

Nachhaltiger Stahleinsatz im Fahrzeug

Ganzheitliche Ökobilanz eines Frontendmoduls

Hintergrund

Fahrzeughersteller arbeiten kontinuierlich daran, ihre Modelle immer umweltschonender und sicherer auszulegen und stehen dabei unter einem anhaltenden Druck, die Kosten immer weiter zu reduzieren. Umweltschonend wird dabei häufig gleichgesetzt mit einer Optimierung des Kraftstoffverbrauchs bei gleichzeitig möglichst geringem CO₂-Ausstoß pro Kilometer. Für die Erhöhung der Kraftstoffeffizienz gibt es viele Ansätze. Weit verbreitet ist die Reduzierung des Fahrzeuggewichts mit alternativen Materialien wie Aluminium und fiberglasverstärkten Kunststoffen.

Leichtbau ist ein beliebter Ansatz der Automobilindustrie, um Nachhaltigkeit zu erzielen. Allerdings reduzieren leichtere Materialien lediglich den CO₂-Ausstoß während der Betriebsphase des Fahrzeugs, ohne die ganzheitliche Ökobilanz zu betrachten. Denn in diese fließen auch die CO₂-Belastungen des gesamten Produktlebenszyklus inklusive des Herstellungsprozesses und der abschließenden Recyclingfähigkeit mit ein.

Die ganzheitliche Ökobilanz der Umwelteinflüsse von Fahrzeugkomponenten kann mithilfe der Lebenszyklusbewertungsmethode (Life-Cycle Assessment – LCA) berechnet werden. Eine von Tata Steel durchgeführte Studie zeigt, dass der Einsatz von Stahl anstelle von Aluminium oder alternativen Verbundwerkstoffen eine umweltschonendere Lösung darstellt.

Ökobilanzberechnung für ein Frontendmodul

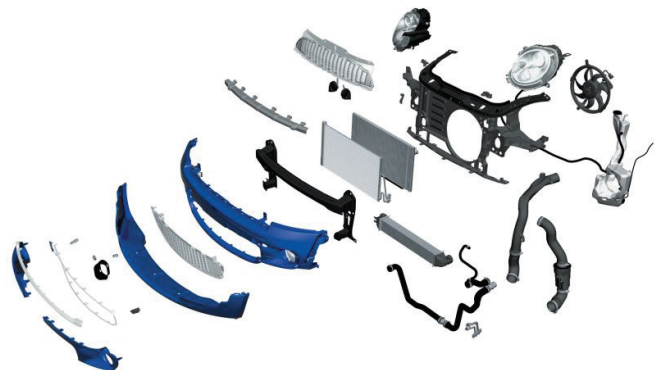
Für die Berechnung der ganzheitlichen Ökobilanz wurde als Studienobjekt ein Frontendmodul ausgesucht. Dieses ist ein gut definiertes Bauteil, das sich bei gleicher Funktionalität aus verschiedenen Materialien fertigen lässt. Für eine gute Vergleichbarkeit wählte Tata Steel außerdem eine Fahrzeugplattform der C-Klasse, deren Modelle Frontendmodule in drei verschiedenen Materialvarianten aufweisen: eine verzinkte und lackierte Stahlkonstruktion sowie zwei verschiedene Verbundwerkstoffe aus Stahl/fiberglasverstärktem Kunststoff („Verbundwerkstoff-1 bzw. 2“). Zum weiteren Vergleich wurde das Stahlmodul aus Aluminium nachgebaut, um die gleiche Funktionalität bei weniger Gewicht zu erreichen.

Gewicht- und Kostenvergleich

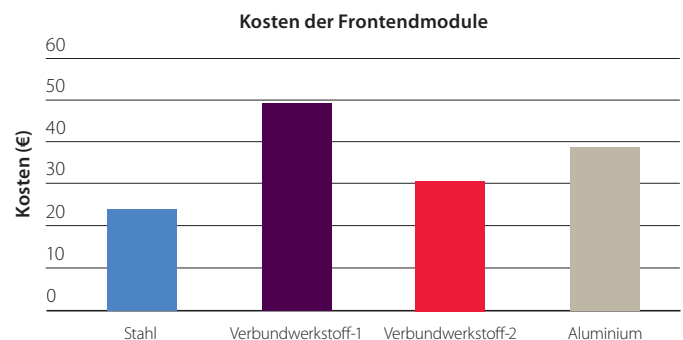
Zu Beginn der Studie wurden für jede Konstruktion Stücklisten angefertigt, um die Herstellungskosten der drei serienmäßigen Frontendmodule und der Aluminium-Neukonstruktion zu bestimmen. Die Analyse der Gesamtkosten zeigte, dass die Stahllösung mit 24 € wesentlich günstiger war als die anderen Varianten. Das teuerste Frontendmodul war Verbundwerkstoff-1 mit 48 €, gefolgt von Aluminium mit 39 €.

Gleichzeitig war Verbundwerkstoff-1 auch das schwerste Bauteil, während Stahl und Verbundwerkstoff-2 wesentlich leichtere Materialien darstellten. Die Aluminiumkonstruktion war noch einmal 19 Prozent leichter als die Stahlkonstruktion. Durch die höheren Kosten bedeutet dies jedoch, dass jedes eingesparte Kilogramm Gewicht des Aluminiummoduls im Vergleich zur Stahlvariante 17 € kostet.

Frontendmodul und dazugehörige Bauteile



Kostenanalyse der verschiedenen Frontendmodule



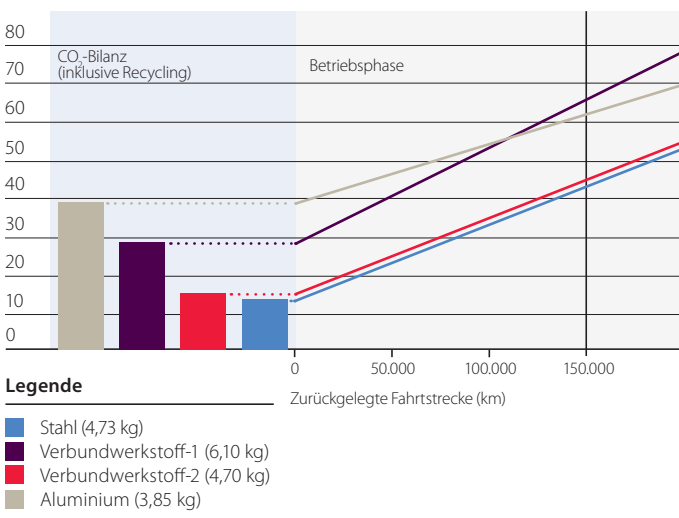
Eine ganzheitliche Berechnung der Ökobilanz eines Frontendmoduls zeigt, dass die Stahlkonstruktion den geringsten CO₂-Ausstoß während des gesamten Produktlebenszyklus hat bei deutlich geringeren Kosten als die Varianten aus Aluminium oder anderen Verbundwerkstoffen.

Umweltbelastungen

Um im nächsten Schritt die Umweltbelastungen der vier Materialien zu analysieren, wurden – mithilfe der LCA-Spezialsoftware GaBi und einer Methodologie der University of California zur Bewertung von Fahrzeugemissionen über den gesamten Lebenszyklus hinweg – die jeweiligen Ökobilanzen erstellt. Die gesamte CO₂-Bilanz setzt sich dabei zusammen aus dem Herstellungsprozess von Werkstoff und Fahrzeug sowie einem variablen Anteil für die Betriebsphase, der von der zurückgelegten Distanz abhängt. Da die übliche Fahrstrecke des ausgewählten C-Klasse Fahrzeugs bei etwa 150.000 Kilometer liegt, wurde dieser Wert der Analyse zugrunde gelegt. Darüber hinaus wurde auch die Recyclingfähigkeit der Materialien am Ende des Produktlebenszyklus berücksichtigt: positiv, wenn der Werkstoff recycelt werden kann und negativ, falls eine Verbrennung nötig ist.

Ganzheitliche Ökobilanz der Frontendmodule

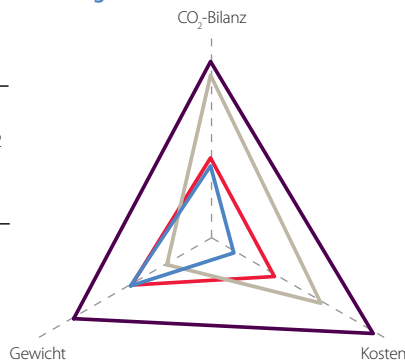
Treibhauspotential (in Kilogramm CO₂-Equivalent)



Gesamtbewertung von Gewicht, Kosten und CO₂-Bilanz für die verschiedenen Materiallösungen

Legende

- Stahl
- Verbundwerkstoff-2
- Verbundwerkstoff-1
- Aluminium



Die Stahl- und Verbundwerkstoff-2 Konstruktionen zeichnen sich durch vergleichbare Umweltbelastungen in der Herstellung sowie ein ähnliches Gewicht aus. Dadurch fällt auch ihr Emissionsausstoß während der Nutzungsphase und damit auch die gesamte Ökobilanz vergleichbar aus. Da Verbundwerkstoff-1 wesentlich mehr Material benötigt, fallen die Emissionen während der Herstellung und Nutzung höher aus als bei der Stahlkonstruktion. Der CO₂-Ausstoß bei der Produktion des Aluminiumbauteils liegt wesentlich höher als bei dem Stahlmodul. Dafür verbessert das leichtere Aluminiummodul den Kraftstoffverbrauch während der Nutzungsphase. Je mehr Kilometer das Fahrzeug also zurücklegt, desto mehr werden die CO₂-Emissionen der Herstellung kompensiert.

Diese Studie zeigt, dass für ein herkömmliches Fahrzeug mit einer Gesamtfahrleistung von 150.000 km die CO₂-Bilanz des Aluminiumbauteils auf den gesamten Lebenszyklus gesehen niedriger ist als die des Verbundwerkstoff-1. Allerdings ist sie immer noch deutlich höher als beim Stahl oder Verbundwerkstoff-2. Auch bei einer zurückgelegten Fahrstrecke von 200.000 km zeigt die Stahlkonstruktion die beste ganzheitliche Ökobilanz.

Zusammenfassung:

Der Werkstoff Stahl zeichnet sich im Vergleich zu Aluminium und den Verbundwerkstoffen durch sein wettbewerbsfähiges Gewicht, geringere Kosten und ganzheitlich betrachtet niedrigere Umweltbelastungen aus. Die CO₂-Bilanz von Stahl liegt 44 % niedriger als Aluminium und 50 % niedriger als Verbundwerkstoff-1. Die Ökobilanz von Verbundwerkstoff-2 ist vergleichbar mit der des Stahls, dafür ist dieser aber 29 % billiger. Ebenso ist Stahl 63 % günstiger als Aluminium und sogar 100 % günstiger als Verbundwerkstoff-1. Ganzheitlich betrachtet kann das mit Aluminium eingesparte Gewicht die geringeren CO₂-Emissionen des Stahls während der Herstellung und die bessere Recyclingfähigkeit während einer herkömmlichen Gesamtfahrleistung nicht ausgleichen. Auch die Verbundwerkstoffe können bei der Betrachtung aller Faktoren nicht mit der Stahllösung konkurrieren.

Damit zeigt sich: Das Frontendmodul aus Stahl ist zwar nicht das leichteste, dafür hat es aber entscheidende Vorteile bei den Herstellungskosten und der Ökobilanz. Das macht die Stahlkonstruktion zur nachhaltigsten und gleichzeitig kostengünstigsten Variante.

Stahl:

- Wettbewerbsfähiges Gewicht
- Günstigere Kosten
- Niedrigere CO₂-Bilanz

Tata Steel

Automotive
PO Box 10000
7H-04
1970 CA IJmuiden
Niederlande
connect.automotive@tatasteel.com
www.tatasteelautomotive.com
NLAM0413DMWPV1

www.tatasteeleurope.com

While care has been taken to ensure that the information contained in this brochure is accurate, neither Tata Steel Europe Limited nor its subsidiaries accept responsibility or liability for errors or information which is found to be misleading.

Tata Steel Europe Limited is registered under number 05957565 with registered office at 30 Millbank, London, SW1P 4WY.

Copyright 2013
Tata Steel Europe Limited