



NETZ  
ENTWICKLUNGS  
PLAN **STROM**



## **Beitrag des Stromsektors zur Dekarbonisierung des Energiesystems**

Begleitdokument zum Netzentwicklungsplan  
Strom 2035, Version 2021

# Beitrag des Stromsektors zur Dekarbonisierung des Energiesystems

Durch die zunehmende Sektorenkopplung und damit einhergehende Elektrifizierung anderer Sektoren kann der Stromsektor zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Sektoren Verkehr, Wärme und Industrie beitragen. Im NEP 2035 (2021) wird der dadurch entstehende zusätzliche Stromverbrauch durch neue Stromanwendungen in den Bereichen Elektromobilität, Power-to-Heat und Power-to-Gas explizit berücksichtigt. Vergleicht man die mit diesem Stromverbrauch verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Referenzanwendungen im Straßenverkehr (Dieselfahrzeuge), zur Wärmebereitstellung (Erdgas-Kessel) bzw. Wasserstoffherzeugung (Dampfreformation von Erdgas) können Rückschlüsse auf die durch die Elektrifizierung möglichen CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktionen gezogen werden.

Tabelle A.1 stellt die für den Vergleich genutzten Annahmen bzgl. der Referenztechnologien dar. Diese Annahmen sind zum Teil mit großen Unsicherheiten behaftet.<sup>1</sup> **Darauf aufbauend zeigt Tabelle A.2** die mit den neuen Stromanwendungen verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und die sich daraus ergebenden CO<sub>2</sub>-Reduktion im Vergleich zur jeweiligen Referenztechnologie je Szenario. Im Gegensatz zur Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Kraftwerksparks in Kapitel 4.2.4 werden für die Auswertung in Tabelle A.2 nur die Emissionen der Stromerzeugung berücksichtigt. Die Aufteilung zwischen strom- und wärmeseitigen Emissionen erfolgt auf Basis der sogenannten finnischen Methode.

Im Bereich der Elektromobilität ist zu beachten, dass Schwerlast- und Nutzfahrzeuge nur auf Teilstrecken elektrisch betrieben werden. Die in Tabelle A.2 ausgewiesenen Emissionseinsparungen beziehen sich lediglich auf diese Teilstrecken.

Es zeigt sich, dass die mit den neuen Stromanwendungen einhergehenden Mehremissionen im Stromsektor mit deutlichen Emissionsminderungen in den anderen Sektoren verbunden sind. Insgesamt führt die im NEP 2035 (2021) abgebildete Elektrifizierung dadurch zu Einsparungen in den Gesamtemissionen des deutschen Energiesystems zwischen 28 und 54 Mio. t CO<sub>2</sub>. Damit leistet der Stromsektor in den Szenarien des NEP 2035 (2021) einen zentralen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele in Deutschland.

**Tabelle A.1: Eigenschaften von neuen Stromanwendungen und Referenztechnologien**

	neue Stromanwendung Wirkungsgrad/ Umwandlungsfaktor	Referenztechnologie		
		Technologie	Wirkungsgrad/ Umwandlungsfaktor	durchschnittlicher Emissionsfaktor des Endprodukts
<b>Wasserstoff</b>	75 %	Dampfreformation	80 %	0,251 t CO <sub>2</sub> /MWh
<b>Synthetisches Methan</b>	65 %	Erdgas	100 %	0,201 t CO <sub>2</sub> /MWh
<b>E-PKW</b>	18 kWh/100km	Dieselmotor	–	140 g CO <sub>2</sub> /km
<b>E-Nutzfahrzeuge</b>	60 kWh/100km	Dieselmotor	–	467 g CO <sub>2</sub> /km
<b>E-Schwerlast</b>	120 kWh/100km	Dieselmotor	–	746 g CO <sub>2</sub> /km
<b>Haushaltswärmepumpen</b>	300 %	Erdgaskessel	100 %	0,201 t CO <sub>2</sub> /MWh
<b>Großwärmepumpen</b>	300 %	Erdgaskessel	100 %	0,201 t CO <sub>2</sub> /MWh
<b>Elektroheizer</b>	100 %	Erdgaskessel	100 %	0,201 t CO <sub>2</sub> /MWh

Quelle: Übertragungsnetzbetreiber

<sup>1</sup> Die angegebenen Emissionsfaktoren von Dieselfahrzeugen basieren auf einer Umrechnung der im Szenariorahmen für Elektrofahrzeuge angegebenen Verbräuche. Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrads von Dieselmotoren entspricht der Verbrauch eines E-PKW von 18 kWh/100 km etwa dem eines Diesel-PKW von 5 l/100 km bzw. 140 g CO<sub>2</sub>/km.

Tabelle A.2: CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Elektrifizierung

	Einheit	A 2035	B 2035	C 2035	B 2040	B' 2040 *
Stromerzeugung abzgl. Pumpspeicher	TWh	615,0	634,6	681,9	663,6	663,6
CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stromerzeugung	Mt CO <sub>2</sub>	82,9	69,9	73,9	46,1	64,0
Spez. Emissionen der Stromerzeugung	t CO <sub>2</sub> /MWh	0,135	0,11	0,108	0,070	0,096
<b>Power-to-Wasserstoff</b>						
Stromverbrauch	TWh	10,7	17,5	28,2	34,6	34,6
Menge Endprodukt	TWh	8,0	13,1	21,1	25,9	25,9
Spez. Emissionen des Endprodukts	t CO <sub>2</sub> /MWh	0,18	0,147	0,144	0,093	0,129
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	28,0	42,0	42,0	63,0	49,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	0,6	1,4	2,3	4,1	3,2
<b>Power-to-Methan</b>						
Stromverbrauch	TWh	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
Menge Endprodukt	TWh	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Spez. Emissionen des Endprodukts	t CO <sub>2</sub> /MWh	0,207	0,169	0,167	0,107	0,148
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	-3,0	16,0	17,0	47,0	26,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	-0,003	0,02	0,02	0,04	0,02
<b>E-PKW</b>						
Stromverbrauch	TWh	21,0	28,1	35,2	32,6	32,6
Menge Endprodukt	Mrd. km	116,2	156,8	196,0	182,0	182,0
Spez. Emissionen des Endprodukts	g CO <sub>2</sub> /km	24,4	19,7	19,5	12,5	17,3
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	83,0	86,0	86,0	91,0	88,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	13,4	18,9	23,6	23,2	22,3
<b>E-Nutzfahrzeuge</b>						
Stromverbrauch	TWh	6,7	8,3	10,4	10,4	10,4
Menge Endprodukt	Mrd. km	11,6	13,2	16,5	16,5	16,5
Spez. Emissionen des Endprodukts	g CO <sub>2</sub> /km	78,2	69,2	68,3	43,8	60,8
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	83,0	85,0	85,0	91,0	87,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	4,5	5,3	6,6	7,0	6,7
<b>E-Schwerlast</b>						
Stromverbrauch	TWh	4,0	5,0	6,2	6,2	6,2
Menge Endprodukt	Mrd. km	3,5	4,0	5,0	5,0	5,0
Spez. Emissionen des Endprodukts	g CO <sub>2</sub> /km	154,0	137,6	134,4	86,2	119,5
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	79,0	82,0	82,0	88,0	84,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	2,1	2,4	3,1	3,3	3,1
<b>Haushaltswärmepumpen</b>						
Stromverbrauch	TWh	9,6	16,0	22,4	20,8	20,8
Menge Endprodukt	TWh	28,8	48,0	67,2	62,4	62,4
Spez. Emissionen des Endprodukts	t CO <sub>2</sub> /MWh	0,045	0,037	0,036	0,023	0,032
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	78,0	82,0	82,0	88,0	84,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	4,5	7,9	11,1	11,1	10,5

## Beitrag des Stromsektors zur Dekarbonisierung des Energiesystems

	Einheit	A 2035	B 2035	C 2035	B 2040	B' 2040 *
<b>Großwärmepumpen</b>						
Stromverbrauch	TWh	6,8	8,3	10,0	8,8	8,8
Menge Endprodukt	TWh	20,4	24,8	29,9	26,3	26,3
Spez. Emissionen des Endprodukts	t CO <sub>2</sub> /MWh	0,045	0,037	0,036	0,023	<i>0,033</i>
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	78,0	82,0	82,0	<i>88,0</i>	<i>84,0</i>
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	3,2	4,1	4,9	4,7	4,4
<b>Elektroheizer</b>						
Stromverbrauch	TWh	1,5	1,9	2,5	2,4	2,4
Menge Endprodukt	TWh	1,5	1,9	2,5	2,4	2,4
Spez. Emissionen des Endprodukts	t CO <sub>2</sub> /MWh	0,135	0,11	0,108	<i>0,070</i>	<i>0,096</i>
CO <sub>2</sub> -Einsparung relativ	%	33,0	45,0	46,0	<i>65,0</i>	<i>52,0</i>
CO <sub>2</sub> -Einsparung absolut	Mt CO <sub>2</sub>	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung insgesamt</b>	<b>Mt CO<sub>2</sub></b>	<b>28,3</b>	<b>40,1</b>	<b>51,8</b>	<b>53,7</b>	<b>50,6</b>

\* B' 2040 ohne Anpassung des Emissionsfaktors von Erdgaskraftwerken

Quelle: Übertragungsnetzbetreiber