

# Die Bedeutung der E-Mobilität auf dem Weg zu einem 100 % erneuerbaren Energiesystem

Studie für den Klima- und Energiefonds



DI Dr. Heimo Bürbaumer, DI Bernhard Felber, DI Günter Pauritsch  
AEA, Wien, Oktober 2025

# Ziel & Zentrale Fragen der Kurzstudie

---

Ziel: **Faktencheck zentraler Gegenargumente.**

Beantwortung folgender Fragen:

- Woher **kommt der Strom** für die E-Mobilität und wie **beeinflusst die E-Mobilität den österreichischen (und europäischen) Kraftwerkspark** und damit das Gelingen der **Energiewende**?
- Wie wird in einem 100 % erneuerbaren Energiesystem der Zukunft die **Stromversorgung** inklusive des zusätzlichen Bedarfs der **E-Mobilität gewährleistet** und **welche THG-Emissionen** ergeben sich daraus für ein **Elektroauto in der Zukunft**?

# Die Elektrifizierung des Energiesystems ist wesentlich für die Dekarbonisierung

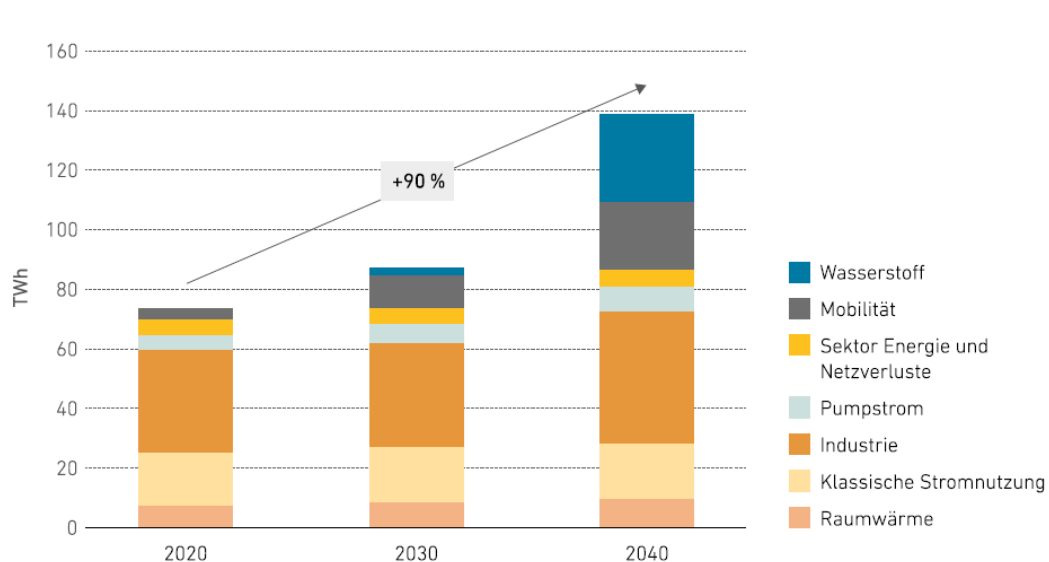


Abbildung 1  
Steigerung des österreichischen Strombedarfs  
um 90 % bis 2040 (in TWh) [OE 22]

(Quelle: Daten für 2020: E-Control | 2030: Prognose OE & PwC  
entsprechend Gesamtbedarf nach EAG | Prognose OE & PwC)

*Quelle: Österreichs Weg in eine  
klimaneutrale Energiezukunft.  
Österreichs Energie, Wien, 2022.*

- 100 % erneuerbare Stromversorgung bis 2030
- Fast Verdopplung des Strombedarfs bis 2040
- Energiesystem dekarbonisieren heißt:
  - Wegfall jeder fossilen Stromerzeugung
  - Ersatz fossiler durch strombasierte Treibstoffe
  - Ersatz fossiler Brennstoffe durch Biomasse und Strom für Wärmepumpen



# Woher kommt der Ladestrom für ein Elektroauto?

## 2. „Normaler“ Strom – schmutziger Strom?

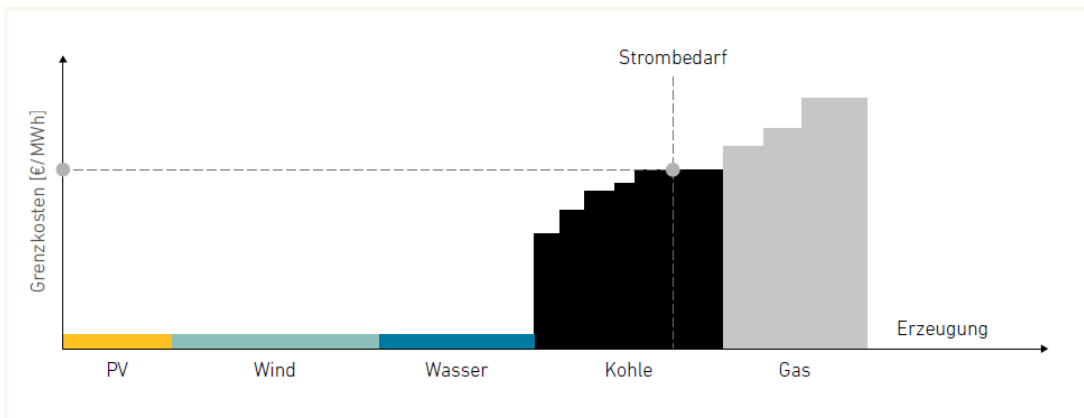


Abbildung 2  
Fossiles Kraftwerk als preisbestimmendes Grenzkraftwerk  
zu Zeiten niedriger erneuerbarer Erzeugung  
(Quelle: eigene Darstellung)

- In Zeiten geringer erneuerbarer Erzeugung ist Grenzkraftwerk tendenziell ein thermisches Kraftwerk z.B. ein Kohle- oder Gaskraftwerk
- Laut Marginaltheorie wird oft argumentiert, dass zusätzlicher Bedarf der Elektromobilität von diesen fossilen Kraftwerken gedeckt werden muss =>
  1. hohe Emissionen des Stroms
  2. Zusätzliche fossile Kraftwerke nötig um zusätzlichen Bedarf zu stillen
- Doch Bild ist zu einfach und diskriminiert jede neue strombasierte Technologie

# Woher kommt der Ladestrom für ein Elektroauto?

## 2. „Normaler“ Strom – sauberer Strom?

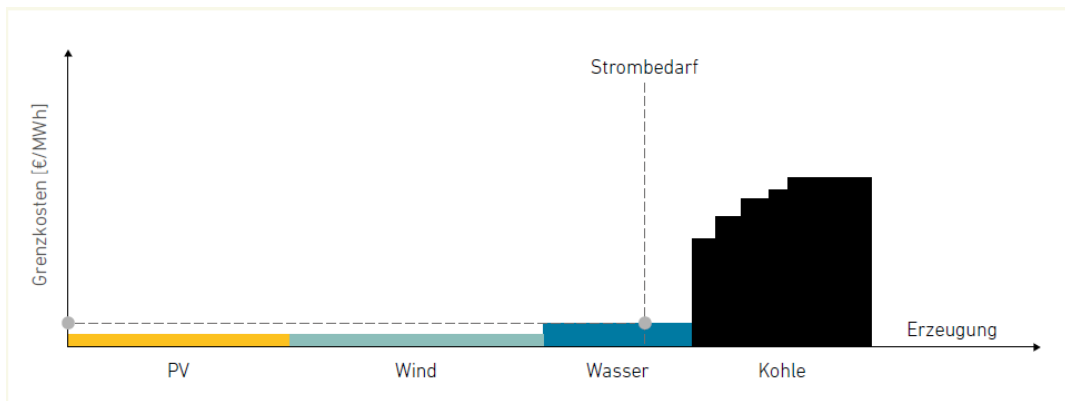


Abbildung 3  
Erneuerbares Kraftwerk als preisbestimmendes  
Grenzkraftwerk zu Zeiten hoher erneuerbarer Erzeugung  
(Quelle: eigene Darstellung)

- In Zeiten mit hoher erneuerbarer Erzeugung, sieht die Merit-Order anders aus: ein günstiges erneuerbares Kraftwerk wird Grenzkraftwerk.
- In dieser Situation tritt daher der gegenteilige Effekt auf:
  1. Da Strom sofort verbraucht oder gespeichert werden muss, benötigt der Strommarkt Abnehmer:innen für erneuerbaren Strom
  2. das Laden eines Elektroautos bringt hier Vorteile für das Energiesystem =>
- Elektromobilität verursacht hier keine THG-Emissionen sowie nur geringfügige Kosten.

# Woher kommt der Ladestrom für ein Elektroauto?

## 2. „Normaler“ Strom – Smartes Laden reduziert THG

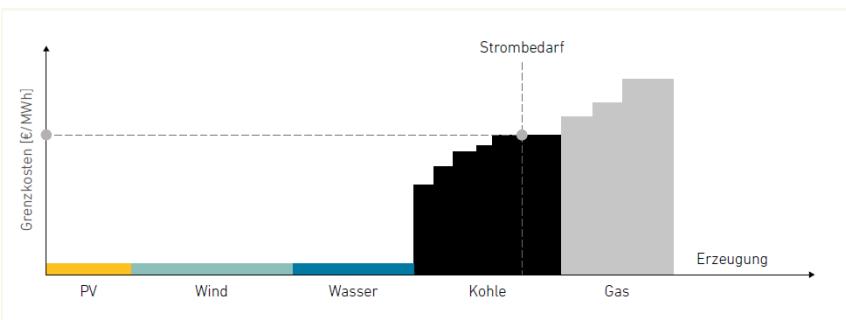


Abbildung 2  
Fossiles Kraftwerk als preisbestimmendes Grenzkraftwerk  
zu Zeiten niedriger erneuerbarer Erzeugung  
(Quelle: eigene Darstellung)

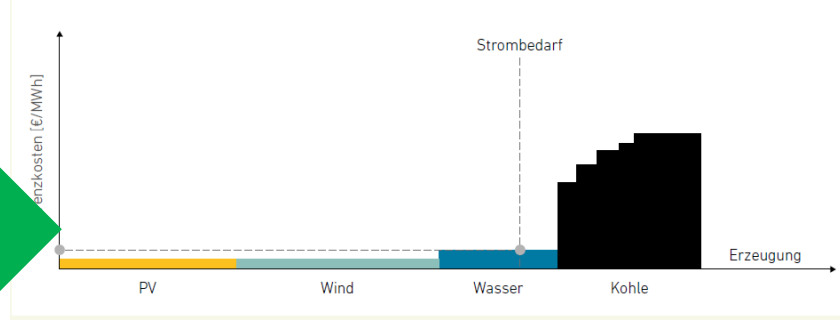
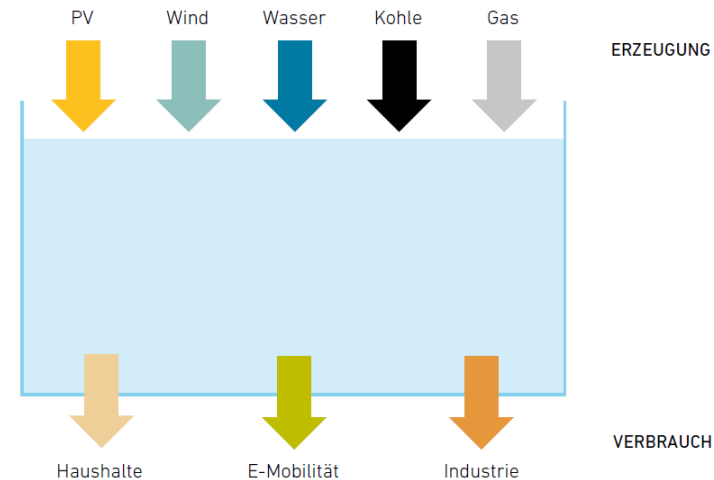
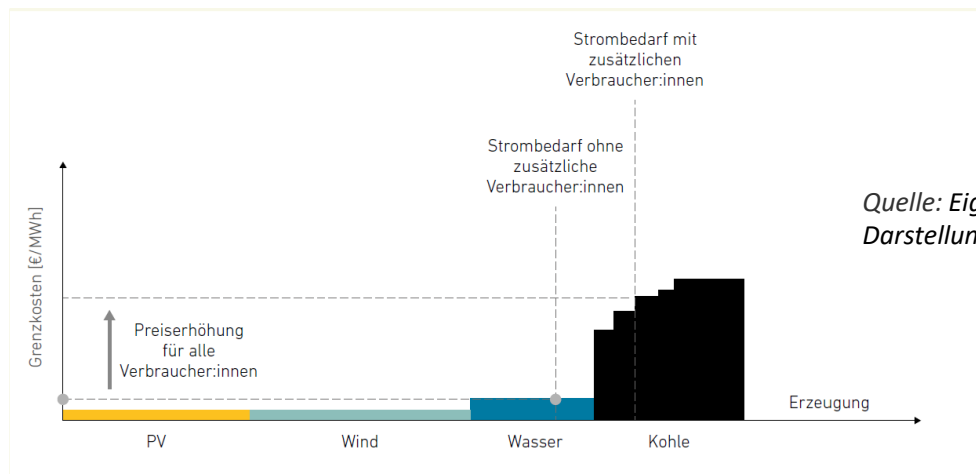


Abbildung 3  
Erneuerbares Kraftwerk als preisbestimmendes  
Grenzkraftwerk zu Zeiten hoher erneuerbarer Erzeugung  
(Quelle: eigene Darstellung)

- Smartes Laden verändert die Merit Order für ein Elektroauto:
- Das Elektroauto lädt weniger zu Zeiten, in denen fossile Kraftwerke eingesetzt werden (hohe Preise), und vermehrt in Zeiten mit hoher erneuerbarer Erzeugung (niedrige Preise)
- Dadurch lädt es mit deutlich weniger THG-Emissionen als der durchschnittliche (nicht smarte) Verbraucher

# Woher kommt der Ladestrom für ein Elektroauto?

## 2. „Normaler“ Strom – Gemittelte THG-Emissionen



- Die Merit-Order-Kurve dient wesentlich zur Preisbestimmung am Strommarkt: Verbrauchserhöhung erhöht den Strompreis für alle Verbraucher:innen. Der neue Preis gilt für alle.
- Bei den THG-Emissionen wird analog der leicht geänderte Durchschnittswert der Emissionen des Erzeugungsparks allen Verbraucher:innen zugeordnet.
- Begründung: das Stromnetz funktioniert wie ein Pool, in den die Erzeuger:innen einspeisen und aus dem die Verbraucher:innen ihren Strom entnehmen.
- Auf der Einzelverbraucher:innenebene ist eine einseitige Zuordnung der Emissionen des Grenzkraftwerks auf eine Technologie daher nicht sinnvoll=> **THG nur leicht erhöht!**

# Einfluss der E-Mobilität auf den Kraftwerkspark – Verschlechterung durch EU-ETS nicht möglich

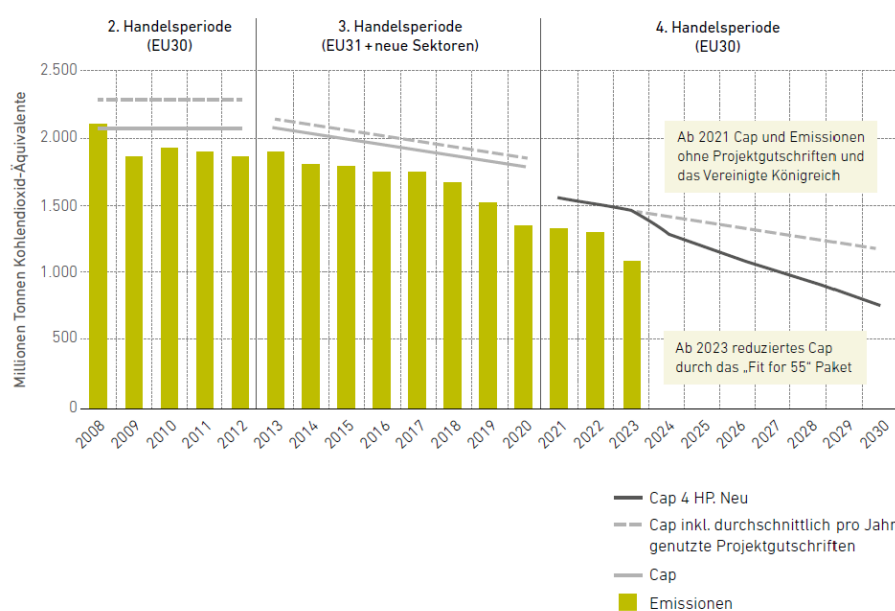


Abbildung 6

Entwicklung der Emissionen im Europäischen Emissionshandel (EU-ETS) aufgrund der politisch vorgegebenen Caps [UBD24]

(Quelle: Umweltbundesamt 2024, Deutsche Emissionshandelsstelle, eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Europäischen Umweltagentur und der Europäischen Kommission (2013/448/EU); Stand 05/2024)

- Seit 2005 gibt es EU-weit klare Vorgaben für die Dekarbonisierung des europäischen Kraftwerksparks.
- Im europäischen Emissionshandel (EU-ETS) müssen die THG-Emissionen des europäischen Kraftwerksparks jährlich schrittweise in einem vorgegebenen Ausmaß sinken.
- Zusätzlicher Strombedarf der E-Mobilität kann daher nicht durch zusätzliche fossile Kraftwerke, sondern nur durch den gesteigerten Zubau von erneuerbarer Stromproduktion (PV, Wind, etc.) gedeckt werden.

# Einfluss der E-Mobilität auf den Kraftwerkspark- E-Mobilitätsstrom und fossiler Anteil gegenläufig

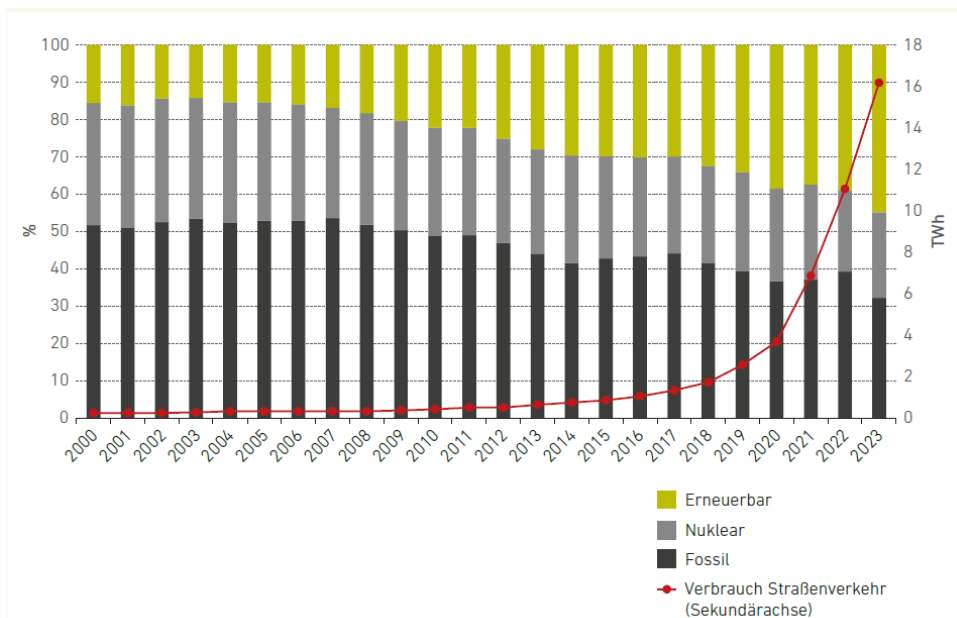
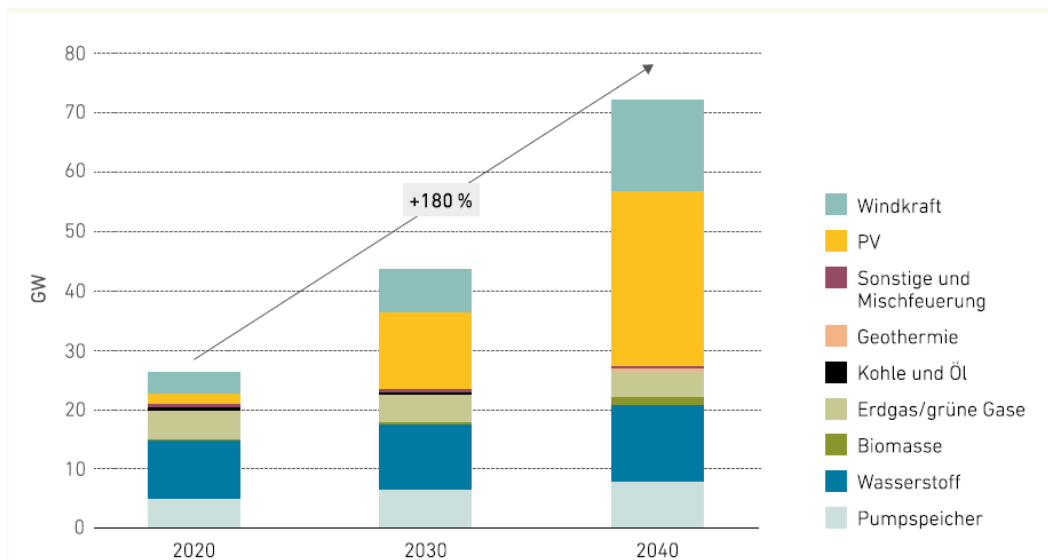


Abbildung 7  
Entwicklung Stromerzeugung vs. -verbrauch  
im Straßenverkehr in der EU 2000-2023  
(Quelle: Electricity Data Explorer [EMB25])

- Stromerzeugung in der EU seit 2000: Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung stieg von 15 % auf 45 % bei einer Reduktion des fossilen Anteils von mehr als 50 % auf knapp über 30 % im Jahr 2023
- Diese Entwicklung entspricht seit 2005 den Vorgaben aus der Entwicklung des EU-ETS-Caps.
- Gegenläufig zur Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung dazu sieht man in der roten Linie den Hochlauf des Stromverbrauchs der E-Mobilität auf 16 TWh im Jahr 2023

Wie wird in einem 100 % erneuerbaren Energiesystem der **Zukunft** die **Stromversorgung** inklusive des **Bedarfs der E-Mobilität** gewährleistet und welche **THG-Emissionen** ergeben sich daraus für ein **Elektroauto**?

# Die Fundamente des Energiesystems der Zukunft – 1. Verdreifachung der Kraftwerks-Kapazitäten



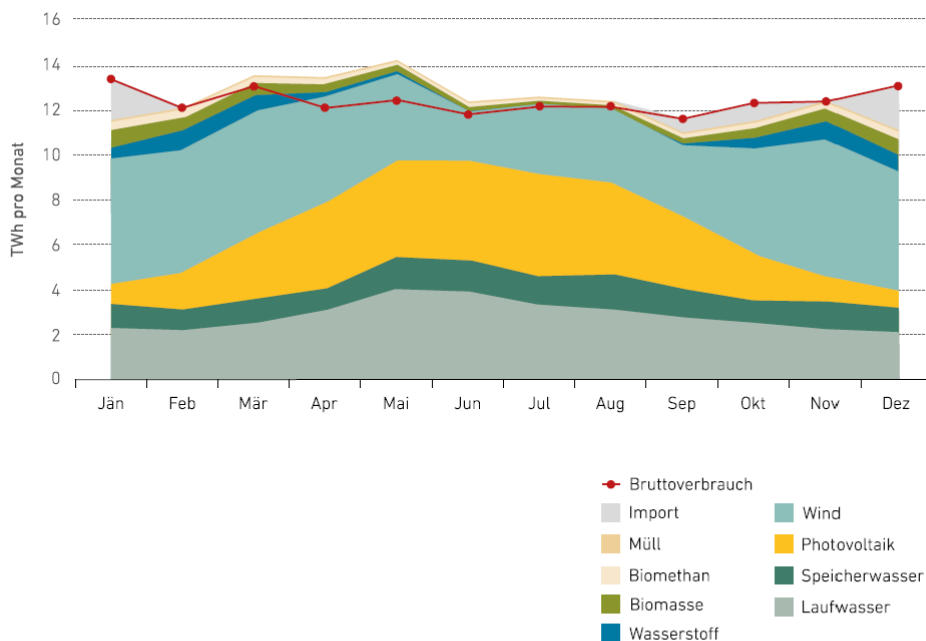
- Klimaneutrales und robustes Stromsystem der Zukunft mit einer Verdreifachung der Kapazitäten:
- Die Stromerzeugung wird dabei durch 12 GW Wasserkraft (ohne Pumpspeicher), 15 GW Windkraft sowie 30 GW Photovoltaik getragen.

Abbildung 8  
Steigerung der installierten Leistung bis 2040 vor allem durch Windkraft, PV und Wasserkraft (in GW) [OE 22]  
Quelle: Daten für 2020: E-Control | 2030: Prognose OE & PwC

Quelle: *Österreichs Weg in eine klimaneutrale Energiezukunft. Österreichs Energie, Wien, 2022.*

# Die Fundamente des Energiesystems der Zukunft –

## 2. PV und Wind ergänzen sich gut



- Erzeugungsmengen von PV (Photovoltaik) und Windkraft im Jahresverlauf ergänzen sich gut.
- Während die PV ihre größte Erzeugung im Frühjahr und Sommer aufweist, tritt die Windkraft verstärkt im Winterhalbjahr auf.
- Während die PV am Tag Leistung erbringt, weht der Wind in der Nacht tendenziell stärker.
- Dennoch gibt es auf der täglichen, der wöchentlichen sowie der saisonalen Ebene die Notwendigkeit, Stromerzeugung und -verbrauch in Einklang zu bringen

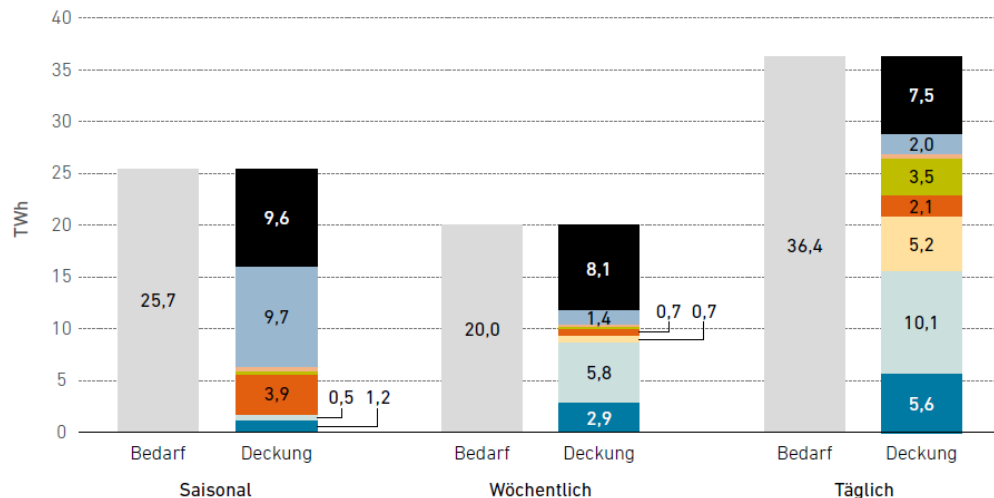
Abbildung 9

Die Stromaufbringungsarten PV, Wind und Wasserkraft addiert erfüllen die Lastkurve inklusive Flexibilität (in rot) über die 12 Monate des Jahres weitgehend [AEA25]

Quelle: *Unsere Energiewelt 2040, Klimaneutrales Zukunftsszenario der AEA, Wien, 2025*

# Die Fundamente des Energiesystems der Zukunft –

## 3. Flexibilitäten um Schwankungen auszugleichen



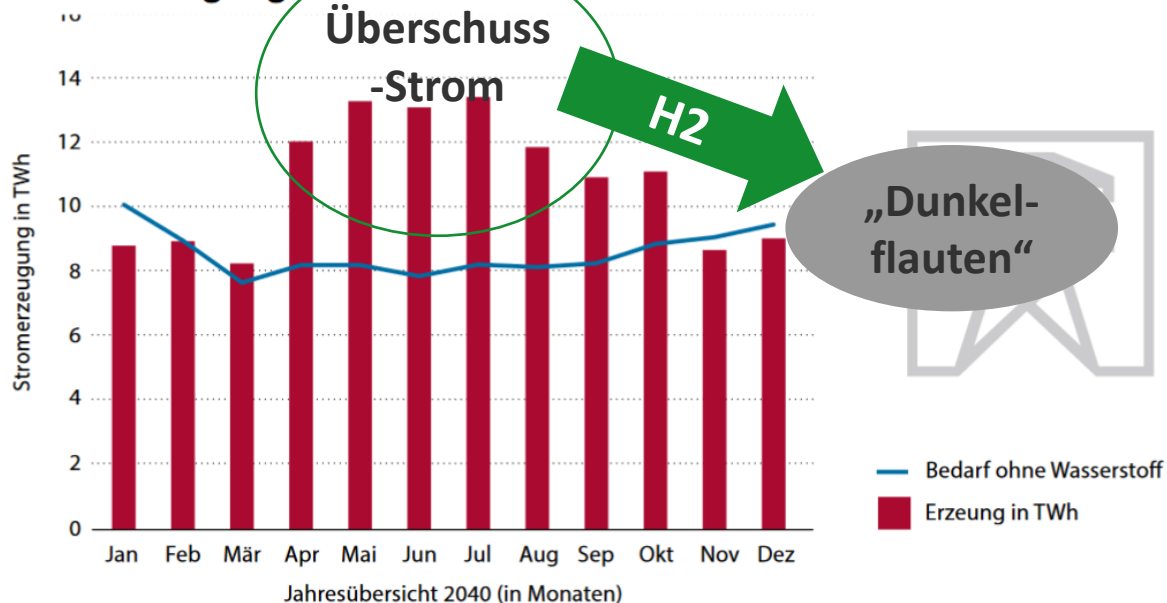
*Einsatz von Flexibilitäten in dem Energiesystem der Zukunft (2040)-  
Quelle: Österreichs Weg in eine klimaneutrale Energiezukunft.  
Österreichs Energie, Wien, 2022.*



- **Täglich:** Pumpspeicherkraftwerke und Batterien (Hausspeicher, Elektroautos)
- Zukünftiger **Flexibilitätenmarkt:** Sommerliche Erzeugungsspitze in die Abend- und Nachtstunden verschieben.
- 2030 leistet **E-Autoflotte mit V2G und V2H** wesentlichen **Beitrag** für das 100 % erneuerbaren Stromsystem.
- **Wöchentlich:** Pumpspeicher, Batterien sowie Elektrolyseure (Elektroautos auch zur **Black-Out-Notversorgung**)
- **Saisonal:** Stromüberschüsse (9,7 TWh) als Wasserstoff (+Biogas) im Winter in thermischen Kraftwerken für Strom und Wärme => **sichere Versorgung auch in Dunkelflauten**

# Saisonaler Strom-Verschiebungsbedarf in 100 % erneuerbarem Energiesystem

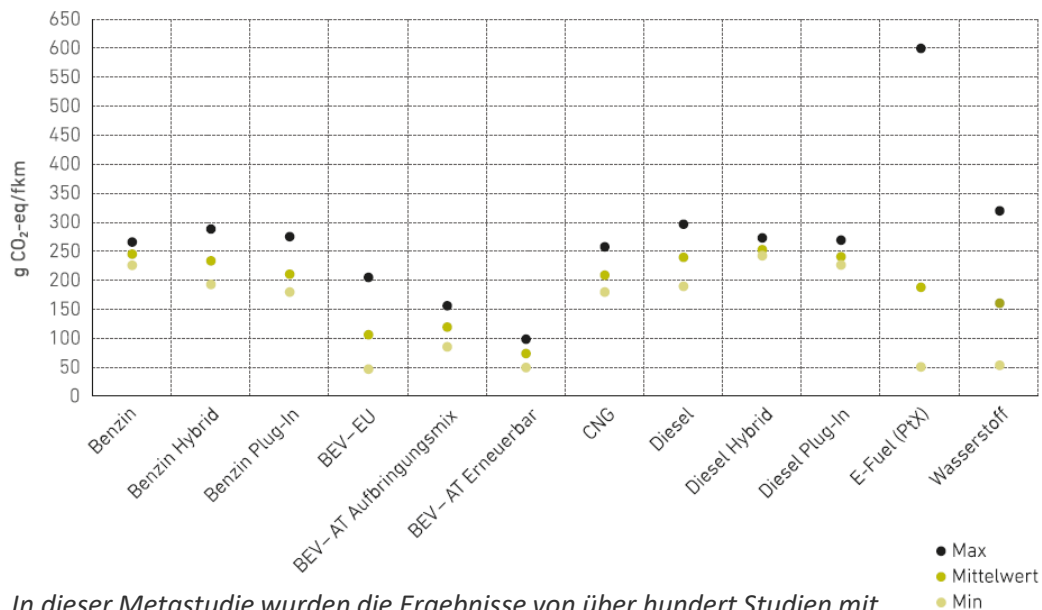
Stromerzeugung und Bedarf im Jahr 2040 in TWh



Eigene Darstellung nach „Prognose OE & PwC basierend auf Energy Brainpool & APG“  
(Österreichs Weg in eine klimaneutrale Energiezukunft. Österreichs Energie, Wien, 2022.)

- 9,7 TWh Überschussstrom aus Sommer für Elektrolyse von H<sub>2</sub> (plus Import)
- Daraus 2 TWh Strom für Winter
- Plus 2,5 TWh Strom aus thermischen Biogas-Kraftwerken
- Flexible grüne Gaskraftwerke für sichere Versorgung in „Dunkelflauten“

# Wie hoch sind heute die Treibhausgasemissionen verschiedener Antriebe über den Lebenszyklus ?



In dieser Metastudie wurden die Ergebnisse von über hundert Studien mit Lebenszyklus-Analysen aller möglichen PKW-Antriebssysteme zusammengefasst und die Emissionen pro Fahrzeugkilometer über den gesamten Lebenszyklus verglichen. Quelle: Strimitzer et al.: Einsatz von grünen Treibstoffen in der Mobilität, AEA für das BMK, Wien, 2022

- Am besten schneiden Elektroautos (BEV) mit etwas über 100 g CO<sub>2</sub> / Fzgm bei heutigem Erzeugungsmix und 70 g CO<sub>2</sub>/ Fzgm mit erneuerbarem Strom ab.
- E-fuel und Wasserstoff liegen zwischen 150 und 200 g CO<sub>2</sub>/ Fzgm, wobei beide Technologien noch nicht am Markt etabliert sind.
- Benzin-Hybrid, -Plug-In sowie CNG(Erdgas)-Fahrzeuge mit etwas über 200 g CO<sub>2</sub> / Fzgm deutlich schlechter.
- Fossil betriebene PKW (Benzin, Diesel) sowie Diesel- Plug-In und –Hybrid mit ca. 250 g CO<sub>2</sub>/ Fzgm am schlechtesten ab.

# Welche THG-Emissionen ergeben sich für Elektroautos in der weiteren Zukunft ?

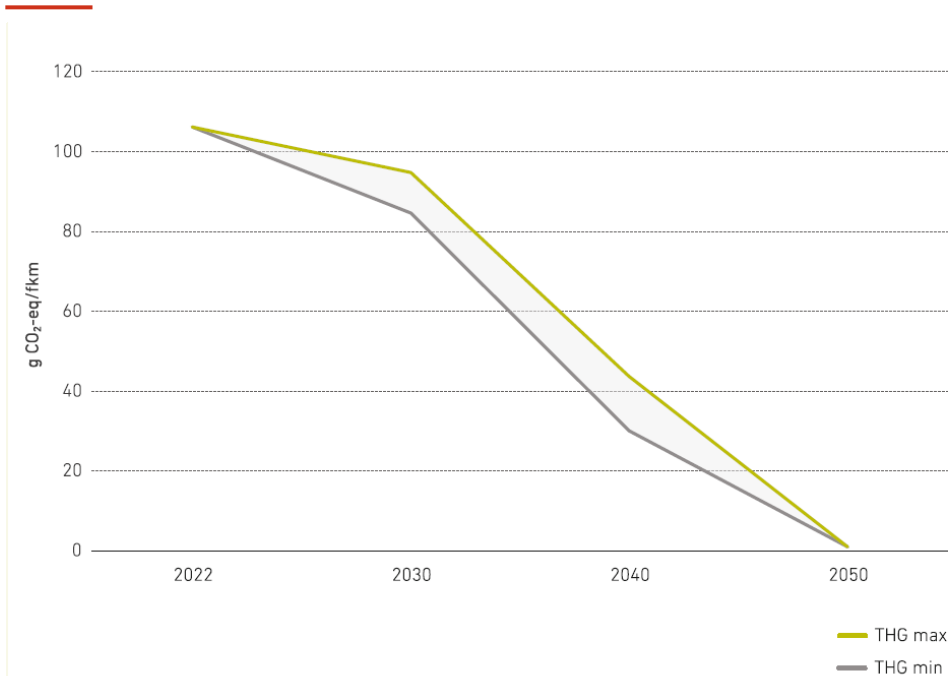


Abbildung 16  
Entwicklung der THG-Emissionen von BEV auf Basis der drei oben betrachteten Transformationsszenarien zur inländischen Stromerzeugung  
(Quelle: eigene Berechnungen aus Daten in Abbildung 15, [UBD 23])

Quelle: Eigene Darstellung sowie Daten des deutschen Umweltbundesamts für die Herstellung von Elektroautos (2023)

- Wegen **Zunahme** der durchschnittlichen **Akkuleistungen** von 55 auf 80 kWh ist von 2022 bis **2030** nur eine **geringe Reduktion** der THG-Emissionen aus der Fahrzeugherstellung zu erkennen.
- Für **2040** ergibt sich eine Bandbreite von **nur noch 30 bis 44 g CO<sub>2</sub>-Äquivalente** pro Fzgm und damit eine deutliche Reduktion gegenüber dem heutigen Wert von 106
- Bis **2050** ist anzunehmen, dass Elektroautos auch **inklusive der Herstellung Klimaneutralität** erreichen können

# Noch deutlicher ist der Unterschied bei den Effizienzen potentiell klimaneutraler Antriebe: Faktor 2,5 und 5!

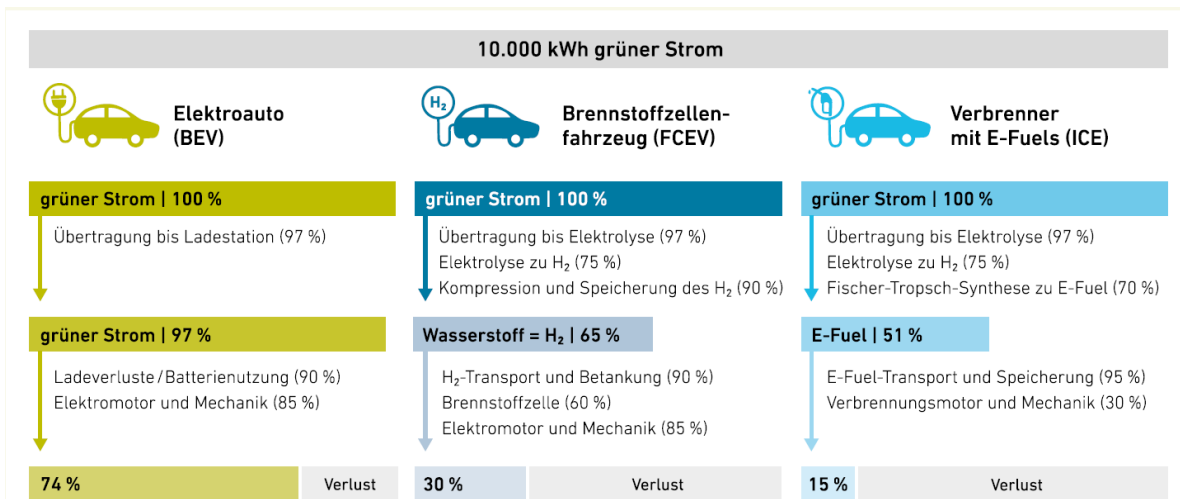


Abbildung 12  
Gesamteffizienz der potentiell klimaneutralen Technologien BEV, FCEV und ICE mit e-fuels [AEA 22].  
(Quelle: AEA, eigene Darstellung)

Quelle: Strimitzer et al.: Einsatz von grünen Treibstoffen in der Mobilität, AEA für das BMK, Wien, 2022

- In der Theorie können alle drei Antriebstechnologien für eine klimaneutrale Mobilität in Zukunft genutzt werden.
- Wesentlicher Unterschied besteht in der Effizienz der Nutzung der begrenzten erneuerbaren Stromressourcen
- Hohe Gesamteffizienz von 74 % bei der direkten Nutzung von grünem Strom im Elektroauto.
- Gesamteffizienz sinkt auf 30 % im Brennstoffzellenfahrzeug.
- Gesamteffizienz von e-fuels in einem Verbrennungsmotor liegt bei nur 15 % des ursprünglichen Energieeinsatzes (85 % verloren!)

# Bedeutung der E-Mobilität für die Transformation zu einem 100 % erneuerbaren Energiesystem ?

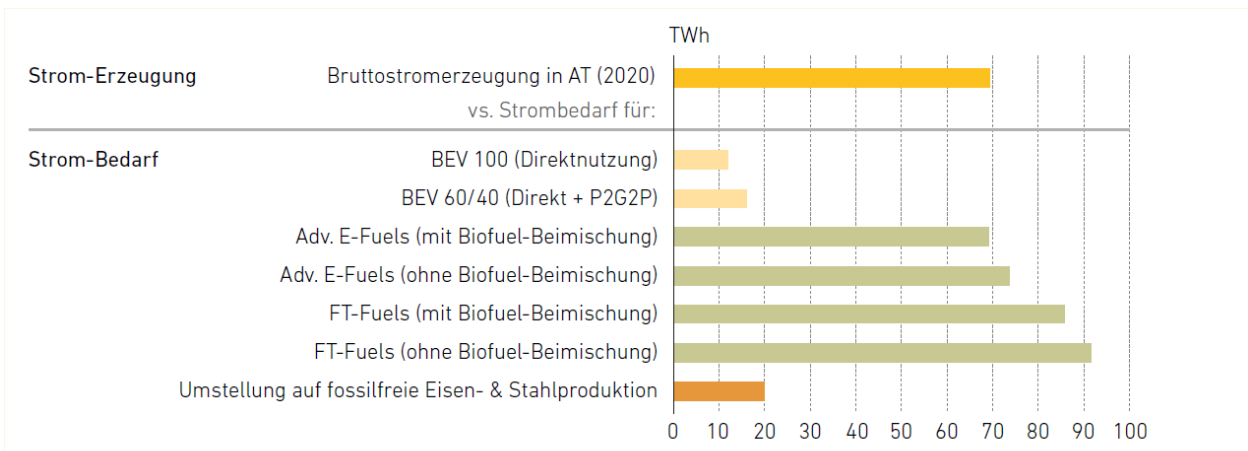


Abbildung 14  
Vergleich der für die Umstellung der Fahrzeugflotte auf potenziell klimaneutralen Technologien notwendige Strombedarf mit der Bruttostromerzeugung des Jahres 2020 bzw. 2023 [AEA 22].

Quelle: Strimitzer et al.: Einsatz von grünen Treibstoffen in der Mobilität, AEA für das BMK, Wien, 2022

- Die deutlich **höhere Effizienz der E-Mobilität ermöglicht ein zu 100 % erneuerbares Energiesystem!**
- Für **Umstellung** der heutigen Fahrzeugflotte auf Elektroautos **reichen 17 %** des heutigen Stromverbrauchs
- **e-fuels** benötigen die **gesamte Stromerzeugung**
- **Produktion** von e-fuels im **Ausland**: Problem der **Ineffizienz** würde nur ins **Ausland verlagert**.

# Projektleiter

**DI Dr. Heimo Bürbaumer**  
Senior Expert Energiewirtschaft


## Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency

[Heimo.Buerbaumer@energyagency.at](mailto:Heimo.Buerbaumer@energyagency.at)

T. +43 (0)1 586 15 24 - 0

Mariahilfer Straße 136 | 1150 Wien | Österreich

[www.energyagency.at](http://www.energyagency.at)

 @at\_AEA



Im Podcast [Petajoule](#) beantworten die Expertinnen und Experten der Österreichischen Energieagentur mit Gästen aus der Energiebranche die Fragen der Energiezukunft.