

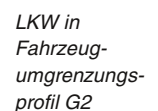
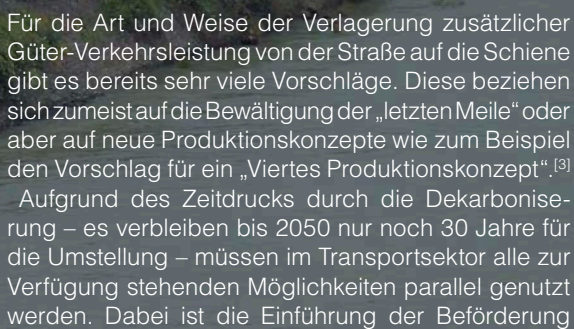
Truck Shuttle

Lösung zur zusätzlichen Güter-Verkehrsverlagerung auf die Schiene

Paul Bunzel, Geschäftsführer, CBRM GmbH, Lengerich,
und **Stefan Karch**, Geschäftsführer, Railway Design &
Innovation AG, Olten/Schweiz

Truck Shuttle ist ein Ansatz zur Beförderung ganzer LKW per Zug, der die Schnittstelle zwischen Schienen- und Straßengüterverkehr optimieren und der Güterbahn neue Kunden erschließen kann. Der Beitrag beschreibt die Gestaltung von Fahrzeugen und Anlagen und skizziert ein Einsatzkonzept für das deutsche Schienennetz.

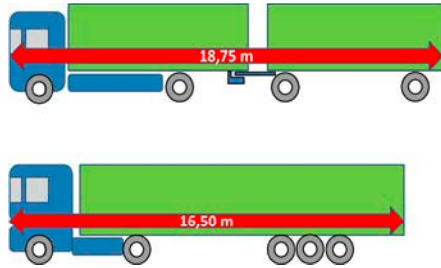




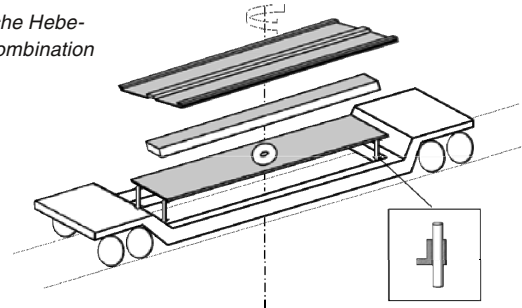
ganzer LKW auf der Schiene, wie sie heute schon recht erfolgreich im alpenquerenden Verkehr angewendet wird, mit relativ geringen logistischen Anpassungen möglich.

Das Konzept „Truck Shuttle“ soll aufgrund der Möglichkeit der wagenindividuellen Be- und Entladung innerhalb eines geschlossenen Zugverbandes verbunden mit einem Angebot im Taktfahrplan auf variable Relationen ausgerichtet sein. Er ist also ein neuentwickeltes „roll on – roll off“-Konzept zur einfachen Verlagerung wesentlicher Verkehrsanteile in Form von ganzen LKW von der Straße auf die Schiene und sorgt so für eine hohe Verfügbarkeit sowie flexible, planbare und schnelle Transportmöglichkeiten. Damit stellt das Angebot eine ideale Verbindung zwischen Straßen- und Schienenverkehr dar.

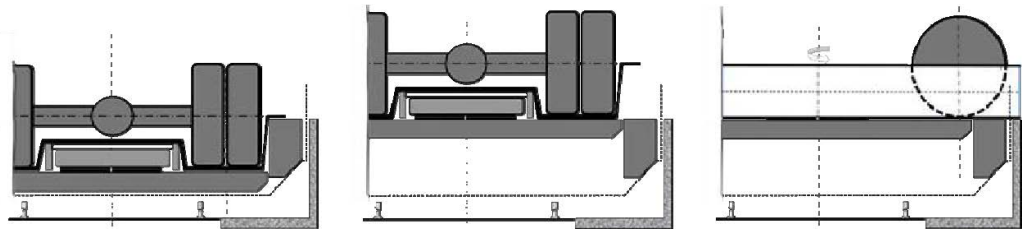
Im Straßenverkehr normalerweise genutzte LKW



Mögliche Hebe-Drehkombination



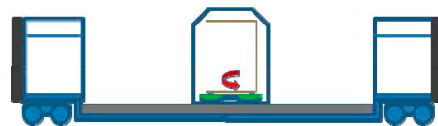
Betriebspositionen – abgesenkt, angehoben, gedreht



Geschlossener Tragwagen, Fahrposition



Geschlossener Tragwagen, Be-/Entladeposition



Quellen: Paul Bunzel

Zielstellungen

Der rein schienengebundene Transport von Gütern lässt sich mit den verfügbaren Produktionskonzepten aus der Sicht der Endkunden weder „just in time“ noch „end-to-end“ realisieren. Hierzu fehlt in der Regel zumindest die „letzte Meile“. Da aber etwas geschehen muss, sollten zunächst klare, allgemein gültige Ziele definiert werden:

- Zur Entlastung der Autobahnen muss die Anzahl der LKW merkbar reduziert werden.
- Der Warenverkehr darf dabei nicht beeinträchtigt, sondern sollte eher gefördert werden.
- Etablierte Transportverfahren sollen unterstützt und nicht ersetzt werden.
- In die bestehende Marktverteilung soll nicht regulierend eingegriffen werden.
- Die Zuverlässigkeit des Güterverkehrs muss verbessert werden.

- Die Abnutzung der Straßeninfrastruktur muss vermindert werden.

Eine schnell wirkende Lösung, die sich hierzu anbietet, ist die direkte Verlagerung eines entscheidenden Teils der LKW selbst für gewisse Teilabschnitte auf die Schiene. Erfolgsfaktoren einer solchen direkten Verlagerung sollten sein:

- eine niedrige Reisezeit,
- eine geringe mittlere Wartezeit,
- eine niedrige Komplexität des Gesamtsystems und
- ein marktgerechter Preis.

Die maßgebende Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von speziellen Güterwagen, die es nahezu allen LKW erlauben, individuell den geschlossenen Zugverbund einfach sowohl zu befahren als auch zu verlassen und während des Transports die Einhaltung des Fahrzeugumgrenzungsprofils gewährleisten.

Technische Ausprägung rollendes Material

Als Ganzzug bestehen die Truck Shuttle-Züge aus einem festen Zugverband, der neben dem kompletten LKW auch dessen Fahrer befördert. Man spricht hier also vom „begleiteten“ Verkehr. Die technische Gestaltung der Tragwagen soll es ermöglichen, die Stillstandzeit des Zuges zum Einsteigen und Aussteigen auf weniger als 15 Minuten zu begrenzen. Hierzu besteht ein „Truck Shuttle-Zugverband“ aus einer zum erforderlichen Leistungsprofil passenden Standard-Lokomotive, zirka 25 der neuartigen Tragwagen sowie einem Steuerwagen mit Personenabteil für die LKW-Fahrer.

Die benötigten Tragwagen stellen eine Neuentwicklung dar. Die Aufstandshöhe der Fahrbahn soll zirka 330 Millimeter (mm) über Schienenoberkante betragen, womit reguläre LKW auf den meisten Hauptabfuhrstrecken befördert werden können. Auch die Ladelänge der Tragwagen wird angepasst an die heute genutzten LKW und damit zirka 19 Meter (m) betragen. Durch den Einsatz von Standard-Radsätzen und -Drehgestellen lassen sich hohe Fahrgeschwindigkeiten mit niedrigen Instandhaltungskosten verbinden. Das hierfür notwendige Tiefladeprinzip erfordert zur Aufnahme auftretenden Zug- und Stoßkräfte eine gekröpfte Rahmenkonstruktion.

Das dazwischenliegende Brückenteil verfügt über den Freiraum zur Aufnahme der notwendigen Hebe- und Dreh-Funktionen, die das schnelle Be- und Entladen garantieren und gleichzeitig dafür sorgt, dass jeder LKW individuell dem geschlossenen Zugverband zugeführt werden und ihn später wieder genauso verlassen kann. Möglich wird dies zum Beispiel durch das Einbringen einer Bodenplatte, die insgesamt innerhalb des Funktionsausschnittes bis an die Oberkante der Rahmenkonstruktion angehoben werden kann und mit einer drehbar gelagerten Mittelkonsole verbunden ist. Der LKW selbst steht hierbei in einer mit zur Zentrierung dienenden Spurkontur versehenen Hub- oder auch Ladeschale.

Um die reine Standzeit zum Ein- und Aussteigen abzusichern und gleichzeitig auch die Haltezeit zu minimieren, könnte auch die gesamte Hub-/Ladeschale, ob leer oder beladen mit einem LKW, in ausgedrehter Stellung vom Transportwaggon befördert werden. Im selben Arbeitsschritt würde dann eine auf der gegenüberliegenden Seite bereitstehende Hub-/Ladeschale, ob leer oder beladen mit einem LKW, auf den Transportwaggon befördert werden. Die notwendigen Vorbereitungszeiten für Rangieren, Positionieren und Arretieren würden so nicht während des Ladevorgangs, sondern schon vor Ankunft des Zuges durchgeführt werden.

Der gesamte Zugverband sollte als überdachte Einheit ausgebildet werden, bei der die Abdeckung mit dem

Brückenteil angehoben und gedreht wird. Dies dient dem Schutz vor negativen Witterungseinflüssen und wird die Funktionssicherheit deutlich erhöhen. Auch begünstigt es die Aerodynamik des Zugverbands bei höheren Geschwindigkeiten. Es entstehen weniger Turbulenzen und der Luftwiderstand wird reduziert, was wiederum den Energieverbrauch positiv beeinflusst. Zusätzlich stellt das Dach eine Maßnahme gegen die Gefährdung durch sich am LKW lösende Bauteile, wie zum Beispiel Planen, dar.

Da der Einsatz von Elektro-LKW zu erwarten ist, wie die Entwicklungsaktivitäten führender Hersteller zeigen, sollte jeder Stellplatz über eine Ladestation verfügen, so dass sich die Reisezeit gleichzeitig auch zum Nachladen nutzen lässt. So ließe sich schon jetzt die Einschränkung der heutigen Reichweite je Aufladung von zirka 400 Kilometern (km) deutlich erweitern und die frühere Nutzung dieser Antriebsart im Gütertransport erreichen.

Technische Ausprägung Verladebahnhöfe

Um die Standzeit eines Truck Shuttle-Zuges unter 15 Minuten halten zu können, müssen die Verladebahnhöfe besondere Anforderungen erfüllen. So muss über die gesamte Zug-Länge auf beiden Seiten des Ladegleises eine ebene und ausreichend breite befahrbare Fläche vorhanden sein. Das Niveau dieser Fläche muss so bemessen sein, dass die Hub-/Ladeschalen exakt über diese Fläche ausdrehen können. Die Haltepositionen der einzelnen Tragwagen müssen auf beiden Seiten des Ladegleises markiert und gut sichtbar nummeriert werden (sogenannte Zufahrtsnummern), damit die LKW vor Ankunft des Zuges Aufstellung nehmen und dann ohne Zeitverlust nach der Entladung in die Hub-Ladeschale des jeweils für sie vorgesehenen Tragwagens einfahren können.

Um die Nutzung des Systems Truck Shuttle attraktiv zu gestalten, sollten die Verladebahnhöfe gut erreichbar sein und daher in der Nähe zu Autobahnkreuzen, Autobahn-Raststätten oder Autohöfen angeordnet werden. Die Zubringerstraßen sollten LKW-gerecht ausgebaut sein und möglichst über eine eigene LKW-Spur verfügen, um einerseits das termingerechte Erreichen des Bahnhofs zu erleichtern und andererseits die Behinderung des übrigen Verkehrs zu begrenzen.

Einsatzkonzept

Um ein möglichst flächendeckendes Transportangebot anbieten zu können, sollten Truck Shuttle-Linien zum einen in Ost-West-Richtung und zum anderen in Nord-Süd-Richtung verlaufen, um so ein rasterförmiges Netz mit noch zu definierender Maschenweite zu bilden. Grundsätzlich basieren alle Planungsaktivitäten auf dem bereits vorhandenen und nutzbaren Streckennetz der DB AG. Zur Veranschaulichung und als Basis für

erste Kostenbetrachtungen wurde folgendes Linienraster beispielhaft angenommen:

Mögliches Raster
für Truck-Shuttle-
Verbindungen
im Netz der
Deutschen
Bahn

Einnahmen-Ausgaben Bilanz		(Quelle: Paul Bunzel)
N/S-Linie 1 (Bremen-Basel)	750 km	
N/S-Linie 2 (Flensburg-Singen)	900 km	
N/S-Linie 3 (Schwerin-Garmisch)	800 km	
N/S-Linie 4 (Rostock-Dresden)	400 km	
O/W-Linie 1 (Stettin-Emden)	550 km	
O/W-Linie 2 (Frankfurt Oder-Duisburg)	600 km	
O/W-Linie 3 (Bautzen-Saarbrücken)	650 km	
O/W-Linie 4 (Passau-Karlsruhe)	450 km	

Bei der Wahl der Lage der einzelnen Verladebahnhöfe sind aus strategischen Gründen folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- immer am Trassenende und an Rasterkonten,
- möglichst am Rand von Ballungszentren,
- immer in Autobahnnähe und mit Zubringer,
- 150 bis 250 km Abstand zwischen den Verladebahnhöfen,
- bevorzugt in der Nähe von Industrie-/Gewerbegebieten.

Die Buchung wird ausschließlich online erfolgen. Jeder Interessent muss sich auf einfachem Weg über freie Kapazitäten zur angestrebten Abfahrtszeit und Richtung informieren können. Ebenso muss der aktuelle Komplettpreis sofort angezeigt werden, damit eine schnelle Entscheidung zwischen Fahrer und Disponent über Nutzung des Systems getroffen werden kann. Da es erwartungsgemäß sehr viele Störgrößen gibt, die die Planung kurzfristig beeinflussen können, muss auch das Buchungssystem auf solche kurzfristigen Veränderungen reagieren können. Dazu gehört auch das Angebot einer mobilen Anwendung, über die auch der Fahrer kurzfristig auf Störungen reagieren kann.

Einnahmen-/Ausgabenbetrachtung

Die Realisierung des Konzeptes Truck Shuttle wird anspruchsvoll sein. Sie macht jedoch Sinn, wenn sich das Konzept als wirtschaftlich sinnvoll erweist und der Nutzen, der sich für Anbieter und Kunden ergibt, eindeutig darstellen lässt. Zu diesem Zweck wurde das angenommene Linien-Raster als Basis für eine erste grobe Kosten/Nutzen-Analyse herangezogen, deren Ausgangswerte im Projektierungsfall selbstverständlich einer genaueren Überprüfung unterzogen werden müssen.

Spediteure werden ein Truck Shuttle-Angebot nur annehmen, wenn der Nutzen für sie klar erkennbar

ist. Grob gesagt werden sie darauf achten, dass der Transportkilometer durch die Nutzung eines Truck Shuttle-Systems nicht teurer wird als der normal gefahrene LKW-Kilometer. Hierfür wurde auf aktueller Basis ein bereinigter Schätzwert von 1,52 Euro/km ermittelt. Wie oben bereits erwähnt, wird dieser Wert mit Umstellung auf nachhaltige Antriebskonzepte eher noch steigen. Wenn also der Transport im Truck Shuttle je km akzeptabel ist, sollten die übrigen Vorteile wie höherer Nutzungsgrad, bessere Planbarkeit, erweiterte Nutzungszeiten (Sonn- und Feiertage) und höhere Zuverlässigkeit zu einer deutlichen Akzeptanz des neuen Angebotes seitens der LKW-Betreiber führen.

Einnahmenanalyse

Für den potenziellen Betreiber gilt es nun zu ermitteln, ob sich auf Basis des akzeptablen Kilometerpreises je Ladung, wie zum Beispiel 1,52 Euro/km, ein effizienter Betrieb realisieren lässt. Hierzu werden die aufgeführten Werte des Linien-Rasters für eine grobe Einnahmeermittlung zugrunde gelegt.

Entsprechend des angenommenen Linien-Rasters ergibt sich eine gesamte Linienlänge von 5.100 km. Bei einer geplanten Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 Kilometern pro Stunde (km/h) im Taktbetrieb ergibt sich so ein Bedarf für etwa 102 Züge mit 2.550 Tragwagen. Alle Züge zusammen erreichen im 24-Stunden-Betrieb ein „Wagen-km-Angebot“ je Tag in Höhe von 6.120.000 km. Diese gilt es jetzt zum veranschlagten Kilometerpreis in Höhe von 1,52 Euro zu verkaufen.

Es kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass die Züge immer voll ausgelastet sind. Aus diesem Grunde wurden die sich ergebenden Tageseinnahmen in prozentuale Auslastungsstufen (40, 60, 80 und 100 Prozent) unterteilt. Die erzielbaren Tageseinnahmen liegen unter den angenommenen Vorgaben je nach Auslastung zwischen 3,7 Millionen (Mio.) und 9,3 Mio. Euro. Die erzielbaren Gesamteinnahmen eines Jahres betragen auf Basis dieser Modellrechnung somit je nach Auslastung zwischen 1,3 Milliarden (Mrd.) und 3,4 Mrd. Euro.

Ausgabenanalyse

Um das Truck Shuttle-Konzept zu realisieren, sind erhebliche Investitionen zu tätigen. Darüber hinaus wird der Betrieb des Truck Shuttle laufende Kosten in allen Bereichen erfordern. Die zu tätigenden Investitionen beziehen sich auf die vier Anlagegattungen:

1. Infrastruktur,
2. rollendes Material,
3. Betriebssystem sowie
4. Kosten für das Einführungsprojekt.

Nach überschlägigen Kalkulationen muss mit Investitionen in Höhe von mehr als 8,4 Mrd. Euro gerechnet werden, um den Transport auf dem angenommenen

Linien-Raster aufzunehmen. Diese Investition würde bei einer Abschreibungszeit von 20 Jahren zu jährlichen Ausgaben von je 5 Prozent führen.

Die zu erwartenden laufenden Betriebskosten unterteilen sich auf die 5 Themenfelder:

- Personalkosten,
- Nebenkosten-Bahnhöfe,
- Energiebedarf,
- Wartung/Service,
- Trassenkosten.

Personalkosten werden in den Bereichen Bahnhof, Zugbetrieb und Betriebsteuerung auftreten. Bei einem unterstellten 24h/365Tage-Betrieb muss von einem 4-Schichtbetrieb ausgegangen werden. Der sich ergebende Gesamt-Personalbedarf beträgt somit zirka 2.500 Mitarbeiter (MA) und würde auf Basis eines mittleren Jahreslohns von 50.000 Euro je MA jährlich zirka 125 Mio. Euro betragen.

Die zu erwartenden Nebenkosten-Bahnhöfe sind sehr stark von der baulichen Ausführung abhängig. Die Varianz reicht von einer Freifläche mit kleinem

Verwaltungsgebäude bis zu einer Halle, die einen kompletten Zug aufnehmen kann. Es können also nur Mittelwerte angenommen werden, die einer konkreten Überarbeitung nach festgelegter Ausprägungsform bedürfen. Es wird daher für die Nebenkosten vorerst mit einem Gesamtbetrag in Höhe von zirka 12 Mio. Euro jährlich gerechnet.

Um abzuschätzen welche Kosten durch den Energiebedarf der angenommenen Truck Shuttle-Konstellation entstehen werden, muss zuerst das zu befördernde Gewicht ermittelt werden. Es ergibt sich unter Berücksichtigung von Beladungsfaktoren ein durchschnittliches Zuggewicht von zirka 1.380 Tonnen (t). Legt man das ermittelte Zuggewicht zugrunde so müssen für den Transport über einen Kilometer etwa 19,3 Kilowattstunden (kWh) aufgewendet werden. Wie bereits aufgezeigt, werden im unterstellten Strecken-Rasterszenario täglich zirka 250.000 Zug-km zurückgelegt. Dies erfordert einen täglichen Energiebedarf von 28.000.000 kWh und führt zu jährlichen Energiekosten in Höhe von zirka 358 Mio. Euro.

Die Kosten für Wartung und Service sind zu einem so frühen Stadium nicht auf Basis von Einzelwerten zu ermitteln. Deshalb wurden prozentuale Anteile der dargestellten Investitionskosten mit 2,5 Prozent für Gebäude und 5 Prozent für rollendes Material mit einer Gesamthöhe von 270 Mio. Euro unterstellt.

Anzeige

Scientific Railway Signalling Symposium 2019

**Mehr Verkehr auf die Schiene!? –
Was kann die LST dazu beitragen?**

Mittwoch, 26. Juni 2019 in Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Bahnsysteme und
Bahntechnik

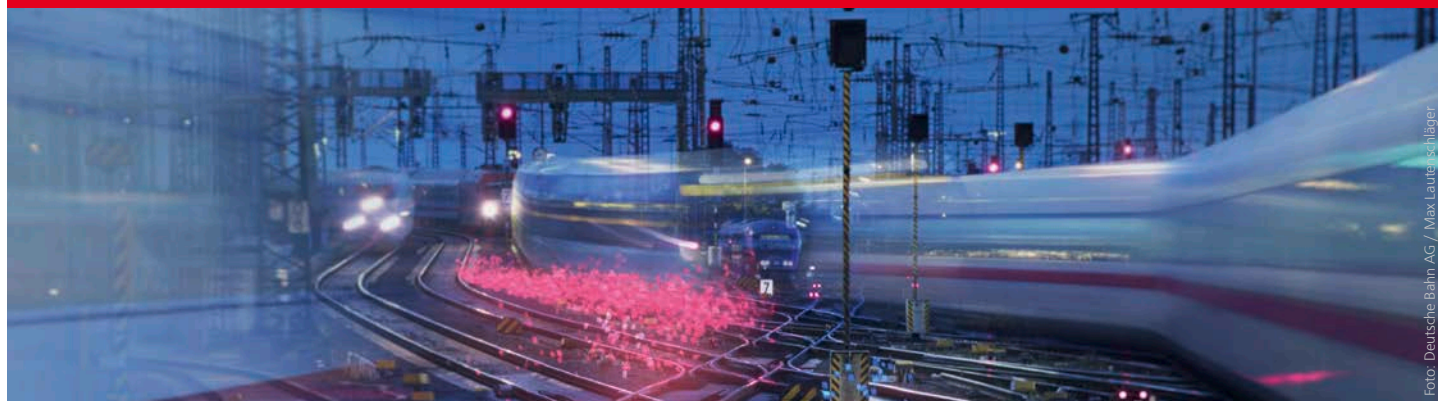


Foto: Deutsche Bahn AG / Max Lautenschlager

Zur Nutzung der bahneigenen Trassen erhebt die DB Netz AG eine Gebühr, die in Abhängigkeit der gefahrenen Zugkilometer an verschiedene Kriterien gebunden ist. Entsprechend der TPS 2018 – Entgelte Schienengüterverkehr [Euro/Trassenkilometer] sind für

- „unmittelbare Kosten“ 1.315 Euro/Trkm und
- als Nutzungsentgelt 2,83 Euro/Trkm)

zu zahlen. Es ergeben sich in der Kalkulation somit tägliche Streckenkosten von zirka 1 Mio. Euro beziehungsweise Jahreskosten in Höhe von zirka 320 Mio. Euro.

Einnahmen-Ausgaben Bilanz				
je Jahr und Auslastung in Mio €	bei % Auslastung			
	100%	80%	60%	40%
potenzielle Einnahmen gemäß Planraster	3.393	2.714	2.036	1.357
potenzielle Ausgaben gemäß Planraster	1.512	1.440	1.369	1.297
Bilanz	1.881	1.274	667	60



In Summe ist also bei dem unterstellten Scenario unter Einsatz der angenommenen Ausgangswerte mit jährlichen Betriebskosten in Höhe von zirka 960 Mio. Euro zu rechnen. Saldiert sind somit mit jährlichen Ausgaben je prozentualer Auslastung in Höhe von zirka 1,3 bis 1,5 Mrd. Euro zu rechnen.

Auswirkung auf Umwelt und Verkehr

Glaubt man Berechnungen zur Straßenabnutzung nach dem Vierten-Potenz-Gesetz (Der Verschleiß der Straße durch ein Fahrzeug steigt mit der vierten Potenz des Gewichts je Achse), so belastet ein mittlerer LKW im Schnitt die Straßen so stark wie zirka 20.000 PKW.^[4] Verlässliche Zahlen über die Gesamtanzahl der LKW auf den Autobahnen waren den zugänglichen Verkehrsstatistiken leider nicht zu entnehmen. Eine ganz sicher vorhandene Reduktion der Instandhaltungskosten ist somit zum jetzigen Zeitpunkt nicht darstellbar.

Eine potenzielle maximale Reduktion der Autobahnbelastung auf Basis des angedachten Strecken-Rasters und der Vorgabe eines stündlichen Taktbetriebes zeigt auf, dass täglich bis zu 20.000 LKW der Straße entnommen werden könnten, was einem reinen LKW-Stau in der Länge von zirka 350 km (an jedem Tag) entsprechen würde. Darüber hinaus würde der Einsatz des Systems Truck Shuttle jährlich zu einer Reduktion an Treibhausgasen in der Größenordnung von bis zu 2 Mio. t CO₂ führen, solange mit fossil angetriebenen LKW auf der Straße verglichen werden kann.

Die Reduktion der Verkehrslast auf den Autobahnen würde sowohl im täglichen Verkehr als auch in den anfallenden Kosten spürbar sein. Es sollte gelingen, den Gegenwert dieser Reduktion abzüglich der damit entgangenen Mauteinnahmen in Euro darzustellen und dem Betreiber des Truck Shuttle seitens des Verkehrsträgers in irgendeiner Form zugutekommen zu lassen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Setzt man die ermittelten Einnahmen und Ausgaben ins Verhältnis, so ergibt sich auf Basis der angenommenen Werte und des unterstellten Linien-Rasters für den Betrieb eines Truck Shuttles folgende bilanzielle Relation (Tabelle links oben).

Auf Basis der getätigten Annahmen ist also zu erwarten, dass bei Auslastungswerten über 40 Prozent die Gewinnzone erreicht werden kann und schon bei einer Auslastung von 60 Prozent die Gewinnmarge bei 30 Prozent liegen würde. Die Auswirkung der Verfeinerung des Rasters oder die europaweite Ausdehnung wurden bisher nicht betrachtet, dürften aber ganz sicher zu einer noch deutlicheren Effizienz führen.

Zusammenfassung

Die Grundidee, ganze LKW auf der Schiene zu transportieren, ist nicht unbekannt und wird auch schon

eingesetzt. So ist beispielsweise die Rollende Autobahn (Rola) im alpenquerenden Verkehr schon seit über 40 Jahren im Einsatz. Das eingesetzte Fahrzeugkonzept sieht jedoch die serielle Beladung des gesamten Zuges vor und ist damit auf die „end-to-end“-Bedienung fester Strecken ausgerichtet. Aufgrund der geltenden Nachtfahrverbote und der hohen Mautsätze für LKW sind die Rola-Systeme in ihren Einsatzfeldern wettbewerbsfähig und damit auch erfolgreich.

Es sei nochmals ausdrücklich betont, dass das Konzept Truck Shuttle nicht in Konkurrenz zu den bereits etablierten Transportangeboten steht. Es braucht viele intelligente Lösungen zur zusätzlichen Verkehrsverlagerung vom Basis-System Straße auf das Overlay-System Schiene. Das Konzept Truck Shuttle verändert die logistischen Rahmenbedingungen des Straßenverkehrs bewusst nicht, sondern bietet dem gleichen Transportgefäß LKW eine kostenneutrale Alternative zur Straßennutzung an. Für den Betreiber des Truck Shuttles eröffnet sich so ein völlig neues Geschäftsfeld mit Kunden, die bisher mit dem klassischen Schienengüterverkehr nicht zu erreichen waren. ■

Quellen

- [1] Statista 2019: Verteilung der energiebedingten CO₂-Emissionen weltweit nach Sektor im Jahr 2016
- [2] Karch, S.: Rollen der Eisenbahn in einem nachhaltigen Transportsektor. Deine Bahn 11/2018.
- [3] Karch, S.: Vorschlag für ein „Viertes Produktionskonzept“ im Schienengüterverkehr. Schweizer Eisenbahn-Revue Heft 5/2018.
- [4] Infrastrukturschäden durch den Straßengüterverkehr. Forschungsinformationssystem Mobilität und Verkehr (Stand: August 2018). Online unter: www.forschungsinformationssystem.de

Lesen Sie auch
Die letzte Meile im
Schienengüterverkehr
 Deine Bahn 12/2018

Anzeige

Eisenbahntechnisches Kolloquium 2019

Mehr Verkehr auf die Schiene!? – Kapazitätssteigerung im Bestandsnetz

Donnerstag, 27. Juni 2019 in Darmstadt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Institut für
Bahnsysteme und
Bahntechnik

