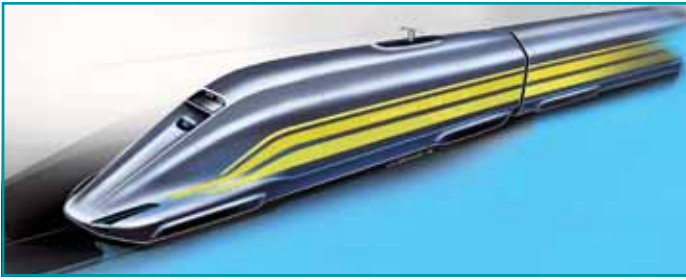


Die Züge der Zukunft werden virtuell gekuppelt



Weltweit gibt es einen politischen Willen, vornehmlich aus Umweltschutzgründen den Frachtanteil auf der Schiene deutlich zu vergrößern. Schon in 2011 hat sich die EU als Ziel gesetzt, bis 2030 etwa 30 % des Güteraufkommens mit mehr als 300 km Transportweg auf dem Schienennetz oder den Wasserstraßen zu befördern – und damit von der Straße zu verlagern. Um dieses Ziel erreichen zu können, muss die Transportzeit und Zuverlässigkeit des Schienengüterverkehrs drastisch reduziert werden. Schlüssel dafür sind die Automatisierung für einen sehr viel schnelleren Güterumschlag und die Digitalisierung für die Durchgängigkeit intermodaler Produktionsprozesse.

Dabei sind die Transportkosten der verschiedenen Verkehrsträger immer noch durch politische Entscheidungen verzerrt. Für die meisten Akteure im Schienengüterverkehr sind die Transportkosten das entscheidende Kriterium, um im intermodalen Wettbewerb bestehen zu kön-

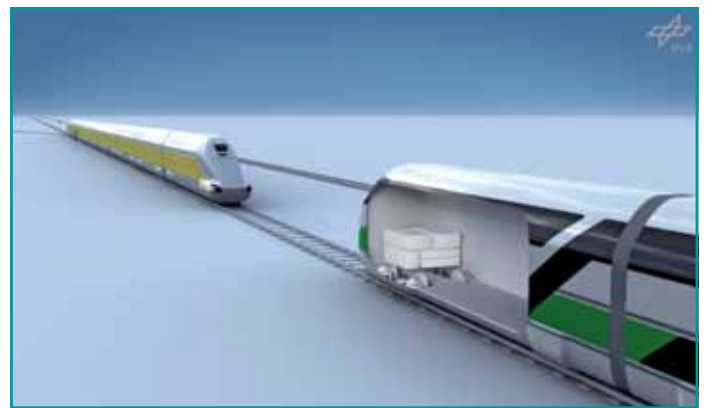
nen. Dies zwingt oft dazu, dass Innovationen in diesem Bereich für alle Transportmittel vorrangig auf die Reduzierung der Produktionskosten existierender Systeme zielen. Die Kosten für Neuerungen müssen aus dem laufenden Betrieb erwirtschaftet werden. Vor diesem Hintergrund werden im Schienengüterverkehrsbereich trotz vorhandenem Innovationspotential meist nur technische Neuerungen implementiert, die mit minimalem Kapitaleinsatz zu einer zeitnahen Kostenreduktion führen. Es hat sich gezeigt, dass die hieraus resultierenden kleinen Verbesserungsschritte nicht den notwendigen Technologiesprung ergeben.

Eine Vorbereitung auf kommende Herausforderungen, wie beispielsweise die Integration des Schienengüterverkehrs in die Industrie 4.0 erfordert einen signifikant höheren Automatisierungsgrad. Es ist durchaus denkbar, dass es auf der Schiene frachtgutabhängig den Güterverkehr von zwei oder mehr Geschwindigkeiten gibt. Der Trans-

port von Schütt- und Schwer-
gütern kann in der Regel recht
langsam durchgeführt werden.

Der inner-europäische Güter-
verkehr ist in der Vergangen-
heit aus oben genannten Grün-
den von früher existierenden
Industrie-Gleisanschlüssen auf
die Straße verlagert worden.
Dort kommt es vermehrt zu
Staus, die unabhängig vom Mo-
torisierungskonzept dem Indi-
vidualverkehr geschuldet sind.

schon mit ETCS L3 das Fahren
auf elektronische Sicht mög-
lich. Bei diesem Verfahren stellt
jeder Zug für sich die Zugvoll-
ständigkeitserkennung sicher.
Durch erhebliche Fortschritte
in der Funkkommunikation und
der Datenverarbeitung wird die
sogenannte Digitalisierung die
aktuellen fahrzeugspezifischen
Daten allen Verkehrsteilneh-
mern zur Verfügung stellen
können. Die herkömmliche Sig-
nalisierung durch ein Stellwerk



Hinzu kommen die durch die
Globalisierung der Produktion
entstandene interkontinen-
talen Warenströme. Die gro-
ßen Transportwege werden
ganz wesentlich durch den
Seeverkehr überwunden. Dies
wiederum verengt die bereits
existierenden Flaschenhälse
im Durchsatz der Straßen- und
Eisenbahnstrecken beispie-
lweise im Hafen-Hinterland. In-
besondere bei gemischtem Ver-
kehr von Personen- und Güter-
zügen kann der Verkehr ins Sto-
cken geraten. In diesem Beitrag
wird eine mögliche Lösung für
den erhöhten Streckendurch-
satz und mehr betriebliche Fle-
xibilität des Eisenbahnverkehrs
vorgestellt.

verlagert sich dann in ausfüh-
rende Funktionen auf dem Fahr-
zeug und Leitfunktionen einer
(oder weniger) Zentralen. Als
Feldelement wird voraussicht-
lich die Weiche übrig bleiben.

Die aktuelle Position der Zug-
spitze und des Zugschlusses
sowie das Bremsvermögen
werden den benachbarten Zü-
gen kontinuierlich direkt über
die Zug-zu-Zug-Kommunika-
tion mitgeteilt. Die notwendi-
ge Kommunikation hat heute
Reichweiten von bis zu 5 km.
Alle Züge fahren im absoluten
Bremswegabstand, um das Ri-
siko von Auffahrunfällen bei
Kollision mit einem Hindernis
zu vermeiden.

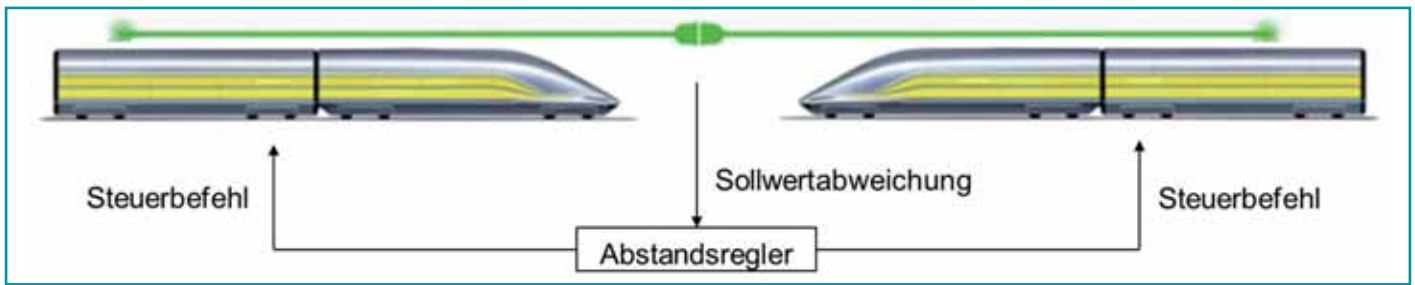


Fahren auf elektronische Sicht (im wandernden Raumabstand – moving block)

Um den Streckendurchsatz zu erhöhen, wäre signaltechnisch

Fernwirkendes Kuppeln (virtual coupling)

Ein automatisiert fahrender schneller doppelstöckiger Güterzug des DLR-Projektes „Next Generation Train“ NGT CARGO



ist mit 10 autonom fahrfähigen Waggons und 2 Triebköpfen bis zu 400 km/h schnell und kann daher mühelos im Mischverkehr mit den NGT-Personenzügen fahren. Die Losratsatzlast liegt bei 17 t. Ein solcher Drittel-Güterzug mit 250 m Länge ist so leise wie ein Personenzug, weil er in gleicher Weise aerodynamisch verkleidet ist. Ein Vollzug besteht aus 3 Güterzügen mit der in Deutschland üblichen Länge von 750 m. Allerdings sind diese Züge nicht mehr mechanisch sondern fernwirkend gekuppelt, d.h., ein Führungsfahrzeug steuert durch elektronische Anbindung z.B. zwei Nachfolgerfahrzeuge. Die Zugbildung oder -trennung erfolgt wie bisher beim Flügeln von Zügen in einem Bahnhof mit Zusatzsignal. Der fernwirkend gekuppelte Zugverband wird signaltechnisch als ein Zug behandelt. Dies entspricht innerhalb des Zugverbandes dem Fahren im relativen Bremswegabstand, allerdings mit zusätzlicher elektronischer Sicherung.

Um den Streckendurchsatz zu erhöhen, kann nun bei genormter Funk-Schnittstelle sogar mit verschiedenen Schienenfahrzeugen ein Zugverband gebildet werden. Dies würde eine signifikant verstärkte Nutzung der Bestandsstrecken erlauben. Diese

Bündelung des Personen- und Güterverkehrs macht es möglich, die vorhandenen Streckenkapazitäten optimal zu nutzen.

Die elektronische Kupplung besteht im Wesentlichen aus Sensoren zur Messung der absoluten und relativen Positionen, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sowie einer drahtlosen Datenübertragung. Diese wurde bereits in 2016 im EU-Projekt Roll²Rail vom DLR zusammen mit der italienischen Trenitalia bei Relativgeschwindigkeiten bis zu 500 km/h erfolgreich demonstriert. Darüber hinaus wird eine digitale Streckenkarte benötigt, um die Position auf dem Gleis und den Abstand zwischen den Zügen bestimmen zu können. Dem Fahrregler des Führungsfahrzeuges ist eine Abstandsregelung der Nachfolgerfahrzeuge unterlegt. Der schwerste Nachfolger mit der geringsten Bremskraft bestimmt den Bremsweg des Zugverbandes. Eine solche Abstandsregelung wurde in den letzten Jahren beim DLR entwickelt.

Dynamisches Flügeln

Die Nutzung des Bestandsnetzes kann weiter gesteigert werden, wenn der Kupplungsvorgang während der Fahrt durch ein

Rendezvousmanöver auf freier Strecke (auch mit Gleiswechsel) erfolgt. Dieses betriebliche Verfahren wird auch als Dynamisches Flügeln bezeichnet. Das Stärken und Schwächen eines Zugverbandes ermöglicht die folgenden Funktionen:

- Erhöhung des Streckendurchsatzes
- Getrennte Einfahrt in Richtungsgleise
- Einfahrt überlanger Züge an kurzen Bahnsteigen

Eine entscheidende Rolle für den betrieblichen Ablauf wird hier die Umlaufgeschwindigkeit und Verriegelung der Weiche spielen, sofern bei niedrigen Geschwindigkeiten nicht Rückfallweichen eingesetzt werden können. Daraus und auf freier Strecke können sich größere Zugabstände als die abdeckbaren 5 km ergeben. Deshalb wird ein „automatischer Disponent“ in einer Leitzentrale eingesetzt, um die Rendezvousmanöver durchzuführen. Er entscheidet aufgrund der Verkehrslage über die Durchführbarkeit des Rendezvous. Während des Manövers berechnet er Geschwindigkeitstrajektorien für die zu kuppelnden Züge. Wenn die direkte Datenkommunikation und Abstandshaltung zwischen den Zügen stabil ist, geht die Kontrolle (wieder) auf das Füh-

rungsfahrzeug über. Im Zugverband berechnen alle Fahrzeuge mit eigenen Sensordaten den dynamischen Zustand des vorausfahrenden Fahrzeuges zur direkten Abstandshaltung. Der dynamische Zustand des Führungsfahrzeuges wird allen Fahrzeugen zusätzlich übermittelt. Der mögliche Abstand im Zugverband ist derzeit Gegenstand der wissenschaftlichen Untersuchungen. Mit anderen Zugverbänden wird auf elektronische Sicht gefahren.

Zusammenfassung

Im Herbst 2018 beginnen im Rahmen des EU-Projektes Shift²Rail die Arbeiten zur Gefährdungsanalyse, Anforderungs-Spezifikation und Definition der Schnittstellen für eine solche „Virtuelle Kupplung“. In der beim DLR-NGT CARGO vorgeschlagenen Kombination mit automatischen Umschlagbahnhöfen und autonom fahrenden Einzelwagen könnte ein Technologiesprung gelingen, der über das Bestandsnetz eingeführt werden könnte.

Dr.-Ing. Joachim Winter, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart www.DLR.de/verkehr

