

# **Ganzheitliche Betrachtung – Energie- und CO<sub>2</sub>-Reduzierung in der Herstellung der Karosserie**

Uwe Heil, Umweltbilanzen und Recycling, AUDI AG Ingolstadt, uwe.heil@audi.de

Ingrid Paulus, Fertigungsplanung Automatisierungstechnik,  
Energie- und Ressourcenmanagement , AUDI AG Ingolstadt, ingrid.paulus@audi.de

Michael Schacht, Fertigungsplanung Automatisierungstechnik, Energieplanung,  
AUDI AG Neckarsulm, michael.schacht@audi.de

In der Geschichte des Fahrzeugbaus wird ständig daran gearbeitet, die Fahrzeuge leistungsfähiger, effizienter und prägnanter zu gestalten. Wo verschiedene Alternativen zur Verfügung stehen, zum Beispiel an Antrieben oder Werkstoffen, können diese anhand einer Lebenszyklusbetrachtung (Life Cycle Analysis, LCA) hinsichtlich der Umweltauswirkungen miteinander verglichen werden. Dabei werden alle Phasen des Produktzyklus berücksichtigt. Die Nutzungsphase stellt bei den herkömmlichen Fahrzeugen durch den Treibstoffverbrauch die ausschlaggebende Größe dar.



Bild 1: Umweltbilanzierung (LCA)

Doch hier ist gerade ein Wandel festzustellen: Je sparsamer die Fahrzeuge werden, desto bedeutender wird in der Relation die Herstellphase, auch wenn die Gesamtbelastung zurückgeht. Um den Verbrauch zu reduzieren, muss meist mehr Aufwand in das Fahrzeug gesteckt werden, so dass sich die Gesamtbilanz weiter in Richtung Herstellung verschiebt. Sehr deutlich wird dieser Effekt bei elektrisch angetriebenen Autos.

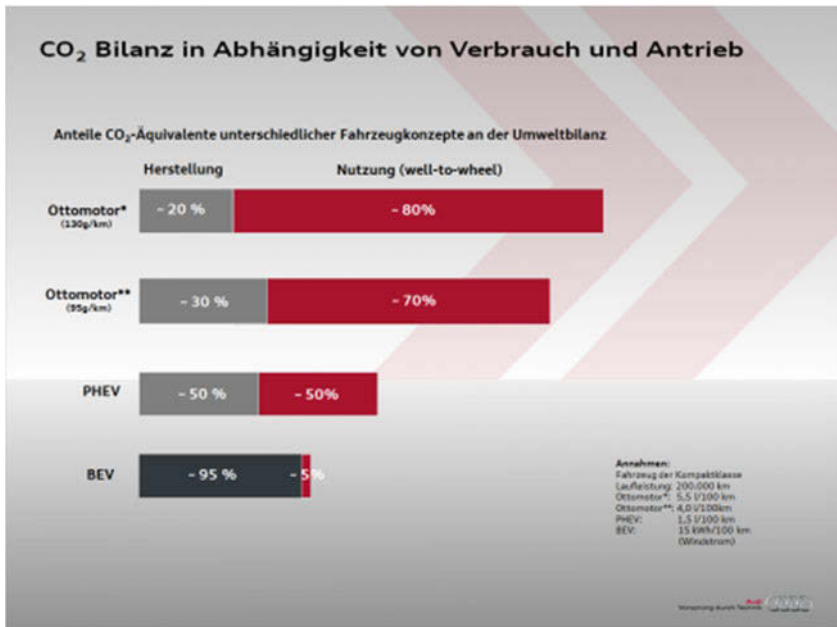


Bild 2: CO<sub>2</sub>-Bilanz über Produktlebenszyklus

Wenn ein Neufahrzeug zum Händler kommt, hat es bereits eine CO<sub>2</sub>-Last zu verzeichnen, die zwischen 50 000 und 100 000 Kilometern Fahrleistung entspricht, je nach Fahrzeuggröße und -konzept. Das bedeutet, dass in Zukunft auch für die Herstellphase die Umweltbelastung eine größere Rolle spielt. Um zu verstehen, welche Hebel hier für Verbesserungen zur Verfügung stehen, muss man als erstes die Zusammensetzung der Energieverbräuche kennen:

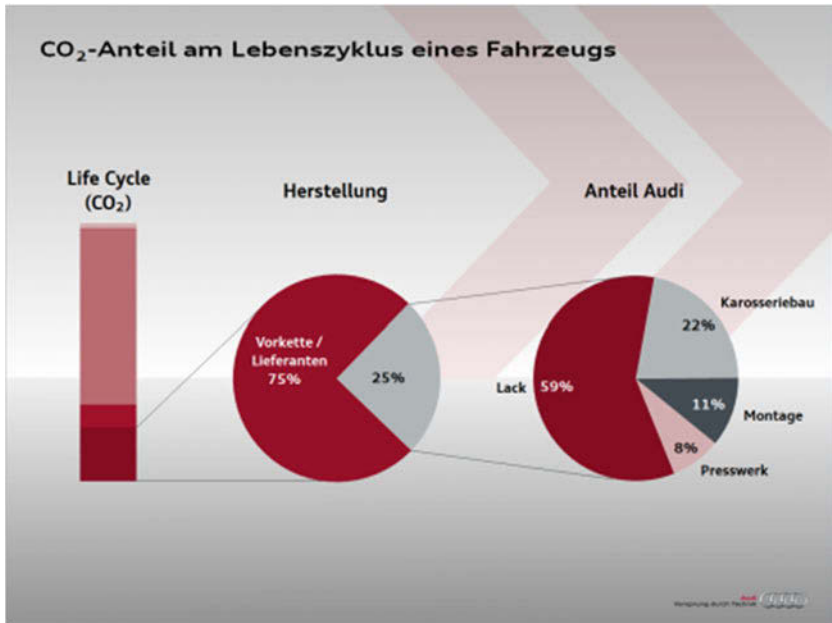


Bild 3: CO<sub>2</sub> Verteilung in der Herstellung

Beschränkt man sich im ersten Schritt auf das Fahrzeugwerk, sieht man, dass die Herstellung der Karosserie vom Presswerk über Karosseriebau zur Lackiererei etwa 90 % am Energie- und CO<sub>2</sub>-Aufwand verursacht.

Gemäß des Stands der Technik ist in den Werken ein Umwelt- und Energiemanagement implementiert, das dafür sorgt, die Prozesse kontinuierlich zu optimieren. Typische Maßnahmen sind Wärmerückgewinnung in der Lackiererei, im Karosseriebau und an Rollenprüfständen, Leichtbau in der Anlagentechnik zur Reduzierung von bewegten Massen, Taktzeit und Energieverbrauch, der Einsatz hocheffizienter Elektroantriebe, Frequenzumrichter und Roboter.

Weitere Potenziale sind jedoch nur dadurch zu heben, die Fertigungstechnologien in der frühen Phase des Produktprozesses nach Ressourceneffizienz zu bewerten und gezielt einzusetzen.

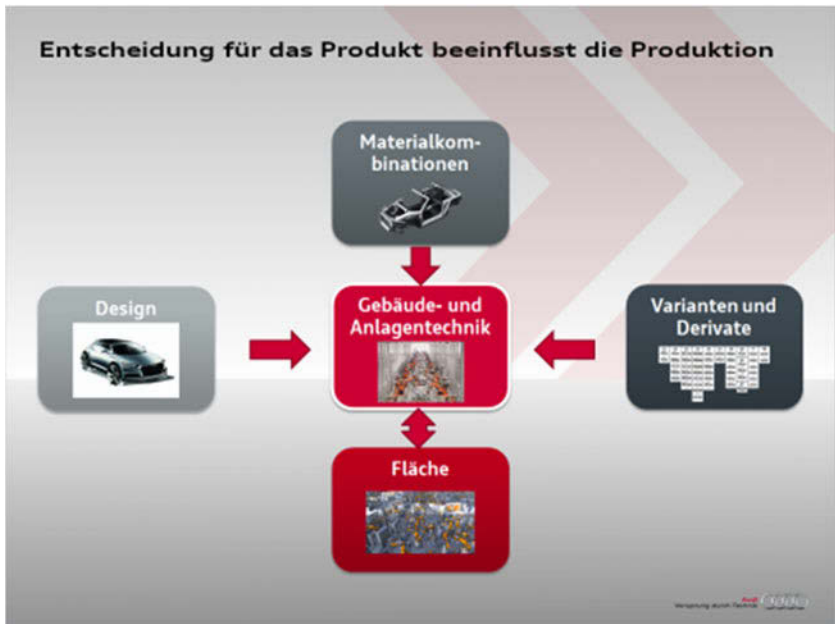


Bild 4: Einfluss Fahrzeugkonzept auf Herstelleraufwand

Heiße Verbindungstechniken wie Schweißen und Kleben verursachen hohen Energieverbrauch, nicht nur beim Fügen selbst, sondern auch in der Gebäudetechnik. In die Halle werden sowohl Wärme eingebracht als auch Rauche und Dämpfe, die abgeführt werden müssen. Etwa ein Drittel des Gesamtverbrauchs geht zu Lasten der Lüftung.

Auch wenn wirkungsvolle Techniken zur Verfügung stehen, die Wärme zurückzugewinnen, wäre die bessere Option, sie erst gar nicht entstehen zu lassen.

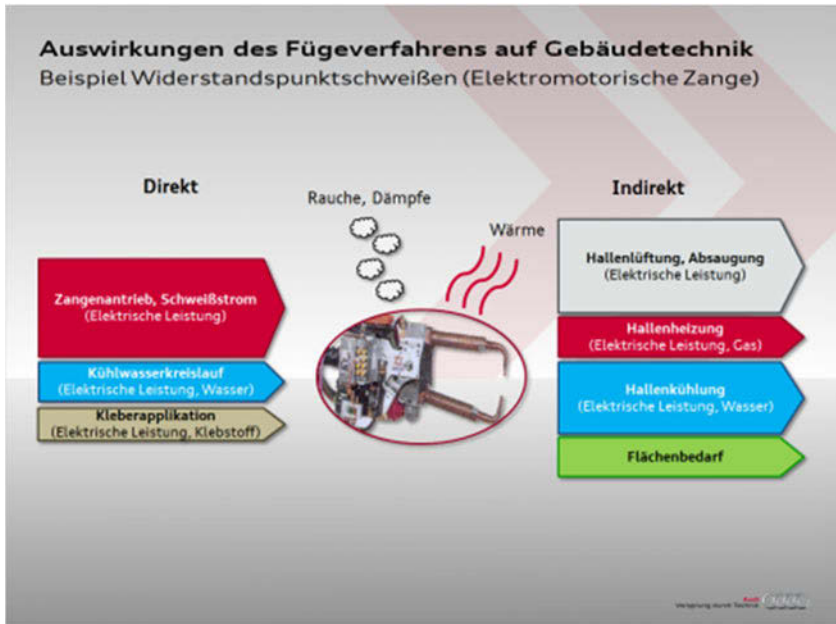


Bild 5: Energieverbrauch Karosseriebau Anlagen / Gebäude

Wenn man verschiedene Verbindungstechniken nach Energieverbrauch je Fügepunkt sortiert, ergeben sich Differenzen bis um das Zwanzigfache. Auch wenn die Bauteileigenschaften nicht eins zu eins pro Fügepunkt übereinstimmen, lässt sich durch bewussten Einsatz günstiger Verbindungstechniken eine deutliche Ersparnis erzielen.

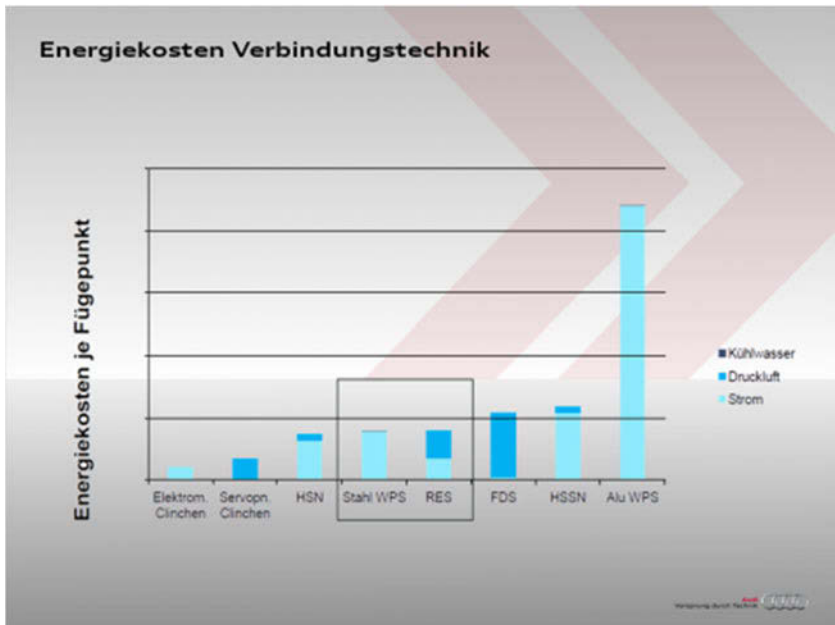


Bild 6: Energiekosten je Verbindungspunkt

Dabei darf man sich nicht auf den Verbrauch je Fügepunkt beschränken, sondern muss den Gesamtaufwand betrachten.

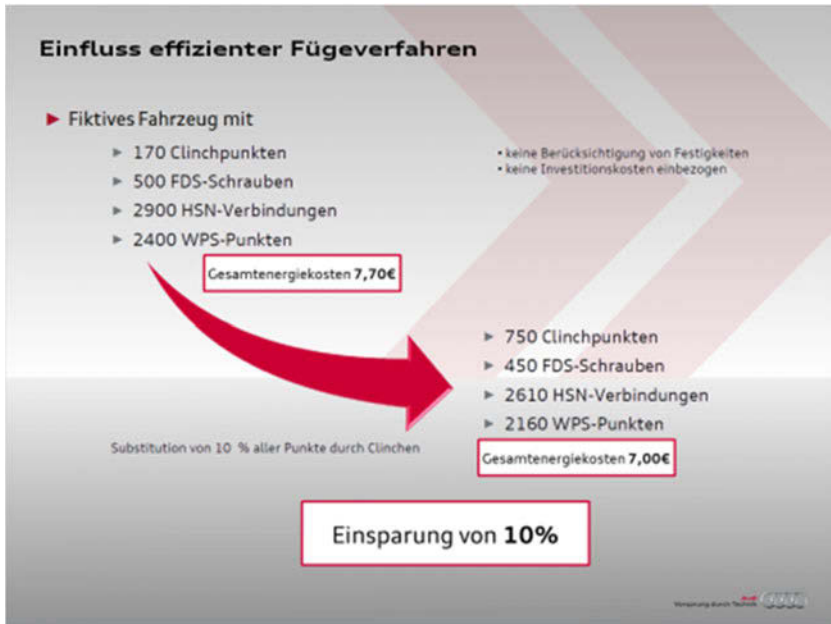


Bild 7: Einfluss alternativer Fügeverfahren

Bereits im Verbrauch von Energie und Ressourcen während der laufenden Fertigung unterscheiden sich die Fügeverfahren erheblich. Doch nicht nur dem Betrieb von Komponenten kann ein Energie- und CO<sub>2</sub>-Verbrauch zugewiesen werden, sondern auch der Herstellung des Betriebsmittels und dem erforderlichen Verbrauch an Nutzfläche, Beleuchtung, Belüftung, Heizung, Wartung usw.

Ein Standardroboter verbraucht in seinem Einsatz während einer Fahrzeuggeneration etwa 50 Tonnen CO<sub>2</sub> (im deutschen Strommix berechnet).

Für die Herstellung dieses Roboters fallen zusätzlich etwa 7 Tonnen CO<sub>2</sub> an, der Aufwand, die entsprechende Hallenfläche des Roboters zu beheizen, belüften und beleuchten, beträgt über die Laufzeit weitere 16 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Diese Größenordnungen machen deutlich, dass es sich lohnt, in effektive und effiziente Fertigungsverfahren zu investieren.



Die gemeinsame Aufgabe von Entwicklern, Planern und Fertigern besteht darin, bereits in der frühen Phase im Produktprozess die Auswirkungen auf den Herstelleraufwand als ein zusätzliches Kriterium zu berücksichtigen. Bei der Festlegung des Fahrzeugkonzepts werden nicht nur die Umwelteigenschaften in der Nutzungsphase, sondern auch die Auswirkungen in der Herstellung fixiert. Um gesamtheitlich gute Entscheidungen treffen zu können, werden als Grundlage verlässliche Daten und Fakten zum Ressourcenverbrauch der in Frage kommenden Herstellungsverfahren benötigt, die nur zum Teil vorhanden sind und noch ausführlich und standardisiert erarbeitet werden müssen. Dabei ist darauf zu achten, welche Systemgrenzen und Randbedingungen berücksichtigt werden, um falsche Schlüsse zu vermeiden.

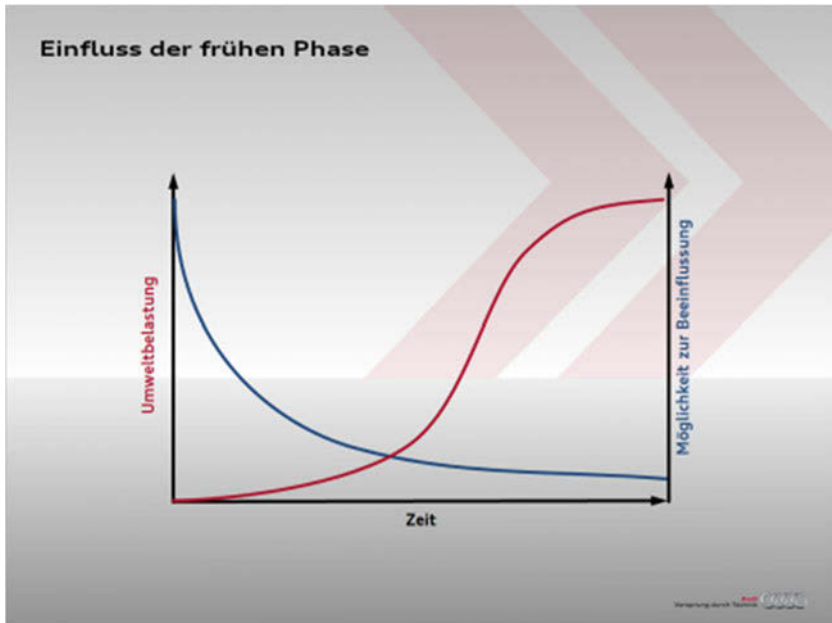


Bild 8: Einfluss der frühen Phase

## Literaturverzeichnis

- AUDI AG: Umweltbilanz Audi A6
  - [http://media.audi-cr.de/pdf/de/Umweltbilanz\\_Audi\\_A6.pdf](http://media.audi-cr.de/pdf/de/Umweltbilanz_Audi_A6.pdf)
- M. Schacht, F. Mantwill: Energieplanung Karosseriebau
  - Tagungsbeitrag in 8. Digitale Fabrik @ Produktion, SV Verlag, Hamburg 2012
- T. Kuhfeld, M. Schubert: Empirisches Technologie-Benchmarking zur Energieeffizienzanalyse von Fügeverfahren in der Karosserieentwicklung
  - AUDI AG Neckarsulm, 2013
- B. Halbritter, I. Paulus: Ressourcenmanagement bei Widerstandsschweißverfahren im Karosseriebau am Beispiel von WPS
  - AUDI AG Ingolstadt., 2012
- Reimund Neugebauer (Hrsg.): Handbuch Ressourcenorientierte Produktion
  - Hanser Verlag, München 2014



<http://www.springer.com/978-3-658-05979-8>

Karosseriebautage Hamburg

13. ATZ-Fachtagung

Tecklenburg, G. (Hrsg.)

2014, XI, 231 S. 200 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-05979-8