



Hochschule Konstanz
Technik, Wirtschaft und Gestaltung

Bericht Status VW

von

Florian Rothmund

Sven Jensen

Studiengang Elektrotechnik und Informationstechnik

Kurs: Bordnetze moderner Kraftfahrzeuge

Professor: Heinz Rebholz

im

Sommersemester 2020

Inhalt

Inhalt.....	- 2 -
II Abbildungsverzeichnis	- 3 -
1. CO ₂ Flottenverbräuche im VW Konzern.....	4
1.1 Definition und Allgemeines zum Flottenverbrauch:	4
1.2 Flottenverbrauch VW Konzern	5
2. Konzernziele zur CO ₂ Reduktion	6
3. Lösungsansätze.....	8
3.1 Mild Hybrid System	8
3.2 Modularer E-Baukasten (MEB) am Beispiel vom VW ID.....	9
3.3 Premium Performance Elektro	11
3.4 Modulare Plattform Elektro	12
4. Fazit	13
5. Quellenangaben	14

II Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Strategie in der Elektrifizierung.....	7
Abb. 2: MEB Batterieaufbau	8
Abb. 3: VW ID.3	9
Abb. 4: MEB Batterieaufbau Detailansicht	9
Abb. 5: Vergleich Wirkungsgrad Wasserstoff- und E-Antrieb	12

1. CO₂ Flottenverbräuche im VW Konzern

Im folgenden Abschnitt wird zuerst der Begriff Flottenverbrauch erklärt. Danach wird kurz auf den spezifischen Flottenverbrauch von VW eingegangen. Außerdem wird noch kurz erklärt, wie sich die möglichen Strafzahlungen zusammensetzen, falls der erlaubte Grenzwert überschritten wird.

1.1 Definition und Allgemeines zum Flottenverbrauch:

Flottenverbrauch bezeichnet den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch einer Fahrzeugflotte.

Unter dem Begriff Flotte versteht man eine ausgewählte Gruppe an Fahrzeugen. Diese Gruppen sind beispielsweise alle Fahrzeuge eines Unternehmens, alle Fahrzeuge eines Herstellers, alle Fahrzeuge einer Fahrzeugklasse z.B. LKW oder PKW oder alle Fahrzeuge eines Fahrzeugtyps.

Der Flottenverbrauch bietet einen Vergleich, um die Effizienz der Fahrzeuge in Bezug auf den Kraftstoffverbrauch darzustellen.

Die Entwicklung der Größe und der Motorisierung eines Fahrzeugs, als auch dessen Effizienz haben einen gegeneinander gerichteten Einfluss. Die Senkung des Flottenverbrauchs gilt als ein Parameter, um den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch auch in Bezug auf Umweltschutz und Ressourcenschonung zu bewerten.

Für das Jahr 2015 war ein Grenzwert von 130 Gramm CO₂ festgelegt. Der Zielwert wurde für 2021 auf 95 Gramm CO₂ pro gefahrenen Kilometer gesenkt.

Die Frage, die sich jeder stellen kann ist, wie hängen die CO₂ Emissionen mit dem Spritverbrauch zusammen? Die CO₂ Emissionen hängen proportional mit dem Spritverbrauch zusammen. Bei der Verbrennung von 1 Liter Benzin werden ca. 2,34kg CO₂ frei und bei 1 Liter Diesel etwa 2,65kg. Daraus lassen sich der Spritverbrauch für Benziner und Dieselfahrzeuge berechnen. Legt man einen CO₂ Grenzwert von 95 Gramm CO₂/km zu Grunde, erhält man für einen Diesel einen Verbrauch von ca. 3,6 Liter/100km und für einen Benziner ungefähr 4 Liter/100km.

Jeder Hersteller erhält einen spezifischen Grenzwert, der anhand dem durchschnittlichen Fahrzeugleergewicht ermittelt wird. Mit Hilfe sogenannter Super-Credits können besonders sparsame Fahrzeuge mehrfach angerechnet werden. E-Fahrzeuge und Plugin-Hybride zählen doppelt.

In der EU ist die Grenzwertvorgabe für das Jahr 2021 von 95 Gramm am schärfsten. In den USA liegt der Wert bei 121 Gramm, in China bei 117 Gramm und in Japan bei 105 Gramm je gefahrenem Kilometer.

1.2 Flottenverbrauch VW Konzern

VW darf im Jahr 2021 einen CO₂ Flottenverbrauch von 97,7 Gramm vorweisen. Der erlaubte Grenzwert liegt nicht bei 95 Gramm CO₂/km, da sich dieser auf ein durchschnittliches Leergewicht aller Neuwagen die jährlich produziert werden beruft. Da der VW Konzern im Durchschnitt schwerere Fahrzeuge herstellt, liegt der Grenzwert für VW etwas höher. Der Durchschnitt der neuzugelassenen Personenkraftwagen liegt im VW Konzern bei 1.419kg. Doch VW wird auch diesen Grenzwert vermutlich nicht erreichen können. Laut einer aktuellen Prognose der Unternehmensberatung PA Consulting liegt VW aktuell bei einem Wert von 101,5 Gramm. Damit liegt VW bei knapp 4 Prozent über dem Zielwert. Der VW Konzern hat eine jährliche Neuwagenflotte von rund 11 Millionen Fahrzeugen.

Die Strafzahlungen orientieren sich daran, um wie viel Gramm CO₂ der Grenzwert überschritten wurde. Pro Gramm CO₂ werden 95 Euro berechnet. Legt man die Zulassung von rund 3,6 Millionen Neufahrzeugen in der EU zu Grunde, erwartet den VW Konzern eine Strafzahlung von rund 1,4 Mrd. Euro. Weltweit könnten Strafzahlungen in Höhe von rund 4 Mrd. Euro auf den Konzern zukommen.

Daher will der Konzern einige Maßnahmen ein- und durchführen, um den Flottenverbrauch und die daraus resultierenden Strafzahlungen senken. Diese Maßnahmen werden im folgenden Kapitel behandelt.

2. Konzernziele zur CO₂ Reduktion

Um die CO₂ Emissionen zu senken, setzt VW insbesondere auf die Elektrifizierung der Flotte. Dazu wurde seit 2016 der Modulare E-Antriebs-Baukasten entwickelt.

Auf diesem Baukasten basiert das neue Elektrofahrzeug ID.3. Dieses Fahrzeug wird bilanziell CO₂-neutral hergestellt, wird aber in Europa noch nicht zum Verkauf angeboten. Zum Thema MEB folgen später in dieser Ausarbeitung im Abschnitt 3.2 noch genauere Informationen.

VW will im weiteren Verlauf bis 2025 rund 70 E-Modelle auf den Markt bringen und strebt dann jährlich eine Verkaufszahl von rund 3 Millionen Elektrofahrzeugen an. Um die Produktion dieser Anzahl an E-Fahrzeugen stemmen zu können, werden bis 2022 acht Fahrzeugwerke in Europa, China und USA auf die Fertigung von E-Fahrzeugen umgerüstet.

Unter dem Leitbild „goTOzero“ hat sich VW konkrete Ziele zur Senkung der CO₂-Emissionen gesetzt. Der VW Konzern umfasst eine Flotte von jährlich fast 11 Millionen neuer Fahrzeuge und die Produktion in weltweit 122 Werken.

Bis 2020 will VW die CO₂-Emissionen der Neuwagenflotte von 123 Gramm CO₂ im Jahr 2018 auf 99 Gramm senken. Wenn man das mit den vorherigen Informationen vergleicht, sieht man deutlich, dass VW diesem Ziel noch etwas hinterherhinkt. VW ist dennoch auf einem guten Weg, die Reduzierung der Flottenemissionen in den Griff zu bekommen.

Als mittelfristiges und langfristiges Ziel plant VW die folgenden Punkte. Sie sollen helfen, die CO₂ Emissionen signifikant zu senken.

Bis zum Jahr 2025 planen die Werke des VW Konzern die CO₂-Emissionen um 45 Prozent gegenüber 2010 zu reduzieren. Außerdem will der Konzern bis 2025 den CO₂-Fußabdruck pro Fahrzeug über Lebenszyklus gegenüber 2015 um 30 Prozent reduzieren.

Ein längerfristiges Ziel, heißt bis 2030, ist die Senkung der CO₂-Emissionen der PKW-Neuwagenflotte in Europa auf voraussichtlich 74 Gramm CO₂/km.

Werden diese gesetzten Ziele erreicht, bestehen 40 Prozent der Neuwagenflotte des Konzerns im Jahre 2030 aus Elektrofahrzeugen.

In Abbildung 1 wird deutlich, wie der VW Konzern in die E-Mobilität einsteigen und die Marktanteile erhöhen will. Parallel wird auch die Toolkit-Strategie verfolgt. Die Grundlage hierfür sind der MQB und MLB. MQB bedeutet modularer Querbaukasten, d.h. der Motor und das Getriebe sind quer zur Fahrtrichtung verbaut. MLB heißt modularer Längsbaukasten, dabei sind der Motor und das Getriebe längs zur Fahrtrichtung eingebaut. Im ersten Schritt, ab 2019, gibt es die erste „Elektrofahrzeug-Welle“. Diese basiert hauptsächlich auf dem MEB. Ab 2021 kommt die zweite „Welle“. Die Grundlage ist das PPE (Premium Plattform Electric). Diese Plattform nutzen nur Audi und Porsche. Diese Plattform ist, wie der Name schon sagt, für die Premium Fahrzeuge im VW Konzern gedacht. Bis zum Jahre 2025 will der Konzern führender Hersteller in der E-Mobilität sein. Ab dem Jahre 2026 kommt eine dritte „Welle“, basierend auf der SPE-Plattform. Diese Plattform ist für zweitürige Supersportwagen gedacht und könnte auch von Audi oder Lamborghini genutzt werden. Bis spätestens 2030 will VW der weltweite Marktführer in der Mobilität sein.

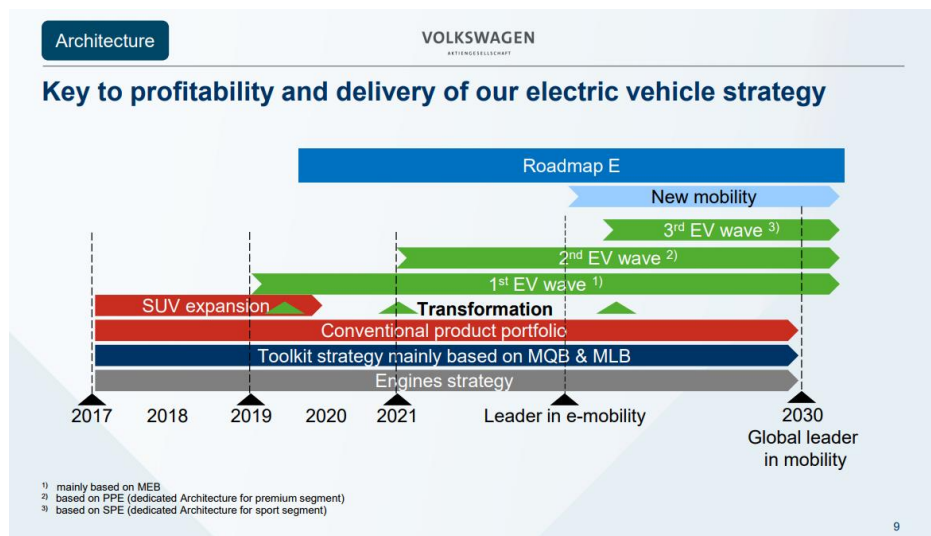


Abb. 1: Strategie in der Elektrifizierung

3. Lösungsansätze

In den folgenden Abschnitten, werden die einzelnen Lösungsansätze des VW Konzerns genauer erklärt und beschrieben. Gestartet wird mit dem Mild Hybrid System.

3.1 Mild Hybrid System

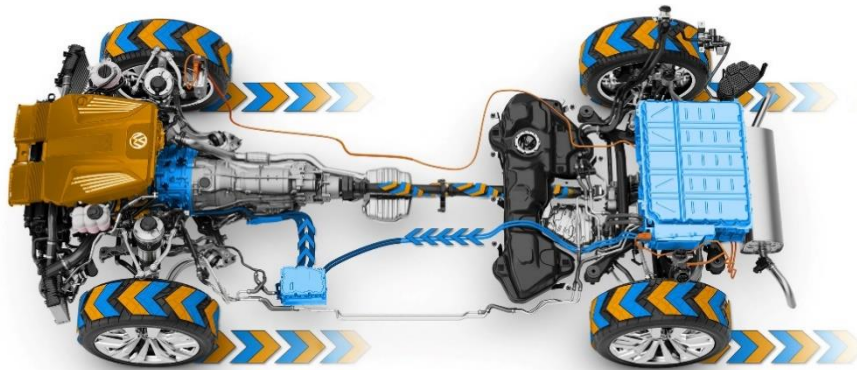


Abb. 2: MEB Batterieaufbau

VW will in den kommenden Jahren die komplette Flotte der Verbrennerfahrzeuge mit einem Mild Hybrid System ausstatten. Dabei weicht die verbaute 12 V Batterie einer 48V Batterie. Mithilfe der höheren Batteriespannung kann ein Riemenstartgenerator angetrieben werden, welcher den Verbrennungsmotor zusätzlich unterstützt. Der Riemenstartgenerator wandelt unter anderem die kinetische Energie während des Bremsvorgangs in elektrische Energie um und speist damit die 48 V Batterie. Dieser Vorgang wird Rekuperation genannt. Durch das mild Hybrid System können z.B. beim aktuellen Golf bis zu 0,4l/ 100km¹ eingespart werden. Auf den ersten Blick mag diese Einsparung enttäuschend wirken, jedoch sind die Entwicklungs- und Produktionskosten eines mild Hybrid System um einiges günstiger, als ein „richtiges“ Plug-in Hybrid System. Dadurch kann das System ohne höheren Preisaufschlag in jedes Verbrennerfahrzeug integriert werden.

3.2 Modularer E-Baukasten (MEB) am Beispiel vom VW ID



Abb. 3: VW ID.3

Der Modulare Elektro Baukasten (MEB) ist das erste komplett neu entwickelte Baukastensystem, das auf einem rein elektrischen Antrieb basieren soll. Das erste Fahrzeug aus diesem Baukasten soll der zukünftige VW Golf Nachfolger VW ID.3 sein, dessen Markteinführung noch im Jahr 2020 erfolgen soll.

Das Bordnetz kann grundsätzlich in vier Teile aufgeteilt werden:

Elektroantrieb:

Alle Fahrzeuge, welche auf dieser Plattform basieren, werden durch eine E- Maschine am Heck des Fahrzeuges angetrieben. Der Antrieb kann dabei entweder durch permanent erregte Synchronmaschinen oder Asynchronmaschinen erfolgen. Bei dem VW ID.3 verbaut VW ausschließlich Synchronmaschinen mit einem maximalen Drehmoment von 30 Nm. Ihr Vorteil liegt in der relativ kleinen Baugröße und der von der Last unabhängigen Drehzahl. Der Motor ist so klein, dass er nach Aussagen von Volkswagen zusammen mit einem 1 Ganggetriebe in eine herkömmliche Sporttasche gepackt werden kann.

Hochvoltbatteriesystem:

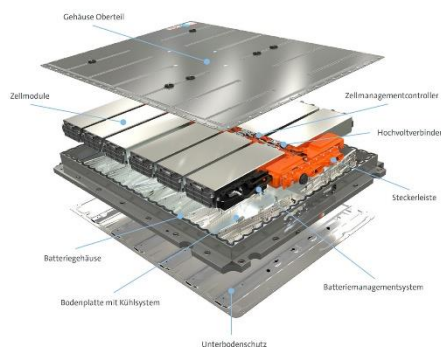


Abb. 4: MEB Batterieaufbau Detailsicht

Das Batteriesystem besteht aus einzelnen Batteriemodulen, von denen je nach Bedarf bis zu 12 Module zusammen geschaltet werden können. Jedes dieser Module besteht aus insgesamt 24 Lithium Ionen Zellen. Durch das zusammenschalten mehrere Module erreicht die Batterie eine Systemspannung von bis zu 408 V und kann an speziellen Gleichstromladesäulen mit bis zu 125 kW aufgeladen werden.

Allerdings ist die Funktion zum Schnellladen vorerst nur mit Aufpreis erhältlich. Im kommenden VW ID soll vorerst max. eine Ladeleistung von 100kW bei dem Topmodell mit 82 kWh Batteriekapazität möglich sein. Dadurch ist es möglich das Auto in 30 min für weiter 290km Reichweite aufzuladen. Bei vollaufgeladenem Akku ist theoretisch eine Reichweite bis zu 550 km³ möglich. Durch die Platzierung der Batterie

in der Mitte des Fahrzeugbodens, kann ein niedrigerer Schwerpunkt und eine ausgeglichene Gewichtsverteilung erzielt werden, wodurch sich die Fahreigenschaften des Fahrzeugs erheblich verbessern.

Leistungselektronik: Aus der Batterie wird zum einen über einen DC/DC Wandler das 12 V Gleichspannungsbordnetz des Fahrzeugs gespeist. Des Weiteren übernimmt ein DC/ AC Wandler die Umwandlung der Batteriegleichspannung in die für den Motorbetrieb benötigte 1 Phasen Wechselspannung.

Steuergeräte:

In den heutigen Fahrzeugen sind bis zu 100 verschiedene Steuergeräte verbaut. Dabei steigt die Anzahl der Steuergeräte vor allem in den Premium Fahrzeugen der großen Autokonzerne. Grund für die hohe Anzahl an Steuergeräten sind unter anderem die zunehmende Anzahl an Fahrerassistenzsystemen. Für die Autohersteller stellt dies ein Problem dar, da auf der einen Seite die Autos immer leichter werden sollen damit der Spritverbrauch sinkt auf der anderen Seite der Kabelbaum im Auto immer länger und somit schwerer wird. Hierzu ein kurzes Beispiel: ein moderner Achtzylinder wiegt gerade einmal 130 Kilo im Vergleich dazu beträgt, das Gesamtgewicht der im Fahrzeug verbauten Elektronik bis zu 250 Kilo, wobei allein 50 bis 60 Kilo auf den Kabelbaum abfallen.⁴

Dieses Problem verschärft sich mit dem zunehmenden autonomen Fahren. Die Hersteller reagieren inzwischen darauf und steigen bei Ihren Steuergeräteprozessoren von SingleCore auf MultiCore um. Dadurch kann ein Steuergerät eine Vielzahl von Aufgaben parallel bearbeiten. Im VW ID.3 soll dieser Umstieg dazu führen, dass die Anzahl der Steuergeräte auf 3 bis 5 zentrale Rechner reduziert wird.⁵

Die Entwicklung einer eigenständigen Plattform nur für Elektro-Fahrzeuge bringt Volkswagen einige entscheidende Vorteile. In diesem Fall müssen die Batterie und die Elektromotoren nicht in ein bereits bestehendes Auto integriert werden, sondern das ganze Fahrzeug wird anhand der Batterie ausgelegt. Dadurch kann ein deutlich höheres Raumangebot erzielt werden als z.B. im VW E- Golf welcher noch auf der MQB Plattform (Verbrenner) basiert.

Für die neue Plattform will VW zudem in Kooperation mit Northvolt eine eigene Batteriezellenfabrik im deutschen Salzgittern aufbauen. Der Konzern will damit unabhängig von den großen asiatischen Batterieherstellern wie Samsung oder CATL werden. Teil des Projekts soll auch eine Anlage zum Recycling von Batterien sein. Ziel des Konzerns wird es sein ab 2023 die ersten Autos mit den selbstentwickelten Batteriezellen auf dem Markt zu bringen.

3.3 Premium Performance Elektro

Das Tochterunternehmen Audi entwickelt in Kooperation mit Porsche zusammen eine eigene Premium Plattform Electric (PPE) die auf dem Modularen-Elektro-Baukasten von VW basiert. Im Vergleich zur MEB Plattform soll die PPE Plattform vor allem auf mehr Performance und höhere Leistungen ausgelegt werden. Wie der Name dabei allerdings schon andeutet, soll die Plattform ausschließlich in den oberen Mittelklasse und Oberklasse Fahrzeugen zum Einsatz kommen. Wie die günstigeren Elektroautos von VW werden auch diese Fahrzeuge standardmäßig mit Heckantrieb ausgeliefert, allerdings besteht die Möglichkeit einen weiteren Synchron- oder Asynchronmotor an der Vorderachse zu installieren, sodass das Auto über Allrad-Antrieb verfügt. Die Batterie soll dabei eine Spannung von bis zu 800 V und eine Ladeleistung von bis zu 350 kW⁶ aufweisen. Durch die doppelte so hohe Batteriespannung halbiert sich bei gleichbleibender Leistung die max. Stromstärke in den Kabelleitungen des Fahrzeugs. Die Verlustleistung $P_V = R \cdot I^2$ sinkt dadurch im Vergleich zu dem herkömmlichen 400 V Systemen um den Faktor 4. Dies ermöglicht entweder bei gleichbleibender Größe der Leitungen die max. zur Verfügung stehende Leistung zu steigern oder durch eine Reduzierung des Leitungsquerschnittes massiv an Gewicht einzusparen und somit die Fahreigenschaften des Fahrzeuges zu verbessern.

Noch ist die Plattform allerdings in der Entwicklungsphase und es wird noch ein paar Jahre dauern bis die ersten PPE Modelle auf dem Markt zum Kauf angeboten werden.

3.4 Modulare Plattform Elektro

Mit der Modularen Plattform Elektro (MPE) forscht das Tochterunternehmen Audi an einer Plattform die sowohl eine Batterie wie beim Herkömmlichen Elektro Auto als auch Brennstoffzellentechnologie verfügt. Durch eine Kombination der beiden Energiespeicher kann bei schweren Autos, wie zum Beispiel Nutzfahrzeugen oder größeren SUVs viel Gewicht durch eine deutlich kleinere Batterie eingespart werden. Das Hybrid-System beruht darauf, dass die im Fahrzeug verbaute Batterie nur für Kurzstrecken ausgelegt werden soll, so wie es schon bei den heutigen Hybridsystem der Fall ist. Bei größeren Distanzen werden die Elektromotoren mit der Energie aus den Brennstoffzellen gespeist. Ab diesem Zeitpunkt funktioniert die Batterie nur noch als Zwischenspeicher und muss theoretisch nur eine Kapazität von 5 kW⁷ aufweisen. Natürlich liegt dieser Wert dann etwas höher da wie zuvor angemerkt Kurzstrecken nur mit der Energie aus der Batterie möglich sein sollen. Durch die Kombination beider Technologien wären lange Strecken mit dem Auto möglich mit nur kurzen Aufenthalten an der Tankstelle zum Betanken des Wasserstofftanks. Was wäre der Vorteil der Kombination gegenüber einem reinen Wasserstoffbetriebenen Fahrzeug?

Brennstoffzellenfahrzeuge haben gegenüber herkömmlichen Elektroautos entscheidende Nachteile. Im Vergleich zu normalen Lithium-Ionen-Batterien mit einem Wirkungsgrad von bis zu 75 % sind Brennstoffzellen mit einem Wirkungsgrad von 30% (siehe Abb.3) deutlich ineffizienter. Hinzu kommen die aufwändige Herstellung und Transportierung von Wasserstoff die hohen Kosten verursacht.



Abb. 5: Vergleich Wirkungsgrad Wasserstoff- und E-Antrieb

Mit einer Kombination der beiden Speichermöglichkeiten Brennstoffzelle und Batterie können diese Nachteile deutlich abgeschwächt werden. Die Brennstoffzelle würde nur noch bei Langstrecken zum Einsatz kommen. Dadurch wird deutlich weniger Wasserstoff benötigt. Im Gegensatz dazu können Fahrten bis zu mehreren 1000km mit nur wenigen und sehr kurzen Zwischenstopps durchgeführt werden. Der Hybrid hat dadurch einen entscheidenden Vorteil gegenüber den normalen Elektroautos, die eine geringe Reichweite und lange Batterieladezeiten haben

4. Fazit

Bei der Umstellung von Verbrennungsmotor auf elektrischen Antrieb erhöht VW das Tempo deutlich, nachdem der Konzern sich in den letzten Jahren eher zögerlich gegenüber dem Thema E-Mobilität verhalten hat. Ein Grund sind sicherlich dabei die hohen Strafzahlungen bei Verstoß gegen die CO₂ Auflagen der EU-Kommission. Dadurch werden die hohen Entwicklungskosten für neue Plattformen, wie zum Beispiel das MEB Konzept attraktiv. Es lohnt sich daher die von VW angestrebte Investition von 30 Milliarden Euro bis 2023⁷ für den Ausbau der eigenen E-Flotte.

Schon dieses Jahr will VW den auf der MEB Plattform basierenden ID.3 auf dem Markt bringen. Da VW mit dem ID.3 das Ende der Golf Ära einleiten wird, gibt es sehr hohe Erwartungen gegenüber dem Auto. An ihm hängt auch die wirtschaftliche Entwicklung des Autokonzerns in den nächsten Jahren. Zugutekommen dürfte dabei das das Auto mit einem Startpreis von unter 30.000 Euro günstiger ist als der Tesla Model X und durch die Prämie für Elektroautos, die vor kurzem von der Bundesregierung beschlossen, ein zusätzlicher Kaufanreiz bei der Bevölkerung geschaffen wurde.

5. Quellenangaben

Bilder:

Abb.1: <https://www.electrive.net/2018/01/11/porsche-plant-plattform-fuer-elektrosportwagen/>

letzter Zugriff: 24.06.2020; 10:03

Abb2.: Torsten Seibt *W GOLF VIII BEKOMMT 48V-SYSTEM*://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/motorensymposium-wien-vw-zeigt-mildhybrid-golf-viii/

Abb.5: Volkswagen AG *Wasserstoff oder Batterie? Bis auf Weiteres ein klarer Fall*

URL:<https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/08/hydrogen-or-battery--that-is-the-question.html>

Literatur:

[1] <https://ecomento.de/2019/06/05/vw-elektroauto-baukasten-meb-zentrale-vorteile/>

[2],[3] <https://www.auto-motor-und-sport.de/elektroauto/vw-id-3-2020-elektro-golf-akku-reichweite-preis-markteinfuehrung/>

[4] <https://www.welt.de/motor/article138223665/Das-unterschaetzte-Uebergewicht-der-Premiumautos.html>

[5] <https://t3n.de/news/elektromobilitaet-vw-id-bis-zu-40-prozent-effizienter-in-der-produktion-als-ein-golf-1154101/>

[6] <https://www.electrive.net/2020/04/02/audi-nennt-weitere-details-zu-e-plattformen/>

[7] <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/vw-baukasten-mpe-brennstoffzellen-hybrid-wasserstoff/>

Weiter Quellen:

[8] <https://e-engine.de/vw-so-funktioniert-die-batterie-der-meb-plattform/>

[9] https://www.focus.de/auto/vw/mehr-e-mobilitaet-und-veraenderte-standorte-150-milliarden-offensive-fuer-die-zukunft-hierhin-fliessen-volkswagens-gelder_id_11355102.html

[10] <https://www.golem.de/news/elektromobilitaet-vw-will-wegen-elektromstellung-7-000-stellen-ab-bauen-1903-139981.html>

[11] <https://www.auto-motor-und-sport.de/elektroauto/vw-id-elektroauto-meb-22-millionen-technik/>

[12] <https://de.wikipedia.org/wiki/Flottenverbrauch>

letzter Zugriff: 22.06.2020; 13:10

[13] https://www.volkswagenag.com/content/dam/online-kommunikation/brands/corporate/world/presence/investorrelation/publications/annual-reports/2020/volkswagen/Y_2019_d.pdf

letzter Zugriff: 22.06.2020; 15:36

[14] https://www.volkswagenag.com/de/news/2019/10/reduce_CO2_emissions.html#

letzter Zugriff: 22.06.2020; 13:30

[15] <https://www.vda.de/de/themen/umwelt-und-klima/co2-regulierung-bei-pkw-und-leichten-nfz/co2-regulierung-bei-pkw-und-leichten-nutzfahrzeugen.html>

letzter Zugriff: 22.06.2020; 13:45

[16] <https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/eu-neuzulassungen-2018/>

letzter Zugriff: 22.06.2020; 14:40

[17] <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/vw-daimler-bmw-und-co-hersteller-verpassen-co2-ziele-a-1242236.html>

letzter Zugriff: 22.06.2020; 15:00

[18] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/238004/umfrage/gewicht-von-pkw-nach-autoherstellern/>

letzter Zugriff: 23.06.2020; 12:03