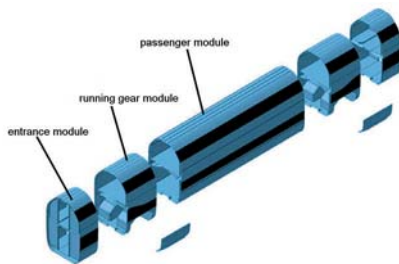




## Leichtbau- optimierter Wagenkasten des NGT HGV

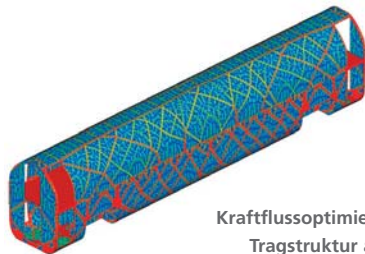


Modularer Aufbau des Wagenkastens  
*Modularisation of the car body*

Im Rahmen des Projekts Next Generation Train arbeiten DLR-Wissenschaftler an neuartigen Bauweisen des Wagenkastens. Insbesondere Leichtbaukonzepte werden eingehend untersucht. Durch diese werden die zulässigen Radsatzlasten des doppelstöckigen Ultra-Hochgeschwindigkeitszugs NGT HGV mit seinen Niederflerfahrwerken eingehalten, die Nutzlast erhöht und somit der spezifische Energieverbrauch gesenkt. Durch einen konsequenten Leichtbauansatz ist ein Wagenkasten entwickelt worden, der um circa 30 Prozent leichter ist als ein vergleichbarer.

### Wagenkastenaufbau

Der doppelstöckige Wagenkasten des NGT-HGV-Waggons ist in Längsrichtung in Module unterschiedlicher Bauweise segmentiert. Diese gliedern den Wagenkasten durch definierte Anschlusspunkte in parallel fertigbare Sektionen. Der dadurch entstehende modulare Aufbau besteht aus dem Türmodul an den Wagenenden, dem Fahrwerksmodul über den Fahrwerken und dem dazwischen liegenden Fahrgastmodul. Im Falle einer Kollision nach DIN EN 15227 werden lediglich die Türmodule plastisch verformt und wandeln so die Kollisionsenergie um. Die Fahrwerksmodule und das Fahrgastmodul werden entsprechend den Lastfällen von DIN EN 12663 ausgelegt, um eine ausreichende Festigkeit zu erreichen. Basierend auf den normativen statischen Lasten werden diese Bereiche einer Topologieoptimierung unterzogen. Die daraus resultierende bionisch wirkende kraftflussoptimierte Tragstruktur ist unter Berücksichtigung der definierten Rahmenbedingungen optimal an die



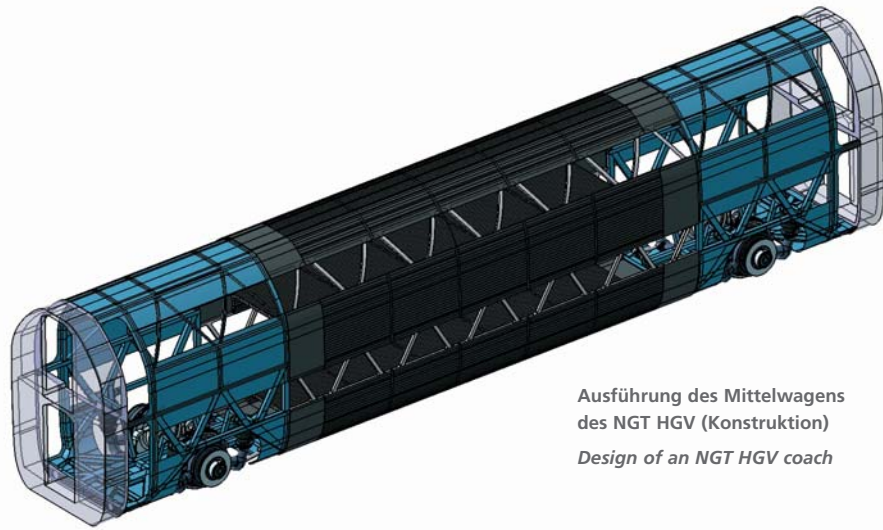
Kraftflussoptimierte  
Tragstruktur aus  
einem Topologieoptimierungs-  
ergebnis (Simulation)  
*Force-flow optimised structure  
as a result of topology optimi-  
sation (simulation)*

## NGT HGV's Optimised Lightweight Car Body

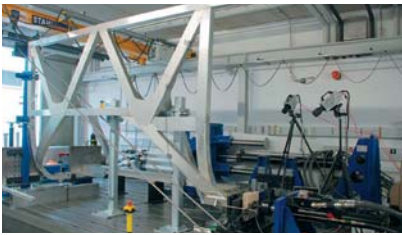
*Within the scope of the Next Generation Train project, scientists at the DLR are investigating new construction methods, with particular emphasis on lightweight concepts. These are necessary to reduce the wheelset loads of the NGT HGV double-deck ultra-high-speed train with its low-floor running gear, as well as to increase the payload in order to reduce the specific energy consumption of the vehicle. Using a consistent lightweight approach, a car body structure has been developed which weighs 30 per cent less than a comparable conventional one.*

### Car Body Structure

*The double-deck car body of the NGT HGV is modularised into longitudinal sections with different construction methods. These divide the car body into segments which can be manufactured in parallel and then connected using frames at each end. The modular set-up consists of an entrance module at the end of the car, a running-gear module housing the running gear, and a passenger module in the middle. In case of a collision according to DIN EN 15227, only the entrance modules will deform and therefore absorb the kinetic energy. The running-gear modules and the passenger module are designed according to DIN EN 12663 in order to achieve the required structural stability. A topology optimisation is carried out on these segments, taking into account all standardised static loads. The result, a force-flow load-bearing structure, is adapted to the given loading conditions regarding previously defined general requirements. This structure forms the basis for the conceptualisation and further design of the car body.*



Ausführung des Mittelwagens  
des NGT HGV (Konstruktion)  
*Design of an NGT HGV coach*



Demonstrator des Fahrwerkmoduls  
zur Überprüfung der mechanischen  
Eigenschaften auf einem Spannfeld  
*Demonstrator of running-gear module to  
verify the mechanical properties at our  
test facility*

auftretenden Belastungen angepasst. Diese Tragstruktur bildet die Basis für die Konzeption und Konstruktion der Wagenkastenstruktur.

### Konstruktive Ausführung

Die für das Fahrwerksmodul entwickelte Wagenkastenbauweise besteht aus einer kraftflussangepassten biege- und torsionssteifen Gerippestruktur mit einer tragenden Beplankung aus Sandwich-Elementen. Die Gerippestruktur dient unter anderem der masseoptimierten Aufnahme, Verteilung und Weiterleitung großer lokal angreifender Kräfte, die beispielsweise von den Fahrwerken eingeleitet werden oder bei einer Kollision auftreten.

Als Basis für das mittige Fahrgastmodul dient eine Kombination aus kohlenstofffaserintensiver Sandwichbauweise mit integraler Fachwerkstruktur. Das Fahrgastmodul ist aufgrund seiner vorwiegend flächigen Struktur und definierten Krafteinleitungen über die Anschlusspunkte besonders für eine faserverbundintensive Bauweise geeignet, um eine belastungsgerechte und leichtbaugünstige Lösung zu erreichen.

Durch den konsequenten Leichtbauansatz beträgt die Masse des entwickelten doppelstöckigen Wagenkastens bei konservativen Annahmen circa 300 Kilogramm pro Meter bei 20 Meter Gesamtlänge. Dies entspricht einer Masseinsparung von 30 Prozent gegenüber einem Referenzwagenkasten in der Aluminium-Integralbauweise.

### Construction

*The construction method developed for the structure of the running-gear module consists of a force-flow adapted frame, which is resistant to bending and torsion, covered with load-bearing sandwich skin panels. The frame structure takes up localised loads, originating, for example, from the movement of the running gear or a collision, and distributes them throughout the structure and to neighbouring modules.*

*The passenger module in the centre of the coach consists of a combination of a carbon-fibre-intensive sandwich construction and an integral framework structure. The passenger module is particularly suited for a very lightweight fibre-reinforced plastic (FRP) design because loads introduced into it are distributed over its perimeter by the running-gear module.*

*Consistent application of lightweight design has enabled the development of a double-deck car body conservatively estimated to weigh 300 kilogrammes per metre at a total length of 20 metres. This represents a weight reduction of 30 per cent in comparison with an integral aluminium reference car body.*



Demonstrator des Fahrgastmoduls  
*Demonstrator of passenger module*