

01.04.2022

Karosserieleichtbau – Irrtümer und Fehlentwicklungen

"Ein geringeres Gewicht ist bei Elektroautos besonders relevant" behauptet Steve Swift, Head of Vehicle Engineering Polestar 5 (Volvo). Und weiter: „Ein geringeres Gewicht bedeutet eine größere Reichweite und mehr Effizienz sowie mehr Leistung.“

Stimmt das?

Die Reichweite?

Der Einfluss des Gewichts auf die Reichweite ist zwar vorhanden, wird aber maßlos überschätzt - von Laien, Journalisten und vielen Ingenieuren. Schon BMW ging diesem Irrtum beim i3 auf den Leim und glaubte, mit einem Carbon-Chassis die Reichweite signifikant zu verbessern. Man kennt das Ergebnis. Reichweite ungenügend, Kostenauswirkung katastrophal.

Der Einfluss des Gewichts ist bei Elektromobilen sogar noch geringer als bei Verbrennerfahrzeugen. Warum? Das liegt am Unterschied in den Wirkungsgraden. Beim Verbrennungsmotor kann man bei niedrigerem Gewicht auf einen kleineren Motor mit besserem Wirkungsgrad zurückgreifen. Beim Elektroantrieb ist der Unterschied im Wirkungsgrad zwischen Aggregaten mit hoher und niedriger Leistung wesentlich kleiner. Das ist im Übrigen auch der Grund, warum Elektromobile mit hoher Leistung im Verbrauch gar nicht so viel schlechter abschneiden als leistungsschwache Antriebe.

Die Effizienz?

Wir wissen nicht, was Steve Swift unter Effizienz versteht. Unserem Verständnis nach bedeutet es, wie der Wagen mit dem Treibstoff umgeht.

Sparsam => hohe Effizienz verschwenderisch => schlechte Effizienz

Effizienz und Reichweite sind gleichbedeutend, deshalb gilt hier dasselbe wie oben.

Die Leistung?

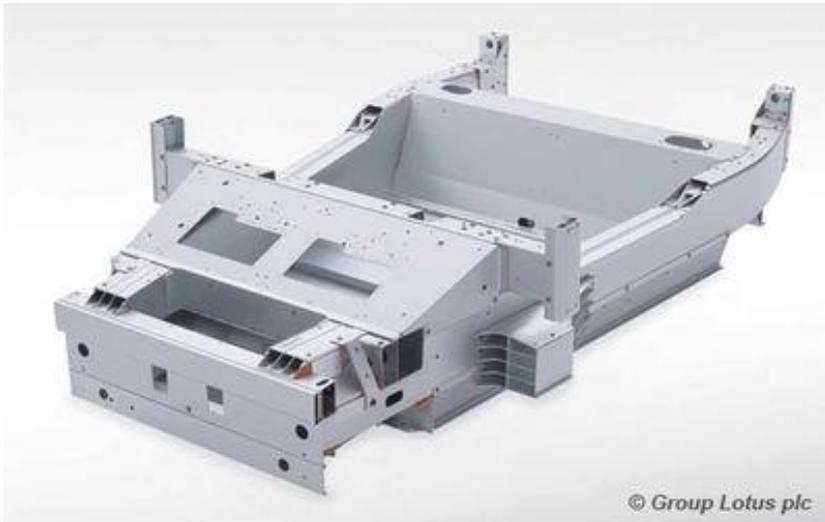
Nehmen wir zugunsten des Chefentwicklers an, dass er nicht Leistung meint sondern Fahrleistung. Denn nur dann ist die Aussage richtig. Man muss allerdings auch hier die Kirche im Dorf lassen. Bei Fahrzeugen mit einem Leergewicht von 1.000 kg werden nur sehr schwer mehr als 40 kg zu holen sein, bei größeren Brocken mit 2.000 kg sind vielleicht 80 kg Reduzierung drin. Das bedeutet in beiden Fällen eine Verbesserung in den Fahrleistungen um 4 Prozent. Da muss die Frage erlaubt sein, ob diese bescheidene Verbesserung einen hohen Aufwand rechtfertigt. Womit wir automatisch beim Thema Methoden landen.

Die Methoden der Reduzierung:

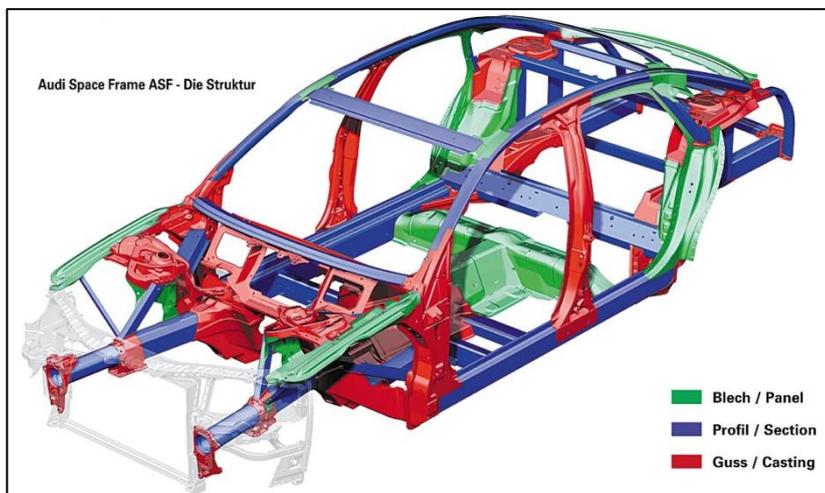
Aluminium:

„Es gibt intelligenten Leichtbau, und es gibt Aluminium.“ Viele halten die Verwendung von Aluminium automatisch für Leichtbau. Leichtbau beginnt aber nicht beim Werkstoff, sondern beim Konzept.

Der Polestar 5 (Volvo) soll 2024 auf den Markt kommen. Experten rechnen mit einem Preis von 120.000 Euro und einem Gewicht von 2.000 Kilogramm. Er bekommt eine Alu-Karosserie, bei der die Einzelteile zwecks Gewichtersparnis ge- klebt statt geschweißt oder genietet sind. Ähnlich wie bei Lotus Elise.



Der große Nachteil von Alu ist die niedrige Steifigkeit. Sie beträgt nur etwa 1/3 von Stahl, und muss durch große Profilquerschnitte ausgeglichen werden. An der Elise sehr schön zu sehen. Und noch ein Punkt ist die niedrige Festigkeit, die man durch aufwändige Legierungen verbessern muss. Kein Wunder, dass Aluminium bislang nur in hochpreisigen Fahrzeugen zur Anwendung kommt.



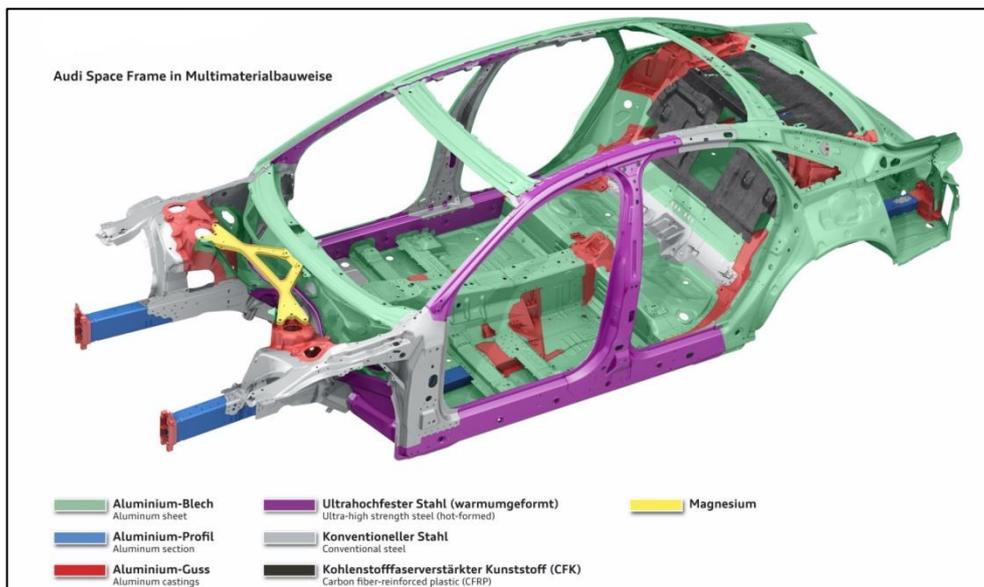
Audi experimentiert schon sehr lange mit Aluminium, genauer gesagt seit Piëchs Zeiten, dem Vater, oder vielmehr Großvater des Leichtbaus. Aber trotz massiver

Unterstützung des Konzernchefs kam es über die Rolle als Steckenpferd nicht hinaus. Allen konstruktiven Tricks zum Trotz konnte es sich nicht auf breiter Front durchsetzen.

Ungelöst ist auch die Frage des Recyclings, obwohl sowohl die Alu-Hersteller als auch die Anwender unablässig die Recyclingfähigkeit als großes Plus von Aluminium betonen. Stimmt aber nur teilweise. Sicher, man kann Alu einschmelzen, und erhält wieder Alu. Aber um was für ein Alu handelt es sich dabei? Eine Karosserie besteht aus einem Dutzend verschiedener Legierungen. Schmilzt man sie ein, erhält man ein undefiniertes Gemisch an Legierungsbestandteilen – für eine Wiederverwendung im Automobil ungeeignet. Selbst für inferiore Anwendungen muss man einen gehörigen Anteil an Rein-Alu beimischen.

Hochfester Stahl:

Wenn eine Karosserie aus Rein-Aluminium nicht zielführend ist, kombinieren wir sie mit anderen Materialien. Der große Hit der letzten Jahre heißt hochfester Stahl.



Er kommt überall dort zum Einsatz, wo Aluminium und simpler FWW-Stahl (Feld-Wald-Wiesen-Karosseriestahl) den Anforderungen nicht gewachsen sind.

Ein Fehler, den nicht nur Laien gerne begehen, ist die Verwechslung von Festigkeit mit Steifigkeit. Beide Stahlarten haben annähernd den gleichen E-Modul. Das bedeutet, unter Einwirkung einer definierten Kraft verformt sich hochfester Stahl genauso wie FWW-Stahl. Der Unterschied ist, hochfester Stahl kann weitaus höhere Kräfte aushalten, bevor er sich plastisch verformt oder bricht.

Man setzt ihn also gezielt dort ein, wo hohe Kräfte zu hohen Verformungen führen. Da taucht sofort die Frage auf: Sollte man Verformungen bei Karosserien nicht tunlichst vermeiden. Ein formsteife Karosserie ist ein Güte Merkmal und für das Fahrverhalten von größter Bedeutung. Kann man durch den Austausch des hochfesten Stahls gegen einen stärker dimensionierten FWW-Stahl die Verfor-

mungen verringern? Mit Sicherheit. Käme diese Methode nicht der Karosseriesteifigkeit zugute? Ganz bestimmt. Auf die Kosten würde es sich positiv auswirken.

Der Trend geht in die andere Richtung – vom hochfesten zum ultra-hochfesten Stahl. Anscheinend gibt es in der Technik kein Zurück, sondern immer nur in eine Richtung – noch vorne zum immer aufwändigeren und komplexeren.

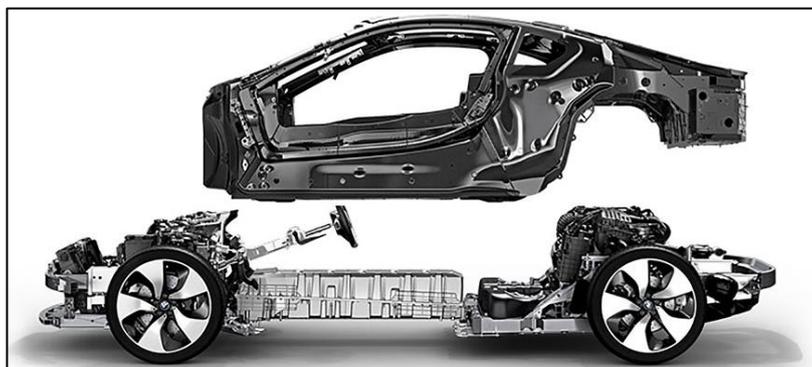
Und schon wieder stellt sich die Frage des Recyclings. Es gilt im Prinzip das Gleiche wie bei Aluminium. Die Schmelze des Gemischs aus Stählen unterschiedlicher Güte enthält einen undefinierten Anteil an Legierungsbestandteilen, und ist somit für die hochwertigen Anwendungen im Automobilbau ungeeignet. Selbst minderwertiger Baustahl benötigt eine kräftige Beimischung von Reineisen.

Carbon verstärkter Kunststoff:

Mit der Vorreiterrolle beim Einsatz von Carbon holte sich BMW eine blutige Nase. Wie bereits erwähnt, wollte man mit Carbon eine deutliche Gewichtsersparnis bewirken. Das sollte die Reichweite erhöhen, und gleichzeitig die Verwendung kleinerer Batterien ermöglichen.



Ein Rahmen aus Aluminium mit großen Profilquerschnitten bietet die nötige Steifigkeit für das Fahrwerk. Darauf aufgesetzt ist eine ultraleichte Fahrgastzelle aus Carbonfasern. Im Prinzip klassischer Konzeptleichtbau in Vollendung. Nur leider im i3 am falschen Platz.



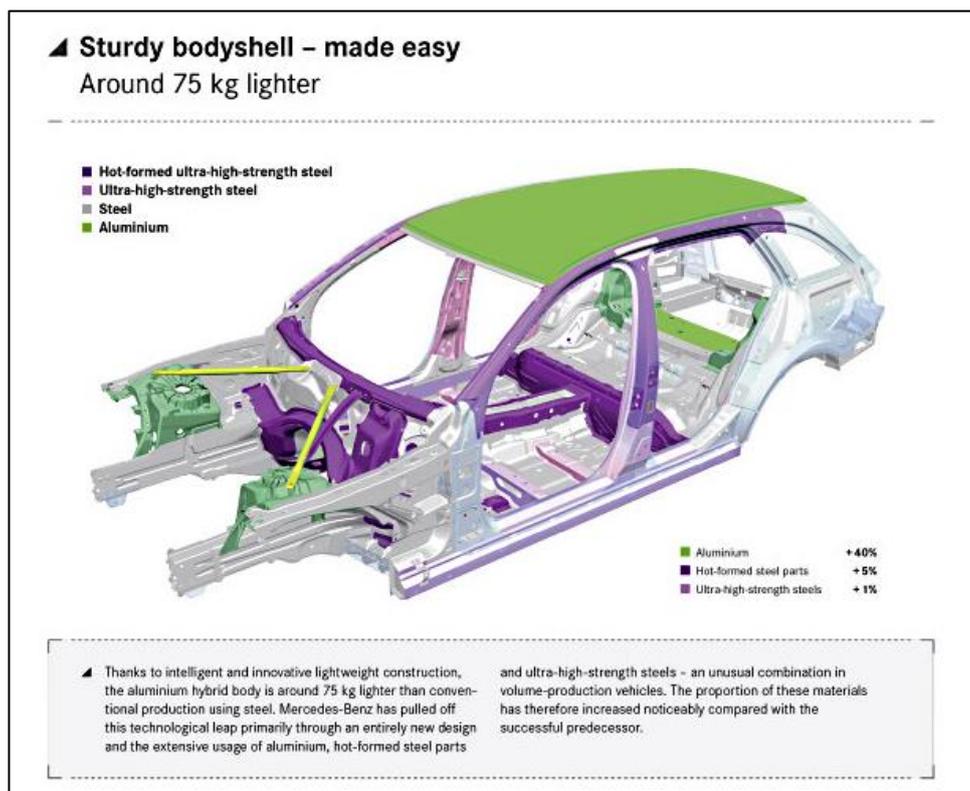
Die gleiche Technik kam beim i8 zum Einsatz. Hier ging es allerdings weniger um den Verbrauch, sondern in erster Linie um eine Verbesserung der Fahrleistungen.

Strikte Trennung der verwendeten Materialien – eigentlich gute Voraussetzungen für das Recycling. Wenn sich nur Carbon vernünftig recyceln ließe. Leider ist die Recyclingfrage alles andere als zufriedenstellend gelöst. Wenn die Wiederaufbereitung mehr Energie verschlingt als die Neuherstellung, dann läuft irgendetwas schief. Und wenn sich dann noch herausstellt, dass sich das Material nach der Behandlung nur für minderwertige Anwendungen eignet, dann steht der Aufwand in keinem vernünftigen Verhältnis zum Ergebnis.

Der „intelligente“ Materialmix:

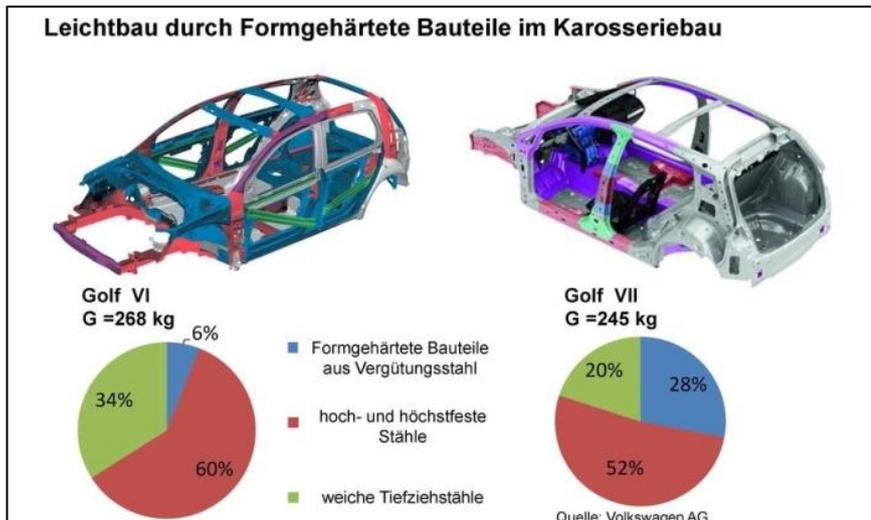
Wenn ein Hersteller ein bestimmtes Produkt, eine Strategie oder eine Technik adeln möchte, verwendet er gerne den Begriff „intelligent“. Das ging schon los bei den ersten elektronischen Anwendungen. Deren primitive Algorithmen wurden sofort mit „Intelligenz“ gleichgesetzt. In unserem Fall geht es um Leichtbau, um „intelligenten“ Leichtbau, was immer das bedeuten soll. Vielleicht um sich vom Gegenteil abzuheben, dem dummen Leichtbau, oder dem intelligenten Schwerbau, oder was auch immer.

Der Erste, der seinen Leichtbau-Mix intelligent nannte war Porsche. Das konnte Mercedes unmöglich auf sich beruhen lassen, und zog kräftig nach.



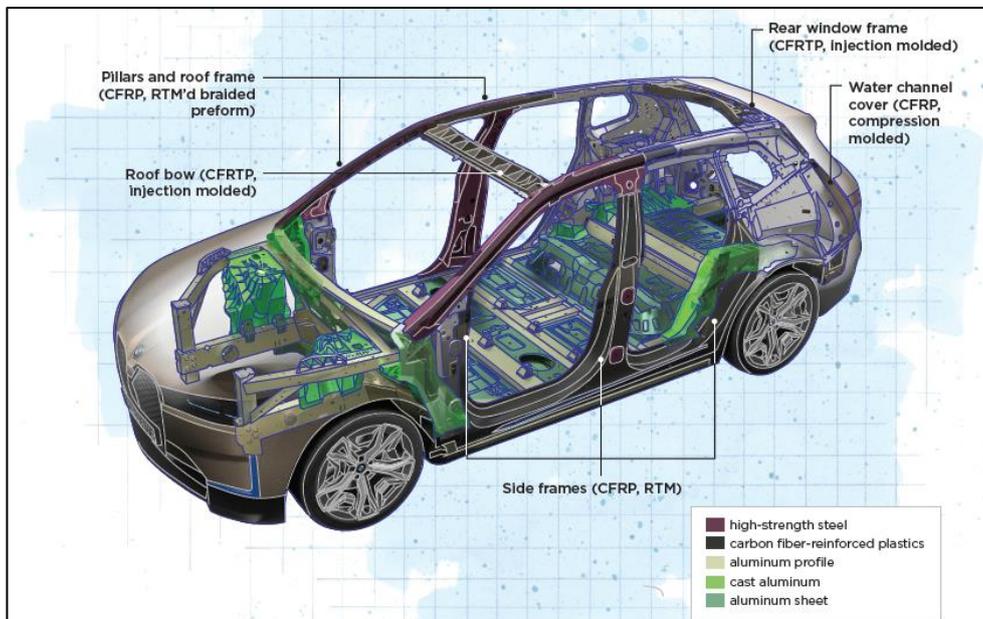
Und die anderen? Bauen Autos nach demselben Strickmuster, nicht weniger „intelligent“ als unsere beiden High-End –Premiumhersteller. Z.B. VW beim Golf.

Leichtbau durch Formgehärtete Bauteile im Karosseriebau



23 Kilogramm Gewichtsparsnis! Das ist schon ein Wort, oder etwa nicht? Der Golf VII ist nicht der letzte Schrei in der Golf-Familie. Aber Sie können beruhigt sein, auch beim Übergang zum Golf VIII fiel den Technikern bestimmt wieder eine „intelligente“ Methode ein, um das Gewicht wieder um gewichtige 23 Kilogramm zu senken. Vermutlich, indem sie den Anteil der hoch- und höchstfesten Stähle durch Erweiterung um ultrahochstfeste Stähle vergrößerten. Bei solchen Größenordnungen, wer fragt da schon nach dem Aufwand?

Da muss sich BMW richtig anstrengen, um gegen diese geballten High-Tech-Ladungen zu bestehen. Ihr Gegenmittel heißt Carbon. Nachdem sie mit den Carbon-Karosserien Schiffbruch erlitten, müssen sie schauen, wo sie das Material weiterhin unterbringen. Damit es nicht so aussieht, als wäre die Beschäftigung mit dem spröden Material ganz umsonst gewesen.



Der BMW iX, ein elektrifizierter High-End-SUV, kommt als erster in den Genuss dieser Technik. Er hat es auch bitter nötig, denn bei einem Gesamtgewicht von über zwei Tonnen muss man um jedes eingesparte Kilogramm heilfroh sein. Die

Kosten sind ohnehin jenseits von Gut und Böse, da kommt es auf ein paar tausend Euro hin oder her auch nicht an.

Recycling und Nachhaltigkeit:

Unter Recycling versteht jeder etwas anderes. Idealerweise kann man aus den ausrangierten Bauteilen durch Kalt- oder Warmumformen die gleichen Elemente wieder herstellen. Beispiele wären Glas- und Kunststoffflaschen. Auf's Auto gemünzt müsste man hergehen, eine Karosserie zusammenquetschen, einschmelzen, und daraus wieder ein Auto bauen.

Von diesem Ideal ist die gängige Praxis meilenweit entfernt, und entfernt sich durch den „intelligenten“ Materialmix immer weiter. Oder glauben Sie, dass am Ende der Laufzeit sich irgendjemand die Mühe macht, die einzelnen Fraktionen sortenrein voneinander zu trennen?

Vielleicht kann man Stahl und Alu durch die unterschiedlichen Schmelztemperaturen voneinander trennen. Vielleicht kann man das Carbon zum Aufheizen auf die Schmelztemperatur verbrennen. Ein neues Fahrzeug kann man daraus bestimmt nicht bauen.

Noch größer als bei Recycling ist die Sprachverwirrung beim Thema Nachhaltigkeit. Der Anspruch an ein nachhaltiges Produkt ist sogar noch höher als an ein recyclingfähiges. Es bedeutet nämlich Wiederverwendung. Dazu müssten die Fahrzeuge aber so gebaut sein, dass man sie leicht reparieren kann, und damit ihre Verwendbarkeit verlängern. 20 Jahre etwa beträgt die durchschnittliche Fahrzeuglebensdauer. Bei einer nachhaltigen Fahrzeugkonstruktion sollte man mit relativ einfachen Mitteln die Laufzeit um zusätzliche 10 oder 20 Jahre verlängern können. Das verhindert der geballte Einsatz von „Intelligenz“ bei den Assistenzsystemen, bei der gesamten Fahrzeugelektronik, und jetzt auch noch bei der Karosserie. Am besten wäre natürlich, die Autos hätten eine Lebensdauer von 50 Jahren. Aber mit solchen innovativen Ansätzen untergräbt man das Fundament des Kapitalismus.

Technik, Fluch oder Segen?

"Offensichtlich gibt es eine merkwürdige menschliche Neigung dazu, einfache Dinge kompliziert zu machen." (Warren Buffett) Insbesondere Promovierte zeichnen sich durch diese Eigenschaft aus. Das Studium muss sich schließlich irgendwie lohnen. Verschlimmbessern nennt man diesen Hang auch gerne. So kommt es, dass Smartphones mit Rechenleistung und Apps vollgestopft sind, aber Batteriewechsel Fehlanzeige. Beim Auto ist es ähnlich. Wenn in den High-Tech-Scheinwerfer Wasser eindringt muss man zum Wechseln vermutlich den Motor ausbauen. Da kauft man sich doch lieber gleich ein neues Fahrzeug, am besten eines mit Elektroantrieb, und mit 800 Volt Basis. Irgendwie muss man sich ja vom Nachbarn mit seinen mickrigen 400 Volt unterscheiden. Nur darauf kommt es an im Leben.

Geld auszugeben, das man nicht hat, für etwas, das man nicht braucht, um damit Leute zu beeindrucken, die man nicht mag.

So und nicht anders funktioniert der Konsumismus. Erkennen Sie sich wieder?

Jacob Jacobson

www.der-autokritiker.de