

**Agora**  
Energiewende



# Klimaneutrales Deutschland

*In drei Schritten zu null Treibhausgasen  
bis 2050 über ein Zwischenziel von -65%  
im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals*

**Mara Marthe Kleiner**

**BERLIN, 26. MÄRZ 2021**



# Klimaneutrales Deutschland

## Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität

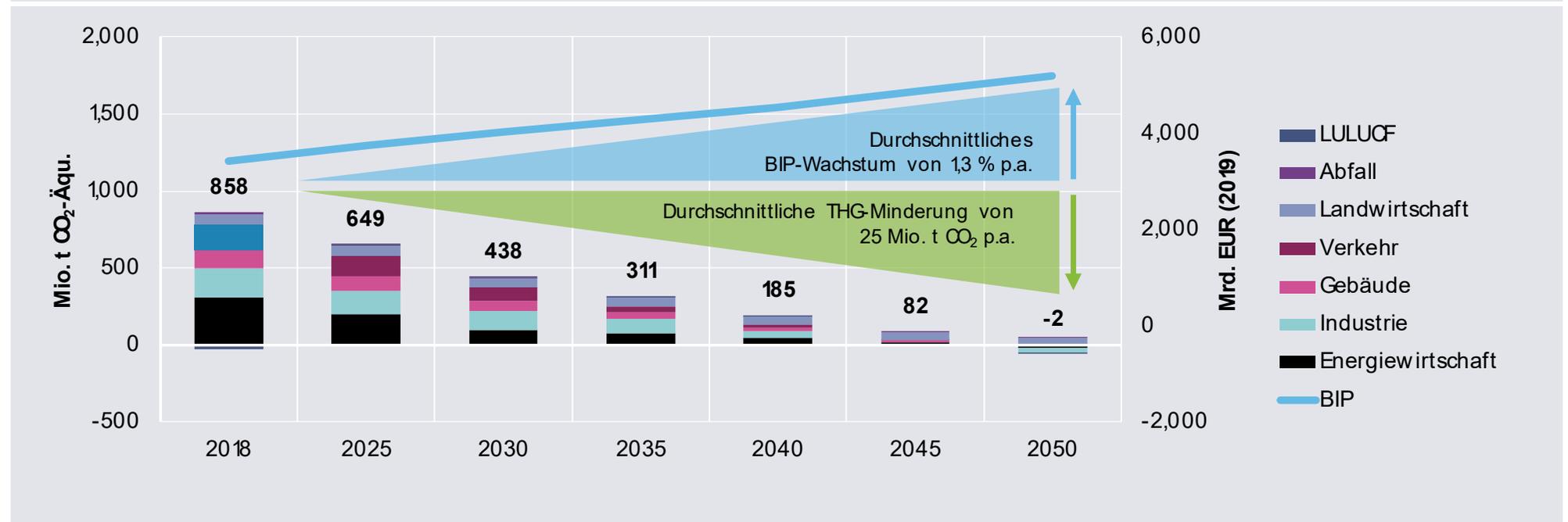


<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland/>

- Studie „Klimaneutrales Deutschland“, gemeinsam in Auftrag gegeben von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität
- Durchgeführt von Prognos/Öko-Institut/Wuppertal-Institut
- Auftrag: Neu formulierten Ziele der Bundesregierung (Klimaneutralität 2050) und der EU (höheres EU-2030-Ziel von -55%) vollumfänglich durchmodellieren für alle Sektoren
- Ziel: Vorlegen eines Pfads in Richtung Klimaneutralität unter Berücksichtigung von Kosteneffizienz und Akzeptanz

# Klimaneutrales Deutschland ist als Wachstums-Szenario angelegt: +1,3% BIP p.a, Industriestruktur bleibt erhalten,... -> großangelegtes Investitions- & Modernisierungsprogramm!

Kernindikatoren des Szenarios Klimaneutral 2050



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

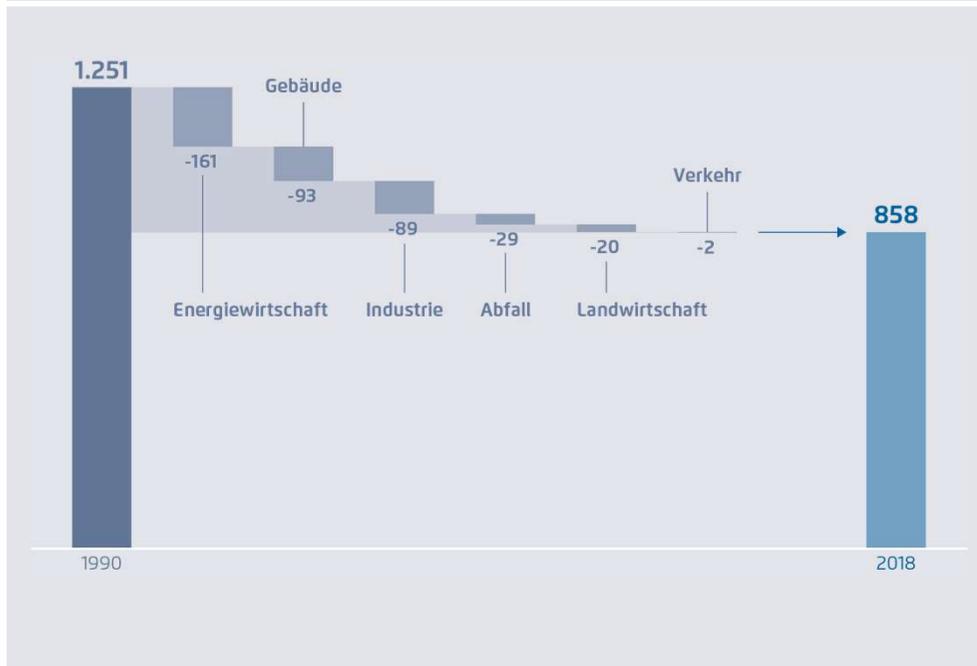


# Die 3 Schritte zur Klimaneutralität

## Wo wir klimapolitisch in Deutschland stehen:

- Von 1990 bis heute: ca. 35% Minderung (2019, bzw. 40% 2020)
- Bisheriger 2030-Beschluss: 55% Minderung (Klimaschutzgesetz)

Treibhausgasemissionen 1990-2018 in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.



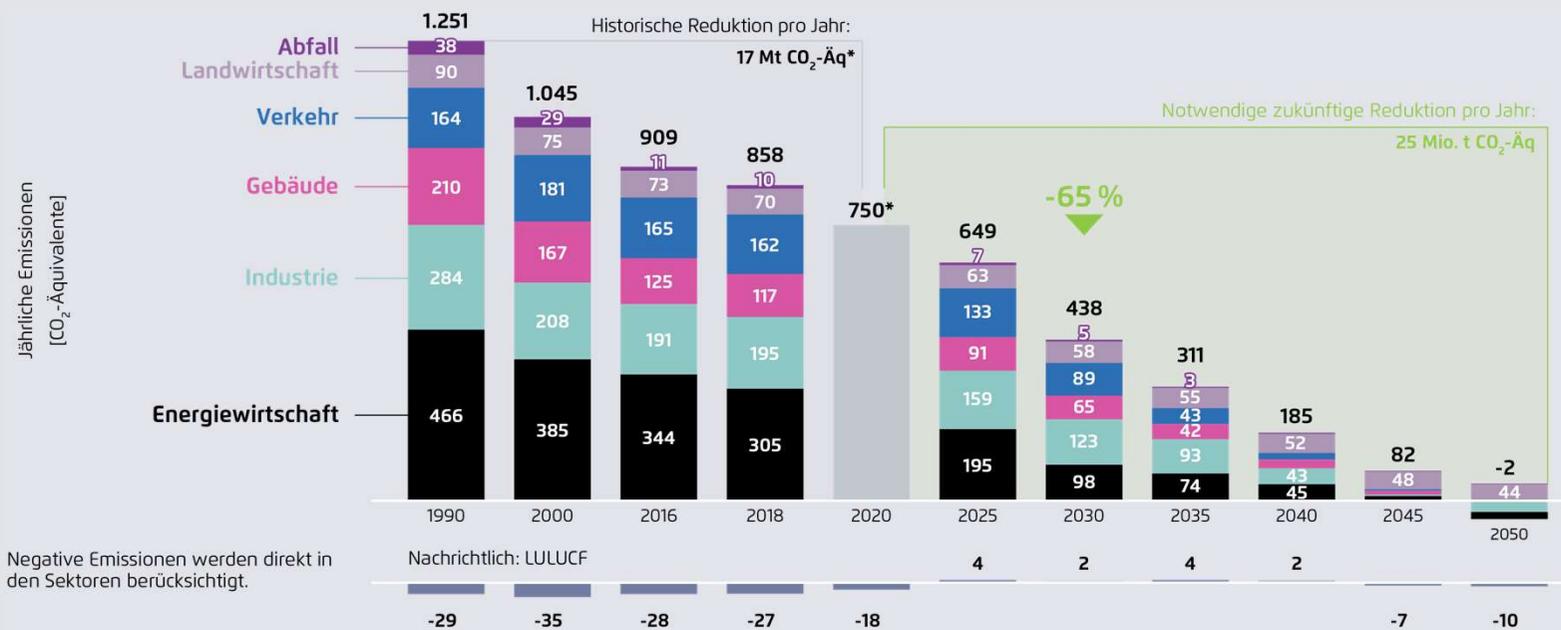
Treibhausgasemissionen 1990-2030 in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Wo wir hinhinmüssen laut Beschluss von Bundesregierung und Europäischem Rat: Klimaneutrales Deutschland 2050 und -65% bis 2030

## Überblick Entwicklung THG-Emissionen nach Sektoren

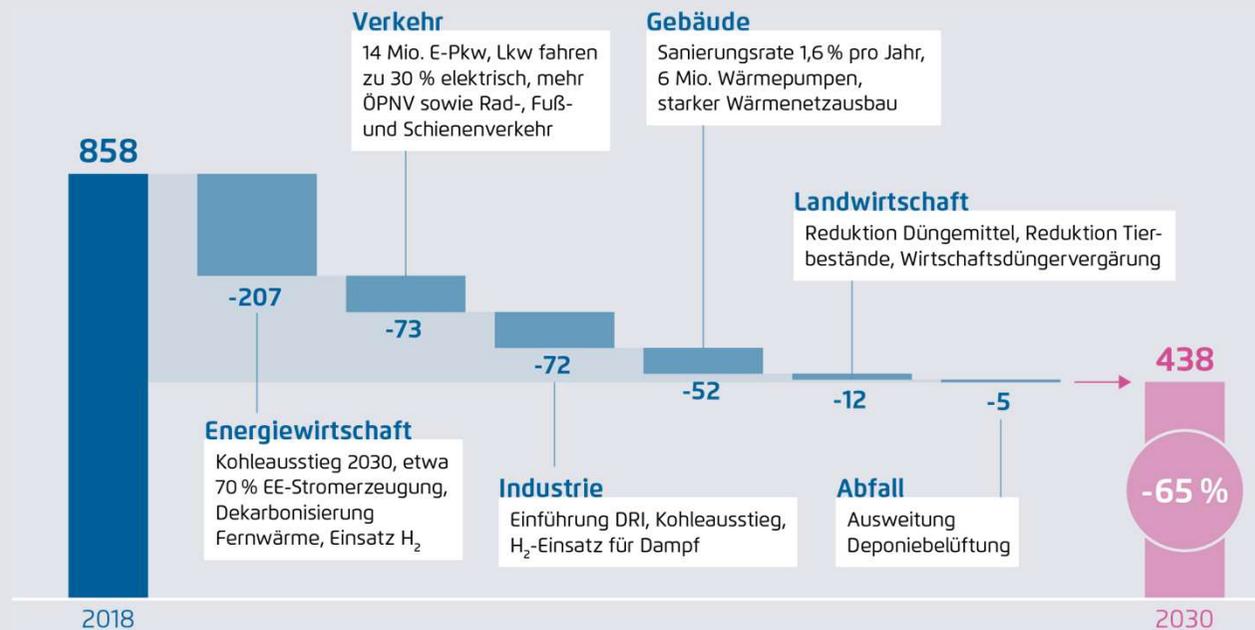


Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

## In 3 Schritten zur Klimaneutralität: Schritt 1: Das 2030-Zwischenziel auf -65% THG erhöhen

Drei Schritte zur Klimaneutralität:

Schritt 1 – 65 Prozent Minderung bis 2030 (Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq)

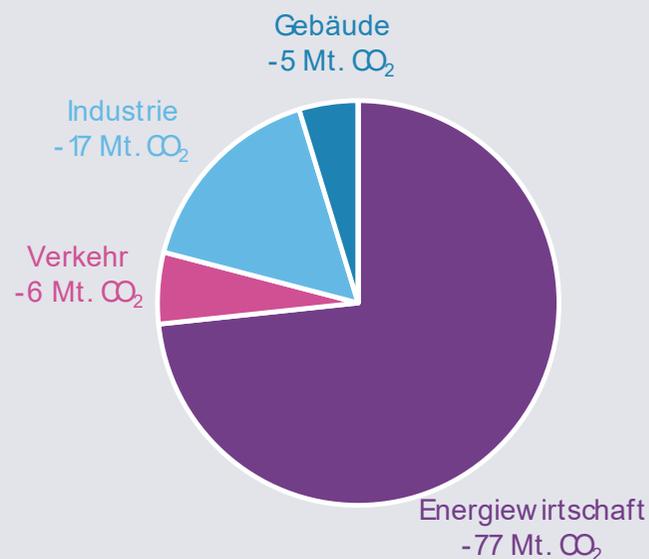


Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

## Die wesentlichen Unterschiede von -65% vs. -55% bis 2030 liegen im Energie- und Industriesektor

Drei Schritte zur Klimaneutralität:

Schritt 1 – Zusätzliche Minderungen im Vergleich zu -55% bis 2030



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020)

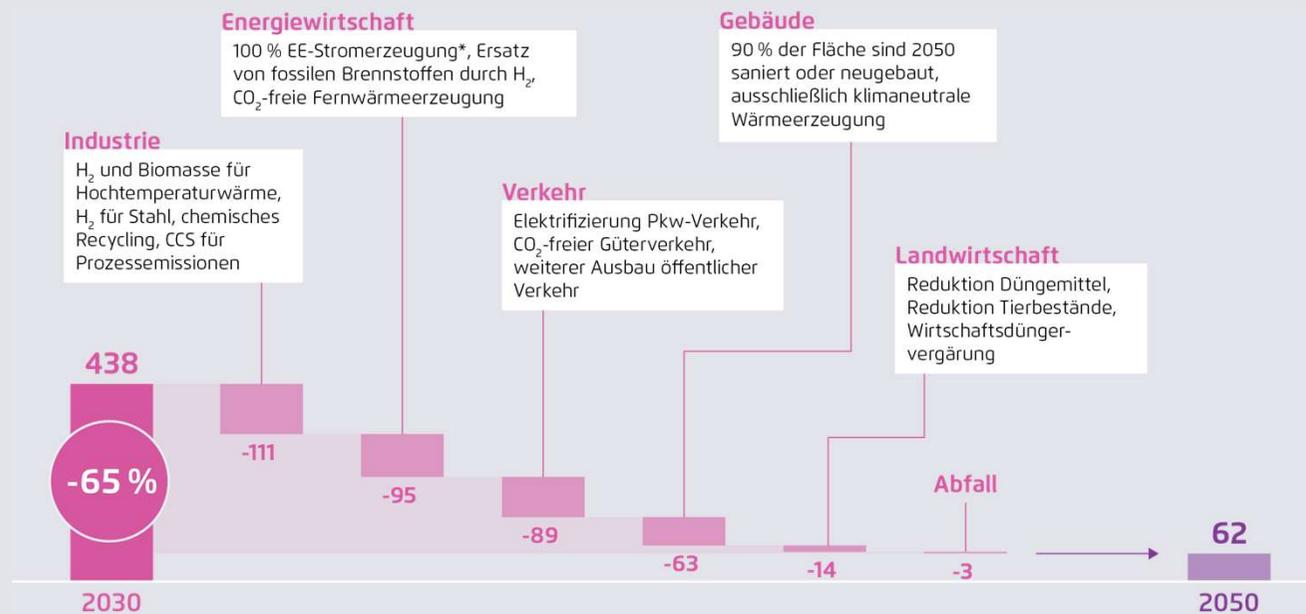
Kernelemente einer Erhöhung des 2030-Ziels

- Kohleausstieg 2030
- EE-Anteil auf 70% bis 2030, bei gestiegenem Stromverbrauch
- Einstieg in die grüne Stahlproduktion (Direktreduktion statt Kohleöfen bei allen Re-Investitionen)
- Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft
- 14 Mio. E-Autos (>80% Neufahrzeuge 2030)
- 6 Mio. Wärmepumpen (Produktionskapazität um 3-4fache erhöhen)
- Sanierungsrate 1,6%

# In 3 Schritten zur Klimaneutralität:

## Schritt 2: Nach 2030 in Industrie, Strom, Wärme, Verkehr voll auf klimaneutrale Technologien setzen

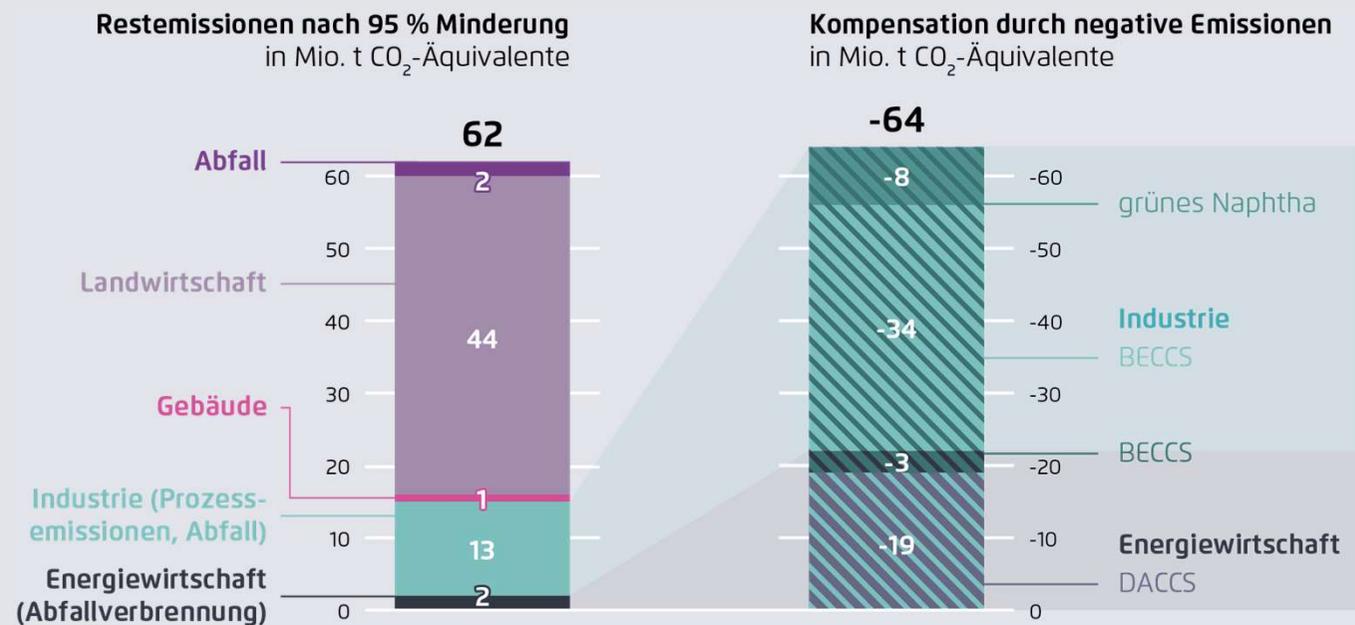
Schritt 2: 95 Prozent Minderung ohne Negativemissionen (Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq)



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# In 3 Schritten zur Klimaneutralität: Schritt 3: Die nicht-vermeidbaren 5% Restemissionen v.a. aus Landwirtschaft und Zementindustrie durch CCS ausgleichen

Schritt 3 im Detail – residuale THG-Emissionen und deren Kompensation in 2050



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)



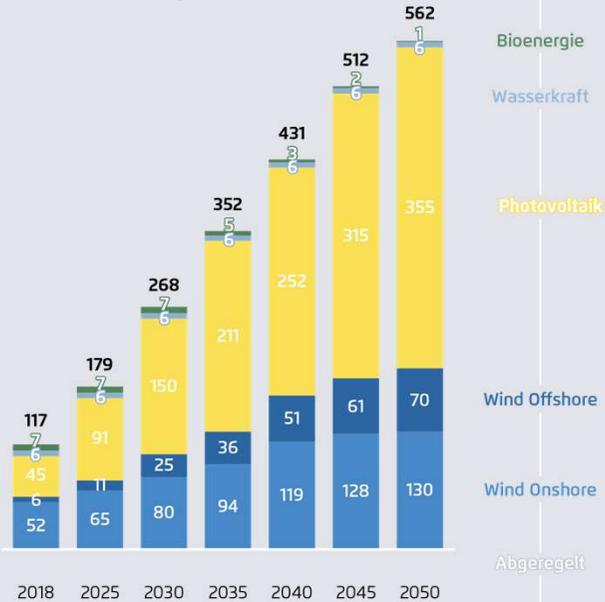
**Die fünf zentralen  
Strategien für die  
Klimaneutralität**

# Die fünf Strategien zur Klimaneutralität:

## Strategie 1: Erneuerbare Energien – bis 2030 auf 70% Anteil am Stromverbrauch, bis spätestens 2050 auf 100%...

### Stromerzeugung

Installierte Leistung in GW



Nettostromerzeugung in TWh



### Notwendiger mittlerer jährlicher Ausbau

Bruttouzubau, bei 25 Jahren Lebensdauer

2021–2030



### Ausbaustärkste Jahrgänge der Vergangenheit:

Photovoltaik: 8 GW (2010, 2012)  
Wind Offshore: 2 GW (2015)  
Wind Onshore: 5 GW (2014, 2017)

### Kumulierter Bruttouzubau zwischen 2021 und 2030:

Photovoltaik: 98 GW  
Wind Offshore: 17 GW  
Wind Onshore: 44 GW

### Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Die fünf Strategien zur Klimaneutralität

## Strategie 2: Energieeffizienz – bis 2050 wird der Primärenergieverbrauch halbiert, v.a. im Wärmesektor

Primärenergieverbrauch

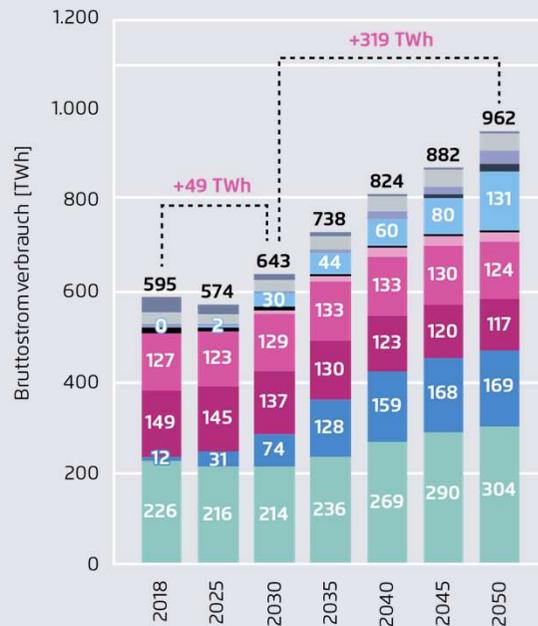


Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Die fünf Strategien zur Klimaneutralität

## Strategie 3: Elektrifizierung – Verkehr, Wärme und Industrie ersetzen Öl und Gas bis 2050 weitestgehend durch Strom

### Bruttostromverbrauch



H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>

2030

Produktion 19 TWh H<sub>2</sub>

2050

84 TWh H<sub>2</sub>,  
19 Mio. t CO<sub>2</sub> DAC



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

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



Wärmepumpen, effiziente Beleuchtung

Wärmepumpen, effiziente Beleuchtung



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

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



Elektrifizierung Prozesswärme, strombasierte Dampfproduktion, effiziente Querschnittstechnologien

Elektrifizierung Prozesswärme, CO<sub>2</sub>-Abscheidung, strombasierte Dampfproduktion in Elektrokesseln und Hochtemperaturwärmepumpen

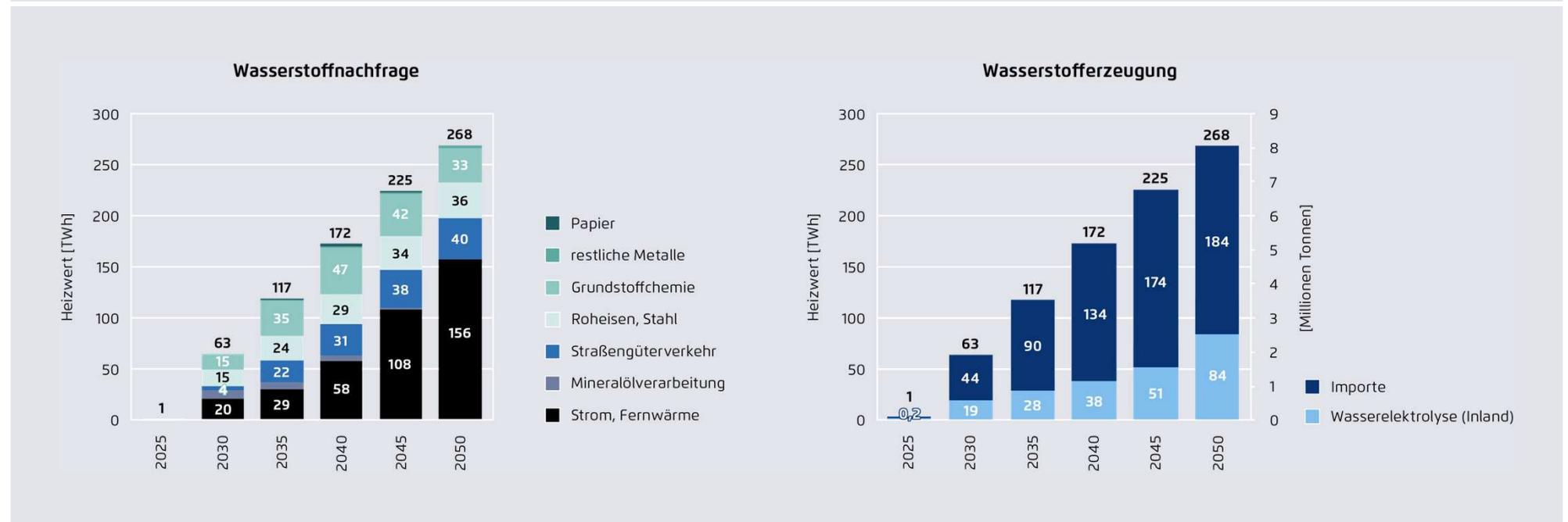
- KW-Eigenverbrauch
- Netzverluste
- Ladung Speicher
- DAC
- Elektrolyse (H<sub>2</sub>)
- sonstige Umwandlung
- Fernwärmeerzeugung
- PHH
- GHD
- Verkehr
- Industrie

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Die fünf Strategien zur Klimaneutralität

## Strategie 4: Wasserstoff – für die Absicherung der Dunkelflaute, der Fernwärme und der Industrie

### CO<sub>2</sub>-freie Wasserstofferzeugung und -nutzung in Deutschland

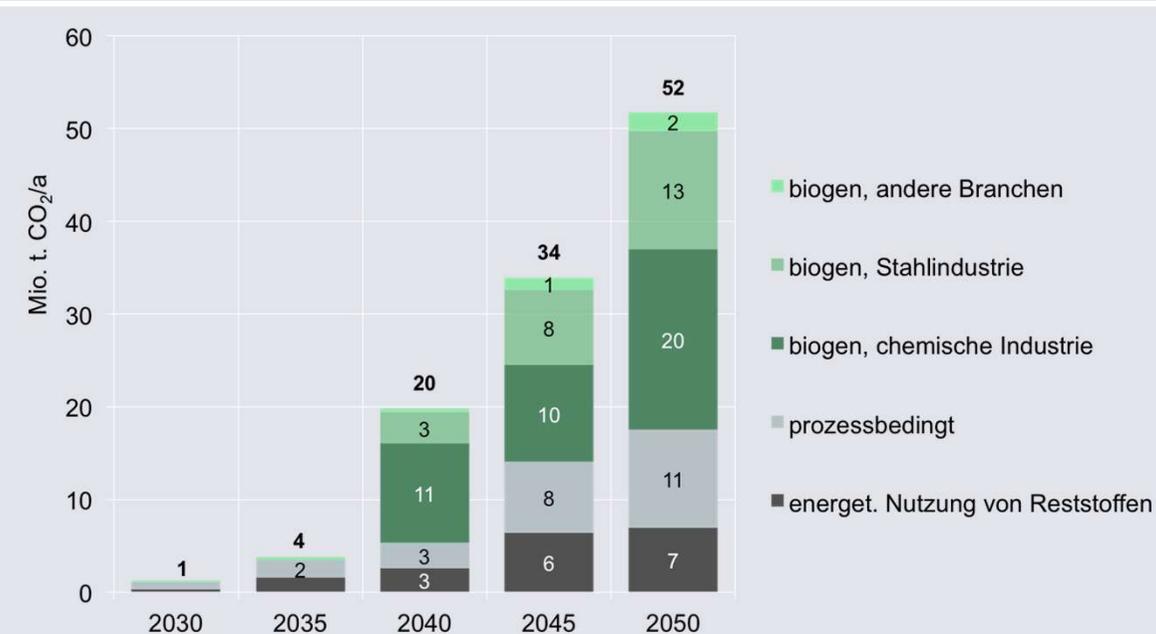


Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Die fünf Strategien zur Klimaneutralität

## Strategie 5: CCS – ab 2030 wird langsam der Hochlauf einer CCS-Infrastruktur (CO<sub>2</sub>-Transport nach Norwegen) benötigt

Eingespeicherte CO<sub>2</sub>-Mengen durch CCS in der Industrie



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

### Stahl: BECCS

- Gasifizierung von Holzhackschnitzeln on-site für Hochtemperaturwärme sowie als Kohlenstofflieferant (metallurgischer C-Bedarf)

### Chemie: BECCS

- Gasifizierung von Holzhackschnitzeln on-site zur Dampfbereitstellung

### Prozessbedingt

- CO<sub>2</sub> aus Entsäuerung von Kalkstein
- prozessbedingte Teiloxidation von kohlenstoffhaltigen Roh- oder Hilfsstoffen

### Energetische Nutzung von Reststoffen

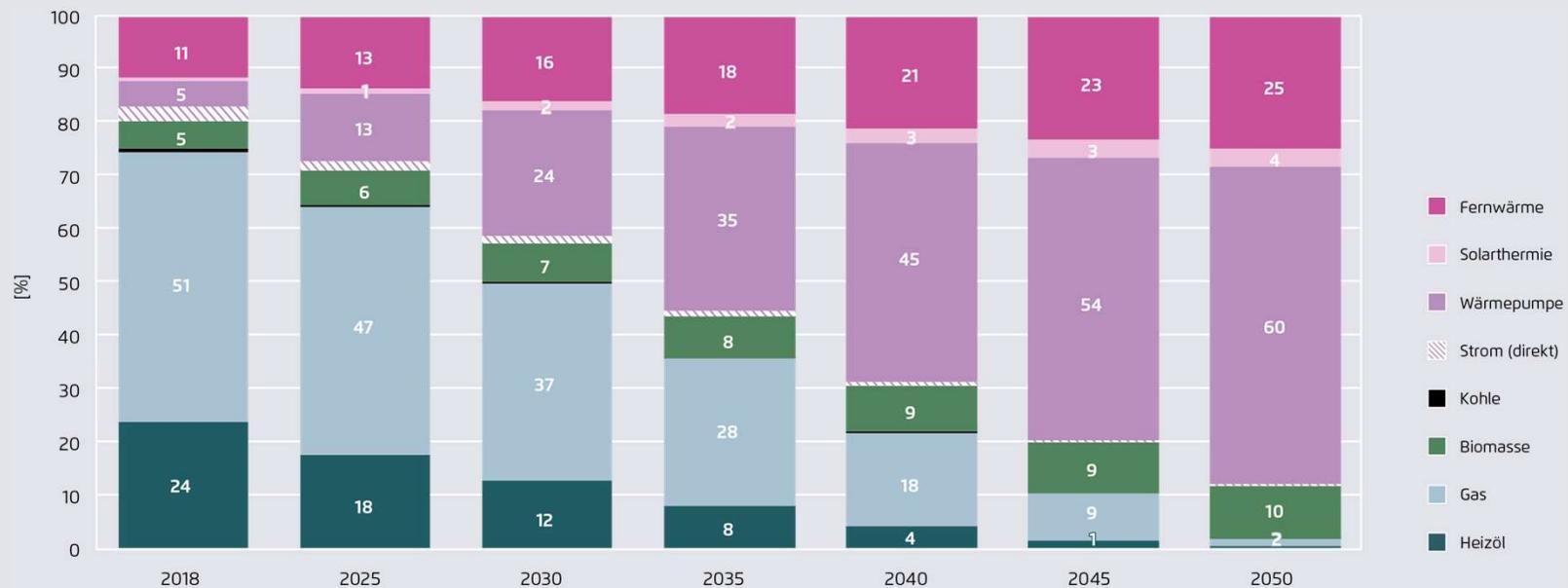
- Einsatz Alternativbrennstoffe (Zement, Kalk)
- Verbrennung von "Rest"-Chemikalien



**Ein kurzer Blick in  
den Gebäudesektor**

## Wärmepumpen und Fernwärme lösen Öl- und Gasheizungen als dominierende Heizungen ab, ergänzt durch Holz und Solarthermie

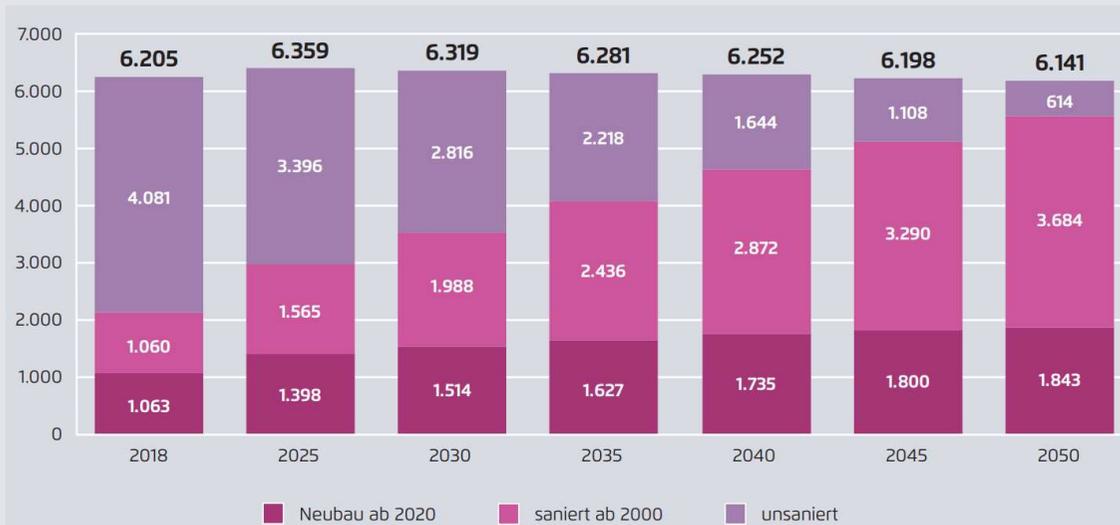
Beheizungsstruktur Wohnfläche



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Durch Erhöhung der Sanierungsrate auf 1,6% p.a. und Neubau sind 2050 90 % der Gebäudeflächen auf gutem energetischen Niveau

Qualität der Gebäudeflächen (Wohngebäude und Gewerbe)



ab 2000

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

- Anhebung der Ersatzraten bis 2030
- Bezogen auf Gesamtbestand inkl. Neubau, Mittel des Zeitraums 2020-2050
  - EFH 1,5%
  - MFH 1,7%
- Fenster mit sehr hohen Austauschraten: langfristig abnehmender Einfluss auf Gesamtsanierungsrate
  - Rückgang energetisch sanierter Fenster
  - Rückgang der Sanierungsrate
- „Sanierungstiefe“ bei Vollsanierungen:
  - EFH: ~ 60 kWh/m<sup>2</sup>
  - MFH: ~ 45 kWh/m<sup>2</sup>
- in Realität werden oft Teilsanierungen mit höheren Verbrauchswerten durchgeführt
- Neubaustandard Wohnen: ~25 kWh/m<sup>2</sup>

## Endenergieverbrauch für Wärme sinkt um ein Drittel. Nahezu 100% der Wärme werden 2050 klimaneutral bereitgestellt

Gebäudesektor: Endenergieverbrauch für Wärme nach Energieträgern



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

## Der Stromverbrauch in Gebäuden ist rückläufig – trotz eines zunehmenden Stromverbrauchs durch Wärmepumpen.

Gebäudesektor: Stromverbrauch nach Verwendungszwecken



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Der Strom selbst wird dabei deutlich grüner: Kohleausstieg auf 2030 vorziehen und EEG-Ausbaumengen auf 70% Erneuerbare bis 2030 erhöhen

## Nettostromerzeugung und Importsaldo



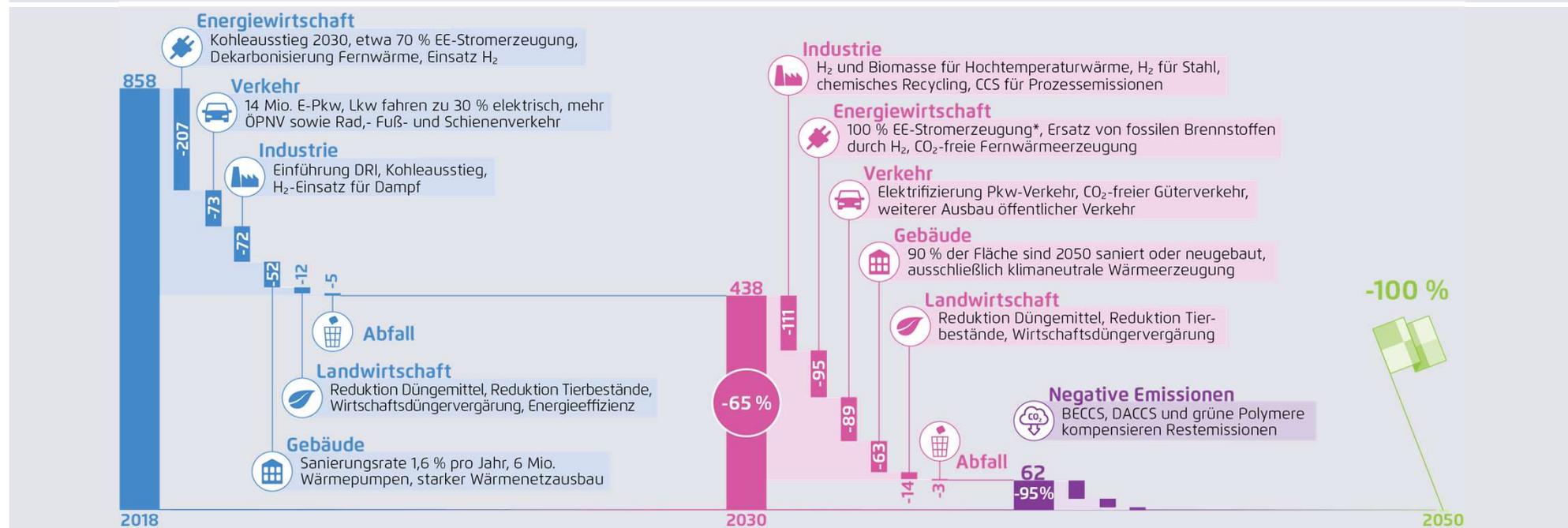
Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

# Fazit



# Man kommt in 3 Schritten zur Klimaneutralität: (1) Minderung um 65% bis 2030, (2) -95% bis 2050, und (3) CCS für die Restemissionen...

Maßnahmen im Szenario Klimaneutral 2050 (KN2050) (Treibhausgas-Emissionen in Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.)



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020)

## Fazit: Es braucht einen Instrumentenmix, der die Klimaneutralität ernst nimmt – dann ist es auch möglich!

### Ein Klimaschutz-Sofort-Gesetespaket für die ersten 100 Tage der neuen Legislaturperiode

#### Energiewirtschaft

(Erneuerbaren-Ausbau, Netzausbau, Kohleausstieg, grüne Fernwärme...)

#### Gebäude

(Energetische Sanierung, Wärmepumpen, Soziale Wärmewendem ...)

#### Verkehr

(Elektromobilität bei Pkw und Lkw, Stärkung Schienenverkehr, Verkehrswende in den Städten, ...)

#### Industrie

(Carbon Contract for Difference für Stahl, Chemie, Zement; Beihilfe- und Carbon-Leakage-Schutz, ETS-Reform, ...)

#### Landwirtschaft:

(Viehbestände reduzieren, Düngemiteleinsatz reduzieren, Moore wiedervernässen, ...)

Übergreifende Instrumente (Klimaschutzgesetz, CO<sub>2</sub>-Bepreisung, etc.)

**Agora Energiewende**  
Anna-Louisa-Karsch-Str.2  
10178 Berlin

T +49 (0)30 700 1435 - 000  
F +49 (0)30 700 1435 - 129  
[www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)

✉ Abonnieren sie unseren Newsletter unter  
[www.agora-energiewende.de](http://www.agora-energiewende.de)  
🐦 [www.twitter.com/AgoraEW](https://www.twitter.com/AgoraEW)



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

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

[maramarthe.kleiner@agora-energiewende.de](mailto:maramarthe.kleiner@agora-energiewende.de)

Agora Energiewende ist eine gemeinsame Initiative der  
Stiftung Mercator und der European Climate Foundation.

