

Bordnetze moderner Kraftfahrzeuge Status Daimler

Manuel Struzyna
Marcin Fleig

SS2020 EIW

HTWG Konstanz

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung

Inhalt

I	Abbildungsverzeichnis	III
II	Tabellenverzeichnis	IV
III	Abkürzungsverzeichnis	V
1	Aktueller Stand der CO2-Emissionen	1
1.1	CO2-Flottenverbrauch	1
1.2	Entwicklung der CO2-Emissionen in Europa	2
1.3	Neuer Prüfzyklus WLTP	2
1.4	Mögliche Strafzahlungen ab 2020	3
2	Ziele und Strategie zur Einhaltung der EU Grenzwerte	3
2.1	Ambition 2039	4
2.2	Auf welche Technologie setzt die Daimler AG in Zukunft?	4
2.2.1	Strategie zur Einhaltung der EU Grenzwerte	4
3	Ist Mercedes mit Ihrer Produktpalette auf dem richtigen Weg?	5
3.1	EQ – Electric Intelligence	5
3.2	EQC – Der erste elektrische Mercedes	6
3.2.1	EQC Antriebssystem	7
3.2.2	EQC – Batterie- und Ladetechnik	8
3.3	Ausblick der zukünftigen Elektrofahrzeugflotte	8
3.4	EQ Power – Plug-In Hybrid (PHEV)	10
3.4.1	PHEV System am Beispiel der A-Klasse 250e	11
3.5	Aktuelle Plug-In Hybrid Flotte	12
3.6	EQ Boost – 48 V Mild Hybrid (MHEV)	12
3.6.1	Integrierter Starter Generator (ISG)	13
3.6.2	Die zweite Generation des ISG	14
3.7	Synthetische Kraftstoffe - E-Fuels	15
3.8	Vergleich der verbauten Batterien	15
3.9	Accumotive GmbH & Co.KG	16
IV	Literatur	VI
V	Ehrenwörtliche Erklärung	IX

I Abbildungsverzeichnis

1.1	<i>CO</i> ₂ -Flottenverbrauch	1
1.2	Entwicklung der <i>CO</i> ₂ -Emissionen in Europa	2
2.1	Ziele der Daimler AG	3
3.1	EQ Markenlogo	5
3.2	Mercedes-Benz EQC	6
3.3	Antriebsstrang des EQC	7
3.4	Aufbau Hochvolt (HV)-Batterie EQC	8
3.5	EQA	9
3.6	EQS	9
3.7	EQB	9
3.8	Plug-In System der A-Klasse 250e	11
3.9	Plug-In Hybrid Produktportfolio	12
3.10	Explosionsdarstellung des integrierter Startergenerator (ISG)	13
3.11	OM654 und M254	14
3.12	Mercedes-Benz GLC F-Cell	15
3.13	Unternehmenslogo der Accumotive GmbH & Co. KG	16

II Tabellenverzeichnis

1	Vergleich der Neuzulassungen	6
2	Vergleich der Hybridvarianten	10
3	Vergleich der wichtigsten Merkmale der verbauten Batterien	15

III Abkürzungsverzeichnis

WLTP	World Harmonized Light Vehicles Test Procedure
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
MBC	Mercedes-Benz Cars
E-Fuel	Electric Fuel
MBUX	Mercedes-Benz User Experience
ISG	integrierter Startergenerator
HV	Hochvolt
SUV	Sport Utility Vehicle
NAFTA	North American Free Trade Agreement
EV	Electric Vehicle
PHEV	Plug-In Hybrid Electric Vehicle
MHEV	Mild Hybrid Electric Vehicle
SoC	State of Charge
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
eZV	elektrischer Zusatzverdichter

Zunächst ein Zitat des Vorstandsvorsitzenden der Daimler AG und Mercedes-Benz AG Ola Källenius:

„Wir streben eine CO₂-neutrale Neuwagen-Flotte in 20 Jahren an.“¹

Mit dieser Aussage bezieht er sich auf eine verfolgte Unternehmensstrategie, um dieses Ziel zu erreichen. Diese Strategie wird im Laufe des Dokuments erläutert.

1 Aktueller Stand der CO₂-Emissionen

In diesem Abschnitt wird zunächst geklärt, was der CO₂-Flottenverbrauch überhaupt ist und wie sich die CO₂-Emissionen in Europa bei der Daimler AG entwickelt haben. Darüber hinaus wird der neue World Harmonized Light Vehicles Test Procedure (WLTP) unter die Lupe genommen, sowie die möglichen Strafzahlungen ab dem Jahr 2020 erläutert.

1.1 CO₂-Flottenverbrauch

Was wird überhaupt mit dem CO₂-Flottenverbrauch gemeint? Folgende Definition gibt Aufschluss darüber:

Definition 1.1 Der CO₂-Flottenverbrauch ist der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch einer Fahrzeugflotte bzw. deren CO₂-Emission.

Die Flotte bezieht sich dabei auf einen einzelnen Hersteller oder eine Gruppe zusammenschlossener Hersteller oder Marken, was auch als Pooling bezeichnet wird.²

Folgende Abbildung 1.1 stellt dar, wie der Flottenwert auf Herstellerebene für das Kalenderjahr ermittelt wird.

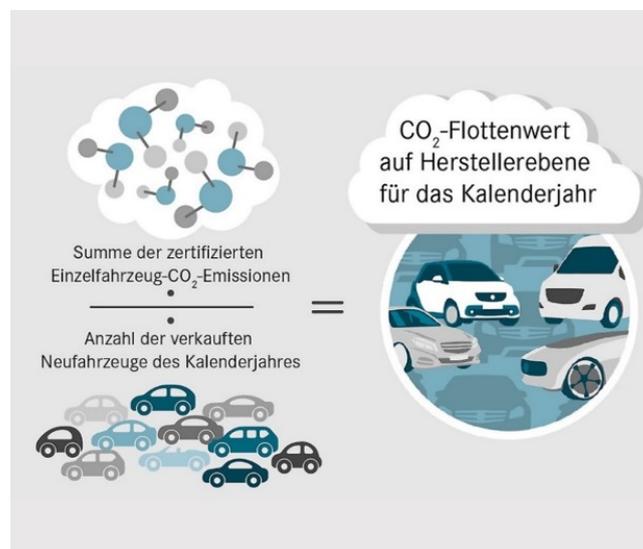


Abb. 1.1: CO₂-Flottenverbrauch ³

¹daimler.com 2020

²vgl. daimler.com 2020

³unverändert übernommen aus daimler.com 2020

1.2 Entwicklung der CO₂-Emissionen in Europa

Abbildung 1.2 ist ein Säulendiagramm, welche die CO₂-Emissionen des Unternehmens von 1996 bis 2019 darstellt. Die Abszisse stellt die Geschäftsjahre dar, die Ordinate die jeweiligen CO₂-Emissionen des Jahres. Die Werte beziehen sich rein auf die Mercedes-Benz Cars, sprich auf die Pkws. Im Jahr 1996 betrug der Wert $230g\frac{CO_2}{km}$, im Jahr 2019 nur noch $135g\frac{CO_2}{km}$. Das entspricht einer Reduktion von ungefähr -41% . Man erkennt sofort am linearen Trend, dass die Werte in den folgenden Jahren stetig sinken werden. Im Geschäftsjahr 2019 jedoch sind die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Pkw-Gesamtflotte in Europa gegenüber 2018 gestiegen. Die Gründe dafür sind laut dem Geschäftsbericht die Verschiebung des Absatzes weg vom Diesel hin zum Benziner und die Zertifizierungsumstellung des WLTP im Jahre 2019 sind wirksam geworden.⁴

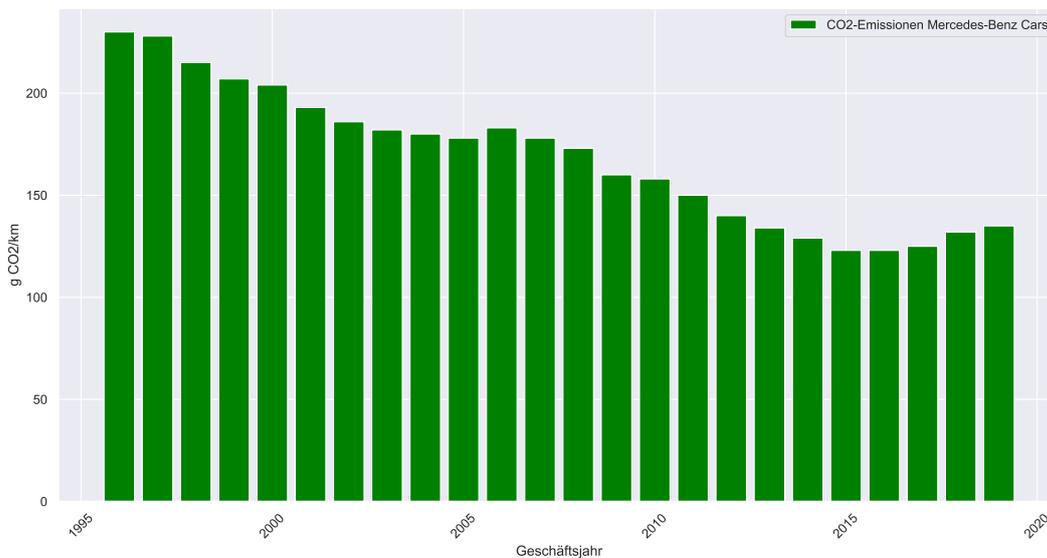


Abb. 1.2: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Europa⁵

1.3 Neuer Prüfzyklus WLTP

25 Jahre lang war der Neuer Europäischer Fahrzyklus (NEFZ) der gültige Prüfzyklus für Fahrzeuge in der Europäischen Union. Seit dem ersten September 2017 gibt es das neue Prüfverfahren WLTP. Der wohl größte Vorteil für den Kunden ist, dass dieser einen realistischeren Vergleichsmaßstab der Verbrauchs- und Emissionswerte verschiedener Fahrzeugmodelle hat. Außerdem ergeben sich auch Vorteile für den Hersteller: Dieser hat nun eine rechtlich zuverlässige Grundlage zur Zertifizierung neuer Fahrzeuge. Des Weiteren werden mit dem neuen Prüfverfahren zusätzlich die Emissionen von Fahrzeugen im realen Straßenverkehr ermittelt. Letzteres schreibt die neue Euro Norm 6d TEMP vor.⁶

⁴vgl. ebd.

⁵unverändert übernommen aus ebd.; Geschäftsbericht Daimler AG 2017-2019

⁶vgl. ebd.

1.4 Mögliche Strafzahlungen ab 2020

Die Beschlüsse für die Grenzwerte treffen das Europäische Parlament und der Rat der EU-Staaten. Der aktuell vorgegebene Grenzwert bis 2021 beträgt $95g\frac{CO_2}{km}$. Der Grenzwert soll außerdem von 2021 bis 2030 um weitere 37,5% sinken. Bei Mercedes-Benz Cars (MBC) liegt der Ausstoß aufgrund des höheren Flottengewichts bei ca. $105g\frac{CO_2}{km}$ bis 2024. Ab 2020 drohen dennoch Strafzahlungen: Für jedes Gramm CO_2 über dem Zielwert und für jedes verkaufte Fahrzeug muss der Hersteller 95€ Strafe zahlen.⁷

Daimler will den CO_2 -Ausstoß im Jahr 2020 um 20% senken.⁸ Gegenüber dem Vorjahr von $135g\frac{CO_2}{km}$ soll der Ausstoß nun $108g\frac{CO_2}{km}$ betragen. Der Grenzwert beträgt ab 2020 jedoch $105g\frac{CO_2}{km}$ (Hauptgrund des höheren Flottenwerts ist die große Nachfrage nach schweren Sport Utility Vehicles (SUVs)).⁹ Ein höheres Durchschnittsgewicht entspricht einem höheren CO_2 -Grenzwert. 2019 entsprach der Automobilabsatz 2.385.432 Personenwagen.¹⁰ Würde Daimler im aktuellen Geschäftsjahr denselben Absatz erreichen, käme folgende Strafzahlung in Betracht:

$$\frac{95}{g\ CO_2} \text{ €} * \frac{3g\ CO_2}{Personenwagen} * 2.385.432\ Personenwagen = 679.848.120\text{€}.$$

2 Ziele und Strategie zur Einhaltung der EU Grenzwerte

Klimaschutz und Luftreinhaltung ist ein Kernelement der nachhaltigen Geschäftsstrategie von Daimler. Folgende Abbildung 2.1 zeigt etwaige Ziele des Unternehmens. Bis 2039 soll die Neufahrzeugflotte CO_2 -neutral werden. Ab 2022 soll auch die Produktion CO_2 -neutral werden. Im Jahr 2030 soll der Anteil des Pkw-Absatzes von Plug-in-Hybriden oder rein elektrischen Fahrzeugen mehr als 50% betragen. Ebenso sollen im gleichen Jahr die CO_2 -Emissionen der Pkw-Neuwagenflotte um mehr als 40% reduziert werden. Die Zielsetzung umfasst dabei alle Wertschöpfungsstufen des Automobils (von der Lieferkette über die Produktion bis hin zur Nutzungsphase und Entsorgung der Fahrzeuge).¹¹

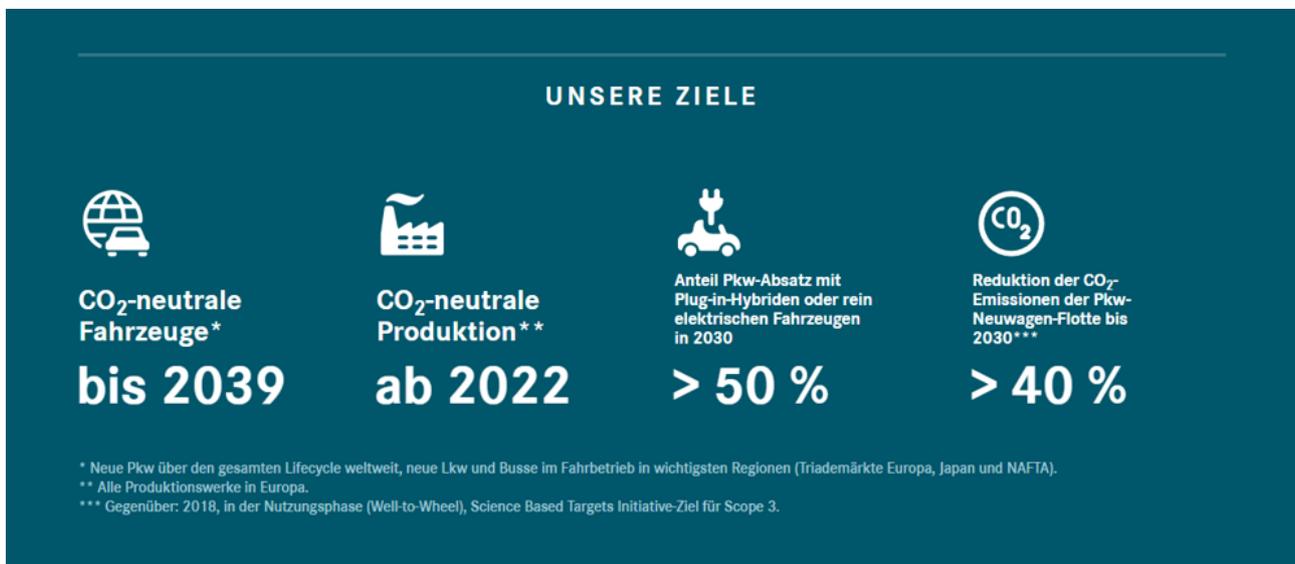


Abb. 2.1: Ziele der Daimler AG¹²

⁷ vgl. daimler.com 2020

⁸ vgl. bnn.de 2020

⁹ vgl. spiegel.de 2019

¹⁰ vgl. daimler.com 2020

¹¹ vgl. daimler.com 2020

¹² unverändert übernommen aus ebd.

North American Free Trade Agreement (NAFTA) ist ein nordamerikanisches Freihandelsabkommen zwischen den Vereinigten Staaten von Amerika, Kanada und Mexiko (seit 01.01.1994 in Kraft)¹³.

2.1 Ambition 2039

Die Strategie „Ambition 2039“ bezieht sich auf das vorherige Zitat des Vorstandsvorsitzenden Ola Källenius.

In den kommenden zwei Jahrzehnten wird das Produktportfolio grundlegend verändert, um die Ziele zu verwirklichen. Der Weg zu emissionsfreier Mobilität umfasst Elektrofahrzeuge mit Batterie- und Brennstoffzellenantrieb, weitere Effizienzsteigerung durch Hybridisierung und Weiterentwicklung der Fahrzeuge mit modernsten Verbrennungsmotoren. 2022 soll es in allen Segmenten u.a. MBC mehrere elektrifizierte Varianten geben. Bis zum Jahr 2025 wird ein Absatzanteil von rein elektrischen Fahrzeugen von bis zu 25% angestrebt. Bis 2030 sollen mehr als 50% des Pkw-Absatzes mit Plug-in-Hybriden oder rein elektrischen Fahrzeugen erzielt werden. Ab 2039 strebt man eine CO_2 -Neutralität der Pkw-Neuwagenflotte an.¹⁴

2.2 Auf welche Technologie setzt die Daimler AG in Zukunft?

In diesem Unterabschnitt wird die Strategie zur Einhaltung der EU-Grenzwerte erläutert.

2.2.1 Strategie zur Einhaltung der EU Grenzwerte

Für alle Fahrzeugvarianten entwickelt Daimler elektrifizierte Modellvarianten. Der Fokus ist klar auf die batterieelektrische Mobilität gerichtet. Daimler verfolgt ebenso weitere Lösungsansätze, wie den Brennstoffzellenantrieb oder den Einsatz sogenannter Electric Fuels (E-Fuels).¹⁵ Bei E-Fuels handelt es sich um synthetische, sprich künstliche Kraftstoffe. Sie werden aus Strom, Wasser und Kohlendioxid hergestellt.¹⁶ Auf das Thema E-Fuels wird im Abschnitt 3.7 näher eingegangen.

Daimler ermöglicht den Kundinnen und Kunden Zugang zu nutzerfreundlichen Services rund um die Elektromobilität und beteiligt sich am Ausbau der Ladeinfrastruktur. Über den Service Mercedes me Charge erhalten Fahrer eines Mercedes-Benz EQC oder Plug-in-Hybrid-Modells mit der neuesten Infotainmentgeneration Mercedes-Benz User Experience (MBUX) optional Zugang zu einem der weltweit größten Ladenetze mit alleine in Europa über 300 verschiedenen Betreibern von öffentlichen Ladestationen (z.B. in Städten, auf Parkplätzen, an Autobahnen oder Einkaufszentren). Mercedes me Charge ermöglicht auch den Zugang zu den Schnellladestationen des gesamteuropäischen Schnellladnetzwerks von IONITY. IONITY plant entlang der Hauptverkehrsachsen in Europa, bis 2020 ca. 400 Schnellladestationen zu errichten und zu betreiben. Dieses Ladenetz soll bis Ende 2020 in 24 europäischen Ländern zu 100% mit erneuerbarem Strom betrieben werden. IONITY wurde im November 2017 als Gemeinschaftsunternehmen der BMW Group, der Mercedes-Benz AG, der Ford Motor Company und des Volkswagen Konzern mit Audi und Porsche gegründet.

Im September 2019 hat Daimler eine Nachhaltigkeitspartnerschaft mit Farasis Energy Co., Ltd. in Ganzhou geschlossen. Das Unternehmen ist ein chinesischer Entwickler und Anbieter von Lithium-Ionen-Batterietechnologien. Die Partnerschaft umfasst u.a. den Bezug von Batteriezellen aus CO_2 -neutraler Produktion. Der Lieferant nutzt Strom aus erneuerbaren Energiequellen (Wasserkraft, Wind- und Solarenergie).

Schlussfolgernd bekennt sich Daimler klar zu den CO_2 -Zielen beim Flottenverbrauch.

Die Pkw-Neuwagenflotte soll gemäß der Strategie Ambition 2039 innerhalb weniger als drei Produktlebenszyklen CO_2 -neutral werden. Die Strategie stellt Daimler vor eine Aufgabe, die sehr teuer ist.¹⁷

¹³vgl. spektrum.de 2014

¹⁴vgl. daimler.com 2020

¹⁵vgl. daimler.com 2020

¹⁶vgl. nachhaltigkeitsbericht.daimler.com 2020

¹⁷vgl. daimler.com 2020

3 Ist Mercedes mit Ihrer Produktpalette auf dem richtigen Weg?

In diesem Kapitel wird erläutert mit welchen technischen Mitteln und Fahrzeuge die Daimler AG ihre CO_2 -Ziele erreichen will. Dabei wird die neue Produktmarke EQ vorgestellt, sowie deren verschiedenen Antriebskonzepte für eine nachhaltige Mobilität. Zum Schluss wird erklärt, wie sich die Daimler AG heute und auch in der Zukunft eine zuverlässige Batterieentwicklung- und Produktion sicherstellt.

3.1 EQ – Electric Intelligence

Im Jahr 2016 gründete die Daimler AG eine neue Produktmarke, welche für die Elektromobilität steht. Die neue Marke „EQ“ wirbt mit dem Slogan „Electric Intelligence“, also einer elektrischen und intelligenten Zukunft. Die Marke bietet neben dem Verkauf der Fahrzeuge auch viele Angebote und Dienstleistung rund um die Elektromobilität an. Dabei geht es zum Beispiel um die Installation einer Wall-Box, damit man sein Fahrzeug bequem und schnell von zu Hause laden kann. Außerdem werden noch weitere Ladeservices bis hin zu einem Home-Energiespeichersystem angeboten. Wir konzentrieren uns in dieser Ausarbeitung jedoch nur auf die Fahrzeuge mit der neuen „EQ“ Technik. Um allen Kundenbedürfnissen gerecht zu werden, bietet EQ drei Möglichkeiten zur nachhaltigen Mobilität an. Man unterscheidet zwischen den EQ-Fahrzeugen mit rein elektrischem Antrieb (Electric Vehicle (EV)) und Hochvolt-Bordnetz, den EQ-Power Fahrzeugen als Plug-In Hybride (Plug-In Hybrid Electric Vehicle (PHEV)) und als kleine Einstiegsvariante die EQ-Boost Fahrzeuge (Mild Hybrid Electric Vehicle (MHEV)) mit einem ISG und einem 48V Bordnetz.¹⁸ Folgende Abbildung 3.1 zeigt das EQ Markenlogo.



Abb. 3.1: EQ Markenlogo¹⁹

¹⁸vgl. daimler.com 2020

¹⁹unverändert übernommen aus ebd.

3.2 EQC – Der erste elektrische Mercedes

Im Jahr 2019 hat Mercedes unter der bereits angesprochenen Marke EQ ihr erstes rein elektrisches Fahrzeug auf den Markt gebracht. Der neue „EQC“ (vgl. Abbildung 3.2) ist im Geländewagen-Segment angesiedelt und hat einen Bruttolistenpreis in der Basisausstattung von 72.000€. Der EQC hat laut Herstellerangaben eine Reichweite bis zu 471 km (NEFZ-Zyklus). Durch die Recherche verschiedener unabhängigen Fahrberichte des EQC, wurde im Durchschnitt jedoch nur eine Reichweite von 335 km erreicht.²⁰

Im Vergleich zu anderen Herstellerfahrzeugen in der gleichen Fahrzeugklasse wird deutlich, dass die Neuzulassungen des EQC deutlich geringer sind. Die folgenden Tabelle 1 stellt einen Vergleich der Neuzulassungen in den Monaten März 2020 bis Mai 2020 dar. Dabei wurden der Audi e-tron und der Tesla Model 3 als Vergleichsfahrzeuge herangezogen.²¹

Tab. 1: Vergleich der Neuzulassungen²²

Model	März 2020	April 2020	Mai 2020
Mercedes EQC	93	23	44
Audi e-tron	721	246	583
Tesla Model 3	2034	519	244



Abb. 3.2: Mercedes-Benz EQC²³

²⁰ vgl. adac.de 2020

²¹ vgl. goingelectric.de 2020

²² unverändert übernommen aus ebd.

²³ unverändert übernommen aus daimler.com 2020

3.2.1 EQC Antriebssystem

In der Abbildung 3.3 ist der Antriebsstrang des EQC dargestellt. Der EQC besitzt an der Vorder- und Hinterachse jeweils einen asynchronen Elektromotor. Durch das sogenannte Torque Shifting kann die Drehmomentverteilung je nach Fahrsituation angepasst werden und man erreicht dabei die Fahreigenschaften eines Allradantriebs.

Die Systemleistung der beiden elektrischen Antriebsmodule beträgt zusammen 300kW mit einem Drehmoment von 765Nm . Die asynchronen Elektromotoren können auch als Generator betrieben werden, in dem sie bis zu 80% der Bremsenergie in elektrische Energie umwandeln.

Der DC/DC-Wandler, welcher im EQC als Tiefsetzsteller fungiert, versorgt das 12V Bordnetz vom HV-Bordnetz aus. Das 12V Bordnetz hat auch im EQC noch eine wichtige Rolle, da es noch einige Verbraucher gibt, welche auf 12V ausgelegt sind.²⁴

Auf die verbaute HV-Batterie und den verschiedenen Lademöglichkeiten wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

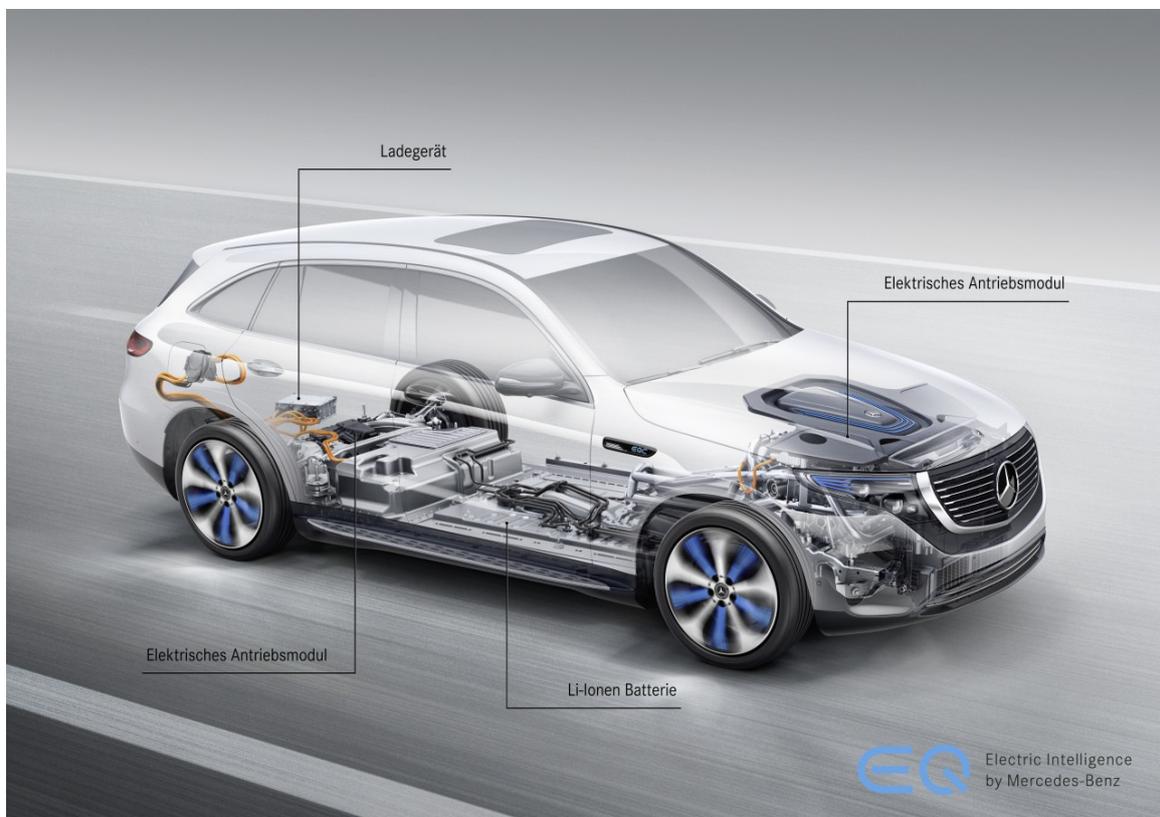


Abb. 3.3: Antriebsstrang des EQC²⁵

²⁴vgl. blog.mercedes-benz-passion.com 2020

²⁵unverändert übernommen aus edison.media.html 2018

3.2.2 EQC – Batterie- und Ladetechnik

Im EQC ist eine Lithium-Ionen-Batterie (vgl. Abbildung 3.4) verbaut, welche eine Kapazität von $80kWh$, eine Leistung von $300kW$ sowie eine Nennspannung von $408V$ besitzt. Die Batterie besteht aus sechs Modulen, welche insgesamt aus 384 Batteriezellen bestehen. Damit die Batterie ihre beste Leistung geben kann, muss die Batterietemperatur optimal geregelt werden. Dies wird mit Hilfe einer Flüssigkeitskühlung und einer Batterieheizung erreicht. Mit einem Gewicht von $650Kg$, nimmt die HV-Batterie ungefähr 27% des Fahrzeugleergewichts ein.²⁶

Der EQC bietet zwei verschiedene Möglichkeiten an, die HV-Batterie von außen zu laden. Dabei kann mit Hilfe eines Typ 2 Stecker das Fahrzeug mit maximal $7,2kW$ und Wechselstrom geladen werden. Die Zeit um die Batterie von 10% auf 80% State of Charge (SoC) zu laden beträgt bei dieser Ladevariante 11 Stunden. Ein schnelles Laden ermöglicht der CCS-Stecker, welcher das Laden mit Gleichstrom und einer maximalen Leistung von $110kW$ ermöglicht. Die Zeit beträgt in diesem Fall von 10% auf 80%SoC ungefähr 40 Minuten.²⁷



Abb. 3.4: Aufbau HV-Batterie EQC²⁸

3.3 Ausblick der zukünftigen Elektrofahrzeugflotte

Die EQ-Familie rund um den EQC wird in Zukunft um weitere Elektrofahrzeuge erweitert. Die folgenden Daten sind keine offiziellen Quellen, sondern nur Vermutungen aus verschiedenen Online-Zeitschriften.

Ende 2020 erwartet man, dass der EQA (vgl. Abbildung 3.5) seine Premiere feiern wird. Dieses Fahrzeug ist der Kompaktklassen zuzuordnen und wird preislich deutlich billiger als der EQC sein. Für den Oberklassenbereich will man 2021 mit dem EQS (vgl. Abbildung 3.6) auf den Markt gehen. Dieses Fahrzeug wurde bereits durch offizielle Pressemitteilungen und Messeausstellungen als „Vision EQS“ vorgestellt. Mit dem EQB (vgl. Abbildung 3.7), wird man 2022 einen weiteren elektrischen Geländewagen auf den Markt bringen.

In Zukunft wird es sehr interessant werden, inwieweit Mercedes mit ihrer Elektrofahrzeugflotte mit der Konkurrenz mithalten kann.²⁹

²⁶vgl. ebd.

²⁷vgl. kunzmann.de 2020

²⁸unverändert übernommen aus mercedes-fans.de 2020

²⁹vgl. autozeitung.de 2020, auto-motor-und-sport.de 2019, 2020



Abb. 3.5: EQA³⁰



Abb. 3.6: EQS³¹



Abb. 3.7: EQB³²

³⁰unverändert übernommen aus daimler.com 2020

³¹unverändert übernommen aus mercedes-benz.com 2020

³²unverändert übernommen aus mercedes-fans.de 2020

3.4 EQ Power – Plug-In Hybrid (PHEV)

Mit der EQ Power Technologie bezeichnet Mercedes-Benz seine Plug-In Hybrid Fahrzeuge (PHEV). In der folgenden Tabelle 2, werden die wichtigsten Merkmale der zwei verschiedenen Hybridvarianten aufgelistet. Eine Variante ist die Kombination des Verbrennungsmotor als Quermotor mit einer permanent erregten Synchronmaschine, welche an das 8-Gang Doppelkupplungsgetriebe gekoppelt ist. Die zweite Variante ist die Kombination des Verbrennungsmotors als Längsmotor mit einer permanent erregten Synchronmaschine, welche in das 9-Gang Automatikgetriebe integriert ist.³³

Tab. 2: Vergleich der Hybridvarianten³⁴

	Quermotor(Verbrennungsmotor)	Längsmotor (Verbrennungsmotor)
Baureihen (Bsp.)	A 250e	S 560e, GLE 350de
E-Maschine	- Permanent erregte Synchronmaschine - Mit 8-Gang Doppelkupplungsgetriebe gekoppelt	- Permanent erregte Synchronmaschine - Integriert in 9-G-Tronic Automatikgetriebe
Leistung E-Maschine	75kW	100kW
Energieinhalt HV-Batterie	15,6kW	31,2kW
Lademöglichkeiten	- 3,7kW (AC) serienmäßig - 7,4kW (AC) optional - 24kW (DC) optional	- 7,4kW (AC) serienmäßig - 60kW (DC) optional
- Ladedauer von 10-100% SoC	- 7,4kW (AC) → 1h 45min	- 7,4kW (AC) → k.A.
- Ladedauer von 10-80% SoC	- 24kW (DC) → 25min	- 60kW (DC) → 20min
Elektrische Reichweite (NEFZ-Zyklus)	bis zu 77km	bis zu 106km

³³vgl. de.motor1.com 2020

³⁴unverändert übernommen aus ebd.

3.4.1 PHEV System am Beispiel der A-Klasse 250e

Die Abbildung 3.8 zeigt ein Plug-In System am Beispiel der A-Klasse 250e. Die E-Maschine ist im Motorraum an das 8-Gang Doppelkupplungsgetriebe gekoppelt. Außerdem ist im Motorraum die Leistungselektronik, sowie ein DC/DC-Wandler verbaut, welcher als Tiefsetzsteller das 12V Bordnetz versorgt.

Unter der hinteren Sitzreihe ist eine Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt (Li NMC) Batterie verbaut. Die orangenen HV-Leitungen führen von der Batterie vor zur Leistungselektronik und DC/DC-Wandler und nach hinten zum DC- sowie AC-Ladegerät.

Die A-Klasse 250e kann über die Ladedose und mit Hilfe der beiden verbauten Ladegeräte sowohl mit Wechsel- als auch Gleichstrom geladen werden.³⁵

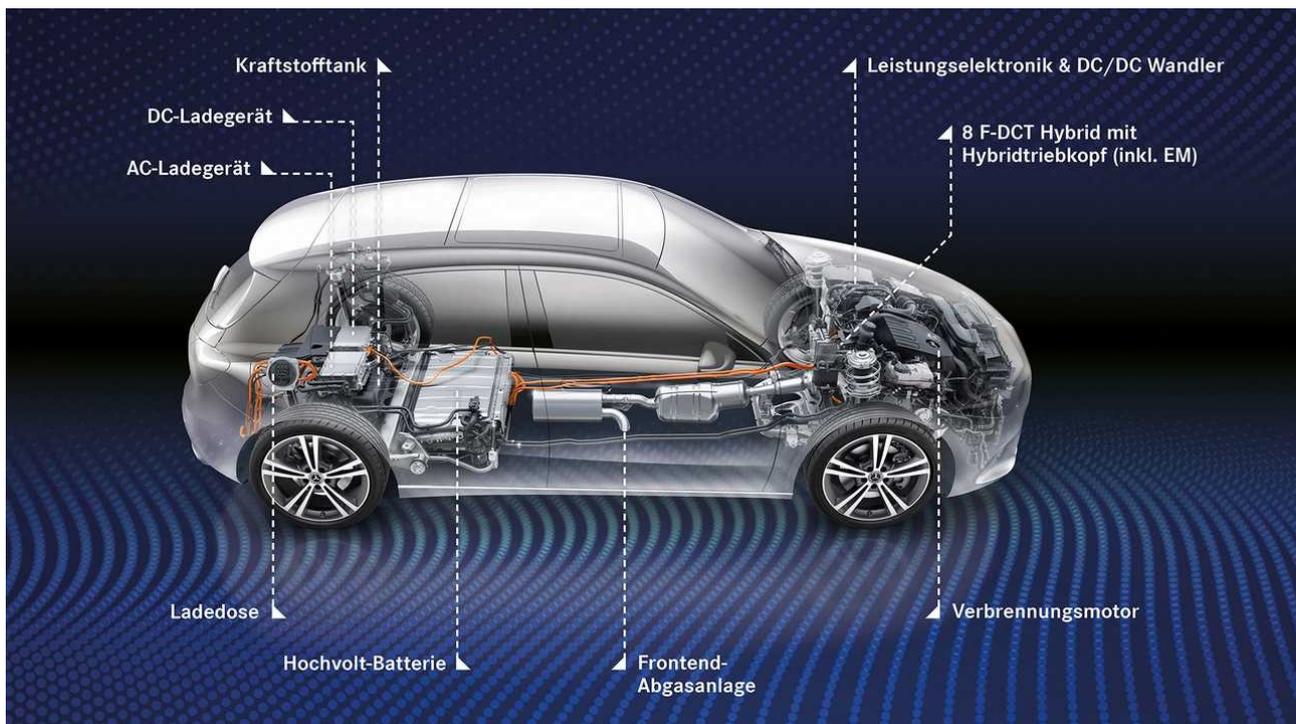


Abb. 3.8: Plug-In System der A-Klasse 250e³⁶

³⁵vgl. ebd.

³⁶unverändert übernommen aus ebd.

3.5 Aktuelle Plug-In Hybrid Flotte

In Abbildung 3.9 sind die aktuellen Plug-In Hybrid Fahrzeuge der Mercedes-Benz AG dargestellt.

Wie man sieht gibt es schon heute eine große Anzahl an Plug-In Hybride verschiedener Fahrzeugklassen. In naher Zukunft will man für das komplette Produktportfolio eine Plug-In Hybrid Alternative entwickeln.

Es ist sehr gut zu erkennen, dass die Daimler AG auf dem richtigen Weg ist, ihre CO_2 – Ziele zu erreichen und somit mögliche Strafzahlungen zu verhindern.



Abb. 3.9: Plug-In Hybrid Produktportfolio³⁷

3.6 EQ Boost – 48 V Mild Hybrid (MHEV)

Mit der EQ Boost Technologie bezeichnet Mercedes-Benz seine Fahrzeuge mit einem 48V Bordnetz. Dabei fungiert ein ISG, auf den im nächsten Abschnitt genauer eingegangen wird, als Elektromotor für den Antrieb sowie als Generator, um das Bordnetz zu versorgen.

Mit Hilfe der höheren Bordnetzspannung können nun zusätzliche elektrische Verbraucher im Fahrzeug verbaut werden. Zu diesen Verbrauchern gehören unter anderem ein elektrischer Zusatzverdichter (eZV), eine elektrische Wasserpumpe sowie ein elektrischer Klimakompressor.³⁸

Das zusätzlich verbaute 12V Bordnetz wird mit Hilfe eines DC/DC Wandlers als Tiefsetzsteller von der 48V Seite aus versorgt.³⁹

³⁷ unverändert übernommen aus mercedes-benz.de 2020

³⁸ vgl. auto-motor-und-sport.de 2017

³⁹ vgl. media.daimler.com 2020

3.6.1 Integrierter Starter Generator (ISG)

Der ISG (vgl. Abbildung 3.10) wurde zusammen mit dem 48V Bordnetz eingeführt und wird an Stelle des normalen Starter bzw. Anlasser verbaut. Dabei vereint der ISG einen Starter und Generator in einem leistungsstarken Elektromotor. In den meisten Fällen ist der ISG zwischen dem Motor und Getriebe als sogenannte P2-Konfiguration verbaut. Man erhofft sich eine CO_2 -Reduzierung von $7-12\frac{g}{km}$.

Mit Hilfe des 48V Bordnetzes kann der ISG neue innovative Funktionen im Fahrzeug abdecken, welche zuvor nur bei Hochvoltfahrzeugen möglichen waren. Eine dieser Funktionen ist z.B. die Boostfunktion, bei der man kurzzeitig den Verbrennungsmotor mit bis zu $250Nm$ Drehmoment und $16kW$ Leistung unterstützen kann. Außerdem ist es dank des ISG nun möglich, Bremsenergie zurückzugewinnen (Rekuperation) und den Verbrennungsmotor während der Fahrt auszustellen (Segeln).

Eine weitere neue Funktion ist das Start-Stopp-System 2.0. Hier wurde die normale Start-Stopp Funktion so erweitert, dass der Motor nun schon beim Heranrollen an eine Stoppphase bzw. während des Anhaltevorgangs ausgeschaltet wird. Somit wird ein Kurzstopp (unter zwei Sekunden) vermieden, da dadurch mehr Kraftstoff verbraucht wird als wenn man den Motor angelassen hätte.

Mit Hilfe des ISG kann nun auch eine energieeffiziente Leerlaufdrehzahl von 520 Umdrehungen pro Minute erreicht werden.⁴⁰

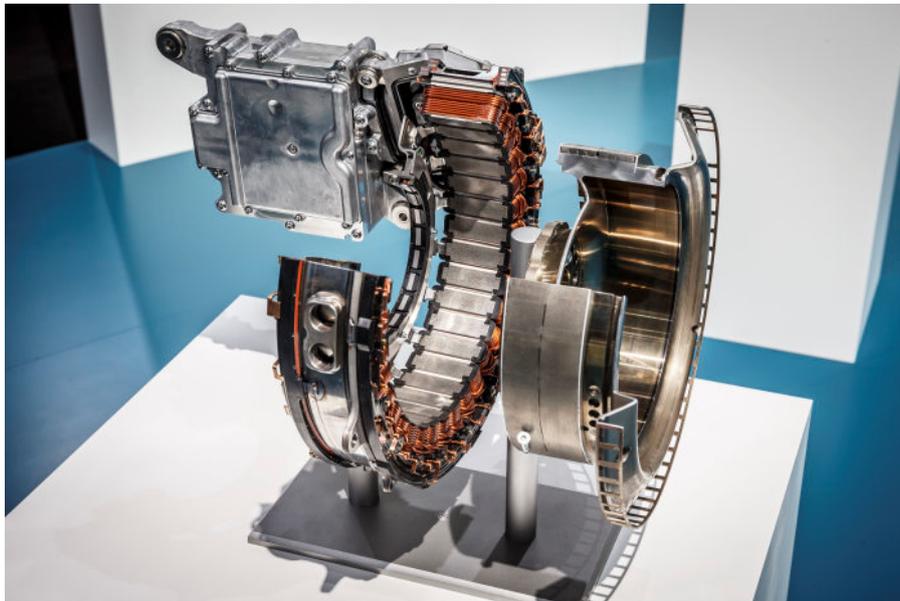


Abb. 3.10: Explosionsdarstellung des ISG⁴¹

⁴⁰vgl. ebd.

⁴¹unverändert übernommen aus media.daimler.com 2020

3.6.2 Die zweite Generation des ISG

Die neue Generation des ISG wird in der neuen Motorengeneration OM654 (Dieselmotor) und dem M254 (Benzinmotor) verbaut. Beide Motoren feiern ihre Premiere in der Modellpflege der E-Klasse, welche ab Mitte 2020 an den Kunden ausgeliefert wird.

Das ISG ist nun nicht mehr Teil des Motors, sondern wurde in das 9-Gang Automatikgetriebe integriert. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass diese Technologie mit verschiedenen Motoren kombiniert werden kann. Im Sinne des Gleichteilprinzips stellt dieses neue Konzept eine gute Lösung dar. Des Weiteren ist nun der Elektromotor, die Leistungselektronik und der Getriebekühler direkt im Getriebe verbaut, was eine Gewichtseinsparung und Effizienzsteigerung zur Folge hat.

Eine weitere neue Funktion ist das „Overboosten“. Mit Hilfe dieser Funktion kann der ISG bis zu 30 Sekunden die Maximalleistung um weitere 41PS anheben.⁴²

Folgende Abbildung 3.11 zeigt den OM654 und M254.



Abb. 3.11: OM654 und M254⁴³

⁴²vgl. auto-motor-und-sport.de 2020

⁴³unverändert übernommen aus mercedes-benz-passion.com 2020

3.7 Synthetische Kraftstoffe - E-Fuels

E-Fuels werden benötigt, fossile Energie durch regenerative zu ersetzen. Synthetische Kraftstoffe bestehen größtenteils aus Wasserstoff als Grundprodukt. Auf alle auf Wasserstoff basierenden E-Fuels können ohne Mengenbegrenzung hergestellt werden und ziemlich sauber verbrennen. Jedoch fallen aufgrund der vielen einzelnen Schritte hohe Wirkungsverluste an ($\eta = 10 - 15\%$).⁴⁴

Für das Unternehmen Daimler spielt die E-Fuels-Technologie noch keine große Rolle. Der Fokus liegt in der Elektromobilität.⁴⁵

Daimler stellt die Entwicklung von Brennstoffzellentechnik für seine Pkws vorläufig ein. Die Gründe dafür sind u.a. schwierige Marktbedingungen und die mangelnde Konkurrenzfähigkeit. Das Unternehmen will in naher Zukunft die Produktion des einzigen Brennstoffzellen-Pkw-Modells "GLC F-CELL" beenden.⁴⁶

Abbildung 3.12 zeigt den Mercedes-Benz GLC F-Cell.



Abb. 3.12: Mercedes-Benz GLC F-Cell⁴⁷

3.8 Vergleich der verbauten Batterien

Die folgende Tabelle 3 vergleicht die wichtigsten Merkmale der verbauten Batterien in den EVs, PHEVs und MHEVs.

Tab. 3: Vergleich der wichtigsten Merkmale der verbauten Batterien⁴⁸

	EV	PHEV	MHEV
Batterien-Art	Lithium-Ionen	Lithium-Nickel-Mangan-Cobalt	Lithium-Ionen
max. Spannung	408V	420V	52V
Energieinhalt	80kWh	15,6 – 31,2kWh	0,9kWh
Leistung	300kW	45 – 100kW	2,6 – 16kW
Gewicht	650kg	110kg	15kg

⁴⁴vgl. adac.de 2020

⁴⁵vgl. ecomento.de 2020

⁴⁶vgl. automobil-industrie.vogel.de 2020

⁴⁷unverändert übernommen aus imgr1.auto-motor-und-sport.de 2020

⁴⁸in Anlehnung an accumotive.de 2020, vgl. EQ Power: Die Plug-in-Hybrid-Familie, vgl. blog.mercedes-benz-passion.com 2019, vgl. vision-mobility.de 2020

3.9 Accumotive GmbH & Co.KG

Um zukünftig für den zunehmenden Bedarf an Hochvoltbatterien vorbereitet zu sein, hat die Daimler AG mit der „Accumotive GmbH & Co. KG“ eine 100%-ige Tochtergesellschaft gegründet. Dieses Tochterunternehmen entwickelt und produziert Batterien für die Hybrid- und Elektrofahrzeug-Flotte der Daimler AG. Dabei will man in erster Linie die Lieferprobleme von externen Batterielieferanten umgehen, da ohne eine Batterie auch kein Fahrzeug verkauft werden kann.

Die Produktion läuft bisher nur in Kamenz, jedoch hat Daimler schon neue Produktionsstätten angekündigt. Es sind insgesamt sieben neue Standorte auf drei Kontinenten in Planung. Die Investitionssummen belaufen sich hier auf mehr als eine Mrd. Euro.⁴⁹

Folgende Abbildung 3.13 zeigt das Unternehmenslogo der Accumotive GmbH & Co. KG.



Abb. 3.13: Unternehmenslogo der Accumotive GmbH & Co. KG⁵⁰

⁴⁹vgl. daimler.com 2020

⁵⁰unverändert übernommen aus wikipedia.org 2019

IV Literatur

- [1] NAFTA. In: spektrum.de, URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/nafta/5329>, 04.12.2014. Abruf 28.06.2020.
- [2] Daimler AG. Daimler Geschäftsbericht 2017.
- [3] Badische. Daimler will CO₂-Ausstoß von Autos 2020 um ein Fünftel senken. In: bnn.de, URL: <https://bnn.de/nachrichten/suedwestecho/daimler-will-co2-ausstoss-von-autos-2020-um-ein-fuenftel-senken>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [4] Daimler AG. Daimler Geschäftsbericht 2018.
- [5] Daimler AG. Daimler Geschäftsbericht 2019.
- [6] Daimler AG. EQ Power: Die Plug-in-Hybrid-Familie. 2019.
- [7] Mario Hommen and Jens Scheiner. Daimler stoppt Entwicklung für Pkw-Brennstoffzellen – Aus für GLC F-Cell. In: automobil-industrie.vogel.de, URL: <https://www.automobil-industrie.vogel.de/daimler-stoppt-entwicklung-fuer-pkw-brennstoffzellen-aus-fuer-glc-f-cell-a-927203/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [8] o.V. Die Zukunft fährt elektrisch – mit Batterien aus Kamenz | Accumotive. In: accumotive.de, URL: <https://www.accumotive.de/produkte.html>. Abruf 29.06.2020.
- [9] o.V. Mercedes-Benz EQC: Insiderwissen: Unter der Lupe: der Antrieb des vollelektrischen EQC - Sternstunde. In: mercedes-fans.de, URL: <https://www.mercedes-fans.de/magazin/sternstunde/mercedes-benz-eqc-insiderwissen-unter-der-lupe-der-antrieb-des-vollelektrischen-eqc-13637>. Abruf 29.06.2020.
- [10] o.V. Wie lange dauert das Laden meines Elektroautos? | Mercedes-Benz. In: kunzmann.de, URL: <https://www.kunzmann.de/de/services/lexikon/ladedauer-batterie-elektroauto/>. Abruf 29.06.2020.
- [11] o.V. In: imgr1.auto-motor-und-sport.de, URL: <https://imgr1.auto-motor-und-sport.de/Mercedes-GLC-F-Cell-169FullWidth0dcPortrait-de92f0d9-1154217.jpg>, 04.06.2020. Abruf 29.06.2020.
- [12] o.V. Blick auf das neu entwickelte Antriebssystem des EQC #SwitchToEQ #EQ - Mercedes-Benz Passion Blog / Mercedes Benz, smart, Maybach, AMG. In: blog.mercedes-benz-passion.com, URL: <https://blog.mercedes-benz-passion.com/2018/09/blick-auf-das-neu-entwickeltes-antriebssystem-des-eqc-switchtoeq-eq/>, 2018. Abruf 29.06.2020.
- [13] o.V. Mercedes EQC: Die Batterie im Detail. In: edison.media.html, URL: <https://edison.media/erklaeren/mercedes-eqc-die-batterie-im-detail/23004130.html>, 2018. Abruf 29.06.2020.
- [14] o.V. Datei:Deutsche Accumotive Logo.svg. In: wikipedia.org, URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Deutsche_Accumotive_Logo.svg, 2019. Abruf 29.06.2020.
- [15] o.V. CO₂-Ziele werden weltweit immer anspruchsvoller | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/nachhaltigkeit/klima/wltp/wltp-teil-5.html>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [16] o.V. Daimler im Überblick | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/konzern/ueberblick.html>, 2020. Abruf 28.06.2020.

- [17] o.V. Die wichtigsten Fragen zu Flottenverbrauch/-emissionen: CO₂-Ziele werden weltweit immer anspruchsvoller | marsMediaSite. In: daimler.com, URL: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Die-wichtigsten-Fragen-zu-Flottenverbrauch-emissionen-CO2-Ziele-werden-weltweit-immer-ans.html?oid=42508702>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [18] o.V. Elektrooffensive in der Produktion. | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/batteriefabriken-region-stuttgart.html>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [19] o.V. EQ - Electric Intelligence. Die neue Marke für Elektromobilität | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/eq-marke.html>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [20] o.V. Glossar - Daimler Nachhaltigkeitsbericht 2019. In: nachhaltigkeitsbericht.daimler.com, URL: <https://nachhaltigkeitsbericht.daimler.com/2019/anhang/glossar.html>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [21] o.V. Integrierter Starter-Generator (ISG) | marsMediaSite. In: media.daimler.com, URL: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/picture/Integrierter-Starter-Generator-ISG.xhtml?oid=11122996>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [22] o.V. Klimaschutz & Luftreinhaltung - Daimler Nachhaltigkeitsbericht 2019. In: daimler.com, URL: <https://nachhaltigkeitsbericht.daimler.com/2019/strategie/klimaschutz-luftreinhaltung.html>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [23] o.V. Mercedes-Benz Concept EQA - Elektroauto in der Kompaktklasse | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/innovation/case/electric/eqa.html>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [24] o.V. Mercedes-Benz Personenwagen. In: mercedes-benz.de, URL: <https://www.mercedes-benz.de/passengercars.html?group=alternative-fuel&subgroup=see-all&view=BODYTYPE>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [25] o.V. Mercedes: E-Fuels vorerst keine Alternative zu Elektroautos - ecomento.de. In: ecomento.de, URL: <https://ecomento.de/2020/05/26/mercedes-entwicklungschef-e-fuels-keine-elektroauto-alternative/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [26] o.V. Mercedes EQ von morgen: Elektro-SUV mit Stern Nr.3: So könnte der Mercedes EQB aussehen - Sternstunde. In: mercedesfans.de, URL: <https://www.mercedes-fans.de/magazin/sternstunde/mercedes-eq-von-morgen-elektro-suv-mit-stern-nr-3-so-koennte-der-mercedes-eqb-aussehen.15861>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [27] o.V. Mercedes EQA (2020): Neue Fotos, Preis & Reichweite | autozeitung.de. In: autozeitung.de, URL: <https://www.autozeitung.de/mercedes-eq-a-2020-preis-technische-daten-190886.html>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [28] o.V. Mercedes EQC Elektro-SUV: Test, Verbrauch, Reichweite | ADAC. In: adac.de, URL: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/mercedes/mercedes-eqc-elektro-suv/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [29] o.V. Mercedes erklärt seine zwei Arten von Plug-in-Hybrid-Antrieben. In: de.motor1.com, URL: <https://de.motor1.com/news/409979/mercedes-plug-in-hybridtechnik-macht-sich-bezahlt/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [30] o.V. Ola Källenius - Lebenslauf | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/konzern/corporate-governance/vorstand/kaellenius/>, 2020. Abruf 28.06.2020.

- [31] o.V. Starter-Generatoren und 48-V-Bordnetz: Ausdauernde Helfer | marsMediaSite. In: media.daimler.com, URL: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Starter-Generatoren-und-48-V-Bordnetz-Ausdauernde-Helfer.xhtml?oid=14316205>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [32] o.V. Synthetische Kraftstoffe/E-Fuels – Energie für die Zukunft? | ADAC. In: adac.de, URL: <https://www.adac.de/verkehr/tanken-kraftstoff-antrieb/alternative-antriebe/synthetische-kraftstoffe/#:~:text=Wasserstoff%20und%20alle%20auf%20Wasserstoff,%2D%20und%20Diesel%2DPkw%20einsetzbar.>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [33] o.V. Teil IV: CO₂-Flottencompliance: Der Grenzwert für den Klimaschutz | Daimler. In: daimler.com, URL: <https://www.daimler.com/nachhaltigkeit/klima/wltp/wltp-teil-4.html>, 2020. Abruf 28.06.2020.
- [34] o.V. Vierzylinder-Diesel OM 654 M kommt mit ISG - M 254 bekommt bis 272 PS. In: blog.mercedes-benz-passion.com, URL: <https://blog.mercedes-benz-passion.com/2020/05/vierzylinder-diesel-om-654-m-kommt-mit-isg-m-254-kommt-bis-zu-272-ps/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [35] o.V. Zulassungszahlen von Elektroautos und Plug-in Hybriden. In: goingelectric.de, URL: <https://www.goingelectric.de/zulassungszahlen/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [36] o.V. Mercedes-Benz VISION EQS. In: mercedes-benz.com, URL: https://www.mercedes-benz.com/de/eq/konzeptfahrzeuge/vision-eqs/?csref=sm_ytb_eq.html, 28.06.2020. Abruf 29.06.2020.
- [37] Johannes Reichel. Mercedes-Benz setzt massiv auf Plug-in-Hybrid-Antrieb. In: vision-mobility.de, URL: <https://vision-mobility.de/news/mercedes-benz-setzt-massiv-auf-plug-in-hybrid-antrieb-40975.html>. Abruf 29.06.2020.
- [38] Torsten Seibt. Mild-Hybride mit richtig Power. In: auto-motor-und-sport.de, URL: <https://www.auto-motor-und-sport.de/news/neue-topmotoren-bei-mercedes-mild-hybride-mit-richtig-power/>, 2017. Abruf 29.06.2020.
- [39] Torsten Seibt. Neue 4-Zylinder mit 48-Volt-System. In: auto-motor-und-sport.de, URL: <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/mercedes-m-254-om-654-isg-motoren/>, 2020. Abruf 29.06.2020.
- [40] D. E.R. SPIEGEL. Daimler: CO₂-Werte von Mercedes steigen sprunghaft - DER SPIEGEL - Mobilität. In: spiegel.de, URL: <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/daimler-co2-werte-von-mercedes-benz-steigen-sprunghaft-a-1253368.html>, 2019. Abruf 28.06.2020.
- [41] Holger Wittich and hwi. Hier fährt der Elektro-GLB. In: auto-motor-und-sport.de, URL: <https://www.auto-motor-und-sport.de/neuheiten/mercedes-eqb-2022-alle-infos-zum-elektro-glb/>, 2019. Abruf 29.06.2020.
- [42] Holger Wittich, hwi, Uli Baumann, and uba. Alle Infos zur elektrischen Oberklasse. In: auto-motor-und-sport.de, URL: <https://www.auto-motor-und-sport.de/elektroauto/mercedes-eqs-2021-infos-elektrische-oberklasse/>, 2020. Abruf 29.06.2020.

V Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erklären wir, dass wir dieses Dokument selbstständig und nur unter Benutzung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt haben und alle Ausführungen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, als solche gekennzeichnet sind. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen und ist auch noch nicht veröffentlicht.

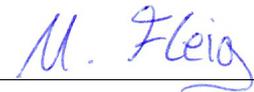
Wir sind uns bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Konstanz, den 29.06.2020

Ort, Datum



Unterschrift Manuel Struzyna



Unterschrift Marcin Fleig