

# Strombasierte synthetische Energieträger

Herausforderungen und Chancen

Bild: iStock-Lalocracio

# Agenda

**1.**

**Vorbemerkung**

**2.**

**Definition: was sind synthetische Energieträger ?**

**3.**

**Produktion verschiedener synthetischer Energieträger**

**4.**

**Synthetische Energieträger im künftigen Energiesystem**

**5.**

**Produktionsregionen, Kostenkorridore**

**6.**

**Fazit**

# Vorbemerkung

## Warum reden wir über synthetische Energieträger?

- Warum wünscht man sich Moleküle? Einfach zu handhabende Kohlenwasserstoffe, hohe Energiedichte

## Fossile Kohlenwasserstoffe sind eine Kombination aus:

- Solarenergie als Energiequelle
  - Biologie
  - Globale / marine Stoffströme
  - Geologie
  - Aufkonzentriert und im Boden versteckt über Millionen Jahre
  - Brauchen nur aus dem Boden geholt zu werden
  - Produzieren bei Verbrennung fossiles CO<sub>2</sub>
- 
- Möchte man gern nachbauen, diesmal treibhausgasneutral
  - Vorstufe: H<sub>2</sub>, ohne Kohlenstoff, schwieriger im Handling



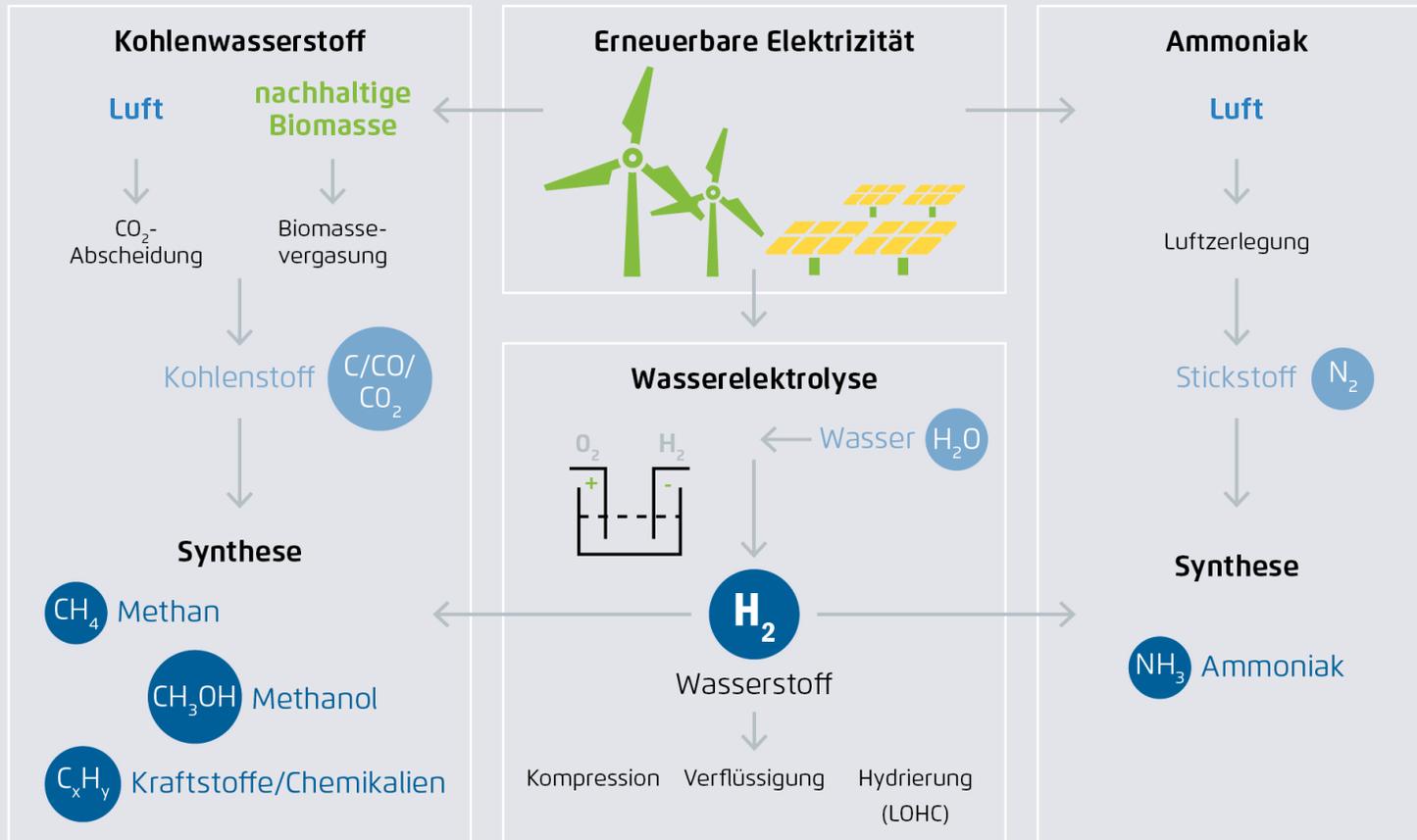
Bild: iStock-Lalocracio:

# 1. Was sind strombasierte Energieträger?

# Produktion strombasierter Energieträger (schematisch)

[Grafiktitel]

Abbildung #

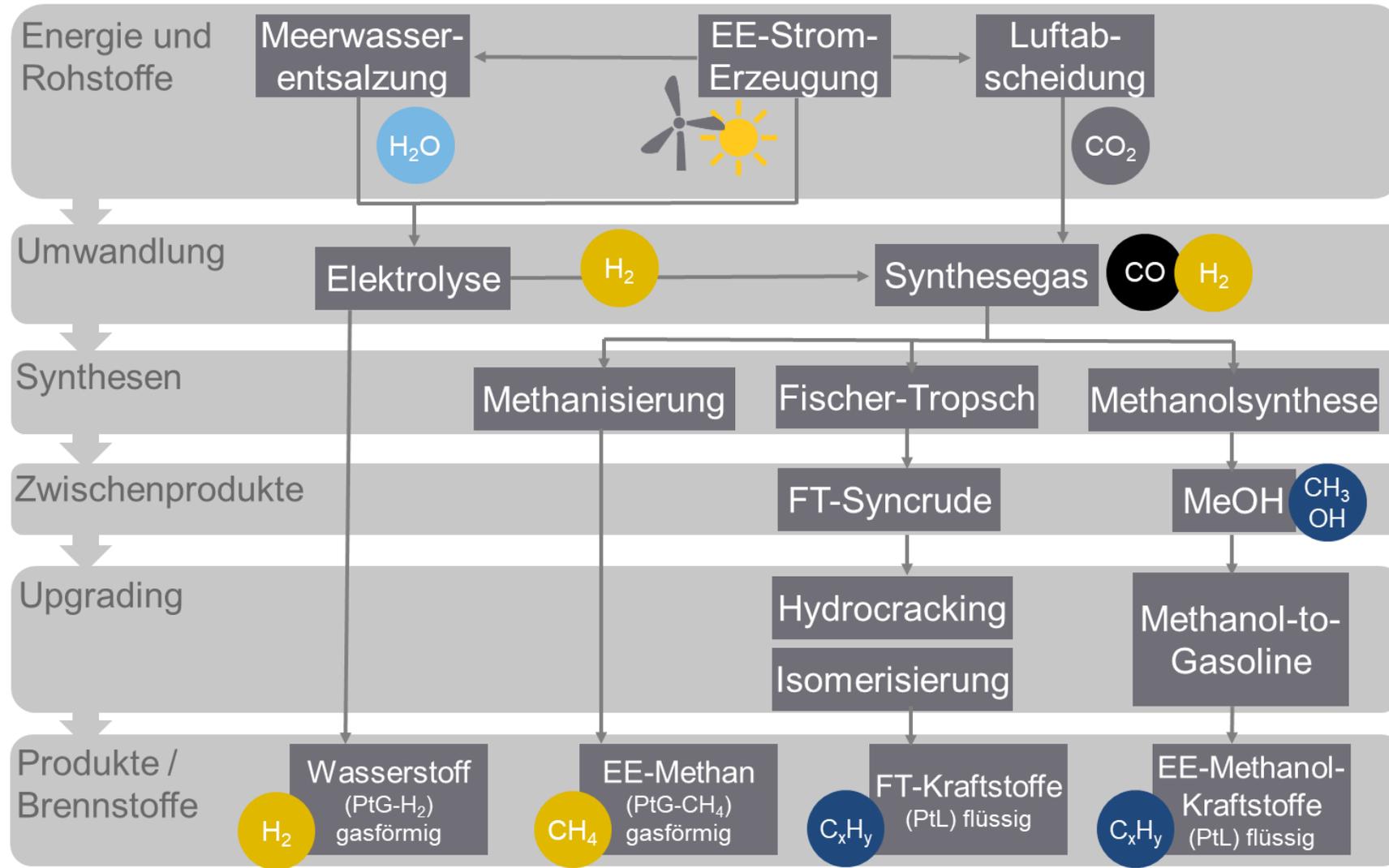


- Wasserstoff oder Kohlenwasserstoffe, mit Hilfe von erneuerbarem Strom synthetisiert
- Gasförmig: Wasserstoff, Methan (CH<sub>4</sub>)
- Flüssig: längerkettige Kohlenwasserstoffgemische
- H<sub>2</sub> als Basis ("grün"), z.T. mit vorgelagerter Wasserentsalzung
- C-Quelle: langfristig CO<sub>2</sub> aus der Luft bzw. Biomassen

Quelle:

Quelle: Klimaneutrales Deutschland ( Prognos/Agora Energiewende 2021)

# Übersicht der PtX-Routen



PtX: Power-to-X (Oberbegriff für strombasierte chemische Energieträger) | FT: Fischer-Tropsch | EE: Erneuerbare Energien | PtG: Power-to-Gas (Oberbegriff für strombasierte, gasförmige Energieträger) | PtL: Power-to-Liquid (Oberbegriff für strombasierte, flüssige Energieträger)

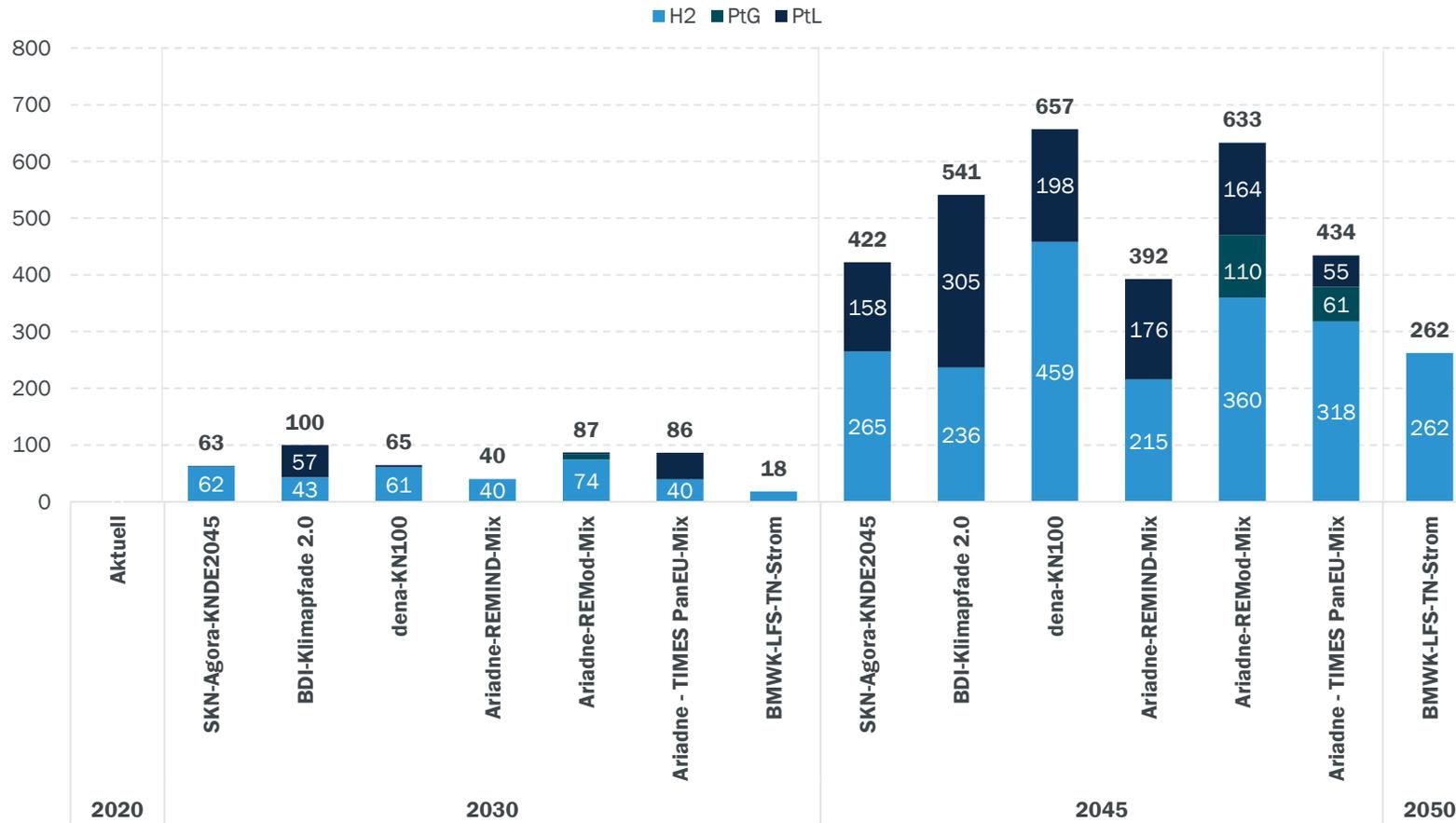


Bild: iStock-Lalocracio:

## **2. Entwicklung der strombasierter Energieträger im zukünftigen Energiesystem**

# Nachfrage nach H<sub>2</sub>, PtG und PtL

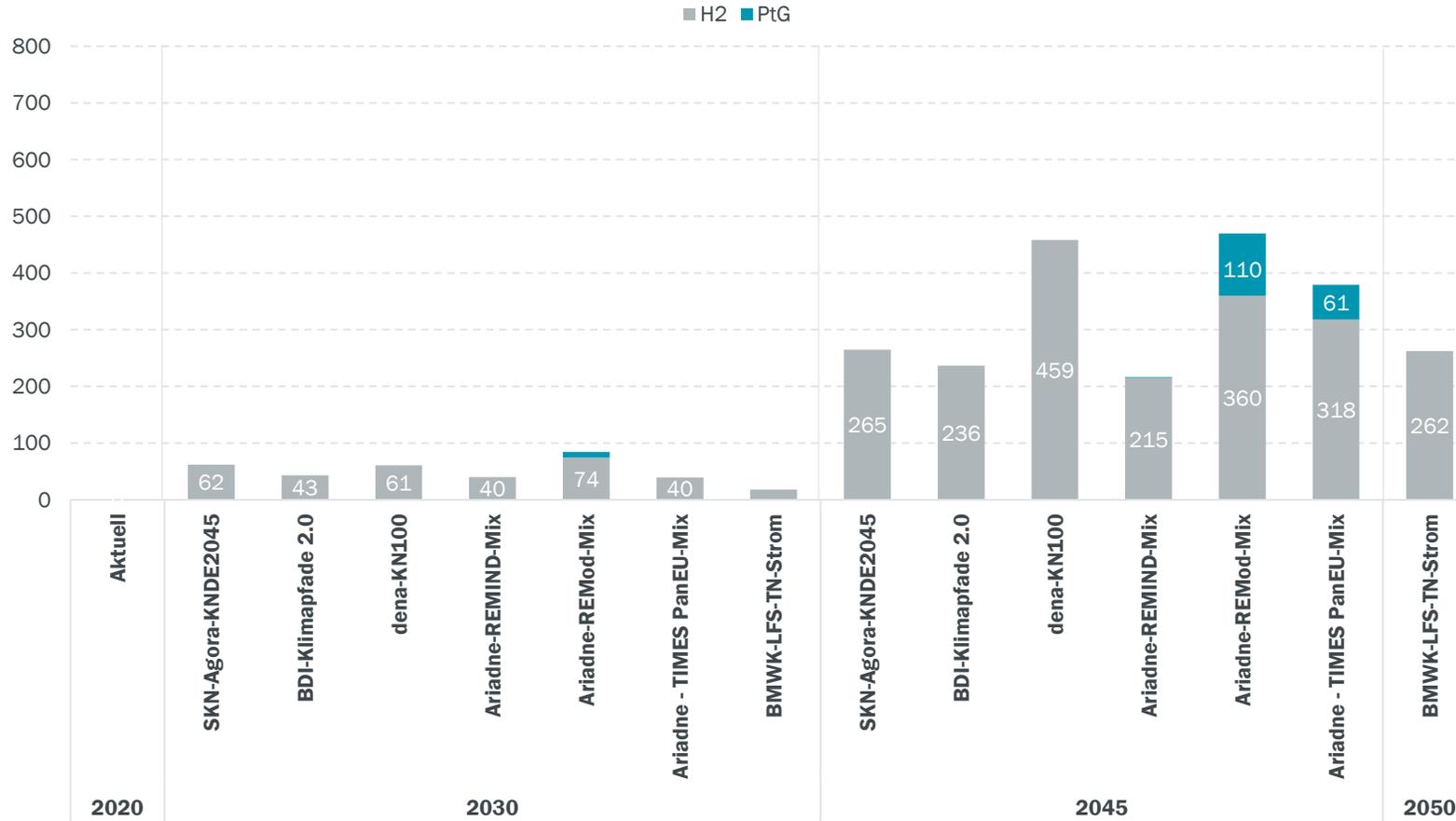
[TWh/a]



- Alle Szenarien weisen einen **starken Anstieg** in der Nachfrage nach H<sub>2</sub> und E-Fuels zwischen 2030 und 2045 vor (mindestens Faktor 4)
- Bandbreite der Nachfragemengen nimmt von 2030 bis zum Jahr 2045 enorm zu
- Ariadne-Szenarien REMod-Mix und TIMES PanEU-Mix erwarten einen Einsatz von PtG bis 2045

# Nachfrage nach PtG - Studienvergleich

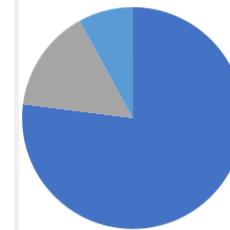
[TWh/a]



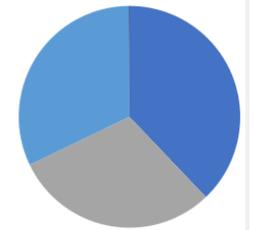
- Alle Szenarien weisen einen **starken Anstieg** in der Nachfrage nach H<sub>2</sub>
- Bandbreite der Nachfragemengen nimmt von 2030 bis zum Jahr 2045 enorm zu
- **PtG** (Methan) nur in zwei Ariadne-Szenarien bis 2045 erwartet:

REMod-Mix

TIMES PanEU-Mix

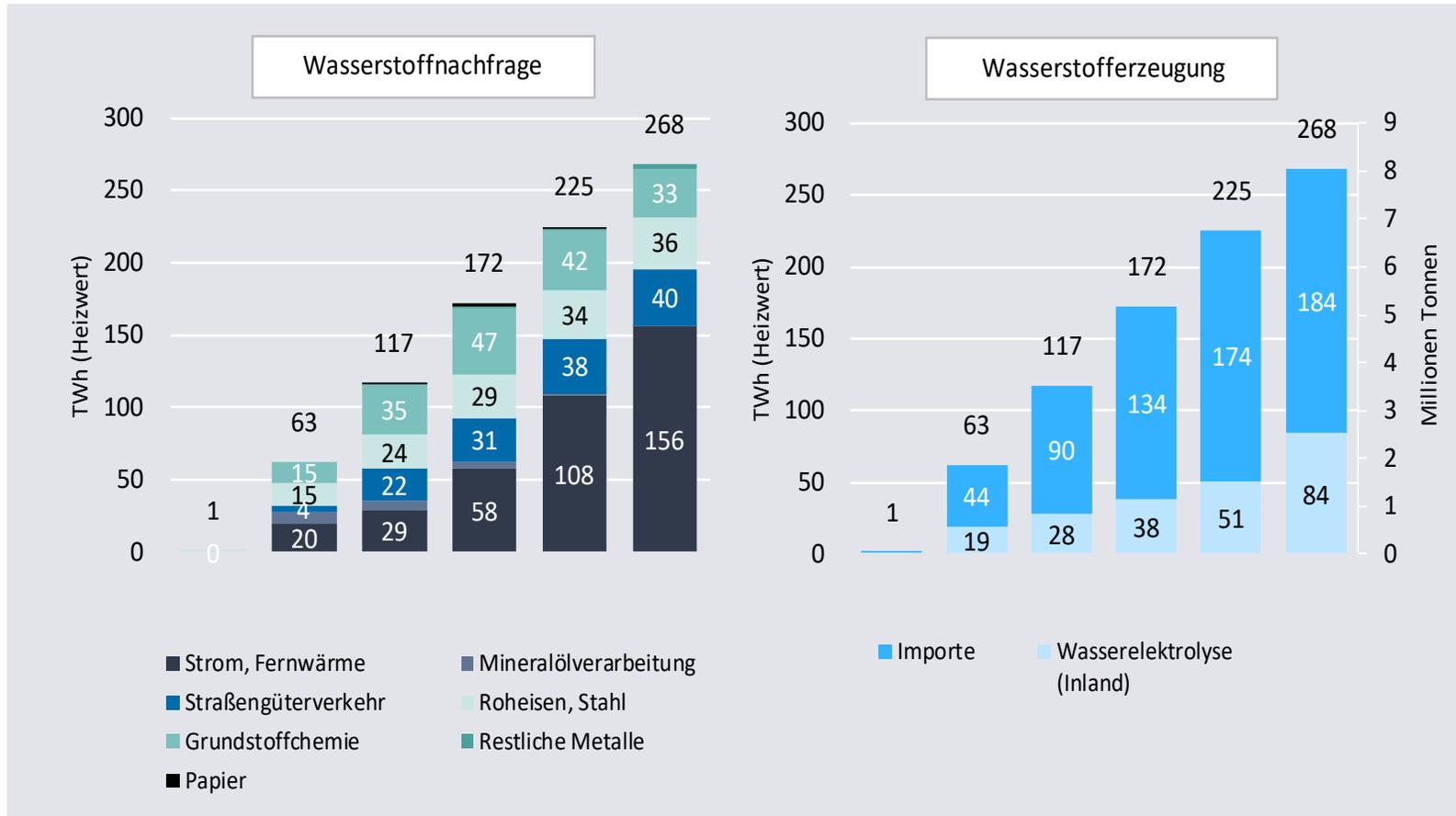


- Energiewirtschaft
- Industrie
- Gebäude



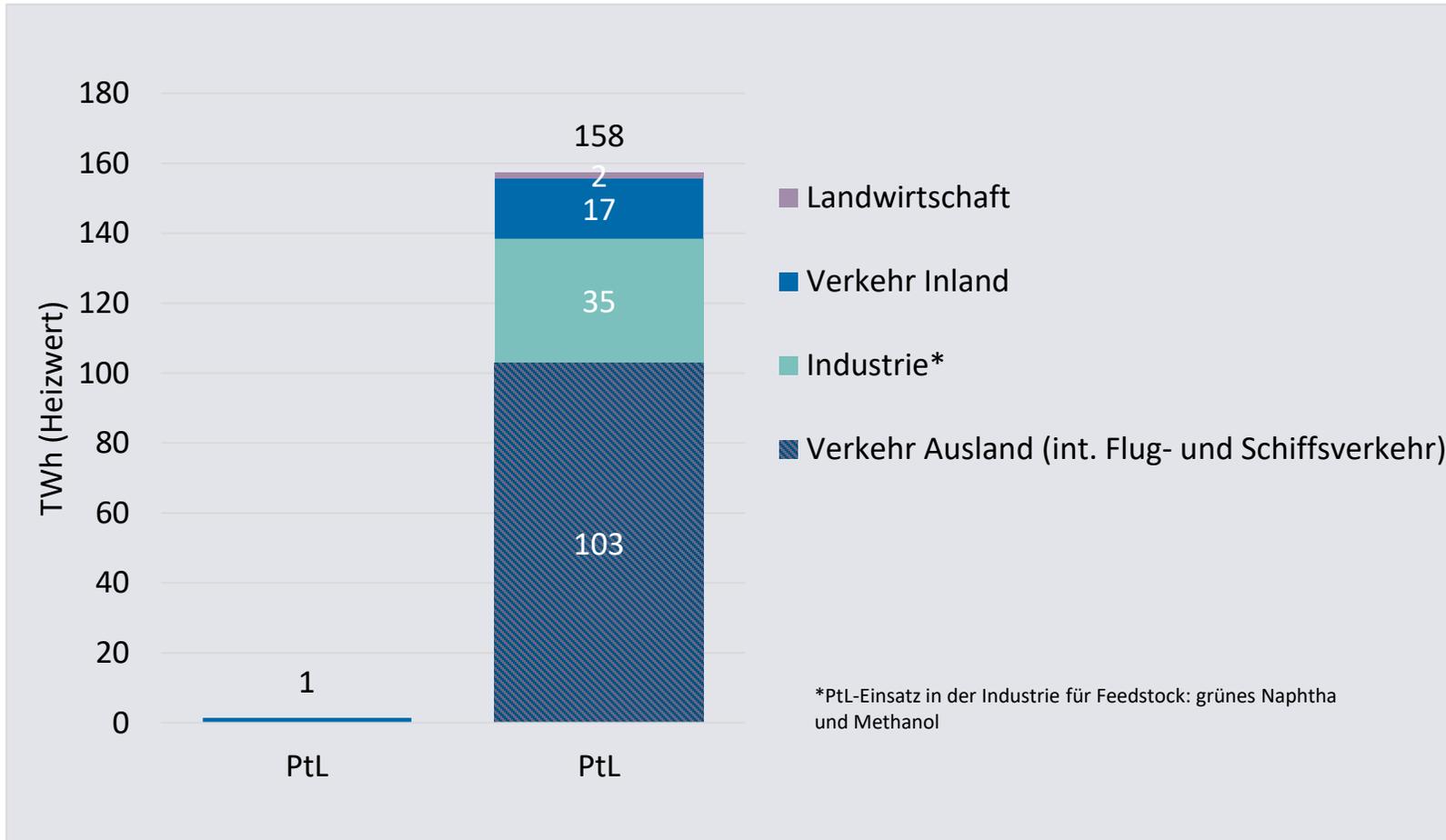
Quelle: [https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5\\_Szenarienvergleich\\_final.pdf](https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2022/03/2022-03-16-Big5_Szenarienvergleich_final.pdf)

# Klimaneutrales Deutschland - Wasserstoffbilanz



- Nichtenergetischer (stofflicher) Einsatz in der Industrie: 25 TWh (36 % des H<sub>2</sub>-Verbrauchs in der Industrie)
- Dieser Verbrauch ersetzt den heutigen (grauen) Wasserstoffeinsatz in der Industrie
- Ca. 2/3 des H<sub>2</sub>-Bedarfs muss importiert werden

# Rolle von PtL in einem klimaneutralen Deutschland (2030/2045)



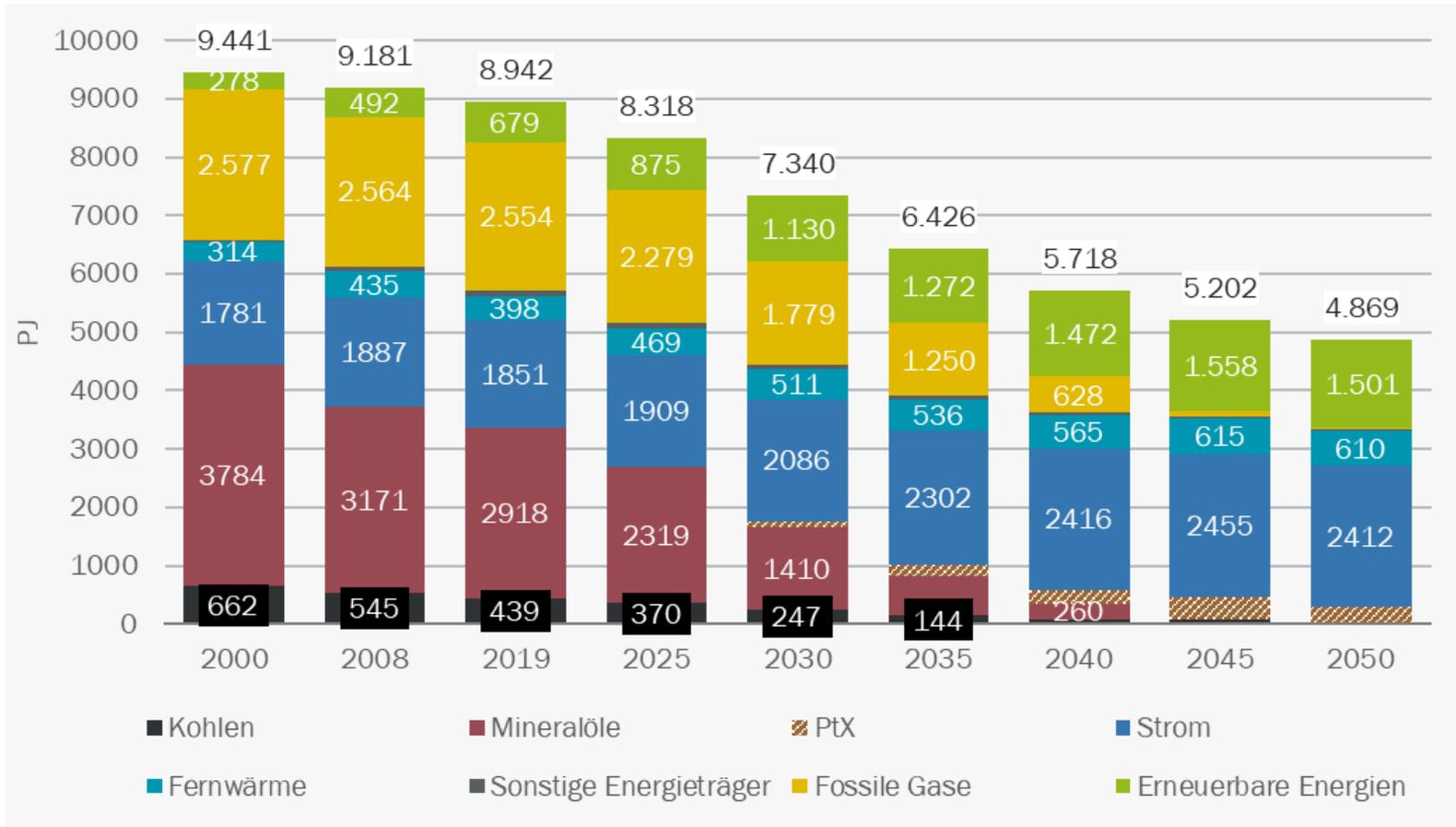
Quelle: Klimaneutrales Deutschland ( Prognos/Agora Energiewende 2021)

## Einsatz vor allem

- Flug- und Schiffsverkehr
- Industrie (Naphtha und Methanol)
- Schwerlastverkehr
- Oldtimer
- Landwirtschaft

# Rolle von PtX im Energiesystem (EEV)

## Klimaneutralität bis 2045 (aktualisiert)

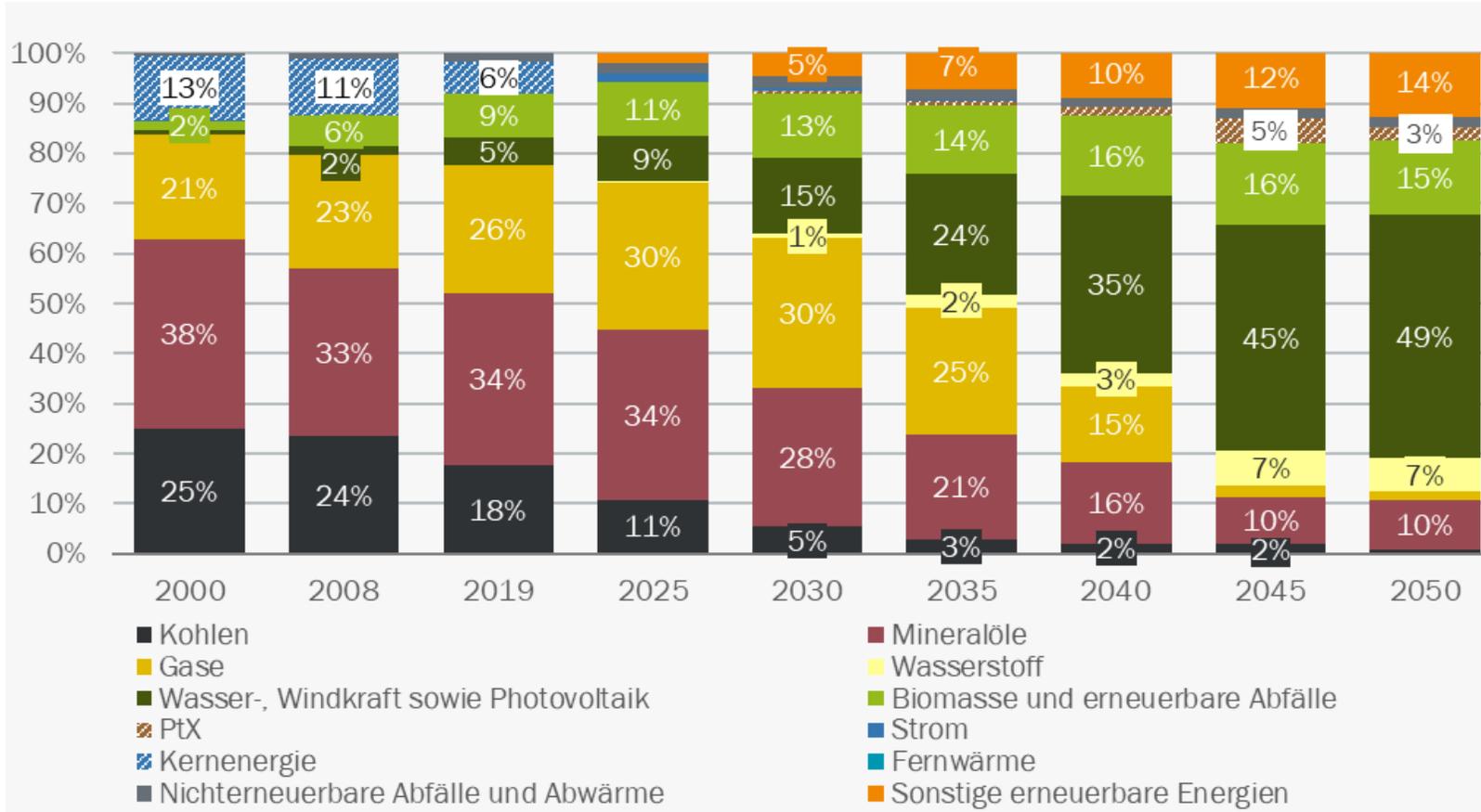


### Transformation erfordert:

- Efficiency first
- Ausphasen Kohle, Mineralölprodukte, Erdgas
- Elektrifizierung (bringt zusätzlich Effizienzvorteile)
- Ausbau Fernwärme
- Biomassen (gasförmig, fest) für industrielle Prozesswärme
- PtX verglichen mit vorherigem Mineralölverbrauch in geringen Mengen

# Rolle von PtX im Energiesystem – PEV-Ebene

## PEV nach Energieträgern, Anteile am gesamten PEV



- PEV verringert sich bis 2030 im Mittel um 2,5 % pro Jahr auf 9.613 PJ (-3.047 PJ)
- Zum Rückgang tragen Umwandlung und Endverbrauchssektoren zu ähnlichen Teilen bei
- Nach 2030 setzt sich der Rückgang mit durchschnittlich 1,8 % p.a. fort
- Das neue **Effizienzziel** (vor. - 38 % bis 2030 ggü. 2008) wird nahezu erreicht (-36 %)
- PtX machen im künftigen PEV-Mix einige Prozentpunkte aus;

# Strombasierte Kraftstoffe vs. Brennstoffzelle vs. Elektromobilität

Gesamtsystemische Energieeffizienz unterschiedlicher Antriebskonzepte (bezogen auf den Kraftstoff)

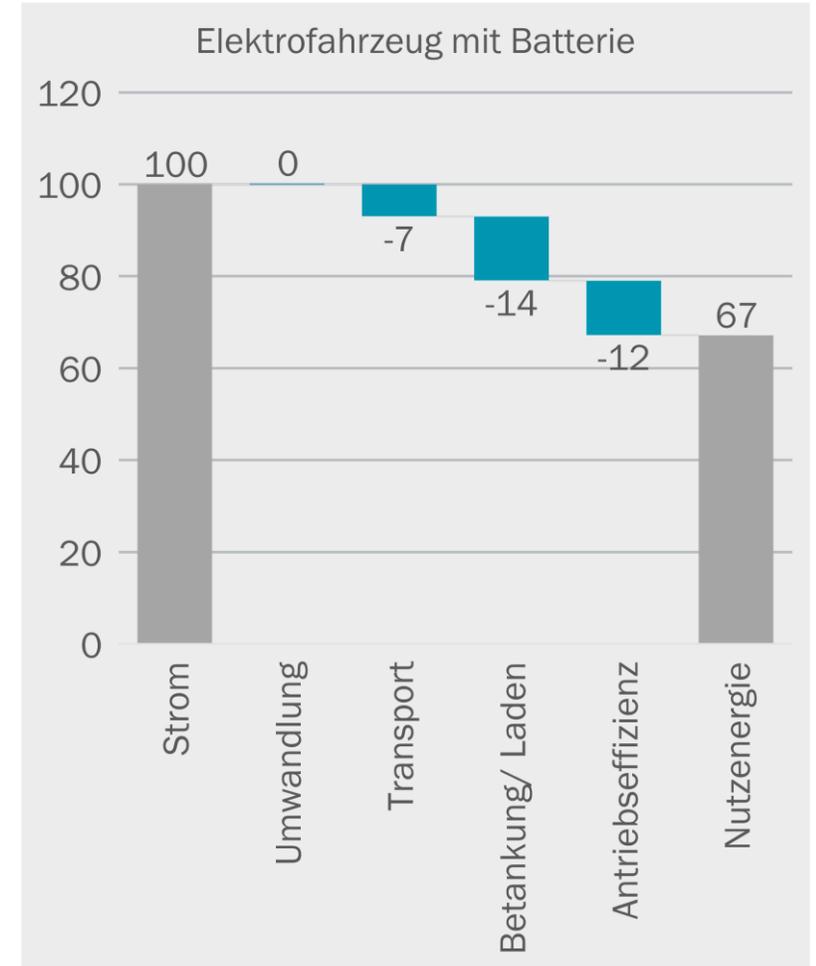
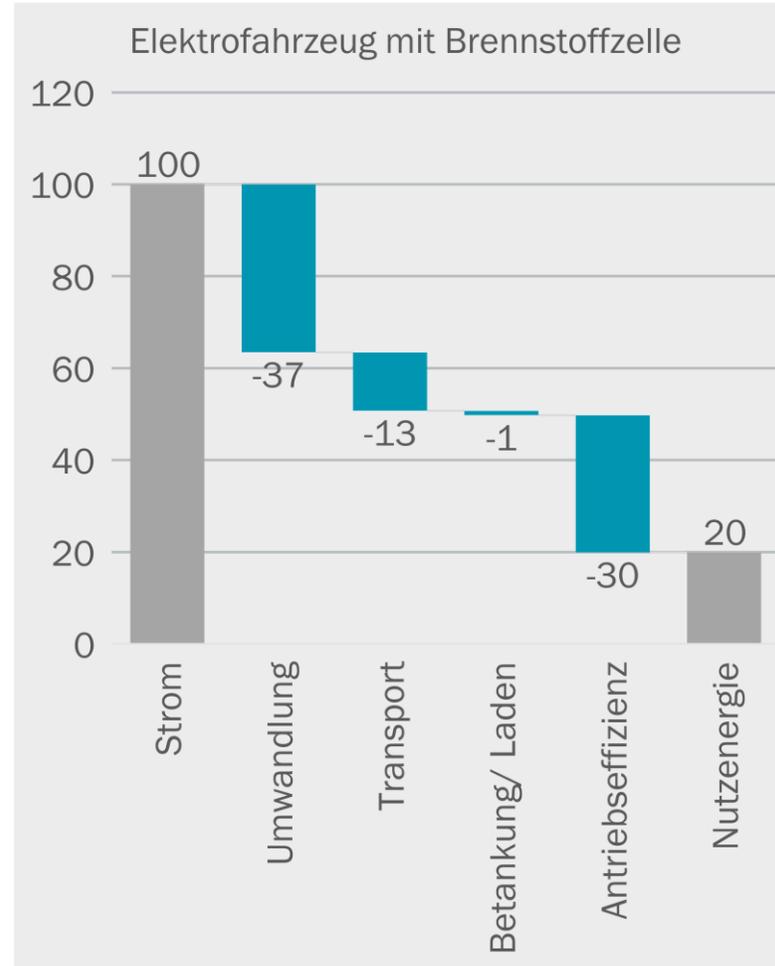
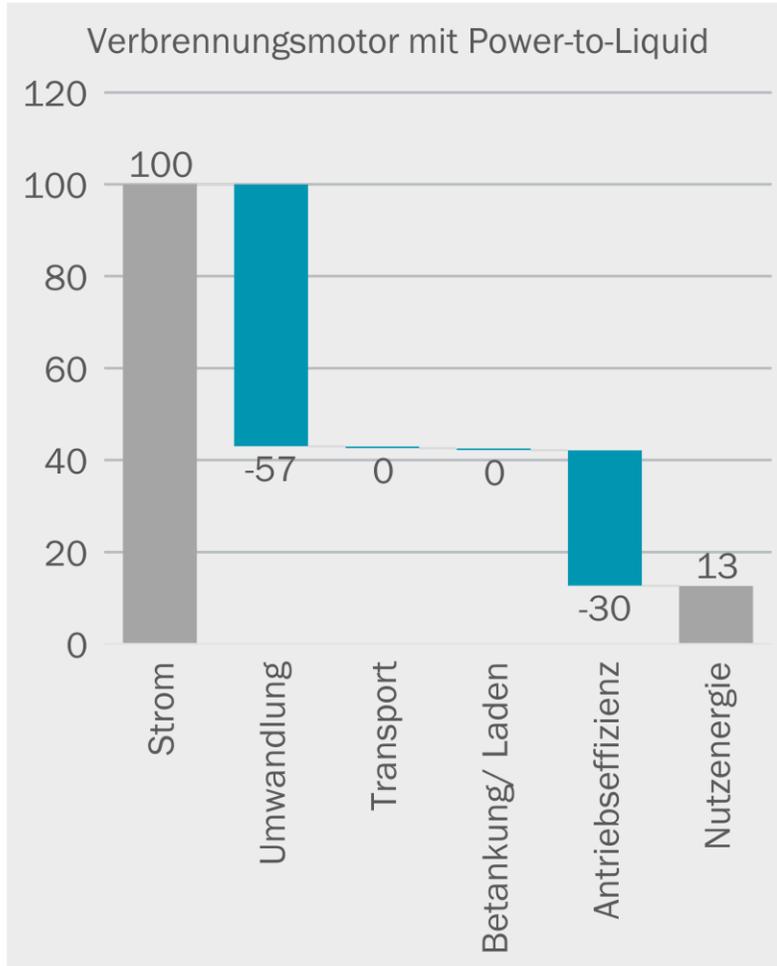




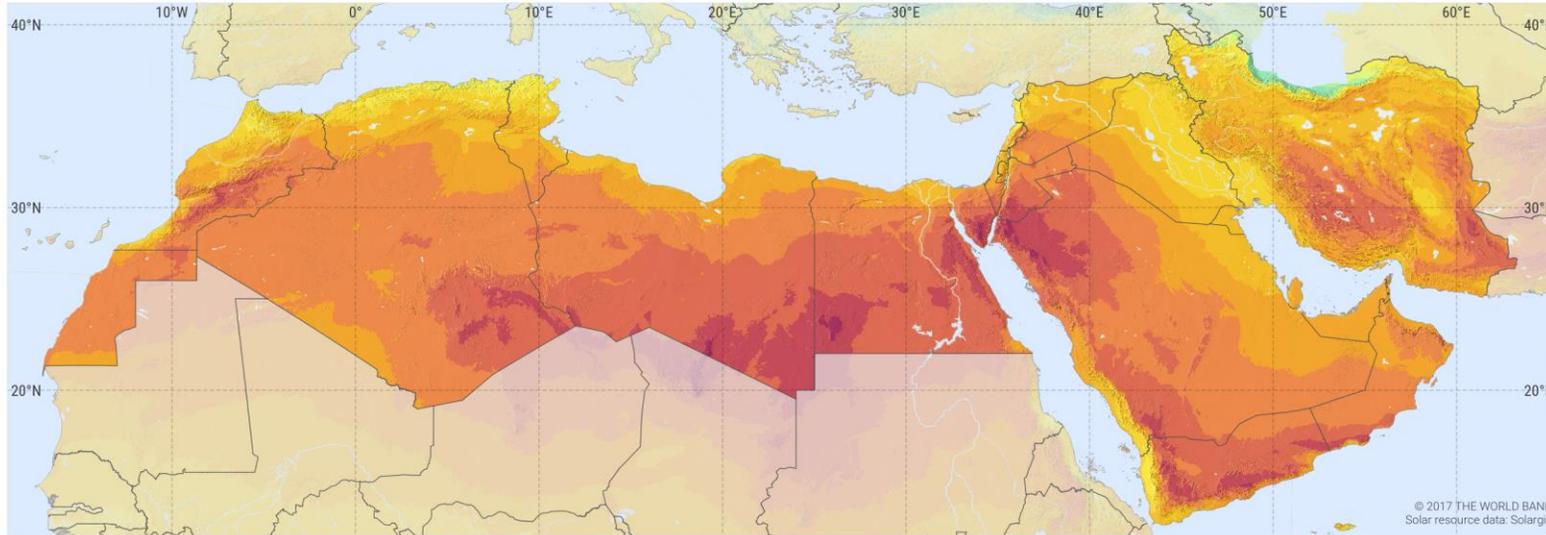
Bild: iStock-Lalocracio:

### **3. Produktions- potenziale und Kosten**

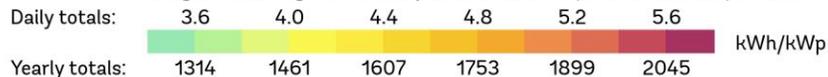
# Produktionsregionen: Regionen mit hohem EE-Potenzial

SOLAR RESOURCE MAP

## PHOTOVOLTAIC POWER POTENTIAL MIDDLE EAST AND NORTH AFRICA



Long term average of PVOUT, period from 1994 (1999 in the East) to 2015



This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by Solargis. For more information and terms of use, please visit <http://globalsolaratlas.info>.

## Beispiel: MENA Region

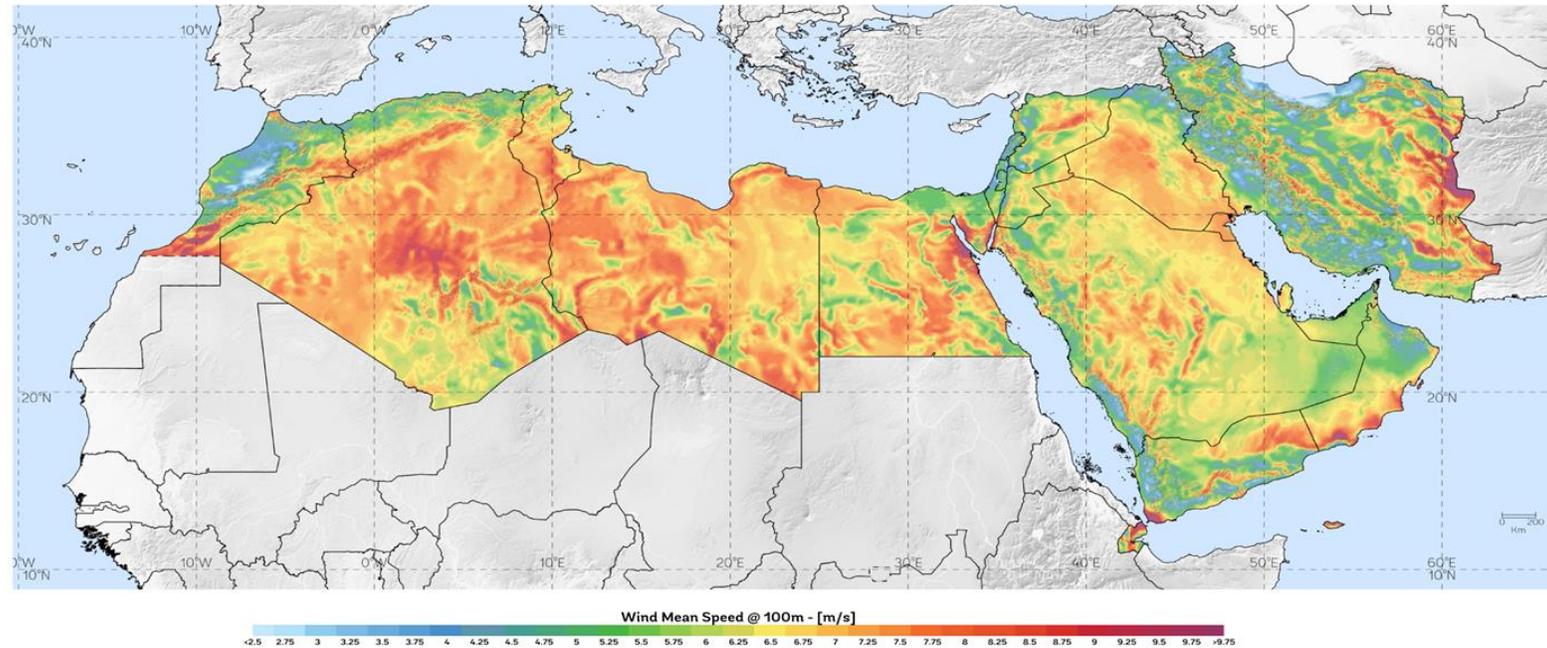
- Standorte in der MENA Region sind potenziell für die Versorgung von Europa aufgrund der deutlich höheren erneuerbaren Energienpotenziale interessant.
- Einzelne Top Standorte stehen jedoch nur begrenzt zur Verfügung und können daher nicht zur allgemeinen Kostenbetrachtung genutzt werden.

# Produktionsregionen: Weltregionen mit hohem EE-Potenzial

ONSHORE WIND RESOURCE MAP

## WIND SPEED

### MIDDLE EAST AND NORTH AFRICA



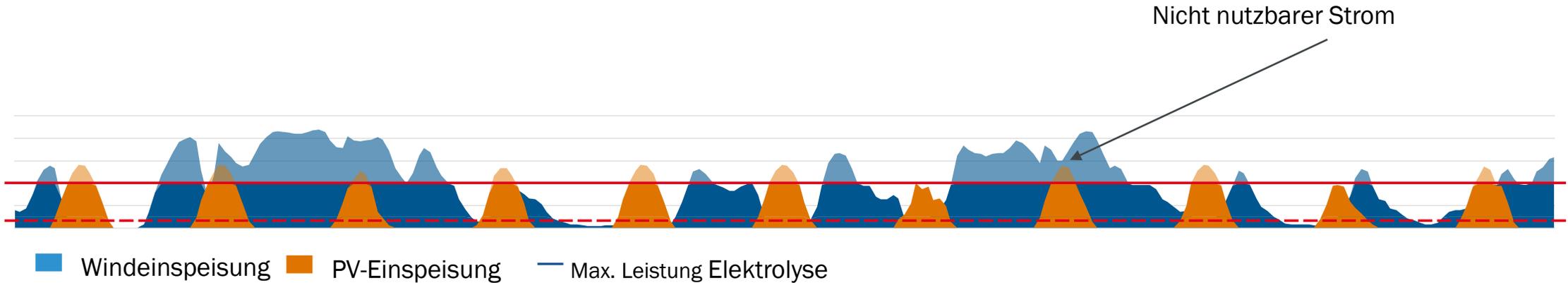
This map is published by the World Bank Group, funded by ESMAP, and prepared by DTU and Vortex. For more information and terms of use, please visit <http://globalwindatlas.info>

## Beispiel: MENA Region

- Für die Kostenbetrachtung spielen sowohl Wind als auch PV Potenziale eine wichtige Rolle.
- Standorte mit jeweils hohen EE - Potenzialen und einer Nähe zum Meer sind interessant da Wasserverfügbarkeit und Transportwege ebenso bedeutend sind.
- Hohe Potenziale bietet z.B. Marokko. Hier sind Flächen aber begrenzt. Für eine eigene Kostenberechnung wurde daher Saudi- Arabien als preissetzend angenommen.

# Erzeugungspotenziale

## Schematische Darstellung der Stromnutzung durch einen Elektrolyseur

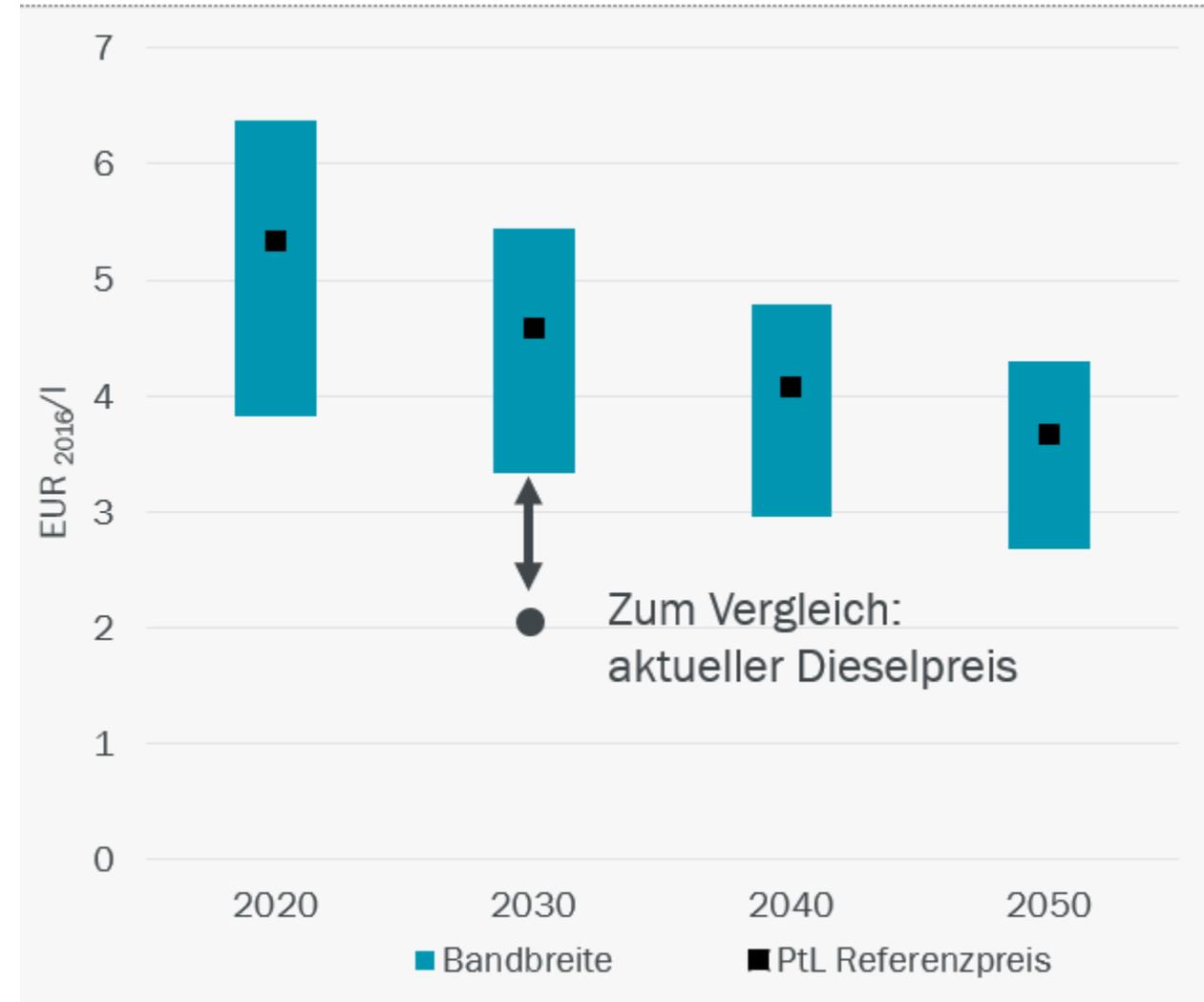


- Bei der Produktion von PtX Produkten können nicht die Stromherstellungskosten der erneuerbaren Energien verwendet werden, da die Spitzenerzeugung nicht verwendet werden kann.
- Die Stromkosten für die Elektrolyseure und Synthesen liegen daher höher, als die Vollkosten der erneuerbaren Energienerzeugung.
- Dies gilt insbesondere für Standorte an denen keine anderweitige Stromnutzung stattfinden kann (z.B. MENA Region oder Patagonien).

# Preise von PtL

## Endverbraucherpreise (Preise inkl. Steuern)

- Ausgewählte Annahmen:
  - PtL ist genauso von Energiesteuer betroffen wie fossile Dieselmotoren.
  - Der Preis im nationalen Emissionshandel steigt bis 2030 auf 140 €<sub>2013</sub>/t.
- Preisdifferenz für 2030 entspricht einem CO<sub>2</sub> Preis von mindestens 860 €/t CO<sub>2</sub>.
- Um Anreize für PtL zu setzen, reichen CO<sub>2</sub> Preisinstrumente voraussichtlich nicht aus.



Quelle: eigene Darstellung Prognos AG (Kosten- und Transformationspfade synthetischer Energieträger, 2020)



Bild: iStock-Lalocracio:

## 4. Fazit



## Fazit und Ausblick

- Auch im zukünftigen Energiesystem werden vermutlich stoffliche Energieträger benötigt.
- Der Verbrauch wird jedoch gegenüber heute deutlich zurückgehen.
- Ein Einsatz wird daher vermutlich vor allem in Anwendungsfällen erfolgen, in denen die Anwendungsvorteile so gross sind, dass die THG-Neutralität sonst nicht erreicht werden kann und eine entsprechende Zahlungsbereitschaft erzielt werden kann.

