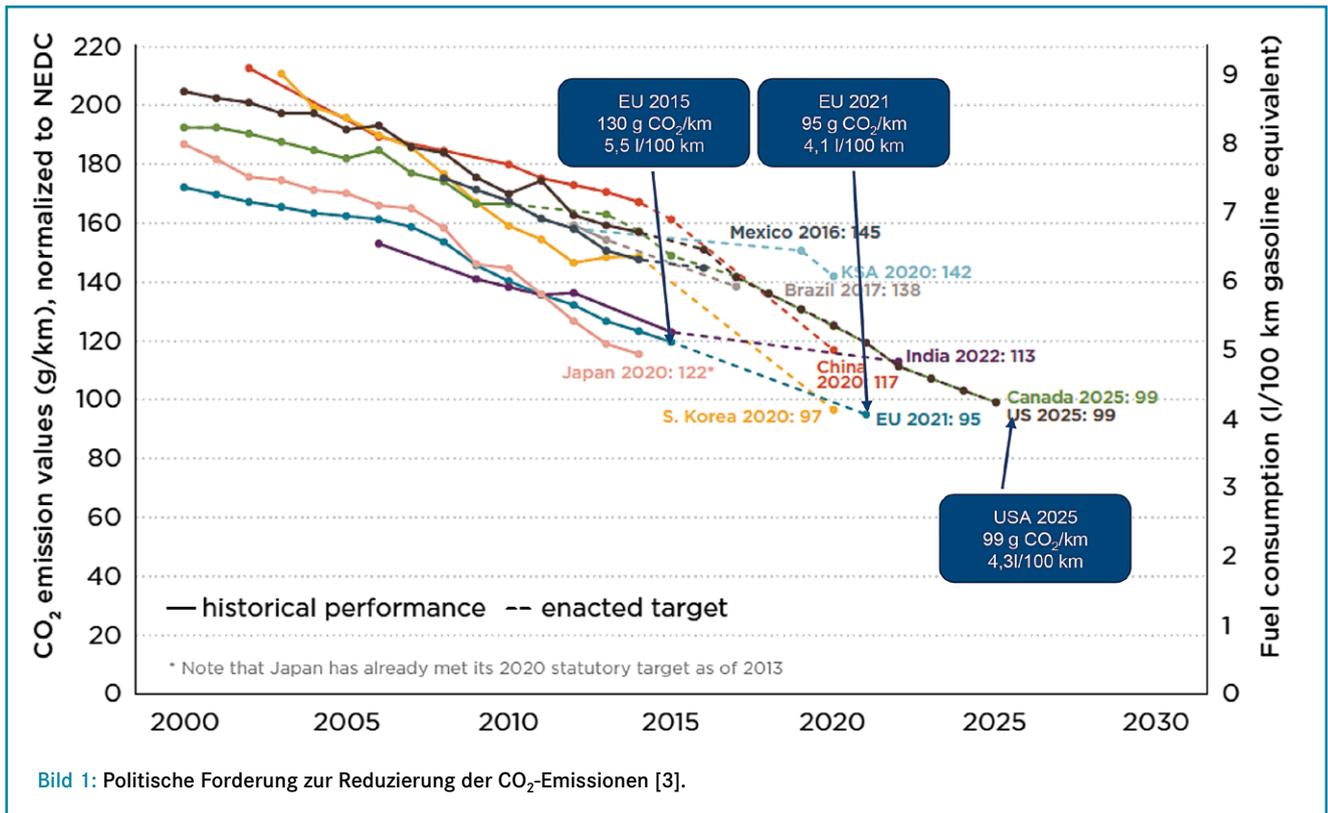


FOTO: ©MYST - STOCK.ADOBE.COM

# Einfluss der Elektromobilität auf die Gussproduktion in der deutschen Gießerei-Industrie

Mobilität ist seit dem Benz-Patent-Motorwagen Nummer 1 des deutschen Erfinders Carl Benz im Jahr 1886 [1] ein wesentlicher Grundpfeiler unserer Gesellschaft. Aktuell dominierend ist nach wie vor in Fahrzeugen der konventionelle Verbrennungsmotor. Doch der sich weitreichend abzeichnende Trend zur Elektromobilität, weg vom Verbrennungsmotor, stellt die deutsche Automobilindustrie und ihre Zulieferer zunehmend vor neue Herausforderungen. Die deutsche Gießerei-Industrie ist als Hauptlieferant an die Automobilindustrie gekoppelt und von deren Schwankungen und Trends direkt betroffen. Wie bei jedem Trend gibt es auch beim Thema Elektrifizierung Chancen und Risiken. In welcher Form sich diese auf die deutsche Gießerei-Industrie beziehen, soll im Folgenden beschrieben werden.



VON LOTHAR H. KALLIEN, VOLKAN GÖRGÜN, STUTTGART, UND CHRISTIAN WILHELM, MAUER

Die Gießerei-Branche steht vor weitreichenden Veränderungen [2]. Die mit Abstand größte Veränderung ist der Trend zur Elektromobilität. Die Treiber der Elektromobilität sind vielfältig. Neben dem Klimawandel mit nicht absehbaren Folgen, der Ressourcenverknappung und den Preisschwankungen gehen die Urbanisation<sup>1</sup> sowie die Übernahme sozialer Verantwortung in der Gesellschaft mit einher. Vor allem setzt verstärkt die jüngere Generation auf nachhaltige Mobilität als Bestandteil eines urbanen Lifestyles. Zusätzlich war die zwischen Europarat und Europaparlament formell am 23. April 2009 beschlossene Verordnung zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Personenkraftwagen (Bild 1) ein Door-opener für die Elektromobilität und setzt die Automobilindustrie und ihre Zulieferbranche deutlich unter Druck. Die Verordnung besagt, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2021 auf durchschnittlich 95 g/km gesenkt werden muss [4]. Ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 95 g entspricht einem Verbrauch von 4,1 l Benzin bzw. 3,6 l Diesel pro 100 km [5]. Ohne den Verkauf von Elektrofahrzeugen sind diese Werte nach Ansicht von Fachleuten nicht zu erreichen.

### Analyse der Fahrzeugkonzepte

Mit der Elektromobilität geht eine zum Teil starke Veränderung der Antriebstechnologie einher, die einen erheblichen Einfluss auf die Gießereibranche haben wird. Grund hierfür ist, je nach Antriebstechnologie, die Substitution der Bauteile im Antriebsstrang. Hybridfahrzeuge sind ein Wachstumstreiber für die Gießereibranche, da in einem Hybridfahrzeug beide Antriebstechnologien – der Verbrennungsmotor und der Elektromotor – gleichzeitig eingesetzt werden. Hier wird der zusätzliche Elektromotor aus Platzgründen einfach als Zusatzkomponente zwischen Getriebe und Kupplung eingefügt [6].

Bild 2 zeigt eine Übersicht unterschiedlicher Antriebstechnologien – angefangen vom konventionellen Antriebsstrang über den Hybridantrieb bis hin zum reinen Elektrofahrzeug.

Analysen der Bauteilverwendung

### Analyse der Bauteilverwendung

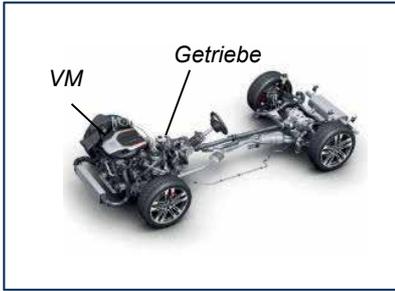
Zwar wird der Verbrennungsmotor aller Voraussicht nach auch in den nächsten Jahren als Antrieb zum Einsatz kommen und auch immer weiter optimiert werden, jedoch wird seine Bedeutung als alleinige Lösung zur Erzeugung von Antriebsenergie sinken [7].

Bild 3 zeigt Gussbauteile im Antriebsstrang eines konventionellen Antriebs, verglichen mit denen eines batterieelektrischen Antriebs. Es zeigt sich beim batterieelektrischen Antrieb eine starke Reduzierung der Anzahl der Anbauteile im Vergleich zum konventionellen Antrieb.

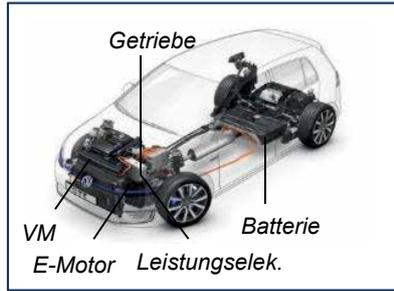
### Gussteile beim Verbrennungsantrieb

Die wichtigsten Komponenten des Antriebsstrangs bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor sind der Motor und das Getriebe. In diesen beiden Komponenten sind die meisten Gussteile in einem Fahrzeug verbaut.

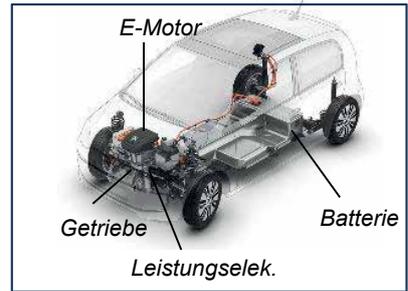
Für den Motor selbst, für die Nebenaggregate sowie für das Getriebe werden verschiedenste Teile durch Gießen hergestellt. Dazu gehören u. a. die beiden größten Teile im Antriebsstrang, das Kurbelgehäuse und das Getriebegehäuse. Insgesamt werden je nach Ausführung in Motor und Getriebe zusammen mehr



ICE



Hybrid



BEV

*Benzin und Diesel*

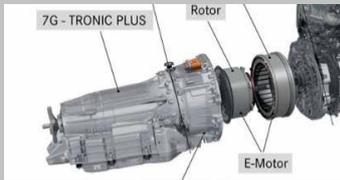


*Elektromotor/  
Leistungselektronik*

*Automatik, Manuell*



*Automatikgetriebe mit  
E-Maschine*



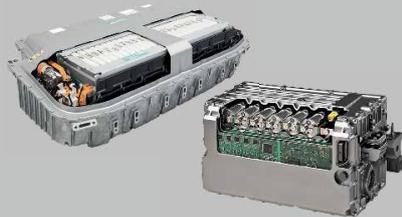
*1/2 – stufig*



*Tank*



*Tank/Batterie*



*Batterie*



*Fahrwerk/Lenkung*



*Fahrwerk/Lenkung*



*Fahrwerk/Lenkung*



FOTOS UND GRAFIK: VW AG, GEORG FISCHER, AUDI, DAIMLER, DEUTSCHE ACCUMOTIVE

Bild 2: Veränderung der Komponenten durch Elektrifizierung.

Konventionell ca. 177 Anbauteile

Batterieelektrisch ca. 47 Anbauteile

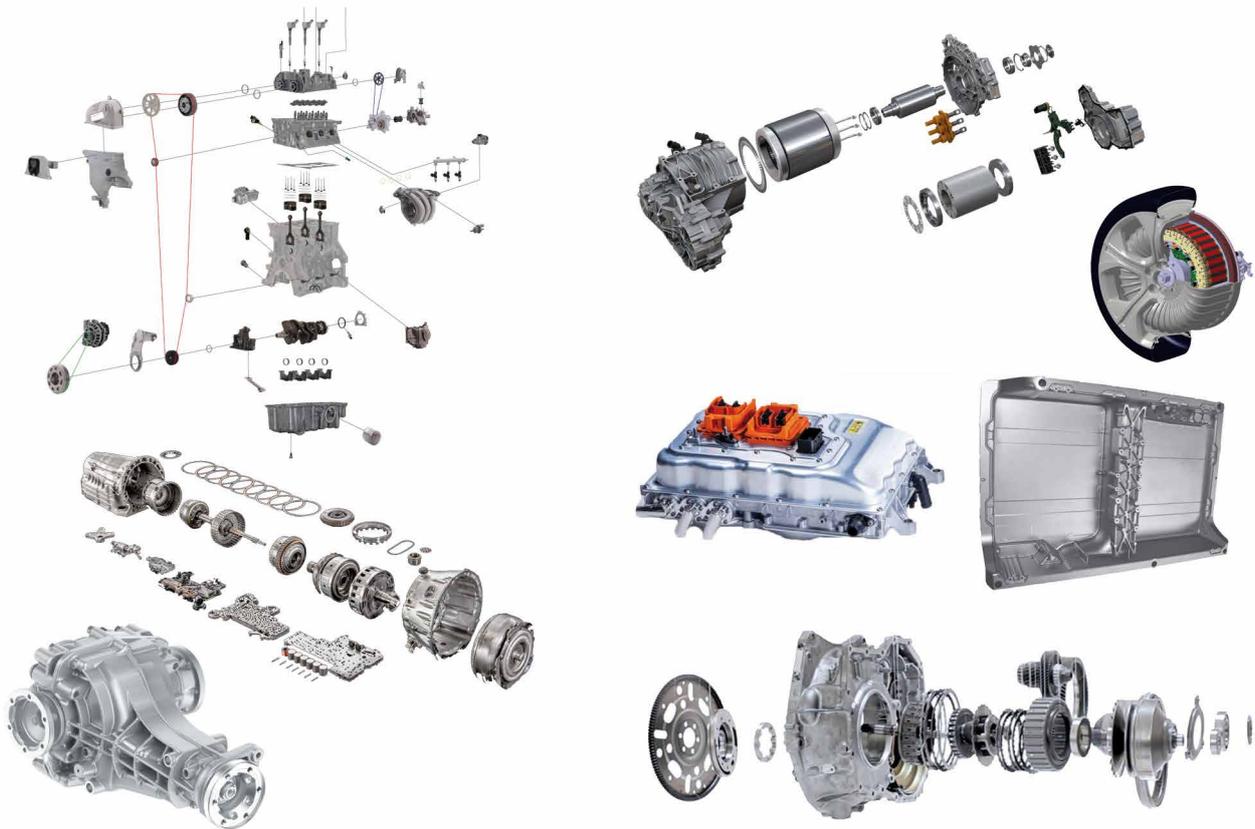


Bild 3: Gussbauteile im Verbrennungsmotor vs. Elektromotor [7-10].

als 30 Gussbauteile (Bild 3) verbaut [11]. Beim Verbrennungsmotor kann von der Reduktion folgender Bauteile (Bild 4) gesprochen werden:

- > Zylinderkopfhäube mit integriertem Ventiltriebsmodul,
- > Kühlmittelpumpenmodul,
- > Zylinderkopf,
- > Saugmodul,
- > Kurbeltrieb,
- > Ölwanne, modul,
- > Abgasmodul,
- > Zylinderkurbelgehäuse und
- > Steuer- und Nebenantriebsmodul.

#### Gussbauteile beim Elektroantrieb

Gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor entfallen für ein batterieelektrisches Fahrzeug verschleiß- und/oder kostenintensive Bauteile, wie Motorblock, Getriebe oder Kraftstofftank. Dies birgt nicht nur einen Kostenvorteil, sondern gleicht zumindest teilweise das hohe Gewicht von Elektrobatterien aus [11]. Der Antriebsstrang mit Elektromotor beinhaltet in der Best-case-Betrachtung folgende Gussteile (Bild 5) [12, S. 9]:

- > Steckplatz für den Anschluss an die Leistungselektronik,
- > Getriebegehäuse,
- > Deckplatte,
- > Außengehäuse,
- > Rotor,
- > Winkelverbinder,
- > Stator, magnetisch aktive Bauteile und
- > Innengehäuse mit Kühlsystem.

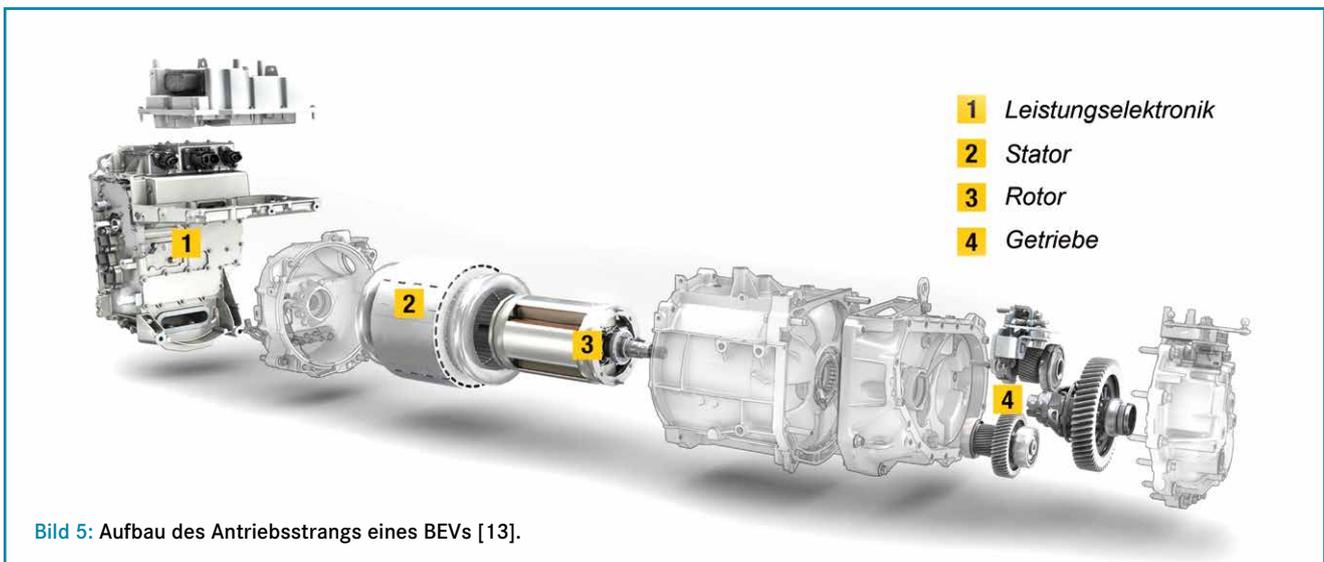
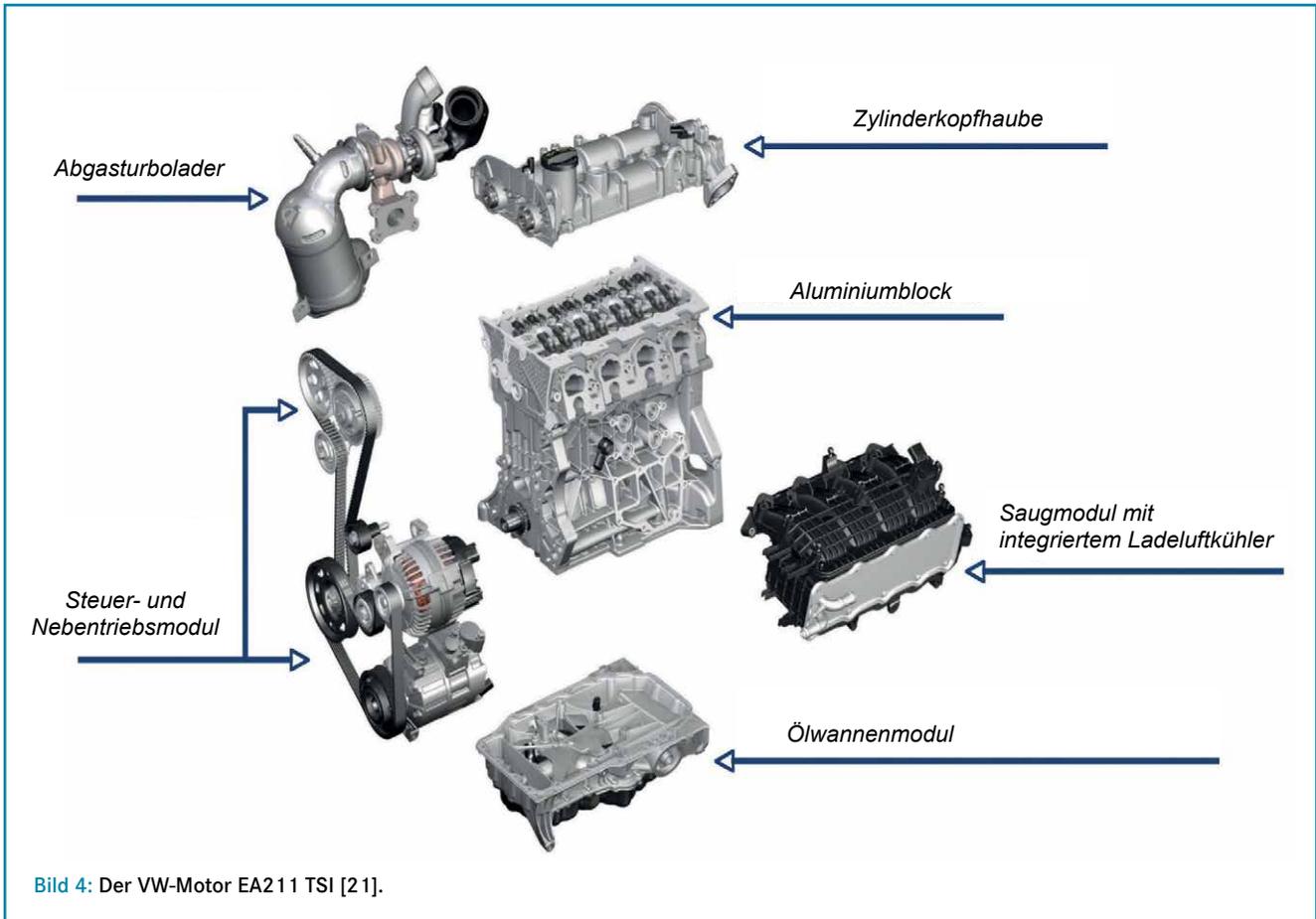
#### Batteriegehäuse:

Die Batterie ist bei einem batterieelektrisch betriebenen Fahrzeug die größte Komponente. Zwar entfallen im BEV (Battery Electric Vehicle) verschiedene Bauteile, es gibt jedoch auch neue Anwendungen und Herausforderungen. Bild 6 zeigt dünnwandige Batteriegehäuse, die die Temperierung der Batterie zum Teil durch Kühlkanäle realisieren.

#### Leistungselektronik:

In der Leistungselektronik werden jene Komponenten verbaut, die nötig sind, um dem Motor die Energie der Batterie zur Verfügung zu stellen (Bild 7). Die sensiblen elektronischen Komponenten werden bei allen Elektrofahrzeugen in einem stabilen Gehäuse verbaut. Dieses Gehäuse besteht je nach Ausführung aus Gussteilen, Blechen und teilweise aus Kunststoff. Oft wird ein Gussteil verwendet, wenn eine Kühlstruktur vorgesehen werden muss, um die Leistungselektronik zu kühlen [11].





**Getriebe:**

Das Getriebe, bei Verbrennungsmotoren eine der komplexesten Komponenten, ist bei Elektrofahrzeugen um ein Vielfaches kleiner und einfacher im Aufbau (Bild 8). Bei E-Fahrzeugen dient das Getriebe lediglich als Übersetzung, das heißt, die relativ hohe Drehzahl des Motors wird auf eine kleinere Drehzahl übersetzt. Diese Übersetzung ist in der Regel permanent, es finden also keine Schaltvorgänge statt, wodurch auf eine Kupplung verzichtet werden kann [11].

**Vergleich der Antriebstechnologie bzgl. Gussbauteile**

In diesem Abschnitt werden die Antriebstechnologien hinsichtlich der Gussbauteile verglichen. Ziel ist es, Anhand den Kom-

ponenten, die wegfallen bzw. hinzukommen, die Bauteil-Gussgewichte direkt miteinander zu vergleichen und somit die möglichen Auswirkungen auf die Gießereibranche darzustellen.

Die Gegenüberstellung in Bild 9 zeigt, dass durch die Elektrifizierung eine Reduktion an Gussgewichten von ca. -35 % zu erwarten ist. Der direkte Vergleich der Gussgewichte in den unterschiedlichen Antriebsarten zeigt, dass die Veränderung vom klassischen Verbrennungsmotor zum Voll-Hybrid in der Kompaktklasse einen Zuwachs an Gussgewicht von ca. +27 % mit sich bringt.

Durch die Vollelektrifizierung ist ein Verlust von -52 % zu erkennen (Bild 10). Bild 11 zeigt eine Analyse der Gusskomponenten in der Mittelklasse. Durch die Elektrifizierung verändern sich die Gussgewichte erheblich. Bei den Hybrid-Fahrzeugen

**a****b**

**Bild 6:** Batteriegehäuse: a) Georg Fischer, Druckguss [10]; b) CSA Herzogenburg, Niederdruck-Kokillenguss [14].



**Bild 7:** Leistungselektronik Bosch [19].

### Gussteile im Leichtbau

Der Bereich Strukturbauteile ist das neueste Anwendungsgebiet für das Druckgießverfahren. Früher war es undenkbar, Strukturbauteile durch Druckgießen herzustellen. Karosserieteile bestanden in der Regel fast ausschließlich aus Stahlblech, das durch verschiedene Umform- und Fügeprozesse zu einer Karosserie zusammengebaut wurde. Heute ist die Vielfalt der Materialien und der Fertigungsverfahren größer geworden [11].

**Bild 13** zeigt, dass die Vielfalt der potenziellen Gussbauteile in der Fahrzeugstruktur groß ist. Um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Fahrzeugen bis 2021 auf 95 g/km zu reduzieren, ist es für OEMs unerlässlich, das Gewicht der Fahrzeuge zu verringern.

Beispiele für Karosserie-Gusskomponenten in Leichtbauweise sind:

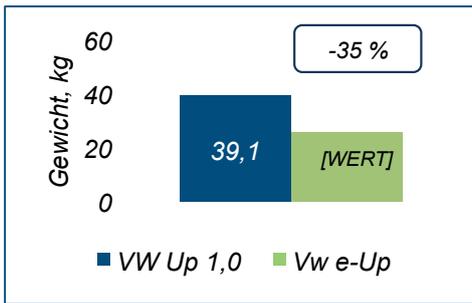
- > Türstruktur-Seitenteile,
- > Längsträger,
- > Federbeinstützen,
- > Lüftergehäuse,
- > Querträger im Fahrwerk,
- > Haltebügel für Cabrios,
- > Dachkappe für Cabrios und
- > Räder/Felgen [16].

steigt das Gussgewicht neben dem klassischen Verbrennungsmotor durch zusätzliche Komponenten wie Batteriegehäuse, Gehäuse für Leistungselektronik und die E-Maschine im Schnitt um ca. +21 %. Bei der Vollelektrifizierung ist durch den Wegfall des Verbrennungsmotors eine Veränderung des Gussgewichtes im Antriebsstrang im Schnitt um -44 % zu verzeichnen (**Bild 12**).



**Bild 8:** Nissan-Leaf-Getriebe [8].

## Gussgewichte im Antriebsstrang Kleinwagen



	VW Up 1,0	VW e-Up
Hubraum	999 cm <sup>3</sup>	-
Zylinder	3	-
Leistung	44 kw	60 kw
Gewicht	879 kg	1182 kg
Top Speed	160 km/h	130 km/h
Verbrennungsmotor	31,1 kg	-
Getriebe	8 kg	4 kg
E-Motor + (Batteriegehäuse)*	-	21,6 kg*
<b>Summe</b>	<b>39,1 kg</b>	<b>25,6 kg</b>

\* hier nicht gegossen

**Veränderung ICE zu BEV → -13,5 kg (= 35 %)**

Bild 9: Analyse der Gusskomponenten im Kleinwagensegment [9]<sup>2</sup>.

### Hochrechnung der Branche in Deutschland im Jahr 2025

Wird der Wandel hin zur Elektromobilität ausschließlich innerhalb der deutschen Grenzen ohne weltpolitische Veränderungen betrachtet, so werden die OEMs ihre Flotten bis 2021 mit entsprechenden Elektrofahrzeuge erweitern, um die von der Bundesregierung geforderten CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 95 g/km zu erreichen. Die konventionellen Fahrzeuge werden parallel zum Elektrofahrzeug bis auf weiteres am Markt bleiben und auch weiter optimiert werden.

In Bild 14 ist eine Prognose zur Globalen Motorenproduktion zu sehen. Die Prognose basiert auf einer Untersuchung der IHS und den innerhalb der AVL geführten Analysen. Es werden laut der Analyse im Jahr 2025 weltweit ca. 100 Mio. Verbrennungsmotoren für die unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte produziert. Anhand dieser Prognose kann eingeschätzt werden, dass bis in das Jahr 2025 für die Gussteile in Automobilen ein Marktwachstum von ca. 23 % zu erwarten ist. Durch die zusätz-

lichen Gussbauteile in den verschiedenen Fahrzeugkonzepten, wie Plug-in-Hybrid und Voll-Hybrid, wird somit auch der Bedarf an Gussprodukten steigen.

### Schlussfolgerungen

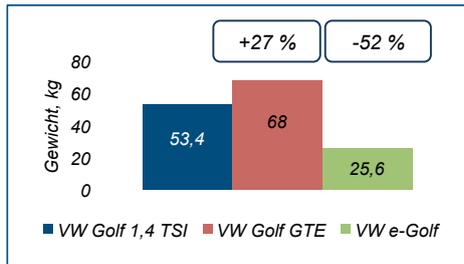
#### Schlussfolgerung für den Leichtbau

Bislang ist der Einsatz von möglichst vielen Leichtbauteilen der Schlüssel zur Elektromobilität mit einer vertretbaren Reichweite.

Das höhere Batteriegewicht bedeutet potenziell ein höheres Fahrzeuggewicht, was in der Crashesimulation höhere Fahrzeuglast bedeutet. Das höhere Gewicht der Batteriesysteme hat zusätzlich negative Auswirkungen auf die Achs- und Nutzlasten. Hier bietet sich ein möglichst hoher Anteil von Karosserie-Leichtbaulösungen an [17].

Das Thema Leichtbau und die Entwicklung neuer Leichtbaukonzepte mit neuen Materialien wird also ein immer stärker werdender Ast in der Automobilherstellung sein.

## Gussgewichte im Antriebsstrang Kompaktklasse



VW Golf 1,4 TSI



VW Golf GTE



VW e-Golf



Hubraum	1395 cm <sup>3</sup>	1395 cm <sup>3</sup>	-
Zylinder	4	4	-
Leistung	90 kw	110 kw	85 kw
Gewicht	1250 kg	1568 kg	1527 kg
Top Speed	201 km/h	222 km/h	140 km/h
Verbrennungsmotor	40,5 kg	40,5 kg	-
Getriebe	12,9 kg	12,5 kg	4 kg
E-Motor + (Batteriegehäuse)*	-	15 kg	21,6 kg*
<b>Summe</b>	<b>53,4 kg</b>	<b>68 kg</b>	<b>25,6 kg</b>

\* hier nicht gegossen

Veränderung ICE zu HEV → +14,6 kg (= 27,3 %)

Veränderung ICE zu BEV → -27,8kg (= 52 %)

Bild 10: Analyse der Gusskomponenten in der Kompaktklasse [9]<sup>3</sup>.

**Wenn Fachleute  
und Branchenexperten  
berichten**

**Fachartikel**

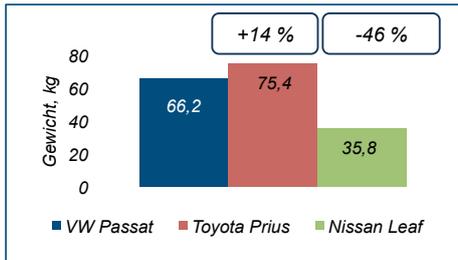
[www.glesserei.eu](http://www.glesserei.eu)

**AKTUELL**  
IM WORLD WIDE WEB

**GIESSEREI**

Hier kommuniziert die Gießereibranche  
Die neue Webseite der GIESSEREI-Zeitung: [www.glesserei.eu](http://www.glesserei.eu)

## Gussgewichte im Antriebsstrang Mittelklasse



Volkswagen Passat 1.8 TSi Comfortline



Toyota Prius 1.8 VVT-i Hybrid



Nissan Leaf



Hubraum	1798 cm <sup>3</sup>	1375 cm <sup>3</sup>	-
Zylinder	4	4	-
Leistung	118 kw	90 kw	80 kw
Gewicht	1502 kg	1568 kg	1567 kg
Top Speed	220 km/h	180 km/h	145 km/h
Verbrennungsmotor	53 kg	39,3 kg	-
Getriebe	13,2 kg	22,6 kg	10,9 kg
E-Motor + (Batteriegehäuse)*	-	13,5 kg*	24,9 kg*
<b>Summe</b>	<b>66,2 kg</b>	<b>75,4 kg</b>	<b>35,8 kg</b>

\* hier nicht gegossen

Veränderung ICE zu HEV → +9,2 kg (14 = %)

Veränderung ICE zu BEV → -30,4 kg (= 46 %)

Bild 11: Analyse der Gusskomponenten in der Mittelklasse [9]<sup>4</sup>.

### Schlussfolgerung für die deutsche Gießerei-Industrie

Hinsichtlich der Auswirkungen auf die deutsche Gießereibranche kann gesagt werden, dass sich die Bauteilspektren, unabhängig vom Zukunftsszenario, schon längst verändert haben. Downsizing und Hybridisierung beeinflussen die klassischen Gusskomponenten bereits heute und sind Vorboten der Elektromobilität [18]. Hier steht die Gießerei-Industrie mit seinem mancherorts geübten Tonnagedenken vor einer Herausforderung. Auch bezüglich der anderen Einzelteile steht man unter einem zusätzlichen Druck in Richtung Leichtbau. Sowohl Elektrofahrzeuge als auch Hybrid-Fahrzeuge müssen leichter werden, um das zusätzliche Gewicht der Batterie zu kompensieren und die Reichweite zu verlängern. Neben den Bauteilen, die bei Elektrofahrzeugen nicht mehr notwendig sind, bietet u. a. das Druckgießverfahren die Möglichkeit, den Anforderungen des Leichtbautrends als Gießverfahren gerecht zu werden. Durch die Möglichkeit äußerst kleine Wanddicken zu realisieren, sind dünnwandige Batteriegehäuse und -träger, die zum Teil durch komplexe Kühlkanäle die Temperierung der Batterie realisieren, das Zukunftspotenzial im Guss. Weiterhin besitzt der Elektromotor selbst ein entsprechendes Potenzial, denn hier sind ebenso die Integration von Kühlkanälen und weiterer Funktionen im

Guss möglich. Das Gießverfahren bietet zahlreiche Möglichkeiten, Bauteile leichter zu konzipieren. Es erlaubt hohe Gestaltungsfreiheit, um den richtigen Werkstoff an der richtigen Stelle einzusetzen und hilft, mehrere Funktionen in ein Bauteil zu integrieren [18].

Es ist also richtig, dass manche Komponenten für die deutsche Gießerei-Industrie bei batterieelektrischen Fahrzeugen verlorengehen werden. Trotzdem wird es mit entsprechend angepasster Geometrie selbst in Elektrofahrzeugen weiterhin Bedarf geben.

Prof. Dr.-Ing. Lothar H. Kallien, Hochschule Aalen, Aalen, Volkan Görgün, AVL Deutschland GmbH, Stuttgart, und Dr.-Ing. Christian Wilhelm, Mauer

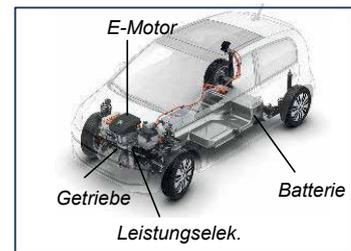
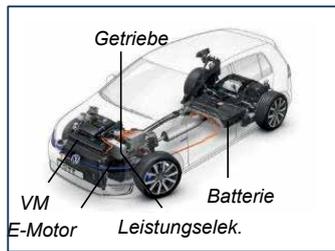
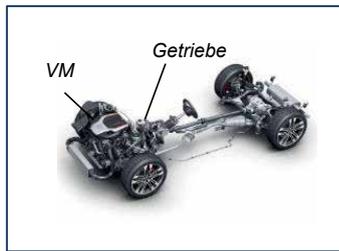
### Literatur:

[1] Daimler AG [online], <https://www.daimler.com>. <https://www.daimler.com/konzern/tradition/geschichte/1885-1886.html>. (Zugriff am 20.4.2017).

[2] Brinkmann, D. J.: Trends in der Gießerei-Industrie. hww kompakt - Thema Gießerei-Industrie. S. 4-11.

[3] Bandivadekar, A. [online]: ICCT, The International Council on

## Übersicht der Gussgewichte



	ICE	Hybrid	Veränderung	BEV	Veränderung
VW up VW e-UP	39,1 kg	-	-	25,6 kg	-35 %
VW Golf 1,4 VW Golf GTE VW e-Golf	53,4 kg	68 kg	+27,3 %	25,6 kg	-52 %
VW Passat Toyota Prius Nissan Leaf	66,2 kg	75,4 kg	+14 %	35,8 kg	-46 %

→ Veränderung im Schnitt um + 20,7 % von ICE zu HEV

→ Veränderung im Schnitt um – 44,3 % von ICE zu BEV

Bild 12: Übersicht der Veränderung durch Elektrifizierung [9]<sup>5</sup>.

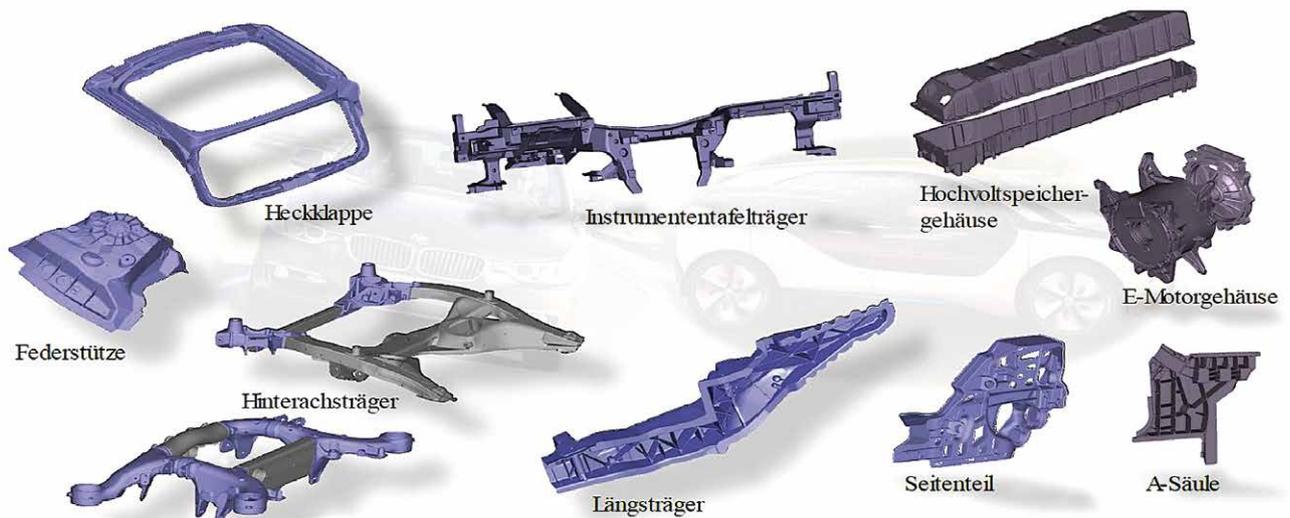
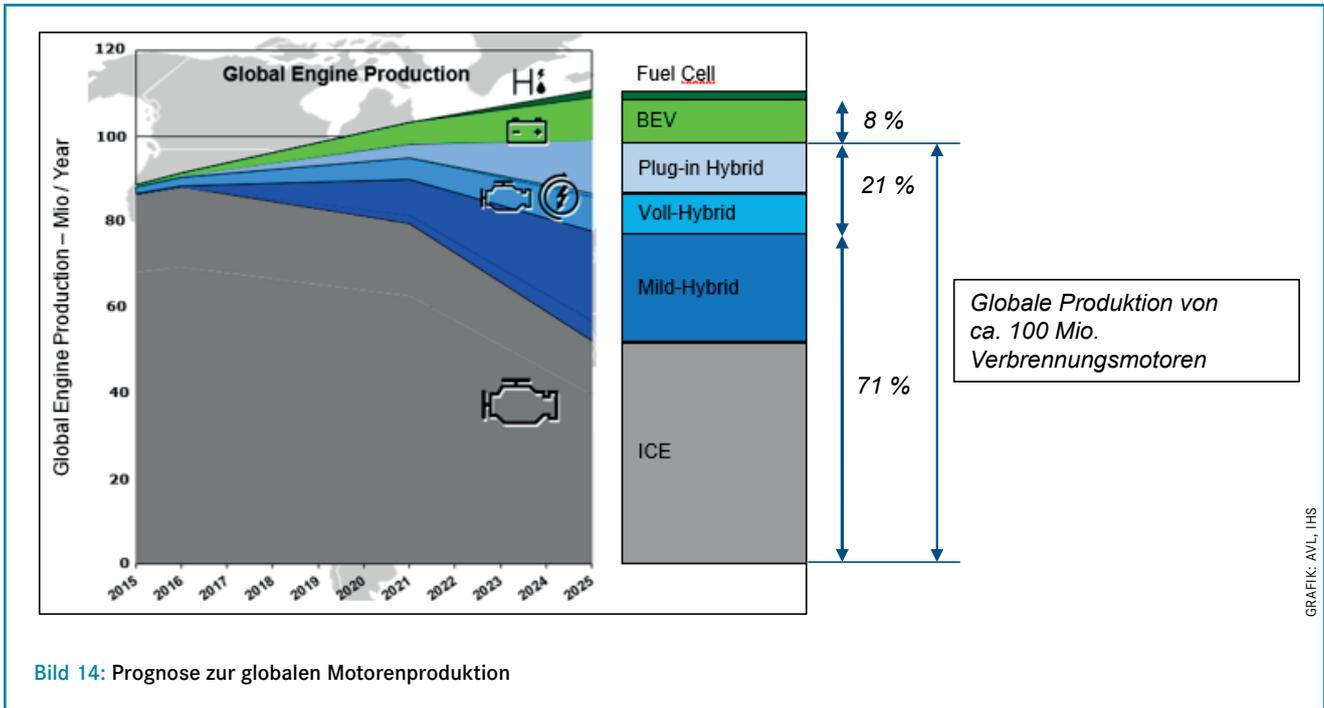


Bild 13: Neues Produktportfolio von BMW aus Gussstrukturteilen [15].

Clean Transportation, 23.6.2017.  
<http://www.theicct.org/publications/2017-global-update-LDV-GHG-FE-standards>. (Zugriff am 5.8.2017).  
 [4] Bundesministerium für Umwelt: Die EU-Verordnung zur Ver-

minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen, Berlin, 2009.

[5] V. V. Deutschland [online]: <https://www.vcd.org>  
<https://www.vcd.org/themen/auto-umwelt/co2-grenzwert/>



(Zugriff am 18.4.2017).

[6] VDG Aktuell (2014), Nr. 2, S. 20-23.

[7] Wöstmann, F. J. [online]: Gussteile für E-Maschinen. www.ifam.fraunhofer.de [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjA4vKInuDTAhVSLVAKHca5AJIQFgg9MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.ifam.fraunhofer.de%2Fde%2FInstitutsprofil%2FStandorte%2FBremen%2FFormgebung\\_Funktionswerkstoffe%2FGiessereitech](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjA4vKInuDTAhVSLVAKHca5AJIQFgg9MAM&url=http%3A%2F%2Fwww.ifam.fraunhofer.de%2Fde%2FInstitutsprofil%2FStandorte%2FBremen%2FFormgebung_Funktionswerkstoffe%2FGiessereitech)

(Zugriff am 8.5.2017).

[8] Nissan [online]: <http://www.nissan.ca/en/electric-cars/leaf/features/>

(Zugriff am 3.10.2017).

[9] a2mac1 Automotive Benchmarking [online], <https://www.a2mac1.com/home/home.asp>.

[10] Georg Fischer [online]: <https://www.georgfischer.com>  
<https://www.georgfischer.com/content/gf/com/de/news/mediareleases/mediarelease/gf-secures-major-order-for-hybrid-vehicle-components.html>

(Zugriff am 20.10.2017).

[11] Lager, M.: Auswirkungen der Elektromobilität auf die Druckgussbranche am Beispiel der Bühler AG. Masterarbeit, Winterthur, Schweiz, 2015.

[12] Gießtechnik im Motorenbau 2017. VDI Materials Engineering, 2017.

[13] Renault Groupe [online]: <http://media.renault.at/?act=508&tab=media&id=13971>.

(Zugriff am 11.9.2017).

[14] CSA Herzogenburg GmbH [online]: <http://www.csa.at>  
<http://www.csa.at/en/products-solutions/cars/>

(Zugriff am 17.10.2017).

[15] Fent, D. A.: Der Wandel einer Druckgießerei von Motor- zu Strukturbauteilen. Aalener Gießerei-Kolloquium, BMW Group, 2015.

[16] Sterr & Eder Industrieservice [online]: [www.sterr-eder.de](http://www.sterr-eder.de)  
<http://www.sterr-eder.de/structural-castings/>

(Zugriff am 15.5.2017).

[17] Volkswagen: Life Cycle Engineering. Leichtbaugipfel Würzburg: Konzernforschung Umwelt, 2017.

[18] Rau, G. [online]: [www.giesserei.eu](http://www.giesserei.eu) (28.04.2017) <http://www.giesserei.eu/magazin/fachartikel/2017/leichtbaupotenzial-von-guss-fuer-die-elektromobilitaet/>  
(Zugriff am 8.5.2017).

[19] Bosch Media Service, [online]: <http://www.bosch-presse.de>

<http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/der-start-up-antrieb-fuer-elektroautos-mehr-reichweite-mit-der-eachse-von-bosch-121216.html>

(Zugriff am 5.9.2017).

[20] Fabbroni, M.: Die Wettbewerbsfähigkeit der Druckgussindustrie im Jahre 2020. Bühler AG, Congress Centrum Heidenheim, 17.3.17.

[21] Hadler, J.; Neußer, H.-J.; Szengel, R., u. a.: Der neue TSI. 33. Internationales Wiener Motorensymposium, 2012.



# **ANZEIGE**

## **1 / 1**