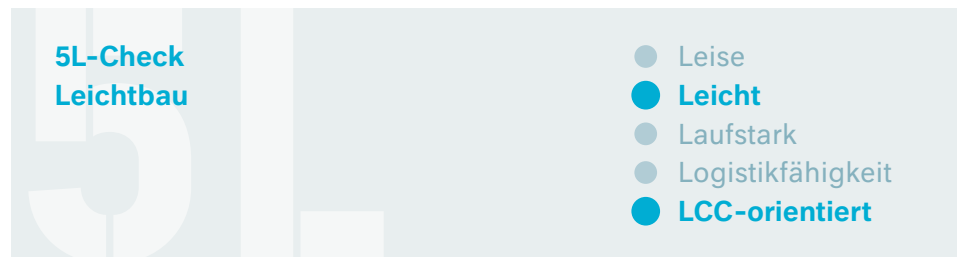
Eine wichtige Herausforderung bleibt die Reduzierung der heute noch vergleichsweise hohen Beschaffungskosten. Darüber hinaus müssen beim Betrieb der Fahrzeuge mit Scheibenbremse die Prozesskosten im Vergleich zur herkömmlichen Klotzbremse betrachtet werden.

2.3

Innovatives Wagendesign

2.3.1 Leichtbau

„Leicht“ ist eines der „5L“-Kriterien für innovative Güterwagen. Eine Reduzierung des Wagengewichts generiert in vielen Fällen wirtschaftliche Vorteile – für den Verladener durch eine erhöhte Zuladung, für das Eisenbahnverkehrsunternehmen durch eine Reduzierung des Energieverbrauchs bei Leerfahrten.



Schon der kluge Einsatz konventioneller Materialien eröffnet Spielraum für eine Gewichtsreduktion. Weitere Möglichkeiten ergeben sich durch die Verwendung innovativer Materialien. Hier ist allerdings Grundlagenforschung erforderlich.

Die Demonstrator-Züge zeigen: mehrere Tonnen Gewichtseinsparung sind möglich

Im Rahmen der Projekte „Innovativer Güterwagen“ der DB Cargo AG und der VTG AG sowie „Innovative Tankcontainer“ der BASF SE wurden Güterwagen mit konventionellen Materialien „auf Leichtbau getrimmt“. Dabei konnte das Gewicht der Innovativen Güterwagen teilweise um mehrere Tonnen im Vergleich zu Referenzfahrzeugen gesenkt werden. Noch mehr Reduktion dürfte durch den Einsatz von innovativen Materialien möglich sein.

Das Regelwerk muss den Weg frei machen für leichtere Wagen

Perspektivisch stellen die aktuellen Regularien eine Hürde für weitere Gewichtsreduzierungen dar. Sie schreiben ein hohes Eigengewicht für Güterwagen vor: mindestens 20 Tonnen für vierachsige Wagen mit Scheibenbremsen und mindestens 16 Tonnen für solche mit Klotzbremsen. Der TIS hält es deshalb für erforderlich, die bestehenden Regularien zu überprüfen und anzupassen, damit das Potenzial einer Leichtbauweise für Güterwagen ausgeschöpft werden kann.

Grundsätzlich ist der TIS offen für die Verwendung innovativer Materialien wie Kohlefaserverbundwerkstoffen. Jedoch sind vor deren Einsatz im operativen Eisenbahnbetrieb weitere Grundlagenforschung sowie umfangreiche Erprobungen erforderlich. Dabei müssen selbstverständlich Sicherheitsanforderungen berücksichtigt werden, insbesondere die Entgleisungssicherheit. Auch Wirtschaftlichkeitsanforderungen gehören in die Gesamtbetrachtung. Dazu zählt etwa die Anforderung,

dass Reparaturen und Instandhaltungen bei Verwendung innovativer Werkstoffe genauso einfach durchführbar sein sollten wie heute.

2.3.2 Modulare Bauweise und innovative Behälterkonzepte

Heutige Güterwagen haben eine technische Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten. Dies ist zwar grundsätzlich positiv, führt jedoch auch zu langen Erneuerungs- und Innovationszyklen. Hinzu kommt: Die Mehrzahl der Wagen ist sehr spezifisch auf die Ladegüter und den jeweiligen Transportbedarf ausgerichtet.

Die spezifische Ausrichtung auf eine Gutart führt oftmals zu einer geringen Auslastung der Güterwagen. Ein wesentlicher Nachteil dieser Spezialisierung besteht darin, dass jeweils nur kleine Stückzahlen einer Wagengattung bestellt werden. Das führt zu erhöhten Kosten sowohl bei der Beschaffung als auch im Rahmen der Instandhaltung.

Der TIS sieht in der modularen Bauweise von Tragwagen in Verbindung mit innovativen Behälterkonzepten einen Ansatz, das skizzierte Problem zu lösen. Behälterkonzepte sind im Schienengüterverkehr grundsätzlich nichts Neues, wie das seit Jahren wachsende Segment der Intermodalverkehre zeigt. Aber auch für Massengüter setzen sich zunehmend innovative Behälterlösungen durch.

Die Trennung von Tragwagen und Aufbau eines Güterwagens bietet gleich mehrere Vorteile: Das Untergestell kann – in verschiedenen Längenausführungen – standardisiert und kostengünstig in hohen Stückzahlen produziert werden. Dabei darf und soll das Untergestell auch weiterhin eine hohe technische Lebensdauer aufweisen. Der Aufbau beziehungsweise Behälter kann dagegen transportgutspezifisch konzipiert und gegebenenfalls für eine geringere technische Lebensdauer gefertigt werden. So lassen sich Innovationszyklen vorteilhaft verkürzen.

**Überzeugende Vorteile:
bessere Auslastung
im Betrieb, geringere
Beschaffungs- und
Instandhaltungskosten**

5L-Check
Modulare Bauweise und
innovative Behälterkonzepte

- Leise
- Leicht
- **Laufstark**
- **Logistikfähigkeit**
- **LCC-orientiert**

Ein weiterer Vorteil der modularen Bauweise besteht darin, dass sich die Investitionssicherheit für die Wagenhalter erhöht. Während insbesondere bei Spezialgüterwagen ein Risiko für die langfristige Einsetzbarkeit bei sich verändernden Märkten besteht, kann bei einem modularen Konzept eine Behälterlösung gegen eine andere ausgetauscht werden. Auch Instandhaltungsanforderungen wie Material, Werkstatt-Know-how und Mess- und Prüfmittel könnten minimiert und so Kosten- und Durchlaufzeiten verringert werden.

Praktisch erprobt wird ein solcher modularer Ansatz derzeit unter anderem im Rahmen des innovativen mobilen Tankkonzepts der BASF. Im operativen Einsatz ist ein solch modularer Ansatz bereits seit 2017: Der bis zu 75 Tonnen schwere BASF Class Tankcontainer fährt in Kombination mit einem besonders leichten innovativen Tragwagen. Er demonstriert überzeugend, wie eine Trennung des Untergestells vom Aufbau neue, optimierte Logistikkonzepte ermöglicht und die Laufleistung der Güterwagen erhöht (vgl. auch Kapitel 2.5.3).

Klar ist aber auch: Für langfristige Kundenverkehre sowie für Transporte von nicht oder nur bedingt containerisierbaren Gütern wird auch zukünftig ein speziell auf den Verkehr ausgerichteter Güterwagen wirtschaftliche Vorteile erzielen.

2.4

Life-Cycle-Cost-Betrachtung

Technische Innovationen für Eisenbahngüterwagen dürfen kein Selbstzweck sein. Was vom technischen Standpunkt her möglich ist, muss sich auch an wirtschaftlicher Machbarkeit messen lassen.

Lebenszyklus-Kosten entscheiden über den Wert von Innovationen

Häufig sind technische Innovationen in der Beschaffung zunächst teurer als konventionelle Komponenten. Entwicklungs- und Zulassungskosten müssen in der Regel auf eine zur Markteinführung kleine Stückzahl umgelegt werden. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist jedoch die Betrachtung der Life Cycle Costs (LCC): Wie verhalten sich die Kosten über den gesamten Lebenszyklus?

Bislang fehlte der Branche ein allgemein akzeptiertes LCC-Grundmodell, insbesondere für die Berechnung der Life Cycle Costs von Güterwagen. Von einzelnen Herstellern entwickelte LCC-Modelle wurden seitens der Kunden vornehmlich als Instrument zur Verkaufsförderung wahrgenommen.

Das LCC-Modell des TIS: eine unternehmensübergreifende Initiative

In einer bislang im Sektor beispiellosen Kooperation haben die im TIS vertretenen Unternehmen gemeinsam ein LCC-Modell für Drehgestelle, Radsätze und Bremssysteme entwickelt. Ein beauftragtes neutrales Beratungsunternehmen erhob die hierfür nötigen realen Beschaffungs- und Instandhaltungskosten und arbeitete auf dieser Basis Algorithmen zur Berechnung der Lebenszykluskosten in Abhängigkeit der Laufleistung aus. Die von den TIS-Wagenhaltern übermittelten Daten wurden dafür anonymisiert und aus ihnen Durchschnittswerte gebildet.

Das LCC-Modell ausbauen und für den gesamten Sektor nutzbar machen

Modelle zur Ermittlung der Lebenszykluskosten sind essenziell für Investitionsentscheidungen. Besonders dann, wenn konventionelle und seit Langem bekannte Techniken durch Innovationen ausgetauscht werden sollen. Deshalb setzt sich der TIS dafür ein, dass neben dem bereits vorhandenen LCC-Modell für das Fahrwerk eines Güterwagens auch weitere Komponenten in das LCC-Modell integriert werden. Darüber hinaus sollte in zukünftigen LCC-Modellen auch die Ertragsseite aus Sicht eines Eisenbahnverkehrsunternehmens sowie eines Wagenhalters integriert werden. Damit stünde dem gesamten Sektor ein umfassendes und abgestimmtes Instrument zur Optimierung und letztendlich für den Nachweis der Wirtschaftlichkeit von Innovationen zur Verfügung.

2.5

Praxistest auf dem Gleis

Es greift zu kurz, die Wirkung von Innovationen auf die „5L“-Kriterien ausschließlich von einem theoretischen Standpunkt heraus zu bewerten. Spätestens vor einer Serieneinführung muss die Praxistauglichkeit nachgewiesen sein. Aus diesem Grund hat der TIS bereits im Jahr 2015 sein Konzept für eine Betriebserprobung von innovativen Komponenten im Rahmen eines Demonstrator-Zugs entwickelt. Aktuell wird dieses Konzept in drei Projekten umgesetzt.

Drei Demonstrator-Projekte liefern wichtige Erkenntnisse zu Basis-Innovationen

Mit der SBB Cargo AG hat sich 2016 ein am TIS beteiligtes Unternehmen bereit erklärt, erstmals einen Zug mit einer Vielzahl an innovativen Lösungen aufzubauen und auf die Strecke zu schicken. Unterstützt wird das „5L“-Demonstratorprojekt vom Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Bundesamt für Verkehr (BAV).

Auch in Deutschland wurde im Jahr 2016 durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur ein Forschungsprojekt „Aufbau und Erprobung von Innovativen Güterwagen“ ausgeschrieben. Den Zuschlag erhielt die Arbeitsgemeinschaft bestehend aus der DB Cargo AG und der VTG AG. Beide Unternehmen sind ebenfalls Mitglieder des TIS.

Schließlich hat auch die BASF SE ein Projekt „Innovatives mobiles Tankkonzept“ initiiert. Im Rahmen des Projekts wurden innovative besonders leichte Containerwagen und die weltweit größten BASF Class Tankcontainer neu entwickelt, erprobt und in der Praxis eingeführt.

In allen drei Innovationsprojekten wird die Wirkung der Innovationen auf die Wirtschaftlichkeit der Güterwagen, eine Reduzierung des Energieverbrauchs sowie auf eine Lärminderung untersucht. Auch wenn die Projekte teilweise noch nicht abgeschlossen sind, so liegen erste wertvolle Erkenntnisse vor, die optimistisch stimmen.

2.5.1 „5L“-Demonstrator – SBB Cargo

Im Mai 2017 stellte die SBB Cargo auf der Messe transport logistic in München erstmals ihren „5L“-Demonstrator-Zug der Öffentlichkeit vor.¹⁹ Das Pionierprojekt bringt insgesamt sechzehn Bestandsgüterwagen aufs Gleis – allesamt Containertragwagen, die mit einer Vielzahl von Innovationen ausgerüstet sind. Es setzt sich zum Ziel, die „5L“-Idee in die Praxis zu überführen: einen leisen, leichten, lauffast, logistikfähigen und life-cycle-cost-orientierten Innovativen Güterwagen.

Der „5L“-Demonstrator-Zug befindet sich seit Mai 2018 im operativen Betrieb. Über vier Jahre hinweg soll er mindestens 400.000 Kilometer absolvieren. Im Fokus stehen Erkenntnisse über Verschleißverhalten, Lärminderungseffekte und Automatisierungsanwendungen wie die

400.000 Kilometer Laufleistung in vier Jahren

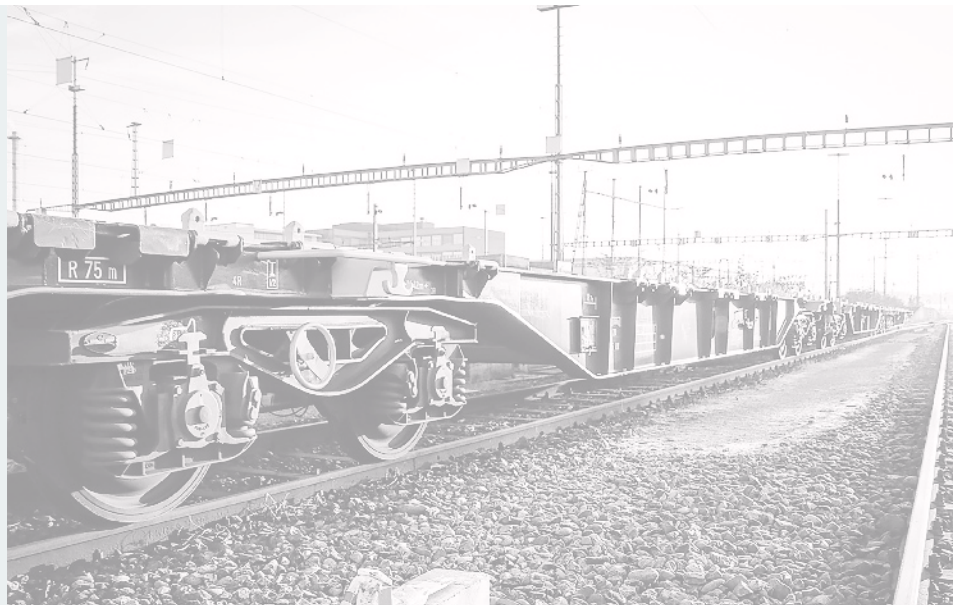
automatische Bremsprobe. Erste Ergebnisse liegen für den Bereich der Lärmemission vor. Bisher durchgeführte Messungen zeigen eine Lärm-minderung von circa fünf Dezibel im Vergleich zu bereits lärmsanierten Güterwagen mit Kunststoffbremssohlen.

Sechs innovative Systeme im Praxistest am Containertragwagen

Mit dem „5L“-Demonstratorzug werden sechs innovative Systeme in der Praxis auf ihre Funktionen und Eigenschaften erprobt:

- innovative Drehgestelle von vier verschiedenen Herstellern
- innovative Radsätze von vier verschiedenen Herstellern
- innovative Scheibenbremsen von drei verschiedenen Herstellern
- automatische Kupplungen von zwei verschiedenen Herstellern
- Trennung von Untergestell und Aufbau durch Einsatz eines innovativen 60‘-Schiebewand-Aufbaus
- Telematikanwendungen

5L-Demonstrator-Zug der SBB Cargo



2.5.2 BMVI-Projekt Innovativer Güterwagen – DB Cargo / VTG

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat im Frühjahr 2016 eine Auftragsforschung „Aufbau und Erprobung Innovativer Güterwagen“ ausgeschrieben. In den Fokus stellte das BMVI die Aufgabe, einen zugleich leisen, energieeffizienten und wirtschaftlichen Güterwagen zu entwickeln. Aus bereits vorhandenen Komponenten und Technologien sollten neue innovative Güterwagen konzipiert und in einem Demonstratorzug erprobt werden. Den Zuschlag für die Durchführung des auf zweieinhalb Jahre angelegten Projekts erhielt im September 2016 die Arbeitsgemeinschaft DB Cargo AG und VTG AG.²⁰

Zwölf Prototypen aus vier Wagengattungen auf Probefahrt

Die Arbeitsgemeinschaft hat dazu einen Demonstratorzug mit innovativen Güterwagen (IGW) aufgebaut, die im Praxisbetrieb erprobt werden. Im Zug fahren insgesamt zwölf IGW-Prototypen, und zwar jeweils drei der vier folgenden Wagengattungen:

- Flachwagen – für den Transport von Stahlprodukten
- Autotransportwagen – für den Transport von Fertigfahrzeugen
- Kesselwagen – für den Transport von flüssigen Chemieprodukten
- Containertragwagen – für den Transport von Containern

Die zwölf Prototypen sind ausgestattet mit verschiedenen innovativen Komponenten wie Drehgestellen mit radial einstellbaren Radsätzen, Scheibenbremsen, leisen Radsätzen mit lärmindernden Technologien, Telematikgeräten, digitalen Bremsmonitoring-Systemen, Strom- und Datenbusleitungen sowie elektro-pneumatischen Bremsen. Zu Vergleichszwecken fahren im Demonstratorzug weitere acht Referenzfahrzeugen mit konventionellen Komponenten mit. An drei Bestandsgüterwagen werden zwei verschiedene Typen einer automatischen Kupplung erprobt.

150.000 Kilometer quer durch Europa

Im März 2018 war der Demonstratorzug zu seiner Testfahrt durch Deutschland und Europa gestartet. Zum Projektende im März 2019 hatte er die anvisierte Zielmarke einer Laufleistung von 150.000 Kilometern erreicht. Begleitend wurden im Januar und Februar 2018 sowie im Oktober 2018 umfangreiche Lärm- und Energiemessungen auf dem Prüf- und Validierungszentrum der Siemens AG in Wegberg-Wildenrath an den IGW durchgeführt und mit den Referenzgüterwagen verglichen. Erste Ergebnisse zur Lärmemission liegen vor: Mit einer gemessenen Minderung in Höhe von vier bis sieben Dezibel im Vergleich zum TSI-Noise-Grenzwert von aktuell 83 Dezibel wurde das Projektziel nicht nur erreicht, sondern sogar übertroffen. Allerdings bleibt abzuwarten, inwiefern die lärmreduzierende Wirkung der innovativen Radsätze mit Schallabsorbieren beziehungsweise Ringelementen auch nachhaltig ist.

Für eine abschließende Bewertung des Projekts ist es noch zu früh. Schon jetzt ist allerdings deutlich: Die neutrale Validierung der Wirksamkeit verschiedener Lärm- und Energieminderungsmaßnahmen am Güterwagen durch ein vom BMVI beauftragtes Prüfinstitut ermöglicht einen hohen Erkenntnisgewinn für den gesamten Sektor.

Innovative Güterwagen der DB Cargo AG und der VTG AG



2.5.3 Innovatives mobiles Tankkonzept – BASF

Mehr als eintausend Bahn-Kesselwagen sind auf dem Werksgelände der BASF im Einsatz. Sie transportieren flüssige oder gasförmige Chemiegüter – vom Bahnhof zu den Betrieben. Ihren Einsatz zu optimieren ist zentrales Ziel des BASF-Projekts „Innovatives mobiles Tankkonzept“.²¹ Es zielt darauf ab, die derzeit hohen Vor- und Nachlaufkosten des Schienengüterverkehrs in den BASF-Werken deutlich zu reduzieren. Die Grundidee: Transportiert wird auf dem Werksgelände in Zukunft automatisiert. Gleichzeitig soll der neue Güterwagen leiser werden, um die Akzeptanz von Bahntransporten in der Bevölkerung zu erhöhen.

Das „Innovative mobile Tankkonzept“ besteht aus den Bausteinen:

- innovative BASF Class Tankcontainer (75 Tonnen Gesamtgewicht)
- innovative Containertragwagen
- automatisiert (e-mobil) fahrende Fahrzeuge für den Vor- und Nachlauf
- vollautomatisches Tankcontainerlager

Dazu haben die BASF-Eisenbahnlogistiker mit dem belgischen Nutzfahrzeughersteller Van Hool einen neuartigen Tankcontainer mit einem hohen Zuladevolumen entwickelt. Das ermöglicht die Integration in moderne Logistikketten auf dem Werksgelände. Fachkreise bezeichnen diese neue Klasse von Tankcontainern als B-TC (BASF Class Tankcontainer). Zum Transport der innovativen Tankcontainer hat die BASF in Zusammenarbeit mit Projektpartnern einen innovativen 45'-Containertragwagen entwickelt. Durch sein innovatives Drehgestell und leise Radsätze unterschreitet der Güterwagen den Grenzwert der TSI Noise um circa fünf Dezibel. Das Gewicht des Containertragwagens wurde optimiert und beträgt trotz Verwendung von Scheibenbremsen nur noch 16,5 Tonnen. Mitte 2018 wurde im Werksteil Nord am Standort Ludwigshafen ein Lager in Betrieb genommen, in dem die neuen Tankcontainer nun voll automatisch verladen werden. Den Transport vom Tankcontainerlager zu den Betrieben übernimmt ein fahrerloses Förderfahrzeug: das Automated Guided Vehicle (AGV).

Innovatives
Tankcontainerkonzept
der BASF SE



2.6

Ausblick Innovativer Güterwagen

In den vergangenen Jahren haben der TIS, die an ihm beteiligten Unternehmen sowie andere Marktteilnehmer viele Innovationen konzipiert, entwickelt und erprobt, die den Güterwagen technisch und wirtschaftlich entscheidend verbessern. Heute besteht im Sektor Schienengüterverkehr ein weitgehend gemeinsames Verständnis über den innovativen Güterwagen der Zukunft.

Der Güterwagen der Zukunft zeichnet sich aus durch:

Ausstattung mit innovativen Laufwerken, Drehgestellen, Radsätzen und Bremssystemen. Leichtere, verschleißarme und leisere Komponenten verbessern die Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz moderner Güterwagen.

Ausrüstung mit Telematikgeräten. Je nach Einsatzgebiet der Güterwagen werden diese mit Sensorik ausgestattet sein, um vielfältige Use Cases umsetzen zu können, zum Beispiel Stoßdetektion, Verwiegung, Temperaturerfassung oder Druckerfassung am Tank. Die Übermittlung von Telematikdaten erfolgt über standardisierte Schnittstellen, sodass Kompatibilität zwischen allen mit Telematikgeräten ausgerüsteten Güterwagen besteht.

Innovatives Wagendesign mit modularer Bauweise und Leichtbaukonzepten. Dabei wird der Tragwagen in modularer Bauweise konstruiert sein, um den Einsatz des Tragwagens während seiner Lebenszeit flexibel zu halten. Prinzipien aus dem Leichtbau finden sowohl für Tragwagen als auch für die Aufbauten Berücksichtigung. Allerdings wird es auch zukünftig vielfältige Einsatzgebiete geben, in denen Güterwagen konventioneller Bauart spezifische Einsatzvorteile haben, beispielsweise aufgrund höherer Zuladung.

Mit den beschriebenen Innovationen werden Güterwagen zukünftig leise, leicht, laufstark und logistikfähig fahren. Von zentraler Bedeutung ist dafür das fünfte „L“: life-cycle-cost-orientiert. Nur bei gegebener Wirtschaftlichkeit werden sich Innovationen auch am Markt durchsetzen. Um die Wirtschaftlichkeit, aber auch andere Effekte der Innovationen zu bewerten, wurden seitens verschiedener am TIS beteiligten Unternehmen Demonstrator-Projekte gestartet. Die bisherigen Zwischenergebnisse der vom TIS angeregten und begleiteten Demonstrator-Projekte stimmen positiv für die Zukunft, ebenso die mittlerweile verbreitete innovationsfreundliche Grundhaltung im Sektor.

**Der Intelligente Güterzug
bringt Effizienz auf die Schiene.
Sein Herzstück: die Digitale
Automatische Kupplung mit
durchgehender Strom- und
Datenbusleitung.**



3.0

Zielmarke Intelligenter Güterzug

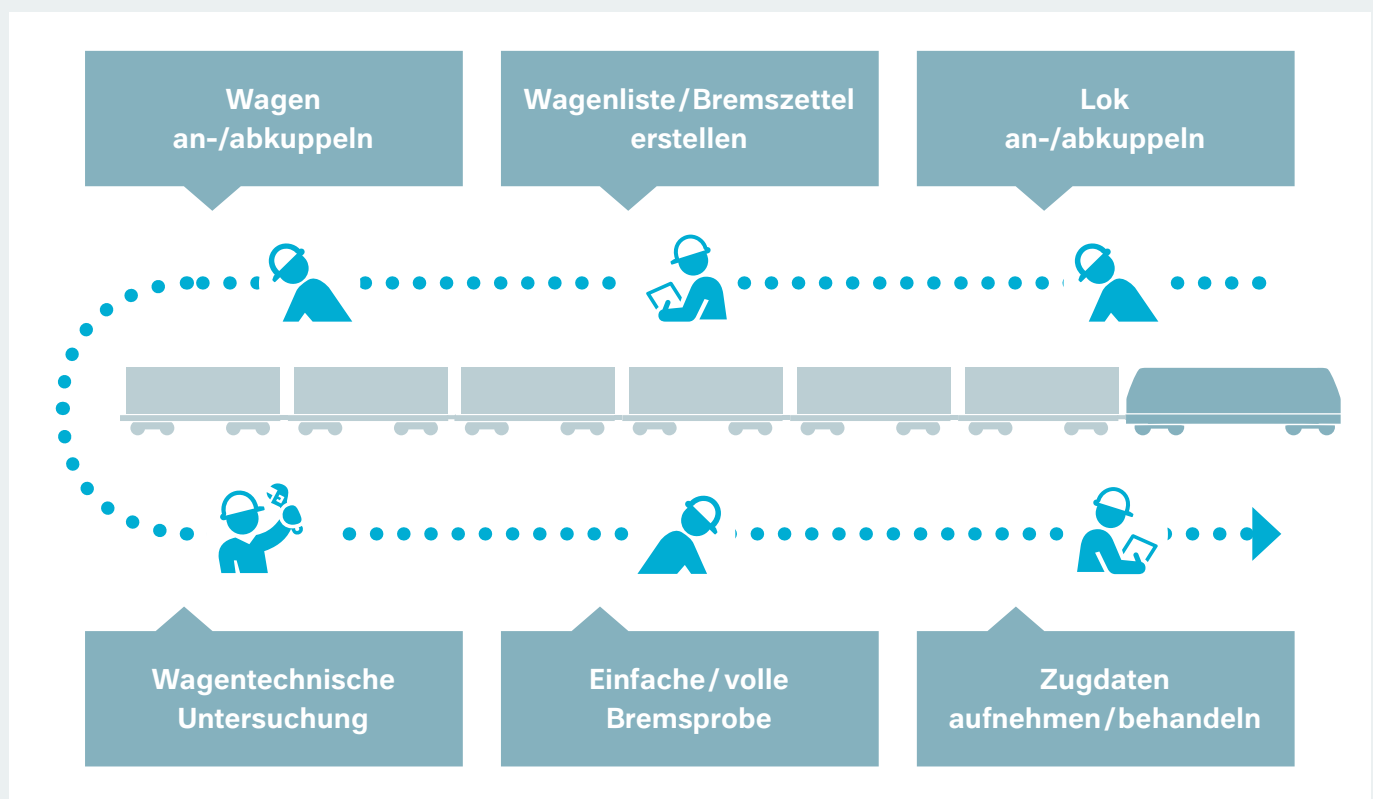
Wer die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs spürbar steigern will, darf nicht beim „Innovativen Güterwagen“ stehen bleiben. Der eigentliche Wert zahlreicher Basis-Innovationen lässt sich erst dann heben, wenn der Güterzug als Ganzes in den Blick genommen wird. Das gilt ganz besonders für das Feld der Digitalisierung und Automatisierung von Betriebsabläufen. Der TIS geht deshalb konsequent den nächsten Schritt: den Innovativen Güterwagen zum Intelligenten Güterzug zusammenfügen. Darin liegt großes Potenzial für Effizienzsteigerungen und somit für eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit im Schienengüterverkehr.

Zugbildung 2019 – noch immer viel Handarbeit

Ein Blick auf den Prozess der Zugbildung zeigt: In puncto Automatisierung hat sich seit Jahrzehnten wenig getan. Die Vorbereitung eines Zugs bis zur Abfahrt ist in der Regel noch immer mit einem hohen manuellen Aufwand verbunden. Triebfahrzeug und Güterwagen müssen mechanisch gekuppelt und Luftschläuche für die Bremse verbunden werden. Die Wagenreihe wird kontrolliert, die Bremse geprüft. Das Bremsgewicht des Zuges wird ermittelt und eine Bremsberechnung durchgeführt. Der

Manuelle Tätigkeiten in der Zugvorbereitung (Auswahl)

Quelle: TIS



Der Schlüssel für mehr Effizienz liegt in der Automatisierung von Betriebsabläufen

technische Zustand der Güterwagen wird vom Betriebspersonal im Rahmen einer wagentechnischen Untersuchung kontrolliert. Schließlich ist auch noch das Zugschlussignal am Zugende händisch anzubringen.

Dass hier etwas passieren muss, liegt auf der Hand. Der TIS hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, manuelle Tätigkeiten rund um die Zugbereitstellung und -abfertigung zu automatisieren. Um Effekte zu erzielen, bedarf es allerdings mehr als einer Automatisierung einzelner Arbeitsschritte. Es müssen Lösungen gefunden werden, die den Einsatz von Bahnbetriebspersonal am Güterzug insgesamt minimieren. Folgendes Beispiel macht das deutlich: Selbst bei einer erfolgreichen Automatisierung der Bremsprobe oder der wagentechnischen Untersuchung müssten Güterwagen auch weiterhin manuell von Hand gekuppelt werden. Das Betriebspersonal am Gleis hätte dann zwar weniger zu tun, sein Einsatz wäre aber trotzdem weiter erforderlich.

Die Einführung einer automatischen Kupplung ist für den TIS daher ein wesentlicher Baustein. Er ist Grundlage für Effizienzsprünge, von denen das ganze System Schiene profitiert. Für die Automatisierung des Bahnbetriebs ist darüber hinaus eine ausreichende Energieversorgung sowie

Themenschwerpunkte TIS in Bezug auf Intelligente Güterzüge

Quelle: TIS

1. Automatisierte Betriebsabläufe

- automatische Bremsprobe / Berechnung Bremsgewicht
- Zugtaufe und Zugintegritätsprüfung
- Erfassung Wagenreihung
- Digitalisierung wagentechnische Untersuchung
- sensorbasierte Überwachung von Komponenten und zustandsorientierte Instandhaltung

2. Digitale Automatische Kupplung (DAK)

- Einsatz einer DAK mit automatischer Kupplung auch von Luft-, Strom- und Datenbusleitung
- Erstellung funktionaler Anforderungen und Auswahl Kupplungskopf
- Entwicklung Use Cases und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Erstellung von Migrations- und Finanzierungskonzepten

3. Energie- und Datenmanagement

- Entwicklung eines Standards für die zukünftige Energieversorgung an Bord von Güterwagen (Batterie/Akku, Stromleitung) – Identifikation zukünftiger Energiebedarf sowie Spannungsstärke Stromversorgung
- Entwicklung eines Standards für die zukünftige Datenkommunikation in Güterzügen funk- und kabelgebunden inkl. Auswahl einer Technologie

4. Elektro-pneumatische Bremse

- Verwendung Stromleitung in Güterwagen (auch) zur Ansteuerung von ep-Bremsventilen
- Entwicklung und Erprobung einer wirtschaftlichen Lösung für eine ep-Bremse

eine sichere Datenkommunikation im Zug von Bedeutung. Die Zusammenführung dieser Bausteine zu einer Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) mit integrierter Strom- und Datenbusleitung wird beträchtliche Möglichkeiten für den Bahnbetrieb eröffnen. Für den TIS ist deshalb klar: Die europaweite Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung muss mit Nachdruck angegangen werden.

Da das Konzept einer DAK auch die Verwendung einer Stromleitung umfasst, ist es naheliegend, in diesem Zusammenhang auch die Einführung einer elektro-pneumatischen Bremse in den Schienengüterverkehr zu erwägen.

Die Roadmap zum Intelligenten Güterzug

Die Roadmap des TIS für den Intelligenten Güterzug umfasst vier thematische Schwerpunkte. Im Zentrum stehen die Innovationsfelder automatisierte Betriebsabläufe, Digitale Automatische Kupplung, Energie- und Datenmanagement sowie die elektro-pneumatische Bremse.

3.1

Automatisierung von Betriebsabläufen

Der Automatisierung von Betriebsabläufen fällt aus Sicht des TIS eine Schlüsselrolle bei der Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs zu. Telematikanwendungen eröffnen vielfältige Möglichkeiten, manuelle Tätigkeiten am Güterwagen beziehungsweise Güterzug zu automatisieren. Von entscheidender Bedeutung wird sein, Lösungen zu finden, die manuelle Arbeitsschritte und visuelle Prüfungen komplett ersetzen und nicht nur einzelne Arbeitsschritte vereinfachen oder verkürzen.

Wettbewerbsfähigkeit sichern, dem Fachkräftemangel begegnen

Dabei geht es nicht nur um die Steigerung der Wirtschaftlichkeit. Automatisierung bietet auch eine Antwort auf den zunehmenden Fachkräftemangel. Personalknappheit, insbesondere in Berufsbildern wie Triebfahrzeugführer oder Wagenmeister, ist ein drängendes Problem der Branche, das sich in den kommenden Jahren noch verstärken dürfte. Automatisierung ermöglicht, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von wenig attraktiven manuellen Tätigkeiten zu entlasten, die zu jeder Tages- und Nachtzeit und bei jedem Wetter durchgeführt werden müssen. Im Fokus stehen nicht nur die Zeitbedarfe für die jeweilige Tätigkeit, sondern auch Warte- und Transferzeiten, um die benötigten Akteure zu den jeweiligen Orten zu bringen.

Welchen Beitrag die Automatisierung der Betriebsabläufe leisten kann, soll hier an sieben relevanten Einsatzfeldern verdeutlicht werden:



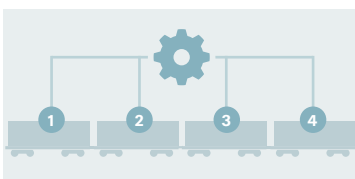
Bremsprobe

Einen gewichtigen Hebel zur Effizienzsteigerung bietet die automatische Bremsprobe. Aktuell muss vor jeder Zugabfahrt die Funktion der Bremsen überprüft werden. Meist werden die zeitintensiven manuellen Bremsproben vom Triebfahrzeugführer oder Wagenmeister durchgeführt. Eine Aufgabe, die nicht nur Kosten verursacht, sondern aufgrund des erwähnten Personalmangels immer schwieriger zu bewältigen ist.



Bremsberechnung

Vor jeder Abfahrt eines Zuges muss das Bremsgewicht ermittelt und daraus das Bremsvermögen, die sogenannten Bremshundertstel, berechnet werden. Es ist grundsätzlich vorstellbar, dass ein Intelligenter Güterzug in Zukunft diese Bremsberechnung selber durchführt und in einem Display auf dem Triebfahrzeugführerstand anzeigt. Das spart Personal und Zeit.



Erfassung der Wagenreihung

Der Intelligente Güterzug soll künftig mit einer automatisierten Wagenreihung arbeiten. Dazu wird vor Abfahrt eine sogenannte Zugtaufe durchgeführt, bei der sich die jeweiligen Güterwagen im Zugnetzwerk anmelden und die Wagenreihung übermitteln. Auf diese Weise wäre die

jeweilige Wagenreihung zu jedem Zeitpunkt bekannt. Bei Abweichungen vom Plan kann das System aktiv einen Hinweis generieren.



Zugintegritätskontrolle

Spätestens mit der Einführung von ETCS Level 3 soll auf das kostenintensive, infrastrukturseitige Vorhalten von Achszählern und Gleisfreimeldeanlagen verzichtet werden. Hemmnis hierfür ist heute allerdings, dass Güterzüge – im Gegensatz zu Personenzügen – noch nicht über eine Zugintegritätskontrolle verfügen. Deren Entwicklung und Einführung ist eine notwendige Bedingung für die Einführung von ETCS Level 3 im Schienenverkehr. Bei einer Zugintegritätskontrolle wird in regelmäßigen zeitlichen Abständen geprüft, ob sich auch weiterhin alle Güterwagen im Zug befinden und es zu keiner Zugtrennung gekommen ist.



Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung

Die heutige Form der Zugvorbereitung ist sehr personal- und zeitintensiv. Unter anderem muss vor der Zugabfahrt eine wagentechnische Untersuchung durchgeführt werden. Für Infrastrukturbetreiber, Wagenhalter und Eisenbahnverkehrsunternehmen bietet die Telematik mittlerweile vielfältige Möglichkeiten, den Zustand von Komponenten automatisiert und vorausschauend zu überwachen.

Der TIS hat zu diesem Themenfeld eine Studie in Auftrag gegeben, um die Potenziale der Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung zu analysieren sowie eine Roadmap für deren Digitalisierung zu erstellen.²² Quantitativ erfordert es nicht allzu vieler Technologien, damit die Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung vorangetrieben werden kann, so das Ergebnis der Studie. Die Verfasser benennen vier Schlüsseltechnologien:

- automatische Bremsprobe
- digitale Wagenidentität beziehungsweise Wagenanschriften
- sensorbasierte Erfassung und Auswertung von Beschleunigungen im Fahrwerk oder Wagenkasten
- kamerabasierte Systeme mit Merkmalerkennung

Neben der optimierten Zugvorbereitung bietet eine Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung weitere Vorteile. Zum einen unterstützt sie Lernprozesse, die alle beteiligten Akteure einbezieht. Wie in der Luftfahrt könnten auf diese Weise Fehlerursachen systematisch abgestellt werden. Zum anderen ermöglichen erweiterte Zustandsinformationen über den Wagen eine Neuordnung der Instandhaltung insgesamt. Revisionen und feste Instandhaltungsintervalle ließen sich durch eine zustandsorientierte Instandhaltung ersetzen.

Je nach Blickwinkel treiben die Unternehmen stationäre Technologien am Gleis (way-side) oder mobile Diagnoseeinrichtungen am Güterwagen (on-board) zur Detektion von Komponentenzuständen voran. Wichtig aus Sicht des TIS: Aus vorhandenen Way-Side- und On-Board-Technologien sollte eine optimale und für alle Parteien wirtschaftliche Vorgehensweise identifiziert und in weiteren Pilotprojekten erprobt werden. Der Vernetzung aller Diagnosedaten kommt eine besondere Bedeutung zu.



Zustandsorientierte Instandhaltung

Die Instandhaltung von Güterwagen erfolgt heute im Wesentlichen zeit- und laufleistungsabhängig. Ein wichtiger Grund hierfür ist, dass kontinuierliche Zustandsdaten über die Güterwagen nicht vorliegen. Der Nachteil liegt auf der Hand: Komponenten werden unabhängig von ihrem Zustand prophylaktisch ausgetauscht oder überarbeitet – gegebenenfalls auch vorzeitig. Digitale Verschleißsensoren bieten eine Lösung. Mit ihnen lässt sich der Zustand von Komponenten am Wagen jederzeit analysieren. Die Ergebnisse können in Echtzeit vom Güterwagen per Mobilfunk an das Backoffice übermittelt werden. So lassen sich Instandhaltungskosten erheblich reduzieren. Gleichzeitig nimmt die Verfügbarkeit der Güterwagen zu. Beides trägt entscheidend zur Wirtschaftlichkeit des Betriebs von Güterwagen mit bei.

Es wird in Zukunft darauf ankommen, mittels Big-Data-Analysen Schlussfolgerungen für das Verhalten einer Komponente zu ziehen und die Instandhaltungsprozesse entsprechend anzupassen.



Kuppeln und Entkuppeln

Die körperlich wohl anstrengendste und auch gefährlichste manuelle Tätigkeit dürfte das Entkuppeln und Kuppeln von Güterwagen mit einer Schraubenkupplung darstellen. Die Automatisierung des Kuppelvorgangs durch eine automatische Mittelpufferkupplung entlastet das Betriebspersonal im Rangierbetrieb entscheidend. Zugleich ermöglicht sie erhebliche Effizienzsprünge bei der Organisation der betrieblichen Abläufe. Sie öffnet das Tor für moderne Logistikkonzepte. In vielen Fällen ebnet sie digitalen Anwendungen den Weg.

Die hier unter dem Blickwinkel der Automatisierung beschriebenen Herausforderungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bei der Zugvorbereitung sind häufig weitere manuelle Tätigkeiten durchzuführen, etwa die Kontrolle der Bremshebelstellung oder der Handbremse. Auch diese Aufgaben müssen im Prozess der Automatisierung mitbedacht werden. Ganz entscheidend für die Umsetzung der Automatisierung von Betriebsabläufen wird das zukünftig geforderte Sicherheitsniveau für automatisierte Lösungen sein. Die hier festgelegten Anforderungen sind für die Wirtschaftlichkeit der Lösungen von hoher Bedeutung.

Der automatischen Kupplung kommt bei der Automatisierung von Betriebsabläufen allerdings in vielerlei Hinsicht eine zentrale Rolle zu. Das folgende Kapitel beleuchtet deshalb detailliert, welcher Weg eingeschlagen werden muss, um das Thema automatische Kupplung voranzutreiben.

3.2

Digitale Automatische Kupplung

Zentraler Baustein einer weitgehenden Automatisierung des Schienengüterverkehrs wird die Einführung einer automatischen Kupplung sein, die zugleich die Energieversorgung sowie eine sichere Datenkommunikation im Zug sicherstellt. Die Zusammenführung dieser Funktionen zu einer Digitalen Automatischen Kupplung mit integrierter Strom- und Datenbusleitung wird beträchtliche Möglichkeiten für den Bahnbetrieb eröffnen. Sie ermöglicht Effizienzsprünge, von denen das gesamte System Schiene profitieren wird.

Für den TIS ist deshalb klar: Die europaweite Einführung einer solchen Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) muss mit Nachdruck angegangen werden.

Digitalisierung eröffnet neuen Blick auf die automatische Kupplung

Alle bisherigen Versuche, eine automatische Kupplung (AK) in den europäischen Schienengüterverkehr einzuführen, sind gescheitert. Dessen sind sich die TIS-Unternehmen bewusst. Mittlerweile haben sich die Rahmenbedingungen für die Einführung einer AK jedoch grundlegend verändert: Aufgrund der technologischen Entwicklung stehen nicht mehr allein die Steigerung der Arbeitssicherheit für das Rangierpersonal oder eine Produktivitätssteigerung beim Rangieren im Vordergrund. Vielmehr können heute vielfältige Zusatznutzen bei Einführung einer DAK in Güterzügen realisiert werden, die die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs erheblich steigern.

Lediglich das mechanische Kuppeln zu automatisieren, wie in Amerika oder in Russland seit Langem üblich, greift heute zu kurz. Um eine deutliche Produktivitätssteigerung zu erzielen, müssen auch die Luft-, Strom- und Datenbusleitungen automatisiert gekuppelt sowie weitere digitale Anwendungen eingeführt werden. So ließen sich zahlreiche weitere Abläufe vom händischen auf automatischen Betrieb umstellen. Perspektivisch ist sogar die Entwicklung einer DAK vorstellbar, die funkferngesteuert entkuppelt.

Migrationsstrategie für die Einführung der automatischen Kupplung

Die Aufgabe des Sektors besteht darin, eine Migrationsstrategie für die genannten Innovationen zu entwickeln und mittelfristig umzusetzen. Dies beinhaltet die Verständigung auf eine europaweit einheitliche DAK sowie auf einen Standard für das Energie- und Datenmanagement im Güterzug.

Der TIS hat sich dazu auf fünf wesentliche technische Grundsätze verständigt, die den Rahmen für eine zu definierende DAK abstecken:

Definition von verschiedenen Typen einer automatischen Kupplung (Typ 1 bis 5), beginnend bei einer AK, die lediglich eine mechanische Verbindung herstellt, über einen Typ, der eine automatische Verbindung der Luftleitung integriert, bis hin zur digitalen vollautomatisierten Kupplung, bei der neben der mechanischen Verbindung auch die Luft-, Strom- und Datenbusleitung automatisch gekuppelt sowie ferngesteuert entkuppelt werden kann.

Integrierte Kupplung von Luft-, Strom- und Datenbusleitung als Minimum-Standard für die Migration der DAK in den Markt. Die entsprechende DAK-Typ 4 soll eine möglichst hohe Wirkung auf die Digitalisierung und Automatisierung des Schienengüterverkehrs erzielen. Wichtig: Die Digitale Automatische Kupplung muss upgrade-fähig und aufwärtskompatibel zu einer DAK-Typ 5 sein.

Keine Kompatibilität zur hergebrachten Schraubekupplung herstellen. So soll sich die DAK schnell und vollständig in Europa durchsetzen. Auch wenn die Gewährleistung eines Mischbetriebs aus DAK und Schraubekupplung die Umstellungsphase erleichtern könnte, sind die Vorteile einer zügigen Migration bedeutsamer.

Standardisiertes Energie- und Datenmanagement über eine durchgehende Strom- und Datenbusleitung, um Telematikanwendungen und Automatisierungen zuverlässig zu gewährleisten. Dabei soll die Stromversorgung ausreichend für einen künftigen Ausbau dieser Felder angelegt sein und zudem genügend Energie zum Aufladen von Akkus liefern. In Bezug auf die heutigen und zukünftigen Telematikanwendungen hat der TIS die Standardisierung der Datenschnittstellen für die gesamte Übermittlungskette eingeleitet – von der Telematikeinheit auf den Güterwagen, über Zug und Triebfahrzeug bis hin zur Auswertestelle.

Technisch robuste Konstruktion, die Zug- und Druckkräfte durch künftig schwerere und längere Züge auf die DAK berücksichtigt. Gleichzeitig soll die Kupplung möglichst leicht bleiben, um Zuladungsverluste zu vermeiden.

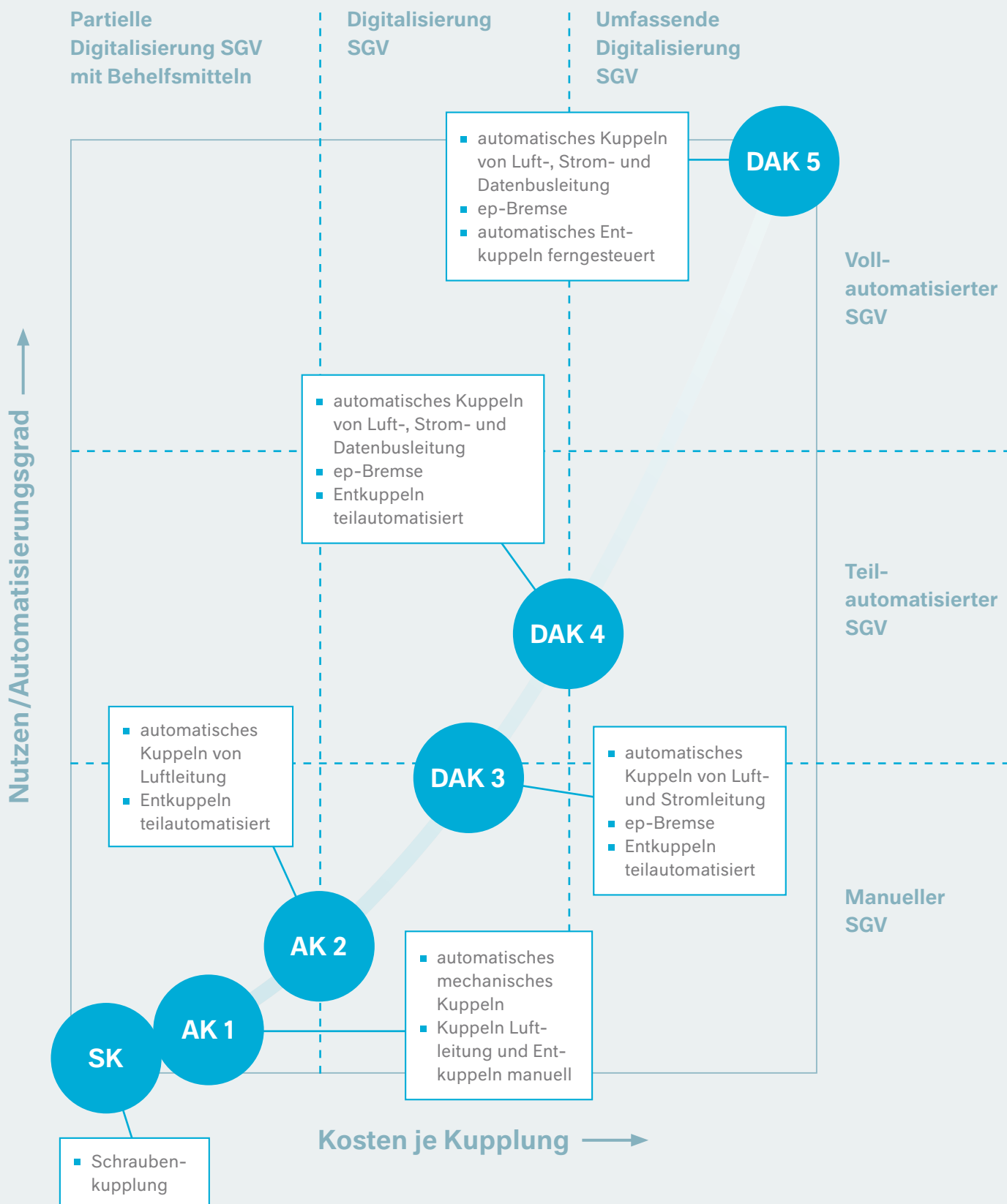
Heute sind in den Demonstratorzügen der TIS-Unternehmen bereits erste automatische Kupplungen im Einsatz, die die Verbindung der Luftleitung integrieren. Diese sogenannten Typ-2-Kupplungen sind eine gute Einstiegslösung und generieren bereits einen Mehrwert für die Betriebsabläufe. Dennoch: Das Ziel muss die Einführung der voll Digitalisierten Automatischen Kupplung bleiben. Erst eine solche DAK-Typ 5 ermöglicht, das Potenzial von Digitalisierung und Automatisierung voll auszuschöpfen. Wo für erste Schritte auf eine AK-Typ 2 gesetzt wird, sollten Hersteller und Anwender die Upgrade-Fähigkeit sicherstellen.

Eine sektorale Herausforderung mit politischem Unterstützungsbedarf

Der Prozess der flächendeckenden Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung ist sowohl komplex als auch finanziell herausfordernd. Ohne eine breite politische Unterstützung auf nationaler wie europäischer Ebene wird diese Aufgabe schwerlich zu bewältigen sein. Die hohen Beschaffungs- und Umstellungskosten machen eine monetäre Unterstützung zwingend nötig.

Potenzial verschiedener Typen einer Digitalen Automatischen Kupplung für Automatisierung im SGV

Quelle: TIS



Zwar bietet die Einführung einer DAK Nutzen für viele Stakeholder des Schienengüterverkehrssystems – für Eisenbahnverkehrs- und Infrastrukturunternehmen ebenso wie für Verloader und Wagenhalter. Der Großteil des wirtschaftlichen Mehrwerts fällt aber in das Feld der Eisenbahnverkehrsunternehmen, die ihre Produktivität durch Automatisierung von Betriebsabläufen erheblich steigern können. Die Investitionslast hingegen liegt ausschließlich bei den Wagenhaltern. Für die Migration einer DAK wird es deshalb entscheidend sein, einen monetären Anreiz für Wagenhalter zu schaffen. Die Investition in die Ausrüstung der Güterwagen mit einer DAK muss für sie wirtschaftlich tragfähig gestaltet werden. Politik und Sektor sind gefragt, dafür ein pragmatisches und faires Kostenbeteiligungsmodell zu schaffen.

Acht Themenfelder auf dem Weg zur Digitalen Automatischen Kupplung

Um die Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung voranzutreiben, hat der TIS sich 2018 auf acht Themenfelder verständigt, die als Strategie für das weitere Vorgehen dienen.

Im ersten Schritt haben die am TIS beteiligten Unternehmen ein Positionspapier erarbeitet und im Oktober 2018 der Öffentlichkeit präsentiert. In ihrem Positionspapier plädieren sie für die möglichst zügige Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung in den europäischen Schienengüterverkehr.²³

Auch für Schritt 2 „Grundsatzfragen DAK“ liegen erste Ergebnisse vor: Die am TIS beteiligten Unternehmen haben die grundsätzlichen Anforderungen und Überlegungen zur automatischen Kupplung diskutiert und sich bereits weitgehend auf Standards verständigt.

Themenfelder TIS in Bezug auf Digitale Automatische Kupplungen

Quelle: TIS

1. Positionspapier DAK
2. Grundsatzfragen DAK
3. Funktionale Anforderungen DAK
4. Dialogplattform mit Herstellern
5. Energie- und Datenmanagement
6. Nutzen-Transfer-Modell
7. Migrationskonzept / Meilensteinplan
8. Förder- / Finanzierungskonzept DAK

Aktuell arbeitet der TIS an der Abstimmung von funktionalen Anforderungen, die an eine DAK gestellt werden, dem Schritt 3. Im Anschluss sollen die aktuell am Markt vorhandenen Kupplungstypen in Bezug auf die Erfüllung der funktionalen Anforderungen bewertet werden. Im nächsten Schritt will der TIS eine Dialogplattform mit Herstellern sowie potenziellen Herstellern von automatischen Kupplungen initiieren. Ziel der Dialogplattform ist es, die funktionalen Anforderungen der am TIS beteiligten Wagenhalter und Eisenbahnverkehrsunternehmen an eine DAK mit den Herstellern zu diskutieren sowie sich über die weitere Vorgehensweise zu verständigen.

Parallel dazu entwickelt der TIS bereits ein Konzept, wie das zukünftige Energie- und Datenmanagement in Güterzügen ausgestaltet werden sollte. Erste Ergebnisse zu Schritt 5 der Roadmap werden im nachfolgenden Kapitel dargestellt (vgl. Kapitel 1.3).

Interdisziplinär ein realistisches und faires Kostenbeteiligungskonzept entwickeln

Auch die nächsten Schritte wird der TIS zügig angehen. Die interdisziplinär mit Wagenhaltern, Eisenbahnverkehrsunternehmen, Verladern und der Zulieferindustrie besetzten Arbeitsgruppen ermöglichen dem TIS, ein realistisches und faires Kostenbeteiligungskonzept beziehungsweise Nutzen-Transfer-Modell zu entwickeln und dem Sektor vorzuschlagen. Darüber hinaus stehen weitere Konzepte für die Migration und Betriebskonzepte sowie die Finanzierung und Fördermöglichkeiten auf der Tagesordnung.

Die SBB Cargo AG sowie die Deutsche Bahn AG haben aktuell noch jeweils eigene Projekte zur automatischen Kupplung für den Schienengüterverkehr initiiert, in denen sie diverse Fragestellungen rund um deren Einführung bearbeiten. Die SBB Cargo AG schickt bereits ab 2019 eine kleine Teilflotte von Containertragwagen mit einer automatischen Kupplung Typ 2²⁴ im Realbetrieb auf Fahrt und sammelt Praxiserfahrung.

3.3

Energie- und Datenmanagement

Konventionelle Güterzüge verfügen weder über elektrische Energie noch über eine Möglichkeit der Datenkommunikation. Dank leistungsstarker Batterien ist es trotzdem bereits möglich, Telematikgeräte an Güterwagen zu nutzen. Hinzu kommt die Option weiterer autarker Energiegewinnungsmöglichkeiten wie Photovoltaik oder Radsatzgeneratoren. Die Datenkommunikation zwischen den Telematikgeräten und den Servern erfolgt derzeit per Mobilfunk.

Zuverlässige und sichere Datenübertragung – essenziell für die Digitalisierung des SGV

Mit einer zunehmenden Automatisierung von Betriebsabläufen nimmt der Energieverbrauch an Bord von innovativen Güterwagen zu. Künftige Anwendungen wie eine digitale Zugintegritätsprüfung erfordern zudem eine zuverlässige und sichere Datenübertragung im Zugverband. Hier stößt das heute eingesetzte Energie- und Datenmanagement mit Batterien und Mobilfunk an Grenzen. Was für die gegenwärtige Nutzung von Telematikgeräten funktioniert, wird in Zukunft nicht mehr ausreichen.

Neue Technologien müssen für Anforderungen von übermorgen erweiterbar sein

Der TIS untersucht daher, wie ein zukunftsgerichtetes Energie- und Datenmanagement in Güterzügen ausgestaltet werden kann. Vorab gilt es dafür zwei Fragen zu klären: Welche elektrischen Verbraucher werden zukünftig in Güterzügen zum Einsatz kommen – und welche Energieleistung benötigen diese? Daraus abgeleitet und in Abhängigkeit einer zukünftigen Zuglänge lässt sich die nötige Spannungsstärke für eine Stromleitung definieren.

Weiter wird derzeit ermittelt, welche Daten zukünftig in Güterzügen zwischen Güterwagen und Triebfahrzeug kommuniziert werden sollen und welche Anforderungen daraus für die Datenübermittlung entstehen. Entsprechend der Ergebnisse wird der TIS eine passende Technologie für eine kabelgebundene Datenübertragung wie CAN, Ethernet, Powerline oder andere ableiten. Die aktuellen Untersuchungen deuten auf die Empfehlung einer 110-V-Stromleitung sowie eines CAN-Bus für die Datenkommunikation hin.

Wichtig ist dem TIS dabei, dass das neue Energie- und Datenmanagementkonzept auch auf heute noch nicht bekannte Anforderungen erweiterbar ist. Ebenso wichtig: Das System muss möglichst robust, zuverlässig und kostengünstig gestaltbar sein. Ansonsten bleibt eine Migration schon aus wirtschaftlichen Gründen nicht darstellbar.

Der TIS orientiert sich dabei stark an Best-Practice-Beispielen aus der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie, in denen Datenbussysteme bereits seit längerem etabliert sind und in hohen Stückzahlen produziert werden.

3.4

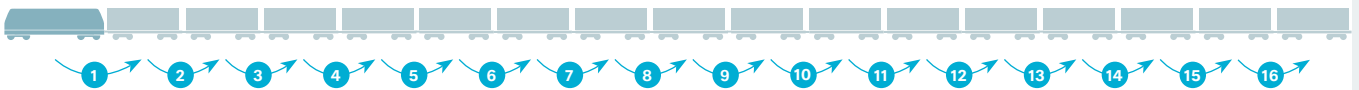
Elektro-pneumatische Bremse

Die elektro-pneumatische Bremse (ep-Bremse) kommt im Schienenpersonenverkehr schon seit langer Zeit zum Einsatz. Aber auch im Schienengüterverkehr auf anderen Kontinenten wird sie bereits verwendet, zum Beispiel in Nordamerika, Australien oder in Südafrika.²⁵ Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie das gleichzeitige Bremsen aller Fahrzeuge unabhängig von der Länge des Zuges ermöglicht. Bei der reinen Druckluftbremse ist dies wegen der auf etwa 280 m/s begrenzten Durchschlagsgeschwindigkeit nicht möglich.

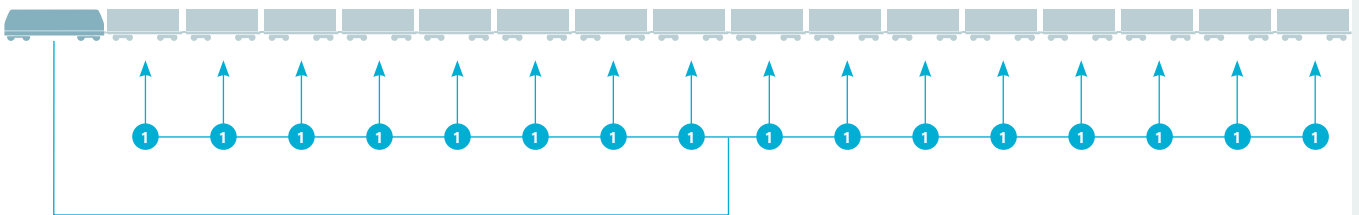
Konventionelle versus elektro-pneumatische Bremsansteuerung

Quelle: TIS

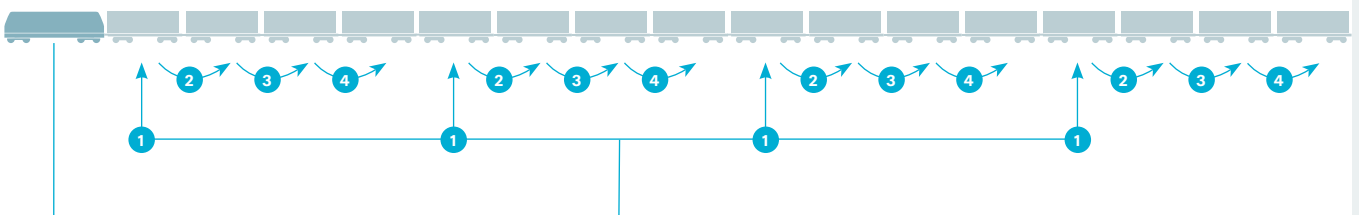
Konventionelle pneumatische Bremsansteuerung



Elektro-pneumatische Bremsansteuerung



Gemischter Zugverband mit elektro-pneumatischer und konventioneller Bremsansteuerung



Technisch überzeugend in vielerlei Hinsicht

Im Vergleich zur reinen Druckluftbremse erzeugt die ep-Bremse mit ihrer Technik geringere Längsdruckkräfte im Zugverband. Dies ist insbesondere beim Fahren von langen Zügen interessant. Sie bietet außerdem den Vorteil einer homogeneren Verteilung der Belastung auf das Bremssystem und die Radsätze. Zusätzlich ist die Bremsung bei Verwendung einer ep-Bremse besser regelbar, sodass die Ansteuerung einer Zielgeschwindigkeit beim Bremsen einfacher gelingt als bei einer konventionellen Bremsansteuerung.

Diesen Vorteilen steht der hohe Kostenaufwand beim operativen Einsatz der ep-Bremse entgegen. Neben einer UIC-konformen 110-Volt-Stromleitung ist normalerweise auch eine zweite Luftleitung im Zug erforderlich, die Hauptluftbehälterleitung. Die ep-Bremse wird seitens des TIS jedoch als wichtige Technologie eingeschätzt, die bei der Entwicklung von Intelligenten Güterzügen berücksichtigt werden sollte. Daher gilt es Wege zu finden, wie eine kostengünstige ep-Bremse – gegebenenfalls mit eingeschränkten Funktionalitäten – Einzug in den Schienengüterverkehr halten kann.

Mit der ep-Bremse „light“ die Kosten bremsen

Um die Vorteile einer ep-Bremse beim Bremsen zu erhalten, gleichzeitig aber eine kostengünstige und wirtschaftliche Lösung zu verfolgen, haben die TIS-Mitgliedsunternehmen DB Cargo AG und die VTG AG das Konzept einer ep-Bremse „light“ erprobt.²⁶ Sie verzichtet auf eine zweite Hauptluftbehälterleitung: Nach erfolgter Bremsung müssen die Vorratsluftbehälter wie bei einer reinen Druckluftbremse nur über die Hauptluftleitung aufgefüllt werden. Die Bremslösezeiten sind somit länger als wenn eine zweite Hauptluftbehälterleitung vorhanden wäre. Die Bremsventile werden elektrisch über eine 110-Volt-Stromleitung angesteuert.

3.5

Ausblick Intelligenter Güterzug

Die Roadmap zum Intelligenten Güterzug steht. Der TIS hat in den vergangenen Monaten den Prozess strukturiert und gemeinsam mit den Mitgliedsunternehmen Projekte in allen vier definierten Feldern angeschoben. Damit ist ein Anfang gemacht. Der Großteil der Wegstrecke liegt allerdings noch vor den Akteuren des Sektors.

Über die Notwendigkeit, hier zügig voranzukommen, besteht Konsens. Die Automatisierung von Betriebsabläufen ist zwingend notwendig, um die Wirtschaftlichkeit des Schienengüterverkehrs zu verbessern. Und sie bietet Antwort auf den spürbaren Fachkräftemangel.

Der Intelligente Güterzug braucht eine Digitale Automatische Kupplung

Grundsätzlich gilt – und darin sind sich die TIS-Unternehmen einig: Eine Automatisierung des Schienengüterverkehrs lässt sich ohne die Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung nicht befriedigend umsetzen. Sie bildet die zentrale Herausforderung des Sektors. Ohne Einigung auf einen europaweit einheitlichen Kupplungskopf für eine automatische Kupplung kann es keine erfolgreiche Migration geben.

Das Energie- und Datenmanagement vereinheitlichen

Auch das zukünftige Energie- und Datenmanagement für Güterzüge in Europa wird auf einem einheitlichen Konzept aufbauen müssen. Sonst bleibt die Automatisierung in den Kinderschuhen stecken. Im Intelligenten Güterzug der Zukunft sollten daher nur Wagen eingestellt sein, die nach noch zu definierenden technischen Standards kuppeln, Energie für digitale Anwendungen bereitstellen und Daten in gleicher Form und Aufbereitung mit derselben Technologie im Zugverband übermitteln.

Sektor und Politik müssen an einem Strang ziehen

Schon jetzt ist deutlich: Die anstehenden Innovationen rund um den Intelligenten Güterzug sind weitaus komplexer und erfordern einen höheren Abstimmungsbedarf im Sektor, als dies beim Innovativen Güterwagen der Fall ist. Es sind noch erhebliche Anstrengungen nötig, um wichtige nationale und internationale Stakeholder für das Konzept zu gewinnen. Zudem ist eine solch komplexe und kostenintensive Aufgabe nicht allein durch den Sektor leistbar. Hier bedarf es dringend der Unterstützung durch die Politik.

Die Aufgabe ist groß, aber die ersten Schritte sind getan

Die verschiedenen Entwicklungs- und Erprobungsprojekte beweisen, dass der Sektor diese Herausforderung annimmt und den Intelligenten Güterzug mit Nachdruck vorantreibt. Das zeigt sich etwa bei der Piloterprobung diverser Anwendungen einer automatischen Bremsprobe. Auch bei Projekten zur Umstellung auf eine zustandsorientierte Instandhaltung von Güterwagen geht es voran. Beim Thema Digitalisierung der wagentech-

nischen Untersuchung sind noch erhebliche Anstrengungen im Sektor erforderlich, bevor es zu einem Rollout der Technik kommen kann. Zu diesem Aspekt sollten sich Infrastrukturunternehmen, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Wagenhalter noch viel stärker austauschen, um eine Lösung im Sinne des gesamten Sektors sicherzustellen. Dazu zählt etwa die Frage, welche Diagnoseeinrichtungen zukünftig „way-side“ oder „on-board“ vorgehalten werden sollen.

Ein TIS-Konzept für ein zukünftiges Energie- und Datenmanagement befindet sich in Arbeit. Es dürfte zielführend sein, hier zunächst zweigleisig zu fahren. Auch weiterhin werden neben einer Stromleitung Akkus zum Einsatz kommen und neben einer Datenleitung auch funkbasierte Übermittlungsmethoden genutzt werden. Dabei sollten alle Akteure im Auge behalten, dass die Umsetzung des Energie- und Datenmanagementkonzepts europaweit und in enger Verbindung zur Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung geschehen muss.

**Gemeinsam an der
Erfolgsgeschichte
Intelligenter Güterzug
arbeiten**

Einzelne Unternehmen können in den beschriebenen komplexen Fragestellungen im Alleingang kaum erfolgreich sein – es sei denn, es handelt sich um weitgehend geschlossene Bahnverkehre, die nur geringe Anforderungen an die Interoperabilität der Güterwagen stellt. Insofern ist es essenziell, dass sich über den TIS hinaus weitere Unternehmen wie Verlader, Wagenhalter, Eisenbahnverkehrs- und -infrastrukturunternehmen sowie die Bahn- und Zulieferindustrie in diese Innovationsthemen einbringen, um gemeinsam den Intelligenter Güterzug auf die Schiene zu bringen.

Ein starker Schienengüterverkehr braucht verbesserte wettbewerbliche Rahmenbedingungen. Dazu gehören eine leistungsfähige Infrastruktur ebenso wie die finanzielle und politische Unterstützung von Forschung und Technologie-Rollout.



4.1

Die Schiene im Wettbewerb der Verkehrsträger stärken

Geringe CO₂-Emission, eine sehr gute Energiebilanz, kaum Feinstaubbelastung: Die Schiene transportiert Güter so umweltfreundlich und sicher ans Ziel wie kein anderer Verkehrsträger. Sie bietet Antworten auf die verkehrs- und klimapolitischen Herausforderungen der Zukunft. Dennoch steht der Schienengüterverkehr unter erheblichem wirtschaftlichen Druck, und die Gründe hierfür sind sowohl innerhalb als auch außerhalb des Sektors zu suchen.

Ein ganzheitlicher Ansatz für Wachstum auf der Schiene

Sektor und Politik müssen deshalb über den Innovativen Güterwagen und den Intelligenten Güterzug hinaus zahlreiche weitere Verbesserungen angehen, die das gesamte Schienengüterverkehrssystem betreffen. Nur wenn in allen drei Feldern die notwendigen Innovationen und Weichenstellungen auf den Weg gebracht werden, lässt sich die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs signifikant erhöhen.

Neben der Förderung und Implementierung von Innovationen sind auch die Verbesserung der Rahmenbedingungen für den Schienengüterverkehr sowie zwischen den Verkehrsträgern zwingend notwendig. Dazu gehören:

- leistungsfähige und zuverlässige Infrastruktur für den SGV
- Integration des SGV in den zukünftigen Deutschland-Takt und Sicherstellung der Abstimmung mit internationalen Fahrplänen
- Wegfall von administrativen Hürden im SGV, zum Beispiel Kenntnis der Landessprache
- Digitalisierung der Schieneninfrastruktur inklusive ETCS-Einführung
- Trassen- und Anlagenpreise auf einem wettbewerbsfähigen Niveau
- Begrenzung von Abgaben und Steuerbelastungen
- standardisierter Datenaustausch zwischen allen Akteuren des SGV
- Stärkung der Multimodalität
- forcierte Aus- und Fortbildung im SGV-Sektor

Ein erster Schritt ist getan: In Deutschland haben Sektor und BMVI am runden Tisch gemeinsam den Masterplan Schienengüterverkehr entwickelt.²⁷ Die TIS-Unternehmen stehen hinter den hier vereinbarten verkehrspolitischen Maßnahmen. Sie bringen sich aktiv in die Umsetzung und Weiterentwicklung des Masterplans ein.

Allerdings legt der TIS auch zukünftig seinen Schwerpunkt auf die technischen, betrieblichen und wirtschaftlichen Herausforderungen des Schienengüterverkehrs. Als Practice Group des Sektors konzentriert er sich auf die Entwicklung, Erprobung und Einführung von Innovativen Güterwagen und Intelligenten Güterzügen in den operativen Bahnbetrieb.

4.2

Forschungs- und Förderbedarf

Innovation im SGV braucht gezielte Förderung

Die am TIS beteiligten Unternehmen haben einen klaren Blick auf die Erfordernisse der Zukunft: Der Schienengüterverkehr muss zwingend seine Wettbewerbsfähigkeit verbessern – Innovative Güterwagen und Intelligente Güterzüge sind dabei wegweisend. Allerdings blickt der TIS auch realistisch auf die aktuellen Gegebenheiten. Entwicklung, Erprobung, Zulassung und Migration entsprechender Innovationen erfordern einen hohen Einsatz des gesamten Sektors, sowohl in Bezug auf personelle als auch finanzielle Ressourcen. Zudem können viele Innovationen, beispielsweise die Digitale Automatische Kupplung oder das Energie- und Datenmanagement, nur im europäischen Kontext eingeführt werden.

Ohne politische und finanzielle Unterstützung kann und wird es nicht gelingen, das gesteckte Ziel zu erreichen: eine deutliche Steigerung des Marktanteils der Schiene. Der Schienengüterverkehr benötigt vor diesem Hintergrund einen klugen Mix aus verschiedenen Forschungs- und Förderprogrammen, um Innovationen im nötigen Tempo voranzutreiben:

Praxisbezogene Forschung und Weiterentwicklung

Hier stehen für den Schienengüterverkehr insbesondere die Themenfelder Fahrzeugtechnik, Digitalisierung und Automatisierung im Vordergrund – mit allen in den vorherigen Kapiteln aufgeführten Innovationen.

Langfristig ausgelegte Betriebserprobung

Um die Funktionalität von Innovationen und ihre Effekte auf Wirtschaftlichkeit, Lärm und Energie zu überprüfen, bedarf es mobiler und digitaler Testplattformen, beispielsweise in Form von Demonstratorzügen. Auch Anwendungen für die Digitalisierung und Automatisierung von Betriebsabläufen benötigen Testläufe.

Leuchtturmprojekte

Mit Best-Practice-Beispielen senden sie wichtige Impulse in den Sektor. Positive Praxiserfahrungen in realen Verkehren überzeugen und können zentrale Innovationsfelder, etwa die Digitale Automatische Kupplung, entscheidend voranbringen.

Migration von Innovationen

In der Regel ist die Migration von Innovationen im Schienengüterverkehr mit hohen Anfangsinvestitionen verbunden. Für die Unternehmen sind sie wirtschaftlich oft nicht darstellbar. Mehrkosten, die bei Verwendung innovativer Komponenten anfallen, müssen durch Fördermittel abgedeckt werden – bei Bestands- ebenso wie bei Neuwagen.

Der TIS wird sich weiterhin mit Nachdruck dafür einsetzen, Innovationen den Weg in den Schienengüterverkehr zu ebneten.

**Der Intelligente Güterzug:
Meilenstein auf dem Weg
zu einem digitalen automati-
sierten Schienengüterverkehr
des 21. Jahrhunderts.**



Zusammenfassung Vom Innovativen Güterwagen zum Intelligenten Güterzug

Dem Technischen Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS) ist es in den vergangenen Jahren gelungen, die Entwicklung und Umsetzung von Basis-Innovationen am Güterwagen entscheidend voranzutreiben. Über die Notwendigkeit von Innovationen für Eisenbahngüterwagen entlang der 5L-Kriterien – leise, leicht, laufstark, logistikfähig, life-cycle-cost-orientiert – besteht mittlerweile branchenweit Konsens. Wer heute auf die Innovationstätigkeit der Branche blickt, wird einen sichtbaren Zuwachs an Engagement feststellen.

**Der Intelligente Güterzug:
Innovation für den
gesamten Zugverbund
denken**

Um die Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs spürbar zu erhöhen, genügt es jedoch nicht, Innovationen isoliert im Güterwagen voranzutreiben. Digitalisierung und Automatisierungsstrategien müssen für den gesamten Zugverbund gedacht werden, um ihr Potenzial entfalten zu können. Es gilt jetzt, den nächsten Schritt zu gehen: den Innovativen Güterwagen zum Intelligenten Güterzug zusammenzufügen. Der TIS hat in den vergangenen Monaten den hierfür notwendigen Prozess strukturiert und angeschoben. Die Roadmap zum Intelligenten Güterzug steht. Die Digitale Automatische Kupplung (DAK) mit integrierter Strom- und Datenbusleitung bildet das Herzstück des Intelligenten Güterzugs. Sie schafft Voraussetzungen für eine umfängliche Digitalisierung und Automatisierung des Schienengüterverkehrs und ermöglicht im Bahnbetrieb erhebliche Effizienzsprünge. Für den TIS ist deshalb klar: Die europaweite Einführung einer DAK muss mit Nachdruck angegangen werden.

**Innovation braucht
Förderung**

Die anstehenden Innovationen rund um den Intelligenten Güterzug erfordern eine intensive Abstimmung im Sektor und ziehen hohe Investitionskosten nach sich. Beides trifft insbesondere auf die Migration der DAK zu, die in einem europaweiten Prozess erfolgen muss. Um den Intelligenten Güterzug aufs Gleis zu setzen, bedarf es erheblicher politischer und finanzieller Unterstützung. Dies gilt auch für das Rollout von Basis-Innovationen, die oftmals mit hohen anfänglichen Investitionen verbunden sind.

**Ganzheitlicher Ansatz
schafft wettbewerbs-
fähigen Schienengüter-
verkehr**

Innovative Güterwagen und der Intelligente Güterzug bilden Meilensteine auf dem Weg zum wettbewerbsfähigen Schienengüterverkehr. Es bedarf allerdings weiterer Verbesserungen, damit die umweltfreundliche Schiene ihren Anteil am Verkehrsträger-Mix ausbauen kann. Das Feld reicht vom Ausbau der Infrastruktur über die Einführung von ETCS-Signaltechnik hin zur Schaffung fairer Wettbewerbsbedingungen zwischen Straße und Schiene. Sektor und Politik müssen europaweit an einem Strang ziehen. Die im Masterplan Schienengüterverkehr vereinbarten Maßnahmen weisen den richtigen Weg. Die Politik muss nun den Willen haben, die Maßnahmen zeitnah umzusetzen, und die erforderlichen finanziellen Mittel dafür bereitstellen. Die Unternehmen des TIS werden diesen Weg unterstützen.

Anmerkungen

- ¹ Hecht, M., König, R. (2012), Weissbuch Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 – Die Zukunftsinitiative „5L“ als Grundlage für Wachstum im Schienengüterverkehr, Berlin/Dresden, September 2012.
- ² Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; Masterplan Schienengüterverkehr, https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StV/masterplan-schienengueterverkehr.pdf?__blob=publicationFile, abgerufen am 18.02.2019.
- ³ Vgl. <https://www.schiene-fzg.tu-berlin.de/menue/team/fachgebietsleitung>.
- ⁴ Vgl. <https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ibv>.
- ⁵ Vgl. www.hwh-transport.de.
- ⁶ Vgl. www.basf.com; www.dbcargo.com, www.deutschebahn.com; www.ermewa.com; www.gatx.eu; www.knorr-bremse.com; www.sbbcargo.com; www.voith.com; www.vtg.com; www.waggonbau-graaff.de; www.waggonbau-niesky.com; www.wascosa.com; www.wabtec.com.
- ⁷ Vgl. Hecht, M., König, R. (2012), Weißbuch Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 – Die Zukunftsinitiative „5L“ als Grundlage für Wachstum im Schienengüterverkehr, Berlin/Dresden, September 2012. Abrufbar unter http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS_Weissbuch.pdf.
- ⁸ Vgl. Hecht, M., König, R. (2012), Weißbuch Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 – Die Zukunftsinitiative „5L“ als Grundlage für Wachstum im Schienengüterverkehr, Berlin/Dresden, September 2012, S. 5. Abrufbar unter http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS_Weissbuch.pdf.
- ⁹ Vgl. Deuter, M., Heyder, B., Hubach, K., Loske, F., Michler, O., Morrocu, M., Obrenovic, M., Strassmann, P., Thomas, M., Troeger, L. (2014), Sachstandsbericht Arbeitsgruppe Telematik und Sensorik des Technischen Innovationskreis Schienengüterverkehr, 06. Mai 2014. Abrufbar unter <http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS-Anforderungsprofil-Telematik-und-Sensorik.pdf>.
- ¹⁰ Das aktuelle Schnittstellen-Release V1.2 ist unter http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/ITSS_Standard_Specification_Interface1_V1-2_final.pdf verfügbar.
- ¹¹ vgl. <http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS-Anforderungsprofil-Drehgestelle.pdf>.
- ¹² TVP2007 der Fa. Tatravagonka, RC25NT der Fa. Eisenbahnlaufwerke Halle, DRRS25L der Fa. WBN Waggonbau Niesky, GB25RS der Fa. Greenbrier.
- ¹³ Beide Unternehmen sind Mitglieder im Technischen Innovationskreis Schienengüterverkehr.
- ¹⁴ DRRS25L der Fa. WBN Waggonbau Niesky, RC25NT der Fa. Eisenbahnlaufwerke Halle.

- ¹⁵ Vgl. <https://uic.org/european-standard-freight-wagon-axle-for-25t-esfa-25-390>.
- ¹⁶ Radsätze der Firmen Bochumer Verein, Bonatrans, GuteHoffnungshütte Radsatz sowie Lucchini.
- ¹⁷ Radsätze der Firmen Bonatrans, GuteHoffnungshütte Radsatz sowie Lucchini.
- ¹⁸ Vgl. <http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS-Anforderungsprofil-Gueterwagen-Scheibenbremse.pdf>.
- ¹⁹ Vgl. auch <https://blog.sbbcargo.com/33236/5l-zug-sammelt-jetzt-im-regelbetrieb-fleissig-daten/>.
- ²⁰ Vgl. hierzu auch www.innovativer-gueterwagen.de.
- ²¹ Vgl. hierzu auch <https://www.basf.com/de/de/company/about-us/sites/ludwigshafen/production/transport-and-logistics/Innovative-mobile-Tankkonzepte.html>.
- ²² Vgl. Hecht, M., Leiste, M., Jobstfinke, D., Deghela, U. (2018), Roadmap zur Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung, Berlin, 2018.
- ²³ Vgl. http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS_Positionspapier.pdf.
- ²⁴ Die SBB Cargo AG hat hierfür Scharfenberg-Kupplungen vom Typ CargoFlex der Fa. Voith eingebaut, die auch die Luftverbindung automatisch kuppeln.
- ²⁵ Vgl. https://en.wikipedia.org/wiki/Electronically_controlled_pneumatic_brakes.
- ²⁶ Vgl. Projekt „Innovativer Güterwagen“ unter www.innovativer-gueterwagen.de.
- ²⁷ Vgl. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/StV/masterplan-schienengueterverkehr.pdf?__blob=publicationFile.

Abkürzungsverzeichnis

5L	Leise, leicht, laufstark, logistikfähig, life-cycle-cost-orientiert
AK	Automatische Kupplung (Mittelpufferkupplung)
BAFU	Bundesamt für Umwelt (Schweiz)
BAV	Bundesamt für Verkehr (Schweiz)
DAK	Digitale Automatische Kupplung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Deutschland)
ETCS	European Train Control System
ERP	Enterprise Resource Planning
ESFA	European Standard Freight Axle
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
IGW	Innovativer Güterwagen
ITSS	Industrieplattform Telematik und Sensorik
LCC	Life Cycle Costs (Lebenszykluskosten)
TIS	Technischer Innovationskreis Schienengüterverkehr
TSI	Technische Spezifikation für die Interoperabilität
VPI	Verband der Güterwagenhalter in Deutschland e.V.
ZFP	Zerstörungsfreie Prüfung

Literaturverzeichnis

Obrenovic, M., Strassmann, P., Thomas, M., Troeger, L. (2014), Sachstandsbericht Arbeitsgruppe Telematik und Sensorik des Technischen Innovationskreises Schienengüterverkehr, 06. Mai 2014. Abrufbar unter <http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS-Anforderungsprofil-Telematik-und-Sensorik.pdf>

Hecht, M., König, R. (2012), Weissbuch Innovativer Eisenbahngüterwagen 2030 – Die Zukunftsinitiative „5L“ als Grundlage für Wachstum im Schienengüterverkehr, Berlin/Dresden, September 2012. Abrufbar unter http://www.innovative-freight-wagon.de/wp-content/uploads/TIS_Weissbuch.pdf

Hecht, M., Leiste, M., Jobstfinke, D., Deghela, U. (2018), Roadmap zur Digitalisierung der wagentechnischen Untersuchung, Berlin, 2018.

Impressum & Kontakt

Herausgeber	Technischer Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS) www.innovative-freight-wagon.eu
Sprecher TIS	Jürgen Hüllen, VTG AG Juergen.Huellen@vtg.com
Stellvertretende Sprecher TIS	Jasmin Bigdon, SBB Cargo AG Jasmin.Bigdon@sbbcargo.com Thomas Jäger, DB Cargo AG Thomas.t.Jaeger@deutschebahn.com Peter Reinshagen, Ermewa SA Peter.Reinshagen@ermewa.com
Projektleitung	hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH Hübschstraße 44 D-76135 Karlsruhe / Deutschland www.hwh-transport.de
Projektleiter und Autor	Stefan Hagenlocher hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH Hagenlocher@hwh-transport.de
Text und Konzept	Kerstin Domscheit elbgold www.elbgold.biz
Gestaltung	Kai Dieterich, morgen berlin www.morgen-berlin.com
Lektorat	Beatrix Sommer, Hamburg
Fotos / Illustrationen	Michael Hübner (2), Rost9/Shutterstock.com (S. 7), iStock.com/Tuned_In (S. 10), iStock.com/artvea (S. 12, 37, 39), iStock.com/medvedik (S. 11), SBB Cargo AG (S. 29), DB Cargo AG / VTG AG (S. 30), BASF (S. 31, 50), Martin Egbert (S. 33, 53), iStock.com/appleuzr (S. 34, 37, 39),
Hinweis	Zitate aus dieser Publikation bitte mit dem Quellenverweis: Technischer Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS), Weißbuch Intelligenter Güterzug (IG ²), 2019
Urheberrechtshinweis	Diese Publikation unterliegt den Bestimmungen des deutschen Urheberrechts. Soweit nicht anders schriftlich vereinbart, ist eine Veröffentlichung oder Weitergabe, auch in Auszügen, nicht zulässig.

Stand: Juni 2019