

Life  
cycle **COMPACT**



# 360°-Umweltcheck Mercedes-Benz GLC F-Cell

Mercedes-Benz  
Das Beste oder nichts.





74 km/h

29 km 10:03

38 % POWER EQ

16:03

18:34

24.1km

Start route guidance

Stuttgart Airport  
70629 Leinfelden-Echterdingen  
+497112206610

Start new route guidance  
Set as next intermediate destination

NAV AUTO MENU

NAVI RADIO MEDIA TEL

DYNAMIC OFF PWR

VOL

# 360° - Umweltcheck Mercedes-Benz GLC F-CELL

Der Mercedes-Benz GLC F-CELL (Wasserstoffverbrauch kombiniert: 0,34 kg/100 km, CO<sub>2</sub>-Emissionen kombiniert: 0 g/km, Stromverbrauch kombiniert: 13,7 kWh/100 km)<sup>1</sup> ist ein weiterer Meilenstein der Daimler AG auf dem Weg zum emissionsfreien Fahren und untermauert das langjährige Engagement des Unternehmens auf dem Technologiefeld.

Beim neuen GLC F-CELL kommt weltweit erstmalig in einem Elektromobil mit Brennstoffzelle eine Lithium-Ionen-Batterie als zusätzliche Energiequelle zum Einsatz, die extern, via Plug-in-Technologie, geladen werden kann.

Mit dem Ausbau der Elektromobilität steht die Automobilindustrie vor neuen Herausforderungen. Als Premiumhersteller ist es unser Anspruch, Produkte zu entwickeln, die in ihrem Marktsegment besonders umweltverträglich sind. Umweltschutz ist bei Mercedes-Benz deshalb fester Bestandteil des Entwicklungsprozesses. Denn je früher die umweltgerechte Produktentwicklung („Design for Environment“) in den Entwicklungsprozess integriert ist, desto größer ist der Nutzen hinsichtlich einer Reduzierung von Umweltlasten und -kosten.

Entscheidend ist es, die Belastung der Umwelt durch Emissionen und Ressourcenverbrauch während des gesamten Lebenszyklus zu reduzieren. Diese umfassende Ökobilanz bis ins letzte Detail nennen wir den 360°-Umweltcheck. Er nimmt alle umweltrelevanten Aspekte eines Autolebens unter die Lupe: Von der Herstellung der Rohstoffe über die Produktion und den Fahrbetrieb bis zum Recycling am – im Falle Mercedes-Benz noch sehr weit entfernten – Ende eines Autolebens.

In der vorliegenden Broschüre fassen wir für Sie die Ergebnisse der Umweltbilanz für den GLC F-CELL in knapper Form zusammen.

Übrigens: Diese Ausgabe ist in elektronischer Form unter <http://www.mercedes-benz.com> verfügbar.

<sup>1</sup> Angaben zu Kraftstoffverbrauch, Stromverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen sind vorläufig und wurden vom Technischen Dienst für das Zertifizierungsverfahren nach Maßgabe des WLTP-Prüfverfahrens ermittelt und in NEFZ-Werte korreliert. Die EG-Typgenehmigung und eine Konformitätsbescheinigung mit amtlichen Werten liegen noch nicht vor. Abweichungen zwischen den Angaben und den amtlichen Werten sind möglich

Mercedes-Benz GLC F-CELL

# Einzigartige Hybrid-Kombination

Der Mercedes-Benz GLC F-CELL ist ein ganz besonderer Plug-in-Hybrid, denn er kombiniert erstmalig die innovative Brennstoffzellen- und Batterietechnik: er „tankt“ außer Strom auch reinen Wasserstoff.

Das intelligente Zusammenspiel zwischen Batterie und Brennstoffzelle, die hohe Reichweite und kurze Betankungszeiten machen den GLC F-CELL zu einem alltagstauglichen rein elektrischen Begleiter für Kurz- und Langstrecke.

Mit dem GLC F-CELL hat Mercedes-Benz einen wichtigen Schritt bei der Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie gemacht. Er verfügt über ein völlig neu entwickeltes Brennstoffzellensystem, das so kompakt ist, dass es erstmals vollständig im Motorraum untergebracht und an denselben Aufhängungspunkten wie ein konventioneller Motor montiert

wird. Zudem wurde der Einsatz von Platin in der Brennstoffzelle im Vergleich zur Vorgängergeneration um 90 Prozent reduziert. So werden Ressourcen geschont und Systemkosten verringert – ohne Abstriche in der Leistungsfähigkeit.

Die Lithium-Ionen-Batterie verfügt über eine Bruttokapazität von 13,5 kWh und dient als zusätzliche Energiequelle für den Elektromotor. Per Plug-in-Technologie lässt sie sich über den 7,4 kW Onboard-Lader an einer haushaltsüblichen Steckdose, einer Wallbox oder einer öffentlichen Ladestation bequem aufladen – bei Ausnutzung der gesamten Leistung in ca. 1,5 Stunden

von 10 auf 100 Prozent SoC (State of Charge). Ebenso wie der Antriebsmotor, eine Asynchronmaschine mit einer Leistung von 155 kW (211 PS) und einem Drehmoment von 365 Nm, ist der leistungsstarke Akkumulator platzsparend im Heck des SUV untergebracht. Zwei karbonfaserummantelte Tanks, die im Fahrzeugboden verbaut sind, fassen 4,4 kg Wasserstoff. Dank der weltweit standardisierten 700-bar-Tanktechnologie ist der Wasserstoffvorrat innerhalb von nur drei Minuten aufgefüllt – so schnell wie man es von einem Auto mit Verbrennungsmotor gewöhnt ist.



# Betriebsstrategie mit hoher Kombinationsvielfalt

Der innovative Plug-in-Brennstoffzellenantrieb kombiniert die Vorzüge beider emissionsfreien Technologien und passt aufgrund seiner intelligenten Betriebsstrategie die Nutzung beider Energiequellen, beeinflusst auch vom gewählten Fahrprogramm ECO, COMFORT oder SPORT, stets optimal an die jeweilige Betriebssituation an.

## Vier Betriebsmodi sind vorgesehen:

**HYBRID:** das Fahrzeug zieht Leistung aus beiden Energiequellen. Leistungsspitzen deckt die Batterie ab, die Brennstoffzelle wird im optimalen Wirkungsbereich betrieben.

**F-CELL:** der Ladezustand der Hochvoltbatterie wird durch die Energie der Brennstoffzelle konstant gehalten. Nur der Wasserstoffvorrat wird verbraucht. Dieser Modus ist optimal für konstante Fahrt auf Langstrecken.

**BATTERY:** der GLC F-CELL fährt rein batterieelektrisch, gespeist aus der Hochvoltbatterie. Das Brennstoffzellensystem ist nicht aktiv. Dies ist der ideale Modus für kurze Strecken.

**CHARGE:** das Laden der Hochvoltbatterie hat Priorität, beispielsweise um vor einem Wasserstoff-Tankvorgang die Batterie für die maximale Gesamtreichweite nachzuladen, oder Leistungsreserven zu schaffen.

In allen Betriebsmodi verfügt das System über eine Rekuperationsfunktion, die es ermöglicht, Energie beim Bremsen und beim Ausrollen zurückzugewinnen und im Akku zu speichern.

Die Intelligenten Sicherheitsassistenten von Mercedes-Benz sind beim GLC F-CELL ebenfalls sämtlich an Bord.

In allen Fahrzeugen, die rein elektrisch fahren können, haben ihre Sensoren eine zusätzliche Aufgabe: Sie unterstützen mit ihren Signalen die Antriebssteuerung bei der Wahl einer reichweiteschonenden, effizienten Strategie für die Nutzung der Energievorräte an Bord. Unter Berücksichtigung von Streckenverlauf, Gelände und Verkehrssituation wird die einmal in die Beschleunigung des Wagens gesteckte Energie intelligent genutzt. Der Fahrer kann natürlich immer auch andere Prioritäten setzen, aber er wird über dezente Hinweise informiert, was er intuitiv tun kann, um seine Reichweite zu optimieren.



Die Fakten

# Der Mercedes-Benz GLC F-CELL im 360°-Umweltcheck

Bereits bei der Entwicklung eines neuen Modells hat Mercedes-Benz dessen Umweltperformance während des gesamten Lebenszyklus im Blick. Lesen Sie auf den folgenden Seiten, wie der neue GLC F-CELL in den wichtigsten Bereichen der Ökobilanz – Ressourcenverbrauch und Emissionen – abschneidet.





**Klimafreundlicher Plug-in Hybridantrieb:**

Lokal emissionsfreies Fahren mit großer Reichweite.

**Sparsam (Werte nach NEFZ):**

Nur 0,34 kg H<sub>2</sub> /100 km kombiniert im Hybrid-Modus; Stromverbrauch kombiniert 13,7 kWh/100 km, 51 Kilometer batterieelektrische Reichweite.

**Ressourceneffizienter:**

Platineinsatz im Brennstoffzellensystem im Vergleich zur Vorgängergeneration um 90 % reduziert.

Die Ressourcen: Was in die Herstellung und Nutzung eines Autos fließt

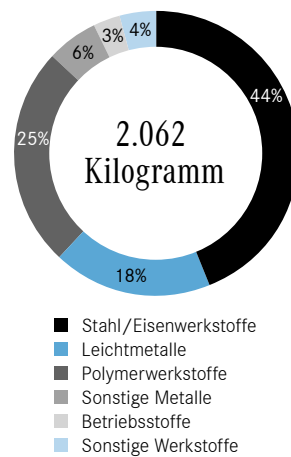
# Mehr mit weniger erreichen

In der Gesamtumweltbilanz kommt dem GLC F-CELL dauerhaft lokal emissionsfreies Fahren und die hohe Effizienz des elektrischen Antriebsstrangs zu Gute.

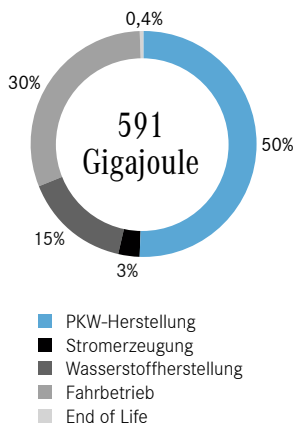
## Stoffliche Ressourcen

Die spezifischen Antriebskomponenten des GLC F-CELL führen in der Pkw-Herstellung zu einem höheren Material- und auch zu einem höheren Energieeinsatz. Durch den Entfall von Verbrennungsmotor, Getriebe und der Motor-/Getriebe-Peripherie reduziert sich der Stahl/Eisenwerkstoffanteil. Die Relevanz der Pkw-Herstellung nimmt dementsprechend zu.

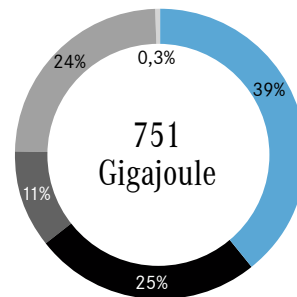
Mercedes-Benz GLC F-Cell



Regenerative H<sub>2</sub>- und Strom-Herstellung



H<sub>2</sub> Mobility / EU Strom-Mix



## Energetische Ressourcen

In der Nutzungsphase kommt dem GLC F-CELL die hohe Effizienz des elektrischen Antriebsstrangs zu Gute. Für die Analyse der GLC F-CELL Nutzungsphase wurden verschiedene Quellen für den benötigten Wasserstoff und den zur externen Batterieladung eingesetzten Strom untersucht.

Für die Wasserstoffherstellung wurden 2 Pfade analysiert: die Herstellung aus Erdgas über das Verfahren der Dampfreformierung und die Herstellung per Elektrolyse mit Strom aus Wasserkraft. Im „H<sub>2</sub> Mobility“-Szenario wird ein 50/50-Mix dieser beiden Pfade zugrunde gelegt. Die höchste Energieeffizienz wird durch die Verwendung von regenerativ

erzeugtem Strom für die Wasserstoffherstellung (per Elektrolyse) und das Laden der Hochvoltbatterie erzielt. Für den gesamten Pkw-Lebenszyklus ergibt die Analyse hier einen Primärenergiebedarf von 591 GJ, davon stammen 235 GJ aus fossilen und 357 GJ aus regenerativen Ressourcen. Wird die Brennstoffzelle mit dem H<sub>2</sub> Mobility

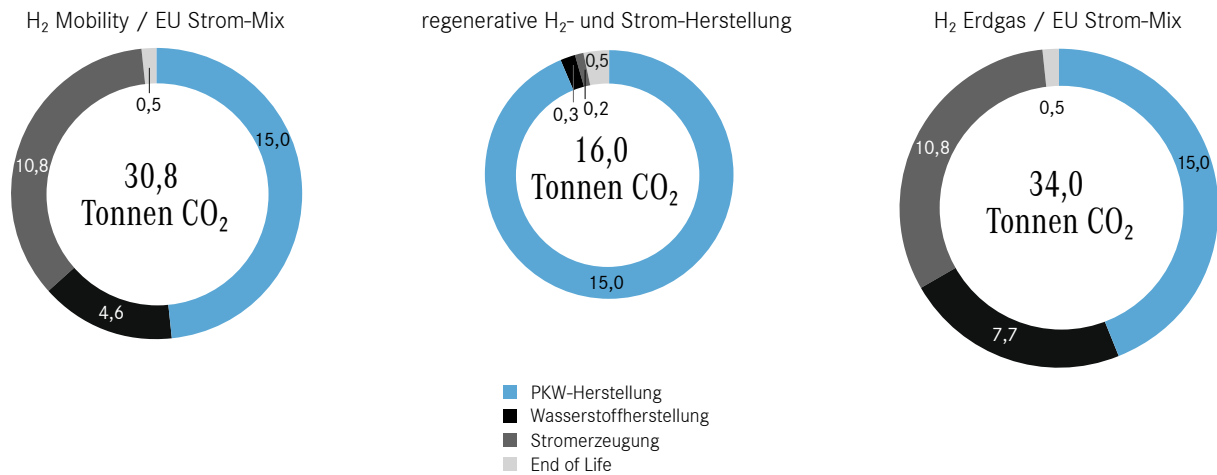
Wasserstoff-Mix betrieben und der EU Strom-Mix für das externe Laden verwendet, so bedingt der GLC F-CELL einen Primärenergiebedarf von 751 GJ.



Die Emissionen: Die CO<sub>2</sub>-Bilanz im Lebenszyklus

# Wasserstoff und Strom-Mix entscheiden

Für die CO<sub>2</sub>-Bilanz ist es entscheidend, ob der Wasserstoff für die Brennstoffzelle und der Strom für das externe Laden der Batterie regenerativ oder aus fossilen Quellen gewonnen werden.



Werte sind gerundet

## CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Analyse der Emissionen in den einzelnen Lebenszyklusphasen macht es deutlich: In der Nutzungsphase steckt noch immer das höchste Einsparpotenzial für die Reduzierung gerade des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Ein Ansporn übrigens auch für die Fahrer, möglichst effizient unterwegs zu sein.



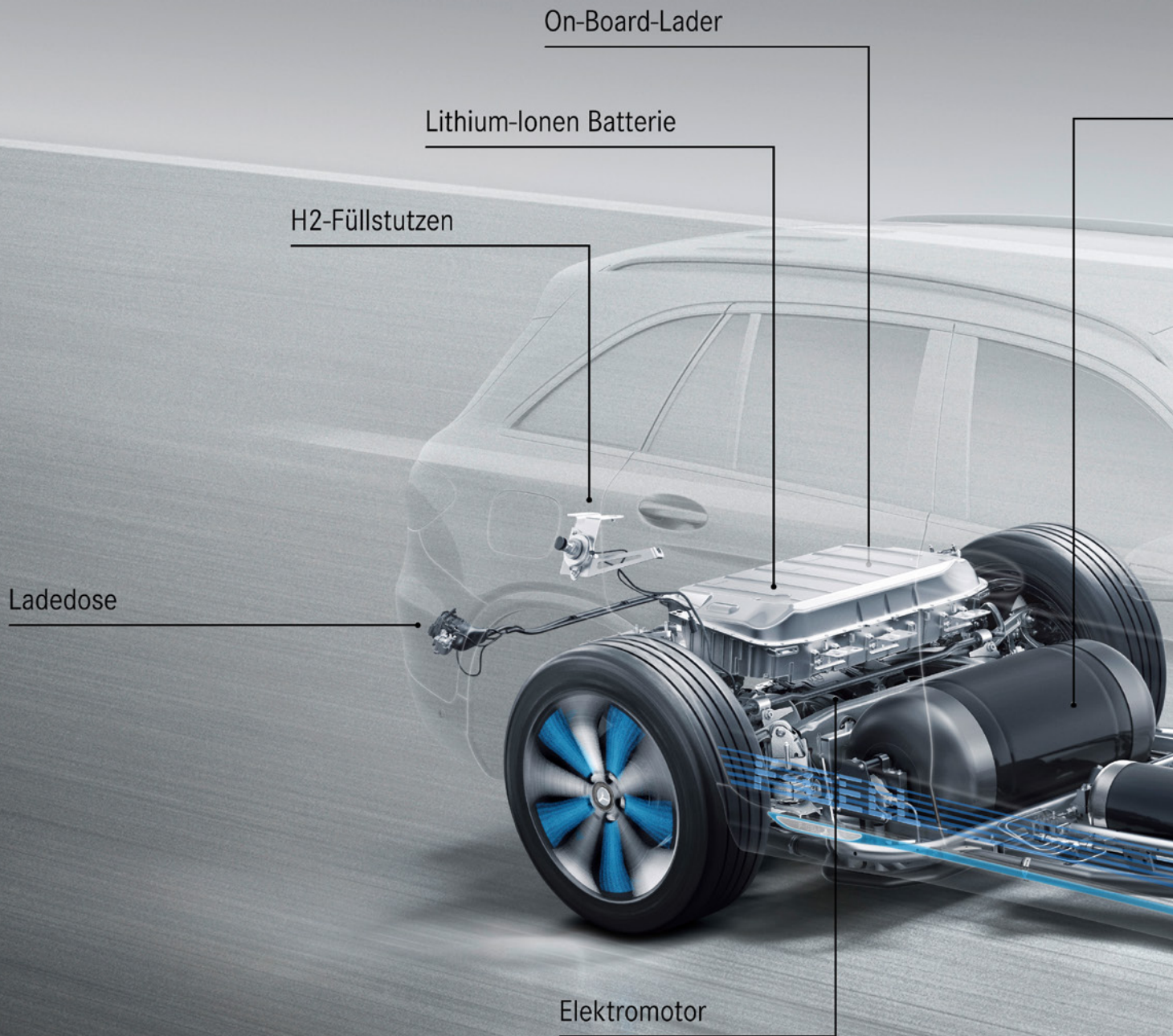
Mit der zunehmenden Elektrifizierung der Fahrzeuge rückt ein weiterer Faktor ins Blickfeld: Die Herstellung des Stroms, zum Laden der Batterien, sowie die Wasserstoffherstellung für die Brennstoffzelle. Erfolgt die Herstellung regenerativ über Wind- oder Wasserkraft, so können die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert

und nahezu auf dem Niveau der Pkw-Herstellung gehalten werden. Erfolgt die externe elektrische Aufladung mit dem europäischen Strom-Mix und wird dazu Wasserstoff aus Erdgas eingesetzt, so emittiert der GLC F-CELL in Summe 34 Tonnen CO<sub>2</sub> während des gesamten Lebenszyklusses. Mit dem H<sub>2</sub> Mobility

Wasserstoff-Mix (50 % regenerativ) können die CO<sub>2</sub>-Emissionen bereits um 3,2 Tonnen auf 30,8 t reduziert werden. Durch den Einsatz von komplett regenerativ erzeugtem Strom und Wasserstoff ist sogar eine Reduktion auf 16 Tonnen CO<sub>2</sub> möglich.

Mercedes-Benz GLC F-CELL im Röntgenblick

# Die wichtigsten Komponenten des GLC F-CELL



Wasserstofftanks

Brennstoffzellen-Antriebsystem



Electric Intelligence  
by Mercedes-Benz

Energie aus der Brennstoffzelle

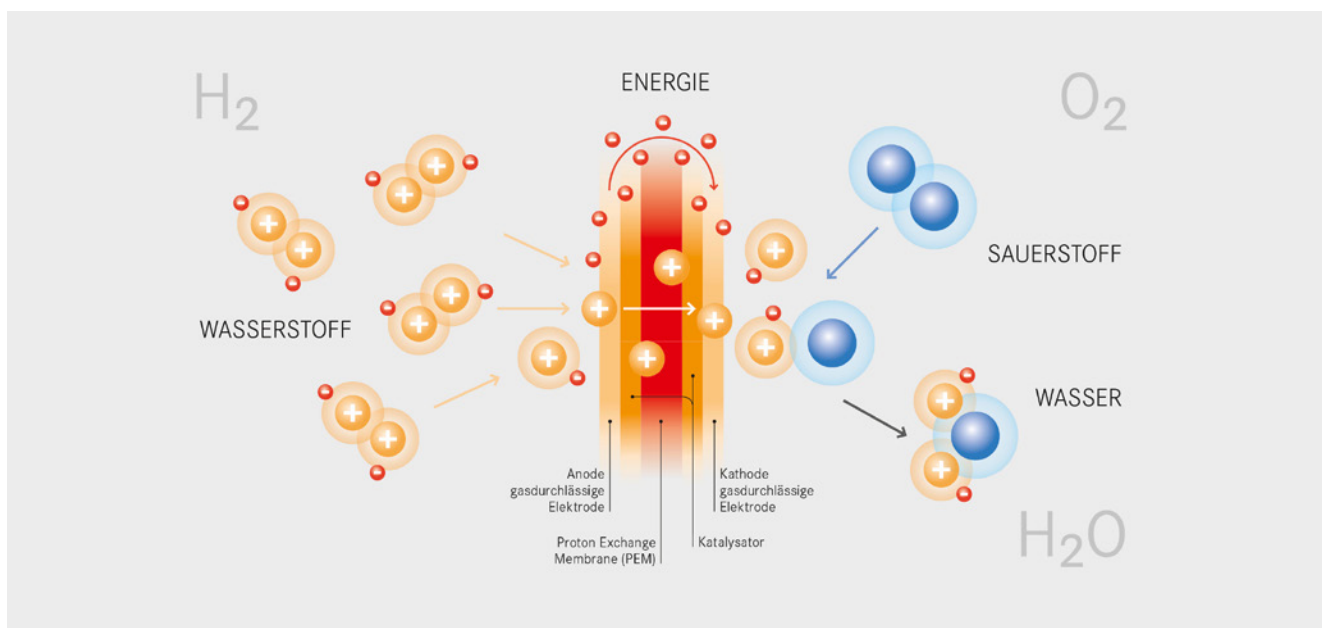
# Einfaches Prinzip mit hohem Wirkungsgrad

30 Prozent kleiner, 40 Prozent leistungsfähiger und mit Abmessungen, die die Unterbringung im Motorraum von Mercedes-Benz Fahrzeugen erlauben, sind die neuen Brennstoffzellensysteme flexibler als je zuvor.

Die PEM-Brennstoffzelle ist wie ein Sandwich aufgebaut. In der Mitte befindet sich eine dünne Kunststoffolie, die „Protonen-Austausch-Membran“ oder PEM (Proton Exchange Membrane). Diese Membran ist auf beiden Seiten mit einer dünnen Katalysatorschicht und einer gasdurchlässigen Elektrode beschichtet. Umgeben ist die Membran von zwei so genannten Bipolarplatten, in die Gaskanäle eingefräst sind.

Durch die Gaskanäle strömt auf der einen Seite Wasserstoff und auf der anderen Seite Sauerstoff. Der Katalysator zerlegt das Wasserstoffatom in Protonen und Elektronen. Die Protonen können die Membran durchdringen, die Elektronen nicht. Dadurch baut sich zwischen den beiden Elektroden eine Spannung auf.

Verbindet man die beiden Elektroden, fließt Gleichstrom. Weiterhin entstehen Wasser und Wärme als Reaktionsprodukte. Viele dieser einzelnen hintereinander geschalteten Brennstoffzellen ergeben einen Brennstoffzellen-Stapel (Stack), der zu einer leistungsfähigen Energiequelle wird, die das Fahrzeug antreibt.



Stetige Fortschritte bei der Infrastruktur

# Das Netz an Wasserstoff- und Elektrotankstellen wird dichter

Voraussetzung für den Erfolg der Elektromobilität ist eine flächendeckende Infrastruktur. Sowohl der Ausbau von Stromladestationen als auch von Wasserstofftankstellen wird weltweit forciert.

Ob zu Hause, bei der Arbeit, unterwegs oder beim Einkaufen: Die Möglichkeiten, Elektrofahrzeuge mit Strom zu versorgen, sind vielfältig. Auch in puncto H<sub>2</sub>-Infrastruktur geht es stetig voran. Daimler hat für Deutschland gemeinsam mit seinen Partnern im Joint Venture H<sub>2</sub> Mobility bereits einen konkreten Handlungsplan erstellt. Bis Ende 2019 soll das H<sub>2</sub>-Tankstellennetz von derzeit 51 auf 100 Stationen anwachsen. Das langfristige Ziel der Partner sieht ein Netz von bis zu

400 Wasserstofftankstellen vor. Ähnliche Infrastrukturprojekte werden in Europa, den USA und Japan vorangetrieben. Mit dem GLC F-CELL kommt eine Lithium-Ionen-Batterie als zusätzliche Energiequelle zum Einsatz, die extern, via Plug-in-Technologie, geladen werden kann. Die Möglichkeiten, diese mit Energie zu versorgen, sind sehr vielfältig: Ein Großteil der Ladevorgänge wird dabei zu Hause stattfinden.

Mit einer Wallbox ist dies nicht nur komfortabel, sondern auch schnell, denn die Wallbox erlaubt das Laden mit bis zu 22 kW. Über den 7,4-kW-Onboard-Lader kann die Batterie des GLC F-CELL bei Ausnutzung der gesamten Leistung innerhalb ca. 1,5 Stunden von 10 auf 100 % SoC (State of Charge) geladen werden.



# Hätten Sie gewusst, dass ...

## **... der britische Jurist und Physiker Sir William Robert Grove (1811-1896) im Jahr 1839 die erste Brennstoffzelle gebaut hat?**

Die Idee ist einfach, aber genial: Lässt man die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff unter kontrollierten Bedingungen miteinander reagieren, erzeugt dieser Prozess elektrische Energie. Das passiert auf direktem chemischem Weg, von Fachleuten auch als „kalte Verbrennung“ bezeichnet. Erst mehr als 120 Jahre nach dem großen Wurf von Grove wird dessen Technik wieder aktuell: In den 1960er Jahren sucht die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA nach einem leistungsfähigen Energiesystem für die bemannten Gemini- und Apollo-Missionen.

## **... die Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs bei Daimler bereits in den 1980er Jahren begonnen hat?**

Daimler Forscher befassen sich damals erstmals mit der kalten Verbrennung – der Erzeugung von Strom durch die Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff in einer Brennstoffzelle. Als Pionier stellt Mercedes-Benz 1994 das erste Brennstoffzellenfahrzeug mit Polymer-Elektrolyt-Membran der Weltöffentlichkeit vor – den NECAR 1. Viele weitere Fahrzeuge folgen, bis hin zur A-Klasse F-CELL Testflotte (2003). Mit der B-Klasse F-CELL kommt 2010 der erste unter Serienbedingungen gefertigte Elektro-Pkw mit Brennstoffzelle auf den Markt. Der Stadtbus Citaro FuelCELL Hybrid hat seit 2003 mehr als vier Millionen Kilometer im Linienverkehr zurückgelegt, derzeit sind 23 Busse in sechs europäischen Städten zur Erprobung im Einsatz.

## **... die Betankung von Brennstoffzellenfahrzeugen bereits seit 2002 weltweit und herstellerübergreifend standardisiert ist?**

Die Speicherung von Wasserstoff in Fahrzeugen ist für Forscher lange Zeit eine harte Nuss. Mit der Mercedes-Benz A-Klasse F-CELL „plus“ stellte Mercedes-Benz Mitte 2008 erstmals Fahrzeuge der bestehenden Brennstoffzellenflotte von der 350- auf die 700-bar-Tanktechnologie um. Dadurch erhöht sich die Reichweite um rund 70 Prozent. Der Durchbruch gelang in branchenübergreifender Zusammenarbeit nicht zuletzt innerhalb der Clean Energy Partnership. Seither ist die 700-bar-Technik weltweit und herstellerübergreifend das Maß aller Dinge.

## **... 2011 der Mercedes-Benz F-CELL World Drive 2011 die erste Weltumrundung mit Brennstoffzellenfahrzeugen war?**

Drei B-Klasse F-CELL legen dabei in 125 Tagen in 14 Ländern rund 30.000 Kilometer zurück. Insgesamt werden rund 200 Fahrzeuge gebaut, sie absolvieren bis heute über acht Millionen Kilometer in Kundenhand und werden in dieser Zeit 36.000 Mal betankt. Dies dauert im Durchschnitt unter drei Minuten.

## **... das Brennstoffzellensystem des GLC F-CELL nicht nur Fahrzeuge antreiben, sondern auch als stationärer Energielieferant dienen kann?**

Daimler, Hewlett Packard Enterprise (HPE) und Power Innovations arbeiten aktuell gemeinsam mit dem National Renewable Energy Lab an einem Pilotprojekt auf diesem Feld. Der Computer-Konzern Hewlett Packard beispielsweise nutzt die Brennstoffzellentechnik für ein Rechenzentrum in Colorado. Neben der Energieversorgung der Rechner werden dabei auch die Kühlkreisläufe der Computer und der Brennstoffzelle miteinander verbunden.





# ZERTIFIKAT

Die Zertifizierungsstelle  
der TÜV SÜD Management Service GmbH  
bescheinigt, dass das Unternehmen

**Daimler AG**  
**Mercedes-Benz Sindelfingen**  
Béla-Barényi-Straße 1  
71063 Sindelfingen  
Deutschland

für den Geltungsbereich

**Entwicklung von Kraftfahrzeugen**

ein Umweltmanagementsystem  
mit dem Schwerpunkt auf umweltverträgliche Produktgestaltung  
eingeführt hat und anwendet.

Durch ein spezielles Audit, Bericht-Nr. **70014947**,  
wurde der Nachweis erbracht, dass bei der Integration von Umweltaspekten  
in Produktdesign und -entwicklung der gesamte Lebenszyklus  
in einem multidisziplinären Ansatz berücksichtigt wird und die Ergebnisse  
durch die Erstellung von Ökobilanzen abgesichert werden.

Damit sind die Anforderungen der  
**ISO 14006:2011**  
**ISO/TR 14062:2002**

erfüllt.

Dieses Zertifikat ist nur gültig in Verbindung mit dem  
ISO 14001-Zertifikat (Registrier-Nr. 12 104 13407 TMS)  
vom **27.12.2018** bis **06.12.2021**.

Zertifikat-Registrier-Nr.: **12 771 13407 TMS**.

*M. Wegner*

Product Compliance Management  
München, 02.01.2019

Mercedes-Benz veröffentlicht seit 2005 produktbezogene Umweltinformationen als Ergebnis der umweltgerechten Produktentwicklung, verifiziert durch Umweltgutachter des TÜV SÜD. Die Broschüren werden mit der Reihe „Lifecycle“ einem breiten Publikum zugänglich gemacht. Sie sind unter [www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com) zum Download hinterlegt.

Stand: Oktober 2018

Daimler Communications  
70546 Stuttgart, Germany  
[www.daimler.com](http://www.daimler.com)

Mercedes-Benz – A Daimler Brand