

Leichtbaustudie für Fahrwerksanwendung

Neue, fortschrittliche Stähle reduzieren Gewicht bei Fahrwerksbaugruppe um 20 %

Einführung

Stahl gilt als fest, umformbar, gut verfügbar und kosteneffizient – und ist darum auch weiterhin der meistverwendete Werkstoff für Fahrwerkssysteme von volumenstarken Pkw und leichten Lkw. Hier kommen vor allem herkömmliche mikrolegierte hochfeste Stähle zum Einsatz, denn das kostengünstige Material vereint die notwendige Festigkeit mit exzellenter Ermüdungsbeständigkeit.

Allerdings müssen Designer das Gewicht von Neufahrzeugen immer weiter senken, um Leistung und Kraftstoffverbrauch zu verbessern. Dabei rückt auch das Fahrwerkssystem zunehmend in den Fokus. Gewichtseinsparungen sind hier jedoch eine große Herausforderung. Denn das Fahrwerk ist meist an Stellen mit stark begrenztem Bauraum platziert, sodass den Entwicklern nur begrenzte Möglichkeiten bleiben, die Baugruppen zu optimieren (siehe nachstehendes Beispiel). Gleichzeitig muss die Konstruktion die geforderten Anforderungen an Ermüdungsbeständigkeit und Steifigkeit erfüllen. Darum kann beim Fahrwerk nicht einfach ein Element durch ein dünneres, höherfestes Material ersetzt werden, da dies die Steifigkeit negativ beeinträchtigen kann.

Es gibt jedoch Werkstofflösungen, mit denen Konstrukteure Fahrwerkdesigns leichter auslegen können: Festere Materialien erhöhen die Langlebigkeit von Komponenten oder die Sicherheitsleistung und mit besser umformbaren Materialien lassen sich komplexere Bauteilgeometrien fertigen, damit Bauraum eingespart wird. Tata Steel hat eine Reihe fortschrittlicher hochfester Stähle (AHSS) entwickelt, die beides miteinander kombinieren – eine höhere Festigkeit mit verbesserter Umformbarkeit.

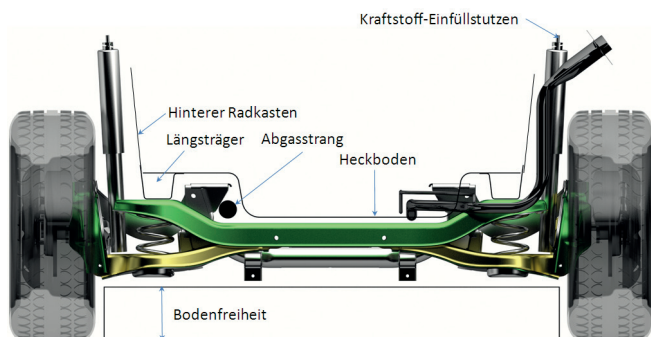
Im Folgenden wird eine Benchmark-Studie vorgestellt, die untersucht, wie diese AHSS-Stähle Gewicht beim Fahrwerk einsparen können, ohne Einbußen beim Packaging oder in der Leistung in Kauf nehmen zu müssen.

Benchmarking

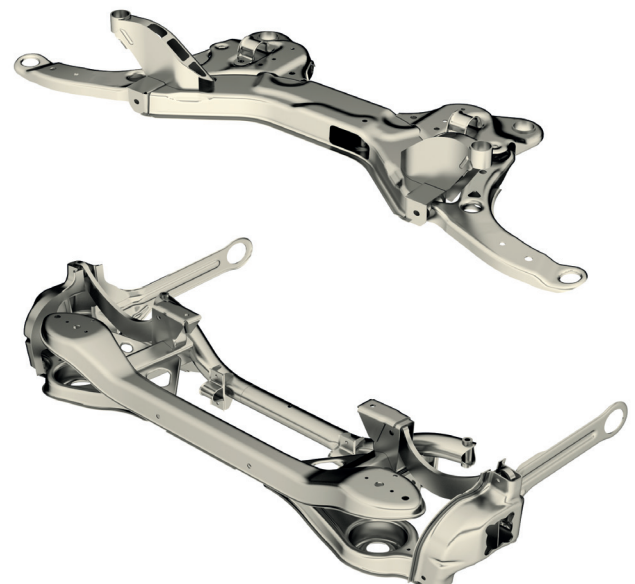
Zunächst haben Automobilingenieure von Tata Steel in einer Benchmark-Analyse das typische Design und Gewicht europäischer Pkw-Fahrwerkssysteme untersucht. Als Untersuchungsobjekte dienten mehrere Konfigurationen vorderer und hinterer Fahrwerke verschiedener Fahrzeughersteller.

Der aus den untersuchten Fahrwerken ermittelte Benchmark ist repräsentativ für ein europäisches C-Klasse-Fahrzeug und besteht aus einem herkömmlichen Achsträger mit unterem Querlenker und hinterem Längslenker.

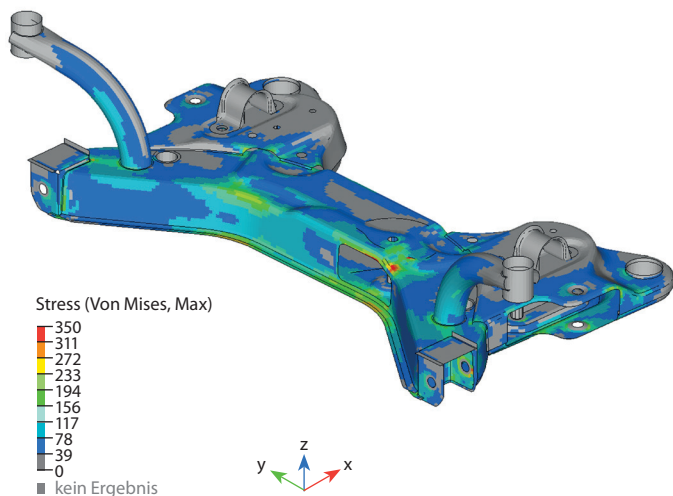
Beispiel für den beschränkten Bauraum an der Hinterachse



Die vordere und hintere Benchmark-Fahrwerksbaugruppe



Ein Belastungsmuster aufgrund erhöhter Beanspruchung



Leistungsbewertung

Anschließend wurde in CAE-Simulationen sichergestellt, dass die Leistungsmerkmale des Benchmark-Fahrwerks denen der Untersuchungsobjekte entsprechen. Dazu wurden Werte ermittelt, die in Zusammenhang zur Steifigkeit, Festigkeit und Ermüdungsbeständigkeit stehen, um die wichtigsten Belastungsszenarien zu erfüllen – beispielsweise Bremsvorgänge, Kurvenfahrten oder erhöhte Beanspruchung.

Materialspektrum

Die AHSS-Familie von Tata Steel umfasst zwei Zugfestigkeitsstufen:

- 590 MPa: HR DP600-UC bietet Festigkeit und hohe Bruchdehnung für komplex geformte Bauteile. HR FB590-UC eignet sich durch Festigkeit und eine hohe Lochaufweitungsfähigkeit (Hole-Expansion Capacity = HEC) besonders gut für den Stanzprozess vieler Fahrwerkskomponenten.
- 780 MPa: HR CP800-UC bietet hohe Festigkeit und eine ausgewogene Kombination aus Bruchdehnung und HEC für relative komplex geformte Bauteile, die eine hohe Zugfestigkeit benötigen.

Zusätzlich bilden die neuentwickelten warmgewalzten XPF-Stähle von Tata Steel einen großen Durchbruch bei den automobilen Konstruktionswerkstoffen für Fahrwerksanwendungen. Denn die XPF-Familie beseitigt die Probleme heutiger hochfester Stähle in Bezug auf Umformung und Verarbeitung, indem sie die benötigte mechanische Festigkeit und hohe Ermüdungsbeständigkeit mit guter Umformbarkeit verbindet. Dadurch ergeben sich noch größere Freiheiten bei der Reduzierung des Fahrzeuggewichts – ohne Kompromisse bei Robustheit oder Sicherheit.

Materialoptimierung

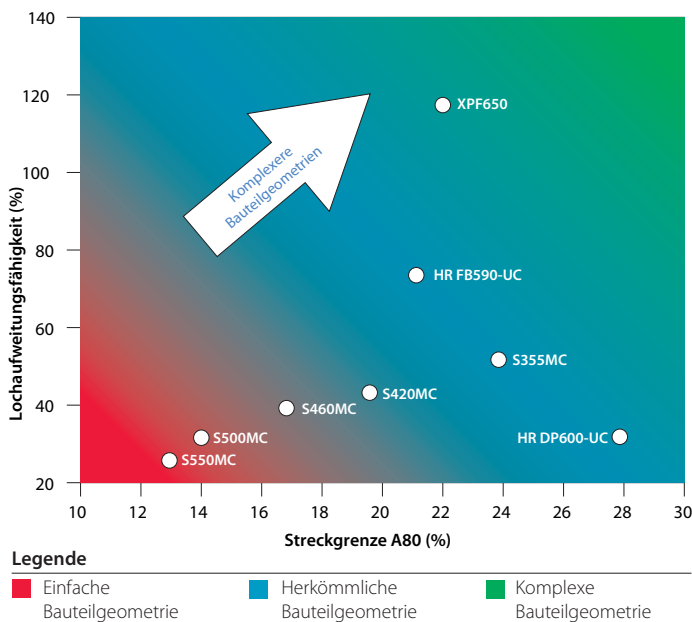
In einer virtuellen Konzeptstudie haben die Ingenieure von Tata Steel untersucht, wie mit ihren AHSS-Stählen bei den Benchmark-Fahrwerken die optimale Balance zwischen Performance, Gewicht und Kosten erzielt werden kann – also die niedrigsten Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership = TCO).

Dazu wurden zunächst die Bauteile mit dem größten Einfluss auf die Gesamtsteifigkeit der Fahrwerksbaugruppen identifiziert. Viele der Komponenten hatten aufgrund der beschränkten Umformbarkeit herkömmlicher hochfester Stähle relativ einfache Geometrien. Die eingesetzten AHSS-Stähle kombinieren jedoch eine hohe Festigkeit mit höherer Dehnbarkeit. Dies erlaubt leichte Design-Modifikationen, die die Steifigkeit der Baugruppe verbessern, ohne die Herstellbarkeit des Bauteils oder den Bauraum des Systems zu beeinträchtigen.

Das folgende Diagramm zeigt, welche Bauteilkomplexität sich aus dem Verhältnis der Bruchdehnung zur HEC für die verschiedenen Stahlorten ableiten lassen. Herkömmliche mikrolegierte Stähle wie S500MC oder S550MC haben zwar eine hohe Festigkeit, aber nur eine relativ geringe Dehnbarkeit. Der neue XPF650 zeigt dieselbe hohe Festigkeit, allerdings liegt die Dehnbarkeit sogar über der von herkömmlichen weniger festen Stählen wie S355MC. Mit diesem neuentwickelten Stahl lässt sich also das Komponentendesign noch effizienter auslegen und so Gewicht einsparen.

Die Komplexität der Bauteilgeometrien für die verschiedenen Stähle

Mit Streckgrenzen zwischen 400 und 600 MPa

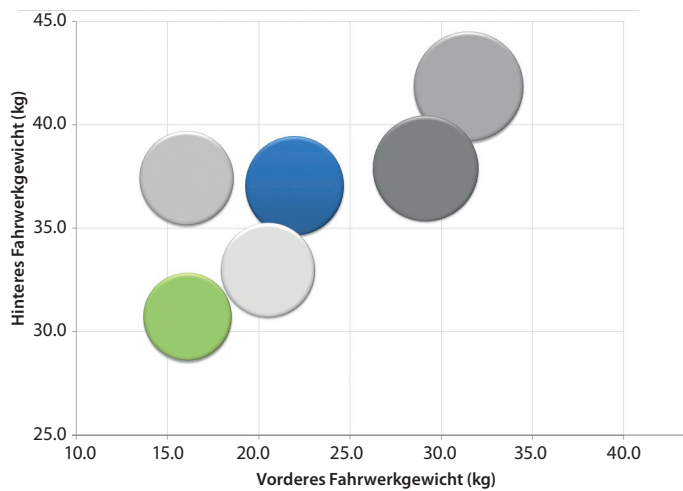


Ergebnisse

Die Automobilingenieure von Tata Steel konnten insgesamt 20 % Gewicht bei den vorderen und hinteren Benchmark-Fahrwerken einsparen (im untenstehenden Diagramm repräsentiert die Größe der Kreise die kombinierte Masse). Das optimierte Design (grüner Kreis) erfüllt trotzdem in allen Belastungstests die Zielvorgaben an Steifigkeit, Festigkeit und Ermüdungsbeständigkeit.

Kombinierte Masse der vorderen und hinteren Fahrwerke

Relatives Gewicht



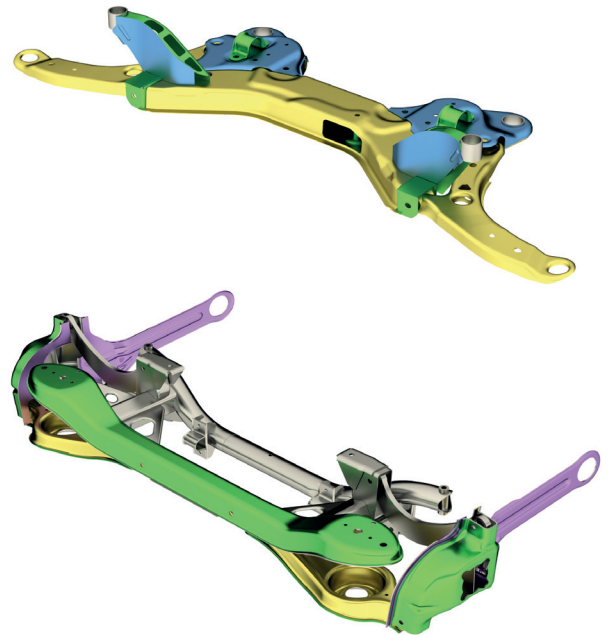
Legende

- Auto#1
- Auto#2
- Auto#3
- Auto#4
- Benchmark
- Optimiertes Design

Ein Großteil der Gewichtseinsparungen ergibt sich aus der besseren Dehnbarkeit der fortschrittlichen Stähle – insbesondere von XPF. Denn so konnten Bauteile in effizienteren Geometrien ausgelegt werden, die mit herkömmlichen Stählen nicht möglich sind. Indem zunächst nur die wichtigsten Komponenten optimiert wurden, ergaben sich Freiräume für Verbesserungen von angrenzenden Bauteilen. Das Dehnbarkeitsverhalten wurde durch eine sorgfältige Auswahl höherfester Stähle in Kombination mit kleineren Design-Modifikationen sichergestellt.

Optimierte vordere und hintere Fahrwerksgruppen

Einfärbungen für die verschiedenen Stahlsorten



Legende

- Herkömmliche HSS
- HR FB590-UC
- HR CP800-UC
- XPF 650
- XPF800

Fazit

Die Kombination aus hoher Festigkeit und verbesserter Dehnbarkeit der fortschrittlichen Stähle von Tata Steel sorgt für signifikante Leichtbauvorteile. Denn sie ermöglicht Bauteilgeometrien, die bislang nicht realisiert werden konnten. Damit können Konstrukteure jetzt auch hochfeste Stähle und beständige Werkstoffe für ihre Fahrwerkssysteme verwenden und so das gesamte Potential des Stahls ausschöpfen. Außerdem erhalten Hersteller mit den verschiedenen fortschrittlichen Stählen ein Produkt, das optimal auf die Herausforderungen in der Fertigung von Fahrwerkskomponenten ausgelegt ist, sodass sie ihre TCO reduzieren können.



www.tatasteeleurope.com

Tata Steel

Automotive
PO Box 10.000
1970 CA IJmuiden
The Netherlands
E:connect.automotive@tatasteel.com
www.tatasteelautomotive.com

AM0216:500:DE:0415

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen wurden auf ihre Exaktheit hin geprüft. Tata Steel Europe Limited und ihre Tochtergesellschaften übernehmen jedoch keine Verantwortung bzw. Haftung für Fehler oder Informationen, die sich als irreführend herausstellen.

Tata Steel Europe Limited ist in England unter der Nummer 05957565 und mit Sitz an der Anschrift 30 Millbank, London, SW1P 4WY, im Handelsregister eingetragen.

Copyright 2015
Tata Steel Europe Limited