

Anlass: ÖGEW DGMK Herbstveranstaltung
**Umsetzung der Energiewende –
Wunsch und Wirklichkeit**

Datum: 18. bis 19. Nov. 2021

Ort: Palais Niederösterreich
Herrengasse 13
1010 Wien

Titel: Klimaneutrale Mobilität im Straßenverkehr -
Das Potential von Methanol als Energieträger

Referent: Manfred Kuczera



- 1. Einleitung**
- 2. Ziel der aktuellen Untersuchung**
- 3. Deutsche Stromerzeugung**
- 4. Wunschantrieb Elektrofahrzeug?**
- 5. PHEV: Kurzstrecke Strom (ca. 100 km)
Langstrecke M100 Motor**
- 6. Stromversorgung im ländlichen Raum**
- 7. Mit Methanol gelingt ein großer Schritt
auf dem Weg zum erfolgreichen Klimaziel!**



1. Einleitung

- **Minimierung der Erderwärmung (1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau bis 2100)**
- **Reduzierung der CO₂-Emissionen auf möglichst Null bis 2050 insbesondere**
- **den verkehrsbedingter Anteil in der BRD ca. 20% (akt. ca.150 Mio. t CO₂)**



2. Ziel der aktuellen Untersuchung

Thema des Vortrages ist das Potential des Mobilitätskonzeptes „E-Mobilität **und** Methanol“:

- zur Minimierung der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr,
- zur Einsparung an Primärenergie und
- zur wirtschaftlichen Speicherung von saisonalem Stromüberschuss

Vorgestellt werden ferner

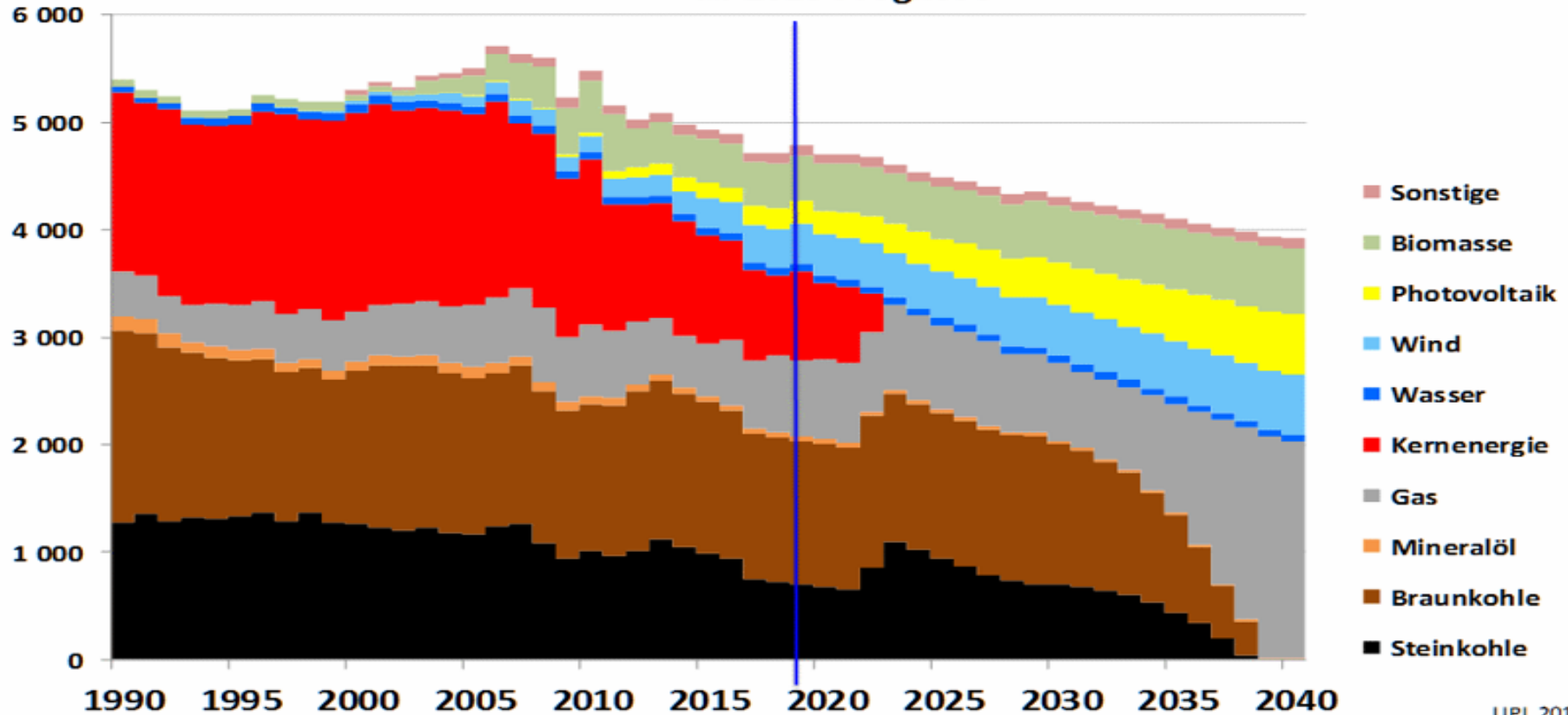
- die Kosten des Mobilitätskonzeptes sowie
- das Potential von regenerativer E-Mobilität im ländlichen Raum



3 Deutsche Stromerzeugung

Primärenergieeinsatz Stromerzeugung D ab 2018 Prognose

Primärenergie, PJ/Jahr



Der Ausstieg aus der Kernenergie 2022 erhöht die CO₂-Emissionen des deutschen Kraftwerkparks.



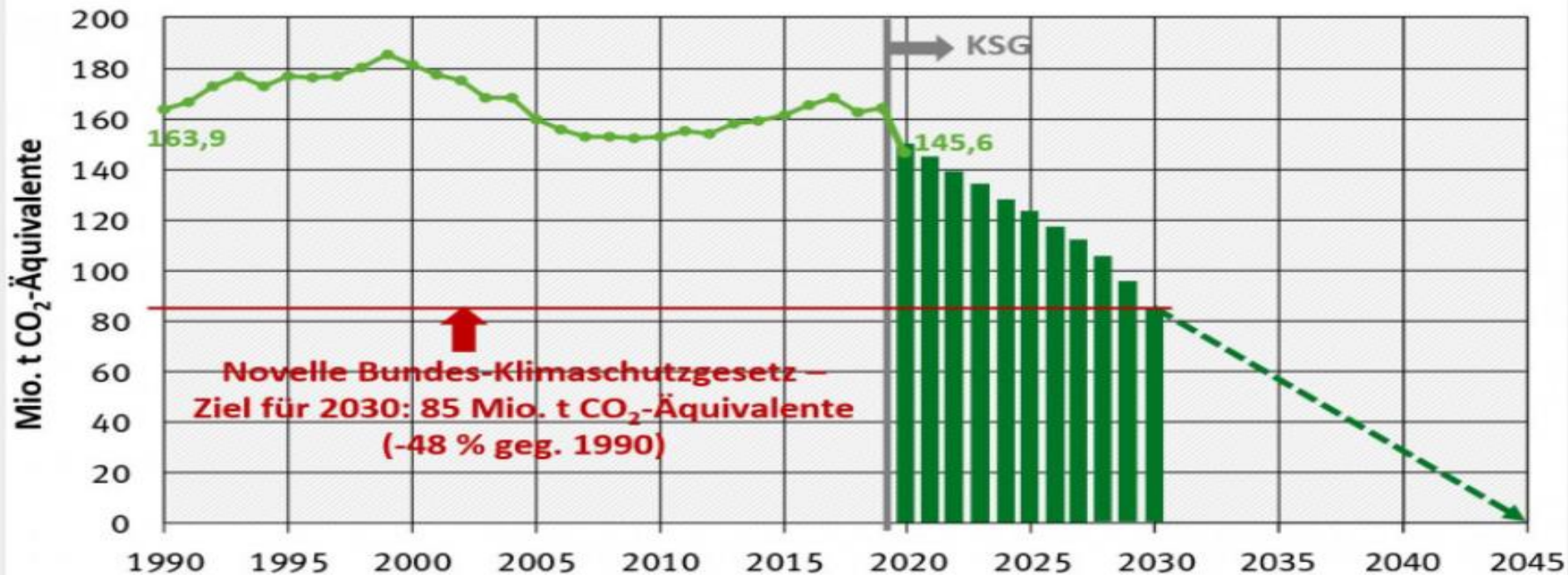
Autoren: K. Hedrich,
M. Kuczera, L. Plass

**Klimaneutrale Mobilität im Straßenverkehr
Das Potential von Methanol als Energieträger**

5

18.11.21

3.1 CO₂-Emissionen Verkehr



Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Verkehrs in Deutschland und Ziele nach Klimaschutzgesetz

Quelle: Umweltbundesamt und Bundesregierung

Zukunft nur Elektro?



Autoren: K. Hedrich,
M. Kuczera, L. Plass

Klimaneutrale Mobilität im Straßenverkehr
Das Potential von Methanol als Energieträger

6

18.11.21

3.2 Spez. CO₂-Emissionen von Kraftwerken

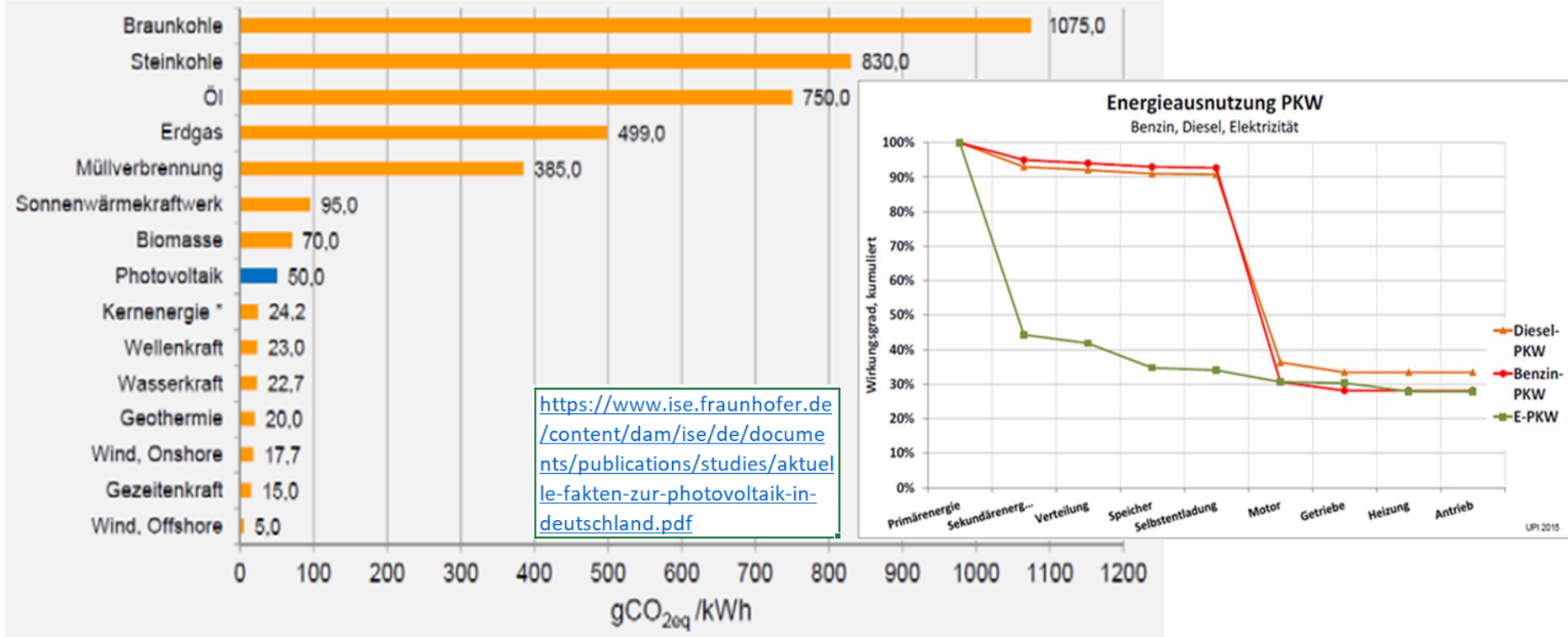
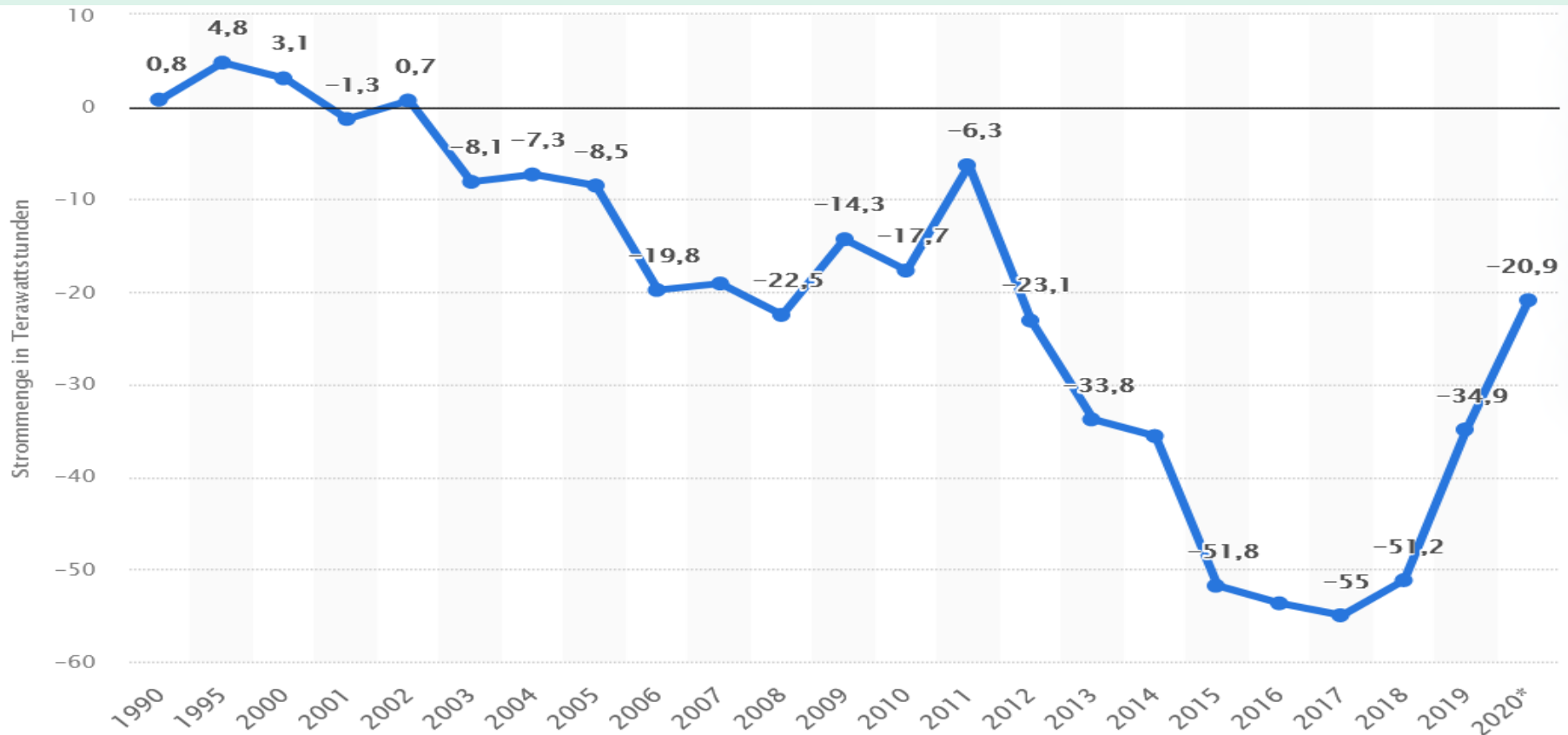


Abbildung 39: Durchschnittliche CO₂-Äquivalente Emissionen verschiedener Stromerzeugungstechnologien [EnAg]

E-Mobilität senkt CO₂ Emissionen nur mit regenerativem Strom



3.3 Deutscher Stromexport



© Statista 2021

Per Saldo hat Deutschland teilweise über 50 TWh jährlich Stromüberschüsse in die Nachbarnetze ausgeleitet - fast 10 % - .



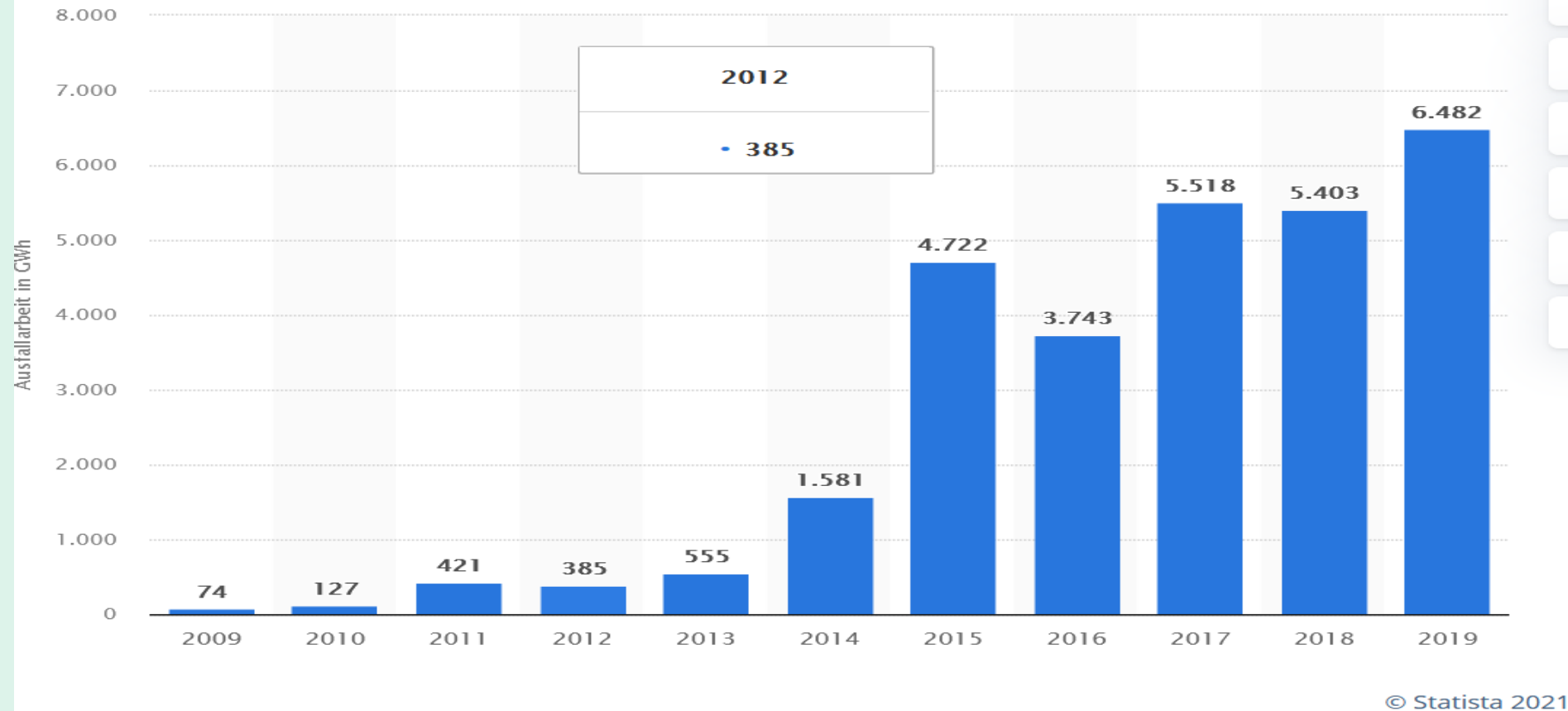
Autoren: K. Hedrich,
M. Kuczera, L. Plass

**Klimaneutrale Mobilität im Straßenverkehr
Das Potential von Methanol als Energieträger**

8

18.11.21

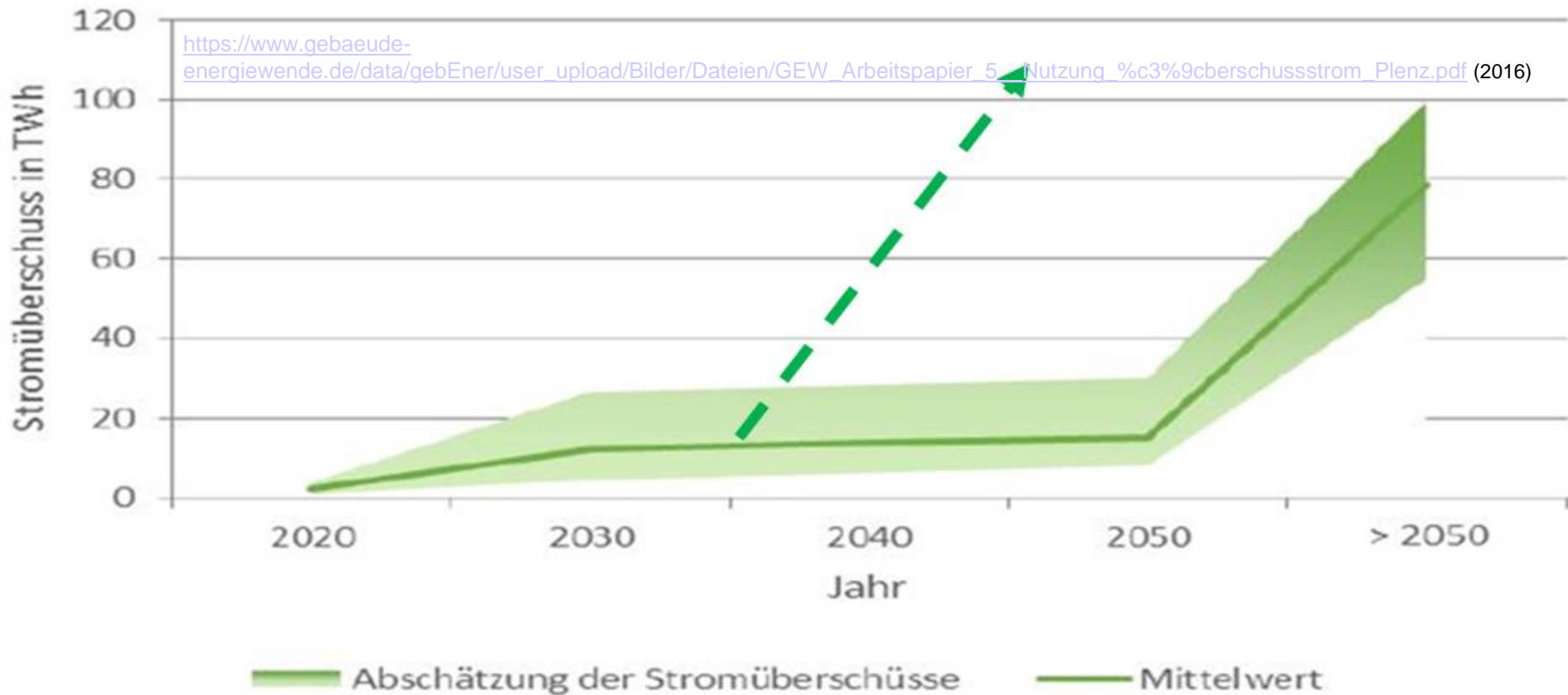
3.4 Abgeregelte Energiemengen BRD



**Trotzdem wurden noch über 6 TWh pro Jahr (2019) abgeregelt; das entspricht ca. 5 % der regenerativen Stromproduktion.
Der Energieinhalt entspricht ca. 1 Mio. t Methanol.**



3.5 Prognostizierte Stromüberschüsse



Mit dem beschleunigten Ausbau der regenerativen Energien müssen deutlich zunehmende Stromüberschüsse – über 100 TWh - ab 2030 möglichst effizient gespeichert werden.



3.6 Zubau regenerativer Energien stockt

Aktuelle Schlagzeilen:

- **Strom aus Wind rückläufig**
- **Kohle mit deutlichem Plus trotz gestiegener CO₂- Kosten**
- >> deutsche Kraftwerke emittieren mehr CO₂**
- >> wird der Ausbau der E-Mobilität deutlich beschleunigt, besteht die Gefahr, dass bei unzureichendem, regenerativen Angebot die CO₂-Emissionen zu- statt abnehmen.**



4 Wunschantrieb: Elektrofahrzeug?

Vorteile des Elektroantriebs:

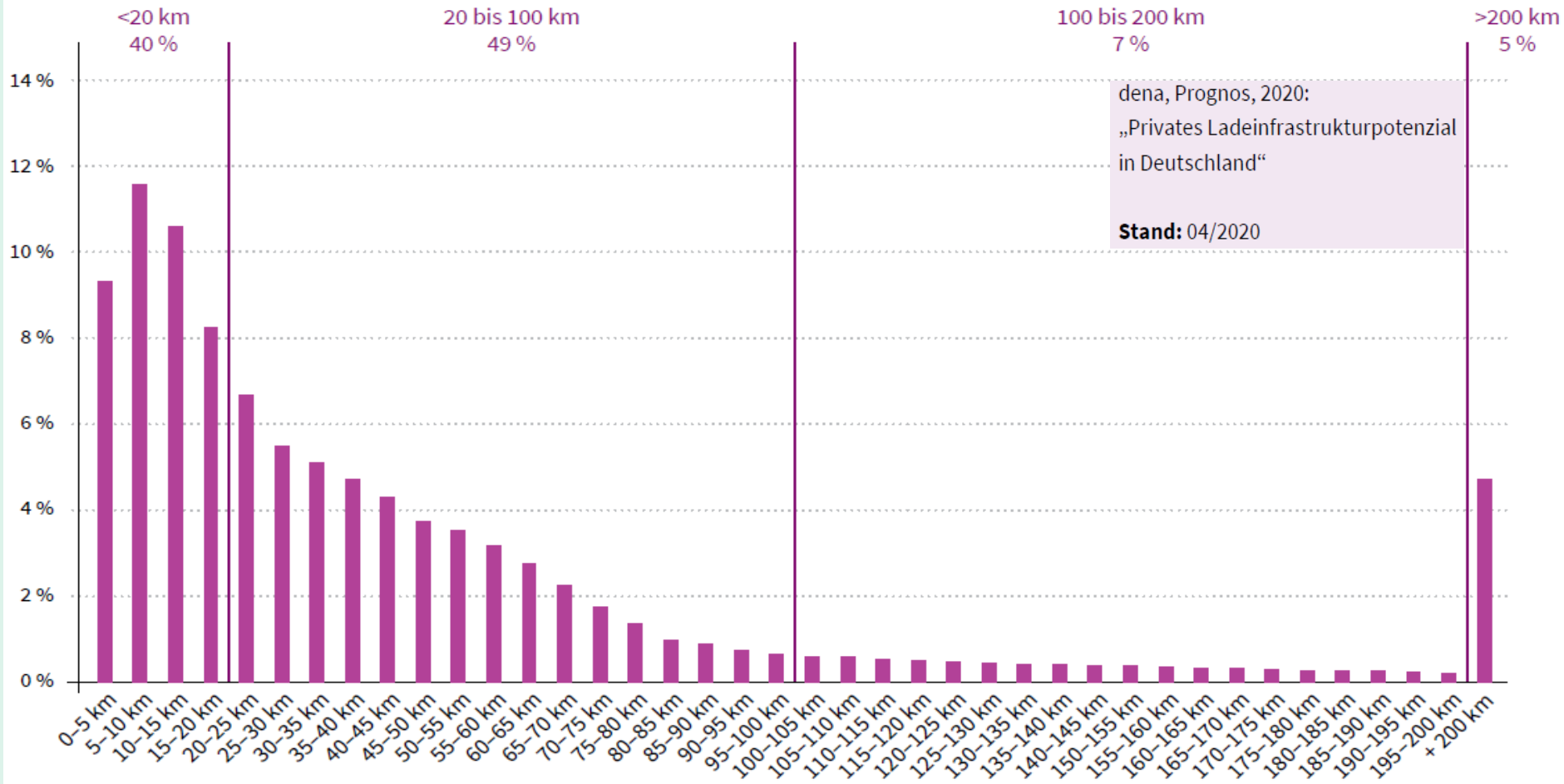
- praktisch keine lokalen Emissionen im Betrieb

Handikaps von Elektrofahrzeugen (BEV):

- unzureichende Reichweite
- Lade Netz mangelhaft
- lange Ladezeiten
- hohe Anschaffungskosten
- großer CO₂-Rucksack für große und teure Batteriespeicher
- haben wir ausreichend Strom?



4.1 Weg aus dem Elektro-Dilemma? Verteilung der PKW Tages-Distanz



PKW - Nutzung zu 89 % unter 100 km



4.2 Optimaler Einsatz der E-Mobilität

Analyse des typischen PKW-Nutzerverhaltens zeigt:

- fast 90 % der Verkehrsleistung für Kurzstrecken bis ca. 100 km

>> Kurzstrecken bis ca. 100 km elektrisch, Langstrecke und Schwerlast mit Verbrenner

>>>> CO₂-Einsparung im Verkehr ca. 80 % möglich, gleichzeitig werden CO₂-Rucksack und Kosten für große und schwere Batterie um ebenfalls ca. 80 % reduziert.



4.3 „80 % Nutzen mit 20 % Einsatz“

**Antriebskonzept setzt auf Plug-in-Hybrid (PHEV)
i.e.:**

**Elektroantrieb für ca. 100 km Reichweite und
Verbrennungsmotor für die Langstrecke bzw. den
Lastverkehr.**

**Hierfür ist eine relativ kleine Batterie von ca. 20
kWh im PKW erforderlich.**

**Um die CO₂-Emissionen konventioneller
Kraftstoffe zu vermeiden, kann als E-Fuel
Methanol (M100) genutzt werden.**



4.4 Decarbonisierung mit Methanol

Methanol (M100) empfiehlt sich als,

- flüssiger Energieträger mit dem niedrigsten Kohlenstoffgehalt,**
- als Kraftstoff mit hervorragenden Verbrennungseigenschaften und höchster Oktanzahl**
- und als Energiespeicher, der besonders effizient und hochselektiv aus Strom und CO₂ synthetisiert werden kann.**

Damit eignet sich Methanol auch als idealer chemischer Speicher von volatiler, regenerativer Überschussenergie zur Nutzung in winterlicher „Dunkelflaute“



4.5 PHEV: Kurzstrecke Strom (ca. 100 km), Langstrecke M100 Motor

Rein elektrisch betriebene PKW's sollten für eine Reichweite von mindestens 500 km ausgelegt sein.

- Hierfür ist eine Batterie mit einer Kapazität von ca. 100 kWh erforderlich. Eine solche Batterie wiegt nahezu 1.000 kg. Für deren Herstellung werden viel Energie (aktuell, 2020: 100 kgCO₂/kg) und umweltkritische Rohstoffe wie Lithium und Kobalt benötigt.**

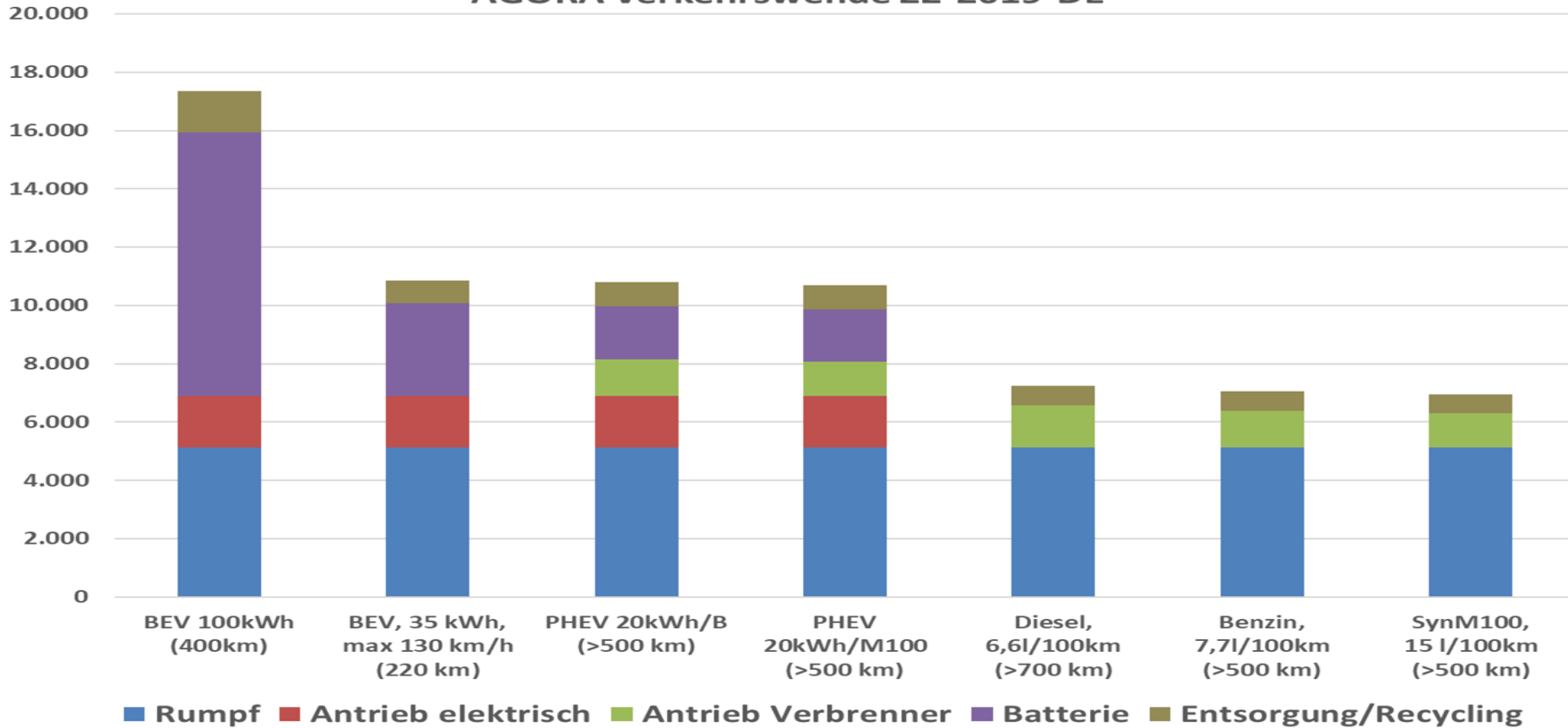
Beschränkt man sich auf eine elektrische Reichweite von 100 km, reichen ca. 20 kWh Kapazität mit einem Batteriegewicht von ca. 200 kg.

- Für übliche Reichweiten (> 500 km) ist zusätzlich ein Verbrenner für (M100) erforderlich, der mit Tank und Getriebe weniger als 300 kg Gewicht mitbringt.**



5.1 Energieaufwand PKW Produktion

Treibhausgasemissionen der Fahrzeugherstellung in kg CO₂-Äqu. gem.
AGORA Verkehrswende 22-2019-DE

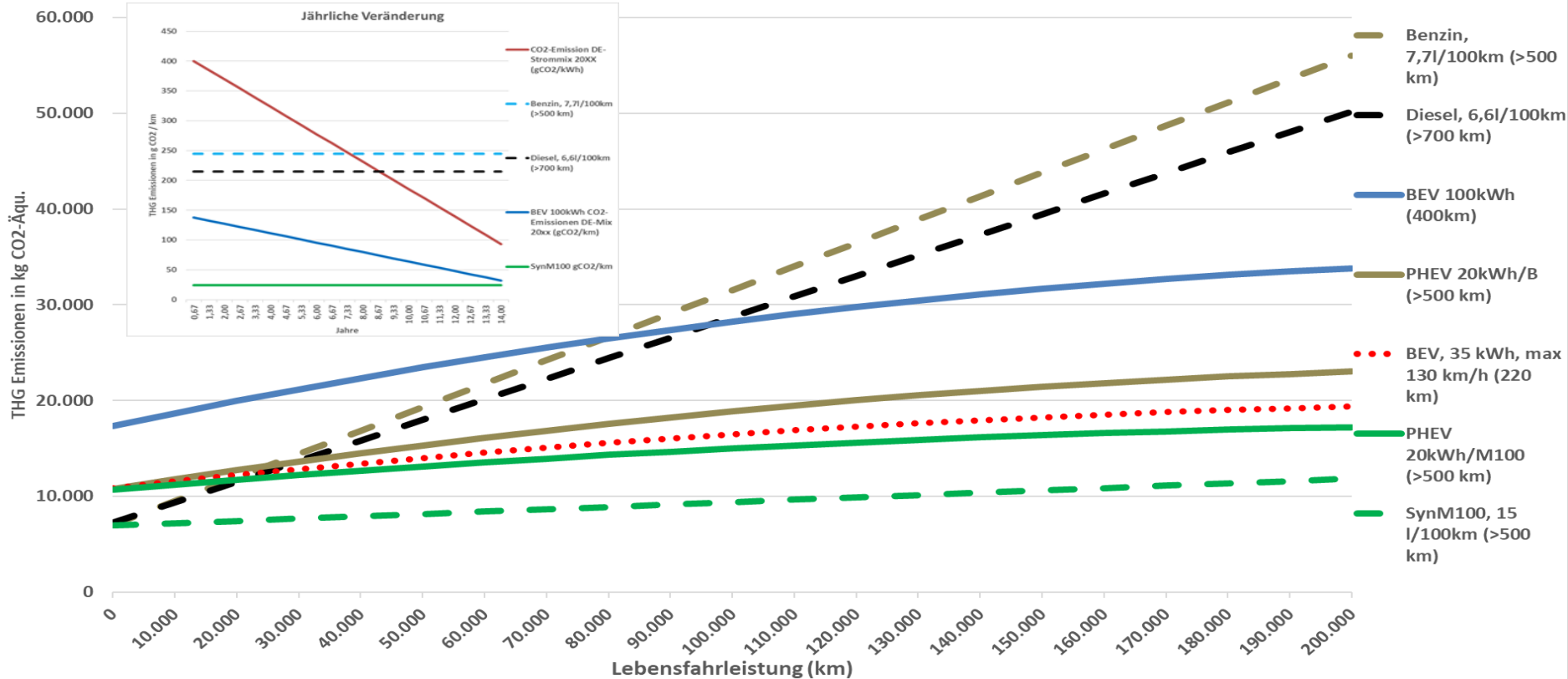


Der Energieaufwand für die Herstellung eines E-Mobiles mit einer Reichweite von 400 km ist doppelt so hoch wie der von Verbrennern.



5.2 Kumulierte THG-Emissionen verschiedener Antriebskonzepte mit gleicher Reichweite > 400 km, Strommix DE

Treibhausgasemissionen von Mobilitätskonzepten mit ähnlicher Reichweite von mindestens 400 km ohne Tank-, Ladestopp, deutscher Strommix

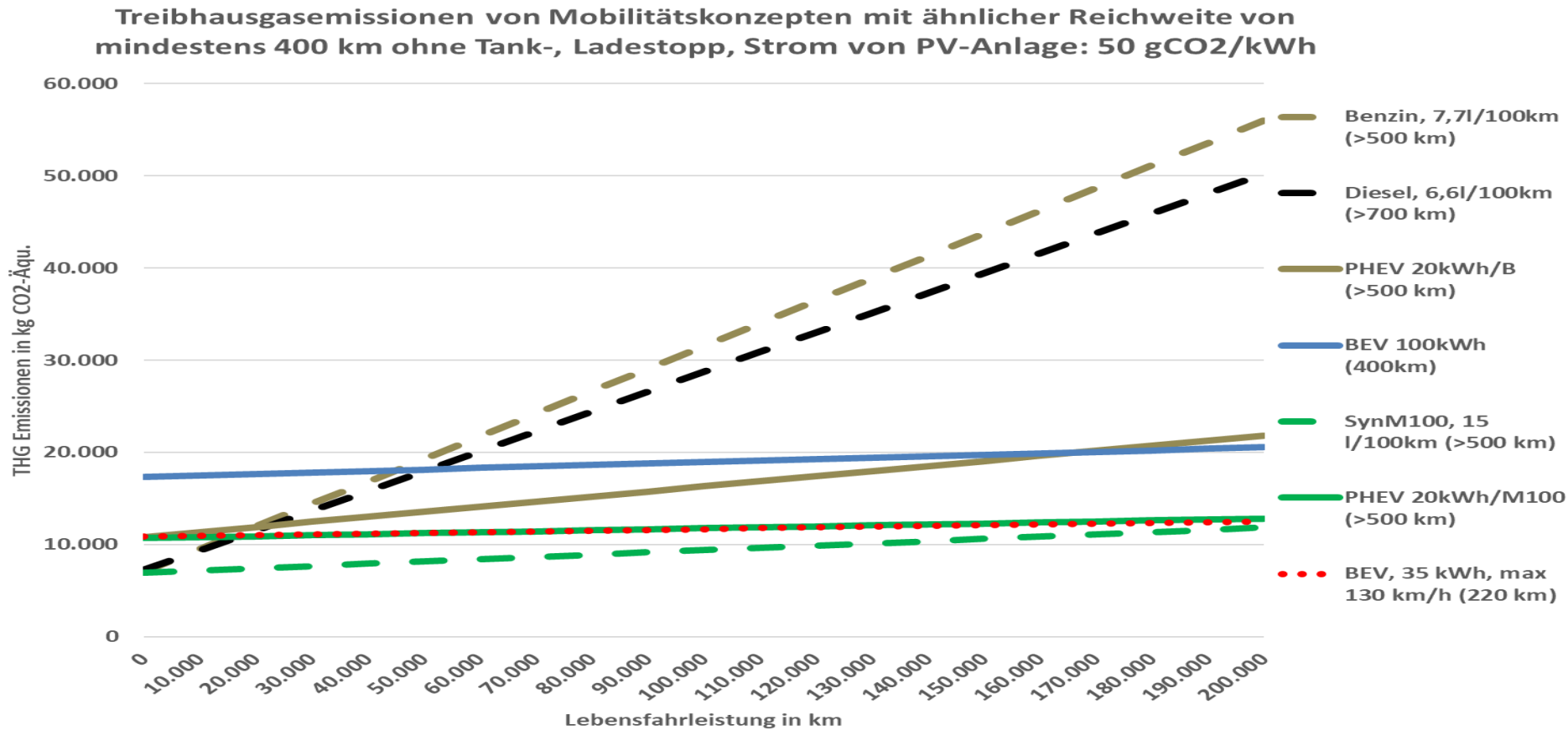


Grünes Methanol im Verbrenner emittiert weniger Treibhausgas als ein Elektrofahrzeug, das deutschen Strommix nutzt.

Erst nach ca. 90.000 km Fahrleistung (DE-Strommix: 270 gCO₂/kWh, 2028) spart ein E-Mobil Treibhausgas im Vergleich zu einem Dieselfahrzeug ein.



5.3 Kumulierte THG-Emissionen verschiedener Antriebskonzepte mit gleicher Reichweite > 400 km, PV-Strom

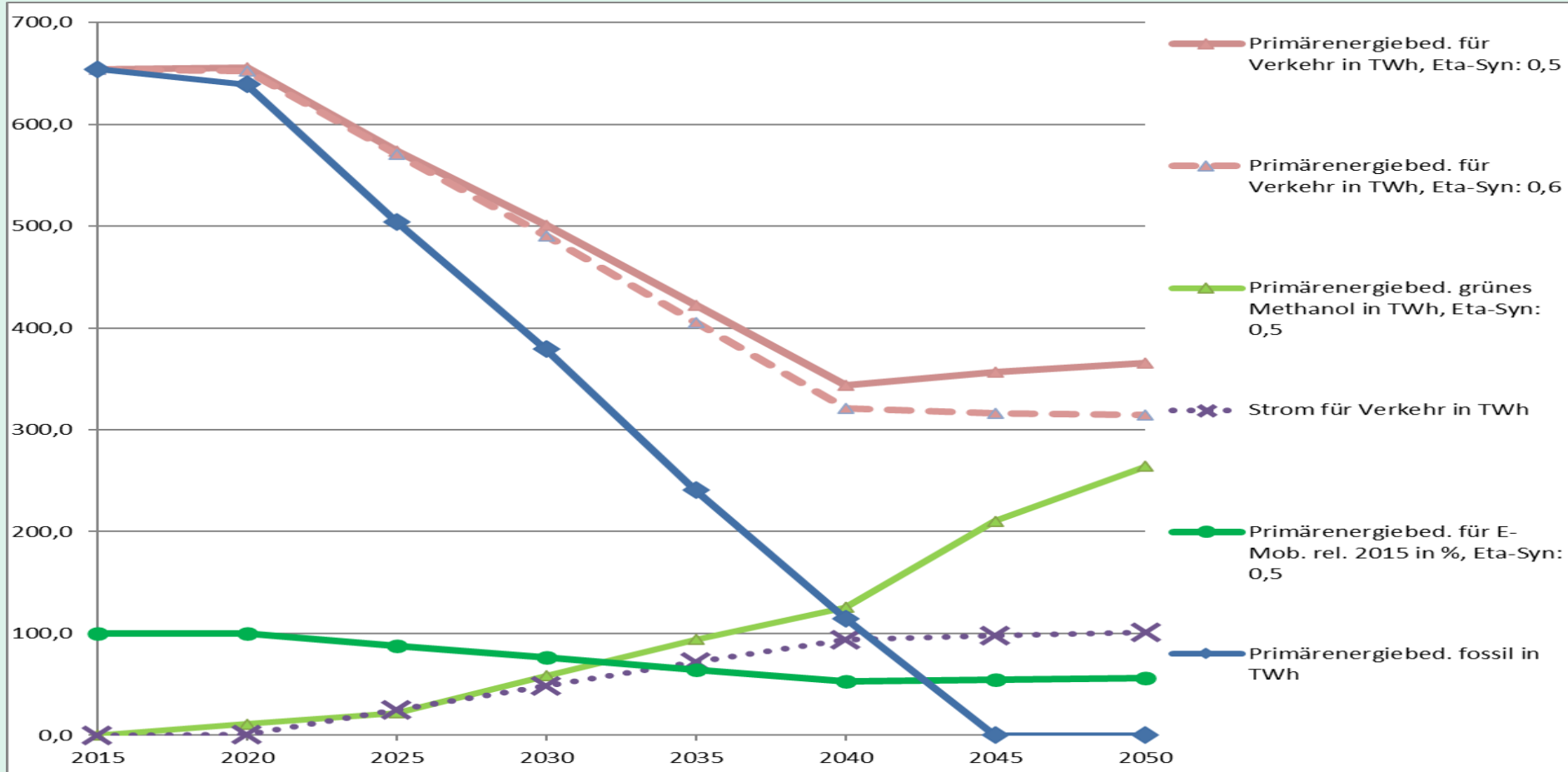


Grünes Methanol im Verbrenner emittiert weniger Treibhausgas als ein Elektrofahrzeug, selbst wenn Strom aus einer PV-Anlage genutzt wird.

Ein E-Mobil egalisiert den CO₂-Rucksack der Herstellung nach ca. 50.000 km gegenüber einem Diesel.



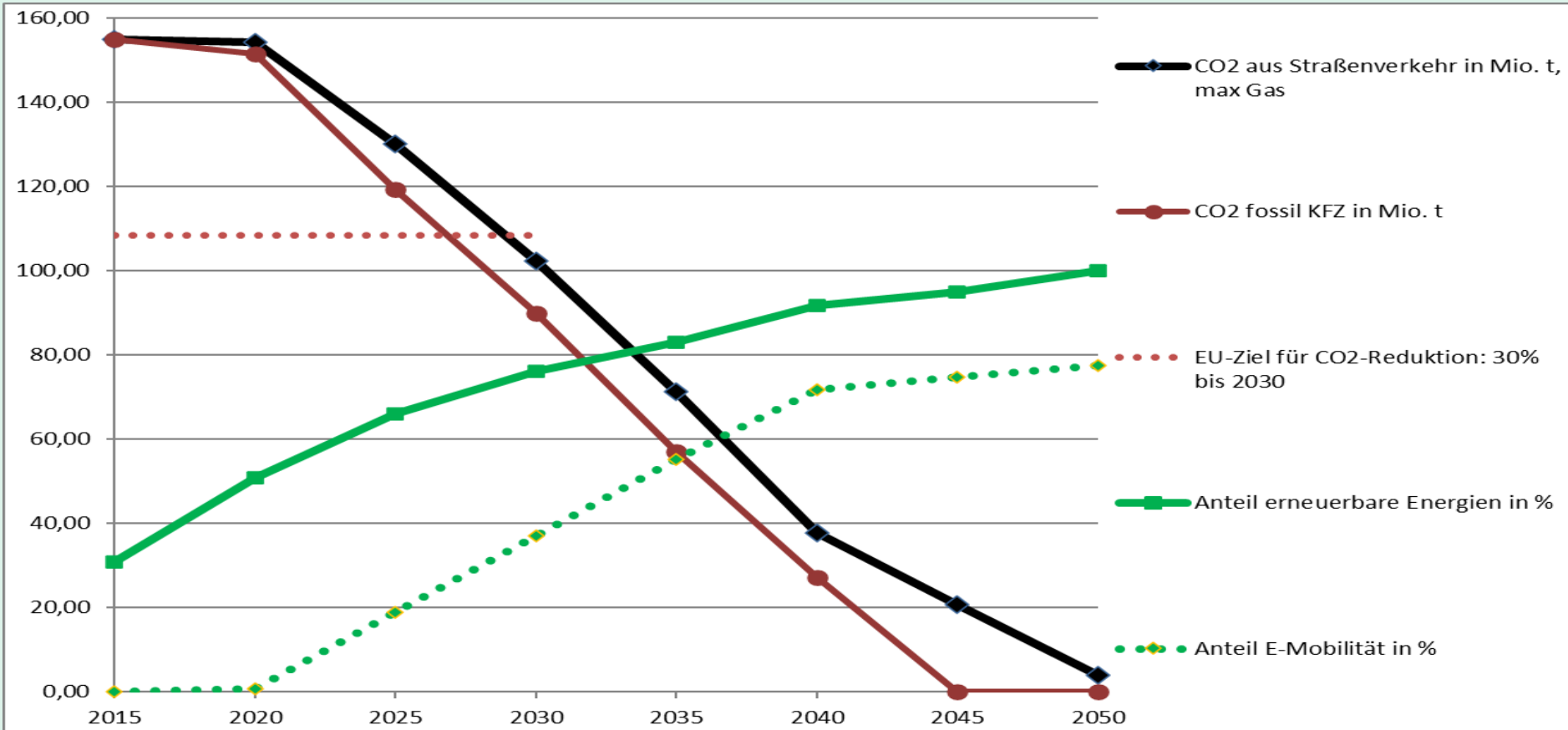
5.4 Primärenergieeinsparung



Der Energiebedarf für dieselbe Verkehrsleistung sinkt um 44 % von 660 TWh auf 370 TWh.



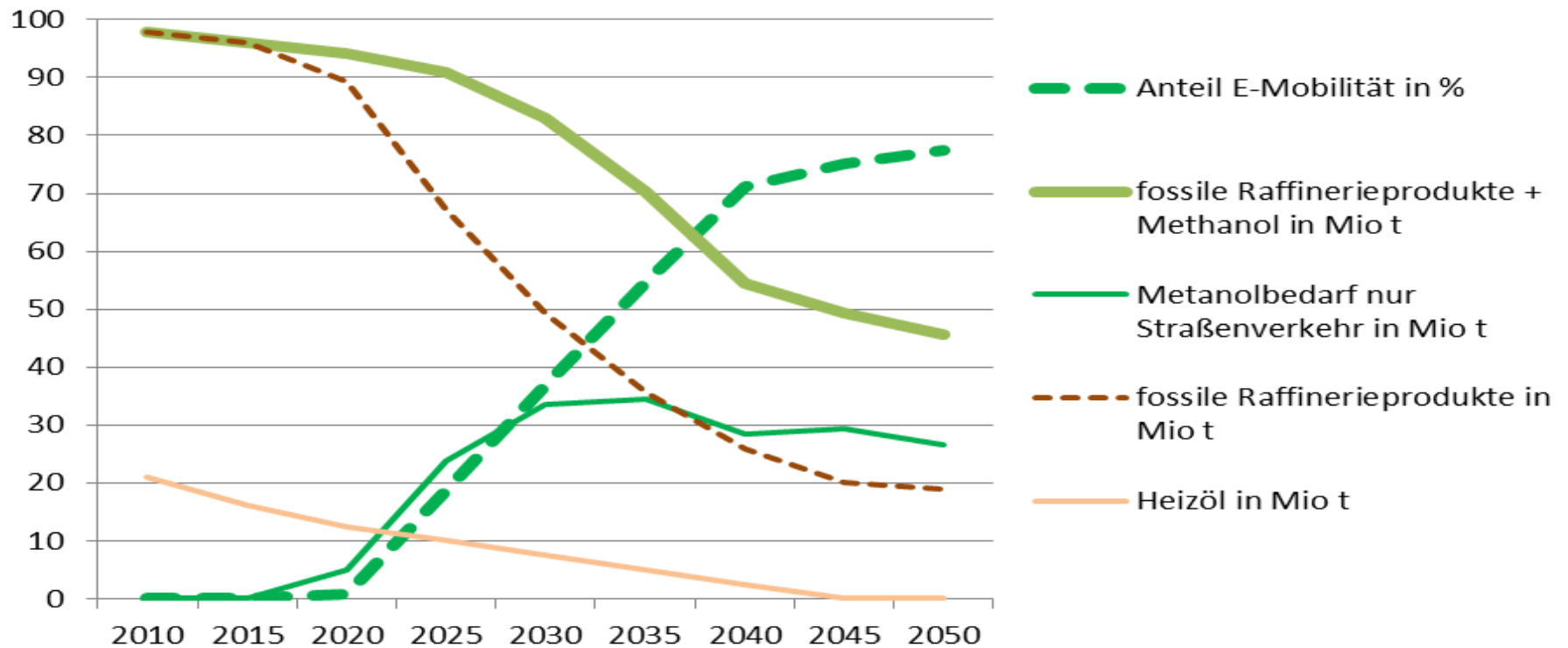
5.5 CO2-Emissionen Straßenverkehr DE



Verkehrsbedingte CO2-Emissionen können bis 2035 halbiert werden.



5.6 E-Mobilität und Methanolbedarf für klimaneutralen Straßenverkehr bis 2050



Man erkennt, dass ab ca. 45% mit zunehmender Elektromobilität der Methanol Bedarf von ca. 35 Mio. t im Jahr 2035 auf ca. 27 Mio. t im Jahr 2050 in Deutschland absinkt.



5.7 Infrastrukturkosten

Die infrastrukturellen Maßnahmen und die für dieses Mobilitätskonzept bis 2045 aufzubringenden, kumulierten Kosten sind mit ca. 62 Milliarden € überschaubar.

Sie liegen deutlich unter denen der bisher in Deutschland diskutierten Antriebskonzepte wie E-Mobilität (270 Milliarden €), synthetische Kraftstoffe aus Fischer-Tropsch Anlagen (155 Milliarden €), CNG- (153 Milliarden €) oder Brennstoffzellen Antriebe mit Hochdruckwasserstoff (bis 540 Milliarden €).



6 Stromversorgung im ländlichen Raum

Die Nutzung von Solarstrom (PV) ist insbesondere im ländlichen Raum in der Regel relativ einfach zu integrieren.

Der Ausbau des öffentlichen Ladenetzes kann dadurch entschleunigt werden.

Wenn sich **PHEV's mit 100 km elektrischer Reichweite** im Markt durchsetzen, kann auf einen Großteil der teuren und aufwendigen Schnellladestationen verzichtet werden.

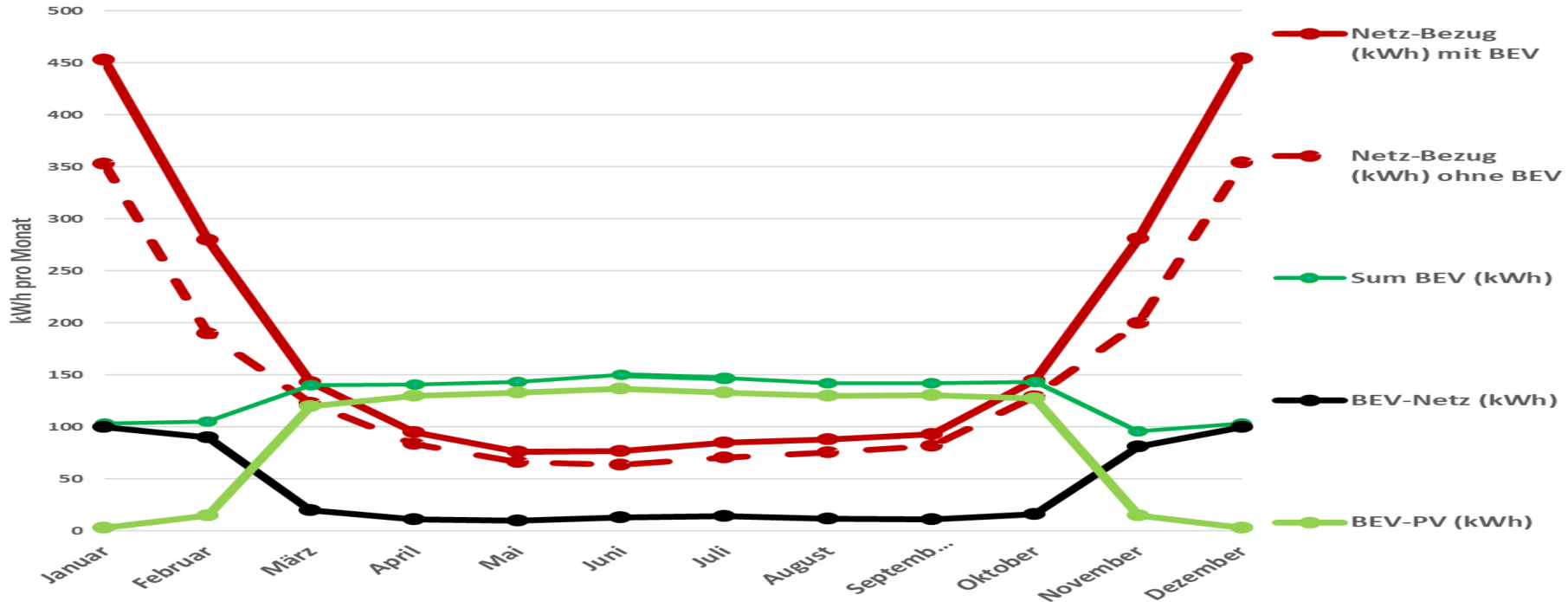
Die Nutzung von häuslichem Solarstrom für elektrisches Fahren verbessert die Amortisation von PV-Anlagen deutlich.

Selbst die Installation einer Wallbox ohne PV-Anlage ist aktuell wirtschaftlich attraktiv.



6.1 Typischer monatl. Strombedarf eines Elektrofahrzeuges angeschlossen an eine häusliche PV-Anlage

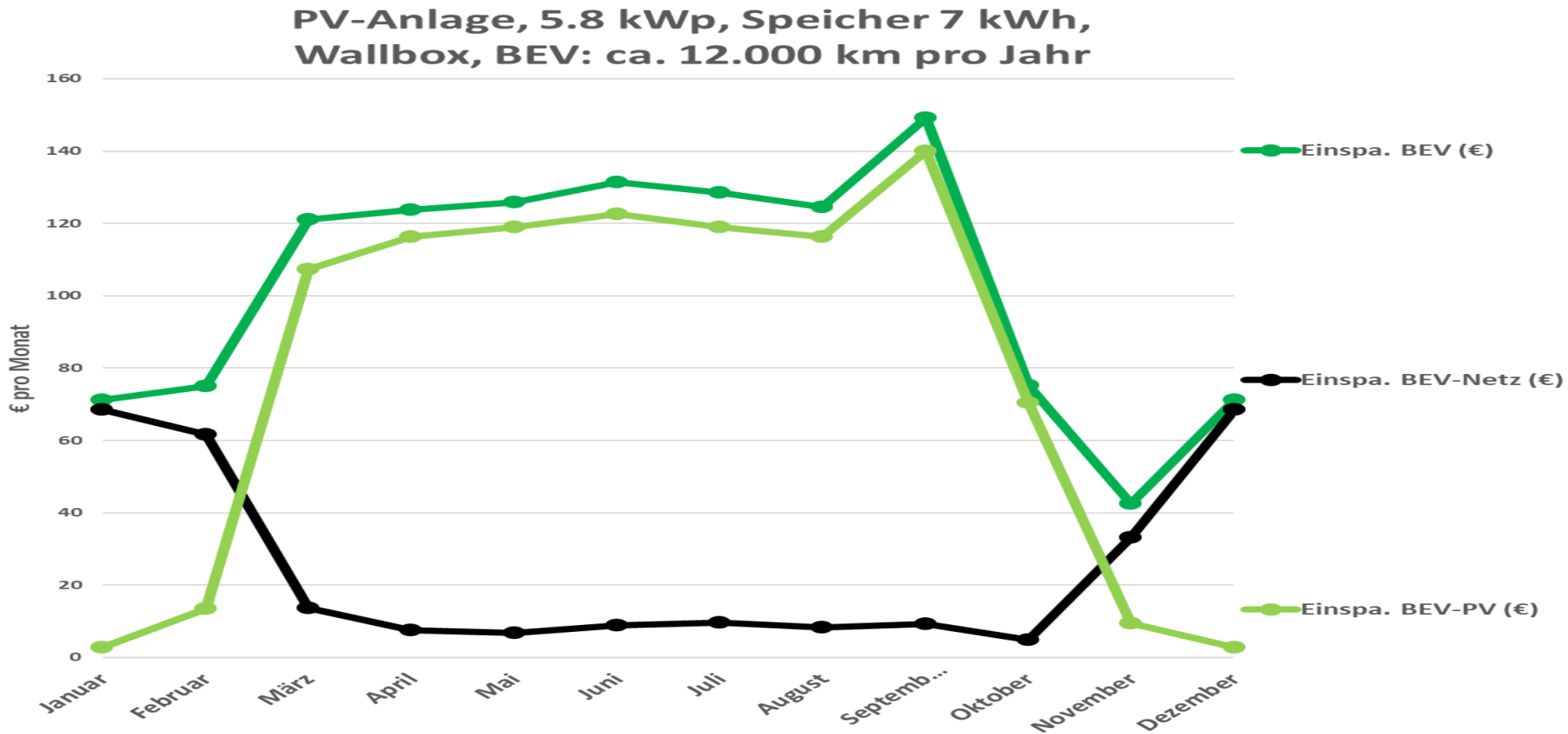
PV-Anlage, 5.8 kWp, Speicher 7 kWh, Wallbox, BEV: ca. 12.000 km pro Jahr



Um ca. 12.000 km jährlich zurückzulegen, müssen zusätzlich ca. 1.600 kWh für ein Elektrofahrzeug bereitgestellt werden. Davon können ca. 2/3 von der PV-Anlage gedeckt werden. Insbesondere in den Wintermonaten - Nov. bis Feb. – muss größtenteils auf Netzbezug zurückgegriffen werden.



6.2 In der Regel verbessert sich die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage mit dem Anschluss einer Wallbox für ein Elektrofahrzeug deutlich



Beim aktuellen jährlichen Ertrag von ca. 900 € durch die Nutzung von Solarstrom im BEV verbessert sich die Amortisation der PV-Anlage von ca. 15 auf ca. 8 Jahre.

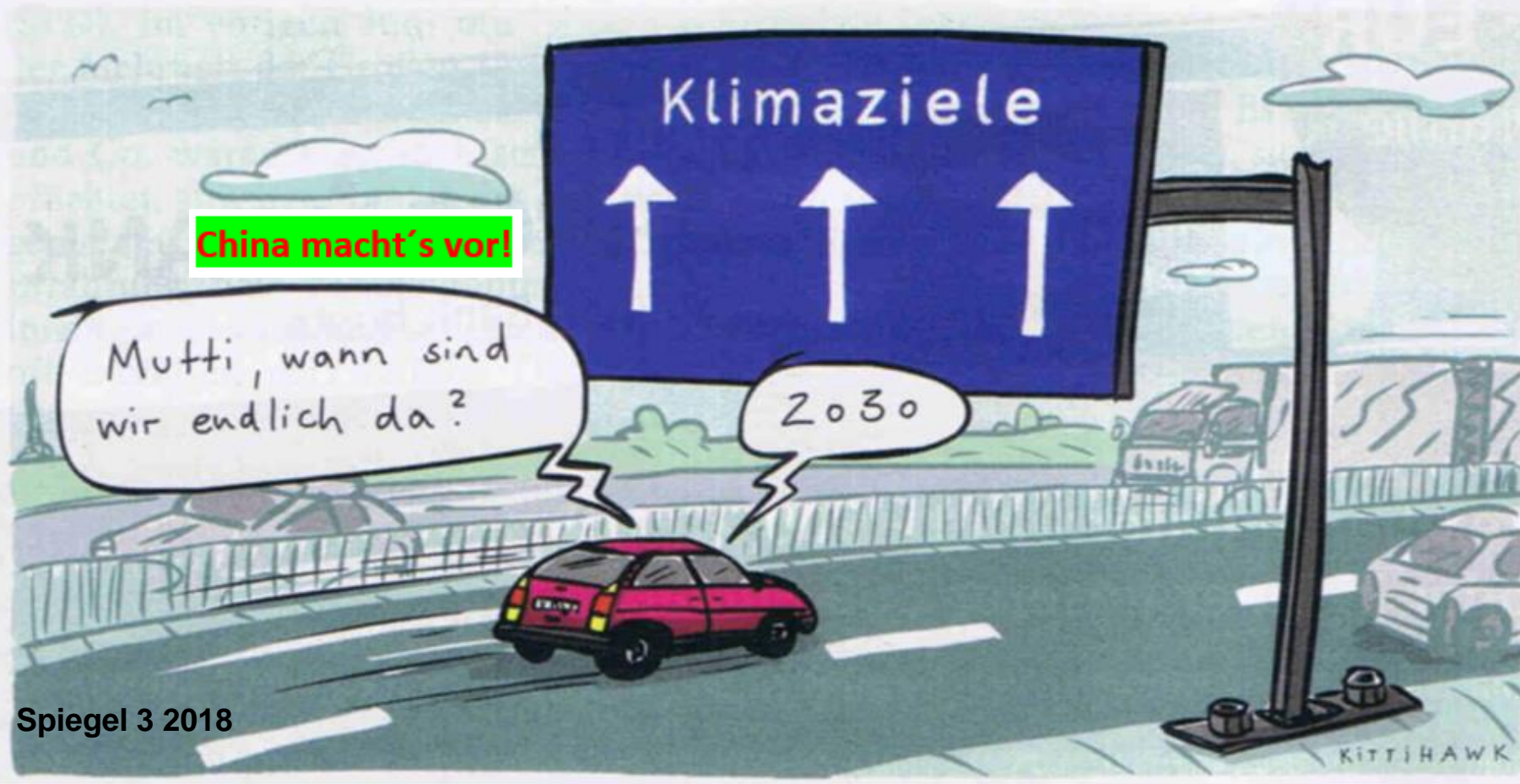
Der häusliche Netzbezug erspart ca. 400 € gegenüber einem Benzinfahrzeug. Eine akzeptable Amortisation für die Installation einer Wallbox von unter 10 Jahre ist in der Regel möglich.

Aktuelle Betriebskosten: Benzin >> 13 €/100 km, Netz-Strom >> 4 €/100 km PV-Strom >> 1,2 €/100 km



7. Mit Methanol gelingt ein großer Schritt auf dem Weg zum erfolgreichen Klimaziel!

Kittihawk



Spiegel 3 2018



Autoren: K. Hedrich,
M. Kuczera, L. Plass

Klimaneutrale Mobilität im Straßenverkehr
Das Potential von Methanol als Energieträger

28

18.11.21

Publikationen

Das Potential von Methanol als Energieträger im Verkehrssektor mit Nutzung der E-Mobilität im Nahbereich ist beschrieben in:

Hedrich, K.; Kuczera, M.; Plass, L.:

Klimaneutrale Mobilität im Straßenverkehr, BWK, Bd. 70 (2018) Nr.4

Hedrich, K.; Kuczera, M.; Plass, L.:

Was kostet klimaneutraler Straßenverkehr ERDÖL ERDGAS KOHLE 134 Jg. 2018 Heft 10 (2)

Chinesische Expertise und umfangreiche Felderfahrung:

<https://www.methanology.com/de/GeelyTrucks>



Kontakt

Dr. Manfred Kuczera

Fachreferent & Berater für

Mineralöltechnik & Nachhaltige Energie

Poststraße 45

75210 Keltern-Dietlingen

Telefon: +49 7236 980620

Fax: +49 7236 980621

Mobil: +49 173 3447568

E-Mail: manfred.kuczera@outlook.de

