



Schaffung zukunftsfähiger Grundlagen für einen effizienten Schienen-güterverkehr

Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesminister
für Verkehr und digitale Infrastruktur
Nr.3/2020

Schaffung zukunftsfähiger Grundlagen für einen effizienten Schienengüter- verkehr

Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats
beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur

November 2020



Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Motivation	4
2	Systemtechnologische Defizite in Produktionsprozessen	8
2.1	Identifizierung wesentlicher Probleme	8
2.2	Ursachen und Auswirkungen der Probleme	10
3	Lösungsansätze zur Effizienzsteigerung im Schienengüterverkehr	15
4	Wirkungen und Potenziale	20
4.1.	Mittelpufferkupplung mit Energieversorgungs- und Datenverbindung	20
4.2.	Flächendeckender Einsatz von ETCS	23
4.3	KV-Transportsystem für den unbegleiteten KV mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr	24
5	Politikempfehlungen	27
5.1.	Leitbild der Politik: Moderne zukunftssichere flächendeckende technische Lösungen zur Realisierung der Grundfunktionen des Schienengüterverkehrs	27
5.2.	Maßnahmen	28
5.2.1.	Konzept zur Entwicklung des Schienengüterverkehrs	28
5.2.2.	Mittelpufferkupplung	28
5.2.3.	European Train Control System	30
5.2.4.	KV-Transportsystem für den unbegleiteten KV mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr	30
5.3.	Förderung und Fördermittelallokation	32
	Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats	34

1 Anlass und Motivation

Der Schienengüterverkehr (SGV) leidet, insbesondere auch in Deutschland, unter einer Reihe grundlegender struktureller Probleme, die seine Entwicklungsfähigkeit einschränken und gefährden. Während das Schlagwort „Digitalisierung“ inzwischen auch von der Bahn für ihre Innovationspläne verwendet wird, sind die notwendigen Schritte zur Reform des SGV sehr grundlegender Art und nicht unmittelbar unter „Digitalisierung“ subsumierbar. Vielmehr geht es darum, die technischen Grundfunktionen des Güterverkehrstransportprozesses der Eisenbahn (wie z.B. zum Bilden und Fahren der Züge) unter Berücksichtigung der intermodalen Verknüpfung durchgängig so zu gestalten, dass die wesentlichen Voraussetzungen für eine Digitalisierung überhaupt erst geschaffen werden. Dabei wird aufgrund der jahrzehntelang vernachlässigten, systemweiten Modernisierung der Grundfunktionen ein dringender verkehrspolitischer Handlungsbedarf erkennbar.

Zur Umsetzung des verkehrspolitischen Leitbildes eines leistungsfähigen effizienten Gütertransportsystems unter Einbeziehung des SGV und dessen Digitalisierung müssen gerade im Bereich der Eisenbahn aufgrund des über Jahrzehnte entstandenen, ausgeprägten Innovationsstaus zunächst die dafür notwendigen technischen und prozessbezogenen Voraussetzungen geschaffen werden. Die verfolgten Ziele, den Klimaschutz zu fördern und mit vorhandenen Ressourcen mehr Güter digital unterstützt zu transportieren, zeigen beispielhaft die volkswirtschaftliche Relevanz und die Stoßrichtung für die Weiterentwicklung des Schienengüterverkehrs. Auch wenn über die Jahre hinweg in der Vergangenheit durchaus immer wieder einzelne technische Innovationen partiell oder als Pilotprojekte in der Praxis umgesetzt wurden, kam es kaum zu einer flächendeckenden Migration, die zu einer vollständigen Ablösung veralteter Technologien geführt hat. Deshalb beanspruchen die Teilprozesse der Zugfahrt, der Zugbildung sowie des Rangierens aber auch des Be- bzw. Entladens nach wie vor sehr viel Zeit, verbrauchen unverhältnismäßig Infrastrukturkapazität und sind sehr personalintensiv.

In dieser Stellungnahme benennt der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur den vordringlichen Handlungsbedarf zur prozessbezogenen Anpassung der technischen Systeme und zeigt Wege zur Überwin-



derung der strukturellen technologischen Defizite durch Effizienzsteigerung des SGV bereits abgestimmt auf das „Innovationsprogramm Logistik 2030“¹ auf.

Es gibt schwerwiegende, in den technischen Systemen zur Realisierung der Grundfunktionen tief verankerte Defizite des Bahnbetriebs:

- Die zentralen Systemtechnologien des Rollmaterials, nämlich die Kuppungen und Bremssysteme, sind stark veraltet. Dies beeinträchtigt nicht nur die Bildung und Umbildung von Güterzügen, sondern auch deren Einsatzbedingungen auf dem Schienennetz, mit weitreichenden Folgen auch für die Infrastrukturkapazitäten von Mischverkehrsstrecken.
- Die Infrastruktursysteme sind sehr uneinheitlich und mit teils bereits seit Jahrzehnten veralteten Techniken ausgestattet, so dass daraus eine Vielzahl restriktiver Bedingungen und Zusatzkosten für die Infrastrukturnutzung sowie ein unnötig hoher Personalaufwand resultieren. Dies betrifft die Leit- und Sicherungssysteme ebenso wie die Ausstattung der Rangierbahnhöfe und Terminals für den SGV. Die Systemeffizienz wird durch die parallele Weiternutzung der älteren technischen Lösungen mit jeder Innovation zunehmend beeinträchtigt.
- Die Voraussetzungen für moderne Systeme des unbegleiteten kombinierten Verkehrs (KV), gestützt insbesondere auf Container, aber auch für geeignete Transportketten auf Trailer und Wechselbrücken, sind in Infrastrukturen und Prozessabläufen nur unzureichend umgesetzt. Somit kann derzeit das Potenzial dieser intermodal einsetzbaren Ladegefäße unterschiedlicher Größen bei weitem noch nicht ausgenutzt werden.

In der Folge gelten die Produktionsprozesse im SGV generell als ineffizient, teuer, schwerfällig und zeitraubend, zudem zeitlich unzuverlässig und unflexibel, wie u.a. auch an den über Jahrzehnte rückläufigen und gegenwärtig auf niedrigem Niveau verharrenden Anteilen des SGV an der Gesamtgüterverkehrsleistung in Deutschland deutlich erkennbar wird. Als Symptom der Probleme des SGV seien die sehr niedrigen Transportgeschwindigkeiten genannt. In einer Untersuchung², bei der Güterwagen mit GPS-Modulen ausgerüstet wurden, konnte exemplarisch im grenzüberschreitenden Verkehr eine durchschnittliche Transportgeschwindigkeit für den gesamten Güterwagenumlauf von nur 2,9 km/h (bei einer Spannweite von 1,3 km/h bis 6,3 km/h) ermittelt werden. Vernachlässigt man die Standzeiten einschließlich der Be- und Entladezeiten, d.h. die Betrachtung wird auf die Zeit für die Fahrzeugbewegung, die Wartezeit in den Zugbildungsanlagen sowie die Grenzaufenthaltszeit beschränkt, erhöht sich die durchschnittliche Transportgeschwindigkeit auf 9,0

¹ BMVI (Hrsg.): Innovationsprogramm Logistik 2030. September 2019.

² Martin, Ullrich; Dobeschinsky, Harry; Raubal, Bernd: Projekt CORRECT, Corridor for Rail Equilibrium and Cooperation in Transport. VWI Stuttgart. Mai 2008 sowie Bundesministerium für Bildung und Forschung: Innovation für die Schiene - Bahnforschungsprojekte des BMBF. Bonn, Berlin 2005.

km/h. Selbst bei ausschließlicher Berücksichtigung der eigentlichen Zugfahrt im Netz ergab sich eine durchschnittliche Transportgeschwindigkeit von nur 24,8 km/h. Dabei hat der Grenzübertrittswiderstand keinen nennenswerten Einfluss und kann demzufolge weitgehend vernachlässigt werden. Der Anteil der Wartezeit in den Zugbildungsanlagen beträgt 20% an der gesamten Transportzeit (Güterwagenumlaufzeit), wohingegen sich der Anteil der Zeit für die Fahrzeugbewegung lediglich auf knapp 12% beläuft und ca. 68% für die Standzeiten außerhalb der Zugbildungsanlagen einschließlich der Be- bzw. Entladevorgänge zu veranschlagen sind. Die niedrige Transportgeschwindigkeit bei der Fahrzeugbewegung deutet darüber hinaus auf eine Vielzahl von kostentreibenden sowie zeitbeanspruchenden Brems- und Beschleunigungsvorgängen hin, vermutlich aufgrund von Überholvorgängen sowie Personalwechseln. Die Notwendigkeit der Überholvorgänge ergibt sich insbesondere aus der sehr hohen Diskrepanz der Geschwindigkeiten unterschiedlicher Zuggattungen im Mischverkehr und trägt zur Gesamtunpünktlichkeit (auch im Personenverkehr) bei.

Als weitere Folge der veralteten Technik ist auch die perspektivische Ausrichtung der Eisenbahngüterverkehrsunternehmen wenig zukunftsorientiert entwicklungsfähig, geschweige denn innovationstreibend orientiert. Der SGV besetzt traditionelle bestehende Marktsegmente, in denen er vor intermodalem Wettbewerb weitgehend geschützt ist, zum Beispiel Containerverkehre von bzw. zu den Seehäfen, langlaufende Autotransporte oder Transporte von Massengütern wie Kohle und Stahl oder Schrott. In diesen Marktsegmenten ist unter den vorhandenen Bedingungen und auch längerfristig Schienengütertransport wirtschaftlich möglich. Aber die – unter anderen Bedingungen – durchaus vorhandenen weitergehenden Einsatz- und Wachstumspotenziale des SGV können mit den auf veralteter Technik beruhenden Grundfunktionen des Transportprozesses nicht entwickelt werden.

Dies verträgt sich jedoch nicht mit den Zielen der Bundesregierung, den Anteil des SGV an der gesamten Güterverkehrsleistung von heute unter 20% auf mindestens 25% bis 2030 zu steigern³ (bei prognostiziertem gleichzeitigem Wachstum der Güterverkehrsleistung). Damit soll ein Beitrag zur Erfüllung der CO₂-Ziele geleistet werden, denn der SGV emittiert deutlich weniger CO₂ pro Tonnenkilometer als der Lkw-Verkehr. Die technologische Stagnation und zunehmende Rückständigkeit des SGV passt auch nicht zu den starken Erhöhungen der staatlichen Ausgaben für die Schieneninfrastruktur in den letzten Jahren. Denn diese können sich für den SGV nicht positiv auswirken, wenn Rollmaterial und Güterterminals auf technisch veralteter Infrastruktur dauerhaft hinterherhinken. Die Güterverkehrsbranche ist im SGV durch das Festhalten an den alten Technologien und an den gesicherten Marktseg-

³ Siehe Masterplan Schienenverkehr des BMVI vom Juni 2020.



menten technologisch und wirtschaftlich quasi festgefahren und wird sich aufgrund des kurzfristig sehr hohen Investitionsaufwandes, aber auch der technischen Heterogenität sowohl im Infrastruktur- als auch im Fahrzeugbereich nicht aus eigener Kraft modernisieren können. Hier ist die Verkehrspolitik gefragt, um den notwendigen Modernisierungsprozess zielgerichtet mit Förderprogrammen aktiv in absehbarer Zeit realisieren zu können sowie die dafür zunächst notwendigen verlässlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, u.a. in Form der Vorgabe von Standards, die eine Einengung auf proprietäre Lösungen vermeiden, aber die Kompatibilität zwischen unterschiedlichen modernen technischen Lösungen sicherstellen.

Als Voraussetzung für die Ableitung geeigneter technischer Lösungsansätze im Kapitel 3 werden im Kapitel 2 zunächst wesentliche Probleme bei der gegenwärtigen technischen Gestaltung der Grundfunktionen des SGV identifiziert sowie deren Ursachen und Auswirkungen verdeutlicht. Im Kapitel 4 werden die Lösungsansätze anhand ihrer Wirkungen und Potenziale begründet, bevor dann im fünften Kapitel Empfehlungen für konkrete Maßnahmen folgen.

2 Systemtechnologische Defizite in Produktionsprozessen

2.1 Identifizierung wesentlicher Probleme

Im Gegensatz zu einer oftmals bereits sehr weitreichenden Automatisierung in anderen Bereichen der Volkswirtschaft ist der Produktionsprozess im SGV nach wie vor extrem personal- und zeitintensiv. Das betrifft insbesondere die Rangier- und Zugbildungsprozesse einschließlich des Wagenübergangs in den Zugbildungsanlagen sowie das Be- und Entladen. Die diesen veralteten Prozessen zugrunde liegenden technischen Lösungen, wie z.B. das händische Kuppeln mit Schraubenkupplungen und das Verbinden der Luftschläuche an der Hauptluftleitung, sind in der gegenwärtigen technischen Ausgestaltung kaum automatisierbar. Die Schraubenkupplungen begrenzen darüber hinaus auch die maximal übertragbare Zugkraft und können im Zusammenspiel mit den Puffern die bei der Zugfahrt zwischen den Wagen auftretenden Kräfte nur sehr eingeschränkt kompensieren, was zu einer Beschränkung der Zuggeschwindigkeit führt. Rein pneumatische Bremssysteme sind einer der wesentlichen limitierenden Faktoren für die Verkürzung des Bremsvorgangs, d.h. für die Bremsleistung und somit auch für eine Erhöhung der Zuggeschwindigkeit.

Die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsunterschiede zwischen Personen- und Güterverkehr nehmen dadurch tendenziell eher zu, wodurch insbesondere der Betrieb auf Mischverkehrsstrecken erschwert wird. Die Störpotenziale, die von Engpässen der Infrastruktur ausgehen, treten umso stärker zutage, je heterogener die technisch bedingten Unterschiede der Zuggattungen sind und je mehr die gesamte Schienenverkehrsleistung gesteigert wird. Die Problemlage wird verschärft durch die gegenwärtig unbefriedigende Pünktlichkeit des Betriebsablaufs bei Reisezügen, deren zukünftig geplante zunehmende Anzahl und Vertaktung. Dies trifft dann vor allem den Güterverkehr. Während der Personenverkehr zunehmend integral vertaktet wird (vgl. den geplanten Deutschlandtakt⁴) werden die Güterzugtrassen oftmals in die verbleibenden Zeitlücken eingepasst, was insbesondere auch aufgrund der von den Reisezügen deutlich abweichenden Geschwindigkeitsprofile immer

⁴ Bundesminister Andreas Scheuer: Deutschlandtakt macht Schienenverkehr pünktlicher, schneller und verlässlicher. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2018/080-scheuer-deutschlandtakt.html> Pressemitteilung BMVI vom 09.10.2018 sowie dritter Gutachterentwurf des Zielfahrplans Deutschlandtakt vom 30.06.2020 <https://www.deutschlandtakt.de/news-und-downloads/downloads/#articlefilter=alle>



schwieriger wird, auch wenn im gegenwärtigen Gutachterentwurf des Deutschlandtaktes künftige Entwicklungen des Güterverkehrs bereits in umfangreicher Form eingeflossen sind. In Verbindung mit der in der Vergangenheit reduzierten Zahl der Überholgleise führt dies oftmals zu Überholvorgängen, bei denen die Güterzüge mehrere Stunden warten müssen, bis sich eine entsprechende zeitliche Lücke zur Weiterfahrt ergibt. Wird das nächste verfügbare Überholgleis nicht rechtzeitig erreicht, behindert der Güterzug nachfolgende Reisezüge. Eine Lösung dieses Problems allein durch einen extensiven Infrastrukturausbau erscheint aufgrund der beschränkten finanziellen Möglichkeiten und Flächenverfügbarkeiten sowie der sehr langen Planungs- und Bauzeiten nicht zielführend, zumal die Schallemissionen des SGV inzwischen dazu geführt haben, dass in der Bevölkerung die Akzeptanz für notwendige Infrastrukturausbauten stark zurückgegangen ist.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil, der auch bei der Einführung neuer innovativer Lösungen nicht leichtfertig aufgegeben werden sollte, ist die relativ einfache einheitliche, robuste und wartungsarme konstruktive Gestaltung der Güterwagen: praktisch jeder Wagen kann an jeden anderen gekuppelt und in einen gemeinsamen Zugverbund eingefügt sowie fast überall in Europa eingesetzt werden. Dieser Einheitlichkeit der Wagenflotte steht jedoch eine Fragmentierung der infrastrukturellen Bedingungen gegenüber. Bei der für Güterzüge typischen Fahrt durch unterschiedliche Infrastrukturbereiche müssen die Triebfahrzeuge mit den verschiedenen, von der Infrastruktur vorgegebenen Sicherungssystemen ausgestattet sein, und die zuständigen Mitarbeitenden bedürfen zur Handhabung all dieser Systeme einer jeweils spezifischen Ausbildung. Die älteren, nicht mehr zeitgemäßen Sicherungssysteme verhindern darüber hinaus eine Erhöhung der Zugfolge durch Verringerung der Abstände zwischen den einzelnen Zugfahrten. Für eine umfassende Nutzung der Vorteile des aktuellen europäischen Standards für Sicherungssysteme (European Train Control System - ETCS ab Level 2) im Hinblick auf eine Erhöhung der Zugfolge fehlt den Güterzügen eine zuginterne Integritätsprüfung (zuginterne Zugvollständigkeitskontrolle).

Die Güterterminals (Zugbildungsanlagen, Containerterminals) entsprechen in ihrer technischen/infrastrukturellen Ausrüstung, ihrer Zahl und ihrer räumlichen Verteilung nicht den Ansprüchen an ein modernes Gütertransportsystem, die aus Sicht sowohl des Eisenbahnsystems als auch aus Sicht intermodaler Verknüpfbarkeit zu stellen sind. Der Zeitbedarf für den Durchlauf eines Güterwagens von der Ankunft bis zur Abfahrt beträgt in einer Zugbildungsanlage gegenwärtig immer noch 4 bis 6 Stunden, nicht selten auch deutlich mehr. Dies wirkt sich insbesondere auch negativ auf den Einzelwagenverkehr aus, bei dem mit drei bis vier Umstellungen in Zugbildungsanlagen zu rechnen ist. Ursachen hierfür sind u.a. das veraltete Kupplungs- und Bremssystem sowie eine mangelhafte technische Ausrüstung der Terminals z.B. mit Beidrückenanlagen. Nicht selten müssen Containerzüge in den Containerterminals

aufgrund unzureichender Gleislänge zeit- und personalintensiv getrennt und die so gebildeten Gruppen getrennt behandelt werden. Sind im Containerterminal Stumpfgleise für das Be- und Entladen vorgesehen, werden zusätzliche Rangierfahrten unumgänglich. Die Verteilung der Containerterminals in der Fläche orientiert sich zwar grundsätzlich durchaus in gewisser Weise an den Orten des Güterverkehrsaufkommens, aber kaum an der Zielstellung eines schienenverkehrsorientierten Containertransportsystems auf der Grundlage eines systematischen Taktverkehrs mit intermodaler Verknüpfung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Infrastrukturen insbesondere auch aufgrund der über lange Zeit vernachlässigten technischen/technologischen Entwicklung des SGV nur unzureichend ausgenutzt werden, das Betriebskonzept des Güterverkehrs nicht mehr zeitgemäß ist und wesentliche Teilprozesse in ihrer gegenwärtigen Ausprägung einer Automatisierung und effizienzsteigernden Digitalisierung entgegenstehen.

2.2 Ursachen und Auswirkungen der Probleme

Die heutigen Defizite der Produktionsstrukturen im SGV bezüglich wesentlicher Teilprozesse sind das Ergebnis einer allmählichen Entwicklung, die bereits vor dem Ersten Weltkrieg begann, indem seit dieser Zeit marktreife Innovationen, wie z.B. die Mittelpufferkupplung, nicht zum Einsatz kamen. Offensichtlich wurde die Einführung derartiger Innovationen bislang als nicht prioritär betrachtet.

Aufgrund der sehr langen Lebensdauern von Infrastrukturen (bis zu 100 Jahre) und Fahrzeugen (ca. 40 Jahre) führen Innovationen bei Systemtechnologien – also bei denjenigen technischen Komponenten, welche die Schnittstellen zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen oder zwischen den Fahrzeugen bilden – stets zur Entwertung vorhandener Anlagegüter. Daher scheuen sowohl die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) als auch die Eisenbahngüterverkehrsunternehmen (EVU) Migrationen bei diesen Komponenten. Während die Verkehrsunternehmen bei Kupplungen und Bremstechnologien äußerst zurückhaltend sind, geht im Bereich der Infrastruktur bei der Leit- und Sicherungstechnik sowie den Stellwerken seit längerem ein gradueller Modernisierungsprozess vorstatten. Der erreichte partielle Einsatz moderner Sicherungstechnik kann jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass noch weit über eintausend völlig überalterte Stellwerke das fahrweggesteuerte System Eisenbahn signifikant in seiner Effizienz hemmen. Die nachvollziehbare Schwierigkeit einer flächendeckenden Migration neuer technischer Lösungen hat inzwischen zu einer übermäßig großen Typenvielfalt im Bereich der Infrastruktur und zu erheblichen Inkompatibilitäten geführt.



Die entstandene Situation wirft auch ein kritisches Licht auf zwei Grundprinzipien der bisherigen EU-Eisenbahnpolitik: Das Prinzip der Abwärtskompatibilität aller Neuerungen auf der Infrastrukturebene und das Prinzip der Nichteinmischung der Politik in die operativen Transportprozesse. So nachvollziehbar diese Prinzipien grundsätzlich sind, haben sie doch den Nachteil, Stagnation oder technologischen Wildwuchs bzw. eine sich selbst verstärkende Mischung dieser beiden Hemmnisse langfristig hervorzubringen. Es stellt sich die Frage, ob nicht die Politik in längerfristigen Abständen bewusst von diesen Prinzipien abweichen und ein koordiniertes Upgrade von Systemkomponenten – auch ohne den Ballast ewiger Abwärtskompatibilität – nicht nur erlauben, sondern auch aktiv vorantreiben sollte, indem beispielsweise die Förderung neuer Technik von einer konzeptionell flächendeckenden Einführung, d.h. dem Ersatz überholter technischer Lösungen, abhängig gemacht wird.

Für die EVU erscheint der Problemkomplex so erdrückend, dass für sie die Erschließung neuer Technologien und neuer Märkte keine relevante Perspektive darstellt. Hingegen gibt es, wie im Kapitel 1 bereits beschrieben, einige stark schienenaffine Marktsegmente, die auch ohne große Änderungen gewisse Zuwachsraten verzeichnen. In Anbetracht dieser Situation fokussieren sich die Unternehmen des SGV lediglich auf die unter den gegenwärtigen technologischen Bedingungen schienenaffinen Marktsegmente und lassen darüber hinaus gehende, unter den gegebenen Umständen schwer zu erschließende Wachstumsperspektiven unberücksichtigt. In der Folge verliert jedoch der SGV immer mehr den technologischen Anschluss und damit auch die Möglichkeit, die durchaus vorhandenen weitergehenden Potenziale zu erschließen.

Andererseits scheint sich der SGV auf den ersten Blick seit der Bahnstrukturreform von 1994 nicht schlecht entwickelt zu haben. Entsprechend dem Motto „Mehr Verkehr auf die Schiene!“ stieg die Verkehrsleistung, insbesondere bedingt durch die um ca. ein Drittel gestiegene Transportweite, deutlich an (von 65,6 Mrd. tkm 1993 auf 129,9 Mrd. tkm 2017⁵) und gleichzeitig entwickelte sich der Wettbewerb auf der Schiene so gut, dass sich der Marktanteil der DB AG im Schienengüterverkehr etwa halbiert hat. Jedoch entspricht die Entwicklung des Modal Split keineswegs den Erwartungen im Hinblick auf eine verstärkte Verlagerung der Gütertransporte auf die Schiene, da auch der Straßengüterverkehr stark angewachsen ist, so dass sich *relativ gesehen nicht* „mehr Verkehr auf die Schiene“ verlagert hat. Besorgnis erregt auch die angespannte wirtschaftliche Lage nicht weniger Unternehmen des SGV, so ist beispielsweise der Marktführer DB Cargo AG seit langem und immer stärker defi-

⁵ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Verkehr in Zahlen 2009/2010 und 2018/2019. Kraftfahrt-Bundesamt Flensburg 2019.

zitär⁶ – nicht zuletzt auch wegen den nicht mehr zeitgemäßen kosten-, personal- und zeitintensiven technischen Lösungen der Grundfunktionen im Gütertransportprozess der Eisenbahn. Diese technologische Stagnation lässt an der Zukunfts- und Entwicklungsfähigkeit der Branche zweifeln. Und das in einer Zeit, in der man eine starke Entfaltung des SGV zum übergeordneten verkehrspolitischen Ziel erklärt hat, einerseits zur Entlastung der Straßen, andererseits zur Reduktion der CO₂-Emissionen des Güterverkehrs.

Dass es auch anders geht, zeigt ein Blick auf den Straßengüterverkehr. Unzureichende oder mangelhafte Infrastrukturen, ein wachsender Wettbewerbsdruck verbunden mit niedrigen Gewinnmargen sowie steigende Umwelt- und Technikanforderungen kennzeichnen auch die Produktionsbedingungen im Straßengüterverkehr. Allerdings zeigt der Vergleich von Verkehrs- und Fahrleistungen in Abbildung 1, dass eine stark steigende Verkehrsleistung (gemessen in Tonnenkilometern) mit einer vergleichsweise lediglich moderat gestiegenen Fahrleistung (gemessen in Fahrzeugkilometern) des Straßengüterverkehrs einher ging. Offensichtlich konnte der Lkw die erheblich angewachsenen Anforderungen durch Nachfragewachstum einerseits und gestiegene Umwelt- und Technikanforderungen andererseits durch beeindruckende Effizienzsteigerungen überkompensieren. Dies wird auch deutlich, wenn Verkehrsleistung und Fahrleistung ins Verhältnis gesetzt werden (Abbildung 2). Die langfristige Betrachtung zeigt, dass sich die Auslastung der Lkw bezogen auf das Gewicht des Ladeguts seit 1955 mehr als verdoppelt hat. Dabei ist auch zu beachten, dass bei dieser Darstellung die kontinuierliche Verschiebung von gewichtshin zu volumenbegrenzten Gütern noch gar nicht berücksichtigt ist.

⁶ Vgl. Drucksache 19/7050. Deutscher Bundestag. 19. Wahlperiode. 17.01.2019.



Entwicklung der Fahr- und Verkehrsleistungen im Straßengüterverkehr

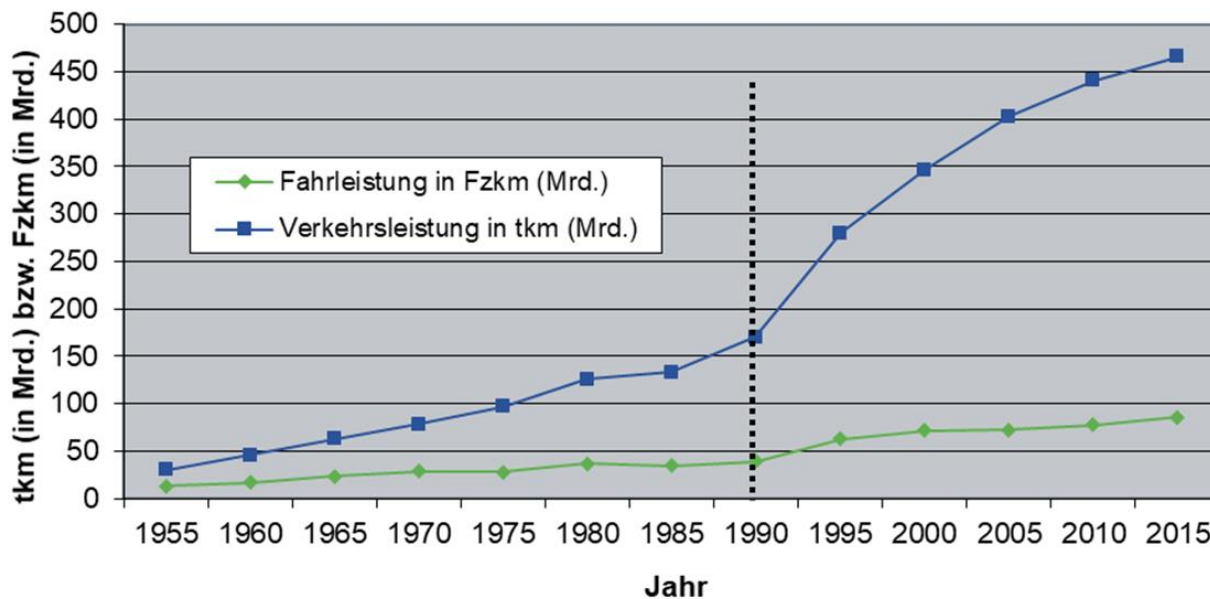


Abbildung 1 Effizienzsteigerung im Straßengüterverkehr – ab 1990 Gesamtdeutschland und insbesondere beeinflusst durch den Europäischen Binnenmarkt (Quelle: Verkehr in Zahlen 1991 und 2018/2019)

Entwicklung des Verhältnisses zwischen Verkehrsleistung und Fahrleistung im Straßengüterverkehr

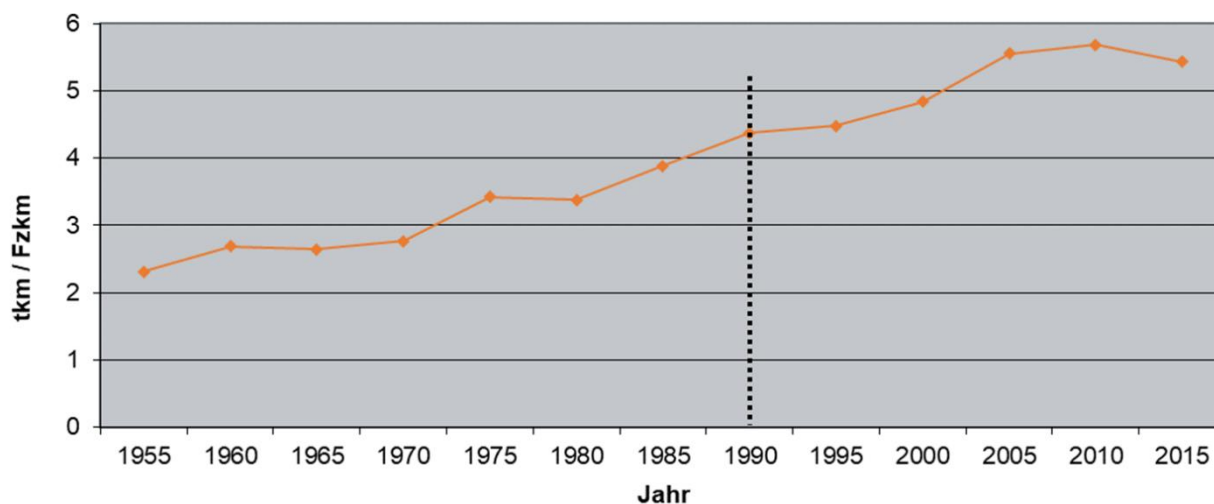


Abbildung 2 Verhältnis zwischen Verkehrsleistung in tkm und Fahrleistung in Fzkm im Straßengüterverkehr – ab 1990 Gesamtdeutschland und insbesondere beeinflusst durch den Europäischen Binnenmarkt (Quelle: Verkehr in Zahlen 1991 und 2018/2019)

Eine solche Effizienzsteigerung ist im SGV nicht zu beobachten, wie sich auch aus den niedrigen Transportgeschwindigkeiten (vgl. Kap. 1 und Fußnote 2) sowie den auf vergleichsweise niedrigem Niveau stagnierenden bzw. langfristig rückläufigen Marktanteilen ableiten lässt, auch wenn seit der Bahnstrukturreform 1994 entsprechende statistische Daten für den SGV nicht mehr öffentlich verfügbar sind. Dieser offensichtliche und tendenziell steigende Effizienzvorteil des Lkw-Verkehrs bildet eine der wesentlichen Herausforderungen bei der Gestaltung des künftigen SGV.

Aufgrund der stark gestiegenen Bereitschaft einer Finanzierung durch die öffentliche Hand erfährt die Eisenbahn derzeit in Verbindung mit den Schlagwörtern „Klimapolitik“ und „Digitalisierung“ eine besonders starke Förderung. Dies könnte jedoch die Vorstellung suggerieren, dass man allein mit dem Einsatz von viel Geld, 5G-Mobilfunk und einigen Apps signifikante Verkehrsverlagerungen auf die klimafreundliche Schiene erreichen könnte. Vielmehr ist davon auszugehen, dass

- die bloße Bereitstellung von mehr finanziellen Mitteln und der Bau neuer Infrastrukturen nicht per se die Systemeffizienz verbessern sowie
- durch die Digitalisierung nicht die gegenwärtigen grundlegenden Probleme des Bahnsystems gelöst werden können,

sondern nur der konsequente und flächendeckende Ersatz überholter Technologien der Grundfunktionen und deren zeitgemäße, digital unterstützte Gestaltung zielführend ist. Nur wenn es gelingt, den Schwung aus dem Trend „Industrialisierung 4.0“ konsequent pro-aktiv für die Netz-weite Implementierung zeitgemäßer Grundfunktionalitäten zu nutzen und damit den seit über einhundert Jahren entstandenen Innovationsstau aufzulösen, können neuentwickelte und zusätzliche Funktionen ihre volle Wirkung auch bei der Bahn als integralem Teil eines zukunftsorientierten Mobilitätssystems entfalten.



3 Lösungsansätze zur Effizienzsteigerung im Schienengüterverkehr

Um die im vorigen Kapitel beschriebenen Defizite des SGV abzubauen, ist eine konsequente Modernisierung des Systems in Bezug auf die technische Ausgestaltung der Grundfunktionen des Transportprozesses im SGV erforderlich, womit sich auch eine europaweite Signalwirkung entfalten lässt. Nachfolgend werden **drei wesentliche Handlungsfelder** genannt, auf die sich die Politik fokussieren sollte.

Das **erste Handlungsfeld** umfasst die Einführung einer **automatischen standardisierten, nicht-proprietären, robusten Mittelpufferkupplung mit Energieversorgungs- und Datenverbindung** sowie den gegenüber der Schraubenkupplung (einschließlich Hülsenpuffern) deutlich höheren übertragbaren Druck- und Zugkräften. Da durch eine derartige Mittelpufferkupplung fast alle Teilprozesse des SGV positiv beeinflusst werden, besitzt dieses Handlungsfeld eine zentrale Bedeutung. Ein Konzept, das die o.g. Aspekte aufgreift, wurde aktuell im Auftrag des BMVI in einer Studie⁷ mit drei Fachberichten erstellt. Wird für eine solche Kupplung ein Standard⁸ mit den wesentlichen, nachfolgend aufgeführten Anforderungen in Form einer herstellerunabhängigen Spezifikation festgelegt, ist bereits kurz- bis mittelfristig von einer signifikanten Effizienzsteigerung des SGV insgesamt und insbesondere auch des hochdefizitären Einzelwagenverkehrs auszugehen:

- TSI-konforme Datenleitung (TSI: europäische Technische Spezifikationen für Interoperabilität) sowie Übertragung von Informationen zwischen den Wagen und dem Triebfahrzeug für bis zu 4 km lange Züge (gemäß ETCS-Standard⁹)

⁷ hwh – Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbh; TU Berlin; OWITA GmbH; TU Dresden im Auftrag des BMVI: „Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr“ (Fachberichte: „Technik DAK“, „Identifikation von Standards bei der Strom-/Datenversorgung“ und „Simulation Parallelbetrieb von Schraubenkupplung und Digitaler Automatischer Kupplung (DAK) in Zugbildungsanlagen“). Berlin 29. Juni 2020.

⁸ Martin, Ullrich; Molo, Carlo v.: Umfassende Einführung der Mittelpufferkupplung – Perspektiven für Eisenbahninfrastrukturunternehmen. VWI Neues verkehrswissenschaftliches Journal – Band 13. Books on Demand GmbH Norderstedt. Juni 2015.

⁹ ERA; UNISIG (Hg.): ISSUE 3.3.0. System Requirements Specification, Chapter 3 Principles.SUBSET-026-3: <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/New-Annex-A-for-ETCS-Baseline-3-and-GSM-R-Baseline-0.aspx>, 23.07.2015, 17:00.

- Elektrische Steuerung der Bremse (sogenannte „elektropneumatische Bremse“ - ep-Bremse),
- zuginterne Zugintegritätsprüfung ohne zusätzliche elektrisch aktive Einrichtungen, die eine autarke Energiequelle an den Wagen erfordern,
- selbsttätiges Kuppeln auch im Gleisbogen sowie zerstörungsfreie Auf- und ablaufstöße beim Rangieren bis zu einer Geschwindigkeit von mindestens 12 km/h¹⁰ (da andernfalls die Anzahl der personalintensiv zu behandelnden Schadwagen überproportional ansteigen, die betriebliche Effizienz gedämpft und die internationale Kompatibilität eingeschränkt würde),
- gezieltes Entkuppeln vom Triebfahrzeug aus,
- Bremsprobe und Zugtaufe (Train Inauguration) direkt vom Triebfahrzeug aus und
- eingeschränkte Kuppelbarkeit mit der konventionellen Schraubenkupplung (in Abhängigkeit von der Länge der Migrationsphase für Not- und Einzelfälle, wie z.B. das Bergen von Zügen bzw. Zugteilen, Rangieren mit unterschiedlichen Triebfahrzeugen oder die Schadwagenbehandlung)

Diese Spezifikationen werden inzwischen größtenteils auch in der vom Technischen Innovationskreis Schienengüterverkehr für die Digitale Automatische Kupplung als Grundlage erstellten Konfiguration¹¹ als obligatorisch angesehen. Die forcierte Entwicklung und unverzügliche Markteinführung einer solchen Kupplung wird vom Wissenschaftlichen Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur als besonders zielführend zur Effizienzsteigerung des Schienengüterverkehrs erachtet. Die laufenden Aktivitäten im Zusammenhang mit dem DAK-Demonstratorzug sollten diese Zielstellung intensiv unterstützen.

Die bereits im Abschnitt 2 erwähnte, relative Einfachheit der Konstruktion der Güterwagen stellt gegenwärtig einen der wenigen verbliebenen Vorteile des SGV dar und bildet nicht nur eine wichtige Grundlage für die internationale Kompatibilität, sondern führt auch zu einem geringen Wartungsaufwand sowie einer hohen Zuverlässigkeit unter anspruchsvollen Einsatzbedingungen. Deshalb wird dringend davon

¹⁰ Union internationale des chemins de fer – UIC: ALLGEMEINER VERTRAG FÜR DIE VERWENDUNG VON GÜTERWAGEN, Anlage 10, Teil B. Paris 01.01.2020.

Entscheidung 2006/861/EG über die technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem „Fahrzeuge – Güterwagen“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems (13), 2006.

¹¹ Technischer Innovationskreis Schienengüterverkehr (TIS): DAC SPEC and Test Concept – NEU!. „technical Specification automatic coupler for freight wagons/ hybridcoupler for locos (version V1.01)“. <https://tis.ag/downloads> (Download am 29.11.2020)



abgeraten, diesen Vorteil durch eine separate eigenständige *betriebsrelevante* Energieversorgung auf den Güterwagen unter der fragwürdigen Annahme einer vermeintlichen Effizienzsteigerung aufzugeben. Neben den dafür notwendigen Investitionen und erheblichen Betriebskosten würden die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des SGV signifikant beeinträchtigt, wenn betriebswichtige Funktionen von einer Energiequelle im Güterwagen abhängig wären. Dies schließt natürlich nicht aus, dass Wagen mit besonderen Anforderungen (wie zum Beispiel Wagen mit Kühlaggregaten) oder mit besonderen Funktionen (z.B. zur Grobortung im Netz) entsprechend ausgerüstet werden.

Das **zweite wichtige Handlungsfeld** zur Verbesserung des SGV besteht im möglichst schnellen **flächendeckenden Einsatz von ETCS**. Dies reduziert nicht nur die Notwendigkeit vielfältiger Triebfahrzeugausstattungen, sondern senkt auch den Betriebs- sowie Instandhaltungsaufwand der Infrastruktur und erlaubt, diese bei Einhaltung einer kundenorientierten Betriebsqualität intensiver zu nutzen. Während in Infrastrukturbereichen mit hoher Zugdichte mindestens ETCS Level 2 zum Einsatz kommen sollte, sind in weniger stark befahrenen Infrastrukturabschnitten vereinfachte ETCS-Lösungen vorzusehen, die aber fahrzeugseitig vollständig kompatibel sein müssen. Bei der Ausrüstung von Netzteilen mit ETCS sind die konventionellen Signalsysteme grundsätzlich aufzugeben, und ein Parallelbetrieb von ETCS und konventionellen Signalsystemen auf demselben Infrastrukturabschnitt ist weitestgehend zu vermeiden. Durch die mit einer Mittelpufferkupplung realisierbare, zuginterne Zugintegritätsprüfung werden die bei Zugfahrten bislang dafür zur Gleisfreimeldung infrastrukturseitig notwendigen Gleisstrom- und Achszählkreise verzichtbar, so dass diese zurückgebaut werden können. Um den Erfolg des ETCS zu sichern, ist es u.a. besonders wichtig, die Software infrastruktur- sowie fahrzeugseitig aktuell zu halten und dabei der Tendenz zur Implementierung länderspezifischer oder zugattungsspezifischer Inkompatibilitäten pro-aktiv entgegenzuwirken.

Als **drittes Handlungsfeld** identifiziert der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur die Schaffung der notwendigen Systemvoraussetzungen, um die am SGV beteiligten Akteure in die Lage zu versetzen, ihre Betriebskonzepte an den Anforderungen eines modernen, zunehmend volatilen Güterverkehrsmarktes auszurichten. Besondere Effizienzgewinne sind durch ein **umfassendes Transportsystem für den unbegleiteten Kombinierten Verkehr (KV)** als Rückgrat des SGV zu erwarten, weil sich durch die Trennung des Ladegefäßes vom Fahrzeug höhere Umlaufgeschwindigkeiten ergeben, weitgehende verkehrsträgerübergreifende Kompatibilitäten zwischen Lkw, Eisenbahn sowie Binnenschifffahrt genutzt werden können und sehr gute Bedingungen für eine Automatisierung von Teilprozessen geschaffen werden. In diesem Zusammenhang ist unter „umfassend“ die Einbeziehung der Fahrzeuge, der Infrastruktur und des Betriebskonzeptes, wie z.B. die Fahrplankonstruktion, sowie die intermodale Prozesskompatibilität zu

verstehen. Obwohl es natürlich auch zukünftig durchaus sinnvolle Einsatzbereiche für Wechselbrücken und Trailer (ebenso wie z.B. für Kesselwagenzüge) geben wird, wenn dies für spezifische Transportketten zweckmäßig ist, besitzt ein Containertransportsystem insbesondere auch bei intermodalen Transporten aus Sicht des SGV das größte Potenzial bei der Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene. Den Schwerpunkt auf den Containerverkehr zu legen, begründet sich durch:

- dessen Eignung für fast alle Gutarten,
- die weitgehend uneingeschränkte Intermodalität, die u.a. auch bei temporären Einschränkungen eines Verkehrsträgers die verhältnismäßig einfache Verlagerung der Transporte auf einen anderen Verkehrsträger zulässt,
- vorhandene internationale Standards sowie darauf aufbauende Technologien für das Transportieren, Umschlagen, Lagern und Instandhalten,
- eine auch international freizügige Nutzung und Austauschbarkeit,
- die uneingeschränkte Kranbarkeit und Stapelbarkeit mit der Folge eines geringen Flächenbedarfs sowie eines mehrlagigen Transports auf verschiedenen Verkehrsträgern,
- das Fehlen von während des Transportprozesses zu bewegendenden mechanischen Teilen,
- einfache Ladungssicherung des Ladegefäßes bei niedrigem Gefährdungspotenzial,
- gegenüber anderen Formen des KV vergleichsweise höhere zulässige Geschwindigkeiten der Züge und
- robuste störungsresistente Konstruktion der Container-Tragwagen des SGV bei niedrigen Betriebskosten.

Eine signifikante Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene, die auf einer deutlichen Effizienzsteigerung beruht, lässt sich aus den vorgenannten Gründen durch den Auf- bzw. Ausbau eines flächendeckenden Containertransportsystems erreichen. Dementsprechend ist die Etablierung eines umfassenden Containertransportsystems prioritär voranzutreiben, ohne dass dem SGV dadurch die Potenziale der Wechselbrücken- und Trailerverkehre verlorengehen. Wichtige bahnseitige Komponenten eines Containertransportsystems sind:

- Die Schaffung bzw. der Ausbau von KV-Terminals, flächendeckend zur Verknüpfung der Hauptgüterverkehrsströme im gesamten Netz unter Berücksichtigung eines vertakteten Betriebskonzeptes.
- Zug-lange Behandlungsgleise in den KV-Terminals in Form von Durchgangsbahnhöfen, so dass keine Rangierfahrten notwendig werden und die Zugzusammensetzung einschließlich Triebfahrzeug unverändert bleiben kann.



- Ein netzbezogenes Fahrplankonzept, das in seiner Endausbaustufe in der Trassenkonstruktion dem integralen Taktfahrplan des Personenverkehrs vergleichbar ist und mit diesem in Mischverkehrsbereichen verzahnt wird. Auf dieser Grundlage lassen sich verstärkt sogenannte Angebotstrassen konstruieren, auch wenn dafür noch keine konkreten Bestellungen durch EVU vorhanden sind. Die so vorkonstruierten, sinnvoll vertakteten Trassen können dann den EVU des SGV vorrangig angeboten werden.

Bei der konzeptionellen Gestaltung eines umfassenden Transportsystems für den unbegleiteten Kombinierten Verkehr sind sämtliche Verkehrsträger, d.h. Schiene, Straße, Binnen- und Hochseeschifffahrt sowie die Terminals, in einer integrativen Betrachtung einzubeziehen. Wenn das Containertransportsystem bahnseitig wie hier technisch / betrieblich beschrieben ausgebaut wird, dann besteht die Chance, dass der Schienengüterverkehr seinen Marktanteil deutlich ausbauen kann. Umgekehrt kann man auch formulieren: Die angestrebte stärkere Verlagerung von Güterverkehr auf die Schiene ist ohne eine noch stärkere Verbreitung des Containers als Transportgefäß auch im inländischen Schienengüterverkehr schwer vorstellbar.

Auch wenn die erwünschte infrastrukturseitige Separierung der Verkehrsarten kurz- und mittelfristig nicht realistisch ist, muss auch bei der Gestaltung des hier beschriebenen KV-Transportsystems beim langfristigen Infrastrukturausbau weiterhin verstärkt auf eine Entmischung von Güter- und Reiseverkehr hingewirkt werden, um die prognostizierten Kapazitätsbedarfe in beiden Verkehrsarten abdecken zu können sowie die in fernerer Zukunft weiter steigende Notwendigkeit zur Flexibilität im Gütertransportsystem zu ermöglichen.

Die wesentlichen positiven Wirkungen und erschließbaren Potenziale, die die drei in diesem Kapitel vorgestellten Lösungsansätze für das System des SGV eröffnen können, werden nachfolgend vertieft dargestellt.

Im vorigen Kapitel wurden drei Lösungsansätze vorgestellt, die der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur für die Erneuerung des SGV empfiehlt: Die Einführung einer Mittelpufferkupplung für alle Fahrzeuge, der flächendeckende Einsatz von ETCS sowie die Umsetzung eines umfassenden KV-Transportsystems für den unbegleiteten KV mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr. Diese Empfehlung begründet sich aus den wesentlichen Vorteilen der drei Lösungsansätze, die bei den verschiedenen Akteuren des Eisenbahnsystems entstehen. Einige dieser Vorteile ergeben sich bereits aus den einzelnen Lösungsansätzen separat. Werden die drei Lösungsansätze im Zusammenhang betrachtet und aufeinander abgestimmt umgesetzt, ergibt sich durch die Synergieeffekte ein Potenzial, das signifikant und nachhaltig zu einer Überwindung der in Abschnitt 2 beschriebenen Defizite beiträgt sowie nicht zuletzt durch eine deutliche Steigerung der Transportgeschwindigkeit zu einer erheblichen Effizienzsteigerung des SGV führt. Darüber hinaus wird auch eine langfristig wirksame Grundlage für den Erfolg der nicht nur im „Innovationsprogramm Logistik 2030“ geforderten Digitalisierung des SGV mit dem Ziel einer Verbesserung von dessen Wettbewerbsfähigkeit geschaffen.

4.1. Mittelpufferkupplung mit Energieversorgungs- und Datenverbindung

Unter den technischen Innovationen zur Effizienzsteigerung des SGV kommt der Mittelpufferkupplung eine zentrale Bedeutung zu (siehe dazu zum Beispiel die in Fußnote 8 zitierte Quelle). Insbesondere werden durch deren Einführung vereinfachte Zugbildungs- und Rangierprozesse sowie schnellere Zugfahrten ermöglicht, der Infrastrukturausbaubedarf wird aufgrund der besseren Infrastrukturauslastung gedämpft, und ein Teil der sicherungstechnischen Infrastrukturausrüstung wird obsolet. Auch der Personalbedarf wird reduziert, und insgesamt werden die Kosten gesenkt. Neben einer konstruktiven Vereinfachung der Güterwagen durch den Wegfall der Seitenpuffer wird aufgrund der höheren übertragbaren Kräfte auch ein Gewinn an Betriebssicherheit erreicht. Betrieblich könnte das bei Reisezügen inzwischen erfolgreich im Regelbetrieb genutzte „Train Coupling and Sharing“ auch im Schienengüterverkehr an Bedeutung gewinnen. Zusätzlich wirkt die Mittelpufferkupplung synergetisch bei der Ausschöpfung der Potenziale des ETCS und eines KV-Transportsystems.



Die Leistungsfähigkeit der **Zugbildungsanlagen** und die Effizienz im **Rangierdienst** werden signifikant erhöht. Die Reduzierung des Personalaufwandes sowie des Personal- und Zeitbedarfs aufgrund des weitgehenden Verzichts auf das händische Kuppeln bzw. Entkuppeln durch das Rangier- und Zugpersonal bei wachsendem Personalmangel, eine Reduzierung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten, die Erhöhung der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Bremstechnik sowie eine konstruktive Vereinfachung durch den Entfall der Seitenpuffer sind weitere positive Effekte, die gegenüber der derzeitigen Kuppeltechnologie wirksam werden. Darüber hinaus wird die durchgängige Digitalisierung weiterer Funktionen, wie z.B. die Erstellung des Bremszettels und der Wagenliste, die Erstellung und Weiterleitung der Ladungspapiere sowie die Ladungs- und Wagenverfolgung gefördert. Zusätzlich wird die Betriebssicherheit erhöht, da gegenüber der gegenwärtigen Verfahrensweise, bei der überwiegend lediglich die Bremsleistung des rangierenden Triebfahrzeugs genutzt wird, beim Einsatz der ep-Bremse in vielen Fällen zusätzlich die Bremsleistung der Wagen einbezogen werden kann. In Verbindung mit moderner Signaltechnik lässt sich die maximale Geschwindigkeit der Rangierfahrten in vielen typischen Fällen von derzeit 25 km/h auf 40 km/h erhöhen.

Durch die Mittelpufferkupplung lassen sich höhere Zug- und Druckkräfte übertragen sowie die Bremsen direkt elektrisch ansteuern (ep-Bremse), wodurch sich die maximal mögliche **Geschwindigkeit der Güterzüge** steigern lässt und/oder Zuglänge und Zuggewicht vergrößert werden können. Durch die damit einhergehenden fahrdynamischen Verbesserungen **steigt die Homogenität zwischen Güter- und Reisezügen**, so dass sich die Trassen eines integralen Güterverkehrstaktfahrplans einfacher mit dem Fahrplankonzept des Deutschlandtaktes für den Personenverkehr in Einklang bringen lässt und die **Zahl konfliktfreier Trassen erhöht** wird. Grundsätzlich vereinfacht sich auch die Fahrplankonstruktion, weil die Vielfalt der Fahrplantrassen in ihrer wird und sich der Unterschied zu den Fahrplantrassen der Reisezüge verringert.

Auch wenn dies äußerst wünschenswert ist, muss doch davon ausgegangen werden, dass im deutschen Eisenbahnnetz eine physische Trennung des Reise- und Güterverkehrs auch längerfristig nicht in größerem Umfang möglich sein wird. Dementsprechend sind Maßnahmen, die unter den Bedingungen des Mischverkehrs die Infrastrukturausnutzung und Betriebsqualität fördern, besonderes Augenmerk zu widmen. Besonders negativ hat sich in diesem Zusammenhang der über Jahrzehnte angewachsene Unterschied der Geschwindigkeiten zwischen Reise- und Güterverkehr durch den unterschiedlichen Zeitbedarf der jeweiligen Trassen in Verbindung mit einer Zunahme der Überholvorgänge bei reduzierter Zahl der Überholgleise ausgewirkt. Darüber hinaus verlängern derartige Überholungen auch die Transportzeiten im SGV erheblich, und die Tendenz, dass vorausfahrende Güterzüge nachfolgende Reisezüge bereits bei geringen Fahrplanabweichungen behindern, steigt. Deshalb wirkt eine Anhebung der Geschwindigkeit der Güterzüge unmittelbar posi-

tiv auf die Leistungsfähigkeit der Infrastruktur und die Betriebsqualität des gesamten Eisenbahnverkehrs. Ein nicht zu vernachlässigender Zusatzeffekt entsteht durch die Dämpfung des Bedarfs zur extensiven Infrastrukturerweiterung, da im selben Zeitintervall auf der bestehenden Infrastruktur mehr Zugfahrten realisiert werden können. Die so nutzbare Verkürzung der Transportzeit im Güterverkehr ermöglicht es, mit derselben Anzahl von Fahrzeugen und Triebfahrzeugpersonal in gleicher Zeit mehr Güter zu transportieren, weil auch die Fahrzeugumlaufzeit reduziert wird. Zwei essenzielle Voraussetzungen zur Steigerung der Geschwindigkeit im SGV sind eine entsprechende Kupplung zwischen den Fahrzeugen sowie eine hinreichend leistungsfähige, schnell und gleichzeitig an allen Fahrzeugen im Zugverband wirkende Bremse.

In einer für diese Stellungnahme durchgeführten Untersuchung¹² konnten die Auswirkungen des Einsatzes der Mittelpufferkupplung in Verbindung mit der ep-Bremse quantifiziert werden. In einer Modellrechnung wurde die maximal mögliche Anzahl konfliktfreier Zugtrassen generiert. Mit einem automatischen Konstruktionsverfahren für ein Szenario mit erhöhten Maximalgeschwindigkeiten und erhöhten Bremschundertsteln für Güterzüge unter Berücksichtigung der Sperrzeiten konnten zusätzlich 4% mehr Trassen im Gesamtnetz und bis zu 6% auf einigen stark befahrenen Strecken konstruiert werden. Im Vergleich zum Referenzszenario ohne Mittelpufferkupplung und ep-Bremse stieg die Gesamtkapazität von 63402 auf 65988 Trassen. Die mögliche Kapazitätserweiterung dieses Ausmaßes ergibt ein beachtliches Potenzial für die Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene bzw. zusätzliche Reservezeiten in bestehenden Fahrplänen, die wiederum bessere Pünktlichkeitswerte, insbesondere auch im Eisenbahnpersonenverkehr durch eine stärkere Angleichung der Geschwindigkeiten erwarten lassen.

¹² Reisch, J., Kliewer, N.; Martin, U., Pöhle, D.: Bemessung der Kapazitätssteigerung durch EP-Bremse und Mittelpufferkupplung durch eine automatische Trassenkonstruktion. In: ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, 70 (2021) 1+2, Seiten 37 – 40

Das Referenzszenario (bezogen auf das Jahr 2013) besteht u.a. aus

- 295 Abschnitten auf allen wesentlichen Güterverkehrsstrecken in Deutschland
- jeweils 3 verschiedenen Zugcharakteristiken, zu denen Trassen über den Tag verteilt konstruiert werden für Züge, die typischerweise auf diesen Strecken verkehren

Annahmen für Szenario mit Mittelpufferkupplung und ep-Bremse:

- Falls Gesamtzugmasse < 2000 t: Setze Bremschundertstel auf 95 und Vmax auf 120 und Bremsstellung auf "P" (betrifft 642 von 885 Paaren - Abschnitt+Zugcharakteristik)
- Falls Gesamtzugmasse >= 2000 t und < 3000 t: Setze Bremschundertstel auf 65 und Vmax auf 100 und Bremsstellung auf "P" (Betrifft 224 von 885 Paaren - Abschnitt+Zugcharakteristik)
- Gesamtzugmasse >= 3000 t wurde nicht berücksichtigt



Die Mittelpufferkupplung bildet nicht nur für die Digitalisierung der Grundfunktionen des SGV (wie kuppeln, rangieren, Züge bilden / auflösen, Züge fahren usw.) eine wesentliche Grundlage, sondern auch darüber hinaus für **vielfältige künftige digitalisierte Funktionen** (siehe auch die in den Fußnoten 7 und 8 zitierten Quellen). Das betrifft u.a. die Entgleisungsdetektion, die Fahrwerksüberwachung, die präventive Wartung der Infrastruktur und Fahrzeuge, die Ladungsüberwachung, die Ladungsverfolgung sowie die automatisierte Anpassung digitaler betrieblicher und verkehrlicher Unterlagen (wie z.B. Bremszettel und Wagenliste).

4.2. Flächendeckender Einsatz von ETCS

Bei einem Sicherungssystem mit ortsfesten Hauptsignalen lässt sich **der Zugfolgeabstand** nicht nur wegen des nicht beliebig verringerbaren Abstands der ortsfesten Signale, sondern auch aufgrund der benötigten Infrastrukturausrüstung zur Zugintegritätsprüfung in Form von sehr vielen zusätzlichen Gleisstrom- bzw. Achszählkreisen nur sehr eingeschränkt verkürzen. Ab der Ausbaustufe ETCS Level 2 werden ortsfeste Hauptsignale nicht mehr benötigt. Obwohl eine, mit Mittelpufferkupplung sehr gut realisierbare *zuginterne* Zugintegritätsprüfung erst bei der Ausbaustufe ETCS Level 3 zwingend notwendig wird, ergeben sich bereits in der Ausbaustufe ETCS Level 2 Vorteile, da durch den Wegfall der ortsfesten Hauptsignale sehr kurze virtuelle Zugfolgeabschnitte realisierbar sind, deren zugfolgeverkürzende Wirkung im Zusammenspiel mit den durch die Mittelpufferkupplung verbesserten Brems- und Beschleunigungsvorgängen besonders zur Geltung kommt. Gleichzeitig wird durch die mit der Mittelpufferkupplung realisierbare zuginterne Zugintegritätsprüfung eine essenzielle Voraussetzung für die noch nicht fertiggestellte Spezifikation für ETCS Level 3 und den damit verbundenen Wegfall der bisher für diesen Zweck genutzten **Infrastrukturausrüstung** geschaffen. So gibt die DB Netz AG für das Jahr 2013 ca. 42.500 Achszähler mit einem Stückpreis von 2.000 EUR und ca. 20.750 Gleisstromkreise mit einem Stückpreis von 1.500 EUR an, die auf der freien Strecke durch eine zuginterne Zugintegritätsprüfung nicht mehr benötigt werden (siehe die in Fußnote 8 zitierte Quelle).

Sind auch untergeordnete Netzbereiche mit (ggf. vereinfachtem) ETCS ausgerüstet, lassen sich Wagengruppen mit vergleichsweise geringem Aufwand zu Knoten verbringen, an denen Züge mit einer dem KV-Transportsystem entsprechenden Standardlänge zusammengestellt werden. Die **Einführung eines automatisierten bzw. teilautomatisierten Zugbetriebs** (Automatic Train Operation – ATO) lässt sich auf dieser technischen Grundlage leichter implementieren. Letztlich werden auch der gegenwärtige Rangieraufwand und der dafür notwendige Infrastrukturbedarf vermindert.

Die mit dem ETCS-Ausbau verbundene **Vereinheitlichung** der Infrastrukturausstattung ermöglicht auch eine Vereinheitlichung der Triebfahrzeuge, mit vielen positi-

ven Effekten. Einheitlich ausgerüstete Triebfahrzeuge erweitern nicht nur deren Einsatzbereich, sondern verringern bei der Beschränkung auf ein modernes System die technische Komplexität, die Störanfälligkeit sowie die Investitions- und Instandhaltungskosten. Für Triebfahrzeuge, die nicht mit mehreren Systemen ausgestattet sind, entfällt der ansonsten zwingend notwendige Triebfahrzeugwechsel an den Systemgrenzen. Und schließlich lässt sich die angestrebte Prozessautomatisierung im SGV mit einer flächendeckenden ETCS-Ausrüstung schneller und kostengünstiger erreichen, da die Effekte Netz-weit zum Tragen kommen können und keine Sonderlösungen für andere Sicherungssysteme erforderlich sind. Je geringer die Komplexität der technischen Grundlage ist, desto einfacher lässt sich eine Digitalisierung umsetzen. Bemerkenswert ist darüber hinaus, dass dies auch erhebliche positive Wirkungen bei der Vereinheitlichung des technisch-betrieblichen Regelwerks und der Betriebsverfahren entfaltet. Gleichzeitig bewirkt eine flächendeckende Ausrüstung mit ETCS z.B. durch die technische Vereinheitlichung des Bahnsystems und die Verkürzung der Zugfolgeabstände signifikante Verbesserungen für den Reiseverkehr.

4.3 KV-Transportsystem für den unbegleiteten KV mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass durch den Einsatz der Mittelpufferkupplung in einem KV-Transportsystem und die damit einhergehenden fahrdynamischen Verbesserungen eine darauf aufbauende Trassenkonstruktion als Grundlage für einen integralen Güterverkehrstaktfahrplan begünstigt wird. Aufgrund der steigenden Homogenität zwischen Güter- und Reisezügen kann ein solcher Güterverkehrsfahrplan einfacher mit dem Fahrplankonzept des Deutschlandtaktes für den Personenverkehr in Einklang gebracht werden. Dadurch erhöht sich die Zahl konfliktfreier Trassen. Zudem lassen sich bei Bedarf einzelne Wagen mit geringem zeitlichen und personellen Aufwand in die Züge ein- oder aussetzen. Dies gilt sowohl bei Störungen bzw. Defekten und planmäßigen Wartungen als auch im Einzelwagenverkehr. Durch die mit der Mittelpufferkupplung zeitlich verkürzten Brems- und Beschleunigungsvorgänge sowie **Zug-lange Behandlungsgleise in als Durchgangsbahnhöfe gestalteten KV-Terminals**, die den Verzicht auf Rangierfahrten ermöglichen, reduziert sich auch die Gleisbelegungszeit in den KV-Terminals, wodurch deren Kapazität steigt.

Damit wird es möglich, Container in relativ kurzer Zeit direkt zwischen unterschiedlichen Zügen umzuladen. Der Anteil zwischenzulagernder Container reduziert sich deutlich, und die Transportdauer der Güter nimmt signifikant ab. Dementsprechend erhöht sich auch die Intensität der Nutzung der nur begrenzt verfügbaren Logistikflächen. Die KV-Terminals sowie die dort regelmäßig zu durchlaufenden Prozesse lassen sich durch einen modularen Aufbau selbst bei unterschiedlichen Größen und Ausstattungen weitgehend standardisieren. In den Containern können z.B. im Rah-



men der Digitalisierung zur Ladungsverfolgung bedarfsweise zusätzliche technische Einrichtungen installiert werden, die direkt intermodal nutzbar sind, aber den Vorteil der konstruktiven Einfachheit der Güterwagen nicht beeinträchtigen. Die Durchlaufzeit eines Wagens in einer Zugbildungsanlage reduziert sich von derzeit 4 bis 6 Stunden auf 0,5 bis 1,5 Stunden in modernen KV-Terminals. Demzufolge lassen sich mit demselben Infrastruktumfang deutlich mehr Verkehre bewältigen. Der Bedarf klassischer Rangierbahnhöfe, die gegenüber KV-Terminals einen größeren Flächenbedarf haben, wird reduziert. Da die genannten Vorteile zum Teil auch beim KV mit Wechselbrücken und Trailern wirken, ist es sinnvoll, die dadurch entstehenden Effizienzverbesserungen auch bei derartigen Transportketten zu nutzen.

Da fast alle Gutarten in **standardisierten Containern** transportiert werden können, lässt sich die Zahl unterschiedlicher Wagentypen reduzieren, was auch der Instandhaltung zugutekommt. Einheitlich standardisierte Containertragwagen eines umfassenden Transportsystems vereinfachen eine konsistente Zugzusammensetzung und ermöglichen eine freie Austauschbarkeit der Wagen zwischen verschiedenen Zügen (z.B. bei Beschädigung oder fristgebundener Untersuchung einzelner Wagen eines Zugverbandes). Ein zusätzlicher Synergieeffekt würde sich ergeben, wenn derartige Containertragwagen auf der Grundlage eines auch über den Containertransport hinausgehenden Konzeptes für ein Standard-Tragwagen-Modell konzipiert werden. Das Ladegut differiert stark in Menge und Art an den verschiedenen Aufkommenspunkten. Der dadurch notwendige Leerwagenausgleich gutartenspezifischer Wagen verursacht einen nicht unerheblichen Aufwand im SGV und beansprucht Infrastrukturkapazität. Der Einsatz standardisierter Containertragwagen erhöht die Flexibilität beim Transport unterschiedlicher Ladegüter, vermindert die Notwendigkeit des Leerwagenausgleichs und schafft dadurch zusätzliche Infrastrukturkapazität.

Die beschriebenen Vorteile wirken zum Teil auch in anderen Bereichen des KV, so dass deren Deckungslücke zur wettbewerbsorientierten Eigenwirtschaftlichkeit über die derzeit vorhandenen wirtschaftlich tragfähigen Verkehre in diesem Bereich verringert werden kann. In der Folge können durch diese Verkehrsarten Potenziale für den Schienengüterverkehr erschlossen werden, die gegenwärtig aus wirtschaftlichen Gründen nicht im Fokus stehen.

Selbst wenn der SGV in den Stand der Technik versetzt wird, muss auch künftig die systembedingt geringere Netzbildungsfähigkeit der Eisenbahn gegenüber der Straße berücksichtigt werden. Deshalb bleibt die leistungsfähige Feinverteilung in Form einer adäquaten, ohne den LKW nicht realisierbaren **güterverkehrlichen Flächenschließung** unumgänglich. Dies umfasst u.a. die systematische Erfassung vorhandener und potenzieller Logistikflächen, die insbesondere auch als Zugangspunkte zum SGV unter Anwendung moderner Umschlagtechnologien, wie sie ein KV-Transportsystem bietet, entwickelt werden können. Weil die technischen Einrich-

tungen und Fahrzeuge an derartigen Umschlagpunkten (z.B. Güterverkehrszentren) vergleichsweise hohe betriebswirtschaftliche Sprungkosten verursachen und eine hocheffiziente fahrleistungsreduzierte Feinverteilung im Straßengüterverkehr ein entsprechendes Sendungsvolumen im Umschlag erfordert, ist eine strukturelle Mindestgröße der Betreiber zu berücksichtigen. Das schließt ausdrücklich die Möglichkeit ein, dass ein Betreiber durchaus mehrere Umschlagpunkte bewirtschaften kann. Darüber hinaus ist es sinnvoll, **die intermodalen Prozesse** an die Rahmenbedingungen eines modernen KV-Transportsystems anzupassen. So könnten bei einem stringent vertakteten SGV die Lkw-Fahrten zur Feinverteilung so organisiert werden, dass rechtzeitig vor der Systemzeit die Lkw mit den umzuladenden KV-Behältern im betreffenden Terminal eintreffen und nach Ankunft der Züge wiederum den größten Teil der unmittelbar weiterzutransportierenden KV-Behälter ohne Zwischenlagerung übernehmen. Dazu müssten mit den Frachtführern im Straßengüterverkehr Vereinbarungen getroffen werden, die im KV-Terminal einen Umschlag nach dem „first-in-first-out-Prinzip“ erlauben. Werden auch die von Zug zu Zug übergehenden Container im KV-Terminal weitestgehend direkt, d.h. ohne Zwischenlagerung, umgeladen, reduziert sich nicht nur die Transportzeit der Güter, sondern auch die dafür notwendige Fläche an den Umschlagpunkten insgesamt deutlich.

Auch wenn dies nicht die Hauptzielstellung für die Einrichtung eines KV-Transportsystems ist, können durch dessen grundsätzlich standardisierte Gestaltung insbesondere in Verbindung mit einer modernen Mittelpufferkupplung signifikante Impulse für die Effizienzsteigerung des **Einzelwagenverkehrs** entstehen. Die Standardisierung der Be- und Entladung, die Automatisierung der Zugbildung (z.B. der regelmäßig erforderlichen Bremsprobe und der sog. Zugtaufe), die Verringerung des Personalaufwandes sowie die daraus folgenden verringerten Transportzeiten bei gleichzeitiger Aufwandsreduzierung erhöhen die Attraktivität des Einzelwagenverkehrs



5 Politikempfehlungen

5.1. Leitbild der Politik: Moderne zukunftssichere flächendeckende technische Lösungen zur Realisierung der Grundfunktionen des Schienengüterverkehrs

Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur begrüßt ausdrücklich das Leitbild aus dem „Innovationsprogramm Logistik 2030“ (insbesondere Maßnahmepaket 6: „Schlaue Schiene, intelligente Bahnen“). Gleichwohl ist zu konstatieren, dass der gegenwärtige Zustand des SGV noch weit von den formulierten Zielen entfernt ist. Um die verkehrspolitisch erwünschte Zukunftsfähigkeit des SGV durch Investitionen und Innovationen zu sichern, bedarf es zunächst einer Auflösung des über Jahrzehnte entstandenen Innovationsstaus in diesem Bereich.

Vorrangig ist die Technologie der Grundfunktionen im Güterverkehrsprozess der Eisenbahn an den Stand der Technik anzupassen. Dies betrifft sowohl die Zugfahrten als auch die Rangierprozesse und die Zugbildung bis hin zu den Ladeprozessen. Die zeitgemäße Gestaltung der folgenden, z.T. auch im „Innovationsprogramm Logistik 2030“ erwähnten Grundfunktionen im Güterverkehrsprozess muss Priorität haben:

- Fahrzeuge kuppeln,
- Fahrzeuge rangieren,
- Züge bilden und auflösen,
- Zugfahrten signaltechnisch sichern und fahrdynamisch anpassen,
- Wagen be- und entladen sowie
- Zugfahrten verknüpfen und Güterverkehrsnetze strukturieren.

Erst dadurch wird die Voraussetzung für die Implementierung von Zukunftstechnologien, wie z.B. der Digitalisierung, dem Automatischen Zugbetrieb (ATO – Automatic Train Operation), aber auch für die nachhaltige Wirksamkeit von Infrastruktur- und Fahrzeuginvestitionen geschaffen. Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur hält die in den vorangegangenen Kapiteln erläuterten drei Lösungsansätze

- Einführung einer automatischen standardisierten, nicht-proprietären, robusten Mittelpufferkupplung mit Energieversorgungs- und Datenverbindung,

- flächendeckender Einsatz von ETCS und
- Aufbau eines umfassenden Transportsystems für den unbegleiteten KV mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr

in Kombination für besonders geeignet, um das verkehrspolitische Leitbild in absehbarer Zeit erfolgreich praxiswirksam umzusetzen. Dafür empfiehlt der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur folgende Maßnahmen.

5.2. Maßnahmen

5.2.1. Konzept zur Entwicklung des Schienengüterverkehrs

Zur vollständigen Erschließung des Potenzials der Effizienzsteigerung ist ein ganzheitliches Konzept zur Entwicklung des Schienengüterverkehrs mit den im Zusammenhang zu betrachtenden drei Lösungsansätzen als Kern zu erstellen und fortzuschreiben. Durch eine inhaltliche und zeitliche Verbindlichkeit ist eine längerfristig verlässliche Handlungsgrundlage für die Akteure im Güterverkehr und die Industrie zu schaffen.

5.2.2. Mittelpufferkupplung

Kurzfristig ist ein allgemeiner verbindlicher Standard, z.B. auf der Grundlage der technischen Spezifikation für die Digitale Automatische Kupplung des Technischen Innovationskreises Schienengüterverkehr (siehe Fußnote 11), in Form einer nicht-proprietären einzuhaltenden Vorgabe einzuführen. Die Festlegung der wesentlichen technischen Merkmale bzw. Funktionen sollen die Kompatibilität und Interoperabilität unterschiedlicher Produktausprägungen sicherstellen, ohne eine zukünftige Weiterentwicklung zu hemmen. Ein Ansatz zur Realisierung von aufeinander aufbauenden Entwicklungsstufen einer Mittelpufferkupplung ist in der vom BMVI beauftragten Studie (siehe Fußnote 7) zur „Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr“ bereits enthalten.

Innerhalb des Gesamtkonzeptes der Umsetzung in den drei genannten Handlungsfeldern ist eine für die EIU, EVU und Fahrzeughersteller verlässliche Migrationsstrategie festzulegen. Aufgrund der weitreichenden Wirkungen (z.B. auf das betriebliche Regelwerk und Rechtsbeziehungen) wird ein stufenweises Vorgehen empfohlen, bei dem sukzessive die unterschiedlichen Ebenen der Akteure erforderlichenfalls iterativ einbezogen werden.

Eine zeitnahe Einführung einer Mittelpufferkupplung ist unter den beschriebenen Bedingungen zu forcieren. Da das Eisenbahnsystem zweifellos europäisch zu be-



trachten ist, sollte Deutschland, falls notwendig, auf eine Anpassung des europäischen Regelwerks hinwirken und insbesondere auch beispielgebend vorgehen. Ein andernfalls weiter für Jahrzehnte vor sich hin dümpelnder Schienengüterverkehr, der erhebliche öffentliche Ressourcen bindet und der wegen drastisch veralteten Grundfunktionen nicht von den Entwicklungen der Digitalisierung profitiert, kann nicht als realistische Alternative im Sinne des verkehrspolitischen Leitbildes betrachtet werden.

Die Einführung einer Mittelpufferkupplung zu einem bestimmten Zeitpunkt, zu dem quasi alle Güterwagen gleichzeitig umgerüstet werden, wäre mit einem sehr hohen Aufwand verbunden, wie verschiedene Voruntersuchungen aus den letzten Jahrzehnten zeigen (vgl. u.a. die Erkenntnisse zur umfassenden Einführung der Mittelpufferkupplung in der in Fußnote 8 genannten Studie). Dementsprechend bieten sich zwei Szenarien an, die jeweils ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis aufweisen. Szenario 1 sieht eine Umrüstung der Güterwagen im Rahmen der im zweijährigen Rhythmus vorgeschriebenen sog. Fristuntersuchung vor. Szenario 2 geht von einer Umrüstung bei der alle acht Jahre notwendigen Hauptuntersuchung aus. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis im Szenario 2 ist signifikant höher und erscheint auch unter Berücksichtigung der Fahrzeuganzahl sowie der damit verbundenen Komplexität einer Umrüstung praktikabler. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass sich bei den verschiedenen Beteiligten das Verhältnis von Aufwand und Nutzen insbesondere in zeitlicher Hinsicht unterschiedlich gestaltet. Während bei den EIU kaum zusätzliche, d.h. über die ohnehin anstehenden Investitionen hinausgehenden Aufwendungen notwendig werden bzw. die Investitionen durch den Wegfall dann nicht mehr benötigter technischer Einrichtungen (z.B. zur Gleisfreimeldung) kompensiert werden, stehen bei den EVU sehr hohe Investitionen an, da alle Wagen und auch die Triebfahrzeuge umgerüstet werden müssen. Zudem stellen sich in der Migrationsphase insbesondere für die EVU Inkompatibilitätsprobleme mit der anfangs noch vorherrschenden Schraubenkupplung, welche sich kostentreibend auswirken. Der hohe Gesamtnutzen für EVU und EIU entfacht erst seine Wirkung, wenn die Umstellung weitgehend erfolgt ist. Letztlich werden sie aber zur Umrüstung gezwungen sein, wenn irgendwann (siehe folgender Abschnitt) die Infrastrukturelemente für die Zugintegritätsprüfung nicht mehr vorhanden sind und diese aus Sicherheitsgründen zwingend notwendige Prüfung fahrzeugseitig erfolgen muss, was nur mit einer zuginternen Datenverbindung sinnvoll möglich ist.

5.2.3. European Train Control System

Die bereits vorhandenen ambitionierten Programme zur ETCS-Infrastrukturausrüstung sind einschließlich der digitalen Stellwerkstechnik Netz-weit erheblich zu forcieren, in Abstimmung innerhalb des Gesamtkonzeptes der Umsetzung in den drei genannten Handlungsfeldern zu erweitern, zeitlich zu straffen und mit einem Konzept zum Rückbau sowohl der konventionellen Signaltechnik als auch der Einrichtungen zur infrastrukturseitigen Zugintegritätsprüfung zu ergänzen. Besonderes Augenmerk ist dabei, neben den stark belasteten Korridoren und Knoten, auch auf die eher schwach belasteten Bereiche des Netzes zu richten, um so zu vermeiden, dass langfristig Insellösungen unter Beibehaltung der veralteten Technik erhalten bleiben. In diesem Zusammenhang ist eine Abstimmung mit dem Ersatz veralteter Stellwerke sinnvoll.

Die Migrationsstrategie ist für die EIU, EVU und Hersteller in verlässlicher Form zu gestalten. Die Neuzulassung von Triebfahrzeugen ohne ETCS ist zunächst einzuschränken und abgestimmt mit dem Konzept der Infrastrukturausstattung künftig nach einer angemessenen Übergangsfrist grundsätzlich auszuschließen, so dass die EIU dies diskriminierungsfrei in ihre Netzzugangsbedingungen aufnehmen können.

Aufsichtsbehördlich sind einheitliche Standards bzw. Spezifikationen zur Softwareentwicklung und Funktionalitäten (z.B. auch im Hinblick auf die Bremskurven) vorzugeben sowie eine allgemeingültige Verfahrensweise bei Softwareanpassungen festzulegen. Auf die technische Weiterentwicklung des ETCS sowie die Beseitigung von Widersprüchen bzw. Inkompatibilitäten ist im europäischen Kontext pro-aktiv und auch mit zeitlichen Vorgaben hinzuwirken.

5.2.4. KV-Transportsystem für den unbegleiteten KV mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr

Die bereits begonnene Abstimmung des Schienengüterverkehrs mit dem Reiseverkehr im Deutschlandtakt ist unter Berücksichtigung eines umfassenden KV-Transportsystems mit dem Schwerpunkt im Containerverkehr innerhalb des Gesamtkonzeptes zur Umsetzung in den drei genannten Handlungsfeldern sowie den geplanten infrastrukturellen Erweiterungsmaßnahmen deutlich zu intensivieren. Zunächst ist ein standardisiertes Netz von Zugangsstellen auch für eine verkehrsträgerübergreifende Verknüpfung festzulegen. Auf dieser Basis ist unter Beachtung der durch die Bundesnetzagentur überwachten Regeln zum diskriminierungsfreien Netzzugang die Erstellung eines vertakteten, mit dem Reiseverkehr weitgehend kompatiblen Fahrplangrundnetzes mit der langfristigen Zielstellung der Weiterentwicklung zu einem integralen Güterverkehrstaktfahrplan zu veranlassen.



Für ein umfassendes KV-Transportsystem ist auf der Grundlage der bislang sehr rudimentär vorhandenen Strukturen und der definierten Zugangsstellen ein stufenweise umsetzbares Netz zu definieren, das sich an der Umsetzung des Deutschlandtaktes und, falls notwendig, dynamisch daran anpassbaren Zielzuständen orientiert. Dabei können sich die einzelnen Stufen durchaus zeitlich überschneiden.

Den Kern sollten in einer ersten Ausbaustufe zunächst die vorhandenen, erforderlichenfalls zu ertüchtigenden KV-Terminals, ergänzt um einzelne neue Terminals (wie z.B. in Lehrte) zur Abdeckung des Güterverkehrskernnetzes bilden. In dieser Ausbaustufe spielt die Zuführung von einzelnen KV-Wagen bzw. Wagengruppen von / zu kleineren KV-Terminals und klassischen Zugbildungsanlagen eine besonders wichtige Rolle, die bei einem weiteren Ausbau zwar abnimmt, jedoch für den Einzelwagenverkehr eine gewisse Bedeutung behält. In einer zweiten Stufe erscheinen die verstärkte systematische Schaffung bzw. der Ausbau kleinerer peripherer Terminals mit Zug-langen Gleisen und moderner Umschlagstechnik Zug-Zug, Zug-Lkw bzw. Zug-Binnenschiff sowie entsprechenden Logistikflächen sinnvoll. In der dritten Stufe ist eine Verbindung mit internationalen Verknüpfungspunkten umzusetzen.

Da der zeitliche Vorlauf der drei Stufen unterschiedlich ist, sollte mit den vorbereitenden Aktivitäten alsbald gleichzeitig begonnen werden. Gewisse Verwerfungen in der zeitlichen Realisierung sind dabei insofern zu vernachlässigen, als dass dadurch zwar der maximale Gesamteffekt verzögert wird, einzelne positive Teileffekte jedoch bereits mit der Inbetriebnahme jeder einzelnen Anlage wirksam werden. Das betriebliche Fahrplankonzept mit zum Reiseverkehr konfliktfrei vertakteten Systemtrassen, die Bedeutung als Rendezvous-Punkt im KV-Verkehr unter Beachtung des regionalen aber auch umzuladenden Gutaufkommens sowie die jeweils spezifischen örtlichen Bedingungen für den Zugang und die Intermodalität einschließlich der Flächenerschließung durch den Straßengüterverkehr bilden die Grundlage für eine Bewertung zur Priorisierung des Neu- bzw. Ausbaus der einzelnen KV-Terminals.

Die Migrationsstrategie ist in für alle Akteure des Güterverkehrs verlässlicher Form zu gestalten und mit den Programmen zur Gleisanschlussförderung sowie dem Programm zur Förderung von Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs abzustimmen.

Da sich die Ausführungen in dieser Stellungnahme vorrangig auf die technisch-betrieblichen Aspekte beziehen, werden zusätzlich weitere Untersuchungen zur vertieften Quantifizierung der betriebs- und volkswirtschaftlichen Wirkungen des beschriebenen KV-Transportsystems auf der Grundlage der zu erwartenden Güterverkehrsströme sowie Aufkommensquellen und Zielpunkten empfohlen.

5.3. Förderung und Fördermittelallokation

Da die koordinierte kurz- bis mittelfristige Einführung der drei Lösungsansätze einen sehr hohen Investitionsbedarf bei den unterschiedlichen Akteuren des Schienengüterverkehrs voraussetzt, ist eine zielorientierte Förderung zwingend erforderlich. Eine adäquate Förderung sollte sich vorrangig auf eine angemessene Migrationsphase beziehen und degressiv ausgerichtet sein, um so einen zusätzlichen Anreiz für eine schnelle Umsetzung zu schaffen. Als Grundlage zur Bemessung der Förderhöhe bietet sich die Deckungslücke der Kosten für die Investitionen zu den betriebswirtschaftlichen Kostenvorteilen an (siehe konkret dazu die Quelle in Fußnote 8). Dabei sollten auch Kosten aus Inkompatibilitäten während der Migrationsphase in pauschalisierter Weise den Investitionskosten hinzugerechnet werden können. Eine Obergrenze der Förderung ist dadurch gegeben, dass der volkswirtschaftliche Nutzen mindestens die Höhe der zu fördernden Deckungslücke erreichen muss.

Die Förderung ist systembezogen zu gewähren. Eine Besonderheit des Verkehrsträgers Eisenbahn besteht darin, dass dieses Verkehrssystem fahrweggelenkt ist. Dementsprechend sind viele der dafür essenziell notwendigen Funktionen, wie z.B. die Gleisfreimeldung, aufgrund der historischen Entwicklung ausschließlich in der Infrastruktur implementiert und gelten in dieser Form bislang unbestritten als förderwürdig. Bei den drei beschriebenen Lösungsansätzen werden diese Funktionen jedoch teilweise von der Infrastruktur auf die Fahrzeuge verlagert. Dies hat zur Folge, dass die relativ kurzfristig notwendigen Investitionen z.B. für eine fahrzeugseitige ETCS-Umrüstung und den Einbau von Mittelpufferkupplungen durch die EVU betriebswirtschaftlich nicht darstellbar sind. Deshalb wird ausdrücklich empfohlen, die Fahrzeugumrüstung in das Förderkonzept einzubeziehen – zumal eine Fahrzeugförderung bei anderen Verkehrsträgern auch nicht unüblich ist (vgl. u.a. Einbau von Katalysatoren oder Elektroantrieb im motorisierten Straßenverkehr, Abwrackprämien im motorisierten Straßenverkehr und bei der Binnenschifffahrt). Die Verlagerung von Funktionen, die bisher vornehmlich in der Infrastruktur integriert waren und nun auf das Fahrzeug verlagert werden, sollte ausdrücklich nicht dazu führen, dass diese Komponenten nicht als förderwürdig anerkannt werden können.

Eine öffentliche Förderung der EVU ist daher unerlässlich. Sie soll einen degressiven Charakter haben, um einen Anreiz für eine schnelle Umrüstung zu schaffen und muss auf die zu definierende Migrationsphase beschränkt sein. Zusätzlich kann eine Reduzierung der Trassengebühren für Züge mit Mittelpufferkupplung erwogen werden, die sich aus dem reduzierten Aufwand der Infrastrukturgestaltung bei den EIU finanzieren lässt. Die Kombination einer öffentlichen Förderung mit einer Reduzierung der Trassengebühren sollte so gestaltet werden, dass die Einführung einer Mittelpufferkupplung für die EVU attraktiver wird.



Die Aktivitäten zur Umsetzung eines effizienten Schienengüterverkehrssystems dürfen keinesfalls auf einen nur kurzen Zeitraum beschränkt sein, da mit der Etablierung der drei beschriebenen Lösungsansätze zwar die notwendigen Grundlagen geschaffen werden, aber die darauf aufbauende Entwicklung langfristig auch im volkswirtschaftlichen Interesse liegt. Um diesbezüglich eine langfristige Kontinuität insbesondere im Hinblick auf den Aus- sowie Neubau der Infrastruktur sicherzustellen und die Entwicklung von tagespolitischen Aktivitäten zu entkoppeln, wird die Schaffung bzw. Erweiterung geeigneter Förderinstrumente empfohlen. Für die Beurteilung einer Förderwürdigkeit sind insbesondere folgende Kriterien zu beachten:

- Hinwirkung auf zeitgemäße, zukunftsorientierte einheitliche Standards für die Grundfunktionen in den technologischen Prozessen des Eisenbahn(güter)verkehrs,
- Auswahl, Veranlassung und Koordination geeigneter Maßnahmen bzw. Maßnahmebündel,
- Bemessung des Förderumfangs in Verbindung mit der Vorgabe prüfbarer Ziele,
- Sicherstellung einer auskömmlichen, langfristig abgesicherten Finanzplanung für den Aus- und Neubau der Infrastrukturen im Einklang mit den Erfordernissen zur Umsetzung des Deutschland-Taktes und
- Orientierung an einer im gesamtwirtschaftlichen Sinne antizyklischen Schwerpunktförderung (überproportionale Mittelallokation in Konjunkturphasen, überproportionale Maßnahmenfinanzierung in Rezessionsphasen).

Wie die zunehmende Zahl von Überhangvorhaben und die Beschränkung auf Infrastrukturvorhaben zeigen, kann der Bundesverkehrswegeplan dieses Aufgabenfeld nur unzureichend abdecken. Das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung ist prädestiniert, die Erstellung eines nach den oben genannten Kriterien abgestimmtes Förderkonzept inhaltlich zu begleiten.

Der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur hält eine koordinierte Umsetzung der Empfehlungen in allen drei beschriebenen Handlungsfeldern für besonders geeignet, um durch die damit einhergehende Effizienzsteigerung die anspruchsvolle verkehrspolitische Zielstellung zur deutlichen Verlagerung des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene in absehbarer Zeit umzusetzen und darüber hinaus eine langfristig wirkende Grundlage sowohl für die Digitalisierung als auch die Automatisierung im Schienengüterverkehr zu schaffen.

**Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats
beim Bundesminister für Verkehr und digitale Infra-
struktur**

Dr.-Ing. Hartmut Fricke	Dresden
Dr.-Ing. Markus Friedrich	Stuttgart
Dr.-Ing. Regine Gerike	Dresden
Dr. Astrid Gühnemann	Wien
Dr. Hans-Dietrich Haasis	Bremen
Dr. Natalia Kliewer	Berlin
Dr. Dr. h.c. Andreas Knorr	Speyer
Dr.-Ing. Ullrich Martin	Stuttgart
Dr. Kay Mitusch (Vorsitzender)	Karlsruhe
Dr. Stefan Oeter	Hamburg
Dr. Tibor Petzoldt	Dresden
Dr. Gernot Sieg	Münster
Dr. Wolfgang Stölzle	St. Gallen
Dr.-Ing. Peter Vortisch	Karlsruhe
Dr. rer. nat. Hermann Winner	Darmstadt

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

Stand

November 2020

Bildnachweis

Alle Abbildungen Institut für Eisenbahn- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart

Redaktion

Wissenschaftlicher Beirat

beim Bundesminister Verkehr und digitale Infrastruktur

Weitere Informationen im Internet unter

www.bmvi.de

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Bundesregierung. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt.