

Saubere Mobilität mit Brennstoffzellen

Erfahrungen und Zukunft



Ulf Groos

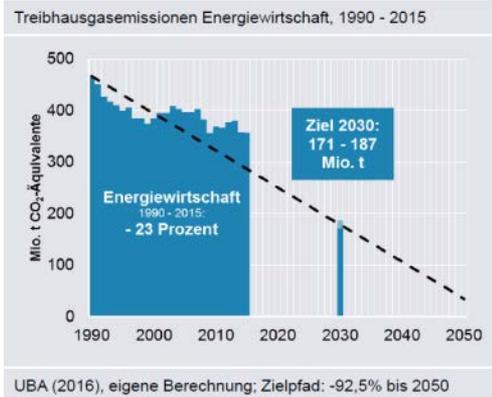
Fraunhofer-Institut für
Solare Energiesysteme ISE

Samstags-Forum
Regio Freiburg 2018
Freiburg, 30. Juni 2018

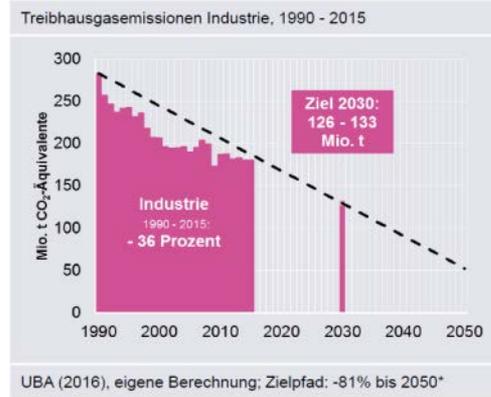
www.ise.fraunhofer.de

Deutsche Treibhausgasemissionen Sektorentwicklung und Ziele

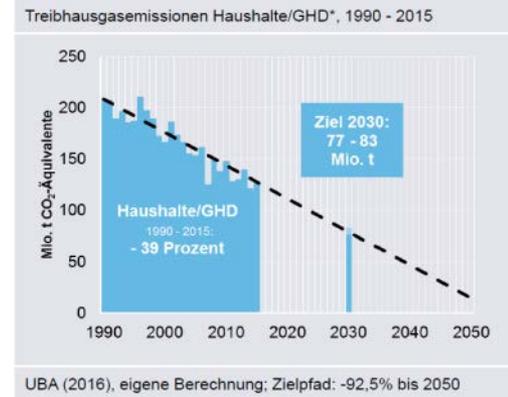
Energiewirtschaft (Ziel: -92,5%)



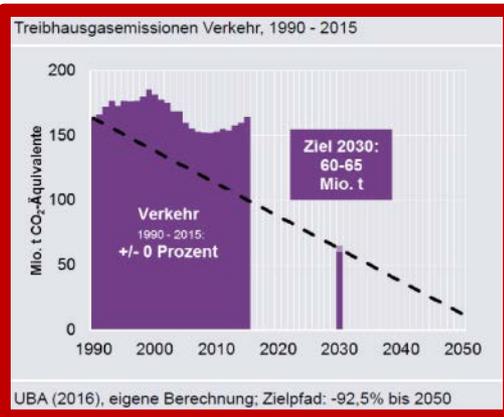
Industrie (Ziel: -81%)



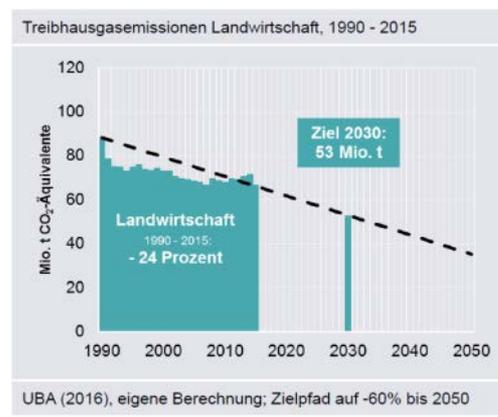
Haushalte, GHD (Ziel: -92,5%)



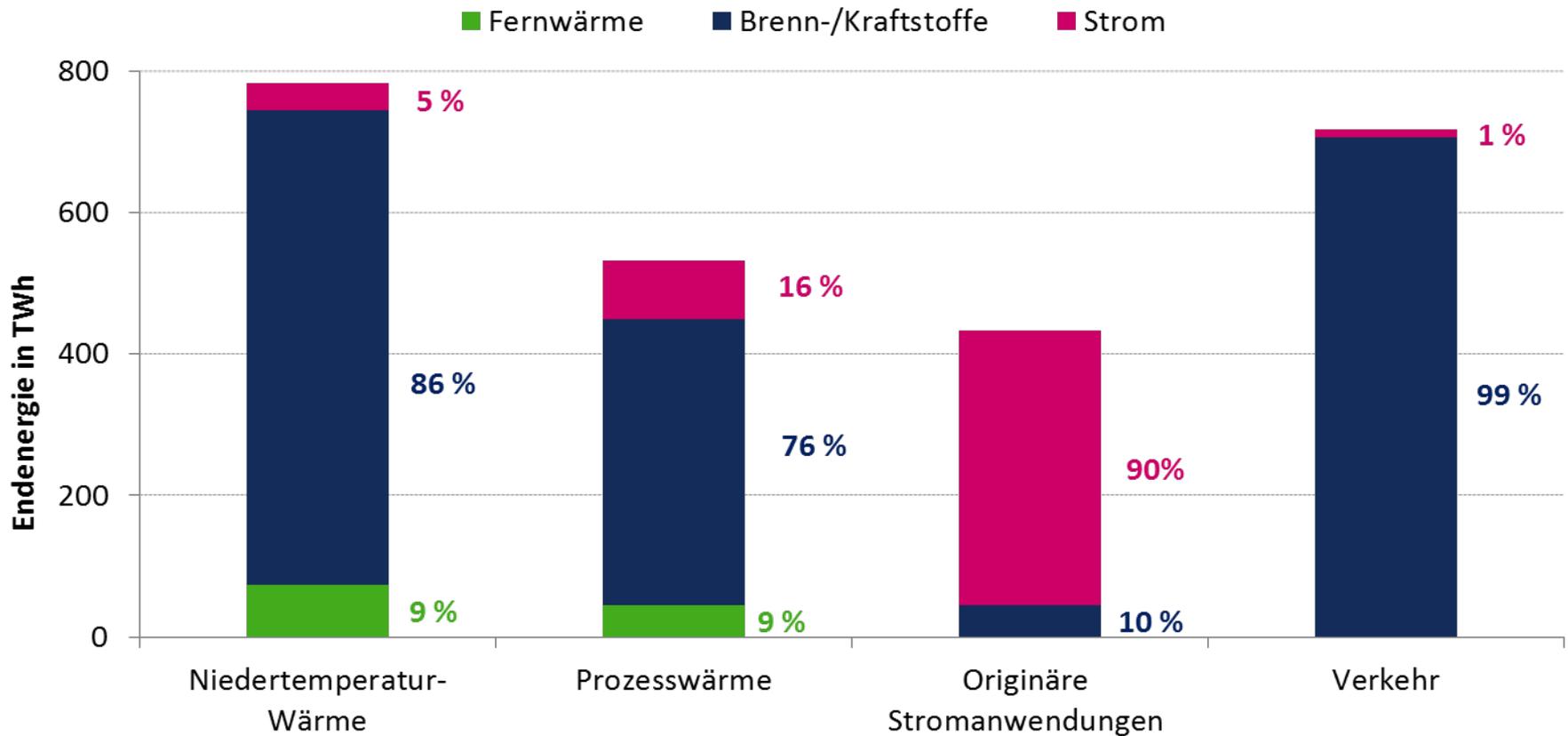
Verkehr (Ziel: -92,5%)



Landwirtschaft (Ziel: -60%)

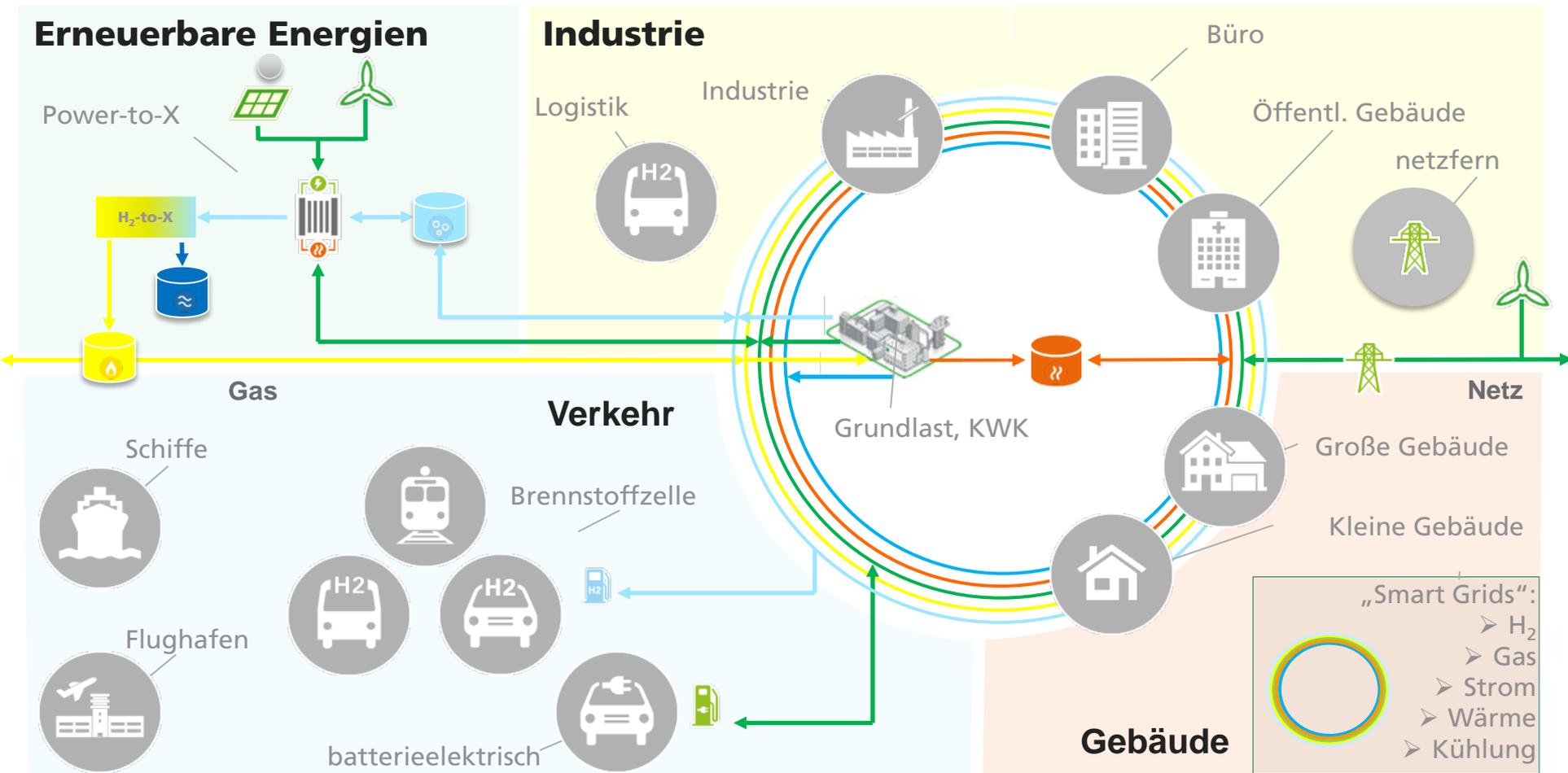


Endenergiebedarf in Deutschland (heute)

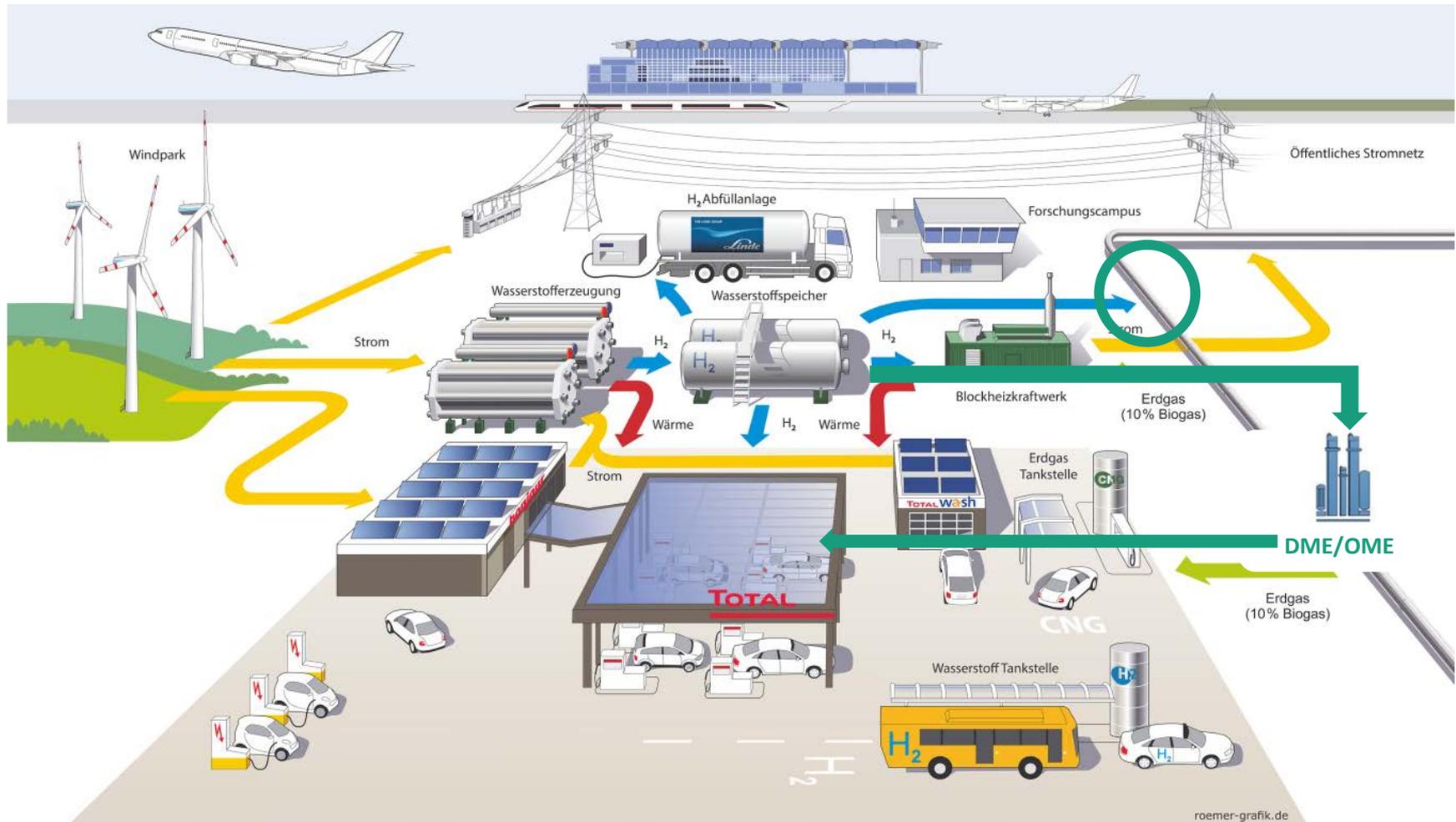


3 Data source: „Energiedaten, Gesamtausgabe“, BMWi, 02/2017

Die Energiewende erfordert die Sektorkopplung



Wasserstoff in der nachhaltigen Mobilität



Download www.now-gmbh.de, 28.10.2014

AGENDA

- Die heutige Mobilität basiert fast vollständig auf fossiler Energie.
- Die Trendwende zur E-Mobilität läuft bereits.
- Die Brennstoffzelle funktioniert.
- Brennstoffzellen-Mobilität ist die Zukunft.
- Der Markteinstieg ist erfolgt.

AGENDA

- Die heutige Mobilität basiert fast vollständig auf fossiler Energie.
- Die Trendwende zur E-Mobilität läuft bereits.
- Die Brennstoffzelle funktioniert.
- Brennstoffzellen-Mobilität ist die Zukunft.
- Der Markteinstieg ist erfolgt.

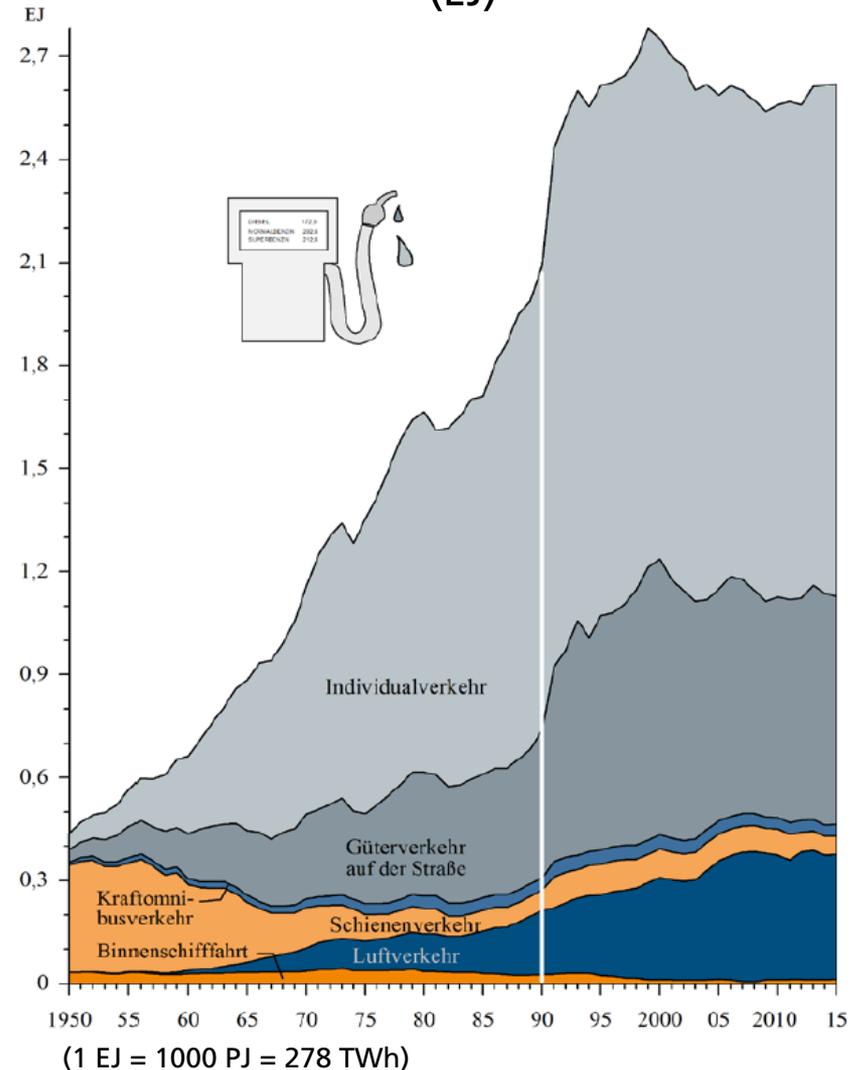
Energiebedarf für die heutige Mobilität I

Jahr 2015	PJ	TWh
Benzin	733	204
Diesel	1365	379
Kerosin	362	101
Strom	42	12
Erneuerbare ¹	109	30
Sonstige	7	2
Gesamt	2619	728

¹ Biomasse (z.B. Biodiesel)

Quelle: "Verkehr in Zahlen", BMVI, 45. Ausgabe 2016/17

Endenergieverbrauch im Verkehr (EJ)

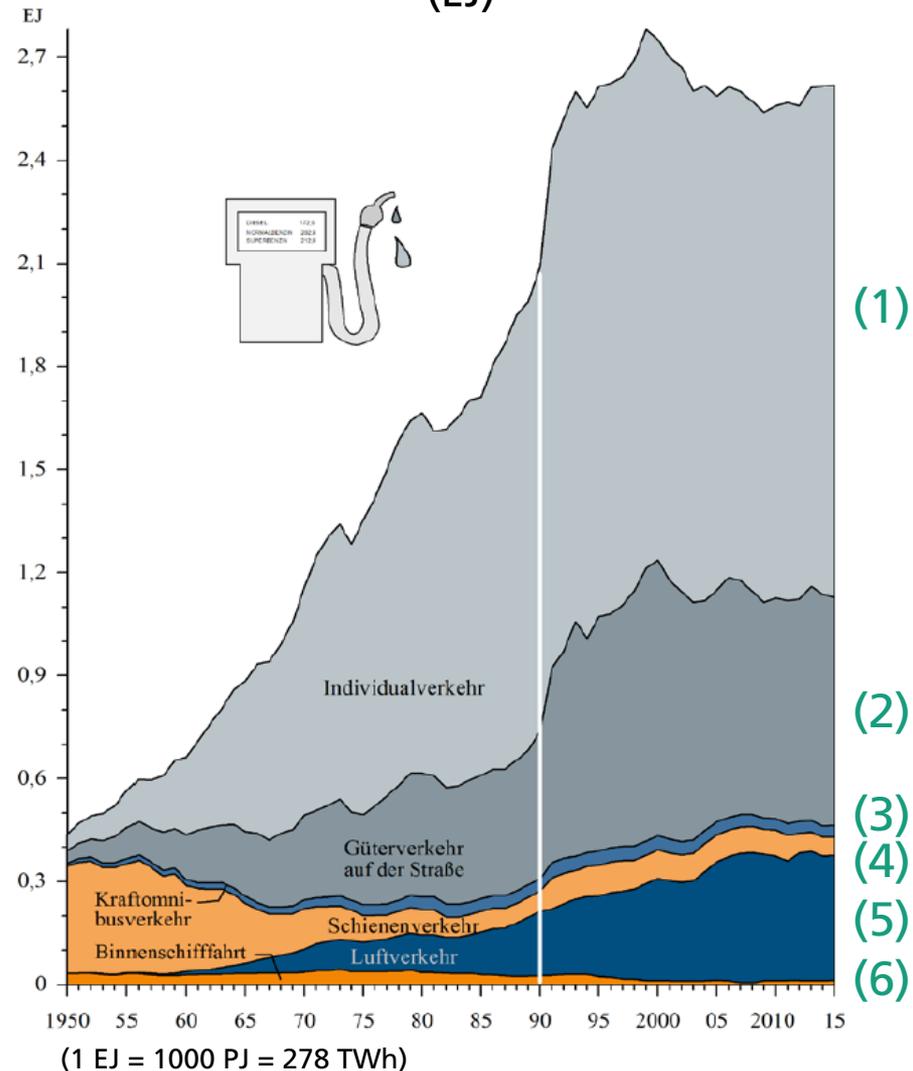


Energiebedarf für die heutige Mobilität II

Jahr 2015	PJ	TWh
(1) Individualverkehr	1491	414
(2) Frachtverk. (Straße)	663	184
(3) Busverkehr	34	9
(4) Schienenverkehr	54	15
(5) Luftverkehr	362	101
(6) Inlandnavigation	14	4
Gesamt	2619	728
El. Gesamtenergiebedarf in D: (2015)		525

Quelle: "Verkehr in Zahlen", BMVI, 45. Ausgabe 2016/17

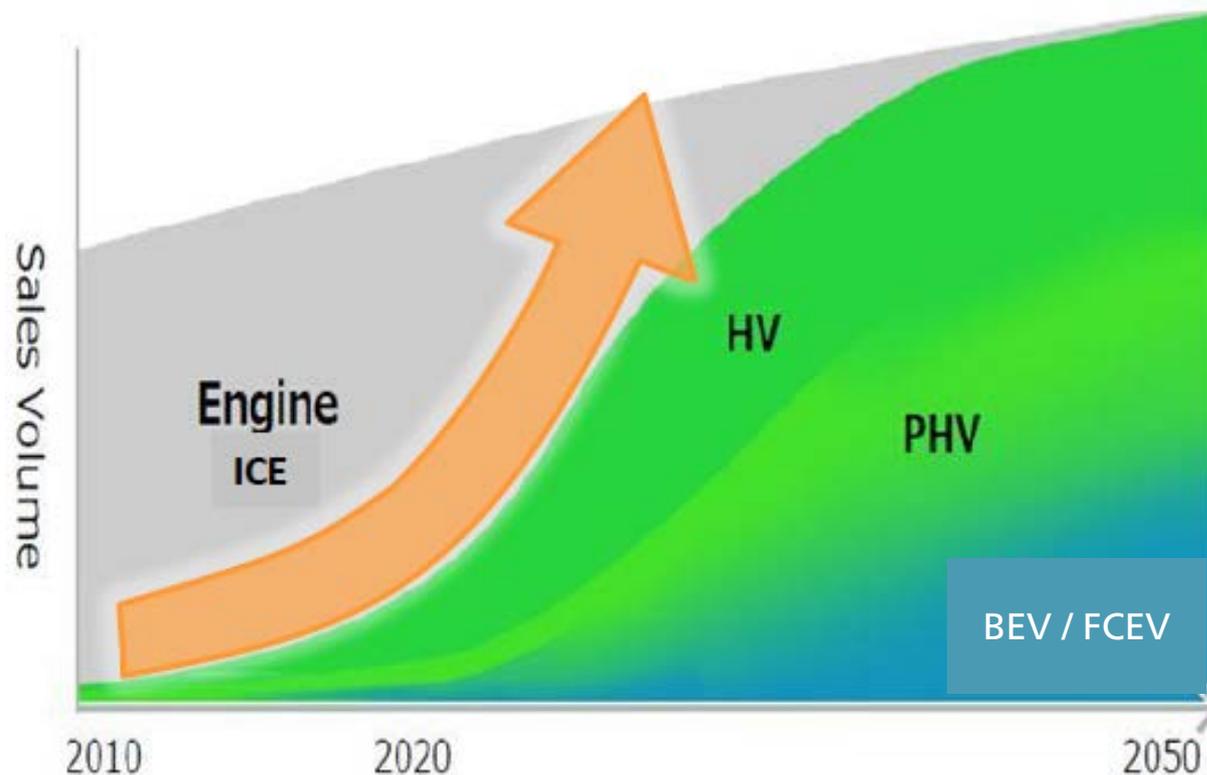
Endenergieverbrauch im Verkehr (EJ)



AGENDA

- Die heutige Mobilität basiert fast vollständig auf fossiler Energie.
- Die Trendwende zur E-Mobilität läuft bereits.
- Die Brennstoffzelle funktioniert.
- Brennstoffzellen-Mobilität ist die Zukunft.
- Der Markteinstieg ist erfolgt.

Die Zukunft der Mobilität



In Anlehnung an Yukihiro Sonoda, Toyota Motor Europe, EVS2017, Stuttgart, 09.10.2017

FV2



TOYOTA

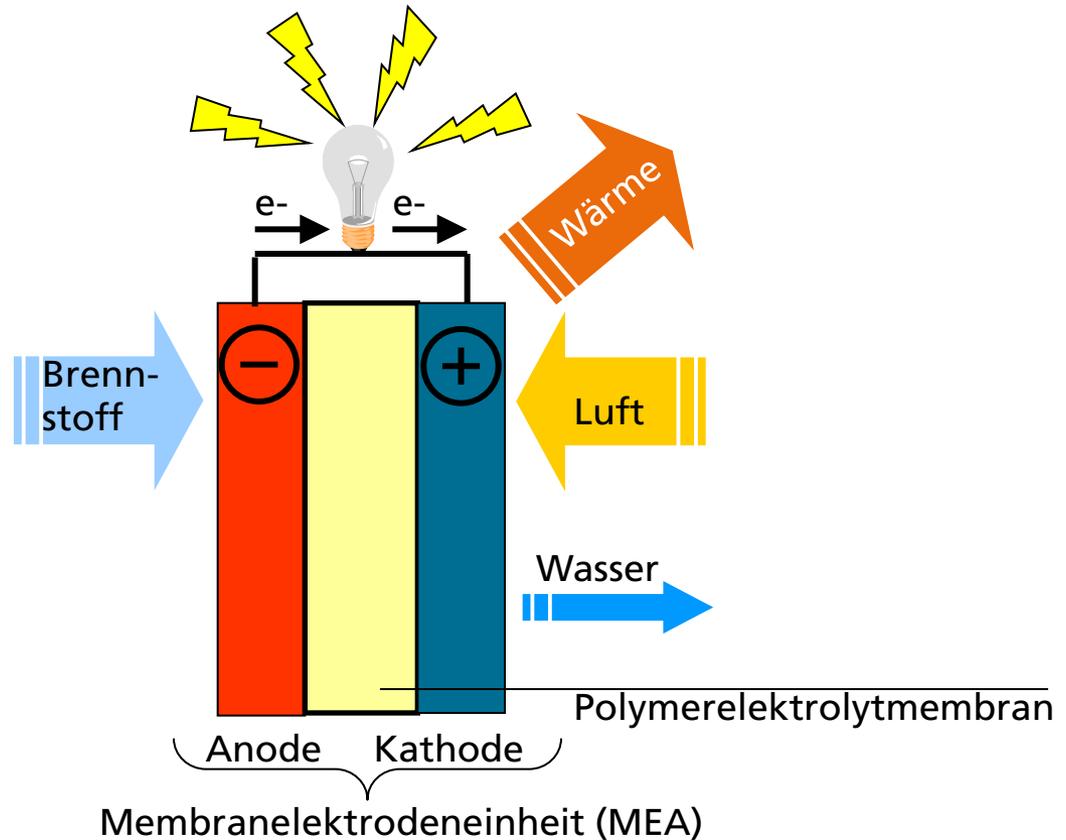
FCV CONCEPT

AGENDA

- Die heutige Mobilität basiert fast vollständig auf fossiler Energie.
- Die Trendwende zur E-Mobilität läuft bereits.
- Die Brennstoffzelle funktioniert.
- Brennstoffzellen-Mobilität ist die Zukunft.
- Der Markteinstieg ist erfolgt.

Das Prinzip der Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (PEMFC) ist einfach.

- die (chemische) Energie ist im Brennstoff gespeichert
- es kann so lange Strom erzeugt werden wie Brennstoff zugeführt wird



Das Herzstück der Brennstoffzelle

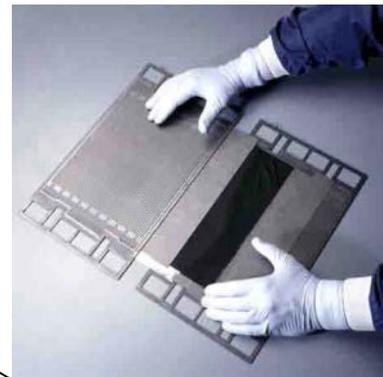
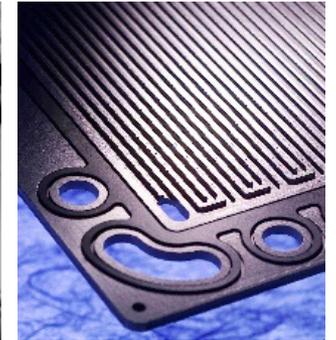
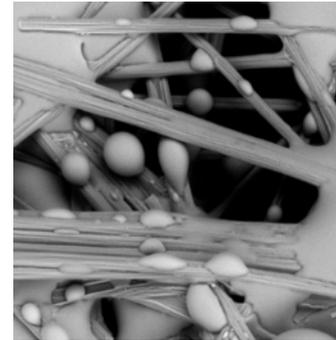
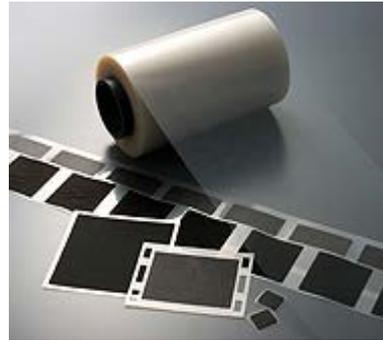
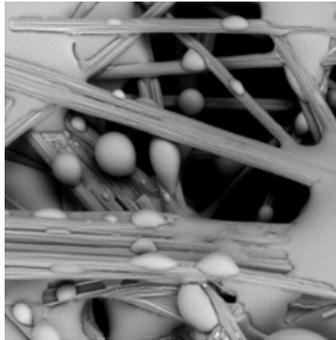
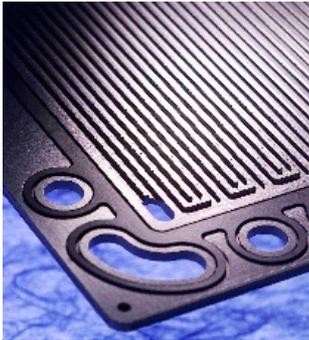
Bipolarplatte

Gasdiffusionslage

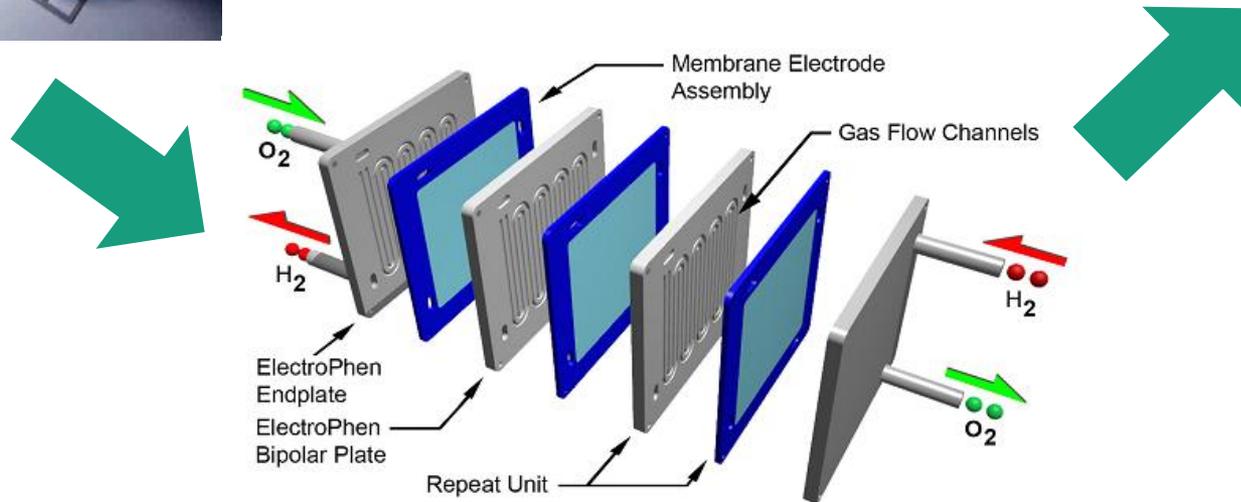
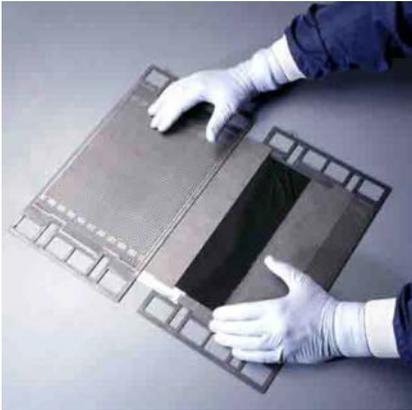
Membran-
elektroden-
einheit

Gasdiffusionslage

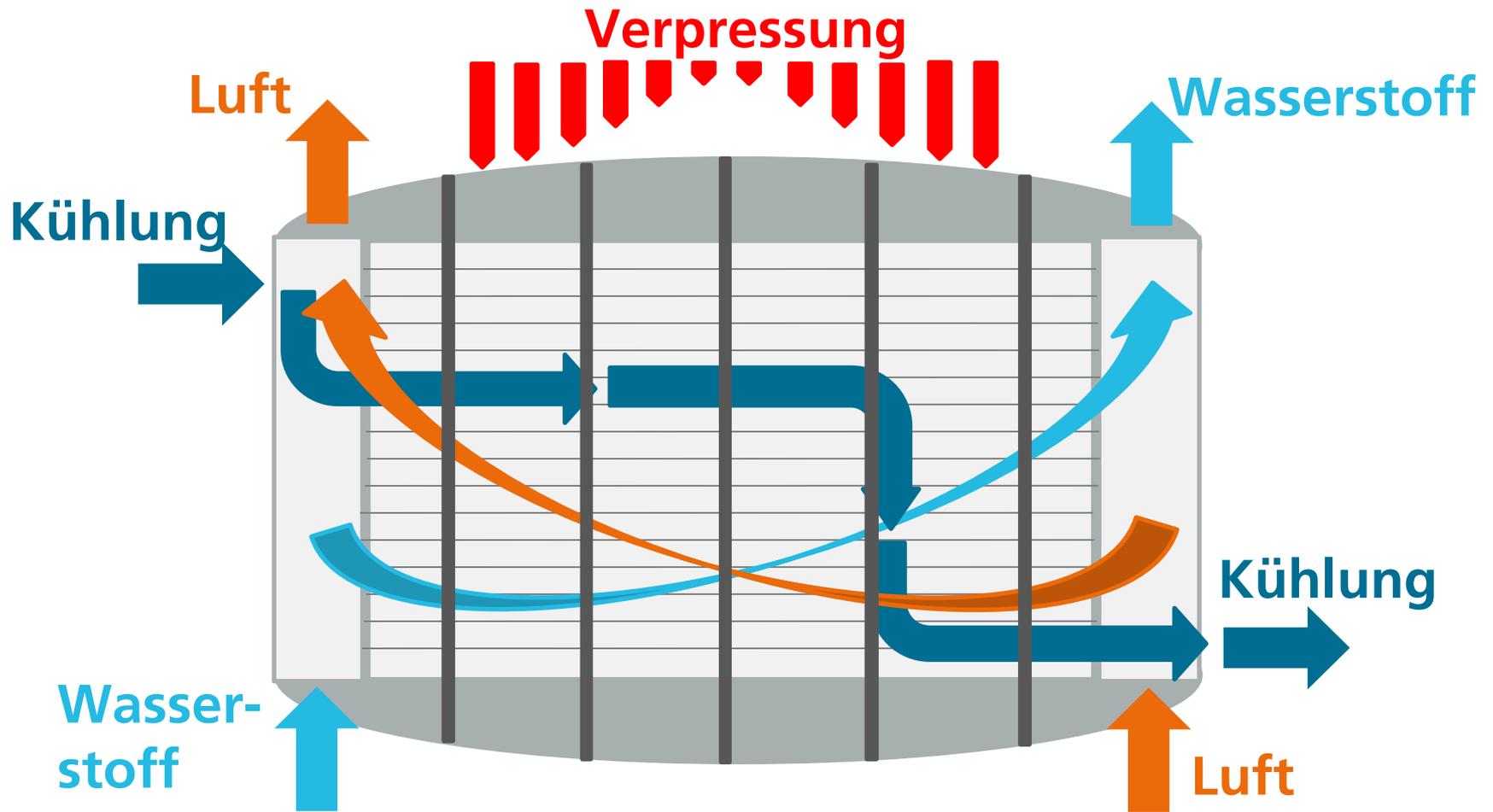
Bipolarplatte



Der Brennstoffzellenstapel I



Der Brennstoffzellenstapel II

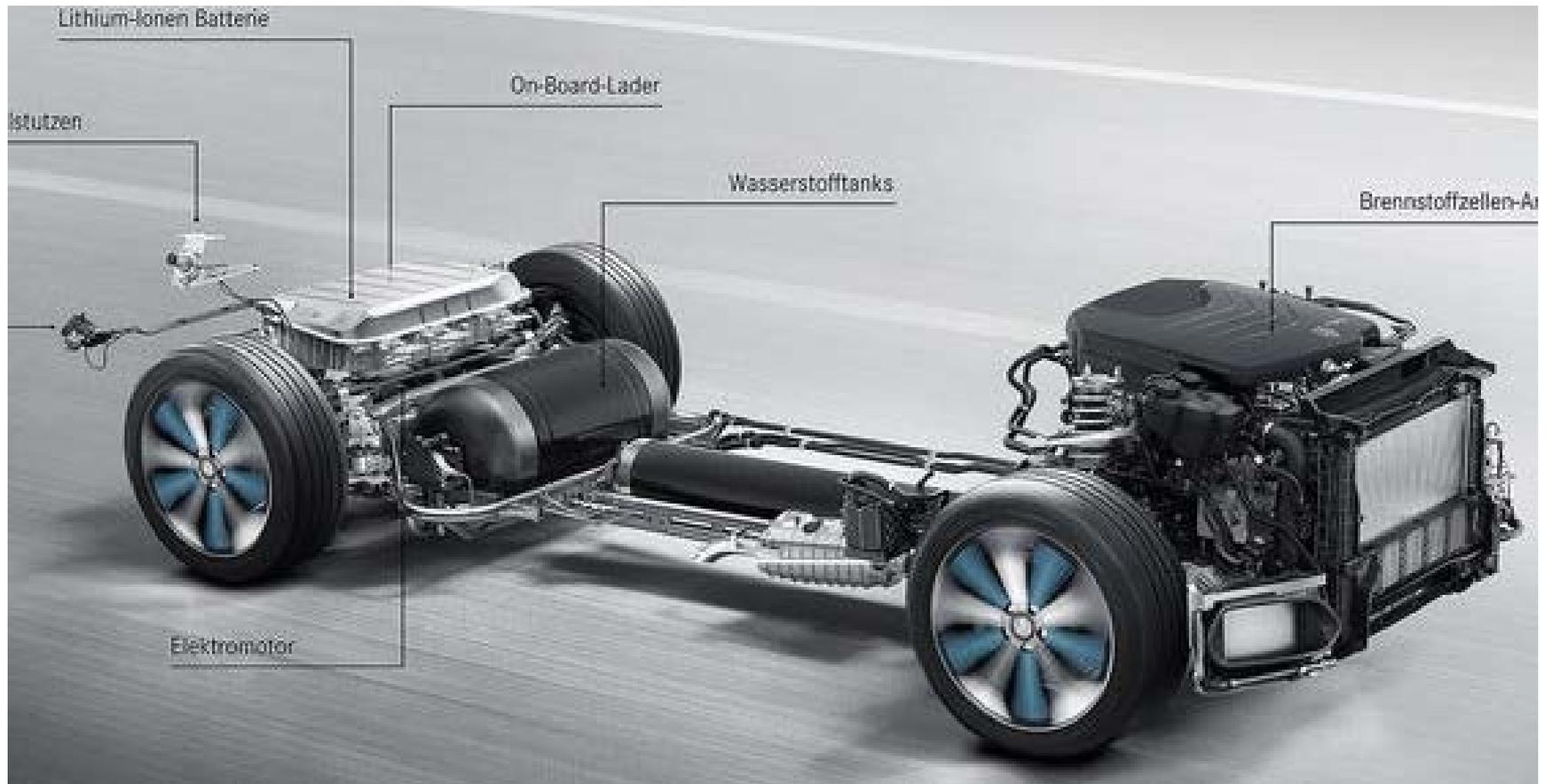


Systemtechnik einer PEMFC



Brennstoffzellenantriebs-
Aggregat von Daimler

Der Brennstoffzellen-Antriebsstrang



<https://imgr3.auto-motor-und-sport.de/Mercedes-GLC-F-CELL--fotoshowBig-b455bc63-1116534.jpg>

Der GLC: Brennstoffzellenfahrzeug von Daimler



<https://www.daimler.com/innovation/specials/iaa-2017/glc-fcell.html>

AGENDA

- Die heutige Mobilität basiert fast vollständig auf fossiler Energie.
- Die Trendwende zur E-Mobilität läuft bereits.
- Die Brennstoffzelle funktioniert.
- Brennstoffzellen-Mobilität ist die Zukunft.
- Der Markteinstieg ist erfolgt.

Benchmark von Antriebstechnologien

Eigenschaft	Benzin-Fahrzeug	Plug-In Hybrid	Lithium-Ionen-Batteriefahrzeug	Brennstoffzellen-fahrzeug
Abkürzung	ICE	PHEV	BEV	FCEV
Energieinhalt (Tank)	445 kWh	200 + 10 kWh	24 kWh	140 kWh
Volumen (Tank)	50 Liter	25 + 50 Liter	90 bis 170 Liter	120 bis 180 Liter
Gewicht (Tank)	37 kg	20 + 100 kg	150 bis 250 kg (Zelle + System)	4+80 kg (Kraftstoff + System)
Reichweite	> 700 km	50 + 600 km	< 150 km	~ 400 km
„Tank“-Häufigkeit	Alle 2 Wochen	Jeden Tag + alle 2 Wochen	Alle 3 Tage voll, 30 % jeden Tag	Alle 1 bis 2 Wochen
„Tank“-Dauer	3 Minuten	3 Minuten + 2 Stunden	0,5 bis 8 Stunden	3 Minuten

Technologie-Roadmap Energiespeicher für die Elektromobilität 2030, Fraunhofer ISI, 2012

Hydrogen Council

Weltwirtschaftsgipfel in Davos 01/2017

“We are convinced that hydrogen can offer economically viable, financially attractive, and socially beneficial answers to the challenges of transitioning to low-carbon energy and improving air quality in cities”



Die Zukunft gehört der Brennstoffzelle.

- Wasserstoff wird als Energiespeicher benötigt
 - Wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von H₂ als Kraftstoff
 - Nutzung etablierter Geschäftsmodelle
- 3 min. Tankzeit für 500 km Reichweite
- Die Infrastruktur für eine Massensmobilität ist kosteneffizient und technologisch darstellbar

<http://h2.live/tankstellen>



AGENDA

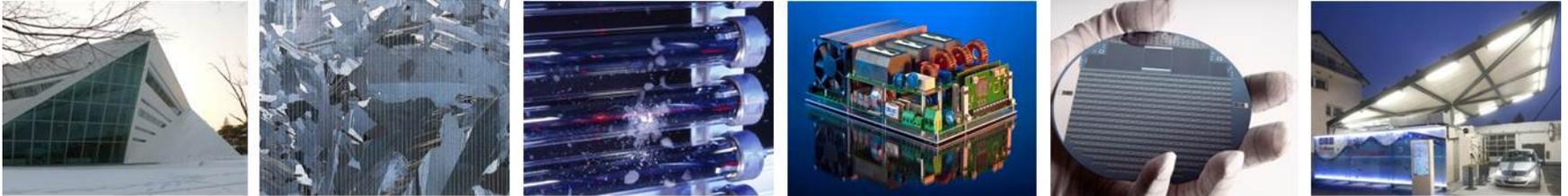
- Die heutige Mobilität basiert fast vollständig auf fossiler Energie.
- Die Trendwende zur E-Mobilität läuft bereits.
- Die Brennstoffzelle funktioniert.
- Brennstoffzellen-Mobilität ist die Zukunft.
- Der Markteinstieg ist erfolgt.

Die Fahrzeuge und Tankstellen bewähren sich im Alltag.





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Ulf Groos

www.ise.fraunhofer.de

ulf.groos@ise.fraunhofer.de