

Das neue Audi TT Coupé

Die Umweltbilanz



Vorsprung durch Technik **Audi** 



Inhalt

Vorwort	4/5
Umweltbilanz – Der Umfang	6/7
Umweltbilanz – Die Grenzen	8/9
Umweltbilanz – Die Wirkungskategorien	10/11
Leichtbau – Die Wahl der Werkstoffe	12/13
Leichtbau – Die Bauteilkonzepte	14/15
Audi TT Coupé – Die Umweltbilanz	16/17
Audi TT Coupé – Die Karosserie	18/19
Audi TT Coupé – Die Werkstoffe	20/21
Audi TT Coupé – Die Ergebnisse der Umweltbilanz	22/23
Fazit	24/25

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

seit jeher ist Mobilität mit Auswirkungen auf die Umwelt verbunden. Jedoch stehen bei den Gesetzgebern und beim Kunden häufig nur jene Emissionen im Fokus, die am Auspuff eines Automobils gemessen werden. Im Sinne einer nachhaltigen Betrachtungsweise ist dies zu kurz gedacht. Audi untersucht deshalb die gesamte Kette von Produkten und Prozessen, die zur Mobilität gehören. Wir wollen positive Beispiele für den verantwortungsvollen Umgang mit endlichen Ressourcen setzen. Unser Ziel ist, die Umweltauswirkungen eines jeden Modells im Vergleich zum Vorgänger zu verringern. Deshalb erstellen wir für jede neue Fahrzeugbaureihe detaillierte Umweltbilanzen.

Damit zeigt Audi, wie sich die Umweltwirkungen eines Fahrzeugs gegenüber seinem Vorgänger-Modell verändert haben, und zwar betrachtet über den ganzen automobilen Lebenszyklus: Von der Herstellung, über die Nutzung bis zum Recycling.

Zertifizierte Umweltbilanzen wie diese gelten als harte Währung. Denn sie legen offen, wie groß der CO₂-Rucksack ist, den ein Fahrzeug vom Werk mit auf die Straße nimmt, und nicht zuletzt, wie effizient das Auto an sich ist. Aufgrund der ganzheitlichen Betrachtungsweise gibt es viele Faktoren, die das Ergebnis einer solchen Umweltbilanz beeinflussen. Den größten Einfluss bei verbrennungsmotorischen Fahrzeugen, wie dem Audi TT Coupé, hat die Nutzungsphase. Hier entstehen etwa 80 Prozent der Gesamtemissionen. Deshalb arbeiten wir bei Audi massiv an der Effizienzsteigerung aller Antriebe. Die TDI- und TFSI-Motoren sowie der Modulare Effizienz-baukasten erschließen hier noch große Potenziale. Darüber hinaus bringen wir alternative Antriebsformen auf die Straße und treiben die Entwicklung alternativer Kraftstoffe maßgeblich voran.

Auch im ganzheitlich umweltgerechten Leichtbau sehen wir eine unserer wichtigsten Aufgaben in der Zukunft. Getreu dem Motto: „Der richtige Werkstoff in der richtigen Menge an der richtigen Stelle“ verfolgen wir unser Ziel jedes neue Audi Modell leichter als seinen Vorgänger zu machen. Gleichzeitig bedeutet das jedoch auch, dass wir neue Technologien und Werkstoffe nur dann in der Serienproduktion einsetzen, wenn sie auch unseren hohen Ansprüchen hinsichtlich ihrer Umwelteigenschaften entsprechen.

Dass Audi auf dem richtigen Weg ist, haben wir bereits mit der Umweltbilanz für den aktuellen Audi A6 und Audi A3 bewiesen. Auch beim neuen Audi TT Coupé ist es uns gelungen, die Gesamtemissionen deutlich zu reduzieren. Den Beleg dafür finden Sie auf diesen Seiten.

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hackenberg
Mitglied des Vorstands der Audi AG,
Technische Entwicklung



Umweltbilanz – Der Umfang

Die Umweltbilanz, auch Ökobilanz oder Life Cycle Assessment (LCA) genannt, analysiert die Umweltwirkungen eines Produkts im Laufe seines gesamten Lebenszyklus, beginnend bei der Produktion über die Nutzung bis zum Recycling. Sie dient zur quantitativen Beurteilung ökologischer Aspekte, etwa der Emissionen von Treibhausgasen (unter anderem CO₂), des Energieverbrauchs, der Versauerung oder des Sommersmogs. Bei der Erstellung der Umweltbilanz verwendet Audi eine standardisierte Vorgehensweise nach der internationalen Normreihe ISO 14040.

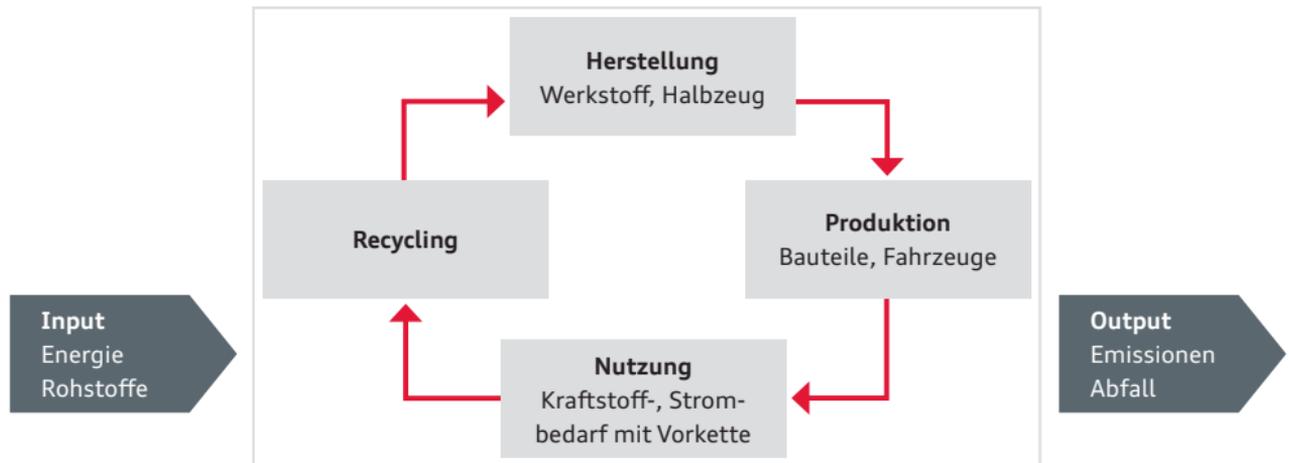
Lebenszyklus-Betrachtung eines Fahrzeuges als wesentlicher Beitrag zur Nachhaltigkeit



Betrachtungsdimensionen:

- ▶ **Herstellung:** Herstellketten von Werkstoffen und Halbzeugen
- ▶ **Produktion:** Produktion von Bauteilen und Fahrzeugen
- ▶ **Nutzung:** Kraftstoff- bzw. Strombedarf (inklusive Vorkette)
- ▶ **Recycling:** Prozessketten zur Rückgewinnung wertvoller Werkstoffe

Lebenszyklusbetrachtung eines Fahrzeugs bei einer Umweltbilanz



Umweltbilanz – Die Grenzen

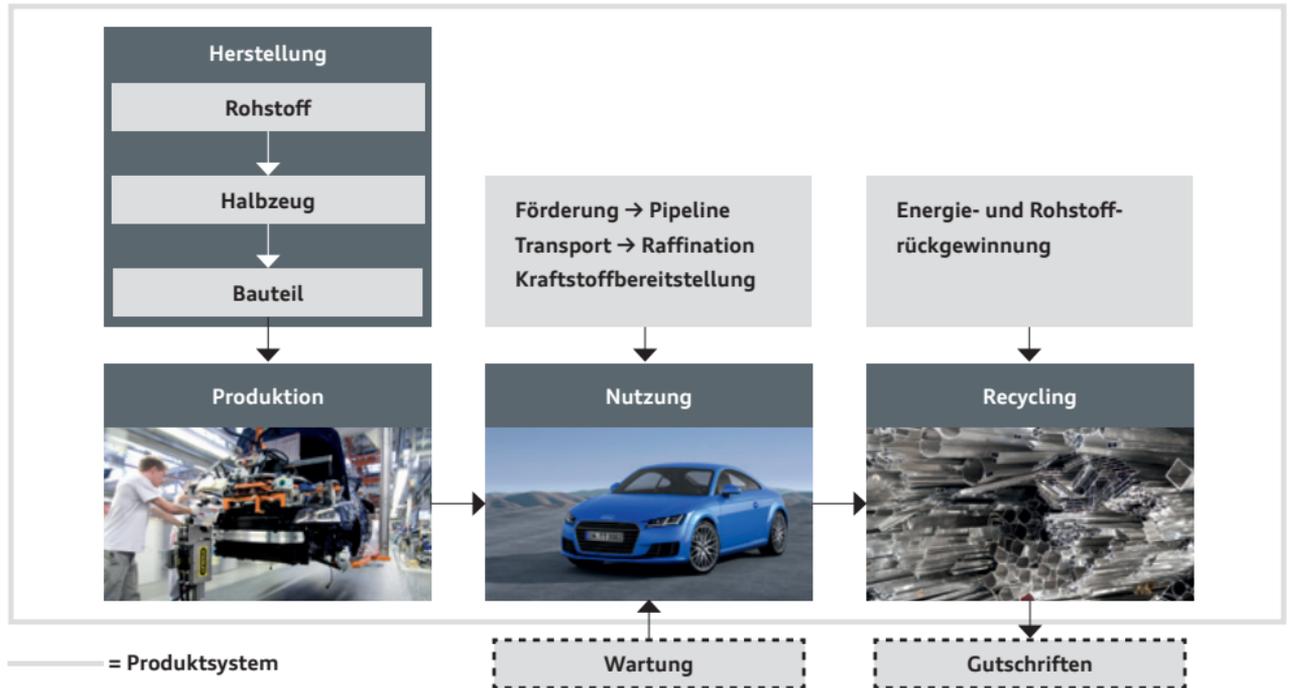
Wird eine Umweltbilanz erstellt, müssen zunächst ihre Grenzen festgelegt werden, es muss also entschieden werden, welche Prozesse Berücksichtigung finden. Dabei gilt es, auf die bereitstehenden Mittel, den zeitlichen Rahmen und die Verfügbarkeit der Daten Rücksicht zu nehmen. Audi steckt den Rahmen seiner Gesamtfahrzeugbilanz sehr weit.

Die Betrachtung beginnt bereits bei der Gewinnung der Rohstoffe und der Herstellung der Bauteile. Schon bei den ersten Entwicklungsschritten für die neuen Modelle treffen die Ingenieure Entscheidungen, die großen Einfluss auf die eigene Produktion und die gesamte Lieferkette nehmen.

Bei der Nutzung der Fahrzeuge legen die Audi Spezialisten eine Laufleistung von 200.000 km zugrunde. Dabei beziehen sie nicht nur die Emissionen ein, die im Fahrbetrieb entstehen, sondern auch die Herstellung der Kraftstoffe.

Am Ende des Fahrzeuglebenszyklus gehen die Energieaufwendungen für das Recycling mit in die Umweltbilanz ein.

Bilanzgrenzen der Gesamtfahrzeugbilanz (Produktsystem der Bilanzierung)

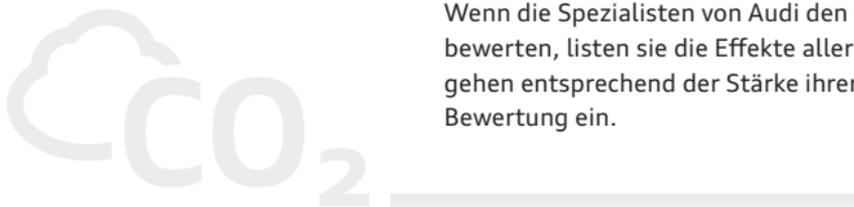


Umweltbilanz – Die Wirkungskategorien

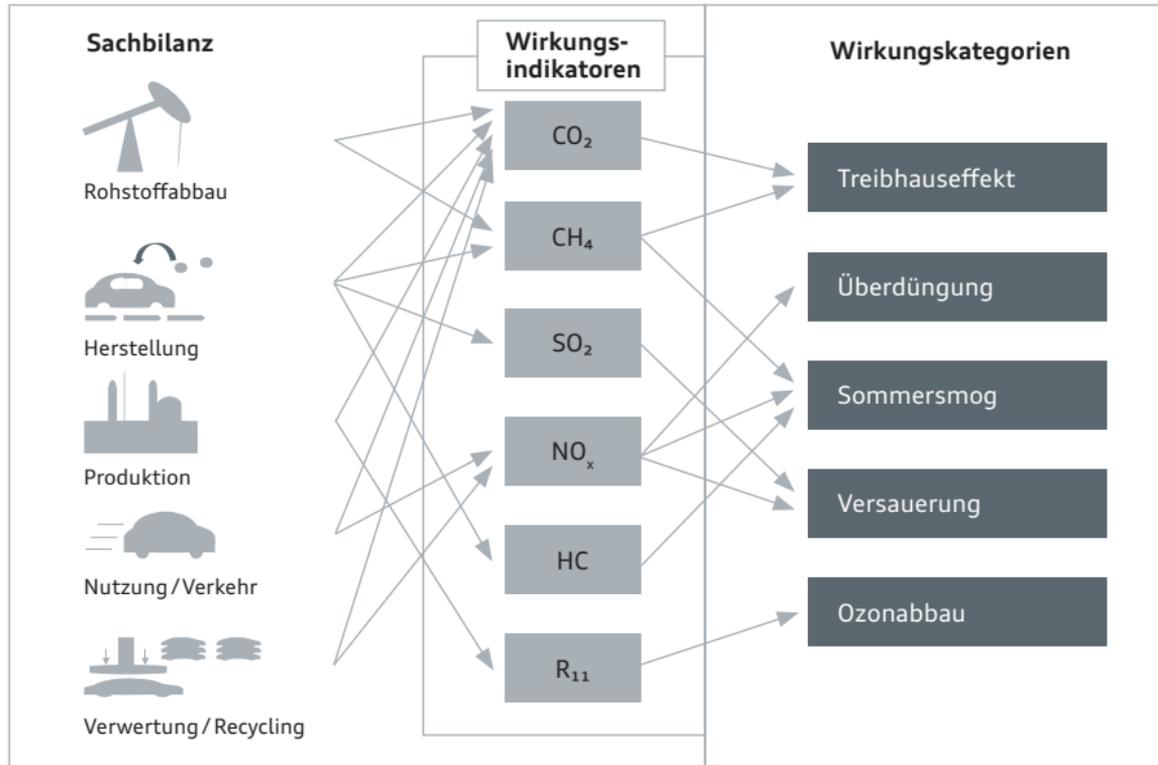
Der Schwerpunkt von Umweltbilanzen ist aktuell die Bewertung von Treibhausgasen. Die Audi Spezialisten haben jedoch weitere Umweltwirkungen im Auge – die Überdüngung von Gewässern und Böden, die Bildung von Sommersmog, die Versauerung von Ökosystemen und den Abbau der Ozonschicht.

Gemäß der standardisierten Vorgehensweise nach ISO 14040 wird das Ergebnis der Datensammlung, also der Sachbilanz, in Wirkungsindikatoren umgerechnet, die wiederum in Wirkungskategorien zusammengefasst werden.

Die Wirkungskategorien beschreiben wichtige Umweltproblemfelder. Wenn die Spezialisten von Audi den wichtigen Indikator Treibhauseffekt bewerten, listen sie die Effekte aller klimawirksamen Gase auf. Die Gase gehen entsprechend der Stärke ihrer Wirkung im Vergleich zu CO₂ in die Bewertung ein.



Auswirkungen der Stoffe auf die Umwelt



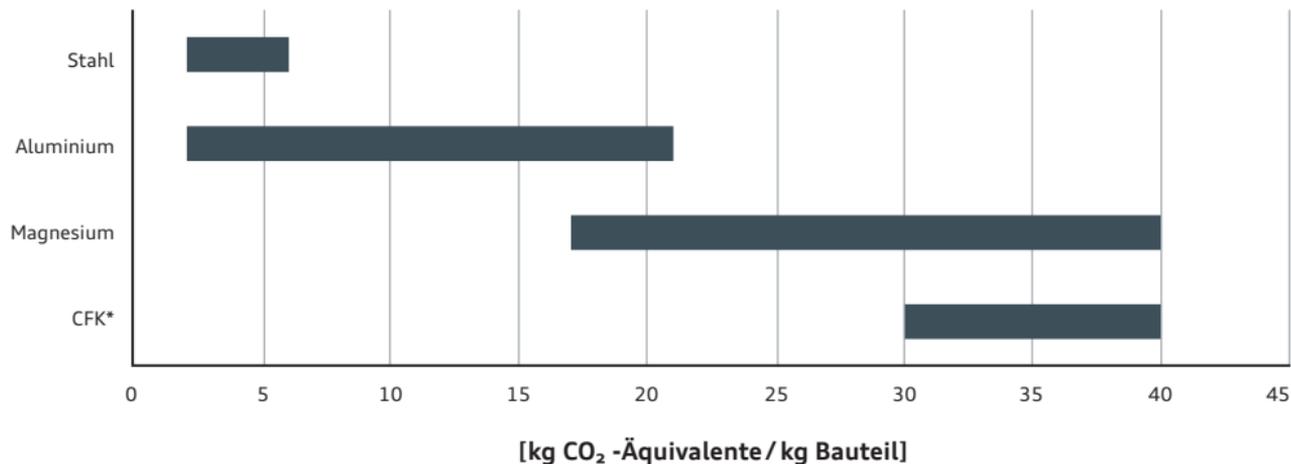
Leichtbau – Die Wahl der Werkstoffe

Die Wahl der Materialien nimmt entscheidenden Einfluss auf die CO₂-Emissionen, die bei der Produktion der Bauteile anfallen. Aus den unterschiedlichen Herstellungs- und Recyclingverfahren ergibt sich eine große Spanne. Primäres Aluminium verursacht – abhängig vom Herstellungsprozess und der Wahl der Energiequelle – höhere Emissionen als primärer Stahl. Bei recyceltem Aluminium hingegen sind die Aufwendungen ähnlich niedrig wie bei recyceltem Stahl. Bei Audi beginnt das Recycling bereits in der Produktionsphase, wenn der im Presswerk anfallende Verschnitt gesammelt und wiederverwertet wird.



Besonders bei energieintensiven Werkstoffen bringt Recycling erhebliche CO₂-Vorteile.

Herstellungsbedingte Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Werkstoffe je kg Bauteil



■ = prozessabhängige Streubreite

*Kohlenstofffaser-verstärkter Kunststoff

► Die Streubreiten der verschiedenen Werkstoffe ergeben sich aus unterschiedlichen möglichen Herstellungsverfahren und Recycling.

Leichtbau – Die Bauteilkonzepte

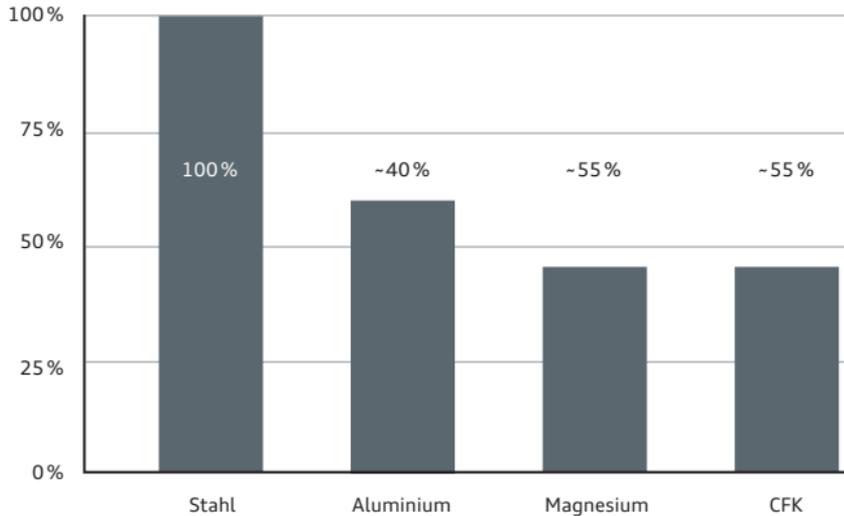
Betrachtet man allein die Nutzungsphase eines Fahrzeugs, dann sind Leichtbaumaterialien überaus attraktiv. Der Leichtbaugrad in der Grafik rechts beschreibt die mögliche Gewichtseinsparung bei funktionsgleichen Bauteilen, wenn man statt konventionellen Stahls moderne Leichtbauwerkstoffe nutzt.

Aluminium ist rund zwei Drittel leichter als Stahl, bei der Nutzung in der Karosserie sind jedoch etwas höhere Wandstärken nötig. Eine Audi Space Frame (ASF)-Karosserie aus Aluminium bringt unterm Strich etwa 40 Prozent weniger Gewicht auf die Waage als eine entsprechende Stahlkarosserie.

Magnesium wiegt noch etwa ein Drittel weniger als Aluminium, im wesentlichen kommt es heute bei Gussbauteilen zum Einsatz.

Kohlenstofffaser-verstärkter Kunststoff (CFK) – ein Verbundwerkstoff mit etwa 50 Prozent Kohlenstofffasergewebe in einer Harzmatrix – ist noch leichter als Magnesium, bietet jedoch einen ähnlichen Leichtbaugrad. Zudem läuft seine Herstellung heute noch sehr energieintensiv ab, entsprechend hoch sind die Emissionen.

Leichtbaupotenzial funktionsgleicher Bauteile



Möglicher Leichtbaugrad abhängig von Werkstoff und Herstellprozessen (im Vergleich zu Stahl):

- ~ 40 % Al
- ~ 55 % Mg
- ~ 55 % CFK

Audi TT Coupé – Die Umweltbilanz



Audi hat für das neue Audi TT Coupé eine detaillierte Umweltbilanz erstellt. Hierfür wurde das meistverkaufte Modell der Vorgänger-Baureihe zugrunde gelegt, das Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro 155 kW S tronic, und mit seinem Pendant der neuen Baureihe, dem Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro 169 kW S tronic verglichen.

Dank intelligenter Werkstoffwahl und verstärkten Leichtbaumaßnahmen, ist das neue Audi TT Coupé 45 kg leichter als sein Vorgänger.

Wie sich die Veränderungen im Gewicht, aber auch im Materialmix und in der Effizienz der Motoren auf die Umweltbilanz auswirken, wird auf den nachfolgenden Seiten genauer dargestellt und erläutert.

* Verbrauchswerte im NEFZ:

Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro 155 kW S tronic (MJ2014): Kraftstoffverbrauch: innerorts: 9,9 l/100km ; außerorts: 5,7 l/100km; kombiniert: 7,2 l/100km; CO₂-Emissionen kombiniert: 169 g/km; Energieeffizienzklasse E

Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro 169 kW S tronic (MJ2015): Kraftstoffverbrauch: innerorts: 8,4 – 8,3 l/100km; außerorts: 5,5 – 5,4 l/100km; kombiniert: 6,5 – 6,4 l/100km; CO₂-Emissionen kombiniert: 151-149 g/km; Energieeffizienzklasse D



Audi TT Coupé – Die Karosserie

Zu den großen Kompetenzen bei Audi gehört der Leichtbau. Schon der Audi TT der zweiten Generation nutzte eine Audi Space Frame-Karosserie (ASF) aus Aluminium und Stahl. Beim neuen Audi TT hat Audi dieses Prinzip konsequent weiterentwickelt – nach dem Motto: das richtige Material an der richtigen Stelle in der richtigen Menge für die optimale Funktion.

Die Bodengruppe des Coupés ist achslasto optimiert aus modernen, hochfesten und höchstfesten Stahllegierungen gefertigt. In strukturell hochbeanspruchten Bereichen der Passagierzelle sind formgehärtete Stahlplatten im Einsatz, die ultrahochfest und zugleich leicht sind – sie machen 17 % des Karosseriegewichts aus. Als Seitenschweller und Dachrahmen dienen Strangpressprofile aus Aluminium., die durch Aluminiumgussknoten in die Struktur integriert sind. Durch dieses Konstruktionsprinzip entsteht eine sehr steife und sichere Rohkarosserie. Die Seitenteile und das Dach aus Aluminium vervollständigen den Aufbau. Ebenso sind die Frontklappe, die Türen und die Heckklappe aus dem leichten Metall gefertigt.

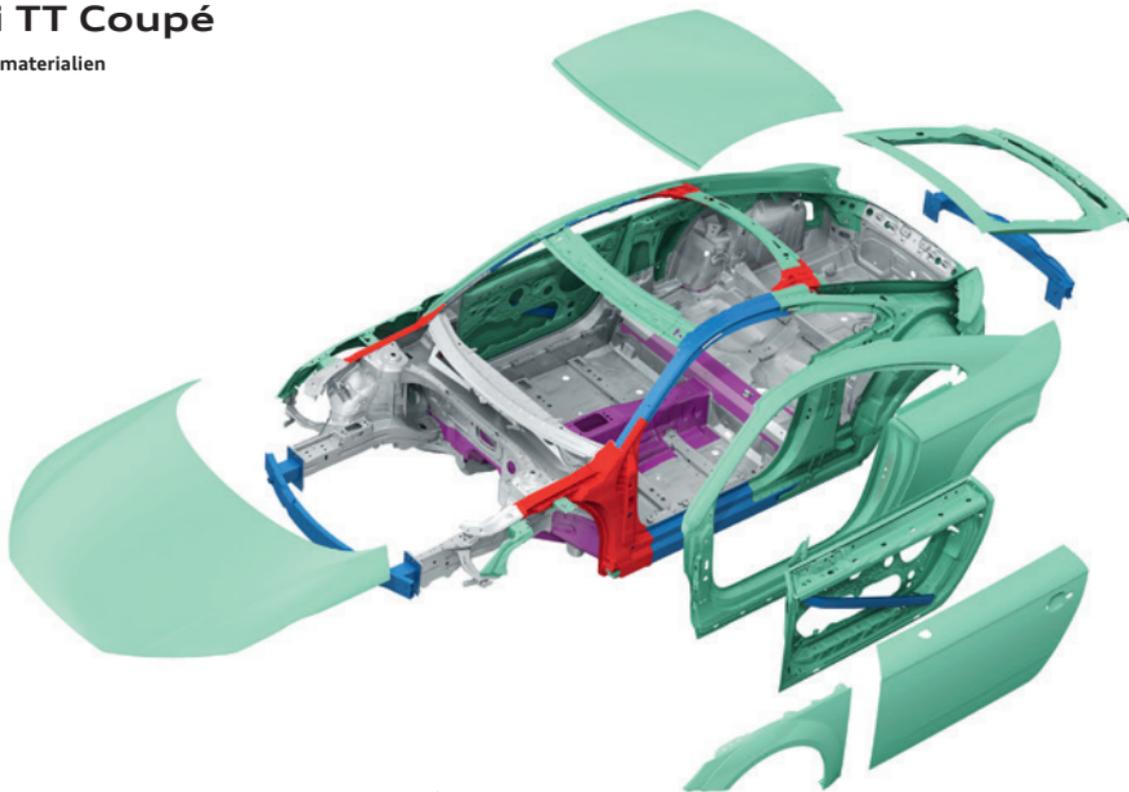
Insgesamt ist es den Audi-Ingenieuren beim TT zum zweiten Mal in Folge gelungen, das Leergewicht des Autos signifikant zu senken. Waren es beim ersten Modellwechsel 2006 bis zu 90 Kilogramm Gewichtsersparnis, so wiegt der neue TT mit 2.0 TFSI Motor gerade einmal 1230 Kilogramm. Das sind rund 50 Kilogramm weniger als beim Vorgänger.

Das niedrige Gesamtgewicht ist ein Beweis für die Leichtbaukompetenz von Audi. Es wirkt sich vor allem auch positiv auf die Beschleunigung, das Handling, den Verbrauch und nicht zuletzt auf die Umweltbilanz aus.

Audi TT Coupé

Karosseriematerialien

03/14



- | | |
|---|---|
|  Ultrahochfeste Stähle (warmumgeformt) |  Aluminium-Blech |
|  Konventionelle Stähle |  Aluminium-Guss |
|  Aluminium-Profil | |

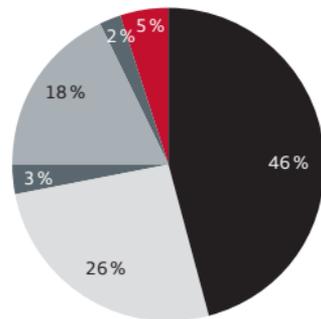
Audi TT Coupé – Die Werkstoffe

Die eingesetzten Werkstoffe haben großen Einfluss auf die Ergebnisse der Umweltbilanz. So sind beispielsweise Leichtmetalle wie Aluminium und Magnesium energieaufwendiger herzustellen als Stahl und wirken sich deshalb stärker auf die Treibhausgasemissionen der Herstellung aus.

Für die betrachteten Modelle wurde die Werkstoffzusammensetzung ermittelt und gemäß VDA-Richtlinie 231-106 zusammengefasst.

Für das Vorgängermodell des Audi TT Coupé ist die Werkstoffzusammensetzung in nebenstehendem Diagramm dargestellt. Die Stahl- und Eisenwerkstoffe haben hierbei den größten Anteil, sie machen fast die Hälfte des gesamten Fahrzeuggewichts aus. Den zweitgrößten Anteil haben die Leichtmetalle, in erster Linie Aluminium, mit 26%. Dieser relativ hohe Anteil an Leichtmetallen verdeutlicht den bereits vorher erwähnten Einsatz der ASF-Technologie.

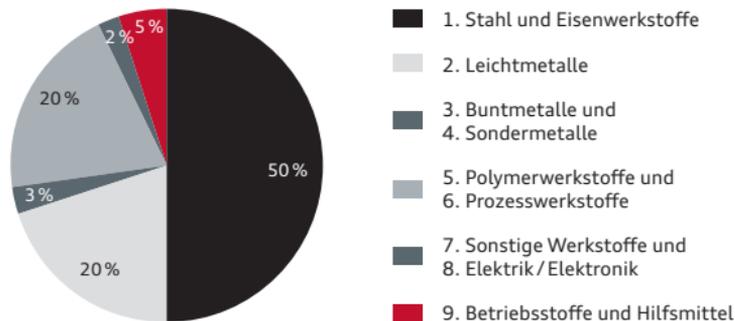
**Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro
(MJ 2014)**



Beim Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro 169 kW S tronic (MJ2015) lässt sich im Vergleich dazu eine deutliche Veränderung erkennen. Durch den Ersatz von Aluminium durch Stahl in der Karosserie verringert sich der Anteil der Leichtmetalle um 6 %. Entsprechend dazu erhöht sich der Anteil der Stahl- und Eisenwerkstoffe um 4 %. Die noch fehlenden 2 % werden durch Polymere ersetzt.

An dieser Darstellung lässt sich somit deutlich die vorher bereits beschriebene Veränderung bei den Karosserie-Werkstoffen erkennen.

Audi TT Coupé 2.0 TFSI quattro (MJ 2015)



Audi TT Coupé – Die Ergebnisse der Umweltbilanz

Das neue Audi TT Coupé verursacht über den gesamten Lebenszyklus 5,5 t weniger Treibhausgasemissionen als sein Vorgänger, dies entspricht einer Reduzierung um ca. 11 %.

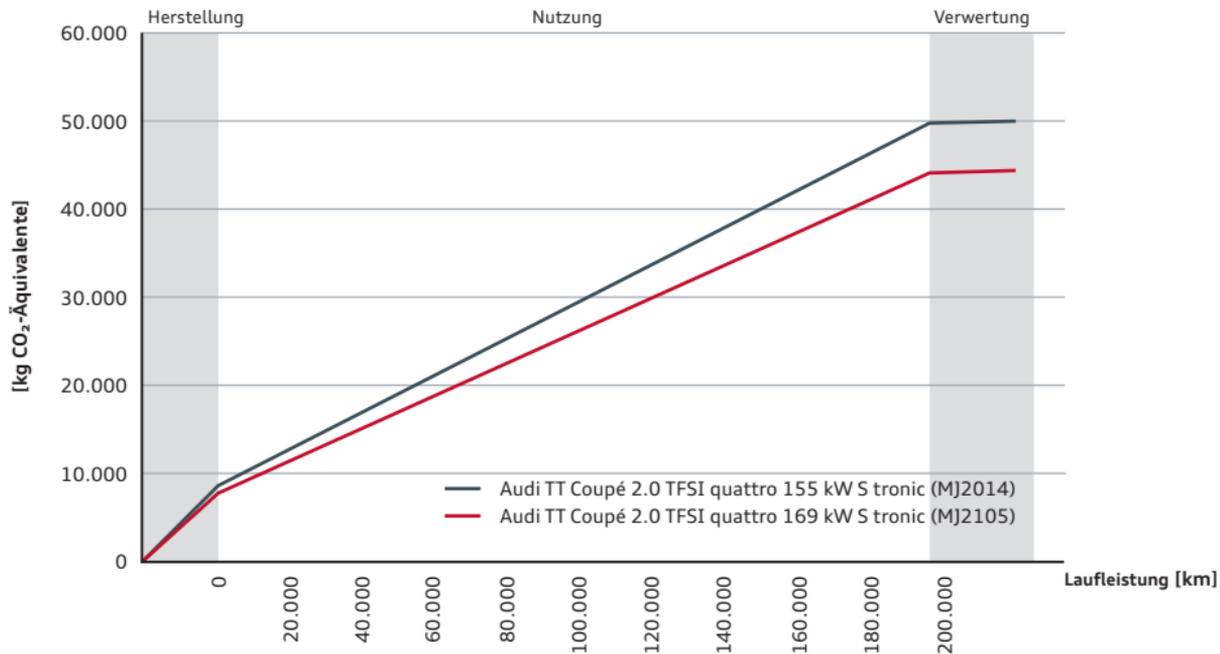
Dank intelligenter Werkstoffwahl und der Gewichtsreduzierung ist es den Audi-Ingenieuren gelungen, die Treibhausgasemissionen bereits in der Herstellung zu senken, und das trotz Leichtbaumaßnahmen. So hat das Vorgängermodell des Audi TT Coupé in der Herstellungsphase noch ca. 8,4 t Treibhausgase verursacht, bei der Herstellung des neuen Audi TT Coupé konnten die Treibhausgasemissionen dagegen um ca. 9 % auf knapp 7,6 t reduziert werden. Über den gesamten Lebenszyklus verursacht das Audi TT Coupé (MJ 2014) etwa 50 t Treibhausgasemissionen, das Audi TT Coupé (MJ2015) etwa 44,5 t.

Auch in anderen Kategorien konnte durch das neue Audi TT Coupé eine Verringerung der Umweltwirkung erreicht werden. So reduziert sich das Versauerungspotential ebenfalls um 11 %, das Eutrophierungspotential um 9 % und das Sommersmogbildungspotential um 5 %.

Lediglich beim Ozonabbaupotential zeigt sich eine Steigerung um 19 %, die sich jedoch absolut gesehen im Bereich von Hunderttausendstel bewegt. Dies entspricht der Menge an ozonabbauenden Substanzen, die bei der Herstellung von 3 kg PET-Flaschen entstehen.

Reduktion in fast allen betrachteten Wirkungskategorien	
Treibhauspotential	-11 %
Eutrophierungspotential	-9 %
Ozonabbaupotential	+19 %
Sommersmogbildungspotential	-5 %
Versauerungspotential	-11 %

Darstellung der Treibhausgasemissionen des Audi TT Coupé über den gesamten Lebenszyklus



Beim neuen Audi TT Coupé konnten die Treibhausgasemissionen bereits in der Herstellungsphase reduziert werden.

Fazit

Heute beurteilt die Öffentlichkeit Fahrzeuge sehr stark anhand ihres Kraftstoffverbrauchs. Audi blickt weiter – die Umweltbilanz analysiert die Umweltwirkungen im gesamten Lebenszyklus eines Fahrzeugs. Nachhaltige Werkstoffe und Herstellprozesse können sie stark verbessern.

Die Umweltbilanz, die Audi für das neue Audi TT Coupé erstellt hat, zeigt, dass sich das neue Modell in fast allen relevanten Umweltkategorien verbessert hat. Durch intelligente Werkstoffwahl ist es den Audi-Ingenieuren gelungen, nicht nur das Gewicht des Fahrzeugs weiter zu reduzieren, sondern auch die Umweltauswirkungen bereits in der Herstellungsphase in fast allen betrachteten Kategorien zu senken.

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Audi auf dem richtigen Weg zu einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Mobilität ist.



AUDI AG

Entwicklung Gesamtfahrzeug und

Kommunikation Produkt

85045 Ingolstadt

Tel. +49 841 89-32100

Fax +49 841 89-32817

Stand: 07/2014



klimaneutral

powered by ClimatePartner[®]

Druck | ID: 53093-1407-1001