

Ein wirksames Konzept zur Entlastung von Verkehr und Umwelt

Die Verlagerung von Lkw-Verkehren von Straße auf Schiene könnte durch ein innovatives „Roll on – roll off“-Konzept, Truck Shuttle, gelingen.

PAUL BUNZEL | STEFAN KARCH

Truck Shuttle ist ein neuentwickeltes „Roll on – roll off“-Konzept zur einfachen Verlagerung wesentlicher Verkehrsanteile des Güterverkehrs von der Straße auf die Schiene. Es stellt ein fahrplanmäßiges, vertaktetes und somit planbares Beförderungsangebot dar, das nahezu von allen für den Straßenverkehr zugelassenen Lkw und ihren Fahrern genutzt werden kann. Durch die Bedienung eines Liniennetzes verbunden mit einem modernen Buchungssystem kann eine flexible und unkomplizierte Nutzung gewährleistet werden. Trotz hoher Investitionskosten in die Fahrzeuge und die entsprechende Verladeinfrastruktur ist ein wirtschaftlicher Betrieb darstellbar. Damit könnte das Konzept eine ideale Verbindung zwischen Straßen- und Schienenverkehr werden.

Aktuelle Verkehrssituation

Der Straßenverkehr bildet das Basissystem für die Mobilität von Menschen und Gütern. Seine Funktion ist daher besonders wichtig für die Funktion der Volkswirtschaft. Alle Verkehrsteilnehmer eint der Wunsch nach Planbarkeit und Verlässlichkeit.

Versender/Empfänger

Jeder Versender/Empfänger von Waren kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass zumindest ein Teil des Transports auf dem öffentlichen Straßennetz zurückgelegt werden muss. Der Transportweg beginnt und endet meist mit Abholung und Auslieferung beim Endkunden („end to end“). Die Einhaltung von Lieferterminen, im Zeitalter des Mottos „just in time“ von zunehmender Bedeutung, ist immer unmittelbar von der jeweiligen Verkehrslage auf der Straße abhängig.

Spediteur

Speditoren sind die Probleme bei der Nutzung von Nah- und Fernstraßen wohl bewusst, denn sie müssen täglich mit den Störungen im Straßenverkehr leben. Für sie bedeutet jede Störung neben der terminlichen Beeinträchtigung auch erhebliche finanzielle Belastungen, die kaum über die Fracht zu kompensieren sind. Der Unterhalt einer Lkw-Flotte ist kostenintensiv und nur dann wirtschaftlich, wenn die Lkw rollen. Stehende Fahrzeuge bringen kein Geld ein.

Fahrer

Die Lkw-Fahrer stehen unter einem permanenten Termindruck. Jede ihrer Fahren ist eng geplant und erlaubt in der Regel nur kleine Spielräume. Treten Störungen auf, geraten der Plan und damit auch der Fahrer sofort in eine Stresssituation. Kunden warten auf ihre Lieferung, Termine für Anschlussaufträge können nicht oder nur verspätet eingehalten werden und es droht die Überschreitung der erlaubten Lenkzeiten. Ungeplante Zwischenstopps zur Einhaltung der vorgeschriebenen Ruhephasen verlängern die Transportzeiten und verschärfen die Termin- und Kostensituation noch weiter.

Verkehrsteilnehmer

Für die übrigen Verkehrsteilnehmer des Personenverkehrs erweist sich die stetig wachsende Lkw-Dichte als ein immer größer werdendes Ärgernis. Auf vielen Autobahnen wird die rechte Fahrspur inzwischen stets von Lkw in oft dichter Reihenfolge genutzt. Auf Autobahnen mit zweispurigen Richtungsfahrbahnen führt allein das schon zu einer deutlich reduzierten Durchschnittsgeschwindigkeit im Pkw-Verkehr. Zusätzlich sind in den Abendstunden und während der Nacht die Park- und Rastplätze mit Lkw überfüllt, sodass oft auch mangels Alternativen die Ein- und Ausfahrtbereiche zugesperrt sind. Diese und andere Beeinträchtigungen stören die übrigen Verkehrsteilnehmer nicht nur, sondern führen

auch zunehmend zu Gefährdungssituationen und zu Unfällen.

Verkehrsträger

Die Bundesautobahnen sind Eigentum der Bundesrepublik Deutschland. Sie wurden mit Steuergeldern erbaut und müssen damit auch instandgehalten werden. Zur besseren Kostenaufteilung wurde bereits die Lkw-Maut eingeführt, die von den Nutzern der betreffenden Autobahnen entrichtet werden muss. 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“) [1], so belastet ein mittlerer Lkw im Schnitt die Straßen so stark wie ca. 20 000 Pkw (Tab. 1). Die Konsequenz hieraus ist klar. Bei steigendem Lkw-Aufkommen müssen die Wartungsintervalle verkürzt und Ausbesserungs- und Austauschmaßnahmen früher als geplant durchgeführt werden. Dies führt wieder zu mehr Baustellen, die wiederum ihrerseits den Verkehrsfluss negativ beeinflussen. All dies resultiert letztendlich in sich stetig erhöhenden Unterhaltskosten.

Es zeigt sich also, dass keiner der im Verkehrssektor Aktiven wirklich zufrieden mit der aktuellen und noch weniger mit der sich in Zukunft abzeichnenden noch schlechteren Verkehrssituation sein kann.

Zielstellung

Nach Darstellung der aktuellen Situation und der Tatsache, dass systembedingt der rein schienengebundene Transport von Gütern sich aus Sicht der Endkunden weder „just in time“ noch „end to end“ realisieren lässt, sollten sich klare Ziele definieren lassen wie:

- Zur Entlastung der Autobahnen muss die Anzahl der Lkw deutlich 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 aller Autobahnen-Komponenten muss vermindert werden.

Die einzige Lösung, die sich anbietet, ist die direkte Verlagerung eines entscheidenden Teils der Lkw für gewisse Teilschnitte auf die

	Pkw	Lkw	Faktor
Gewicht / t	1	30	
Anzahl Achsen	2	5	
Gewicht je Achse/t	0,5	6	12
Belastung gemäß „Viertes-Potenz-Gesetz“	20736	1	

Tab. 1: Straßenbelastung mittlerer Lkw

Schiene. Erfolgsfaktoren einer solchen direkten Verlagerung sind:

- 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 Zugverband einfach sowohl zu befahren als auch zu verlassen und die während des Transports die Einhaltung des Fahrzeugumgrenzungsprofils gewährleisten.

Lösungskonzept „Truck Shuttle“

Das Lösungskonzept, das im Weiteren als „Truck Shuttle“ bezeichnet wird, sieht vor, jedem einzelnen Lkw an vorbereiteten Be- und Entladebahnhöfen das „Einsteigen“ und „Aussteigen“ auf speziell für diese Nutzungsart konstruierte Tragwagen zu ermöglichen. Darüber hinaus soll ein Linienraster z.B. mit Nord-Süd- und Ost-West-Orientierung, das das gesamte deutsche Verkehrsnetz überspannt, aufgebaut werden. Knotenpunkte sind an den von potenziellen Kunden bevorzugten Stellen einzurichten. Auf allen Linien wird ein Taktbetrieb (z.B. Stundentakt) zur Beförderung der Lkw angeboten werden. Ein internetbasiertes Buchungssystem ermöglicht die Vermittlung freier Transport-Kapazitäten an Disponenten bzw. Fahrer.

Technik

Im Einzelwagenverkehr werden die Wagen und Wagengruppen bei den Absendern zunächst gesammelt, um durch die Bildung durchgehender Güterzüge den Transportaufwand im Hauptlauf zu reduzieren. Dagegen erreichen Ganzzüge ihre Empfänger ohne Veränderung des Zugverbands, setzen aber dementsprechend ein ausreichendes Transportvolumen voraus. Im kombinierten Ladungsverkehr (KLV) übernimmt die Eisenbahn nur die Beförderung im Hauptlauf, während der Vorlauf vom Absender und der Nachlauf zum Empfänger von anderen Transportmitteln, in der Regel dem Lkw, übernommen werden.

Wie beim Ganzzug sollen die Truck-Shuttle-Züge aus einem festen Zugverband bestehen, der neben dem kompletten Lkw auch dessen Fahrer befördert. Die technische Gestaltung der Tragwagen ermöglicht es, die Stillstandzeit des Zuges zum „Einsteigen“ und „Aussteigen“ auf weniger als 15 Minuten zu begrenzen. Unter dieser Voraussetzung lässt sich das Konzept „Truck Shuttle“ nach Fahrplan und natürlich im Takt wie ein Angebot für den Personenverkehr planen und betreiben; es soll nicht bewährte Transportverfahren ersetzen und so in bestehende Marktbeziehungen eingreifen, sondern lediglich einen alternativen Beförderungsweg zu Autobahnen und Fernstraßen darstellen. Die Marktteilnehmer können unter den geltenden Bedingungen am besten entscheiden,

wie und wann („just in time“) unterschiedliche Warensegmente am besten zu transportieren sind. Mithilfe des neuen Konzepts lässt sich das Womit, also Autobahn oder Schiene in Abhängigkeit von Flexibilität, Planbarkeit und Zuverlässigkeit beeinflussen.

Rollendes Material

Ein Truck-Shuttle-Zugverband besteht aus einer zum erforderlichen Leistungsprofil passenden Standard-Lokomotive, ca. 25 neuartigen Tragwagen sowie einem Steuerwagen

mit Personenabteil, für die Lkw-Fahrer. Damit lässt sich die maximal zulässige Zuglänge von 750 m ausnutzen.

Die benötigten Tragwagen stellen eine Neuentwicklung dar, mit der durch eine besonders niedrige Standfläche dafür gesorgt wird, dass das Fahrzeugumgrenzungsprofil G2 (Abb. 1) auch bei der Beladung von hohen Lkw nicht verletzt wird. Die Länge der Tragwagen wird der Standardlänge der im Straßenverkehr normalerweise genutzten Lkw angepasst, d.h. die Ladelänge wird knapp 20 m betragen (Abb. 2). Durch

Abb. 1: Lkw in Fahrzeugumgrenzungsprofil G2

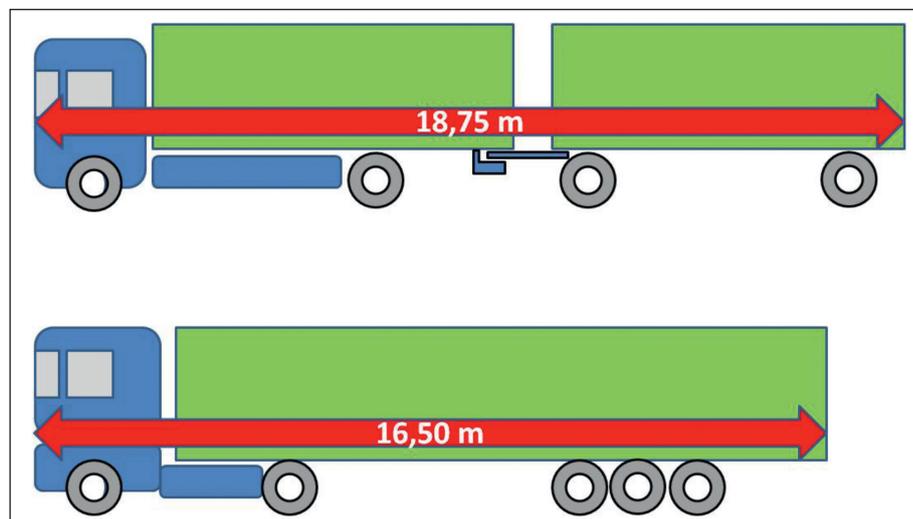
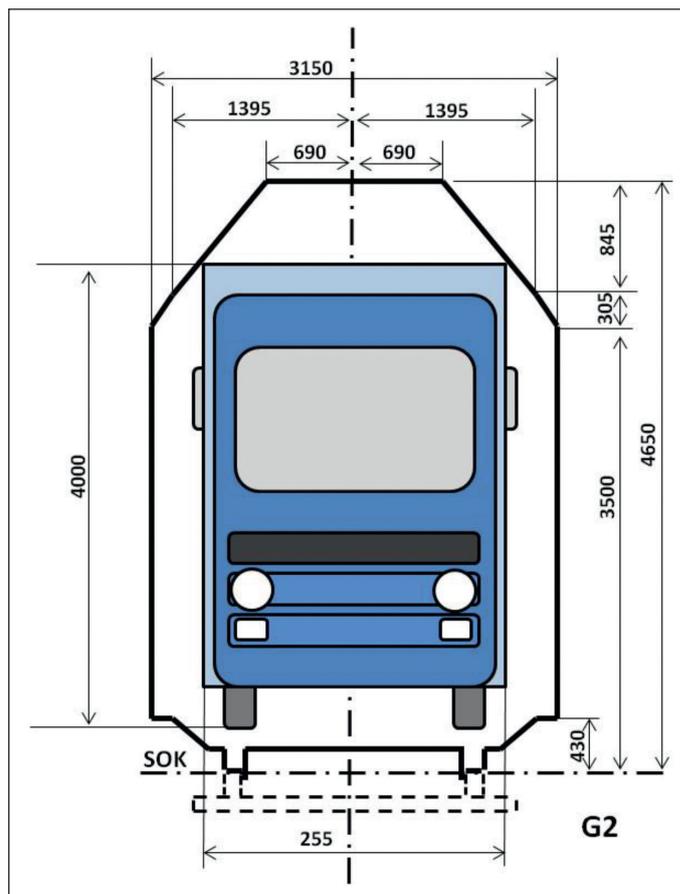


Abb.2: Im Straßenverkehr normalerweise genutzte Lkw

den Einsatz von Standard-Drehgestellen lassen sich hohe Fahrgeschwindigkeiten mit niedrigen Instandhaltungskosten verbinden. Das hierfür notwendige Tiefadepinzipp erfordert zur Aufnahme der auftretenden Zug- und Stoßkräfte eine gekröpfte Rahmenkonstruktion.

Das dazwischen liegende Brückenteil muss den Freiraum zur Aufnahme der notwendigen Hebe- und Dreh-Funktionen aufweisen, die sowohl das schnelle Be- als auch Entladen garantieren (Abb. 3). Die Fähigkeit zum Heben und Drehen der Ladefläche gewährleistet nämlich, dass jeder Lkw individuell dem geschlossenen Zugverband zugeführt wird und ihn später wieder verlassen kann. Möglich wird dies z. B. 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 (Abb. 4). Der Lkw selbst steht hierbei in einer mit der Zentrierung dienenden Spurkontur versehenen Hub- oder auch Ladeschale.

Um die reine Standzeit zum „Ein- und Aussteigen“ abzusichern und so Haltezeit zu minimieren, wird aktuell noch untersucht, ob sich nicht die gesamte Hub-/Ladeschale, ob leer oder beladen mit einem Lkw, in Querstellung vom Transportwaggon befördern lässt. Im selben Arbeitsschritt könnte dann eine auf der gegenüberliegenden Seite bereitstehende Hub-/Ladeschale, ob leer oder beladen mit einem Lkw, auf den Transport-

waggon befördert werden. Die notwendigen Vorbereitungszeiten für Rangieren, Positionieren und Arretieren würden so nicht während des Ladevorgangs, sondern schon vor der Einfahrt des Zuges durchgeführt werden.

Der gesamte Zugverband wird als überdachte Einheit ausgebildet (Abb. 5), bei der die Abdeckung mit dem Brückenteil angehoben und gedreht wird (Abb. 6). Dies dient dem Schutz vor negativen Witterungseinflüssen und wird die Funktionssicherheit deutlich erhöhen. Auch wird die Aerodynamik des Zugverbands bei höheren Geschwindigkeiten begünstigt. Es entstehen weniger Turbulenzen und der Luftwiderstand wird reduziert. Zusätzlich stellt das Dach eine Maßnahme gegen die Gefährdung durch sich am Lkw lösende Bauteile (wie z. B. Planen) dar. Da der Gebrauch von Elektro-Lkw zunehmen wird, erhält jeder Stellplatz eine Strom-Ladestation, sodass sich die Reisezeit gleichzeitig auch zum „Nachtanken“ nutzen lässt.

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 Zuglänge 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 (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 Truck-Shuttle-Systems 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 Bahnhofes zu erleichtern und andererseits die Belastung des Pkw-Verkehrs zu begrenzen.

Logistische Lösungsansätze

Um ein möglichst flächendeckendes Transportangebot anzustreben, 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 (Abb. 7):

N/S-Linie 1 (Bremen – Basel)	ca. 750 km
N/S-Linie 2 (Flensburg – Singen)	ca. 900 km
N/S-Linie 3 (Schwerin – Garmisch)	ca. 800 km
N/S-Linie 4 (Rostock – Dresden)	ca. 400 km
O/W-Linie 1 (Stettin – Emden)	ca. 550 km
O/W-Linie 2 (Frankfurt/O. – Duisburg)	ca. 600 km
O/W-Linie 3 (Bautzen – Saarbrücken)	ca. 650 km
O/W-Linie 4 (Passau – Karlsruhe)	ca. 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

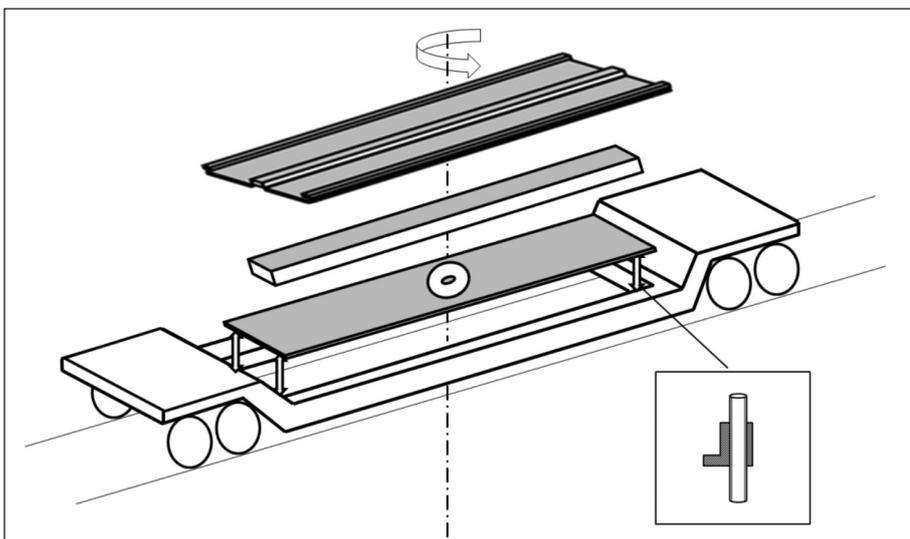


Abb. 3: Mögliche Hebe-/Drehkombination

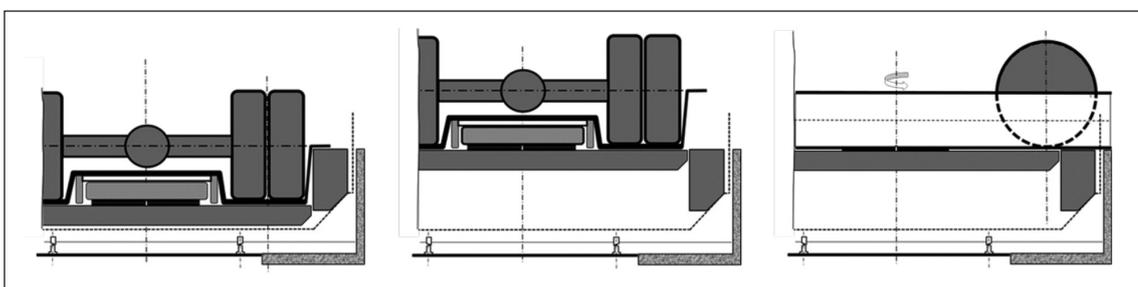


Abb. 4: Betriebspositionen – abgesenkt, angehoben, gedreht

Abfahrtszeit 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, wie anfangs erwähnt, 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 Applikation, über die auch der Fahrer kurzfristig auf Störungen reagieren kann.

Kostenbetrachtung

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

Sicht der Lkw-Operateure

Lkw-Betreiber 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 ein bereinigter Schätzwert von 1,52 EUR/km angenommen (Tab. 2).

Wenn also der Transport im Truck Shuttle je Kilometer 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. Diese Akzeptanz ließe sich dadurch absichern, dass man schon in der Planungsphase interaktiv mit ausgewählten Transportunternehmen zusammenarbeitet.

Sicht des Systems „Truck Shuttle“

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

Zu erwartende Einnahmen

Entsprechend des angenommenen Linienrasters ergibt sich eine gesamte Linienlänge von 5100 km. Bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 100 km/h im Taktbetrieb ergibt sich so ein Bedarf für 102 Züge mit 2550 Tragwagen. Alle Züge zusammen erreichen im 24-h-Betrieb ein „Wagen-km-An-

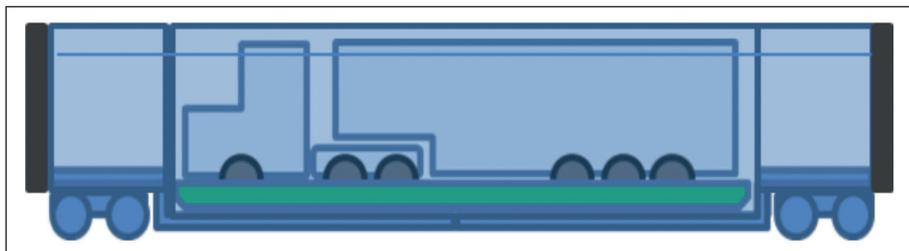


Abb. 5: Geschlossener Tragwagen, Fahrposition

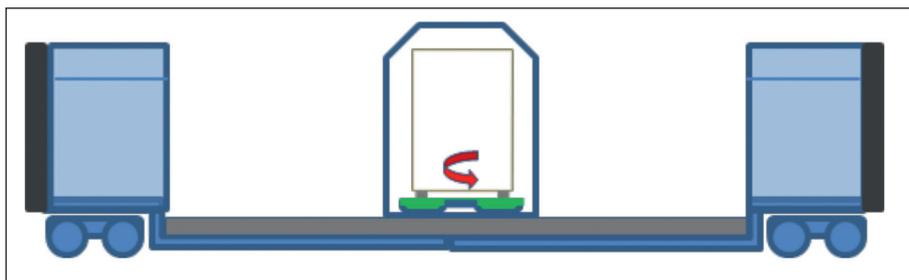


Abb. 6: Geschlossener Tragwagen, Be-/Entladeposition

gebot“ je Tag in Höhe von 6 120 000 km. Diese gilt es jetzt zum veranschlagten Kilometerpreis in Höhe von 1,52 EUR 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%) unterteilt. Die erzielbaren Tageseinnahmen liegen unter den angenommenen

Vorgaben je nach Auslastung zwischen 3,7 und 9,3 Mio. EUR. Die erzielbaren Gesamteinnahmen eines Jahres betragen auf Basis der Modellrechnung somit je nach Auslastung zwischen 1,3 und 3,4 Mrd. EUR.

Zu erwartende Ausgaben

Um das Truck-Shuttle-Konzept zu realisieren, sind erhebliche Investitionen zu tätigen. Darüber hinaus wird der Betrieb des Truck

Abb. 7: Beispiel-Linienraster Deutschland



Mittlere Kosten je km Lkw	1,52 EUR		
Spediteur Verbraucherkosten	min.	max.	Mittelwert
Mautsätze mehr als 4 Achsenje km	0,13 EUR	0,21 EUR	0,17 EUR
Spritverbrauch Liter je km	0,25	0,40	0,33
Spritskosten EUR je l	0,95 EUR	1,20 EUR	1,08 EUR
Reifenabnutzung EUR je km	0,05 EUR	0,15 EUR	0,10 EUR
Wartung / Reperaturen EUR je km	0,10 EUR	0,80 EUR	0,45 EUR
Sonstige Einsparungen durch verringerte Laufleistung im Jahr EUR je km (siehe unten 2.)	0,10 EUR	0,80 EUR	0,45 EUR
Sonstige Einsparungen bei: Steuern, Versicherung, Anschaffungskosten, Finanzierungskosten, Fahrerlohn, usw.			

Tab. 2: Kilometerpreis Truck Shuttle

Shuttle laufende Kosten in allen Bereichen erfordern.

Die zu tätigen Investitionen beziehen sich auf die vier Anlagegattungen:

1. Infrastruktur,
2. Rollendes Material,
3. Betriebssystem sowie die
4. Kosten für Einführungsprojekt.

Nach überschlägigen Kalkulationen muss mit Investitionen in Höhe von mehr als 8,4 Mrd. EUR gerechnet werden, um den Transport auf dem angenommenen Linienraster aufzunehmen. Diese Investition würde bei einer Abschreibungszeit von 20 Jahren zu jährlichen Ausgaben von je 5 % führen.

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

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

Personalkosten werden in den Bereichen Bahnhof, Zugbetrieb und Betriebsteuerung auftreten. Bei einem unterstellten 24h/365-Tage-Betrieb muss von einem 4-Schicht-Betrieb ausgegangen werden. Der sich ergebende Gesamt-Personalbedarf beträgt somit ca. 2500 Mitarbeiter (MA) und würde auf Basis eines mittleren Jahreslohns je MA von 50 000 EUR jährlich ca. 125 Mio. EUR 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 Über-

arbeitung nach festgelegter Ausprägungsform bedürfen. Es wird daher für die Nebenkosten vorerst mit einem Gesamtbetrag in Höhe von ca. 12 Mio. EUR 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 ca. 1380 t. Legt man das ermittelte Zuggewicht zugrunde, so müssen für den Transport über einen Kilometer ca. 19,3 kWh aufgewendet werden. Wie bereits aufgezeigt, werden im unterstellten Streckenraster-Szenario täglich ca. 250 000 Zug-km zurückgelegt. Dies erfordert einen täglichen Energiebedarf von 28 000 000 kWh und führt zu jährlichen Energiekosten in Höhe von ca. 358 Mio. EUR (Tab. 3).

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 % für Gebäude und 5 % für rollendes Material mit einer Gesamthöhe von 270 Mio. EUR unterstellt.

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 EUR/Trkm und
 - als Nutzungsentgelt 2,83 EUR/Trkm) [3]
- zu zahlen. Es ergeben sich in der Kalkulation somit tägliche Streckenkosten von ca. 1 Mio. EUR bzw. Jahreskosten in Höhe von ca. 320 Mio. EUR.

In Summe ist also bei dem unterstellten Szenario unter Einsatz der angenommenen Ausgangswerte mit jährlichen Betriebskosten in Höhe von ca. 960 Mio. EUR zu rechnen.

Saldiert ist somit mit jährlichen Ausgaben je prozentualer Auslastung in Höhe von ca. 1,3 bis 1,5 Mrd. EUR zu rechnen.

Sicht des Verkehrsträgers

Wie bereits erwähnt belastet jeder Lkw die Straßen wie ca. 20 000 Pkw, was zu enormen Abnutzungen und den damit verbundenen Schäden führt. 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 Streckenrasters und der Vorgabe eines stündlichen Taktbetriebes zeigt auf, dass die Straße täglich um bis zu 20 000 Lkw entlastet werden kann, was einem reinen Lkw-Stau in der Länge von ca. 350 km 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.

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 Mautentnahmen in Euro darzustellen und dem Betreiber des Truck Shuttle seitens des Verkehrsträgers in irgendeiner Form zugutekommen zu lassen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Betreiber

Setzt man die ermittelten Einnahmen und Ausgaben ins Verhältnis, so ergibt sich auf Basis der angenommenen Werte und des unterstellten Linienrasters für den Betrieb eines Truck Shuttle die in Tab. 4 dargestellte Einnahmen-Ausgaben-Bilanz.

Auf Basis der getätigten Annahmen ist also zu erwarten, dass bei Auslastungswerten über 40 % die Gewinnzone erreicht werden kann und schon bei einer Auslastung von 60 % die Gewinnmarge bei 30 % liegen würde. Die Aus-

Spezifischer Energieverbrauch beim Schienen-Güterverkehr in Mjoul / tkm	0,3
entspricht in Wh / tkm	83
Energieaufnahme je Zug in Wh / km	114 374
Energieaufnahme je Zug in kWh / km	114,37
kWh je Tag (gemäß Plannetz)	27 998 755
EUR je Tag (bei 3,5 Cent je kWh)	979 956,43 EUR
EUR je Jahr	357 684 098 EUR

Tab. 3: Energiekosten Truck Shuttle pro Jahr (Berechnungsgrundlage [2])

wirkung der Verfeinerung des Rasters oder die europaweite Ausdehnung wurden bisher nicht betrachtet, dürften aber ganz sicher zu einer noch deutlicheren Effizienz führen.

Resümee

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 die serielle Beladung des gesamten Zuges vor und ist damit auf die Bedienung fester Strecken ausgerichtet. Aufgrund der dort geltenden Nachtfahrverbote und der hohen Mautsätze für Lkw sind die Rola-Systeme in ihren Einsatzfeldern wettbewerbsfähig und damit auch erfolgreich. Das Konzept „Truck Shuttle“ ist aufgrund der Möglichkeit der individuellen Be- und Entladung und mit dem Angebot im Taktfahrplan auf variable Relationen ausgerichtet. Es sorgt mit seinem Taktbetrieb-Ansatz für eine hohe Verfügbarkeit und planbare, schnellere Transportmöglichkeiten. Durch die Hub-/Dreheinrichtung lässt sich die Verladezeit erheblich reduzieren und in echte „Ein- und Ausstiegszeiten“ verwandeln. Durch das Angebot eines Linienrasters verbunden mit einem modernen Buchungssystem erhöht sich auch die Flexibi-

Einnahmen- / Ausgaben-Bilanz	bei % Auslastung			
	100 %	80 %	60 %	40 %
je Jahr und Auslastung in Mio. EUR				
potenzielle Einnahmen gemäß Planraster	3393	2714	2036	1357
potenzielle Ausgaben gemäß Planraster	1512	1440	1369	1297
Bilanz	1881	1274	667	60

Tab. 4: Einnahmen- / Ausgaben-Bilanz je Jahr und Auslastung

lität in der Nutzung deutlich. Kunden können sich ihre Route quer durch Deutschland selbst zusammenstellen und fest buchen.

Es sei nochmals ausdrücklich betont, dass das Truck-Shuttle-Konzept nicht in Konkurrenz zu den bereits etablierten Transportangeboten steht. Es greift in die Entscheidung, welche Produkte wie transportiert werden, bewusst nicht ein, sondern bietet dem gleichen Transportgefäß Lkw eine kostenneutrale Alternative zur Autobahnnutzung an.

Für den Betreiber des Truck Shuttle eröffnet sich so neben dem Personenverkehr und dem normalen Güterverkehr ein völlig neues Geschäftsfeld mit Kunden, die bisher nicht zu erreichen waren. ■

QUELLEN

[1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Vierte-Potenz-Gesetz>

[2] <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#textpart-1>

[3] DB Netz AG: Trassenpreissystem 2018, 03.05.2017, TPS 2018 – Entgelte Schienengüterverkehr (Euro/Trassenkilometer), Standardzug



Paul Bunzel
Geschäftsführer
CBRM GmbH, Lengerich
pb@cbrm-gmbh.com



Prof. Dr.-Ing. Stefan Karch
CEO, Railway Design &
Innovation AG, CH-Olten
stefan.karch@rdi.swiss



16. Internationale Schienenfahrzeugtagung



12. – 14. September 2018 in Dresden
mit begleitender Fachausstellung

Programm und Anmeldung ab Mai 2018:

www.rad-schiene.de

Anmeldung Fachausstellung ab sofort bei: silke.haertel@dvvmedia.com

Veranstalter:



Offizielle Medienpartner:

