

# Was wäre, wenn alle Autos durch Elektroautos ersetzt würden?

---

Dr. Helmut Zell

Stand 20.12.2021

## Inhaltsverzeichnis

1.	2020 – 48 Mio. Verbrenner, Stromerzeugung und CO2-Emissionen	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Die CO2-Emissionen der 48 Mio. Verbrenner-Pkws	2
1.3	Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland 2020	3
1.4	CO2-Emissionen durch Stromerzeugung (in 2020)	3
1.5	Ergebnis	4
2.	2021 – 48 Millionen Verbrenner werden durch gleichwertige E-Autos ersetzt	5
2.1	Wie viel Strom benötigen die 48 Millionen E-Autos?	5
2.2	CO2-Emission	6
2.3	Ergebnis	6
3.	2023 – Alle Kernkraftwerke gehen vom Netz	6
3.1	61 TWh müssen aus anderen Quellen kommen	6
3.2	CO2-Emissionen	7
3.3	Ergebnis	7
4.	2030 – Die Erneuerbaren erreichen 65 Prozent an Stromerzeugung	8
4.1	Die Zielgröße 65 Prozent des Stroms aus Erneuerbaren. EEG-Novelle 2021	8
4.2	Energiesituation in 2030	8
4.3	Die CO2-Emissionen in 2030	9
4.4	Ergebnis	9
5.	2030 – Nur 10 Millionen Verbrenner werden auf E-Autos umgestellt	9
5.1	Die Energiesituation	9
5.2	Die Emissionen	10
5.3	Ergebnis	10
6.	2030 – Alles zurück. Es fahren wieder 48 Mio. Verbrenner	11
6.1	Die Energiesituation	11
6.2	Die Emissionen	11
6.3	Ergebnis	11
7.	2030 – 30 % weniger und sparsamere Autos	12
7.1	Die Energiesituation	12
7.2	Die Emissionen	13
7.3	Ergebnis	13
8.	Ergebnis. Der Umstieg auf Elektroautos führt zu mehr CO2-Emissionen	14
8.1	Ergebnisse im Schaubild	14
8.2	Die CO2-Emissionen in den 7 Situationen	14
8.3	Fazit	15

# Was wäre, wenn alle Autos durch Elektroautos ersetzt würden?

## Der Himmel versucht der Bundesregierung bei der Klimapolitik zu helfen

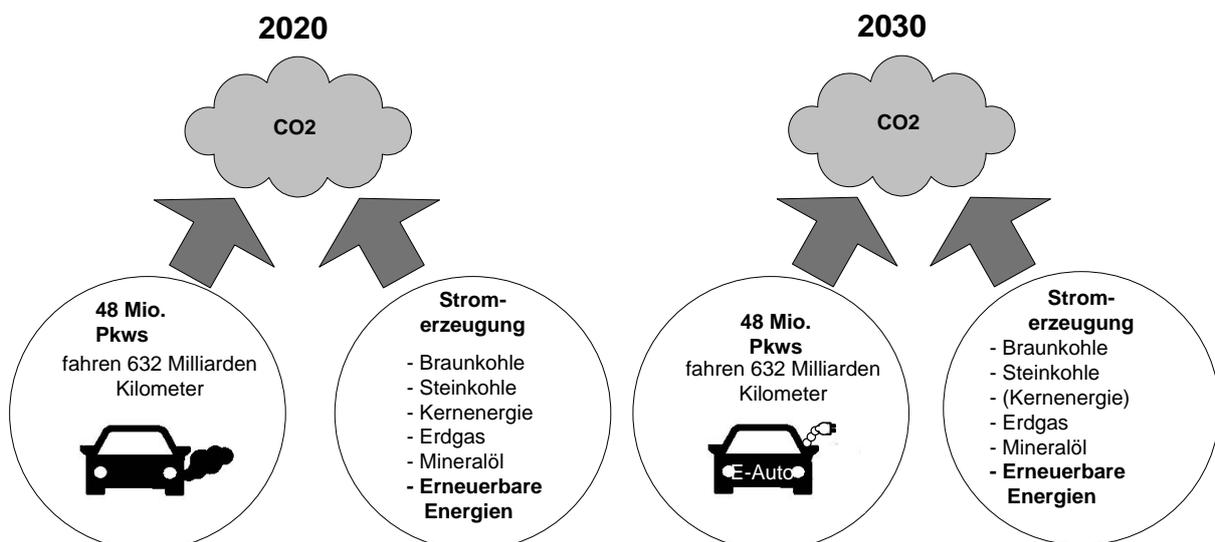
Viele Jahre hatte der liebe Gott dem Bemühen der deutschen Bundesregierung beim Kampf gegen den Klimawandel mit wachsender Verzweiflung zugeschaut. Besondere Sorge bereitete ihm der Verkehrssektor, wo er keinerlei Fortschritte sah. Die Autos wurden immer größer, wurden immer mehr und bedrohten mit ihren Abgasen die Gesundheit von Mensch und Tier. Er entschloss sich einzugreifen. In der Neujahrsnacht zum Jahr 2021 betraute er Christopherus, den Schutzpatron der Autofahrer, mit der Aufgabe, alle 48 Mio. Autos in Deutschland gegen Elektroautos auszutauschen. In der gleichen Nacht wurde bundesweit eine wunderbare Ladeinfrastruktur aufgebaut und aus der himmlischen Schatzkammer finanziert. Der heilige Christopherus stellte für diesen göttlichen Auftrag eine Gruppe von zu Engeln gewordenen ehemaligen Universitätsprofessoren zusammen. Hier nun die von dem interdisziplinären Team erarbeitete Studie für die Projektdurchführung.

In Deutschland ist der Verkehrssektor nach der Energiewirtschaft und der Industrie mit rund 20 Prozent CO<sub>2</sub>-Ausstoß (2019) der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen. Den weitaus größten Teil (94 Prozent) dieser Emissionen verursacht der Straßenverkehr. Die Bundesregierung hofft mit der Einführung von Elektro-Autos die CO<sub>2</sub>-Emissionen Deutschlands zu reduzieren und die Klimaziele erreichen zu können. Doch ist diese Erwartung für die E-Mobilität gerechtfertigt?

Dieses Papier stellt die Frage: „Was wäre, wenn über Nacht durch ein Wunder alle 48 Mio. Autos in Deutschland durch Elektroautos mit gleicher Fahrleistung und vergleichbarem Komfort ersetzt würden?“ Welche Auswirkungen hätte das

- auf den Verbrauch an fossiler Energie in Deutschland und
- in welchem Umfang würden die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen sinken?

Das ist die spannende Fragestellung, die wir hier untersuchen werden. Durch das E-Auto kommt es zu einer starken wechselseitigen Abhängigkeit zwischen den beiden Bereichen Mobilität und Stromversorgung. Deshalb sind beide Bereiche gemeinsam zu betrachten. Das ist in folgender Grafik dargestellt, links die Situation im Jahr 2020, rechts für Situationen in den Folgejahren mit E-Autos.



Wir ermitteln die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die folgenden sieben Situationen:

- 1) 2020 – 48 Mio. Verbrenner, Stromerzeugung und CO<sub>2</sub>-Emissionen
- 2) 2021 – 48 Millionen Verbrenner werden durch gleichwertige E-Autos ersetzt
- 3) 2023 – Alle Kernkraftwerke gehen vom Netz
- 4) 2030 – Die Erneuerbaren erreichen 65 Prozent an Stromerzeugung
- 5) 2030 – Nur 10 Millionen Verbrenner werden auf E-Autos umgestellt
- 6) 2030 – Alles zurück. Es fahren wieder 48 Mio. Verbrenner
- 7) 2030 – 30 % weniger und sparsamere Autos

Die folgenden Berechnungen basieren auf folgenden Annahmen:

- Die Netto-Stromerzeugung von 489 Mrd. kWh im Jahr 2020 bleibt bis 2030 unverändert.
- 48 Mio. Pkws sind in 2020 in Betrieb, deren jährliche Fahrleistung 632 Milliarden Kilometer beträgt. Das bleibt auch in den Folgejahren so.
- Elektroautos verbrauchen 20 kWh pro 100 km.<sup>1</sup>
- In 2023 erfolgt die Abschaltung der Kernkraftwerke für die Stromerzeugung.
- In 2030 erreicht der Anteil der Erneuerbaren Energie an der Stromerzeugung – wie von der Bundesregierung geplant – 65 Prozent.
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeuge werden nur während ihrer Nutzung berechnet, also nicht für Produktion, Betrieb, Entsorgung aller Fahrzeugkomponenten (inkl. Batterie) und Ladeinfrastruktur.

## 1. 2020 – 48 Mio. Verbrenner, Stromerzeugung und CO<sub>2</sub>-Emissionen

### 1.1 Ausgangslage

2019 waren in Deutschland 47,7 Mio. Pkw angemeldet – davon 66 Prozent Benzin, 32 Prozent Diesel, zwei Prozent mit alternativen Antrieben.<sup>2</sup> Die Inländerfahrleistung dieser Pkws<sup>3</sup> betrug im Jahr 2019 632 Milliarden Kilometer<sup>4</sup>. Jedes Fahrzeug legte dabei im Durchschnitt 13.602 Kilometer zurück.<sup>5</sup> Da die dabei verbrauchte Menge an Kraftstoff für 2020 noch nicht vorliegt, nehmen wir die Zahlen von 2018, die im Wesentlichen unverändert sein dürfte. In 2018 verbrannten die Autos 16,7 Mio. Tonnen Benzin und 32,3 Mio. Tonnen Dieselmotorkraftstoff.<sup>6</sup>

### 1.2 Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der 48 Mio. Verbrenner-Pkws

Für etwa 59 Prozent der Emissionen des Verkehrs in Deutschland sind Benzin- und Diesel-Pkw verantwortlich. Wenn ein Fahrzeug einen Liter Benzin verbraucht, stößt es etwa 2,37 Kilogramm CO<sub>2</sub> aus. Bei einem Dieselfahrzeug sind es 2,65 Kilogramm CO<sub>2</sub>.<sup>7</sup> Die dabei entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen errechnen sich wie folgt:

	Volumen (Mio. Liter)	CO <sub>2</sub> -Emissionen / Liter	Emissionen (Tonnen CO <sub>2</sub> )
Benzin	22.300	2,37 kg	53 Mio.
Diesel	38.300	2,65 kg	101 Mio.
Benzin + Diesel gesamt	60.600		154 Mio.

Nach Angaben des BMU emittierte der Verkehr in 2019 163 Mio. Tonnen Treibhausgase. Von den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind 58,7 Prozent den Pkws zuzurechnen; 35,1 Prozent der Straße Nutzfahrzeuge. Ich habe keine Angabe gefunden, wie sich der Verbrauch an Diesel auf Pkws und Lkws verteilt.

Schon bei der Exploration, Gewinnung und Transport der Treibstoffe fallen CO<sub>2</sub>-Emissionen an (Well to Tank). Die lassen sich durch den Primärenergiefaktor ausdrücken, der für Deutschland etwa 1,3 beträgt. Man muss also die Vorkette mit rund 15 bis 20 Prozent als zusätzliche Emission rechnerisch berücksichtigen.<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Automobilhersteller nennen für ihre E-Autos Verbrauchswerte zwischen 15 und 20 kWh pro 100 Kilometer. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Autofirmen die Verbrauchsangaben „schönen“, so dass 20 kWh realistisch sind.

<sup>2</sup> BMU: Klimaschutz in Zahlen 2020, S. 36, (<https://www.bmu.de/publikation/klimaschutz-in-zahlen-2020/>)

<sup>3</sup> BMVI: Verkehr in Zahlen 2019/2020, September 2019, S. 132

<sup>4</sup> [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk\\_inlaenderfahrleistung/vk\\_inlaenderfahrleistung\\_inhalt.html?nn=2351604](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html?nn=2351604). Jahresfahrleistung in 2019 632.254 Mrd. Kilometer

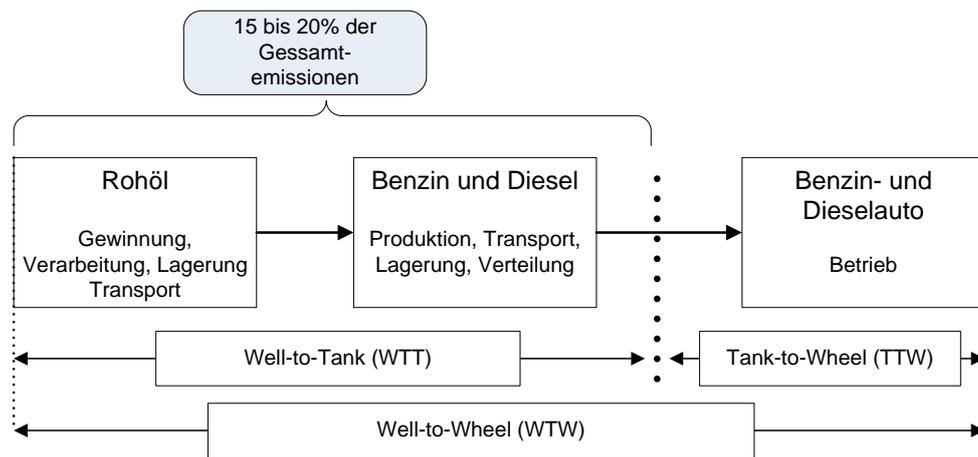
<sup>5</sup> [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/bmuVerkehrKilometer/vk\\_inlaenderfahrleistung/vk\\_inlaenderfahrleistung\\_inhalt.html?nn=2351604](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/bmuVerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html?nn=2351604), durchschnittliche Jahresfahrleistung in 2019 Pkws 13.602 Kilometer

<sup>6</sup> BMVI: Verkehr in Zahlen 2019/2020, S. 307

<sup>7</sup> Spezifischer Kraftstoffverbrauch in Liter je 100 Kilometer: Diesel 7,0; Benzin 7,8; Vgl.

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/verkehr/Tabellen/fahrleistungen-kraftstoffverbrauch.html>; <https://www.helmholtz.de/erde-und-umwelt/wie-viel-co2-steckt-in-einem-liter-benzin/>

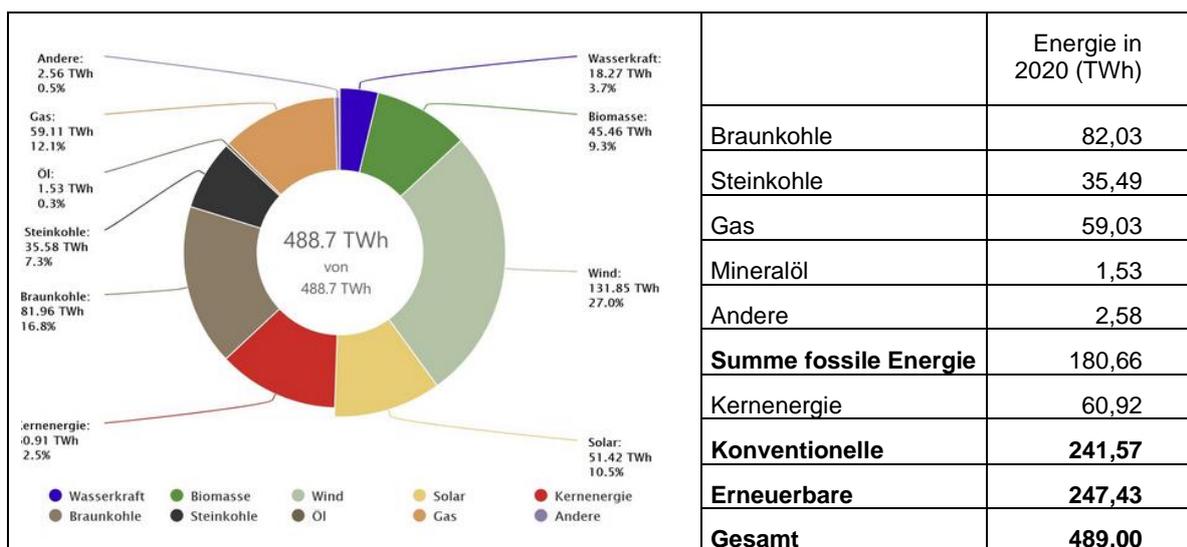
<sup>8</sup> Well-to-Wheel Betrachtung der Antriebstechnologien, erstellt am: 04.11.2010 | Stand des Wissens: 21.01.2019, <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/332825/> (Ottomotor WtT 24 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro km, WtW 164 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro km, ergibt für die Vorkette 15 Prozent; für Diesel (24/152) 18 Prozent)



Die durch Pkw verursachten Kohlendioxid-Emissionen nehmen in Deutschland kontinuierlich zu. Im Jahr 2017 wurden dafür insgesamt 115 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> emittiert.<sup>9</sup> Da mir die Zahlen für die Jahre 2019 und 2020 nicht bekannt sind, verwende ich für die Berechnungen diese Angabe aus 2017 von **115 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>**.<sup>10</sup>

### 1.3 Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland 2020

Im Jahr 2020 wurden 489 Milliarden kWh Strom erzeugt. Erneuerbare Energieträger lieferten mit 247,47 Mrd. kWh etwas über die Hälfte des in Deutschland erzeugten Stroms.



Quelle: Fraunhofer ise. [https://www.energy-charts.info/charts/energy\\_pie/chart.htm?l=de&c=DE&year=2020](https://www.energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=de&c=DE&year=2020) (2021.02.09)

In obiger Darstellung fehlt die erzeugte Stromenergie der Kraftwerke im verarbeitenden Gewerbe, im Bergbau und die in der Gewinnung von Steinen und Erden für den Eigenverbrauch.<sup>11</sup>

### 1.4 CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Stromerzeugung (in 2020)

**Der spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor beim Strommix 2020 = 0,381 kg/kWh**

<sup>9</sup> Statistisches Bundesamt. Pressemitteilung Nr. 459 vom 26. November 2018, [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/11/PD18\\_459\\_85.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2018/11/PD18_459_85.html)

<sup>10</sup> Kontrollrechnung: Wenn bei 632 Mrd. Fahrkilometer 115 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> entstehen, errechnet sich ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 182 Gramm pro km.

<sup>11</sup> [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/0120\\_d\\_ISE\\_Aktuelles\\_Stromerzeugung\\_2019.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/news/2019/0120_d_ISE_Aktuelles_Stromerzeugung_2019.pdf), Seite 2

Nach den Angaben des Statistischen Bundesamts (destatis) lagen im Jahr 2019 die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Stromerzeugung in Deutschland bei 219 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>.<sup>12</sup> Nach einer Mitteilung des Energieverbands BDEW vom 17.12.2020 gingen in der Energiewirtschaft die Emissionen in 2020 um 15 Prozent zurück. Das ist eine Verringerung um 37 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>.<sup>13</sup> 219 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> minus 15 Prozent = **186,15 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>**.

$$\text{Der CO}_2\text{-Emissionsfaktor für 2020} = \frac{186 \text{ Millionen t CO}_2}{489 \text{ TWh}} = 0,381 \text{ kg/kWh}$$

Dieser Wert entspricht ungefähr der Angabe des Umweltbundesamts, das für die Netto-Stromerzeugung einen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor in 2019 einen Wert von 0,401 kg/kWh angibt.<sup>14</sup> Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) nennt für den deutschen Strommix eine spezifische CO<sub>2</sub>-Emission der Netto- Stromerzeugung für 2019 den Wert 0,39 kg/kWh, wobei aber die Stromerzeuger der Industrie mit einbezogen sind.<sup>15</sup>

Da die elektrische Energie für jeden zusätzlichen Verbraucher und somit für jedes E-Autos aus fossilen Trägern kommen muss, ist für unsere Fragestellung der spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für Kohle, Gas und Mineralöl relevant. Er errechnet sich wie folgt:

$$\text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor} = \frac{\text{CO}_2\text{-Emissionen für Stromerzeugung}}{\text{Fossile Strommenge}}$$

$$\text{CO}_2\text{-Emissionsfaktor für 2020} = \frac{186 \text{ Millionen t CO}_2}{180,65 \text{ TWh}} = 1,030 \text{ kg/kWh (für fossile Energie)}$$

**Der spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor 2020 beim Strommix aus fossilen Energieträgern = 1,030 kg/kWh**

Daten für das Basisjahr 2020:

2020	Energie in 2020 (TWh)	Spez. Emission (CO <sub>2</sub> kg / kWh)	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. Tonnen)	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. Tonnen)
CO <sub>2</sub> durch 48 Mio. Pkw				<b>115</b>
<b>Fossile Energie</b>	<b>180,65</b>	1,030	<b>186</b>	
Kernenergie	60,92			
<b>Konventionelle</b>	<b>241,57</b>		<b>186</b>	<b>186</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247,43</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489,00</b>	0,381		<b>301</b>

Auch für die folgenden Berechnungen verwenden wir den Emissionsfaktor 1,030 kg/kWh für die Stromerzeugung aus fossilen Quellen. Es wird angenommen, dass sich die Anteile von Stein-, Braunkohle und Gas an der Stromerzeugung gegenüber 2020 nicht ändern.

## 1.5 Ergebnis

Der Betrieb der 48 Mio. Verbrenner führt zu CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 115 Mio. Tonnen. Mit den Emissionen für die Stromerzeugung von 186 Mio. Tonnen ergeben sich CO<sub>2</sub>-Emissionen von 301 Mio. Tonnen in 2020.

<sup>12</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/38893/umfrage/co2-emissionen-durch-stromerzeugung-in-deutschland-seit-1990/>. Sehr ähnlich die Angabe für die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung der Bundesnetzagentur: Monitoringbericht Energie 2020 - Monitoringbericht\_Energie2020.pdf

<sup>13</sup> [https://www.strom-magazin.de/strommarkt/energieverbrauch-und-co2-ausstoss-2020-in-deutschland-gesunken\\_224006.html](https://www.strom-magazin.de/strommarkt/energieverbrauch-und-co2-ausstoss-2020-in-deutschland-gesunken_224006.html)

<sup>14</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/bilanz-2019-co2-emissionen-pro-kilowattstunde-strom>

<sup>15</sup> BDEW: Die Energieversorgung 2020 – Jahresbericht, S. 37, [https://www.bdew.de/media/original\\_images/jahresbericht-2020-final-korr.pdf](https://www.bdew.de/media/original_images/jahresbericht-2020-final-korr.pdf)

## 2. 2021 – 48 Millionen Verbrenner werden durch gleichwertige E-Autos ersetzt

### 2.1 Wie viel Strom benötigen die 48 Millionen E-Autos?

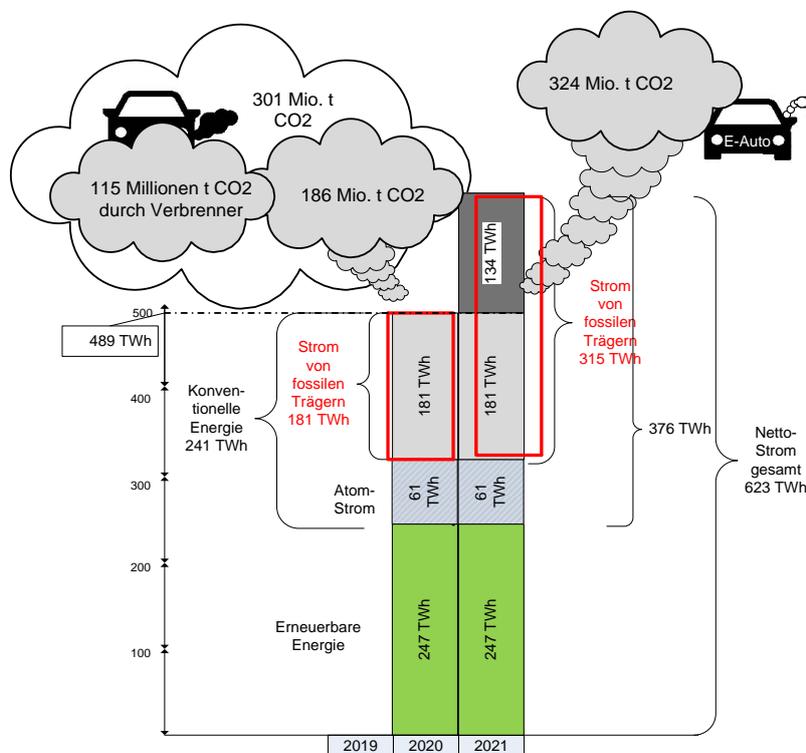
Ein Elektroauto, das vom Gewicht, jährlicher Fahrleistung 14.000 km, Leistung und Komfort eines Autos der Mittelklasse entspricht ( z. B. BMW i3, Tesla Model 3), benötigt ungefähr 20 kWh auf 100 km.<sup>16</sup>

20 kWh auf 100 km und 14.000 km pro Jahr  $\approx$  2.800 kWh pro Jahr pro E-Auto.

Berechnungen für 48 Mio. E-Autos: 2.800 kWh \* 48 Mio. E-Autos = 134.400 Mio. kWh.

**Die E-Autos benötigen im Jahr rund 134 Mrd. kWh an elektrischer Energie.**

Ulrich Schmidt vom Kieler Institut für Weltwirtschaft schätzt den Strombedarf für 2019 bei einer vollständigen Umstellung auf Elektroautos von 15 kWh je 100 Kilometer auf 94,63 TWh.<sup>17</sup> Eine Studie des Bundesumweltministeriums rechnet für eine vollständig elektrifizierte deutsche Pkw-Flotte von 45 Millionen Fahrzeugen mit einem Strombedarf von rund **90 Terawattstunden (TWh)**, wobei aber von zwei Drittel Plug-in-Hybrides ausgegangen wird.<sup>18</sup> Da wir in unserer Analyse den Umstieg auf vollelektrische E-Autos (BEV, Battery Electric Vehicles) untersuchen, scheint der oben errechnete Wert von 134 Mrd. kWh realistisch zu sein. Buchal/Karl/Sinn nennen bei einer Komplettumstellung der Pkw sogar einen Strombedarf von 200 TWh.<sup>19</sup>



Wenn die 48 Millionen E-Autos mit Beginn des Jahres 2021 ans Netz gehen, wird die Stromerzeugung aus Erneuerbaren nicht wesentlich steigen. Die Sonne scheint nicht heller und der Wind bläst nicht

<sup>16</sup> Auch folgende Studie geht von einem spezifischen mittleren Strombedarf von 20 kWh / 100 km als Näherungswert aus: Agora Verkehrswende (2019): Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial. S.37

<sup>17</sup> Vgl. Ulrich Schmidt, Elektromobilität und Klimaschutz: Die große Fehlkalkulation, KIEL POLICY BRIEF, Juni 2020, S. 4

<sup>18</sup> „Rechnet man mit einer für E-Autos (...) Jahresfahrleistung von 12.000 km, einem (...) Stromverbrauch von 20 kWh/100 km bei rein batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV) und einem Anteil von zwei Dritteln Plug-in-Hybriden (PHEV), die wiederum zu 75 Prozent elektrisch unterwegs sind, ergibt sich für eine Million Elektroautos ein Stromverbrauch von 2 Terawattstunden (TWh) pro Jahr. Dies ergibt bei irgendwann 45 Millionen deutschen Elektroautos einen Strombedarf von 90 TWh pro Jahr.“ (emob\_strom\_ressourcen\_bf.pdf, Seite 7), Kurzinformation Elektromobilität bzgl. Strom- und Ressourcenbedarf. (emob\_strom\_ressourcen\_bf.pdf, Seite 2) [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/emob\\_strom\\_ressourcen\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_strom_ressourcen_bf.pdf)

<sup>19</sup> Buchal, Christoph / Karl, Hans-Dieter / Sinn, Hans-Werner: Kohlemotoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO2-Bilanz?, in: ifo-Schnelldienst, 8/2019, 25. April 2019, S. 46

schneller, wenn ein E-Auto an einer Ladesäule Strom zapft. Wir gehen in unserer Modellrechnung folglich davon aus, dass die zusätzlich benötigte elektrische Energie aus fossilen Quellen kommen muss. Solar- und Windenergie lassen sich kaum regeln, weshalb allein wegen dieser fehlenden Regelfähigkeit fossile Kraftwerke einspringen müssen. Ferner gehen wir davon aus, dass sich die Energiemenge aus den Kernkraftwerken nicht gesteigert wird, zumal diese in 2022 sowieso abgeschaltet werden. Der zusätzlich benötigte Strom wird also aus fossilen Quellen (Gas und Kohle) kommen müssen.<sup>20</sup>

## 2.2 CO2-Emission

2021	Energie in Energie in 2020 (TWh)	Energie 2021 (TWh)	Spez. Emission (CO2 kg / kWh)	CO2- Emissionen (Mio. Tonnen)	CO2- Emissionen (Mio. Tonnen)
CO2 vom 48 Mio. Pkw					
<b>Fossile Energie</b>	<b>180,65</b>	315	1,030	324	
Kernenergie	60,92	61		0	
<b>Konventionelle</b>	<b>241,57</b>	<b>376</b>		324	<b>324</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247,43</b>	<b>247</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489,00</b>	<b>623</b>	0,520		<b>324</b>

## 2.3 Ergebnis

2021	Mio. Tonnen CO2
Emissionen für Strom und Pkws in 2021	324
Emissionen für Strom und Pkws in 2020	301
Differenz	+ 23

Die 48 Mio. Autos fahren jetzt elektrisch und der direkte CO2-Ausstoß des Pkw-Verkehrs sinkt auf Null. Allerdings benötigen die E-Autos eine Strommenge von 134 Mrd. kWh, die durch fossile Kraftwerke bei einem durchschnittlichen spezifischen CO2-Emissionsfaktor von 1,030 kg/kWh bereitgestellt wird.

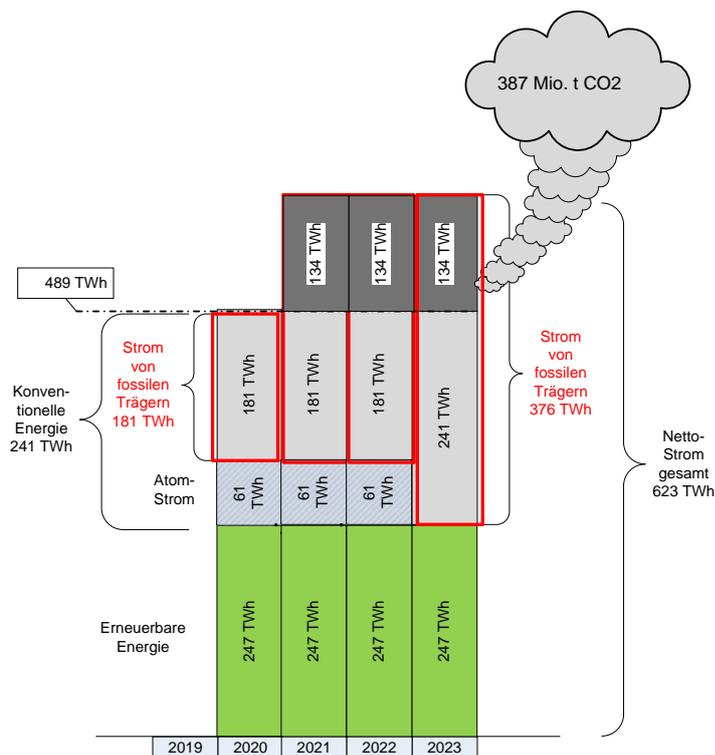
Die Emissionen aus Stromerzeugung und Pkw-Verkehr betragen im Jahr 2021 324 Mio. Tonnen CO2. Die Umstellung auf Elektroautos hat eine Erhöhung um 23 Millionen Tonnen CO2 bewirkt.

## 3. 2023 – Alle Kernkraftwerke gehen vom Netz

### 3.1 61 TWh müssen aus anderen Quellen kommen

Da bis Ende 2022 die letzten deutschen Kernkraftwerke vom Netz genommen werden, wird die bisherige Menge an Atomstrom von 61 TWh aus anderen Quellen kommen müssen. Da wir für diesen Fall davon ausgehen, dass die Menge an EE-Strom erst einmal gleich bleibt, kann der benötigte Strom nur von Kohle und Gas kommen.

<sup>20</sup> Für das Jahr 2030 plant die Bundesregierung den Anteil der Erneuerbaren an der Stromversorgung auf 65 Prozent zu steigern. Diesen Fall betrachten wir unten in Kapitel 4.



Wenn der Strom aus Kernenergie durch solchen aus Steinkohle, Braunkohl und Erdgas ersetzt wird, entsteht ein jährlicher Strombedarf aus fossilen Energieträgern von 376 TWh. Das ist in obigem Schaubild dargestellt.

### 3.2 CO2-Emissionen

Das Abschalten aller Atomkraftwerke hat auf die angestrebten Klimaziele einen negativen Effekt. Hinsichtlich der jetzt zusätzlich entstehenden CO2 Emissionen gehen wir davon aus, dass die Anteile der fossilen Quellen proportional erhöht werden.

2023 (ohne Atomstrom)	Energie in 2020 (TWh)	Energie 2023 (TWh)	Spez. Emission (CO2 kg / kWh)	CO2-Emissionen (Mio. Tonnen)	CO2-Emissionen (Mio. Tonnen)
CO2 von 48 Mio. Pkw					
<b>Fossile Energie</b>	<b>181</b>	376	1,030	387	
<b>Konventionelle</b>	<b>242</b>			387	<b>387</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247</b>	<b>247</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489</b>	<b>623</b>	0,381	<b>387</b>	<b>387</b>

### 3.3 Ergebnis

2023 (ohne Atomstrom)	Mio. Tonnen CO2
Emissionen für Strom und Pkws in 2030 (ohne Kernenergie)	387
Emissionen für Strom und Pkws in 2020	301
Differenz	86

Der Ausfall von 61 TWh an elektrischer Energie durch den Atomausstieg wird durch Kohle- und Gaskraftwerke ersetzt. Dadurch steigen im Jahr 2023 die Emissionen für Stromerzeugung und Pkws um beachtliche 86 Mio. auf 387 Mio. Tonnen CO2.

## 4. 2030 – Die Erneuerbaren erreichen 65 Prozent an Stromerzeugung

### 4.1 Die Zielgröße 65 Prozent des Stroms aus Erneuerbaren. EEG-Novelle 2021

Das Bundeskabinett hat im September 2020 die vom Bundeswirtschaftsminister eingebrachte Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die sogenannte EEG-Novelle 2021, verabschiedet.<sup>21</sup> Nach der EEG-Reform, die zum 1. Januar 2021 in Kraft trat, sollen bis 2030 65 Prozent des Stroms in Deutschland aus erneuerbaren Energien kommen. Für den Sektor Verkehr hat die Bundesregierung im Klimaschutzplan 2050 (2016) vorgesehen, die Emissionen aus dem Sektor Verkehr um 40 bis 42 Prozent im Vergleich zu 1990 auf 98 bis 95 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. im Jahr 2030 zu mindern.<sup>22</sup>

### 4.2 Energiesituation in 2030

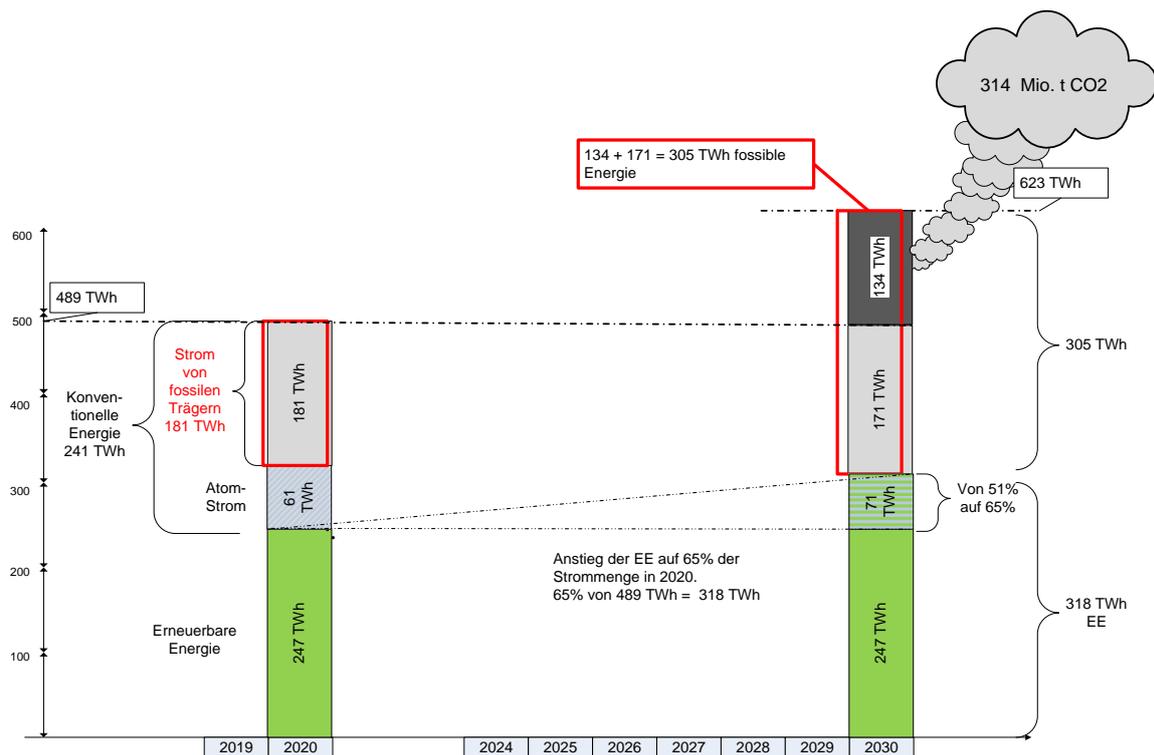
Die Bundesregierung plant den Anteil der EE an der Stromerzeugung bis 2030 auf 65 Prozent zu steigern. Wie hoch sind die Emissionen für die 48 Mio. E-Autos, wenn der Anteil der Erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung von rund 50 Prozent (Basiswert 489 TWh in 2020) auf 65 Prozent steigen sollte?

#### Zwischenrechnung

Nettostromerzeugung in 2020 gesamt: 489 TWh, davon EE 247 TWh.

Anstieg EE auf 65 Prozent, d. h. 65 Prozent von 489 = 318 TWh;  $318 (2030) - 247 (2020) = 71$  TWh

Anstieg EE =  $489 - 318 = 171$  TWh;  $134 + 171 = 305$  TWh fossil



<sup>21</sup> <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/09/20200923-altmaier-eeg-novelle-2021-klares-zukunftssignal-fuer-mehr-klimaschutz-und-mehr-erneuerbare.html>

<sup>22</sup> Bundesregierung: Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, S. 62

### 4.3 Die CO2-Emissionen in 2030

2030 (mit 65 Prozent Erneuerbarer Energie)	<i>Energie in 2020 (TWh)</i>	Energie 2030 (TWh)	Spez. Emission (CO2 kg / kWh)	CO2-Emissionen (Mio. Tonnen)	CO2-Emissionen (Mio. Tonnen)
CO2 von 48 Mio. Pkw					
<b>Fossile Energie</b>	<b>181</b>	<b>305</b>	1,030	314	
<b>Konventionelle</b>	<b>242</b>	<b>305</b>		314	<b>314</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247</b>	<b>318</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489</b>	<b>623</b>	0,505		<b>314</b>

### 4.4 Ergebnis

2030 (mit 65 Prozent EE)	Mio. Tonnen CO2
Emissionen für Strom und Pkws in 2030 (65 Prozent EE)	314
Emissionen für Strom und Pkws in 2020	301
Differenz	13

Im Jahr 2030 ist die Strommenge aus EE von 247 TWh um 71 TWh auf (emissionsfreie) 318 TWh gestiegen. Der weiterhin benötigte Strom aus fossiler Energie führt zu CO2-Emission in Höhe von 314 Mio. Tonnen CO2. Der positive Effekt durch die Erhöhung der EE wird durch den negativen Effekt des Atomausstiegs fast ausgeglichen. Im Vergleich zur Ausgangslage in 2020 errechnen sich aber zusätzliche Emissionen in Höhe von 13 Mio. Tonnen CO2.

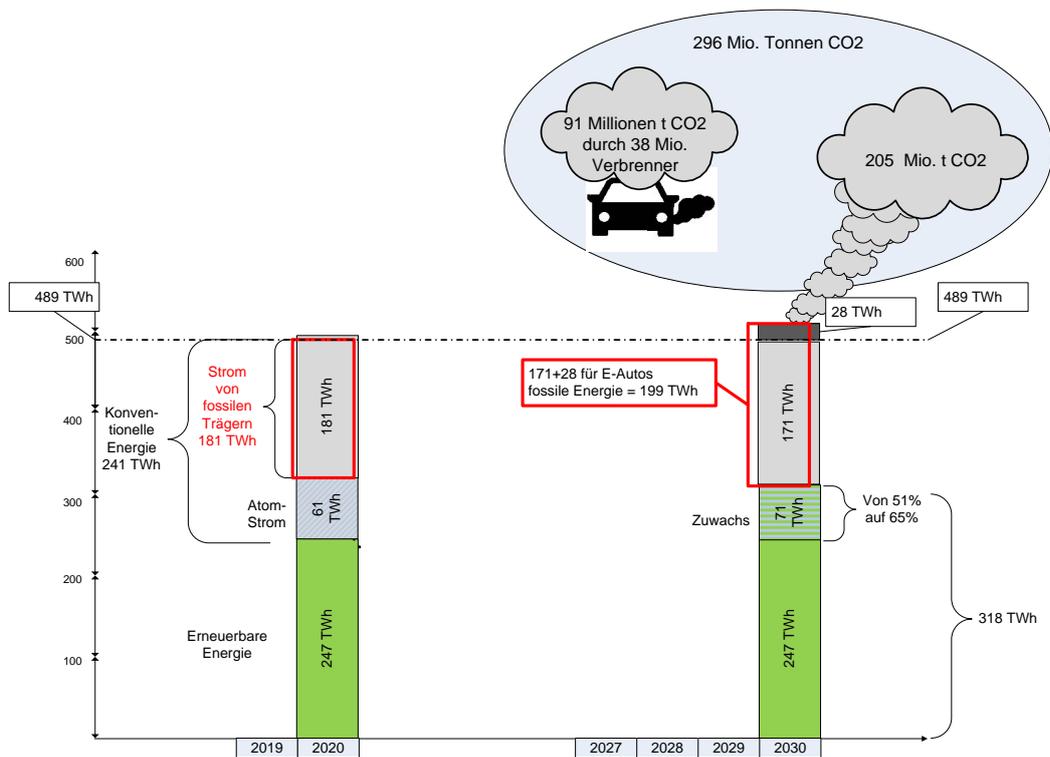
## 5. 2030 – Nur 10 Millionen Verbrenner werden auf E-Autos umgestellt

### 5.1 Die Energiesituation

Die Bundesregierung möchte die Zahl der Elektroautos auf deutschen Straßen bis zum Jahr 2030 auf etwa sieben bis zehn Mio. Fahrzeuge erhöhen.<sup>23</sup> Ende 2020 waren 137.000 E-Autos.<sup>24</sup> Wir rechnen ein Beispiel mit 10 Mio. E-Autos durch (48 Mio. – 10 Mio. = 38 Mio.). Wir gehen davon aus, dass 10 Mio. E-Autos und 38 Mio. Verbrenner unterwegs sind.

<sup>23</sup> <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/verkehr-1672896>

<sup>24</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/>



## 5.2 Die Emissionen

Die 38 Mio. Verbrenner verursachen 91 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> ( $38/48 \cdot 115$ ).

10 Mio. E-Autos brauchen eine jährliche Strommenge von 28 TWh ( $10/48 \cdot 134$ ), die nun zusätzlich aus fossilen Kraftwerken zur Verfügung gestellt werden muss.

2030 - 38 Mio. Pkw + 10 Mio. E-Autos	Energie in 2020 (TWh)	Energie 2030 (TWh)	Spez. Emission (CO <sub>2</sub> kg / kWh)	CO <sub>2</sub> - Emissionen (Mio. Tonnen)	CO <sub>2</sub> - Emissionen (Mio. Tonnen)
CO <sub>2</sub> Pkw					<b>91</b>
<b>Fossile Energie</b>	<b>181</b>	<b>199</b>	1,030	205	
<b>Konventionelle</b>	<b>242</b>	<b>199</b>		205	<b>205</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247</b>	<b>318</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489</b>	<b>517</b>	0,397		<b>296</b>

## 5.3 Ergebnis

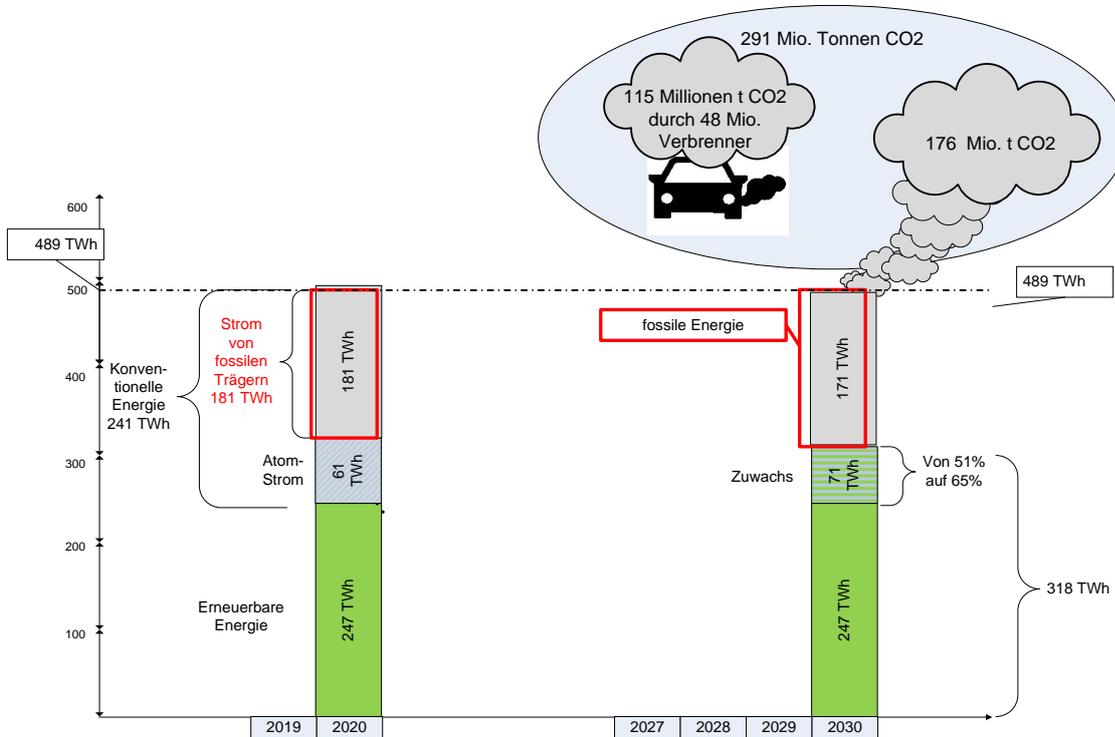
2030 - 10 Prozent E-Autos	Mio. Tonnen CO <sub>2</sub>
Emissionen für Strom und Pkws in 2030	296
Emissionen für Strom und Pkws in 2020	301
Differenz	-5

Die Emissionen sind im Jahr 2030 mit 296 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> um 5 Mio. Tonnen niedriger als im Basisjahr 2020.

## 6. 2030 – Alles zurück. Es fahren wieder 48 Mio. Verbrenner

### 6.1 Die Energiesituation

Wir untersuchen nun den Fall, dass in 2030 wieder nur 48 Mio. Verbrenner auf den Straßen fahren und E-Autos nie gebaut wurden. Wie sieht es mit den Emissionen aus?



### 6.2 Die Emissionen

48 Mio. Verbrenner erzeugen wie schon im Jahr 2020 115 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Es gab in Zeitraum zwei Veränderungen: a) Atomausstieg, b) Anstieg EE auf 65 Prozent an Stromerzeugung. Wie sieht es jetzt mit den Emissionen aus?

2030 - 48 Mio. Verbrenner	Energie in 2020 (TWh)	Energie 2030 (TWh)	Spez. Emission (CO <sub>2</sub> kg / kWh)	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. Tonnen)	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. Tonnen)
48 Mio. Pkw CO <sub>2</sub>					<b>115</b>
<b>Fossile Energie</b>	<b>181</b>	171	1,030	176	
<b>Konventionelle</b>	<b>242</b>	<b>171</b>		176	<b>176</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247</b>	<b>318</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489</b>	<b>489</b>	0,360	<b>0</b>	<b>291</b>

### 6.3 Ergebnis

2030 - 48 Mio. Verbrenner	Mio. Tonnen CO <sub>2</sub>
Emissionen für Strom und Pkws	291
Emissionen für Strom und Pkws in 2020	301
Differenz	-10

Alle Autos sind wieder Verbrenner und verursachen einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 115 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Zusammen mit den Emissionen durch die Stromerzeugung gibt es in 2030 gegenüber 2020 eine

Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission um 10 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. (Grund: EE-Anstieg um 71 Mio. TWh; Wegfall der 61 Mio. Tonnen emissionsfreien Atomstroms).

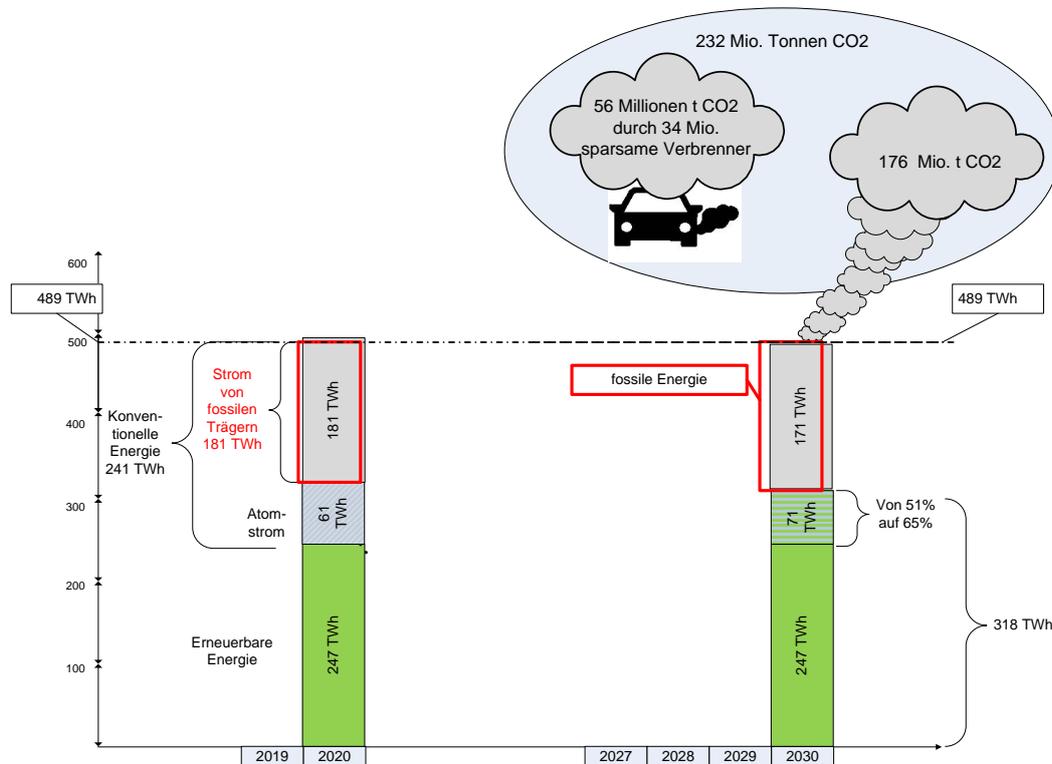
Unter Berücksichtigung der unbestritten CO<sub>2</sub>-intensiveren Herstellung der E-Autos würde die geplante Einführung der E-Mobilität zu einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß führen, der höher wäre, als wenn die 48 Mio. Verbrenner auf den Straßen unterwegs wären.

## 7. 2030 – 30 % weniger und sparsamere Autos

### 7.1 Die Energiesituation

Hier berechnen wir das Beispiel, das die 48 Mio. Fahrzeuge zahlenmäßig um 30 Prozent reduziert und durch sparsame Verbrenner-Autos ersetzt würde.

Die Zahl der Fahrzeuge wird (70 Prozent von 48 Mio. Autos = 33,6 Mio.) auf 34 Mio. Fahrzeuge verringert. Jedes Auto soll in diesem Fall einen um 33 Prozent niedrigeren Verbrauch haben, also im Durchschnitt nicht 7,5 Liter Kraftstoff auf 100 Kilometer, sondern nur etwa 5 Liter.<sup>25</sup>



<sup>25</sup> Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch von Pkw mit Ottomotor betrug in 2019 rund 7,8 Liter Benzin pro 100 Kilometer, mit Dieselmotor sieben Liter.

## 7.2 Die Emissionen

Die Emissionen sind auf ungefähr die Hälfte gesunken ( $0,7 \cdot 0,7 = 0,49$ ). Somit haben wir im Jahr 2030 noch Emissionen, die durch Pkws verursacht werden, von etwa 56 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> ( $0,49 \cdot 115 = 56,35$ ).

2030 - Die sinnvolle Option	<i>Energie in 2020 (TWh)</i>	Energie 2030 (TWh)	Spez. Emission (CO <sub>2</sub> kg / kWh)	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. Tonnen)	CO <sub>2</sub> -Emissionen (Mio. Tonnen)
48 Mio. Pkw CO <sub>2</sub>					<b>56</b>
<b>Fossile Energie</b>	<b>181</b>	171	1,030	176	
<b>Konventionelle</b>	<b>242</b>	<b>171</b>		176	<b>176</b>
<b>Erneuerbare</b>	<b>247</b>	<b>318</b>			
<b>Gesamt</b>	<b>489</b>	<b>489</b>	0,360	<b>0</b>	<b>232</b>

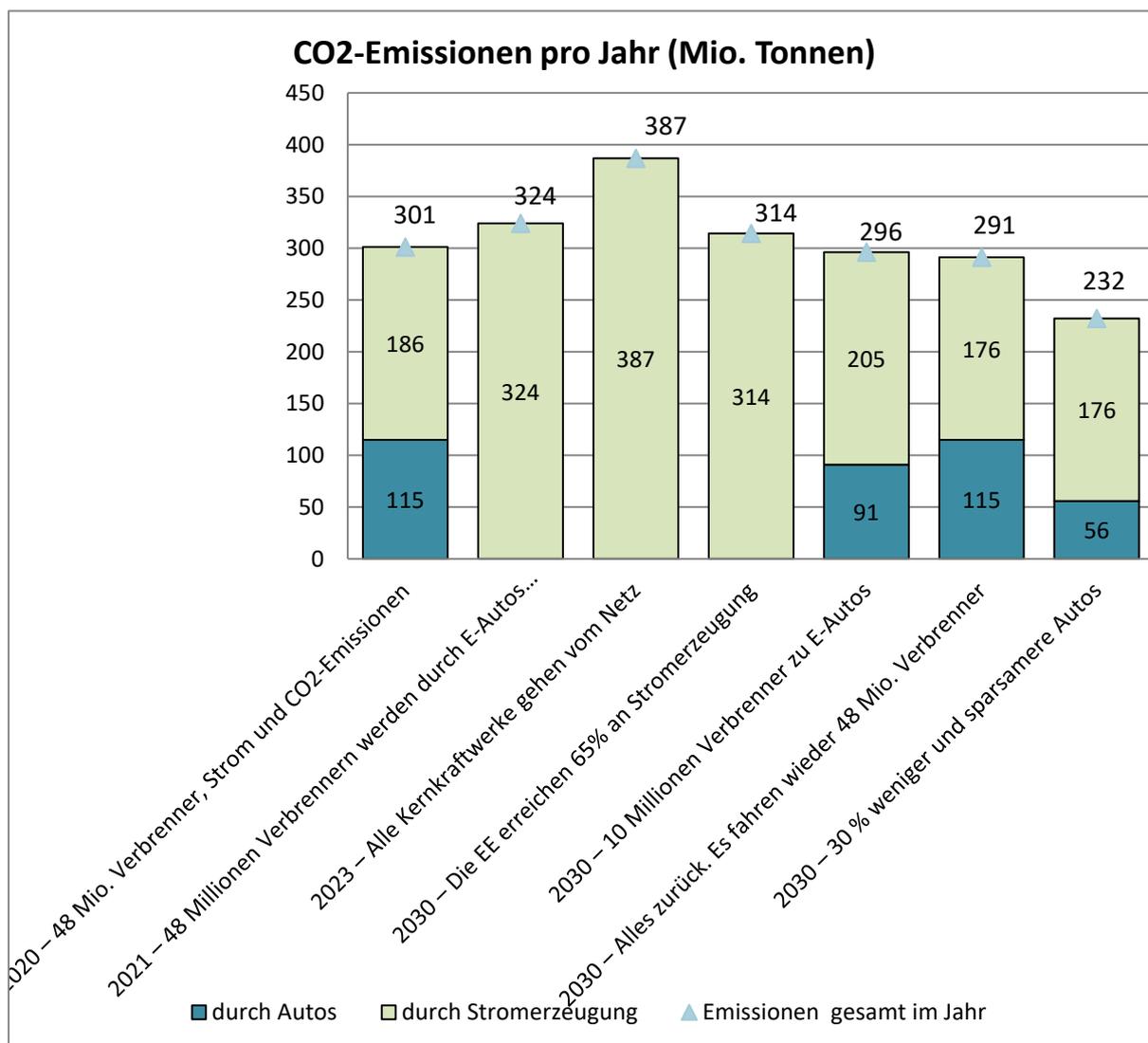
## 7.3 Ergebnis

2030 - 48 Mio. Verbrenner	Mio. Tonnen CO <sub>2</sub>
Emissionen für Strom und Pkws	232
Emissionen für Strom und Pkws in 2020	301
Differenz	-69

In diesem Fall haben wir gegenüber 2020 CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von 69 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Das wäre zumindest ein Schritt in Richtung Klimaneutralität. Stromerzeugung und Pkw-Verkehr wären aber immer noch für 232 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.

## 8. Ergebnis. Der Umstieg auf Elektroautos führt zu mehr CO2-Emissionen

### 8.1 Ergebnisse im Schaubild



### 8.2 Die CO2-Emissionen in den 7 Situationen

#### 1) 2020 – 48 Mio. Verbrenner, Stromerzeugung und CO2-Emissionen

Die Ausgangslage: Die 48 Mio. Verbrenner führen zu CO2-Emissionen in Höhe von 115 Mio. Tonnen; für die Stromerzeugung fallen 186 Mio. Tonnen an. Für beide Bereiche Strom plus Pkw zusammen ergeben sich Emissionen von 301 Mio. Tonnen im Jahr 2020.

#### 2) 2021 – 48 Millionen Verbrenner werden durch gleichwertige E-Autos ersetzt

Die Emissionen aus Stromerzeugung und Pkw-Verkehr betragen nach der Umstellung auf E-Autos für 2021 324 Mio. Tonnen CO2. Entgegen häufig geäußelter Erwartungen hat die Umstellung auf E-Autos nicht zu weniger, sondern zu mehr als 31 Mio. Tonnen CO2-Ausstoß geführt.

#### 3) 2023 – Alle Kernkraftwerke gehen vom Netz

Der Ausfall von 61 TWh an elektrischer Energie wird durch Kohle- und Gaskraftwerke ersetzt. Dadurch steigen die CO-Emissionen von Stromerzeugung und Pkws um beachtliche 86 Mio. auf 387 Mio. Tonnen.

#### **4) 2030 – Die Erneuerbaren erreichen 65 Prozent an Stromerzeugung**

Nach dieser Berechnung ist im Jahr 2030 die Strommenge aus EE von 247 TWh um 71 TWh auf (emissionsfreie) 318 TWh gestiegen. Der weiterhin benötigte Strom aus fossiler Energie führt zu CO<sub>2</sub>-Emission in Höhe von 314 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Es bleibt aber ein erhöhter CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von 13 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Vergleich zur Ausgangslage im Jahr 2020. Die Klimaziele werden durch die Komplett-Umstellung auf E-Auto trotz des Zuwachses an Erneuerbarer Energie nicht erreicht werden.

#### **5) 2030 – Nur 10 Millionen Verbrenner werden auf E-Autos umgestellt**

In diesem Fall wären im Jahr 2030 Emissionen mit 296 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> um 5 Mio. Tonnen niedriger als im Basisjahr 2020.

#### **6) 2030 – Alles zurück. Es fahren wieder 48 Mio. Verbrenner**

Alle Autos sind wieder Verbrenner und verursachen einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 115 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Zusammen mit den Emissionen durch die Stromerzeugung gibt es in 2030 gegenüber 2020 eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission um 10 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>.

#### **7) 2030 – 30 Prozent weniger und sparsamere Autos**

In diesem Fall errechnen sich gegenüber 2020 CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von beachtlichen 69 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Das wäre ein zumindest Schritt in Richtung Klimaneutralität. Stromerzeugung und Pkw-Verkehr sind immer noch für 232 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.

### **8.3 Fazit**

Die Ergebnisse der Untersuchung bezüglich der möglichen Einsparungen von CO<sub>2</sub> durch Elektromobilität sind insgesamt sehr ernüchternd. Solange die Erneuerbaren (meist Strom und Wind) nicht substantiell zum Betrieb der E-Autos beitragen können, werden sie maßgeblich mit fossilem Strom betrieben. Die Förderung von E-Autos, Kaufprämien und Steuervergünstigungen werden unter den gegebenen Bedingungen dem Klima nicht helfen und deshalb eingestellt werden.

E-Autos werden erst dann einen nennenswerten positiven Effekt gegen den Klimawandel haben, wenn weit höhere Menge Strom aus Sonne und Wind gewonnen werden können. Da selbst bei einer 100-prozentigen Versorgung aus Sonne und Wind keine Verlässlichkeit (Flaute, Dunkelheit, Bewölkung, etc.) gewährleistet ist, bräuchte man zur Pufferung geeignete Speichertechniken (z. B. basierend auf Wasserstoff).

Um dem Klimawandel wirksam entgegen zu wirken, müsste der Autoverkehr stark reduziert werden. Dafür müssten die Menschen ihre Haltung und ihr Verhalten gegenüber Mobilität ändern. Die Politiker scheuen davor zurück, das so klar zu sagen.

Unabhängig von der Klimaproblematik ist das E-Auto keine Lösung für die anderen Probleme des Autoverkehrs (Unfälle, verstopfte Straßen, überfüllte Innenstädte).

Die Hoffnung, mit dem Elektroauto eine geeignete Technik gegen den Klimawandel gefunden zu haben, wird bei der gegenwärtigen Herangehensweise (große energiehungrige E-Autos, zu geringe Verfügbarkeit an Erneuerbarer Energie) enttäuscht werden.

Die Fixierung auf das E-Auto ist verhängnisvoll, da zu wenig über Alternativen der Mobilität nachgedacht wird. Besser sind:

- kleinere Autos (bei E-Autos weniger als 10 kWh pro 100 Kilometern), für einen Übergang auch mit fossiler Energie, evtl. Gas wegen niedriger spezifischer Emission.
- weniger Autos (mehr ÖPNV, Fahrrad, zu Fuß gehen, etc.)
- weniger Fahrten, also Verkehrsvermeidung.