

# ALTERNATIVE ANTRIEBE FÜR DIE MOBILITÄT VON MORGEN

Ortsverband Ingelheim am Rhein

**21,8% des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes weltweit  
entstehen durch die Transportwirtschaft**

**Dekarbonisierung ist alternativlos!**



# WARUM ÜBERHAUPT ALTERNATIVEN?

---

## Beispiel Fahrzeugbestand

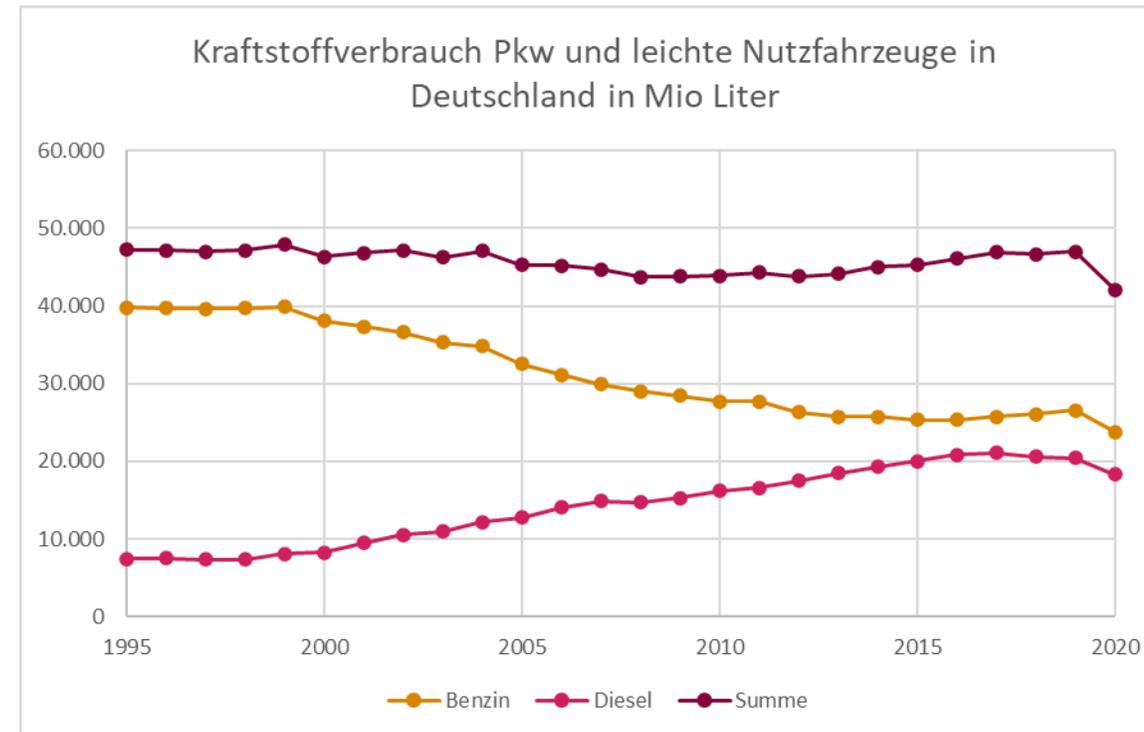
- Weltweit ca. 1,3 Mrd Pkw (1978 250 Tsd)
- Geschätzter Wert\* rd. 13 Billionen €
- In D 48,8 Mio Pkw mit 976 Mrd €

\* Wert je Fz 10 Tsd € (Welt) bzw 20 Tsd € in D

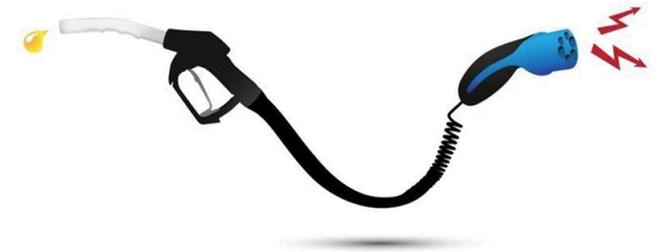
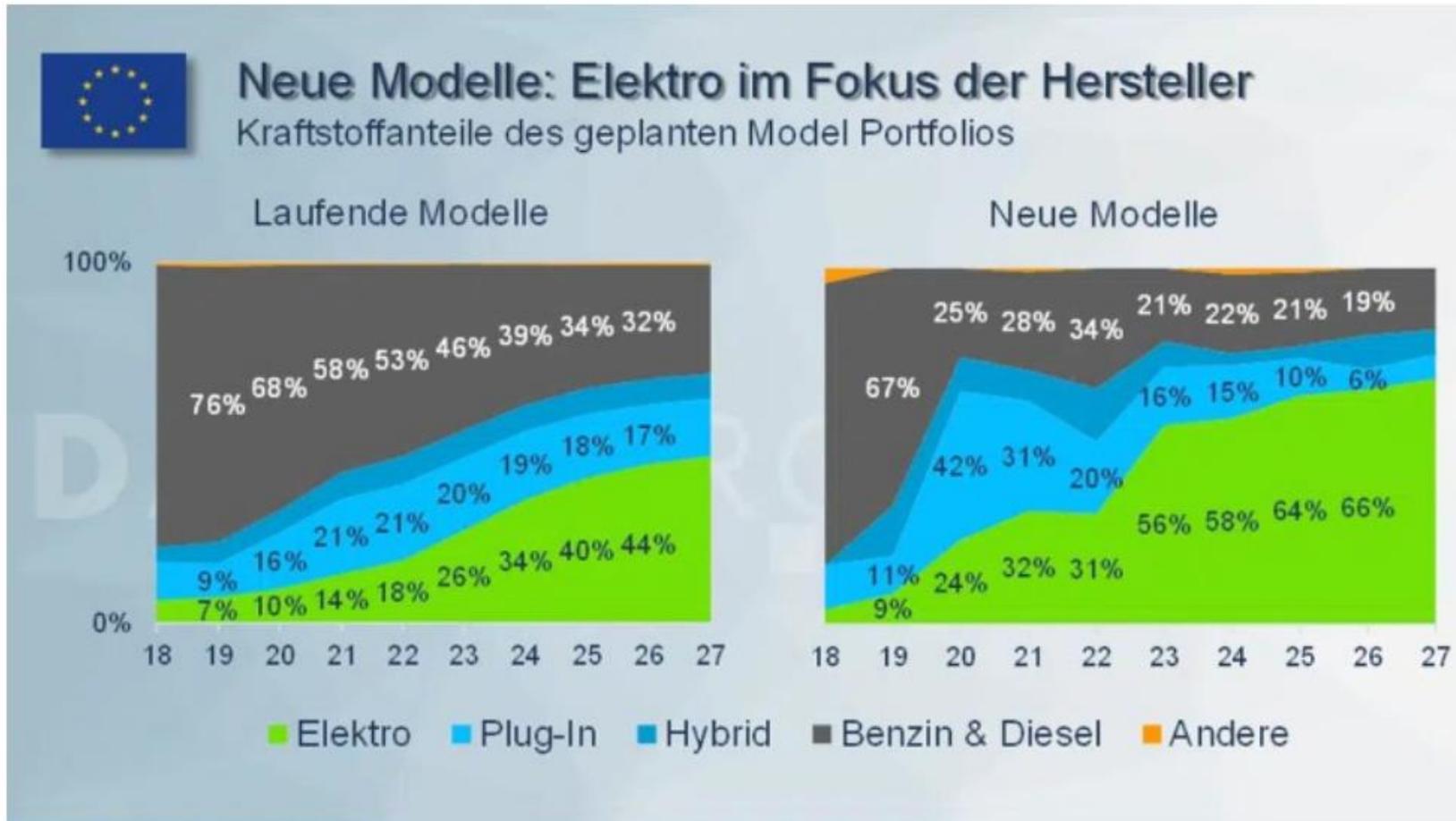
# STRASSENVERKEHR

## CO<sub>2</sub>-Anteil weltweit ca. 18%, in D ca. 20,1%

- Diesel trotz Rückgangs bei Pkw's immer noch über 65% wegen Güterverkehr
- LPG und LNG bei ca. 3% (Pkw)
- BEV sehr stark (+68%) wachsend, > 1,1 Mio
- Wasserstoff nicht relevant
- Pkw's verbrennen ca. 47 Mrd. Liter p.a.



# PLÄNE DER AUTOBAUER



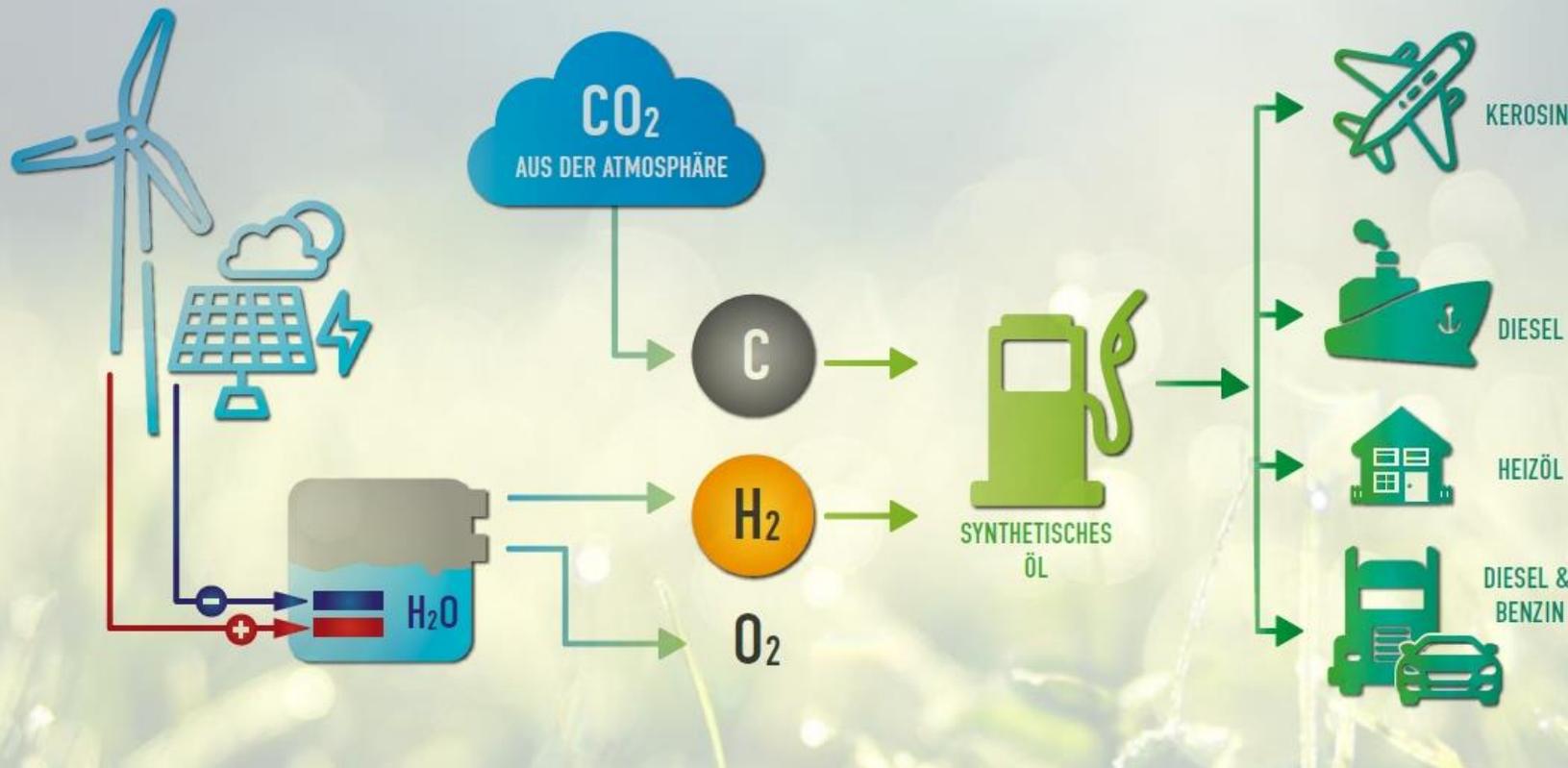
Dataforce hat einen Blick auf die Planungen der Hersteller geworfen. Das Ergebnis: Der E-Antrieb wird schon lange vor 2035 zur dominierenden Form.

# WELCHE ALTERNATIVEN ?

- Batterieelektrische Antriebe sind gesetzt → Regenerativ erzeugter Strom
- Wasserstoff für Verbrennungsmotoren → Regenerativ erzeugter Strom
- Wasserstoff für Brennstoffzellenantriebe → Regenerativ erzeugter Strom
- Biokraftstoffe und HVO → Tank- Tellerdiskussion/Wirkungsgrad
- E-Fuels → Regenerativ erzeugter Strom
- Kombinationen verschiedener Alternativen → Regenerativ erzeugter Strom
- Verzicht (kleiner, langsamer, weniger) → Wird weniger wehtun als nichts tun 😊

Ohne regenerativ erzeugten Strom in SEHR GROSSEN Mengen wird Dekarbonisierung nicht erfolgreich sein

# HERSTELLUNG E-FUELS



## Grüner Wasserstoff:

- Sauberes Wasser notwendig
- Salzwasser in Pilotanlagen erfolgreich getestet\*
- Wirkungsgrad ca. 70%

## Kohlenstoff:

- Carbon Capture and Utilization CCU
- Verschiedene Verfahren
- Wirkungsgrad 55-65%

## Alternativ:

- Erzeugung von Biokraftstoffen durch Algen
- Erfolgversprechende Laborversuche laufen

\* <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/neue-methode-zur-direkten-elektrolyse-aus-salzwasser-a-8bdd35e4f8f70c45a0ff6508c256b7f8/>

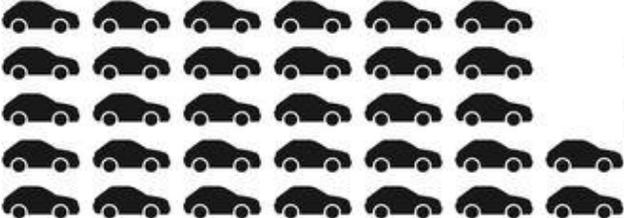
# PILOTANLAGE PORSCHE/SIEMENS (ET ALT.)

- Windkraftwerk mit 3,4 Megawatt
- 130.000 Liter pro Jahr

# ENERGIEBILANZ

## Mit anderen Worten:

E-Fuels machen eigentlich keinen Sinn  
Verbrenner (ICE) nutzen mit einem Wirkungsgrad von ca. 20% zu wenig der Primärenergie, 80% gehen verloren

Energiequelle	Energieträger	Antrieb	Lokal emissionsfrei	Eine 3-MW-Windkraftanlage versorgt...
<b>Strom</b>  z.B. Windkraftanlage 3 Megawatt Leistung, 2000 Stunden Volllast pro Jahr	<b>Strom</b>	 <b>BEV</b>		 <b>1600 Fahrzeuge</b>
	<b>Wasserstoff</b>	 <b>FCEV</b>		 <b>600 Fahrzeuge</b>
	<b>eFuel</b>	 <b>ICE</b>		 <b>250 Fahrzeuge</b>

Quelle: VDE

©ADAC e.V. 04.2022

# REGENERATIV ERZEUGTER STROM?

- Deutschland steht im internationalen Vergleich auf Platz X? **71 von 197**  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_L%C3%A4nder\\_nach\\_Stromerzeugung\\_aus\\_erneuerbaren\\_Energien](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_L%C3%A4nder_nach_Stromerzeugung_aus_erneuerbaren_Energien)
- Deutschland ist seit Jahren Stromexporteur, Frankreich war 2022 größter Abnehmer, in 2023 wurde in geringem Umfang (2%) importiert
- Der Anteil konventioneller Energieträger sank 2022 um 5,7% ggü. 2021  
Erneuerbare Energien wuchsen um 8,6% in 2022  
<https://www.smard.de/page/home/topic-article/444/209624>
- 47 Mrd. Liter fossiler Brennstoff entsprechen ca. 113 TWh bei BEVs, das sind ca. 22,3% des in 2022 erzeugten Stroms, bei E-fuels entsprechend 634 TWh (125%)
- Andere Sektoren brauchen auch zusätzliche elektrische Leistung in sehr großen Mengen (Stahlindustrie, Hauswärme, Zementproduktion etc.)

# LUFT- UND (SEE-) SCHIFFFAHRT

## CO<sub>2</sub>-Beitrag der Seeschifffahrt ca. 2,5-3% weltweit

- Grundsätzlich vergleichbar hinsichtlich Bestand bei Pkw
- Erschwert durch erheblich längere Lebensdauer von See- und Luftfahrzeugen
- Batterien im Langstreckenverkehr sinnlos
- Schifffahrt hat allerdings grundlegend andere Ausgangsbasis:
  - Schwefel-Dioxid und Stickoxide durch Schwerölverbrennung
  - Feinstaub (Ruß)



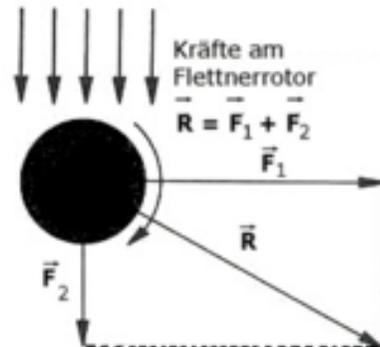
# WELT-REEDERVERBAND: KLIMANEUTRAL BIS 2050

## Alternativen aus heutiger Sicht:

- **LNG:** löst viele Probleme, aber nicht CO<sub>2</sub>
- **Elektromobilität:** Geeignet für Kurzstrecken (Fähren, Leichter etc.)
- **Grünes Methanol:** Reederei Maersk: Acht Groß-Schiffe ab 2024 einsatzbereit
- **Windkraft:** (Vorspann-Segel, Flettner-Antrieb, Segel) Einsparung bis zu 25% (Ergänzung des Antriebs)
- **Ammoniak:** Noch im Laborstatus
- **Rumpfsegler:** Noch im Visionsstatus
- **Atomkraft:** Das will keiner mehr
- **Langsamfahrt:** 15% weniger Speed bringt ca. 40% Ersparnis



# ALTERNATIVE WINDANTRIEBE



Flettner-  
antrieb auf  
der Buckau  
1926

# LUFTFAHRT

**CO<sub>2</sub>-Beitrag ca. 1,5% weltweit, aber THG-Effekt bei 3,5%**

- Geschätzt sind ca. 23.600 Verkehrsflugzeuge weltweit im Einsatz
- SAF (Sustainable Aviation Fuel) ist in der Erforschung
  - SAF als Beimischung von (aktuell) Alt-Speiseölen bis zu 50% erlaubt
  - In der Praxis jedoch derzeit ohne Bedeutung
- E-Fuels und reiner Wasserstoff sind aktuell die Lösung für die Zukunft
- Elektromobilität: für Kurzstrecken
- Volocopter-Einsatz bei Olympiade in Paris 2024

# WAS BEDEUTET DAS IN ZAHLEN?

- Im Jahr 2030 sollen mindestens
  - 30 GW bei Windenergie auf See,
  - 115 GW Windenergie an Land und
  - 215 GW bei Photovoltaikbereitstehen.
- Das\* soll 80% des Strombedarfs decken.
- Energiespeicherung notwendig

\* Zusammen mit anderen erneuerbaren Energien



Stromspeicher in Australien mit 150 MWh (Tesla)

Weltgrößter Stromspeicher mit  
1.200 MWh/300 MW in Moss Landing (USA)

# ALTERNATIVE ATOMKRAFT?

- Kosten ca. 5x höher als bei Windkraft\*
- Endlagerung nicht geklärt (weltweit!)
- Abhängigkeit von Russland >30%
- Planungs- und Bauzeiten extrem lang
- Kosten aller Neubauten „explodieren“

## Flamanville 3:

Baubeginn 2007, Fertigstellung geplant 2012

Geplante Kosten bei Baubeginn: 3,4 Milliarden Euro,

aktuelle Kosten bei ca. 19 Milliarden Euro,

Aktueller Fertigstellungstermin ca. Q1/2024

**Olkiluoto** in Finnland plus 12 Jahre Bauzeit

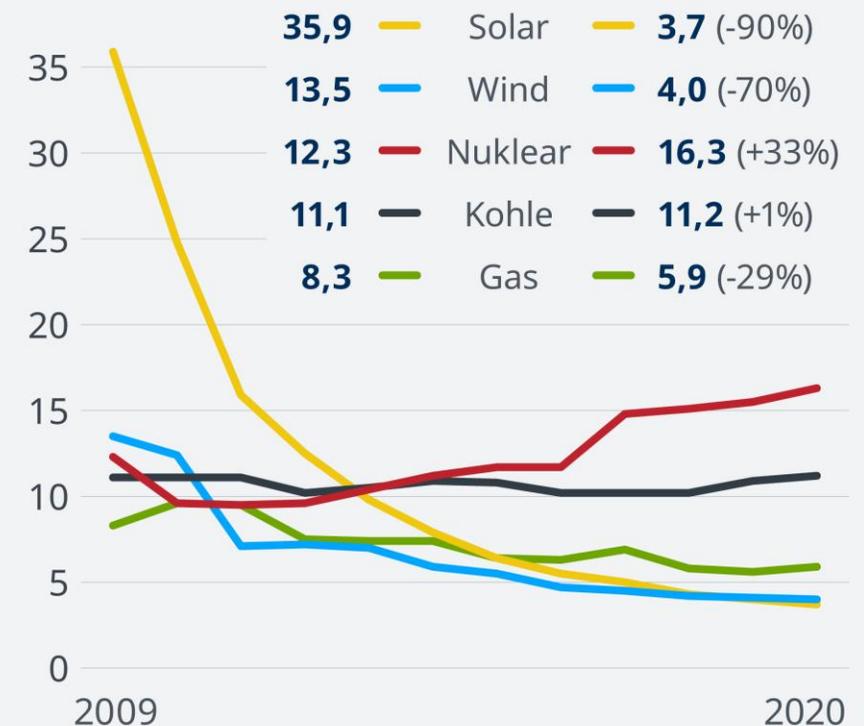
**Hinkley Point** in UK plus 9 Jahre, plus 105% Invest,

Investoren: EDF 65%, China 35%

\* Ohne Endlagerungs- und Abbruchkosten bei Atomkraft

## Solar- und Windstrom am günstigsten

Erzeugungskosten in Dollar Cent/kWh



# FAZIT

- Dekarbonisierung im Verkehrssektor erfordert sehr viel regenerativen Strom
- Alle Alternativen zu fossilen Kraftstoffen sind noch in den Kinderschuhen, ausgenommen batteriebetriebene Elektrofahrzeuge und in sehr begrenztem Umfang Bio-Kraftstoffe aus Speiseölen (evtl. Kunststoffen)
- Atomkraftwerke sind keine Option
- Erneuerbare Energien müssen mit höchster Priorität ausgebaut werden
- Möglichkeiten zur Energiespeicherung müssen massiv aufgebaut werden
- E-Fuels für Neufahrzeuge machen keinen Sinn, für Alt-Bestand schon eher
- Aktuell gibt es keine Alternative zur batteriebetriebenen Elektromobilität



**VIELEN DANK!**  
**Fragen und Diskussion**

# KLIMASCHUTZ- GESETZ (31.08.2021)

---

- Treibhausgasneutralität bis 2045
- - 65% Emissionen 2030 vs. 1990
- Ziele für Sektoren
  - *Energiewirtschaft*
  - *Industrie*
  - *Verkehr*
  - *Gebäudebereich und*
  - *Landwirtschaft*



# ZIELDEFINITION DER SEKTOREN FÜR 2020 UND 2030

	1990	2019	2020	Emissionshöchstmengen 2020	Emissionshöchstmengen 2030	
	in Mio t CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Minderung in Prozent gegenüber 1990				
<b>Handlungsfelder</b>						
1 - Energiewirtschaft	466	259	220	280	108	77%
2 - Industrie	284	183	172	186	118	58%
3 - Gebäude	210	121	119	118	67	68%
4 - Verkehr	163	164	146	150	85	48%
5 - Landwirtschaft	81	63	62	70	56	31%
6 - Abfallwirtschaft und Sonstiges	38	9	9	9	4	89%
<b>Gesamtsumme</b>	<b>1242</b>	<b>800</b>	<b>729</b>	<b>813</b>	<b>438</b>	<b>65%</b>

Quelle EM - Daten 1990-2020: Umweltbundesamt, Deutsches Treibhausgasinventar 1990-2020, Stand EU-Berichterstattung vom 15.01.2022

Quelle Ziele 2020 & 2030: Novelle des Bundes-KSG vom 12.05.2021

- Landwirtschaft (31%) und Verkehr (48%) haben die geringsten Ambitionen
- Verkehr liegt nach 2020 (Sondereffekt Corona) wieder massiv über Zielpfad in 2022 (Anstieg auf 149 nach 147 Mio t in 2021)

Leider durch FDP zur  
Wirkungslosigkeit abgewertet