

Wie können wir den Bahnverkehr noch sicherer, effizienter und umweltfreundlicher gestalten? Wie müssen die Züge von Morgen beschaffen sein? Diesen Fragen gehen die Schienenverkehrsforscher beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) nach. Im Projekt „Next Generation Train“ arbeiten DLR-Wissenschaftler daran, Hochgeschwindigkeits-Züge der nächsten Generation schnell, sicher, komfortabel und umweltverträglich zu machen.

Aufgrund der zunehmenden Globalisierung und weltweiten Mobilität wird das Gesamtsystem „Verkehr“ immer komplexer. Angetrieben wird diese Entwicklung von immer höheren Betriebsgeschwindigkeiten, steigenden Energiekosten, der zunehmenden Bedeutung der Lebenszykluskosten eines Fahrzeugs gegenüber den Anschaffungskosten, hohen Anforderungen an die Sicherheit zukünftiger Fahrzeuge, der Konkurrenz zu anderen Verkehrsträgern und steigenden Ansprüchen der Fahrgäste an den Komfort der Fahrzeuge. Daher sind neue ganzheitliche Ansätze erforderlich, um ein optimales Fahrzeugkonzept auf die jeweiligen, zum einen vom Betreiber, zum anderen von den Fahrgästen gestellten Anforderungen hin zu realisieren. Die Schienenverkehrsforscher aus verschiedenen DLR-Instituten, u.a. in Göttingen, Braunschweig und Stuttgart gehen im Projekt Next Generation Train (NGT) systemisch den Anforderungen künftiger Hochgeschwindigkeitszüge nach. Unterstützt werden sie dabei von den im DLR vorhandenen Expertisen aus den Bereichen Luft- und Raumfahrt.

Hochgeschwindigkeitszüge

Zug der Zukunft



Der Zug der Zukunft soll erheblich schneller sein, aber nur die Hälfte an Energie pro Sitzplatz verbrauchen als heutige ICEs. Es soll zudem leiser, sicherer sein und komfortabler sein.

Im Fokus innerhalb des NGT-Projekts stehen acht übergeordnete Ziele im Vordergrund [1], [2]:

- ▶ Erhöhung der Fahrplan-Geschwindigkeit auf 400 km/h (wissenschaftliche Untersuchungen zu 600 km/h)
- ▶ Halbierung des spezifischen Energieverbrauchs gegenüber dem ICE 3 bei 300 km/h
- ▶ Lärmreduktion
- ▶ Komfortsteigerung
- ▶ Verbesserung der Fahrsicherheit
- ▶ Verbesserung des Verschleißverhaltens und der Lebenszykluskosten
- ▶ kosteneffiziente Bauweisen durch Modularisierung und Systemintegration
- ▶ Effizienzsteigerung von Entwicklungs- und Zulassungsprozessen

Am sparsamsten: doppelstöckige Einzelwagen

Basierend auf diesen Zielen müssen unterschiedliche technologische Möglichkeiten innerhalb des Projekts berücksichtigt werden. Insbesondere führt die Analyse hinsichtlich der maximalen Fahrgastkapazität, der energiereduzierenden Maßnahmen, wie verbesserte Aerodynamik, Fahrdynamik oder Leichtbau, zur Auswahl eines Einzelwagenprinzips. Für die wegen der größeren Waggonbreite nur 20 m langen Einzelwagen (14 m „Drehzapfenabstand“) werden verschleißarme mechatronische Einzelrad-Einzelfahrwerke verwendet.

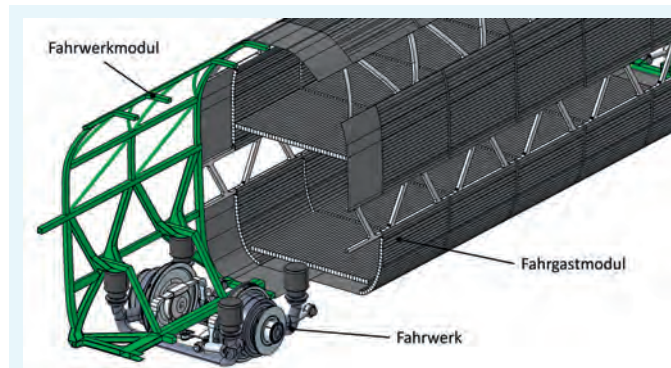
Die Optimierung des Schienenfahrzeugkonzepts bezüglich des

Energieverbrauchs pro Sitzplatz ergibt zudem ein doppelstöckiges Fahrzeug mit durchgängigen Ebenen ohne Treppen, das rund 800 Fahrgästen Platz bietet. Es wird dabei so viel Funktionalität wie möglich in die Wagenkastenstruktur integriert, um das durch den Lichtraum begrenzte Innenraumvolumen bestmöglich auszunutzen.

Die Doppelstock-Wagen sind auf beiden Ebenen komplett durchgängig, die Fahrgäste können auf beiden Ebenen ein- und aussteigen. Dadurch entfallen die Treppen im Waggon. Das Gepäck der Fahrgäste wird vor Fahrtantritt abgegeben und separat im Triebkopf durch eine Gepäckanlage gehandhabt. Um geringere Fahrgastwechselzeiten zu erreichen, werden die

Türpositionen und Inneneinrichtung der Waggons durch eine Fahrgastfluss-Analyse festgelegt. Aus acht Mittelwagen und zwei Endwagen wird ein über die ganze Länge doppelstöckiger Triebwagzug zusammengestellt, der 202 m lang ist.

Die Kopfwelle des Triebwagzuges kann durch einen großen Schlankheitsgrad reduziert werden. Für den Next Generation Train wird ein mittlerer Schlankheitsgrad angesetzt, weil zukünftig Tunnel auf Höchst- und Ultrahochgeschwindigkeitsstrecken zwar einröhrig, aber mit einem Einlauftrichter zur kontinuierlichen Luftverdrängung gebaut werden. Die Seitenwindanfälligkeit der leichten Zugköpfe kann durch aktive Maßnahmen und einen aerodynamischen Druckausgleich an der Triebkopfnase reduziert werden. Der NGT, aber auch andere



Die Optimierung hinsichtlich des Energieverbrauchs pro Sitzplatz ergibt ein doppelstöckiges Fahrzeug mit durchgängigen Ebenen ohne Treppen für 800 Fahrgäste.

Züge, werden diesbezüglich im Tunnel- und Seitenwindkanal in Göttingen untersucht.

Konsequent leicht durch Faserverbundmaterialien

Um die im Rahmen des Projekts definierte Radsatzlast von 16 t einzuhalten, ist konsequenter Leichtbau unumgänglich. Von

besonderer Relevanz ist der Wagenkasten, dessen quermodulare Struktur auf der Basis einer neuartigen Methode kraftflussgünstig aufgebaut ist, wobei verschiedene Leichtbauwerkstoffe verwendet werden. Die Module über den Fahrwerken sind als eine wabenartige Aluminium-Gerippestruktur ausgeführt, die mit tragenden

Sandwichelementen beplankt ist. Das sich zwischen den Fahrwerksmodulen befindliche und mittels Spanten verbundene selbsttragende Fahrgastmodul wird in einer faserverbundintensiven Bauweise konstruiert. Die mit Fasermaterial umwickelten Schaumkerne werden in Kombination mit Decklagen und Verstärkungen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff für Flächenelemente und Fachwerkstrukturen für die Fensterbereiche verwendet. [3]

Induktive Stromversorgung direkt aus dem Fahrweg

Die Stromübertragung des NGT erfolgt induktiv und ist im Fahrweg integriert, wodurch die wartungsintensive Oberleitung mit dem Kettenwerk entfällt. Das Antriebskonzept sieht eine über die komplette Zuglänge verteilte berührungslose Stromaufnahme aus dem



LANGSCHIENEN



Das Lieferprogramm umfasst alle marktgängigen Schienenprofile für Normal- und Hochgeschwindigkeitsstrecken, sowie für den Nahverkehr.

**ArcelorMittal Schienen
Vertriebsgesellschaft mbH**

Bornstraße 291 - 293
D - 44145 Dortmund
Telefon 0231 • 9 81 29 83 - 0
www.am-schienenvertrieb.de

Schienenweg vor. Auf der Fahrzeugseite entfällt daher der geräuschvolle und verschleißende Stromabnehmer.

Jeder Endwagen des Triebwagenguges stellt etwa 25 Prozent der Antriebsleistung von etwa 19 MW zur Verfügung. Die restliche Antriebsleistung wird durch die radnahen Motoren der 32 Einzelrad-Einzelfahrwerke erbracht. Die Beschleunigung und das damit verbundene rekuperative Bremsvermögen des Triebwagenguges sind dadurch überdurchschnittlich gut. Der doppelstöckige Höchstgeschwindigkeits-Triebwagenzug ist fahrplanmäßig 400 km/h schnell und wird für 440 km/h zugelassen.

Optische Kupplung mehrerer Züge

Über eine optische Kupplung können mehrere Triebwagenzüge gekuppelt werden. Durch



Der Streckendurchsatz lässt sich erhöhen, wenn die Triebzüge während der Fahrt optisch kuppeln oder entkuppeln könnten und ein flexibler Blockabstand zur Zugsicherung eingeführt würde.

optische Sensoren über einen geometrischen Zielpunkt wird der Zustand des vorausfahrenden Triebwagenguges beobachtet. Gleichzeitig werden Fahrkommandos des Triebfahrzeugführers über die Funkkommunikation des Antriebs- und Bremssystems des Zugverbandes ganzheitlich regelungstechnisch vorgesteuert, so dass das schwächste Glied des Verbandes maßgebend für die Längsdynamik ist.

Die betriebliche Flexibilität wird weiter durch die Möglichkeit gesteigert, dynamisch zu fliegen, d.h., dass die Triebzüge

während der Fahrt optisch kuppeln oder entkuppeln können. Nach Einführung des flexiblen Blockabstandes als Prinzip der Zugsicherung wäre es damit möglich, den Streckendurchsatz weiter zu erhöhen.

Der Next Generation Train ist ein im DLR langfristig angelegtes Forschungsprojekt. In Kooperation mit den Herstellern fließen die Forschungsergebnisse aus dem Projekt kontinuierlich in die Konstruktion von neuen Zügen ein.

Literatur

[1] Winter, J.; et al: NGT – Next Generation Train, in: Rail

Technology Review Special, Hamburg, DVV Media Group Eurailpress, 2011

[2] Winter, J.; Granzeier, W.: Neuartiges Hochgeschwindigkeitszugkonzept für die übernächste Generation – Next Generation Train (NGT), in: 12. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Plenarvortrag, Dresden, 23. – 25. Februar 2012, S. 11 - 13

[3] Nickel, J.; König, J.; et al: Innovatives Leichtbaukonzept für den Wagenkasten des NGT und Möglichkeiten zur Leichtbaubewertung, in: 12. Internationale Schienenfahrzeugtagung, Plenarvortrag, Dresden, 23. – 25. Februar 2012, S. 61 - 63

Autoren: Gerhard Kopp, Jens König, Jörg Nickel, Joachim Winter, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Köln, Telefon 02203 601-0
Informationen: Dorothee Bürkle dorothee.buerkle@dlr.de www.dlr.de



**When the right climate is on the schedule from the start.
That's Feel the Drive.**

Heating and air-conditioning systems for rail vehicles

People who travel by train have one top priority: arriving at their destination comfortably and on time. Proper climate control is key to this. However, in addition to passenger satisfaction, such factors as efficiency and sustainability are becoming increasingly important.

www.webasto.com

webasto
Feel the Drive