

Klimaneutrales Deutschland Stromsektor

**Marco Wunsch, Hans Dambeck,
Inka Ziegenhagen**

Prognos AG

BERLIN, 26. NOVEMBER 2020



Gliederung

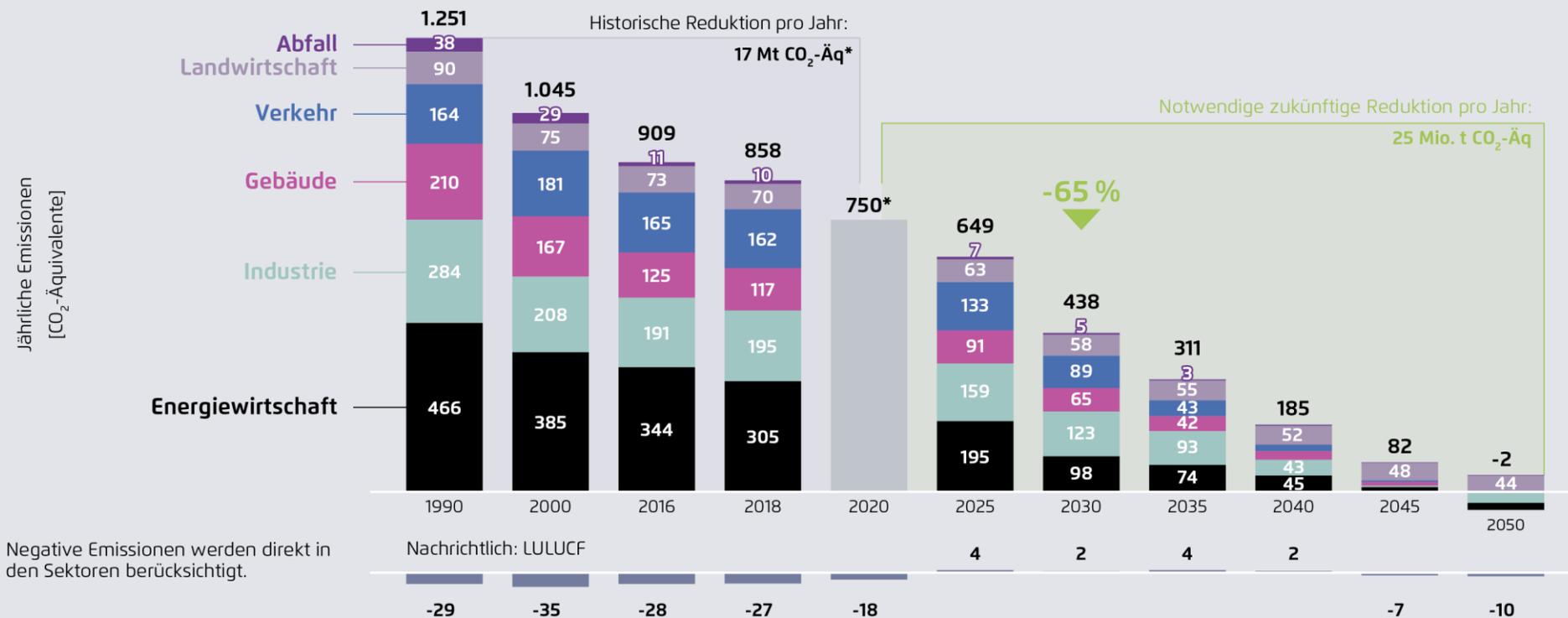
- | | |
|----|--------------------------|
| 1. | Übergreifende Ergebnisse |
| 2. | Wasserstoff |
| 3. | Stromsektor |

Übergreifende Ergebnisse



Auf dem Weg zur Klimaneutralität 2050 müssen die THG-Emissionen jedes Jahr um 25 Mio. t CO₂-Äq. gesenkt werden

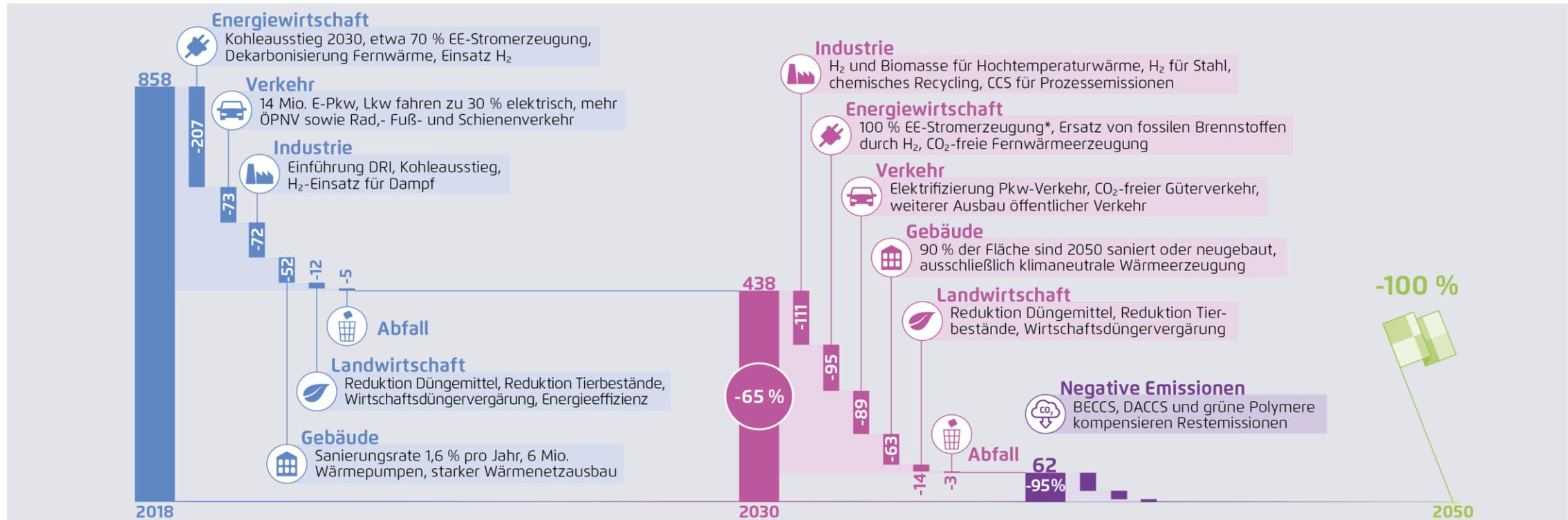
THG-Emissionen nach Sektoren



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

In drei Schritten zur Klimaneutralität: Minderung um 65% bis 2030, -95% bis 2050 und Kompensation der restlichen Emissionen

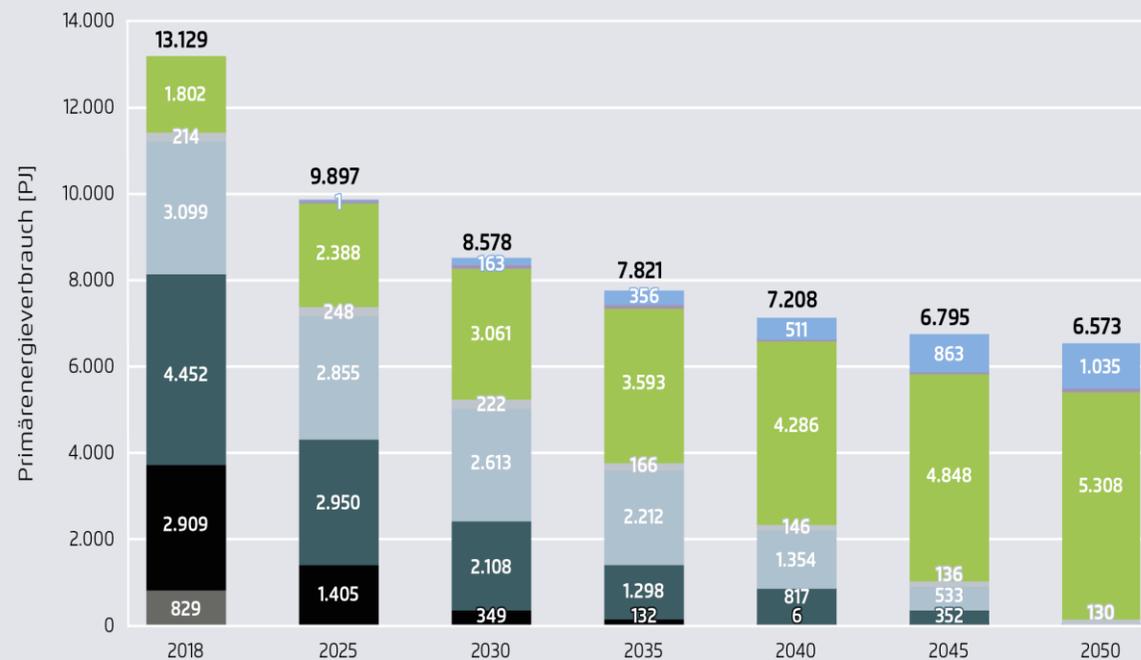
Maßnahmen im Szenario Klimaneutral 2050 (KN2050) | Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO₂-Äq.



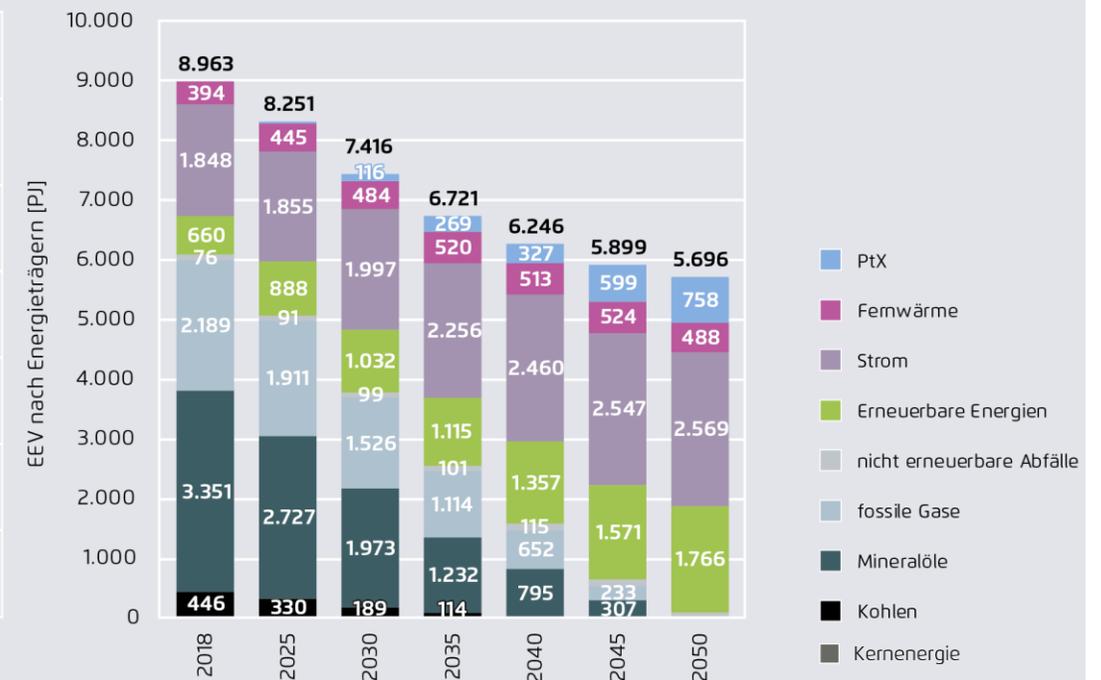
Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Energieeffizienz, Elektrifizierung und nutzen- und kostenoptimierter Einsatz von Biomasse und synthetischen Energieträgern

Primärenergieverbrauch in PJ



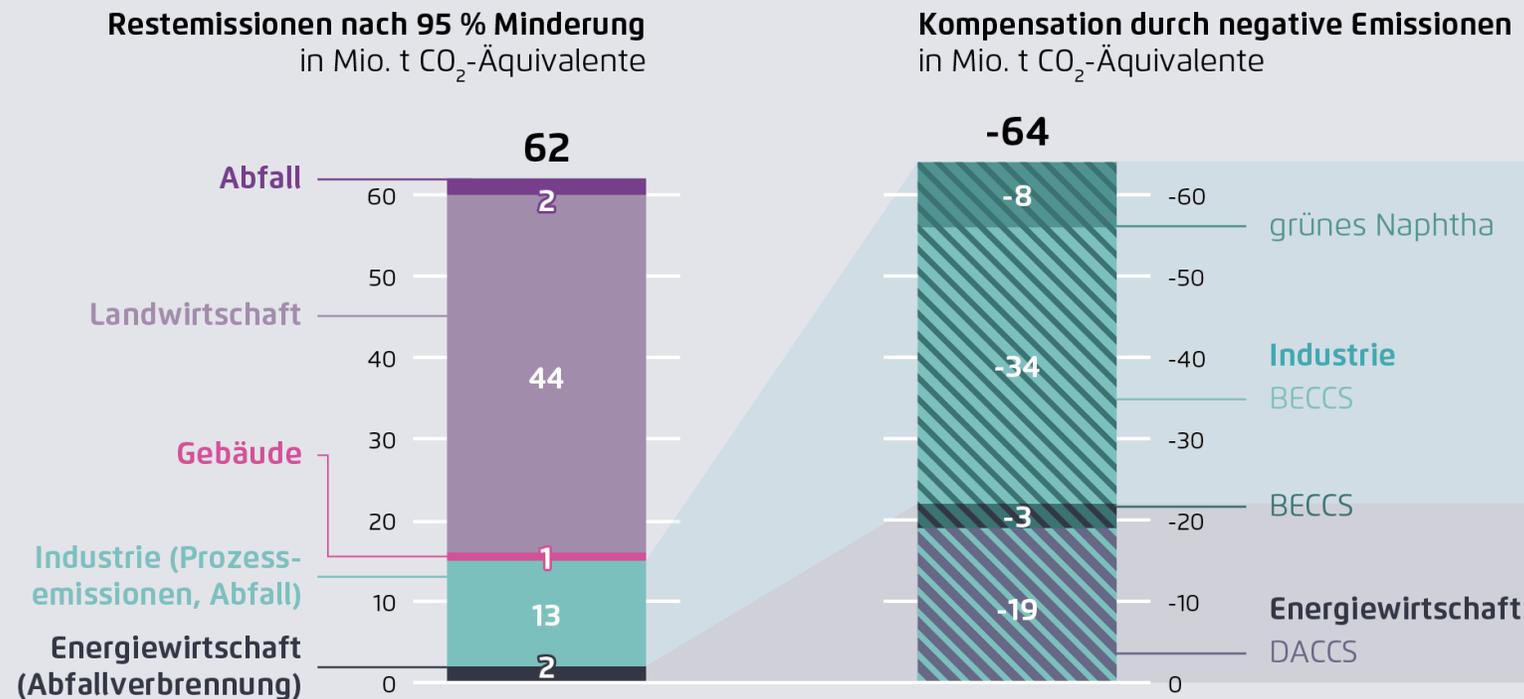
Endenergieverbrauch in PJ



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Nicht-vermeidbare Emissionen v.a. aus Landwirtschaft und Industrieprozessen werden durch negative Emissionen kompensiert

Residuale THG-Emissionen und deren Kompensation in 2050



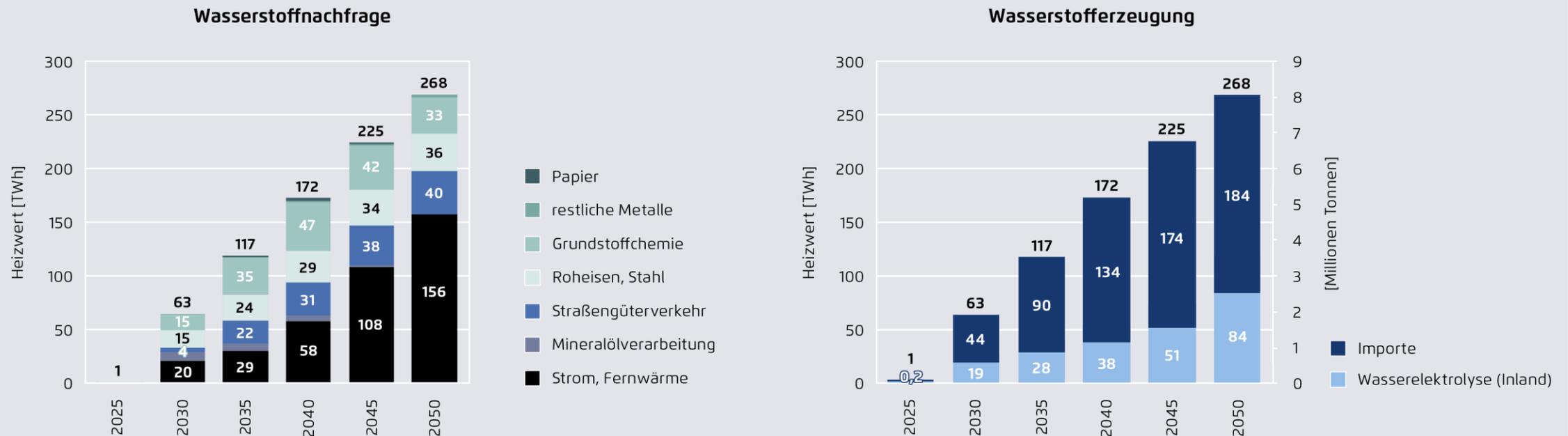
Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Wasserstoff



Wasserstoff hat ab 2030 bedeutende Rolle bei der Transformation der Industrie und langfristig zur Absicherung des Stromsystems

CO₂-freie Wasserstofferzeugung und -nutzung in Deutschland in TWh

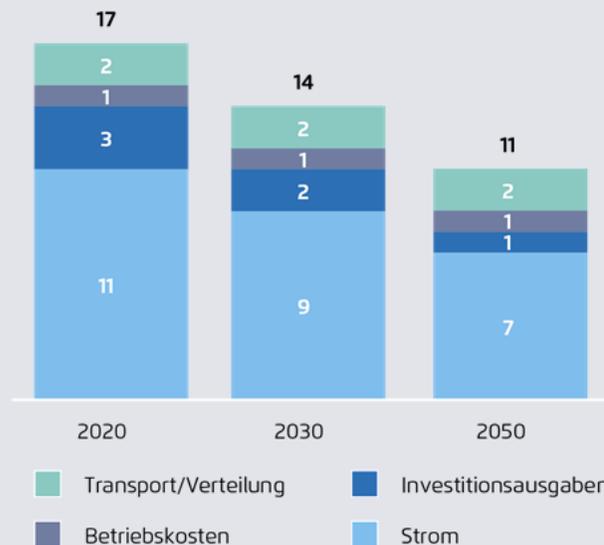


Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Erneuerbar erzeugter Wasserstoff wird langfristig günstiger

Kosten von erneuerbar erzeugtem Wasserstoff

Wasserstoff Bereitstellungskosten beim Endverbraucher
(EUR₂₀₁₉ Cent/kWh Brennwert)



	2030	2050
Stromkosten (EUR/MWh)	62	55
Investition (EUR/kW_{el})	500	400
Zinssatz WACC (%)	6	6
Wirkungsgrad Elektrolyse (%)	72	75
Volllaststunden Elektrolyse	3.500	4.000
Lebensdauer in Jahren*	25	25



Kostenerhöhung durch

- Erhöhte Lebensdauer
- Reduzierte Degradation
- Verbessertes Teillast- und Überlastverhalten
- Höhere Verfügbarkeit
- Höherer Wirkungsgrad

Kostenreduktion durch

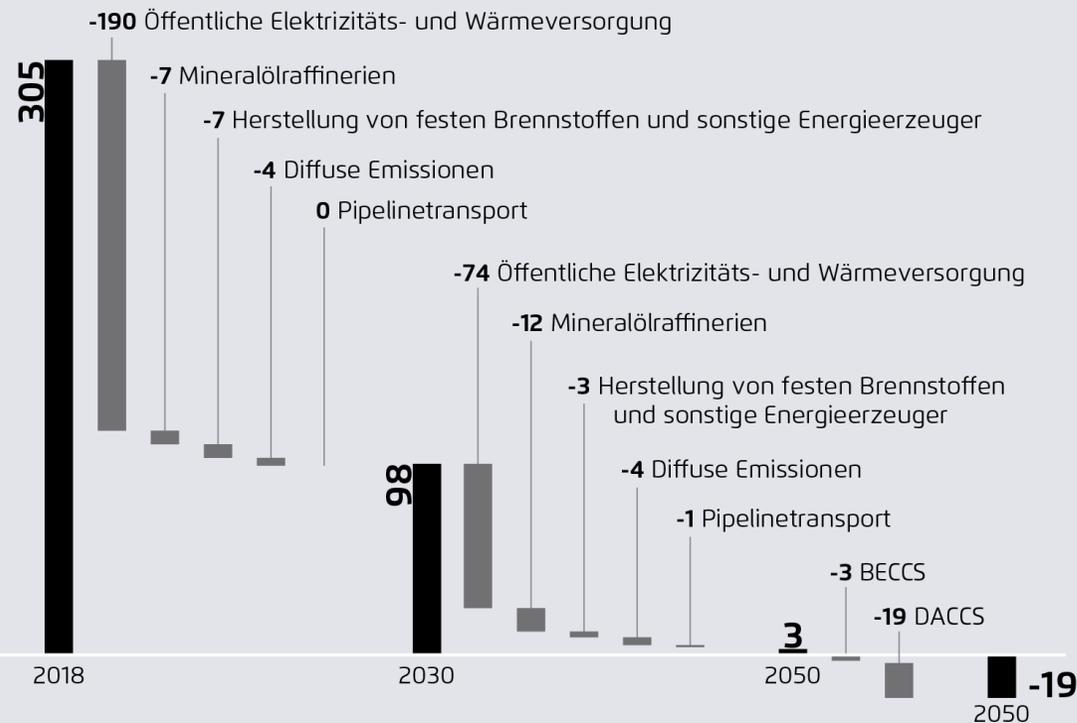
- Technische Lernraten
- Skaleneffekte
- Automatisierte Fertigung
- Geringeren Materialeinsatz

Stromsektor



Der größte Teil der THG-Einsparungen bis 2030 erfolgt im Stromsektor in Höhe von 190 Mio. t CO₂-Äq.

Reduktion der Treibhausgase in der Energiewirtschaft in Mio. t CO₂-Äq.

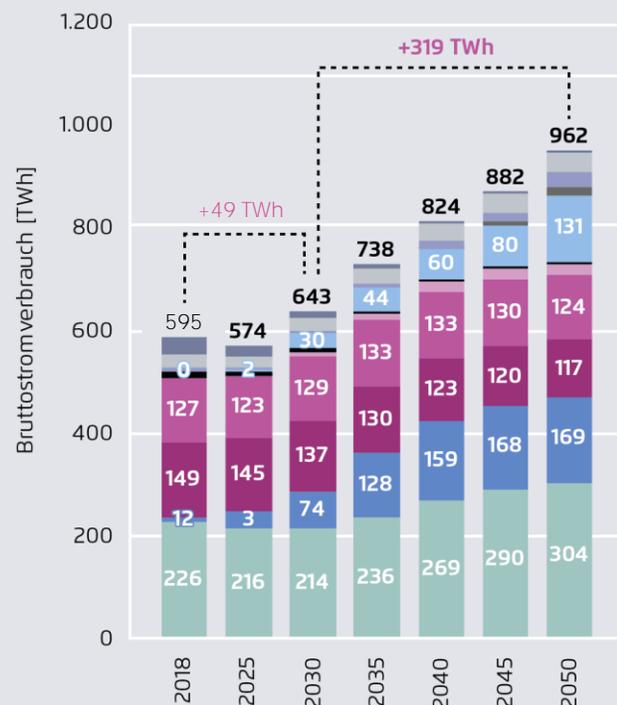


Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

- Reduktion der THG-Emissionen in der Energiewirtschaft bis 2030 auf knapp **unter 100 Mt.**
- Aktuelles Sektorziel im Klimaschutzgesetz (KSG): **175 Mt.**
- Langfristig Entzug von Emissionen aus der Atmosphäre durch BECCS und DACCS.

Stromverbrauch steigt bis 2050 um 50% v.a. durch Elektrifizierung von Verkehr, Wärme, Industrie sowie DAC und H₂-Herstellung

Bruttostromverbrauch in TWh



H₂/CO₂



2030

Produktion 19 TWh H₂

6 Mio. Wärmepumpen, Effizienz Elektrogeräte, effiziente Beleuchtung, Rückgang Direktstromheizungen

Wärmepumpen, effiziente Beleuchtung

27 % der Fahrleistung im Straßengüterverkehr mit Batterien und Oberleitungen, 14 Mio. E-Pkw

Elektrifizierung Prozesswärme, strombasierte Dampfproduktion, effiziente Querschnittstechnologien

2050

84 TWh H₂,
19 Mio. t CO₂ DAC

14 Mio. Wärmepumpen, Zunahme bei Kühlen und Lüften, Effizienz Wärmepumpen, Rückgang Direktstromheizungen, Effizienz Elektrogeräte

Wärmepumpen, effiziente Beleuchtung

78 % der Fahrleistung im Straßengüterverkehr mit Batterien und Oberleitungen, 30 Mio. E-Pkw

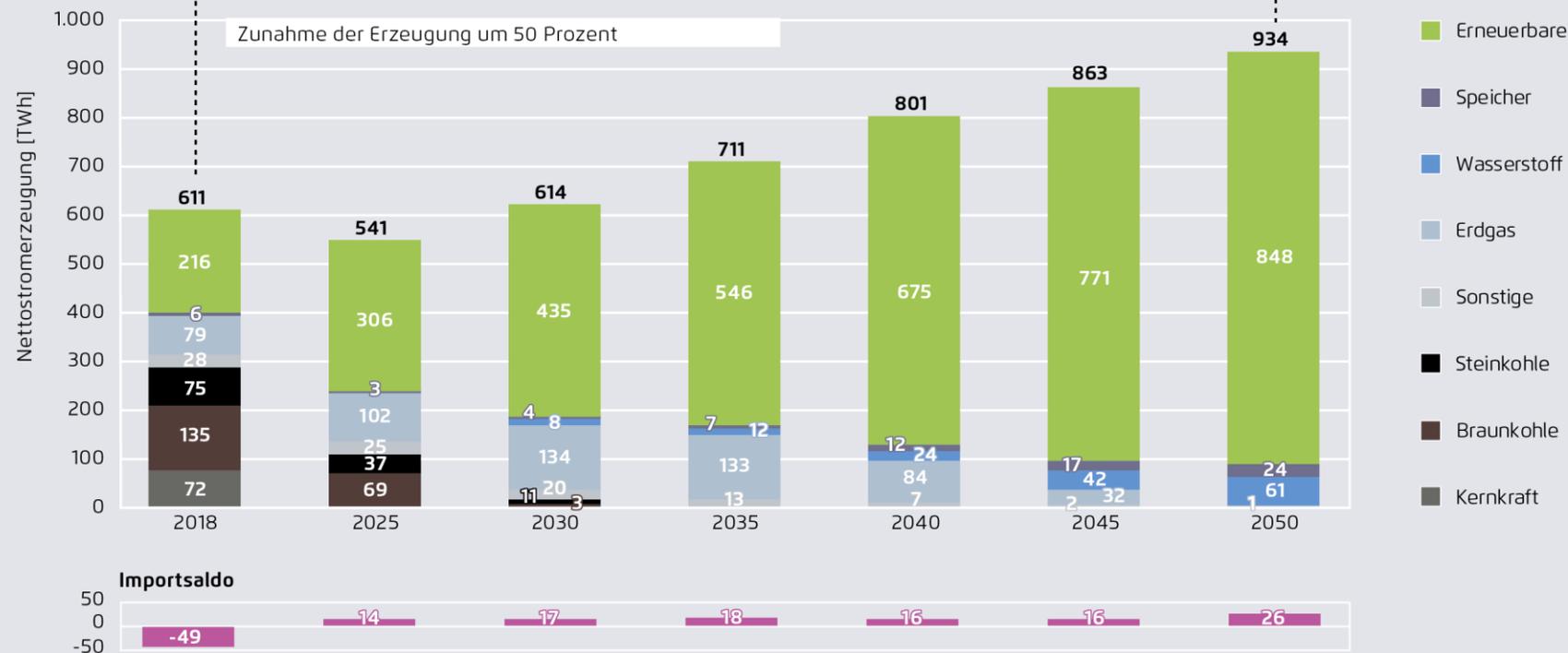
Elektrifizierung Prozesswärme, CO₂-Abscheidung, strombasierte Dampfproduktion in Elektrokesseln und Hochtemperaturwärmepumpen

- KW-Eigenverbrauch
- Netzverluste
- Ladung Speicher
- DAC
- Elektrolyse (H₂)
- sonstige Umwandlung
- Fernwärmeerzeugung
- PHH
- GHD
- Verkehr
- Industrie

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

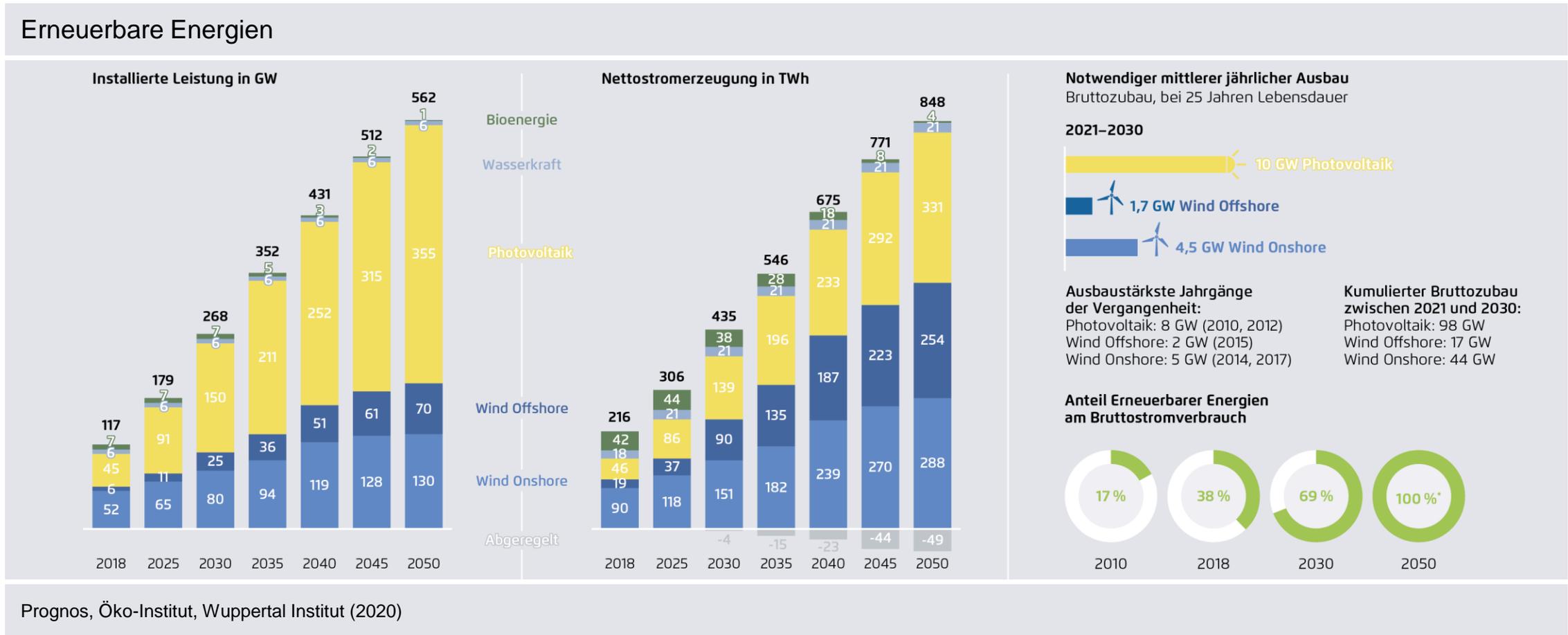
Bis 2030 steigt der EE-Anteil auf 70% und Kohleausstieg Langfristig klimaneutrale Stromerzeugung durch EE und H₂

Nettostromerzeugung und Importsaldo in TWh



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

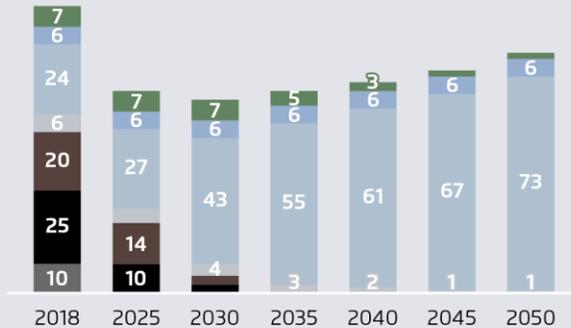
Bis 2030 müssen *jährlich* 10 GW PV, 5 GW Wind Onshore und 2 GW Wind Offshore errichtet werden.



Regelbare Kraftwerke, Speicher und das Ausland stellen die Leistungsabsicherung sicher

Flexibilitäten zur Leistungsabsicherungen in GW

1 | Regelbare Kraftwerksleistung
Nettleistung in GW



Bioenergie
Wasserkraft
Gase/Wasserstoff

Braunkohle
Steinkohle
Kernkraft

Sonstige

Langfristig bleiben rund 80 GW regelbare Leistung zur Leistungsabsicherung (davon rund 70 GW aus Gasen/Wasserstoff) im System.

2 | Speicher und Demand-Side-Management
Nettleistung in GW*



Darüber hinaus stehen indirekt eine Vielzahl weiterer Flexibilitätsoptionen zur Verfügung.

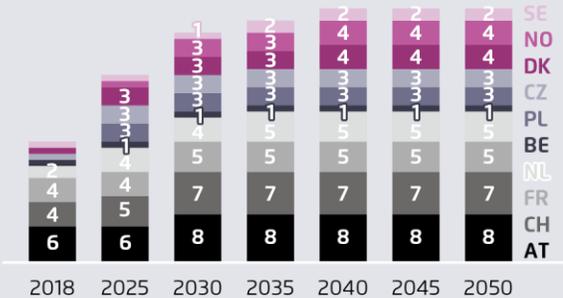
PV-Dachanlagen mit Batteriespeicher:

2050 sind 80 % der Anlagen mit einem Batteriespeicher kombiniert (in Summe 134 GW mit einer Stunde Kapazität).

E-Fahrzeuge haben lange Standphasen und können ihr Ladeverhalten auf die Situation im Stromsystem anpassen. Im Jahr 2050 fahren 30 Mio. E-Fahrzeuge auf den Straßen mit einer durchschnittlichen Speichergröße von 80 kWh.

3 | Importkapazitäten

Maximale Kapazitäten in GW. Die tatsächliche Verfügbarkeit ist abhängig vom Lastabfall.



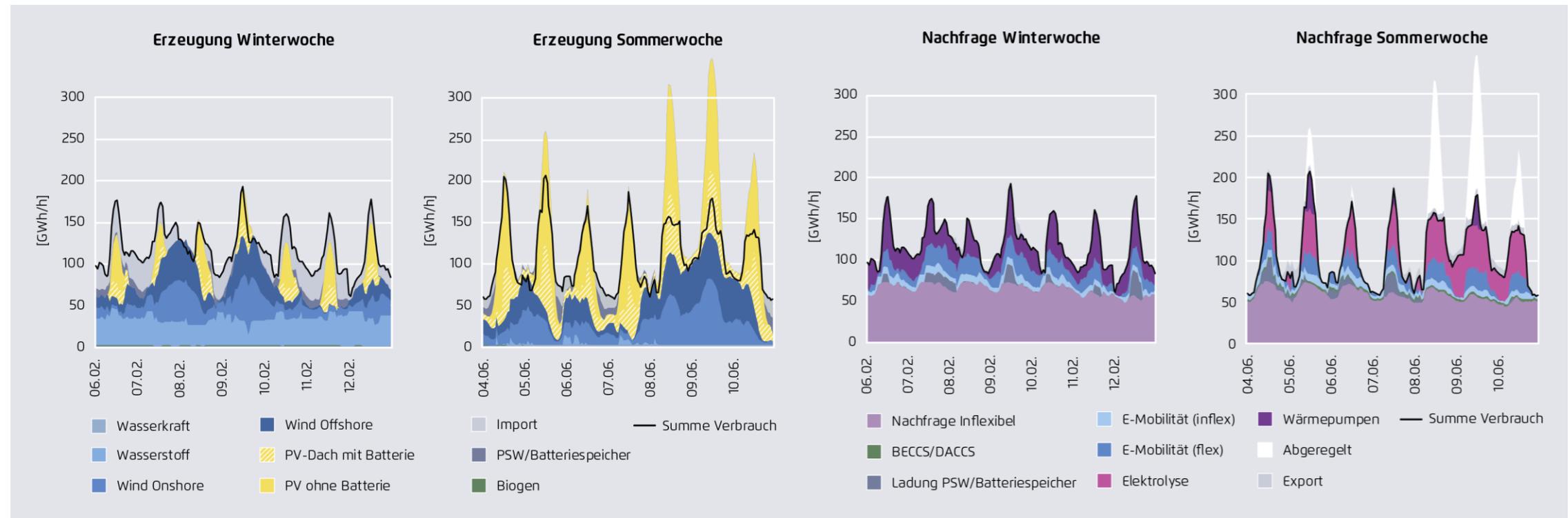
Grenzüberschreitende Ausgleichseffekte mit elektrischen Nachbarländern bei der Einspeisung von Erneuerbaren Energien und bei der Stromnachfrage.

4 | Erneuerbare Energien

Irgendwo weht immer der Wind. Deshalb können erneuerbare Energien auch einen Beitrag zur Leistungsabsicherung liefern. Im Jahr 2050 beträgt die Grundlastlieferung von erneuerbaren Energien rund 5 GW.

Nachfrageflexibilität, Stromhandel, Batteriespeicher und flexible H₂-Kraftwerke ergänzen hohe fluktuierende Erzeugung

Flexibilität des Stromsystems 2050



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Fernwärmeerzeugung steigt durch Ausbau der Wärmenetze Dekarbonisierung durch Nutzung von EE, Abwärme und H₂

Fernwärmeerzeugung in TWh



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie noch Fragen oder Kommentare?
Kontaktieren Sie mich gerne:

Marco.wuensch@prognos.com

Hans.dambeck@prognos.com

Inka.ziegenhagen@prognos.com

Agora Energiewende und Agora Verkehrswende sind gemeinsame Initiativen der Stiftung Mercator und der European Climate Foundation.