

# Innovationskraft des Schienengüterverkehrs – stärken oder sterben?

Der Schienengüterverkehr (SGV) ist heute nach Ansicht vieler Kunden zu unflexibel, zu teuer und zu langsam. Allenfalls die höhere Umweltfreundlichkeit und die höhere Sicherheit sprechen noch für ihn. Der folgende Beitrag zeigt Möglichkeiten auf, die Innovationskraft des SGV zu stärken und seine Effizienz nachhaltig zu steigern.

→ Die Globalisierung und die damit einhergehende und auch nach der Krise wieder zu erwartende deutliche Mengensteigerung im Güterverkehr in Europa sowie die aktuelle Diskussion zur Umweltverträglichkeit im Verkehr verlangen neue Überlegungen zur Effizienzsteigerung des Schienengüterverkehrs. Aber die prognostizierten Mengensteigerungen im Schienengüterverkehr stoßen an die heutigen Kapazitätsgrenzen im Netz. Neben den geplanten Infrastrukturausbauten, die eventuell erst zu spät realisiert werden können, müssen auch betriebliche Innovationen kurzfristig greifen, um die steigenden Mengenkundengerecht im Schienengüterverkehr transportieren zu können.

## 1. NOTWENDIGKEIT FÜR NEUE LÖSUNGEN

Derzeit sind in Mitteleuropa die Dimensionen ‚zulässige Last und Länge‘ von Güterzügen u. a. durch die **veraltete Schraubenkupplung** limitiert (Bild 1). Produktive Bahnen haben die Vorteile von langen, schweren Zügen bereits seit Jahren erkannt und generieren damit einen Großteil ihrer Gewinne. Beispielsweise sind in Nordamerika, in Russland, China, Südafrika, Brasilien und Norwegen Güterzüge mit 10 000 bis 30 000 Bruttotonnen bei Achslasten um 30 t und teilweise weit über 2 km Länge keine Seltenheit. Allerdings dominiert auf diesen Netzen der Schienengüterverkehr und die Behinderun-



**Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Siegmann**  
Leiter des Fachgebiets Schienenfahrwege und Bahnbetrieb der Technischen Universität Berlin  
jsiegmann@railways.tu-berlin.de

gen durch den Personenverkehr sind gering. Diese Bedingungen sind somit nur schwer auf Mitteleuropa übertragbar. Trotzdem darf die Diskussion über eine Ausweitung der derzeitigen Grenzen für Güterzüge kein Tabu sein. Während der Straßengüterverkehr durch gesetzliche Auflagen wie EURO 5-Motoren etc. und mögliche Ausweitungen der zul. Länge Entwicklungspotenziale vor Augen hat, scheitern Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz und Umweltfreundlichkeit bisher stets an Wirtschaftlichkeitsfragen.

Die Grenzwerte für die Fahrzeuggrößen im Verkehr werden vom Gesetzgeber definiert, um Infrastruktur und Fahrzeuge aufeinander abzustimmen. Um verlässliche Planungsgrundlagen zu haben, dürfen die Obergrenzen nicht ständig verändert werden. Der Markt verlangt aber immer wieder eine Ausweitung dieser Grenzen:

- Der Lkw soll länger als die derzeit in Deutschland zulässigen 18,25 m werden, um mehr Volumen und gegebenenfalls auch mehr Last je Einheit transportieren zu können. Dazu sind so genannte Euro-Combis oder auch GigaLiner im Versuchseinsatz, die eine Länge von bis zu 25 m mit einer ‚maßvollen Erhöhung des zul. Maximalgewichtes‘ haben können.
- Das Binnenschiff vergrößert ständig seine Länge und Breite. Die Großmotorgüterschiffe, die seit den 80er Jahren im größeren Umfang Verbreitung fanden, erscheinen heute als unproduktiv, obwohl

**BILD 1: Veraltete Technik Schraubenkupplung: viel manueller Aufwand**  
(Foto: DB AG/Heiner Müller-Elsner)





bis heute noch nicht alle Wasserstraßen und Schleusen darauf abgestimmt sind. Aktuelle Ausbauplanungen beziehen sich inzwischen auf die Dimensionen des übergroßen Motorgüterschiffes (ÜGMS, bis 135 m Länge), so zum Beispiel auf dem Neckar.<sup>1)</sup>

- Luftfracht wächst in Dimensionen, für die sich offensichtlich gigantische Nur-Frachtflugzeuge lohnen, die früher allenfalls für militärische Zwecke eingesetzt wurden.
- Immer wieder werden Forderungen laut, die **Lichtraumprofile** der Bahnen in Europa so zu erweitern, so dass der Transport von Containern in zwei Lagen möglich wird. Schon heute bedarf es aufwendiger Waggonkonstruktionen, um Megatrailer oder High-Cube-Container mit mehr als 2,50 m Höhe in einfacher Lage unter dem Fahrdraht zu transportieren. **Doppelstockcontainertransporte** – eine in den USA bewährte Technik – verlangen jedoch sehr teure Lichtraumerweiterungen, die schwerlich über adäquate Trassenpreiserhöhungen refinanziert werden könnten. Zudem wären derartige Transporte nur auf nichtelektrifizierten Strecken möglich.

Der Staat muss verschiedene Aspekte wie Marktattraktivitätssteigerungen, Ausbaukosten, Instandhaltungsfolgekosten und Sicherheit abwägen. Er zeigt sich deshalb eher restriktiv und belässt es bei Feldversuchen. Produktivitätssteigerungsmöglichkeiten sollten also nach Möglichkeit innerhalb dieser Grenzen realisiert werden oder zumindest mit nur kleinen Änderungen, z. B. bei nur einem limitierenden Parameter.

## 2. AUSWEITUNG DER ZUGDIMENSIONEN

### 2.1. HEUTIGE LIMITIERENDE RANDBEDINGUNGEN

Nach der DB Richtlinie 408 „Züge fahren und Rangieren“, die Bestandteil der Schienen-

netz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG ist, ist die **zulässige Wagenzuglänge** auf **700 m** beschränkt. Zusammen mit den Triebfahrzeugen kann damit der gesamte Zug eine **Länge von bis zu 740 m** einnehmen. Dies dient dazu, die Gestaltung der Bahnanlagen und den Eisenbahnbetrieb zu koordinieren. Einerseits bestehen damit konkrete Vorgaben für die Nutzlänge von Zugbildungs- und Überholungsgleisen, andererseits wird damit auch der Zugbildungsprozess beeinflusst.

740 m Zuglänge bedeuten je nach verwendeten Wagen zwischen 35 und 50 Güterwagen je Zug. Die Größenordnung scheint für die Traktionsmöglichkeiten der Dampflok- und Diesellokzeiten gerechtfertigt. Auch die Grenzen der veralteten Schraubenkupplung und der pneumatischen Bremsansteuerung sind in etwa bei dieser Längenvorgabe erreicht. Um die Zug- und Längskräfte im Zugverband so zu beschränken, dass eine Entgleisung oder eine Zugtrennung mit ausreichender Wahrscheinlichkeit auszuschließen ist, werden Zuglast und ggf. auch die Zuglänge je nach Streckencharakteristik beschränkt.

### 2.2. LÄNGERE ZÜGE

#### Zugbildung und Unterwegsüberholungen

Güterzüge mit leichten Waren erreichen heute selten ihre Lastgrenze vor der Längengrenze. Es ist daher theoretisch möglich, mit der herkömmlichen Technik – Fronttraktion durch ein Triebfahrzeug, Schraubenkupplung und konventionelle Druckluftbremse – z. B. 900 m lange Züge bestehend aus leeren Autotransportwagen zu fahren. Allerdings sind hierzu noch Fragen der Zugbildung und Auflösung zu klären, da die meisten Zugbildungsgleise auf eine maximale Wagenzuglänge von 700 m ausgelegt sind.

Die **Gleisfreimeldeanlagen** auf Achszählbasis sind heute auf **maximal 250 Achsen** ausgelegt. Bei 4 Achsen je Wagen bedeutet das maximal 62 Wagen. Mit durchschnittlich 18 m Länge (LüP) pro Wagen ergibt sich eine **Wagenzuglänge von 1120 m**. Bei Zweiachs-Gü-

terwagen oder den üblichen Autotransportwagen mit etwa 6–8 m Wagenlänge je Achse werden 250 Achsen erst bei Wagenzuglängen von 1500 m und mehr erreicht.

Unterwegs können überlange Güterzüge nicht in ein **Überholungsgleis** geleitet werden, da diese Züge mit einer Wagenzuglänge von über 700 m nicht aufnehmen können. Jedoch muss auch heute stets ein Abgleich zwischen tatsächlicher Zuglänge und der Nutzlänge der Überholungsgleise erfolgen, da bei weitem nicht alle Überholungsgleise die für 700 m lange Wagenzüge notwendige Nutzlänge von 750 m aufweisen. Vor diesem Hintergrund scheint das Problem der Überholungsgleise mit einer intensiven Disposition und Zugverfolgung aus den Betriebszentralen heraus lösbar. Die überlangen Züge wären dabei besonders zu überwachen, ihre Behandlung müsste entsprechend den Zügen mit Lademaßüberschreitungen erfolgen. Ohnehin werden betriebliche Regelüberholungen für Güterzüge im Jahresfahrplan weitestgehend vermieden, da diese zu große Kapazitäten binden. Bei einer weiteren Umsetzung des Konzeptes Netz21, das eine Spezialisierung der Strecken mit einer Trennung von Güterzügen und schnelleren Zügen beinhaltet, wird sich das Problem der Unterwegsüberholungen außerhalb großer Knoten weiter entschärfen.

Es ist vorstellbar, dass in zwei Gleisen der vorhandenen Zugbildungsanlagen zwei Wangengruppen für das gleiche Ziel mit jeweils bis zu 500 m gebildet und vorgeprüft werden (Wagentechnische Untersuchung). Die Zuglok vollführt an einem Zugteil eine volle Bremsprobe, während diese am anderen Zugteil über eine stationäre Bremsprobeanlage durchgeführt wird. Anschließend zieht die Zuglok den ersten Zugteil in die Ausfahrweichenstraßen vor, setzt zurück und nimmt die zweite Gruppe auf. Dann ist nur eine verkürzte Bremsprobe erforderlich, bei der die Funktion der letzten Bremse im Zug geprüft wird. Eine Belegung der Ausfahrweichenstraßen für etwa 10 Minuten kann toleriert werden. Die Zugauflösung erfolgt analog. Der Zug »



fährt in ein Einfahrgleis einer Zugbildungsanlage ein und setzt dort die erste Gruppe so ab, dass die Nutzlänge des Gleises ausgenutzt wird. Dann zieht die Zuglok die zweite Gruppe vor und setzt sie in ein zweites Gleis der Einfahrgruppe zurück. Hier wird ein Bergumfahrgleis zu nutzen sein, um nicht den Ablaufbetrieb zu stören. Beim Zurücksetzen mit Zuglok ist das Mitfahren eines Rangierers am Zugende erforderlich.

**Betriebliche Abwicklung**

Während der Zugfahrt mit mehr als 740 m Zuglänge werden bei engster Blockteilung durch einen Zug zwei Blöcke belegt. Entsprechend später werden die Fahrstraßen freigegeben, Bahnübergänge bleiben ein paar Sekunden länger geschlossen. Bei der Leit- und Sicherungstechnik sind Anpassungen notwendig.<sup>2)</sup>

Durch Simulationen derartiger Zugfahrten auf Beispielstrecken lassen sich die betrieblichen Auswirkungen vorab klären. In gleicher Weise sind auch Störfallszenarien zu erforschen. Die Fahrdynamik langer Züge mit durchweg leichten Güterwagen wird sich kaum von derjenigen der normalen Güterzüge unterscheiden. Moderne Triebfahrzeuge sind durch derartige Züge bei weitem nicht ausgelastet.

Das neue Europa-einheitliche Leit- und Sicherungssystem ETCS sieht im bisher weitestgehenden Schritt (Level 3) den Verzicht auf die Gleisfreimeldeanlagen vor. Voraussetzung dafür ist allerdings die Prüfung der Vollständigkeit eines Zuges durch den Zug selbst. Hierbei kann sicher von der Position der Zugspitze auf die Position des Zugschlusses geschlossen werden. Aus heutiger Sicht kann der Schienengüterverkehr diese Forderung nur dann effizient erfüllen, wenn er neue Kupplungssysteme einführt, die eine durchgehende Datenleitung beinhalten. Bei funkbasierten Systemen ist die sichere Zugschlusserkennung nicht gewährleistet. Bei der Neubeschaffung von Güterwagen sollte daher bereits jetzt damit begonnen werden, zumindest die Nachrüstbarkeit solcher Systeme zur Zugschlusserkennung vorzusehen.

Das deutsche Trassenpreissystem basiert auf einem Grundpreis je Zugkilometer unabhängig von der Zuglänge. Allenfalls für höhere Gewichte werden Zuschläge erhoben<sup>3)</sup>. Es wäre also nur konsequent, dieses Verfahren auch beizubehalten, wenn die Zuglänge 740 m überschreitet.

Unter der Annahme von Zuglängenunabhängigen Trassenpreisen ergibt sich das Einsparpotenzial für das Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) bei sehr langen Zügen (hier Annahme eines doppelt langen Zuges) aus dem Verzicht des zweiten Triebfahrzeugs und des zweiten Triebfahrzeugführers sowie der Einsparung eines zu zahlenden Trassenpreises. Das Netz könnte unter Umständen eine bessere Kapazitätsausnutzung erreichen, also ggf. eine weitere Trasse verkaufen.

Ein schrittweises Vorgehen bei der Einführung von **langen Zügen** mit mehr als 740 m Zuglänge scheint unter den genannten Gesichtspunkten denkbar. In einer ersten Stufe könnten diese Züge mit **leichten Gütern** wie z. B. Pkw oder Autoteilen oder auch als leere Ganzzüge (2 einzelne Züge im Lastlauf, ein langer Zug im Rücklauf) mit nur einer Lok an der Zugspitze verkehren. Dieses ist sofort möglich, betriebliche Schwierigkeiten sind nicht zu erwarten. Eine zweite Stufe würde zunächst Züge mit kontinuierlicher Beladung wie Ganzzüge oder Züge des kombinierten Verkehrs (KV) und später auch bunt zusammengestellte Züge mit beliebig im Zug verteilten Leerwagen beinhalten (Züge des Einzelwagenverkehrs). Mehrfachtraktion sollte dabei gegebenenfalls im Zugverband verteilt im Master-Slave-Lok-Betrieb erfolgen. Hierfür sind in Deutschland noch Zulassungen entsprechender Systeme notwendig. Bei dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekt „GZ 1000“ wird die Umsetzbarkeit von längeren Güterzügen um die 1000 Meter in Deutschland untersucht. In diesem Zusammenhang fanden bereits im März 2008 durch die Deutsche Bahn AG mehrere Erprobungsfahrten mit Güterzügen mit einer Gesamtzuglänge von maximal 835 Metern zwischen Maschen bei Hamburg und dem dänischen

Bahnhof Ringsted statt. In Dänemark sind bereits heute 835 Meter lange Züge möglich.<sup>4),5)</sup>

**2.3. GRÖßERE LICHTRAUMPROFILE**

An den heutigen Lichtraumprofilen der europäischen Bahnen sind vor allem die Einschränkungen in den oberen Ecken zu kritisieren, die zur Reduzierung der zulässigen Höhe von KV-Einheiten und zu den Tonnendächern der gedeckten Güterwagen führen. Entstanden sind diese Einschränkungen aus der damaligen Bauweise von Tunneln (enges Kreisprofil) und Steinbrücken in Bogenbauweise. Nach und nach verschwinden diese Einschränkungen im Netz, aber ein konsequentes Ausbauprogramm gibt es nicht, auch motiviert durch die komplizierte Kostenteilung bei Brücken für unterschiedliche Verkehrsträger.

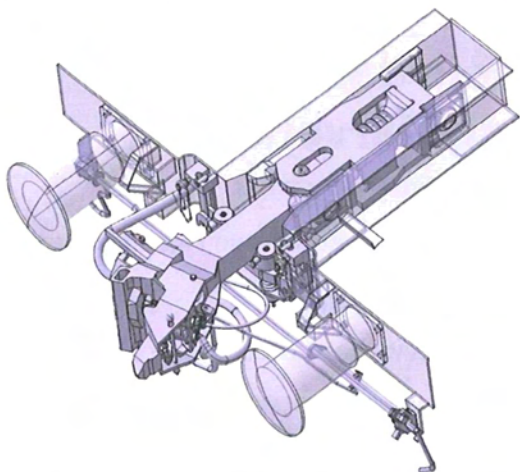
Auch wenn der Fahrdrat die Doppelstockverkehre langfristig unmöglich macht, sollte das zul. Lichtraumprofil alsbald auf allen relevanten Strecken mindestens dem **erweiterten europäischen Regellichtraumprofil (ERL)** bzw. dem **GC-Standard** entsprechen. Das würde die Effizienz angesichts der steigenden Volumenproblematik in der Logistik wesentlich erhöhen.

**3. MITTELPUFFERKUPPLUNG**

Die **automatische Mittelpufferkupplung Transpact von Faiveley (Bild 2)** ist kompatibel mit der vorhandenen Schraubekupplung und kann daher sukzessive eingeführt werden. Im artreinen Inselbetrieb kann sie schon heute ihre Vorteile ausspielen. Die **Luftleitung und optional eine Elektroleitung** werden automatisch mitgekuppelt. Das mühsame manuelle Kuppeln entfällt dadurch.

Eine der Vorteile der Elektrokupplung ist die Übertragung des Bremsimpulses mit Lichtgeschwindigkeit, der herkömmlich per Luftdruckabfall allenfalls mit Schallgeschwindigkeit übertragen wird. Diese elektro-pneumatische Bremse (ep) ist beim Personenverkehr seit Jahren üblich, scheiterte beim Schienengüterverkehr jedoch bisher an den Kosten. Die vor einer Zugfahrt notwendige Bremsprobe, die heute stark personal- und zeitintensiv erfolgt, kann bei einer durchgehenden Elektroleitung zusammen mit entsprechender Sensorik an den Bremsen in wenigen Minuten durch eine einzige Person durchgeführt werden. Nebenbei erfolgt automatisch die Erstellung der echten Wagenreihung.

**Automatische Mittelpufferkupplungen** werden die intensiven Längsdynamiken in den heutigen Güterzügen drastisch verringern. Um die zulässige Zughakengrenzlast der Schraubekupplung nicht zu überschreiten, ist heute neben dem vorsichtigen Anfahren vielfach auch eine Limitierung von Zuglänge



**BILD 2:**  
Die Transpact-Kupplung

(Quelle: Faiveley)



und -last notwendig (siehe 2.1). Bei Volleinführung einer Mittelpufferkupplung kann weiterhin auf die Seitenpuffer an den Güterwagen verzichtet werden, was völlig neue, vereinfachte und leichtere Wagenkonstruktionen ermöglicht. Hierdurch kann Traktionsenergie gespart werden.

#### 4. VISION

Die produktive Güterbahn der Zukunft fährt mit Mehrfachtraktion superlange Güterzüge mit Doppelstocktragwagen bzw. Großraumgüterwagen bei **mindestens 25 t zul. Gesamtgewicht je Achse** über lange Strecken direkt zwischen Verloader und Empfänger oder mit effektivem Gruppentausch bzw. **Train-Coupling and -sharing (TCS)**.

Die Güterwagen haben eine automatische Mittelpufferkupplung (MPK) und damit auch eine durch den Zug verlaufende Elektroleitung, womit Ladungsüberwachung, eine automatische Bremsprobe, die Zugintegrationskontrolle sowie die elektropneumatische Bremse möglich werden. Einige Güterwagen sind zum Hightech-Produkt mit Telematik und Scheibenbremsen aufgestiegen.

Die Qualität des SGV liegt ebenso auf Lkw-Niveau wie die Systemkosten. Der Großteil der Waren ist containerisiert und wird in den Gleisanschlüssen großer Verloader oder in Güterverkehrszentren mit großen Umschlaganlagen (Straße-Schiene) in das Schienennetz eingespeist. Viele Wettbewerber kämpfen um die Transportaufträge der Verloader. In einer Zehnjahresaktion wurde mit einer Art **Abwrackprämie** der gesamte europäische Güterwagenpark umgestaltet mit drastischen Geräuschminderungen (LL-Sohle, Scheibenbremsen, ep-Steuerung, MPK etc.)

Dazu hat die EU einerseits Grenzwerte festgeschrieben, andererseits Prämien für das Umrüsten bzw. Ausmystern gezahlt.

Das Netz ist konsequent nach dem Konzept Netz21 aufgeteilt. Es gibt artreine Strecken für den Personenfernverkehr, für S-Bahnen und vertakteten Nahverkehr sowie für den SGV. Alle Netzteile sind restriktionsfrei und gut ausgelastet. Das Netz kann seine Aufwendungen für Instandhaltung, Ersatzinvestitionen sowie Neu- und Ausbau selbst aus Nutzungsentgelten erwirtschaften. Dieses ist durch Rationalisierungen und den Mehrverkehr möglich. Gewinne werden direkt wieder in das neutrale Netz investiert.

Diese Vision hat sicherlich ihren Namen verdient. Aber alle Technologien existieren bereits, die politische Rückendeckung für den umweltverträglichen Schienenverkehr ist noch vorhanden. Es braucht daher heute den Mut der Verantwortlichen, dieses große Ziel eines eigenwirtschaftlichen Schienenverkehrs mit einem mindestens doppelt so hohen Modal-Split-Anteil wie heute und mit einer konsequenten Trennung der Netze in einer Langzeitstrategie zu verfolgen. Dazu

müssen zwischen den privaten EVU und zu den Konkurrenten der anderen Verkehrsträger faire und überwachte Wettbewerbsbedingungen herrschen. Dann kann auch auf der Bahn die politische Maxime ‚Private Nutzung einer öffentlichen Infrastruktur‘ umgesetzt werden. Aber die Politik muss ihre Führungsrolle bei Gestaltung und Erhaltung der öffentlichen Infrastrukturen endlich ernst nehmen und ausreichend Geld für Neu- und Ausbauten bereitstellen. ←

<sup>1)</sup> Vgl. Investitionsrahmenplan bis 2010 für die Verkehrsinfrastruktur des Bundes (IRP), Anlage 3, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, April 2007

<sup>2)</sup> Vgl. Der Eisenbahningenieur 04/2008, S.72: Längere Testzüge nach Dänemark

<sup>3)</sup> Vgl. Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG (SNB), Abschnitt 6 Entgeltgrundsätze sowie Trassenpreissystem, Liste der Entgelte der DB Netz AG 2008 für Trassen ([http://www.db.de/site/bahn/de/geschaeft/infrastruktur/\\_schiene/infrastruktur.html](http://www.db.de/site/bahn/de/geschaeft/infrastruktur/_schiene/infrastruktur.html))

<sup>4)</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: GZ 1000 - Betrieb mit längeren Güterzügen ([http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/transport-logistic-gz1000\\_property-pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/S-T/transport-logistic-gz1000_property-pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf), Download 23.04.2008)

<sup>5)</sup> Vgl. Der Eisenbahningenieur 04/2008, S.72: Längere Testzüge nach Dänemark

## SUMMARY

### Innovation in the transport of freight by rail: does it need to be strengthened merely to ensure survival?

Today, there are many customers who believe that the transport of freight by rail is too inflexible, too expensive and too slow. The only arguments that they accept as possibly being in its favour are that it is safer and more environmentally friendly. The authors of this article show possible means for strengthening the innovativeness of rail freight and for improving its efficiency in ways that will have a lasting impact.