

NGT CARGO

Ein Betriebskonzept für den internationalen Güterverkehr

Dr.-Ing. Joachim Winter, David Krüger, Mathias Böhm, Michael Mönsters und Tilo Schumann,
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Stuttgart und Braunschweig

Das DLR erforscht zukunftsweisende Zugkonzepte. Die Hauptziele sind hierbei die Verkürzung der Reise- und Transportzeiten bei geringem spezifischen Energiebedarf, Lärmreduktion, Komfortsteigerung, Verbesserung der Fahrsicherheit und Verringerung des Verschleißes sowie der Lebenszykluskosten und Erhöhung der Umweltverträglichkeit. Darauf basierend wurde ein Betriebskonzept für die Züge der Next-Generation-Train-Familie entwickelt.

Der Hochgeschwindigkeits-Personentriebwagenzug (NGT HST) verkehrt mit Fahrplan-Geschwindigkeiten bis 400 Kilometern pro Stunde (km/h) auf Hochgeschwindigkeitshauptstrecken, ergänzt durch einen bis zu 230 km/h schnellen Intercity-Personentriebwagenzug (NGT LINK), der die Fahrgäste aus dem Umland an die Knotenbahnhöfe der Hochgeschwindigkeitsstrecke des HST befördert.^[1,2]

Komplementär wird seit 2014 ein Triebwagen Güterzug (NGT CARGO) samt zugehörigem Logistikkonzept entwickelt. Die Einzelwagen oder Wagengruppen des NGT CARGO können die letzte Meile zu einer Anschlussstelle mit eigener Kraft autonom fahren. Zum Rangieren und zur Zugbildung werden keine Rangierlokomotiven benötigt. Der so gebildete Güterzug kann virtuell gekoppelt zu längeren Zügen zusammengesetzt werden. Er soll international auf denselben Hochgeschwindigkeitsstrecken verkehren können wie die NGT-Personenfernzüge, entweder im Mischverkehr tagsüber oder im reinen Güterverkehr nachts. Das Antriebskonzept des NGT CARGO ermöglicht den Betrieb auf fahrdrahtlosen Ultrahochgeschwindigkeitsstrecken und die Überführung auf elektrifizierten Strecken des Bestandsnetzes.^[3]

Logistische Aufgabenstellung

Aus dem Weißbuch „Verkehr“ der EU^[4] ergibt sich für die Eisenbahn die Zielsetzung, aus dem Anteil des LKW-Güterverkehrs über Distanzen von mehr als 300 Kilometern bis 2030 etwa 30 Prozent auf die Schiene und das Binnenschiff zu verlagern. Trotz ständig steigendem Güterverkehrsaufkommen ist aber der Anteil des Schienengüterverkehrs (SGV) im Modal-Split der EU28 über die letzten 10 Jahre eher konstant bei zirka 17 Prozent im Binnengüterverkehr und etwa 12 Prozent im internationalen Güterverkehr^[5] geblieben. Der Anteil des Einzelwagenverkehrs ist im gleichen Zeitraum um zirka 6 auf 35 Prozent zurückgegangen. Nach einer durch die Bundesregierung angestrebten Stärkung des SGV in 2008 folgte ab 2010 eine Phase, in der für den SGV die Trassenpreise angehoben und für den LKW die Maut abgesenkt wurde, was teilweise die oben aufgezeigte Entwicklung erklärt.^[5] Erst im Juni 2017 hat die scheidende Bundesregierung einen Masterplan veröffentlicht^[6], der ein Umsteuern anstoßen könnte.

Die Grundidee für ein Konzept eines NGT CARGO Gütertriebwagenzuges entstand im Jahr 2013 mit dem Ziel einer Verkürzung der Transportzeiten, Verbesserung der Pünktlichkeit und der Flexibilität und einer Senkung der Kosten. Dies würde durch hohe eine Modularität des Zugkonzeptes und die unterbrechungsfreie Stromversorgung aller Einzelwagen erreicht werden. Die somit

mögliche zuverlässige Datenkommunikation und Digitalisierung vieler fahrzeugseitiger Funktionen legt die Grundlage für Automatisierung der Zugförderung.

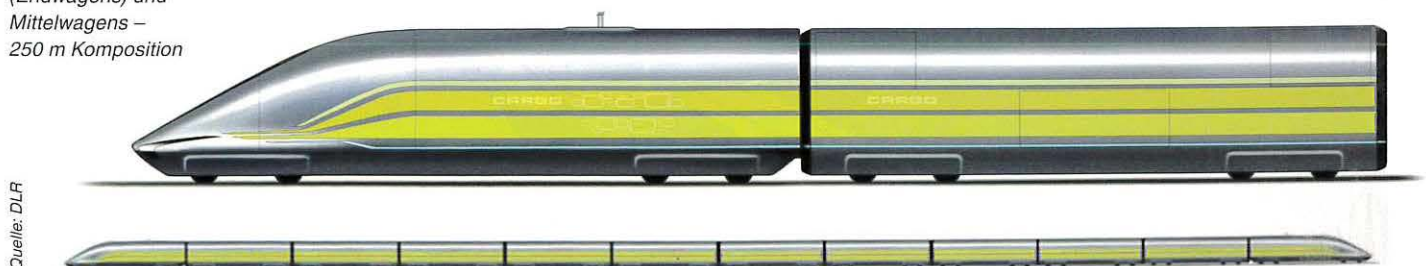
Der Einzelwagenladungsverkehr verhindert weitgehend, dass Güter zunächst mit dem LKW transportiert und dann auf die Bahn umgeladen werden müssen. Das Antriebs-, Zugbildungs- und Umschlagkonzept des NGT CARGO ermöglicht den Spagat zwischen dem Einzelwagenladungsverkehr und einem schnellen, pünktlichen Transport über mittlere und große Entfernungen im Hauptlauf. Insbesondere ermöglicht das Umschlagskonzept, dass der Hauptlauf das Schwächen und Stärken der Güterzüge zulässt. Diese betriebliche Flexibilität des NGT CARGO unterscheidet dieses Konzept von seinen Vorgängern.

Der internationale und insbesondere interkontinentale Transport von Waren könnte die Konzentration der Warenströme an Seehäfen und Frachtflughäfen reduzieren und so zur Entlastung der Hinterlandverkehre beitragen. Ein Containerschiff kann bis zu 20.000 Standardcontainer befördern, diese werden in möglichst kurzer Liegezeit ausgetauscht. Im Falle der Bahnverladung können die Waren in den unterwegs Knotenbahnhöfen zu- und ausgeladen werden, so dass ein unnötiges Verkehrsaufkommen entfällt. Die Transportzeiten verkürzen sich durch das Entfallen von Umwegen. Zur Untersuchung der betrieblichen Aspekte und der Lebenszykluskosten eines NGT CARGO werden als Referenzstrecken Fracht-Eisenbahnlinien wie international Madrid und Bukarest sowie interkontinental Urumqi/China nach Duisburg (Neue Seidenstraße) analysiert.

Fahrzeugkonzept NGT CARGO

Das Triebwagenzugkonzept des NGT CARGO^[3] muss die Radsatzlasten von 17 Tonnen nach TSI LOC & PAS (Technical Specification for Interoperability Locomotive and Passenger rolling stock) einhalten. Um ein großes Transportvolumen doppelstöckig anbieten zu können, wird deshalb von vier Radsätzen pro Einzelwagen ausgegangen. Die fahrdynamische Auslegung der mechatronischen Einzelräder ist durch die durchgängige Verwendung von Doppelfahrwerken gegenüber Einzelfahrwerken deutlich anspruchsvoller. Die Seitenwindstabilität ist extrem vom Ladezustand abhängig und wird innovative Maßnahmen zur Stabilisierung erfordern. Die Einzelwagen werden als intelligente Güterwagen konzipiert und bilden die aerodynamische Hülle mit unterschiedlichen Beladekonzepten für verschiedenartige Transportgüter. Der Transport von Massengütern und See-Containern wird daher ausgeschlossen. Die

Seitenansicht des NGT CARGO Triebkopfes (Endwagens) und Mittelwagens – 250 m Komposition



Quelle: DLF

Übergänge sind vollständig verkleidet. Soweit möglich hat der NGT CARGO die aerodynamischen Eigenschaften des NGT HST. Konzeptionell wird der NGT CARGO als sehr schwerer Triebwagenzug energiesparend automatisch gefahren.

Der NGT CARGO soll zur besseren Amortisation der Infrastrukturkosten auf denselben Hochgeschwindigkeitsstrecken verkehren wie der NGT HST, entweder im Mischverkehr tagsüber oder im reinen Güterverkehr nachts. Das Antriebskonzept des NGT CARGO ermöglicht den Betrieb auf elektrifizierten Strecken des Bestandsnetzes sowie in Langsamfahrt auf fahrdrahtlosen Streckenabschnitten. Eine Reichweitenerhöhung über Fahrdraht oder induktive Energieübertragung ist möglich. Der Antrieb erfolgt durch radnahe Elektromotoren auf den Achsstummeln, die neben der Nutzbremse zusätzlich über eine integrierte Wirbelstrombremse verfügen.

Der Streckendurchsatz wird ohne Infrastrukturmaßnahmen durch dynamisches Flügeln der Triebzüge zu mehrteiligen – auch gemischten – Zugverbänden erhöht. Dem Fahrregler des Führungsfahrzeuges eines Triebwagenzugverbandes ist eine Abstandsregelung der Nachfolger-Teilzüge unterlegt. Der schwerste Nachfolger mit der geringsten Bremskraft bestimmt den Bremsweg des Verbandes. Die Nutzbremsen an der Mehrzahl der Räder laden soweit möglich die Batterien.

Zugbildungsanlage

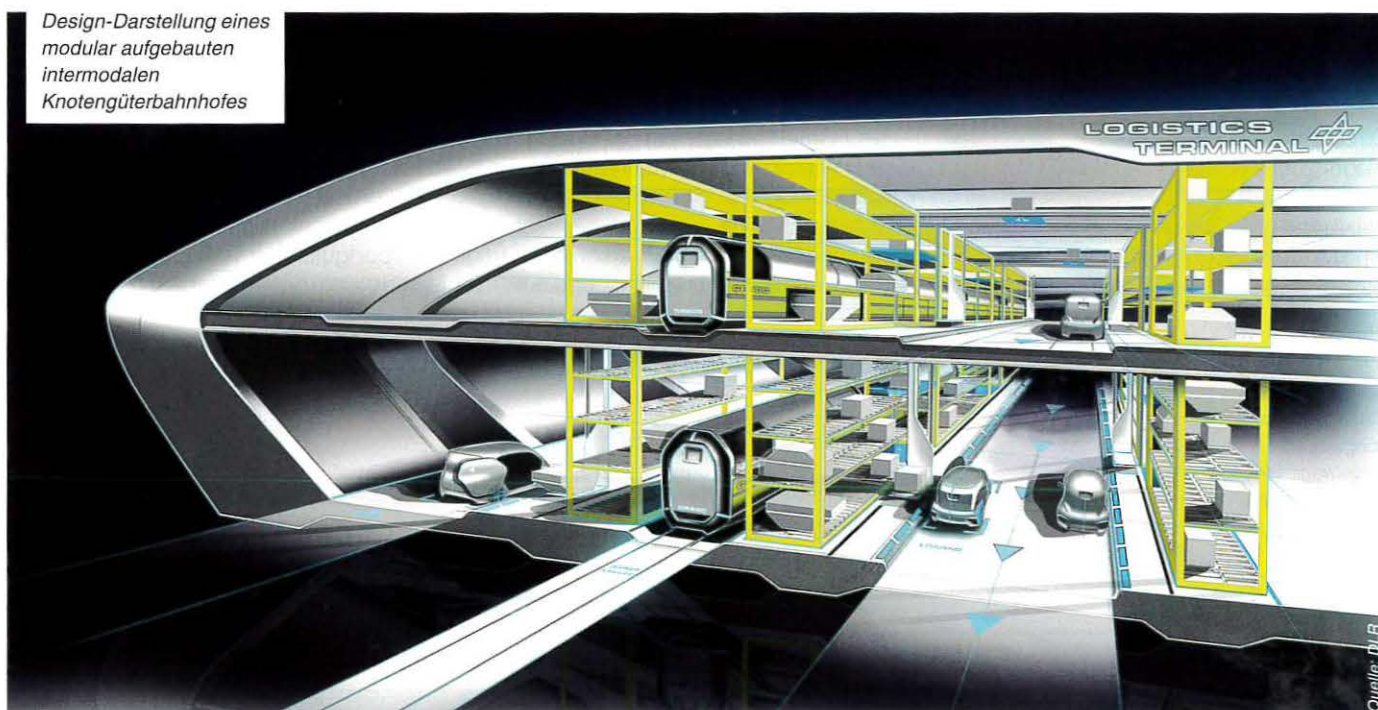
In diesem Beitrag wird unter Zugbildungsanlage die Gleisanlage eines herkömmlichen Rangierbahnhofes ohne Ablaufberg und Vorrichtung zum Güterumschlag verstanden. Die in einer Zugbildungsanlage ankommenden NGT-CARGO-Güterzüge bestehen aus Einzelwagen, die mit einer innovativen Klauen-Mittelkupplung mechanisch gekuppelt sind. Da jeder

Einzelwagen seine eigene Stromversorgung besitzt, entfallen sowohl die Hauptluftdruckleitung wie auch die Elektrokabel. Der Zug-Kommunikationsbus wird über Funk realisiert. Jeder einzelne intelligente Güterwagen kennt aufgrund der ursprünglichen Zugbildung seinen Bestimmungsbahnhof und erhält aus der Verkehrsleitung gegebenenfalls Updates. Durch Überfahren von neuartigen Weichen, die zwischen den einzelnen Wagen durch eine mechanische Vorrichtung das Umlegen in eine sichere Endlage zulassen, kann der NGT CARGO während einer Langsamfahrt in Einzelwagen oder Wagengruppen aufgeteilt werden, die autonom in ihre Richtungsgleise fahren. Auf diese Weise erhält man Wagengruppen, wenn die Weiche ihre Lage beibehält.

In den Richtungsgleisen werden die Einzelwagen anzahlmäßig nach der betrieblichen Vorgabe der zu erreichenden Höchstgeschwindigkeit im Mischverkehr zusammengestellt und mit einem oder zwei Endwagen (Triebköpfen) bespannt. Die Bremsprobe wird durch den eingebauten Selbsttest und die Meldung der Betriebsbereitschaft ersetzt. Auf diese Weise können viele ankommende Güterzüge aufgeteilt und neu gebildet werden. Damit ist auch der Durchsatz einer solchen Zugbildungsanlage hoch und wirkt sich so wenig wie möglich auf die durchschnittliche Transportzeit aus.

Auch ankommende virtuell gekuppelte Zugverbände können auf diese Weise nacheinander umgebildet werden. Güterzüge mit abschnittsweise gleicher Streckennutzung verlassen die Zugbildungsanlage bereits virtuell gekuppelt. Die modulare Zuglänge (Komposition) lässt sich von Einzelwagen über Wagengruppen bis zu Güterzügen mit 50 Einzelwagen und 2 Endwagen zusammenstellen, wobei die erreichbare Höchstgeschwindigkeit von der Motorisierung der Komposition abhängig ist. Typische Längen sind 250 Meter und das Vielfache davon – auch als virtuell gekuppelte Zugverbände.

Design-Darstellung eines modular aufgebauten intermodalen Knotengüterbahnhofes





Das NGT-Projekt hat alle Triebzüge für die virtuelle Kupplung vorgesehen und geht daher auch von gemischten Verbänden aus, weshalb die erreichbare Höchstgeschwindigkeit einer NGT-CARGO-Komposition betrieblich eine sehr wesentliche Rolle spielt. Falls ein Güterumschlag von Zug zu Zug oder auf andere Verkehrsträger wie elektrische LKW oder Seilbahnen der zweiten Transportebene sowie Drohnen der dritten Transportebene einer Smart City erfolgen soll, wird die Zugbildungsanlage mit einem intermodalen Knotengüterbahnhof kombiniert.

NGS Logistics Terminal: ein intermodaler Knotengüterbahnhof

Das Next Generation Station (NGS) Logistics Terminal bildet die Schnittstelle zwischen NGT CARGO und dem lokalen Güterverkehr für die Nahstrecke (Vor- und Nachlauf mit anderem Verkehrsmittel) oder der direkten Lieferung bis zum NGS Micro Terminal (Industrieanschlussgleis). Im NGS Logistics Terminal wird pro Ladegleis eine zirka 200 Meter lange NGT-CARGO-Wagengruppe gleichzeitig be- und entladen.

Hauptbestandteil des NGS Logistics Terminals – eine Art Güterverladebahnhof – sind Regallager, die entlang der Länge der Wagengruppe positioniert sind. Diese dienen wiederum als eine Art Zwischenlager in direkter Ladegleisnähe, in dem die Güter beziehungsweise Transportgefäße wagenweise vorkommissioniert werden. Die Vorsortierung erfolgt automatisch über Regalbediengeräte, die jeweils ein Regalelement bedienen, und Paternostergüteraufzüge, die die Transportgefäße vertikal zwischen den Ebenen des Terminals und horizontal zwischen den Regalen befördern. Im Regallager und in den NGT-CARGO-Einzelwagen werden die Transportgefäße über Rollenböden beziehungsweise Kugelrollenböden automatisch geführt.

Die Be- und Entladung von verschiedenen Wagengruppen erfolgt in unterschiedlichen Terminalebenen oder auf parallelen

Ladegleisen. In den zwei unteren Regalebenen eines Regals werden diejenigen Transportgefäße vorgehalten, die vollständig in die obere und untere Ladeebene eines NGT-CARGO-Wagens geladen werden. Die oberen Regalebenen dienen als Zwischenlagerflächen. Der Be- und Entladevorgang auf der oberen Ladeebene erfolgt parallel.

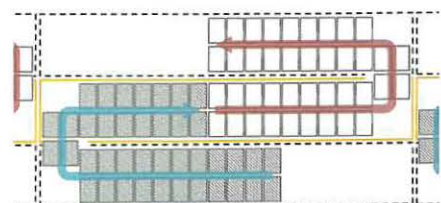
Die Transportgefäße werden auf der einen Wagenseite ein- und auf der anderen, gegenüberliegenden Wagenseite gleichzeitig ausgeladen. In der unteren Ladeebene erfolgt der Be- und Entladevorgang, sequenziell. Sobald eine Wagenhälfte entladen ist, kann mit der Beladung begonnen werden.

Mit dem Abschluss des Tausches der Transportgefäße ist die Wagengruppe zur Zugbildung abfahrbereit. Nachdem ein NGT CARGO das NGS Logistics Terminal verlassen hat, werden die entladenen Transportgefäße durch die Regalbediengeräte und Paternostergüteraufzüge (hellblaue Schächte an den Regalenden) aus der Regalebene weiter transportiert und für die Weiterbeförderung sortiert.

Darstellung des automatischen Ladekonzeptes auf der oberen Ebene



Quelle: DLR





Güterverkehr auf der Straße:
Das Problem von Staus
wird durch eine veränderte
Antriebstechnik nicht gelöst

Foto: www.pikabay.com

Die Terminals befinden sich an Logistikknoten, am Rand oder inmitten urbaner Räume, letztgenannte Standorte ließen sich gegebenenfalls auch mit Personenbahnhöfen verknüpfen. Das Terminal wurde in erster Linie für die Transportkette Schiene-Straße konzipiert. Möglich ist es aber auch, durch weiterführende „Rollenbahnen“ die Schnittstelle Schiene-Luft anzubinden (Luft/Schiene-Terminals). Für den Fall, dass der Transport über die letzte Meile auf der Straße erfolgen muss, werden die Transportgefäße in (eventuell fahrerlose) Straßenfahrzeuge verladen. Bei dieser sind verschiedene Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit der jeweiligen Transportgefäße denkbar.

umfassenden Logistikkonzepts mit der Schiene als zentralem Verkehrsträger. Mit dem NGT-CARGO-Triebwagengüterzug wird ein flexibles, im intermodalen Wettbewerb konkurrenzfähiges und ökologisches Gütertransportmittel entwickelt. ■

Referenzbeispiel Spanien–Rumänien

Die Marktanalyse anhand der Güterverkehrsprognose 2030 des Bundesverkehrswegeplans hat für die Auswahl einer Referenzstrecke die Relation Madrid–Bukarest für hochwertige und eilbedürftige Güter (LDHV – low density high value) ergeben. Zu den wesentlichen Gütern gehören landwirtschaftliche Güter, Nahrungsmittel, Maschinen und Geräte, Post und Pakete sowie Sammelgut. Eine Non-Stop-Fahrt des NGT CARGO zeigt, dass die Gesamtstrecke von 3.700 Kilometern in knapp über 23 Stunden zurückgelegt werden kann.

Eine Untersuchung auf der Ebene von definierten Verkehrszellen bildet die Basis für den ersten Entwurf des Liniennetzes, bei der es eine Schnelllinie über die Gesamtstrecke gibt, die in Deutschland nur in Offenburg, Stuttgart und München hält. Zwischen diesen Knotenbahnhöfen werden Zubringerlinien eingerichtet, die von ihrer Funktion dann sowohl Zubringer- als auch Verteilfunktion haben.

Zusammenfassung

Das Konzept des NGT CARGO zeigt, wie der Güterverkehr der Zukunft aussehen kann. Der NGT CARGO ist der Kern eines

Literatur

- [1] Winter, J.: Das Allrad-Fahrzeug unter den HGV-Zügen, Bahn-Fachverlag, Deine Bahn, 09/2013, S. 18–21
- [2] Winter, J.; Ehrenberger, S.; Kaimer, S.; Kalatz, C.; Krüger, D.; Pagenkopf, J.; Streit, S.: Ein ganzheitlicher Ansatz für den Hochgeschwindigkeitsverkehr, Bahn-Fachverlag, Deine Bahn 09/2014 S. 6–12
- [3] Winter J.; Böhm, M.; Malzacher, G.; Krüger, D.: NGT CARGO – Schienengüterverkehr der Zukunft, Internationales Verkehrswesen (69) 2/2017, S. 82–85
- [4] Europäische Kommission: Weißbuch „Verkehr“, Brüssel, 2011
- [5] Marx, A.: Das LKW-Problem: Laut, schmutzig, gefährlich, ZDFzoom-Doku, 28.06.2017
- [6] BMV: Masterplan Schienengüterverkehr, Berlin, Juni 2017