

# Mobilität und Verkehrswende

Materialsammlung von Scientists for Future  
Version für Fortgeschrittene & Oberstufe

Version: 2. Juni 2022 (Review noch ausstehend)

Die Sammlung steht unter der offenen Lizenz [CC BY-SA 4.0](#). Einige Elemente sind abweichend lizenziert (Grafiken, Fotos, Logos, Elemente unter Zitatrecht). Eine vollständige Dokumentation ist in den Foliennotizen der unter [www.scientists4future.org/infomaterial/praesentationen](http://www.scientists4future.org/infomaterial/praesentationen) verlinkten Originaldateien verfügbar.

Autor\*innen der  
Scientists for Future



Senatsverwaltung  
für Bildung, Jugend  
und Familie

Gefördert von



# PDF ist nicht immer optimal

---

Folien mit Animationen (d. h. Grafiken oder Text erscheint Schritt-für-Schritt) werden bereits teilweise in mehrere PDF-Seiten zerlegt (die PDF-Seitenzahl stimmt daher nicht mit der Folienzahl überein).

Falls Videos und besondere Animationen vorhanden waren, können diese jedoch fehlen. Teilweise wird von uns hierzu eine Warnung eingefügt, teilweise ist es unbearbeitet.

Powerpoint- und LibreOffice-Dateien befinden sich unter:  
[scientists4future.org/infomaterial/presentationen/](https://scientists4future.org/infomaterial/presentationen/)

# Informationen vorab

1. Folien mit blauem Hintergrund (wie diese) dienen Verständnis und Vorbereitung, nicht der Nutzung in Vortrag/Poster/etc.
2. Die Sammlung ist durchgesehen, aber die Qualität entspricht nicht unbedingt einer gereviewten wissenschaftlichen Publikation. Wir ergänzen stetig neue Folien und finden immer wieder selbst Fehler. Prüft daher bitte Inhalt und Form der Materialien vor eigener Verwendung selbst. Wir sind für Hinweise auf Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten dankbar!
3. Weitere Informationen (©/Lizenzen, Quellen, Notizbereich, Varianten, Kontakt, teilweise Hinweise auf Schulfächer) finden sich auf weiteren Blaufolien am Ende.

# Kapitel in dieser Sammlung

1. Geschichte des Fahrrads
2. Klima-Problemsektor Verkehr
3. Autofrei?
4. Autoantriebe und Energiebedarf aus erneuerbaren Energien
5. Autos abschaffen?
6. Grundsätze bei der Planung des Verkehrs
7. Subventionen und Kosten
8. Bahnverkehr
9. Flugverkehr
10. Analyse der Argumente der Luftverkehrswirtschaft

*(Hinweis: In den zielgruppenspezifischen Dateien gibt es nicht zu jedem Thema Folien.)*

# **Klima-Problemsektor**

## **Verkehr**

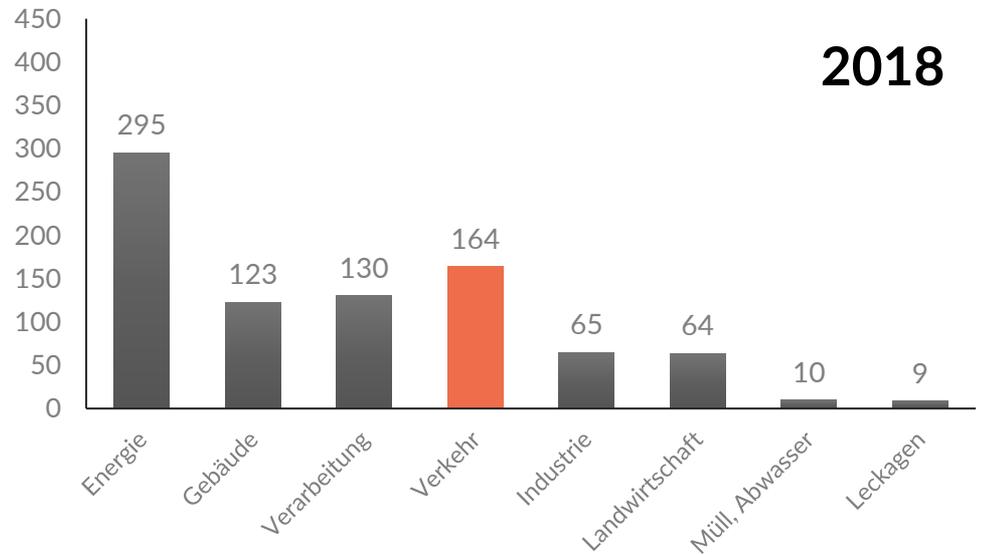
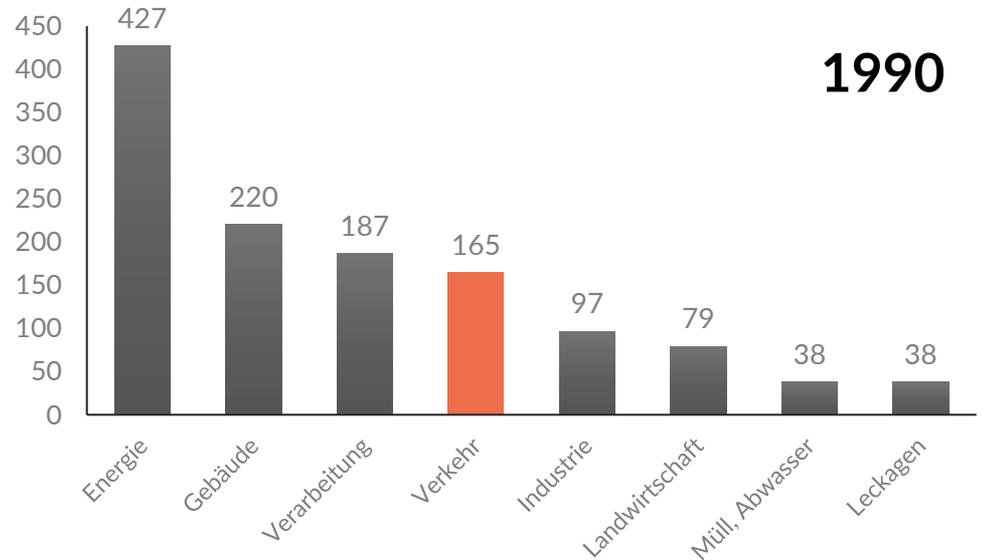
# Emissions- Minderung Deutschlands

Klimaschadstoff-Ausstoß:  
1990: **1,252 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>



2018: **0,894 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>

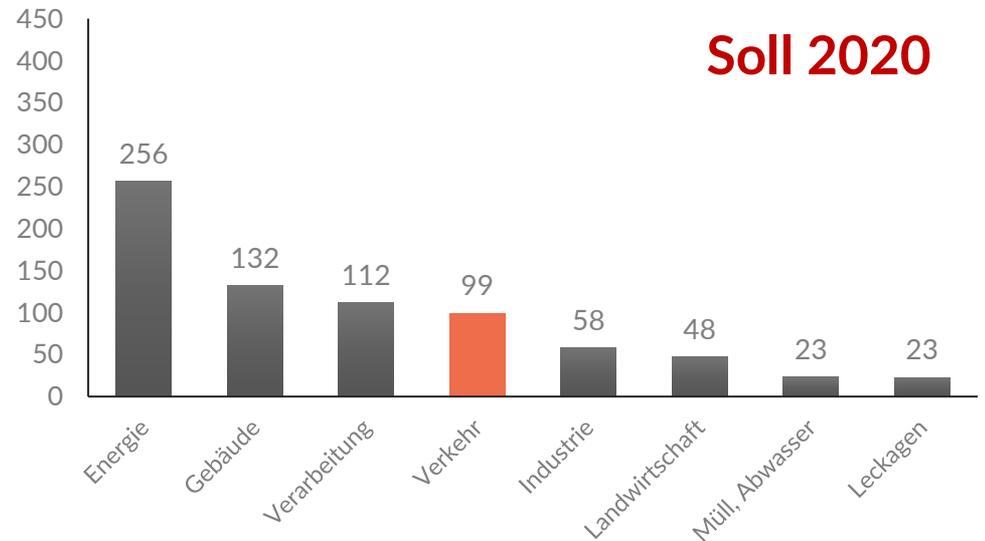
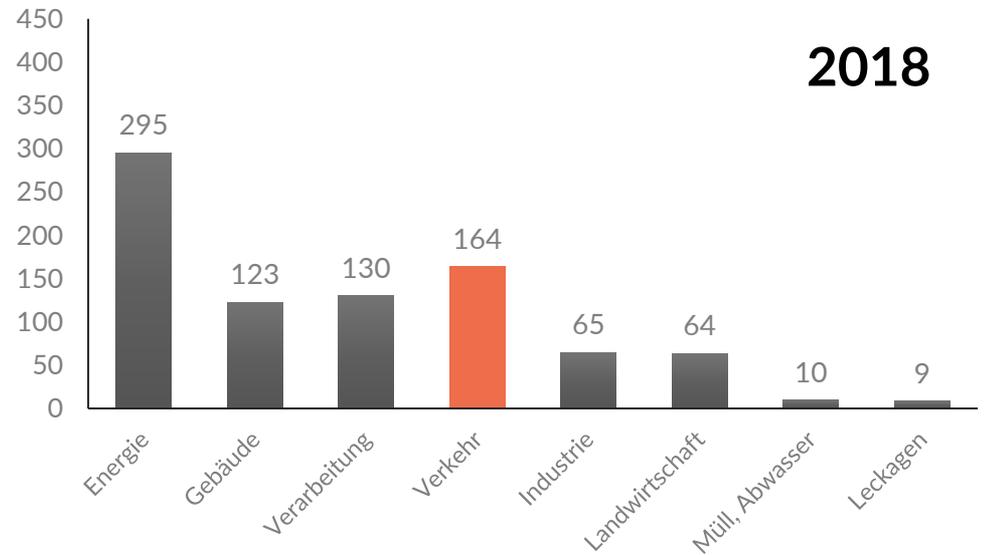
Ziel 2020:  
**0,750 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>  
(40% weniger als 1990)



# Emissionen: Ziel erreicht?

Klimaschadstoff-Ausstoß 2018:  
**0,894 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>

Klimaschadstoff-Ziel 2020 (Soll):  
**0,750 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>  
(40% weniger als 1990)

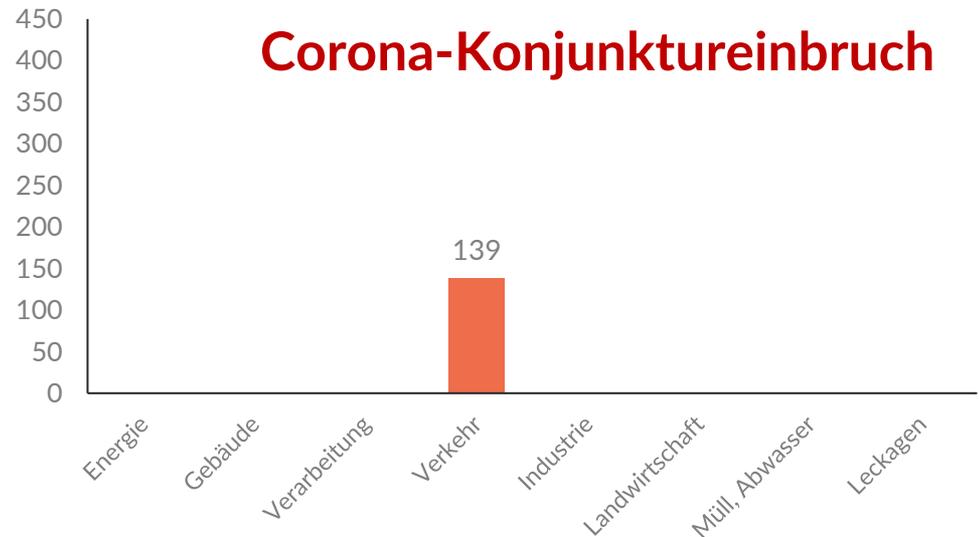
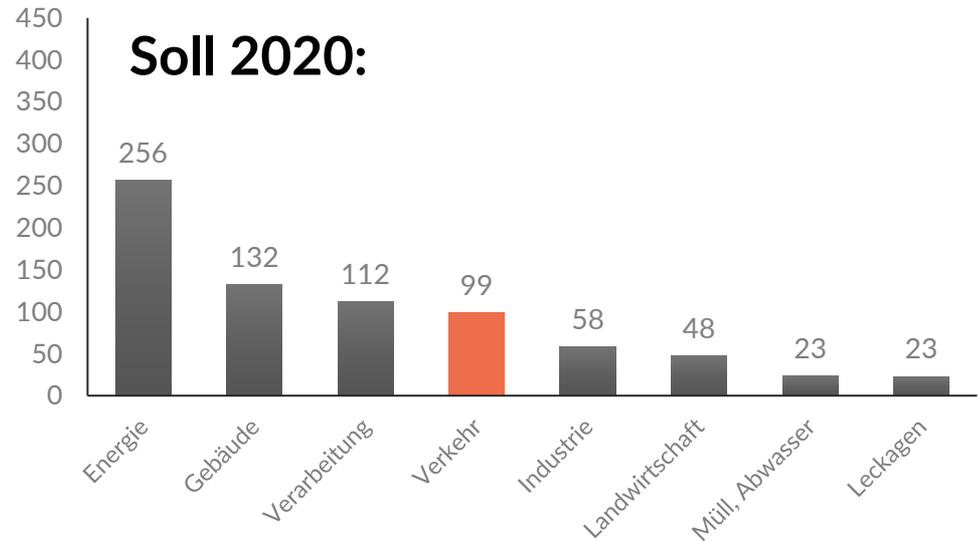


# Das Ziel für 2020 wird doch erreicht!

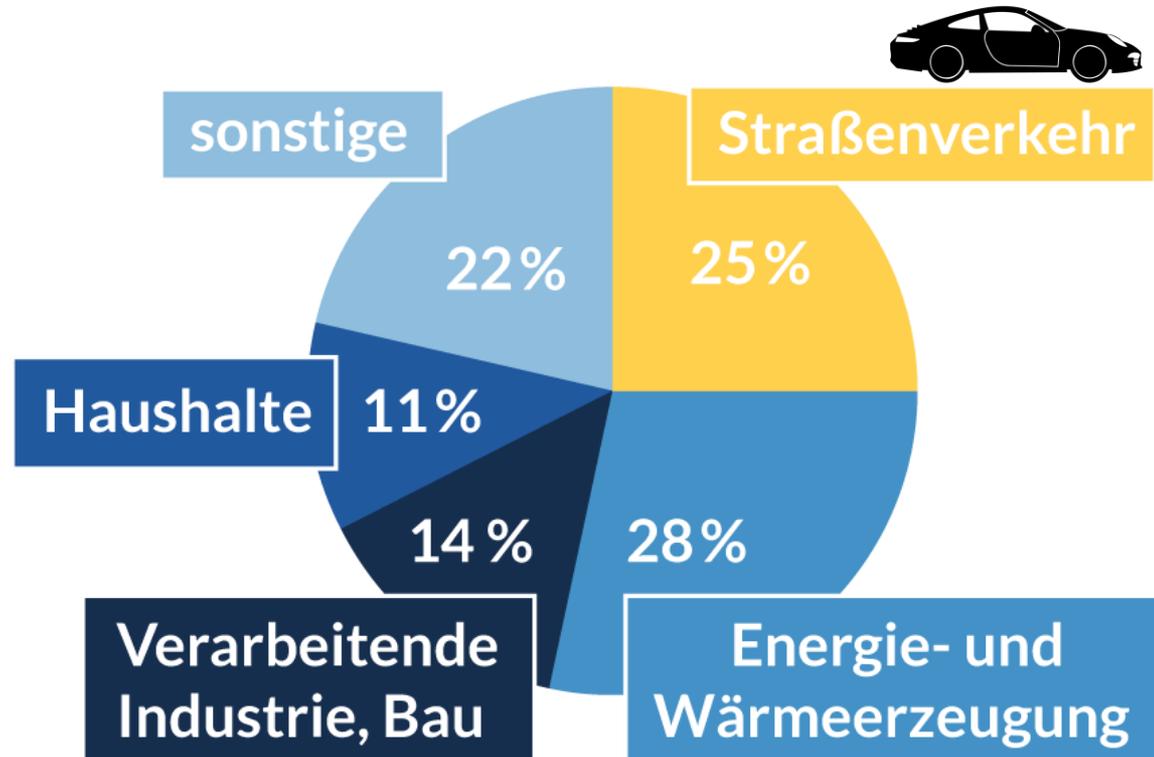
Klimaschadstoff-Ziel 2020:  
**0,750 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>  
(40% weniger als 1990)

Schätzung 2020:  
**0,670 Mrd. Tonnen**  
CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sub>100</sub>  
(im besten Fall)

**Aber der Verkehrs-  
sektor verfehlt die  
Ziele bei Weitem!**



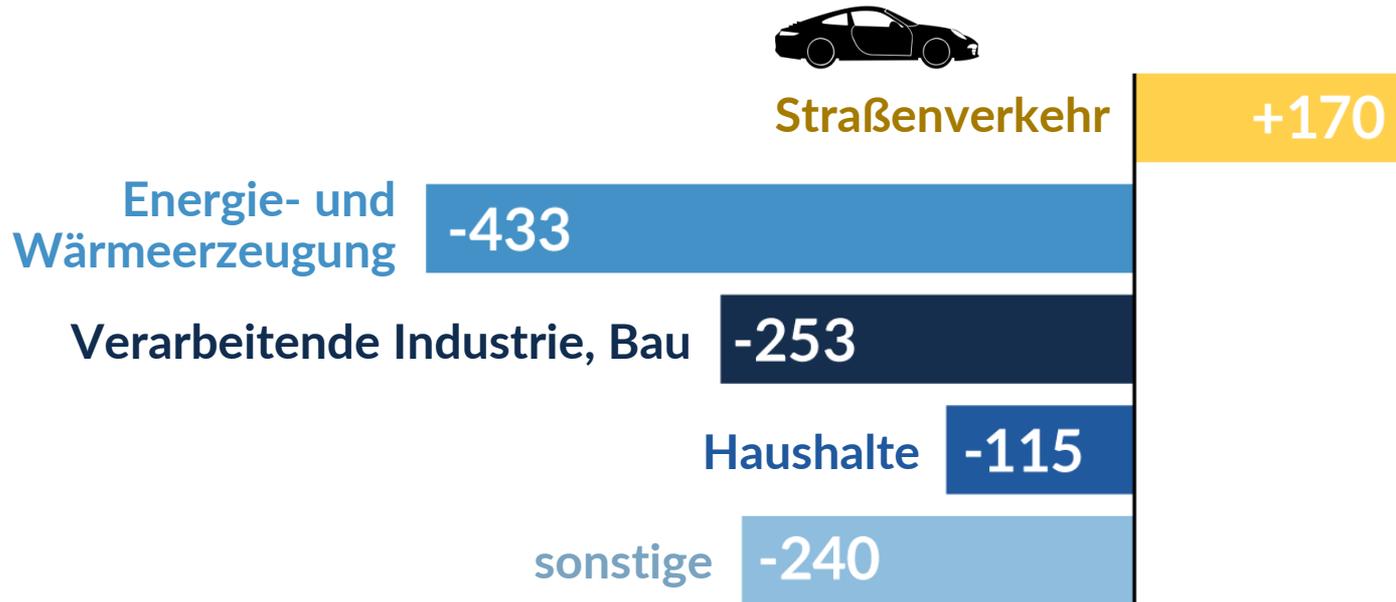
# EU: Anteile am Klimaschadstoff-Ausstoß



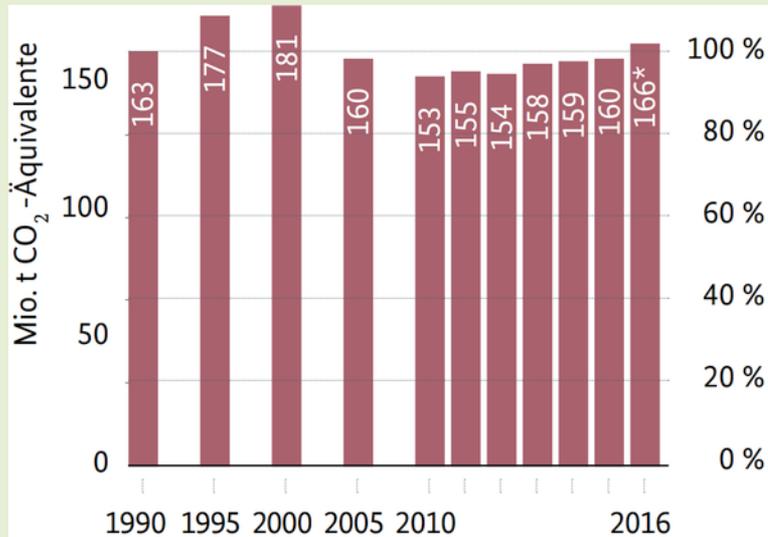
**2017**

# Veränderungen bei Klimaschadstoffen

**Veränderung 1990 bis 2017**  
in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent<sub>100</sub>

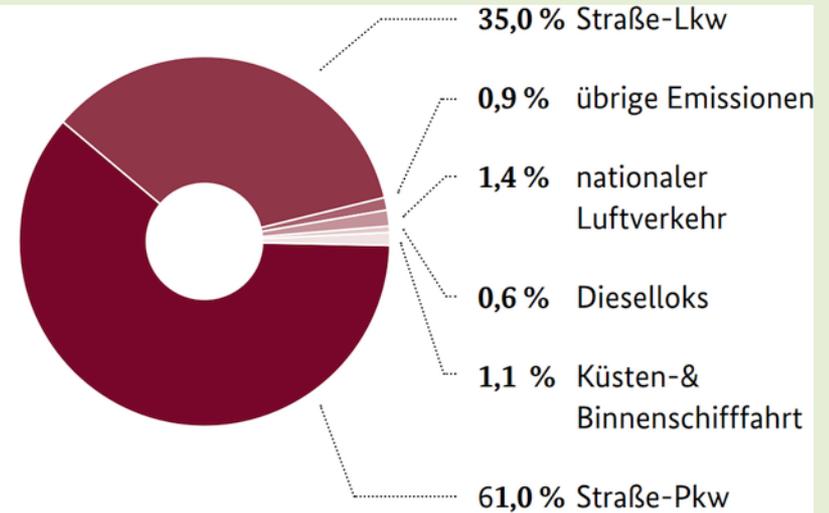


# Emissionen Verkehr Deutschland Ohne CO<sub>2</sub> aus Biokraftstoffen



\* Schätzung

Quelle: UBA (2017a); Schätzung 2016  
basierend auf Pressemitteilung 09/2017



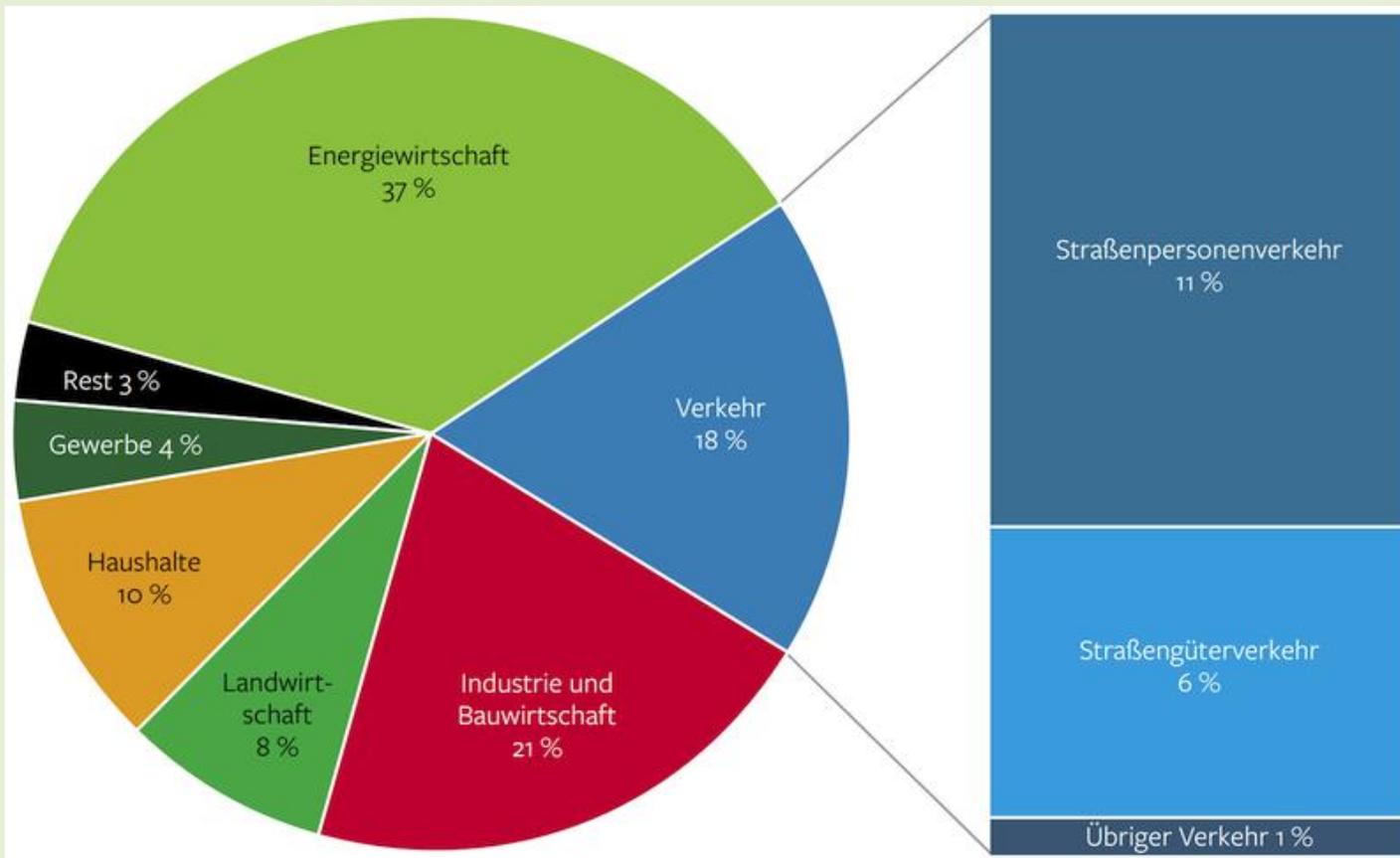
Quelle: UBA (2017a, Stand: März 2017)

Quelle: UBA 2017, Schätzung 2016 basierend  
auf Pressemitteilung 09/2017

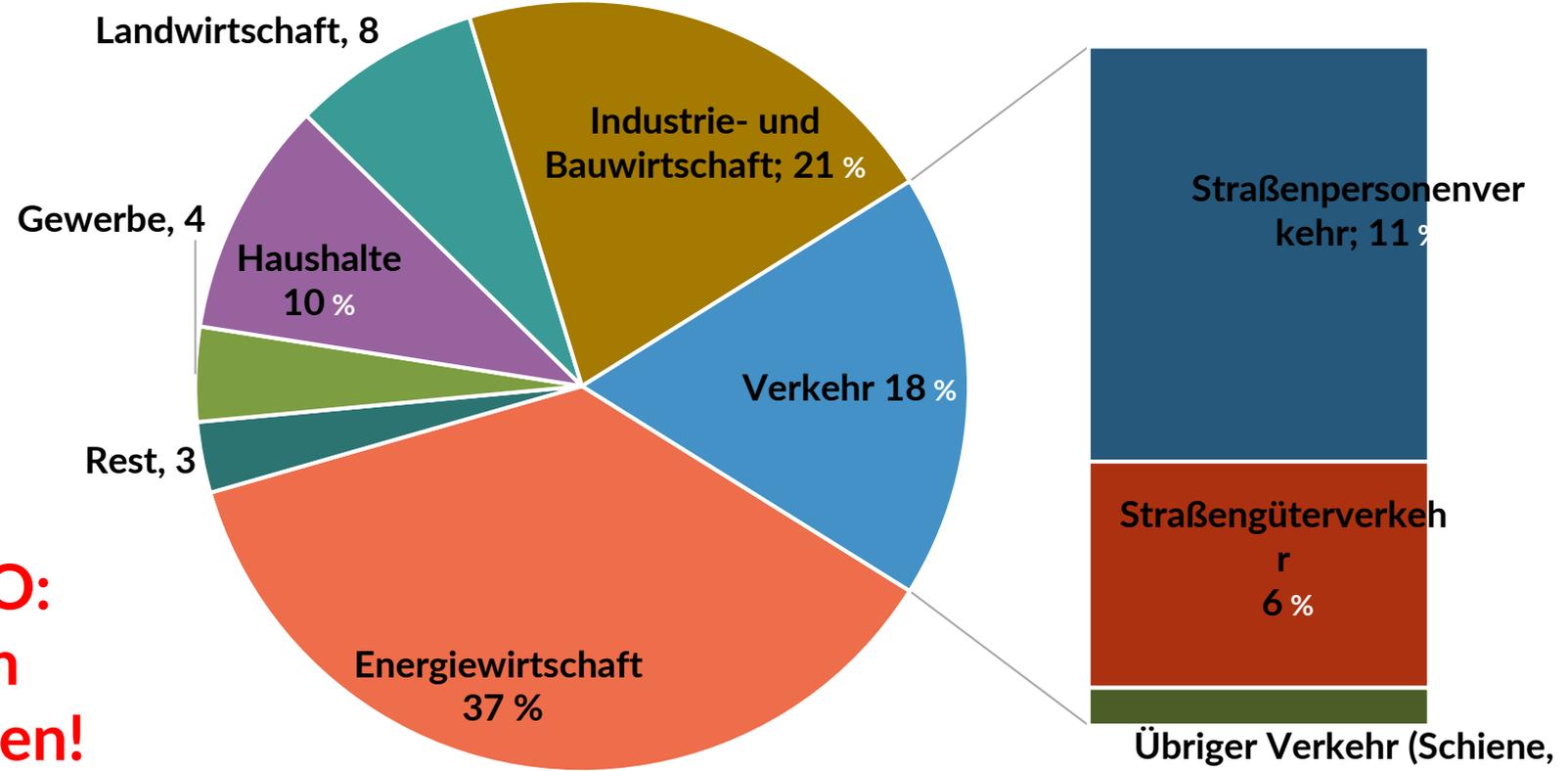
Quelle: UBA  
2017, Stand  
März 2017

# Sektorale Treibhausgasemissionen Deutschlands 2015 / Original for comparison

Quelle: SRU 2017, Data EEA 2017, Copyrighted SRU



# Sektorale Treibhausgasemissionen Deutschlands im Jahr 2015, ohne internationalen Luft- und Schiffsverkehr



**TODO:  
Schön  
machen!**

Internationaler Luft- und Schiffsverkehr wird hier nicht abgebildet.

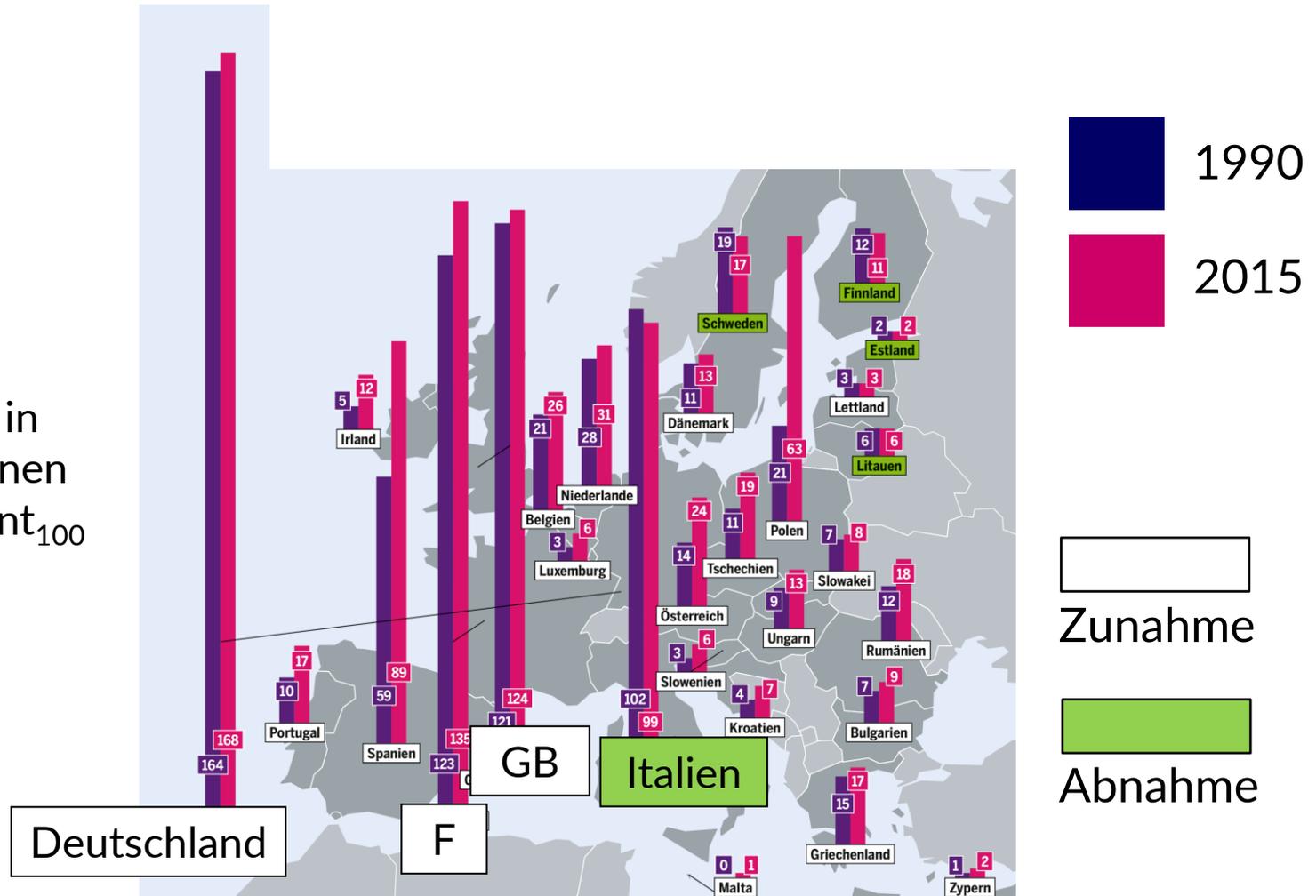
# Klimaschadstoffe Verkehr 1990 / 2005

Klimawirkung in  
Millionen Tonnen  
CO<sub>2</sub>-Äquivalent<sub>100</sub>

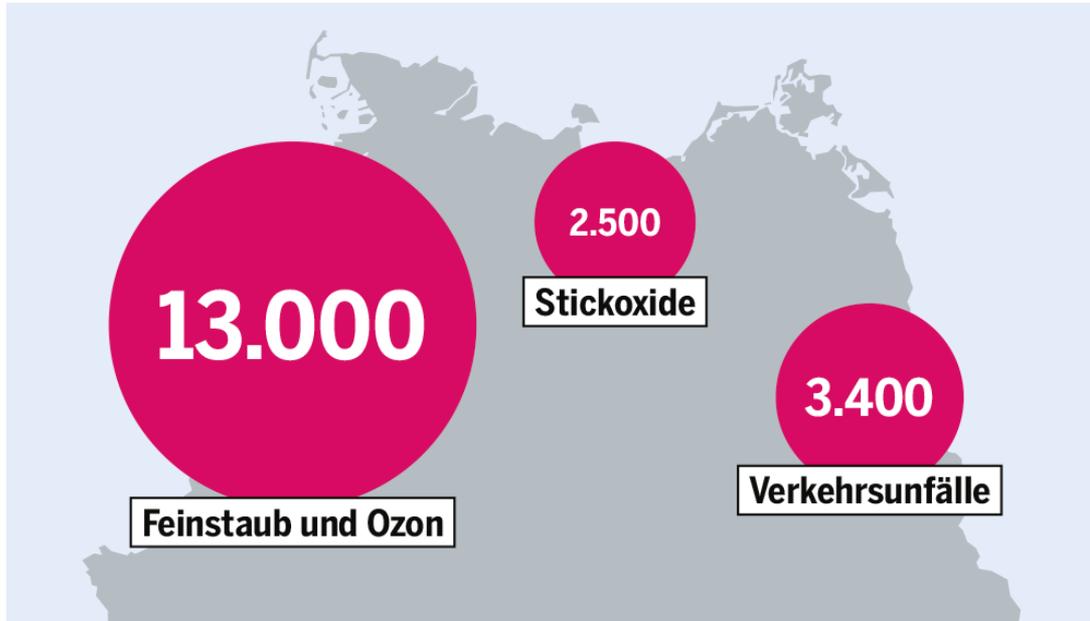
CO<sub>2</sub>

Methan

N<sub>2</sub>O



# Luftverschmutzung: Todesopfer



Statistisch sterben beim Autoverkehr die meisten Menschen **durch Abgase, nicht durch Unfälle** (geschätzte frühzeitige Todesfälle in Deutschland 2014/15).

Abgase sind

a) **schlecht fürs Klima:**

**Stickoxide** fördern die Ozonbildung am Boden. Dort absorbiert **Ozon** Wärmestrahlung, wirkt also **klima-erhitzend**.

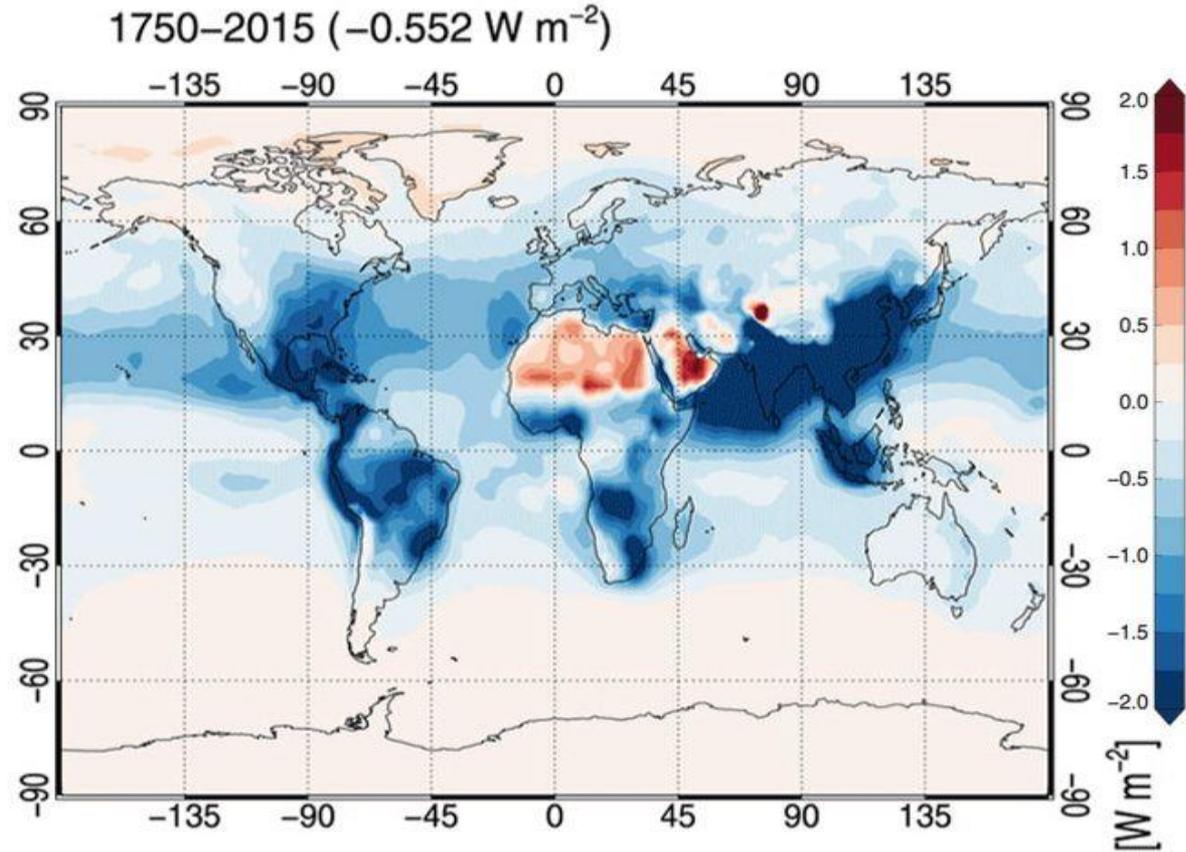
b) **gut fürs Klima:**

**Feinstaub** und **SO<sub>2</sub>** reflektiert Sonnenstrahlen und wirkt **klima-kühlend**.

# Luftverschmutzung verschleiern Klimakrise

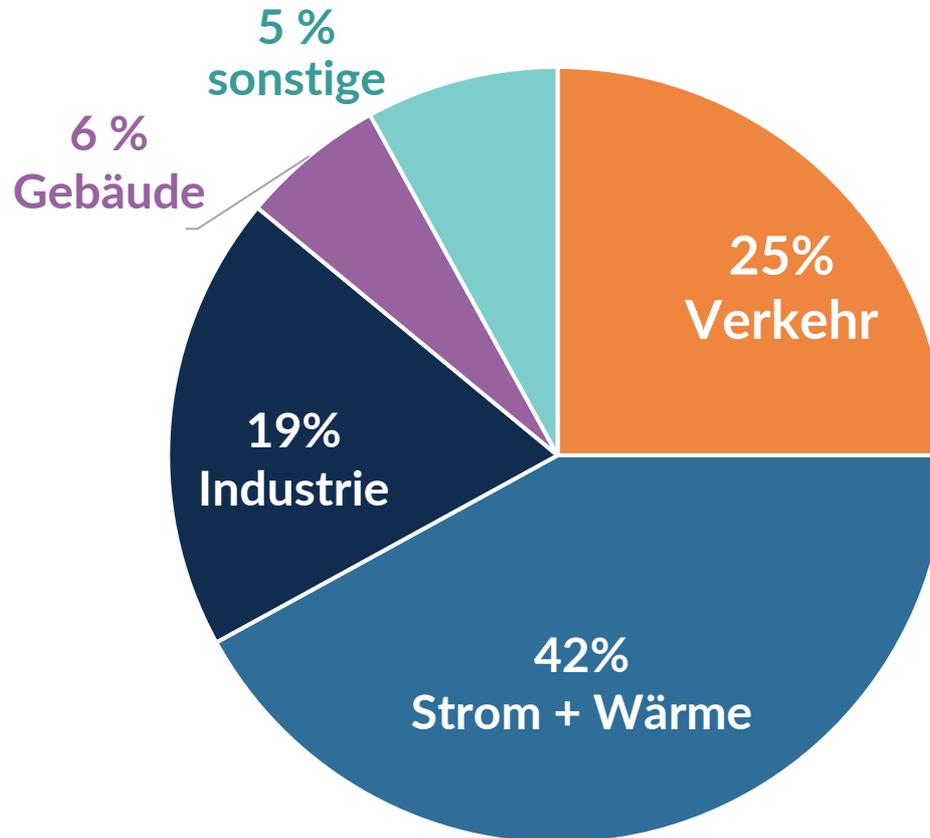
Ohne Luftverschmutzung wäre die Klimakrise 1980 schon so stark zu spüren gewesen wie heute.

Aber der Kühleffekt von Feinstaub und Schwefeldioxid verzögerte die Symptome



*Dämpfung der Energieeinstrahlung durch Aerosole (v. a. Luftverschmutzung) seit Industrialisierung*

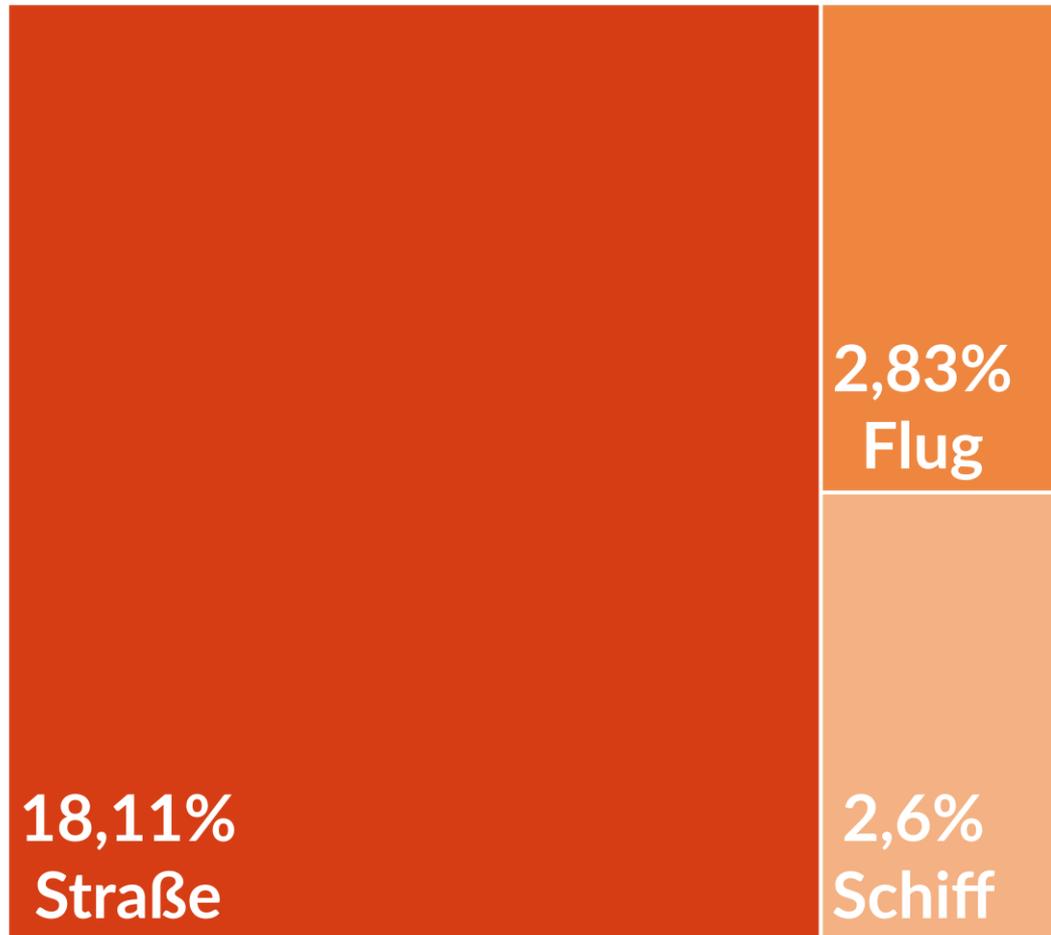
# Weltweite Anteile am CO<sub>2</sub>-Ausstoß



**2018**

# Welt: Anteile CO<sub>2</sub> im Verkehrssektor

**2016**



**Autofrei?**

# Intro: Autofrei? (Seite 1)

In den USA hatte Ford gezeigt, dass Automobile in Massen günstig gefertigt und verkauft werden können, mit dem „Model T“, das auch das Komiker-Duo Laurel/Hardy gerne in seinen Filmen verwendeten. In Europa kam die Massen-Motorisierung erst nach dem zweiten Weltkrieg in Schwung. In Deutschland hatte der NS-Autobahnbau den Grundstein dafür gelegt. In der Bundesrepublik war der Nimbus des Autos bis in die 1970er Jahre ungebrochen, noch länger in der DDR, wo es weniger Autoverkehr und weniger negative Folgen gab. Straßen- und Autobahnbau wurden allgemein begrüßt.

Eine Erzählung von Christoph Meyer: „Ich bin Jahrgang 1961 und wuchs in einer Stadt im Westen auf. Für mich war es normal, dass Autos überall Vorrang hatten. Sie blockierten die Gehsteige, manche LKWs stießen Rauchwolken aus, durch die wir Kinder mit angehaltener Luft rannten. Straßen waren gefährlich. Ich hatte wegen parkender Autos einen R4 übersehen. Er schleuderte mich durch die Luft. ...“

# Intro: Autofrei? (Seite 2)

... im Krankenhaus hieß es: „Nichts gebrochen“. Ich lag tagelang mit Schmerzen zuhause. Normal. So erging es eben einem Kind, das nicht aufpasste. Ich war „schuldig“, meine Eltern mussten die Reparatur der Beule im Auto bezahlen.

Aber 1973 gab es eine politisch motivierte Ölverknappung auf dem Weltmarkt. Die Regierung der Bundesrepublik in Bonn verordnete vier autofreie Sonntage: totales Fahrverbot. Straßen und Autobahnen blieben leer. Proteste? Mir nicht bekannt. Stattdessen spazierten die Familien sonntags auf der Überholspur.

Für uns Kinder wurde plötzlich ein Land ohne Autos vorstellbar.“  
(Christoph Meyer)

## Gruppenaufgabe:

Welche Erfahrungen habt Ihr mit Autofreiheit gemacht? Stellt Euch Euren Ort ohne Auto vor: Was könntet Ihr alles tun? Kennt Ihr Orte in Deutschland oder im Ausland, die autofrei sind?

# Autofreie Sonntage 1973



# Wie sollen Berlins Straßen aussehen?

## *Mögliche Aufgaben:*

1. Diskutiere in Kleingruppen, was ihr euch für Berlins Straßen, Plätze, Parks und Hinterhöfe wünscht.
  - a) Wofür soll Raum sein? Skaten, Radfahren, Roller Blades? Rutschen, Slacklines, Wasserbecken/Eislaufflächen? Café-Tischchen, Sofas, Hängematten?
  - b) Was soll weg, was kann weg, und wenn nicht – wohin damit?
2. Kennt ihr einen guten Songtext/ein Gedicht dazu wie in den Beispielen? Sucht danach oder:

Schreibt selbst was!

# **Autoantriebe und Energiebedarf aus erneuerbaren Energien**

# Gebräuchliche



# -Antriebe heute

## Verbrennungsmotor

Treibstoff,  
Tank und Batterie,  
Verbrennungsmotor und kl. Elektromotor (Lichtmaschine)



## Hybrid

Treibstoff,  
Tank und Batterie,  
Verbrennungsmotor und Elektromotor



## Plug-in-Hybrid

Treibstoff und Strom,  
Tank und Batterie,  
Verbrennungsmotor und Elektromotor



## Elektroantrieb

Strom, Batterie, Elektromotor



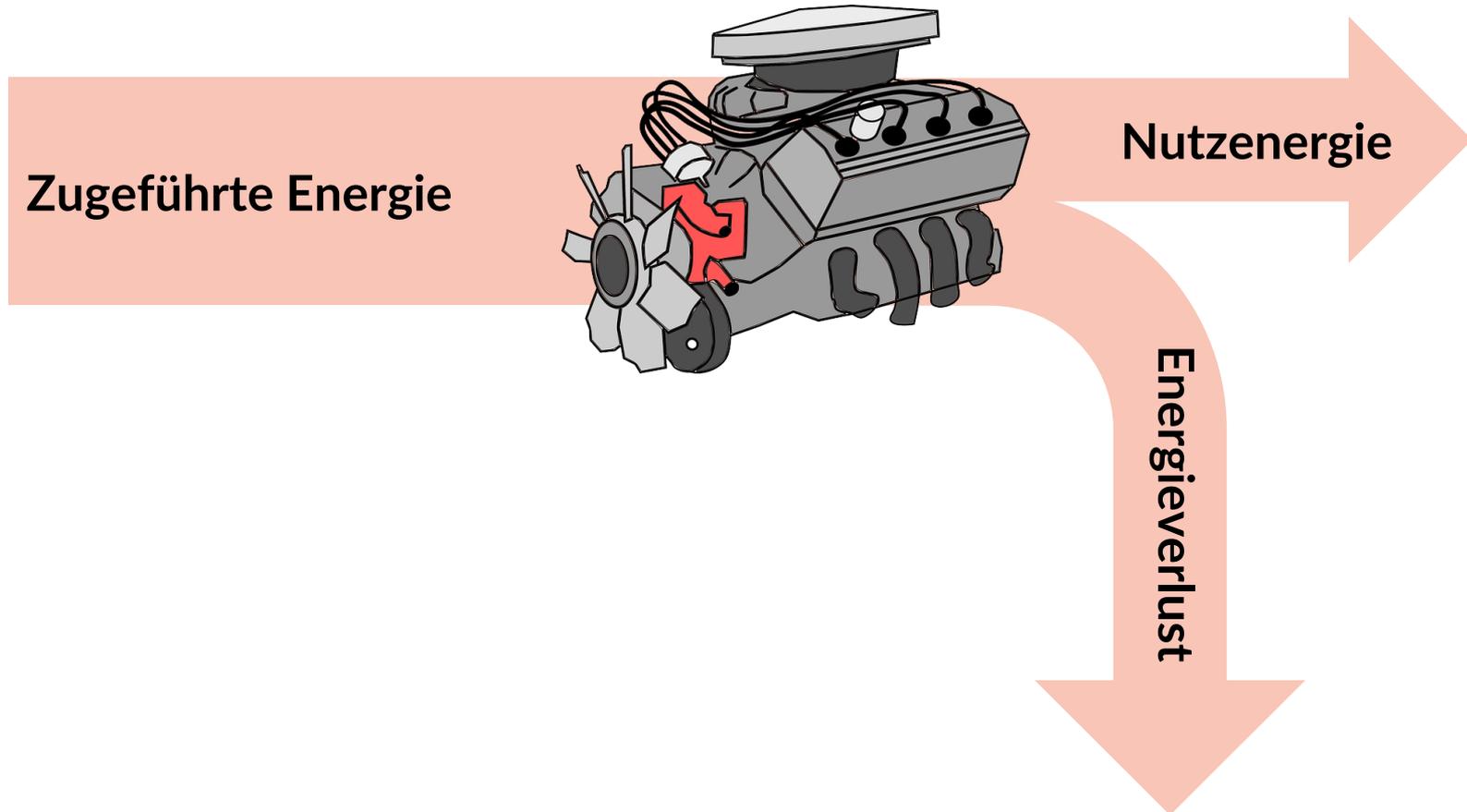
**Hybrid:**  
Verbrenner +  
kleiner E-Motor,  
Strom aus Bremsenergie

**Plug-In:**  
Strom auch aus



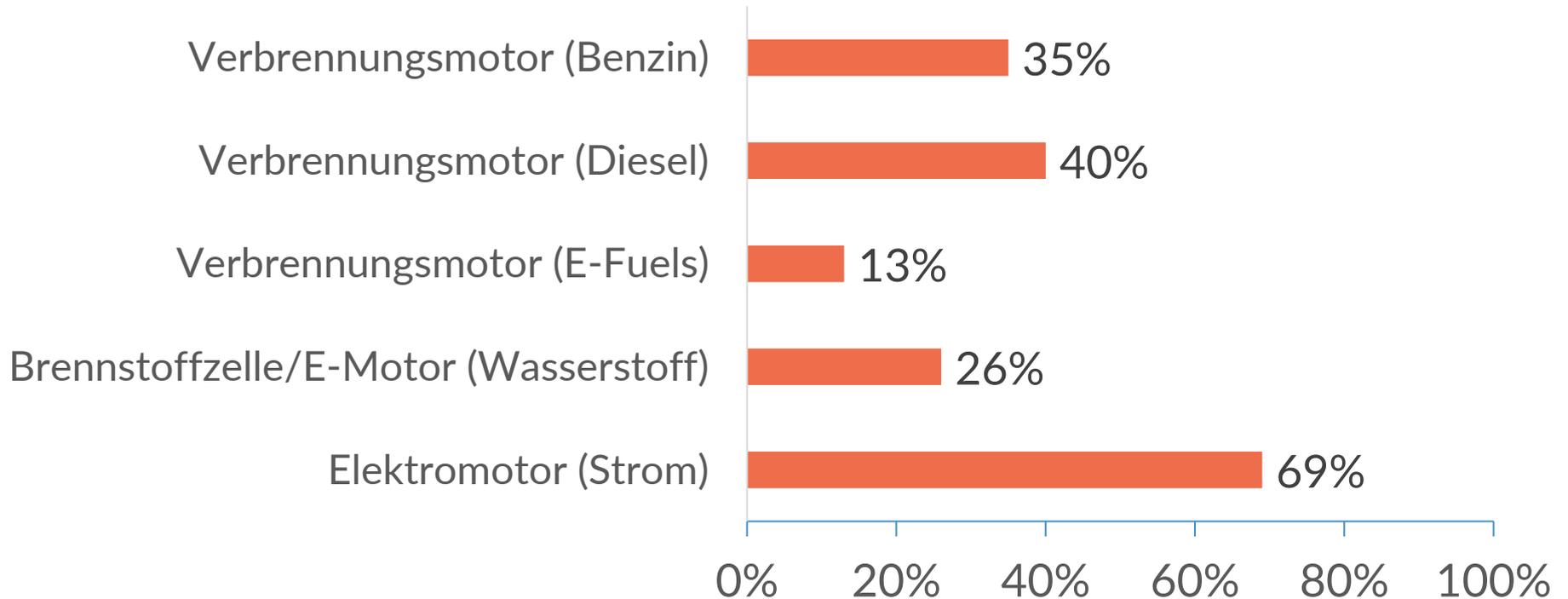
# Wirkungsgrad

Wirkungsgrad = Verhältnis von nutzbarer zu aufgewandter Energie



# Wirkungsgrad von -Antrieben

Wirkungsgrad = Verhältnis von nutzbarer zu aufgewandter Energie



# Vergleich von Elektroauto und Verbrenner mit Synthasetreibstoff

(= aus erneuerbarem Strom erzeugtem Treibstoff)

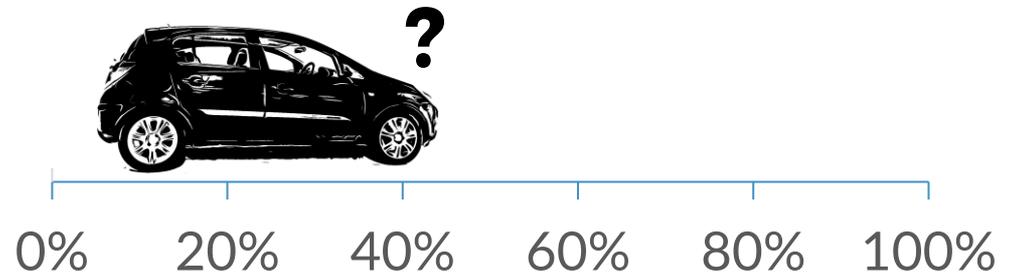
	Batterieelektrisches Auto	Verbrenner mit Synthasetreibstoff	Faktor
Von 1000 Wh Strom aus Photovoltaik werden für Fortbewegung genutzt („kommen am Rad an“)	PwC Studie: 700 Wh ICCT-Studie: 720 Wh	PwC Studie: 110 Wh ICCT-Studie: 160 Wh	PwC: ca. 6,4 × ICCT: ca. 4,5 ×

# Wirkungsgrad von (Plug-in-)Hybriden

Wirkungsgrad = Verhältnis von nutzbarer zu aufgewandter Energie

- Es kommt sehr auf die Nutzungsweise an  
*(wie weit, wie oft, wie schnell, nachts immer an der Steckdose? etc.)*
- und ist je nach Automodell sehr unterschiedlich.

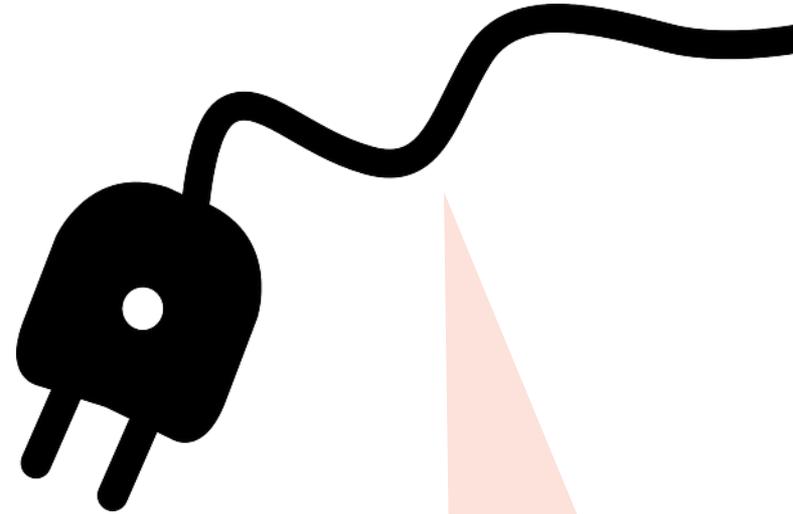
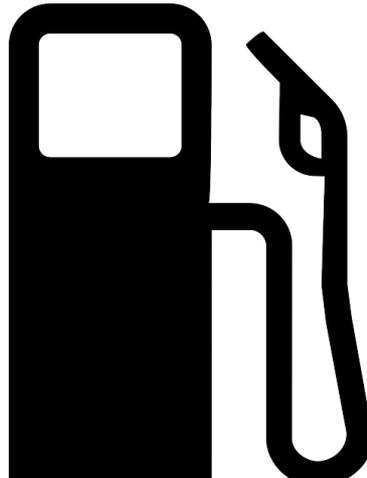
→ Der Wirkungsgrad reicht von etwas besser bis deutlich schlechter als bei einem vergleichbaren Verbrenner.



# E-Fuels und Strom

E-Fuels sind Kraftstoffe wie Wasserstoff, Methan, Methanol sowie synthetisches Kerosin, Benzin oder Diesel, die mit erneuerbarem Strom produziert werden.

Mit E-Benzin oder E-Diesel kann man die bisherigen Verbrenner-Autos weiter nutzen. Tanken geht wie gewohnt.



Um direkt mit Strom zu fahren, braucht man ein neues Auto mit Elektromotor. Und viele Ladestellen. Und Zeit.

# E-Fuels im Tank



ZEIT  ONLINE

Suche



Politik Gesellschaft Wirtschaft Kultur ▾ Wissen Digital Campus ▾ Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin Podcasts mehr ▾



**E-Fuels**

## Eine trügerische Hoffnung

Verbrennungsmotoren behalten und doch klimaneutral fahren: Das versprechen synthetische Kraftstoffe. Aber es gibt einiges, was gegen E-Fuels spricht.

Von **Peter Ilg**

7. März 2020, 19:44 Uhr / [456 Kommentare](#) / 

# E-Fuels im Tank



ZEIT  ONLINE

Suche



Politik Gesellschaft Wirtschaft Kultur ▾ Wissen Digital Campus ▾ Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin Podcasts mehr ▾



E-Fuels

## Eine trügerische Hoffnung

Um synthetischen Sprit für eine Strecke von 100 Kilometern herzustellen, brauchen wir die gleiche Menge Strom, die für 700 Kilometer in einem batterieelektrischen Auto reicht.

Um ein Prozent des heutigen Verbrauchs von fossilem Sprit ... durch E-Fuels zu ersetzen, würden ... in Deutschland **2.300 Onshore-Windräder** benötigt

**Wie viele  
Windräder  
wären für den  
gesamten  
Spritverbrauch  
nötig?**

*Manfred Fishedick, Universität Wuppertal*

*Peter Kasten, Öko-Institut*

# Wie viele Windräder ...

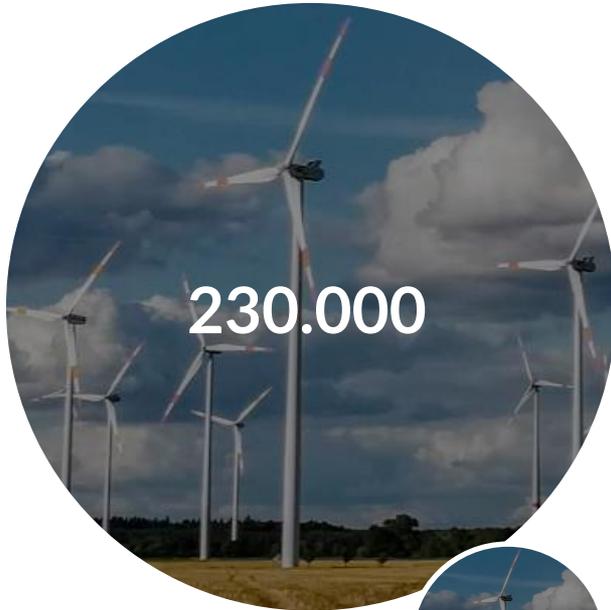


... bräuchten die Autos in Deutschland,

1. Wenn sie mit **E-Fuels** fahren?
2. Wenn sie mit **Strom** fahren?

# So viele Windräder ...

... bräuchten **CO<sub>2</sub>-neutrale Autos:**



Windräder für Verbrennungsmotor-Autos mit **E-Fuels**



Windräder für **Elektro**-Autos

# Wie viele Windräder ...

... stehen 2020 auf dem deutschen Festland?

29.770

9.360

21.600



# Soviel Windräder ...

... stehen in Deutschland auf dem Festland (onshore)

29.770 im Jahr 2020 (54.000 MW)

9.360 im Jahr 2000

21.600 im Jahr 2010

(1 520 offshore im Jahr 2020 in Nord- und Ostsee)



# So viele Windräder bräuchte man in Deutschland:



230 000 Windräder für E-Fuel-Autos  
32 900 Windräder für Elektro-Autos

# So viele gibt es:

31 290 Windräder gibt es on- + offshore.



Wenn alle Verbrenner-Pkws durch Elektro-Pkws ersetzt werden, wird dann die Wind- und Solarindustrie zum „wirtschaftlichen Standbein“ Deutschlands?



# Wer bekommt wie viel Strom?

Die Windräder, die heute in Deutschland stehen, reichen also schon knapp dazu, die gesamte Autoflotte zukunftsfähig (CO<sub>2</sub>-neutral) zu elektrifizieren. Bei gutem Wind geben sie 61 000 MW ab. 2019 lieferten sie 126 000 000 MWh (Megawattstunden).

Aus erneuerbaren Quellen stammten insgesamt 242 500 000 MWh. Der Ausbau stockt. Bauen wir nicht mehr Sonnen- und Windkraftwerke, aber überlassen den Windkraftstrom den neuen E-Autos, bleiben uns in Zukunft **116 500 000 MWh** für alle anderen Lebensbereiche von Handy, Herd und LED-Licht bis Bahn fahren.

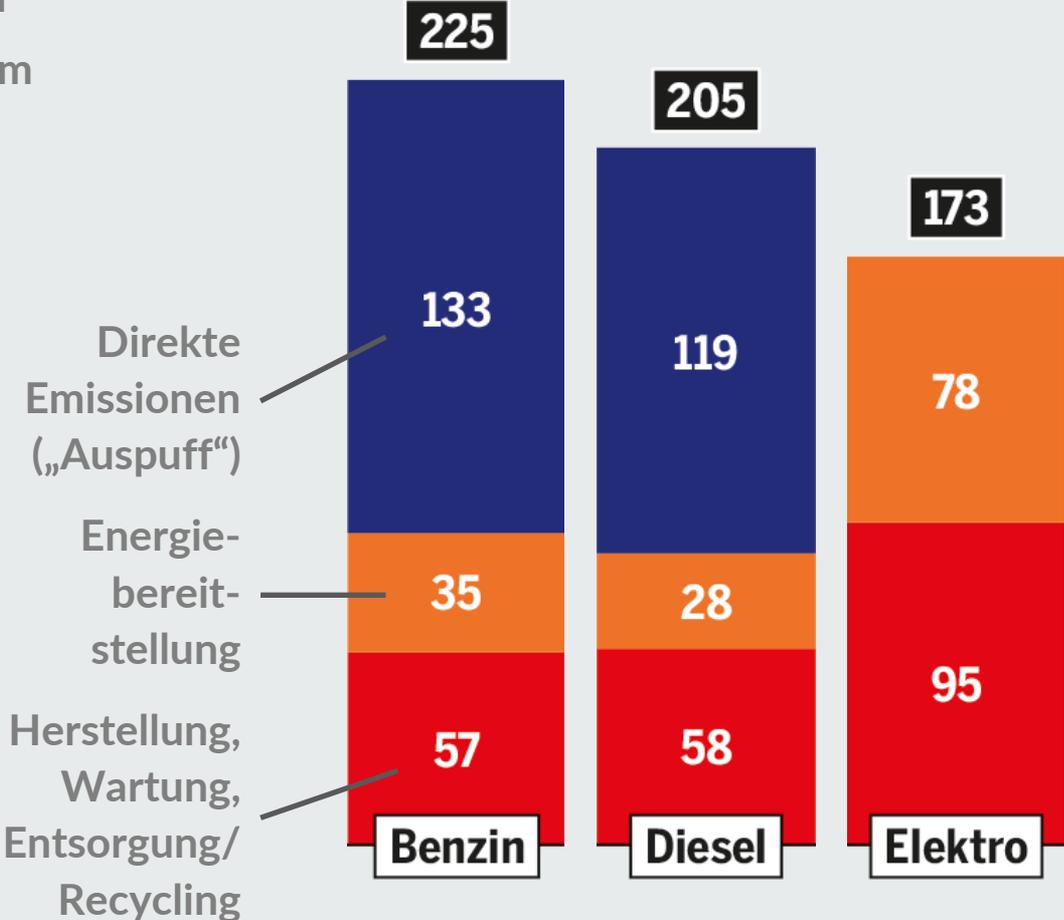
2019 standen uns dafür **604 600 000 MWh** (aus allen Quellen) zur Verfügung (E-Autos gab es kaum). Das ist knapp fünf mal mehr.

## **Überlege:**

- a) Schaffen wir es, in Zukunft einmal mit gut einem Fünftel des Stroms von heute auszukommen?
- b) Sollen wir mit Wind, Sonne etc. in Zukunft deutlich mehr Strom als heute produzieren – für Elektroautos?
- c) Sollen es noch so viele Autos geben wie heute, nur elektrisch?

# Klimabilanz PKW: Benzin / Diesel / Elektro

(Gramm CO<sub>2</sub>-Äquiv./km  
Fahrleistung: 150 000 km  
Elektro-Strommix:  
prognostizierter Durchschnitt 2016-2030  
Benzin, Diesel: Fossile  
Quellen)



VCD/HBS Mobilitätsatlas 2019

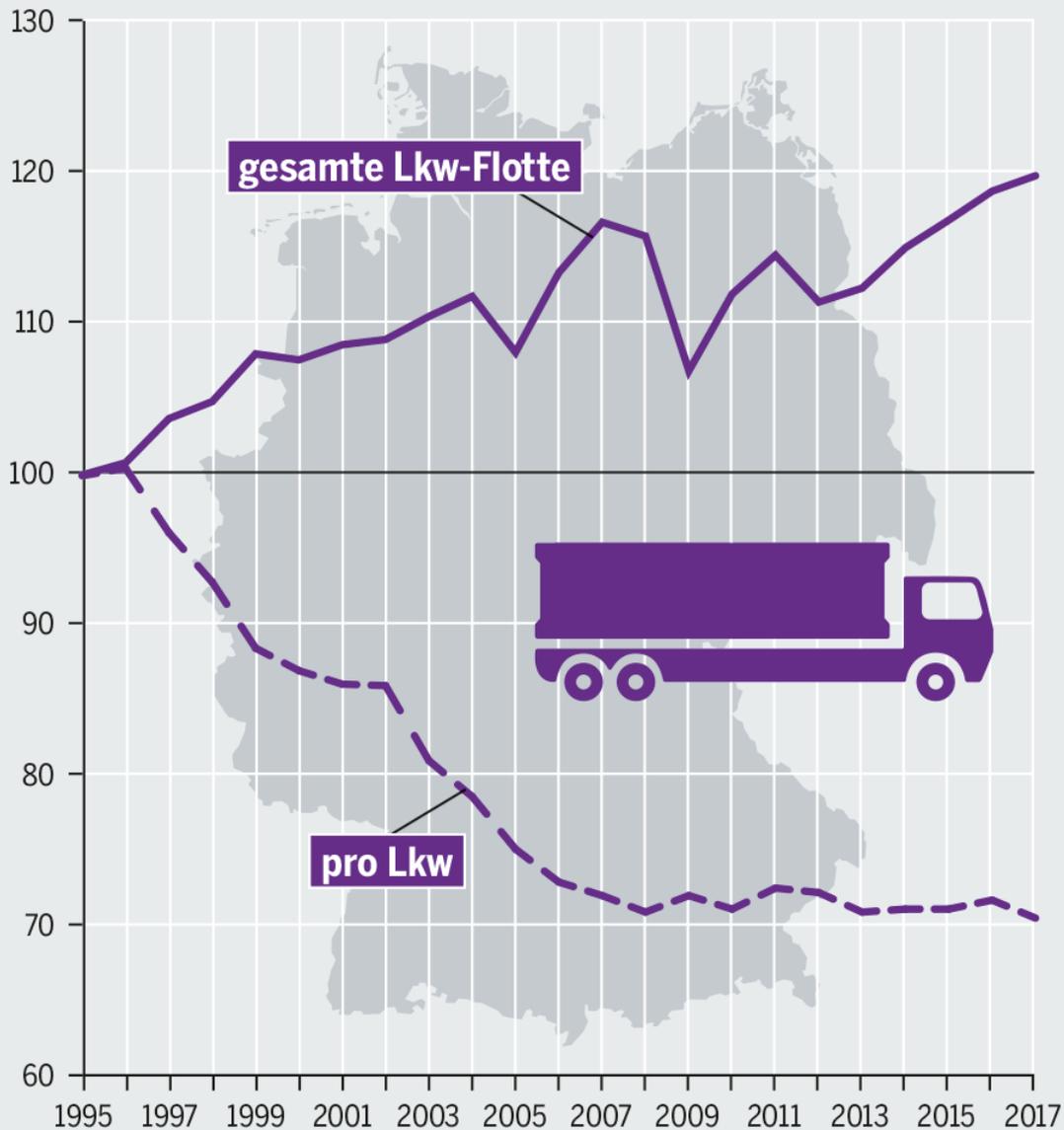
# Geplantes Verkaufsende Diesel-/Benzinmotoren



# Sparen oder Zuwachs? (Rebound-Effekt)

Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen  
durchschnittlicher LKW  
(ab 3,5 t, 1995 = 100 %)

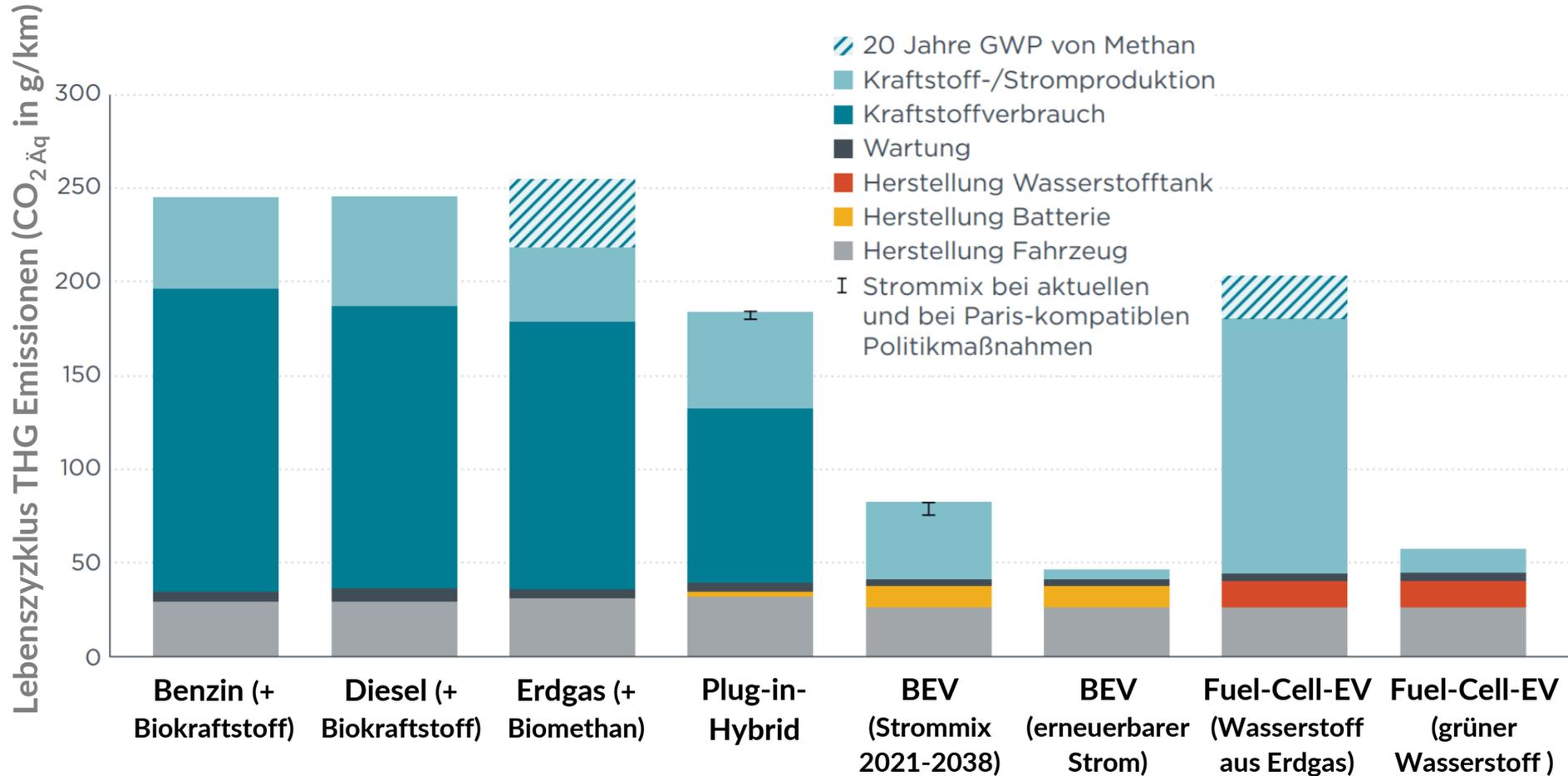
VCD/HBS Mobilitätsatlas  
2019



# **Benzin, Diesel, Elektro, Erdgas, Wasserstoff ...**

1. Vergleiche sollten stets den Produktionsaufwand für die Fahrzeug-/Batterieherstellung einbeziehen
2. Beim Strom sollte die mittlere zu erwartende (= sinkende) CO<sub>2</sub>-Intensität des Stroms über die Lebensdauer des Fahrzeugs genutzt werden.

# THG-Emissionen neuer Kompakt-Pkw über den gesamten Lebenszyklus (ICCT Studie 2021)



# Das klimafreundlichste Elektromobil ...



# (Eine aktuelle Studie:)

---

Aktuelle 2022er Studie zu E-Auto vs. Verbrenner (als CC BY):

Johannes Buberger, Anton Kersten et al. 2022. Total CO<sub>2</sub> -Equivalent Life-Cycle Emissions from Commercially Available Passenger Cars.

Verfügbar als preprint unter:

[https://www.researchgate.net/publication/358276768\\_Total\\_CO\\_2\\_-Equivalent\\_Life-Cycle\\_Emissions\\_from\\_Commercially\\_Available\\_Passenger\\_Cars](https://www.researchgate.net/publication/358276768_Total_CO_2_-Equivalent_Life-Cycle_Emissions_from_Commercially_Available_Passenger_Cars)

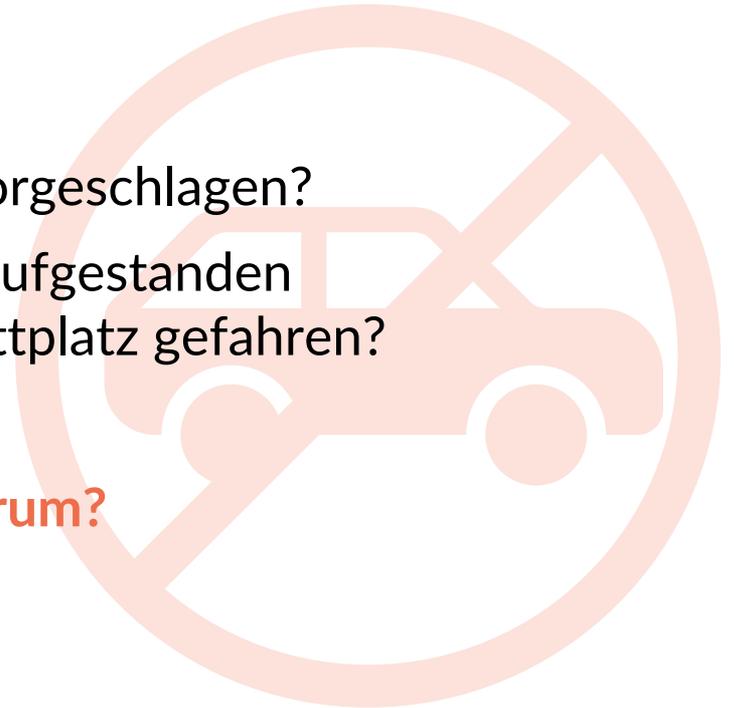
**Autos abschaffen?**

# Wir schaffen unser Auto ab!

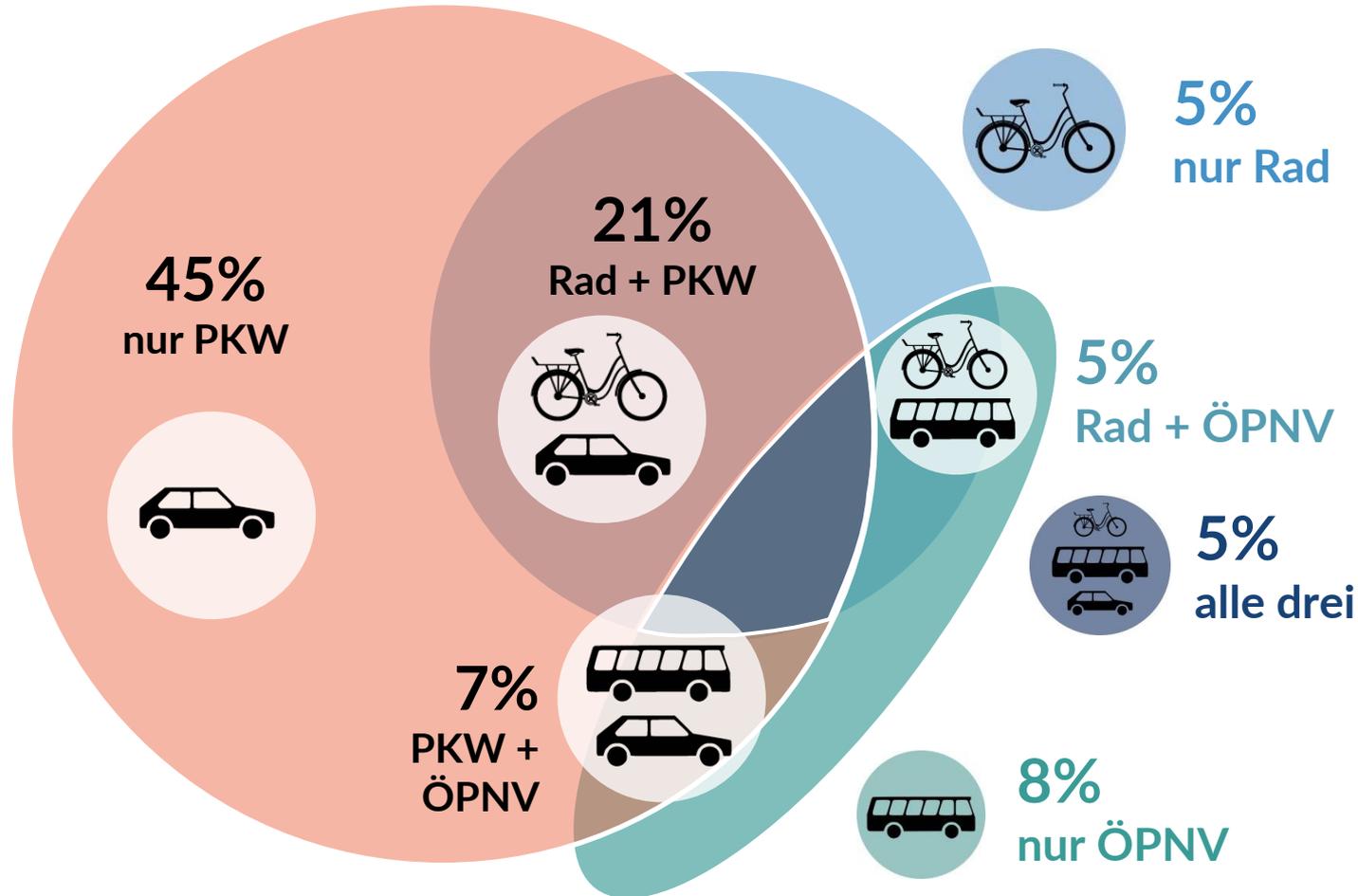
Hast Du das schon mal in der Familie vorgeschlagen?

Ist deine Mutter oder dein Vater dann aufgestanden und hat die Familienkutsche zum Schrottplatz gefahren?

**So einfach scheint es nicht zu sein. Warum?**

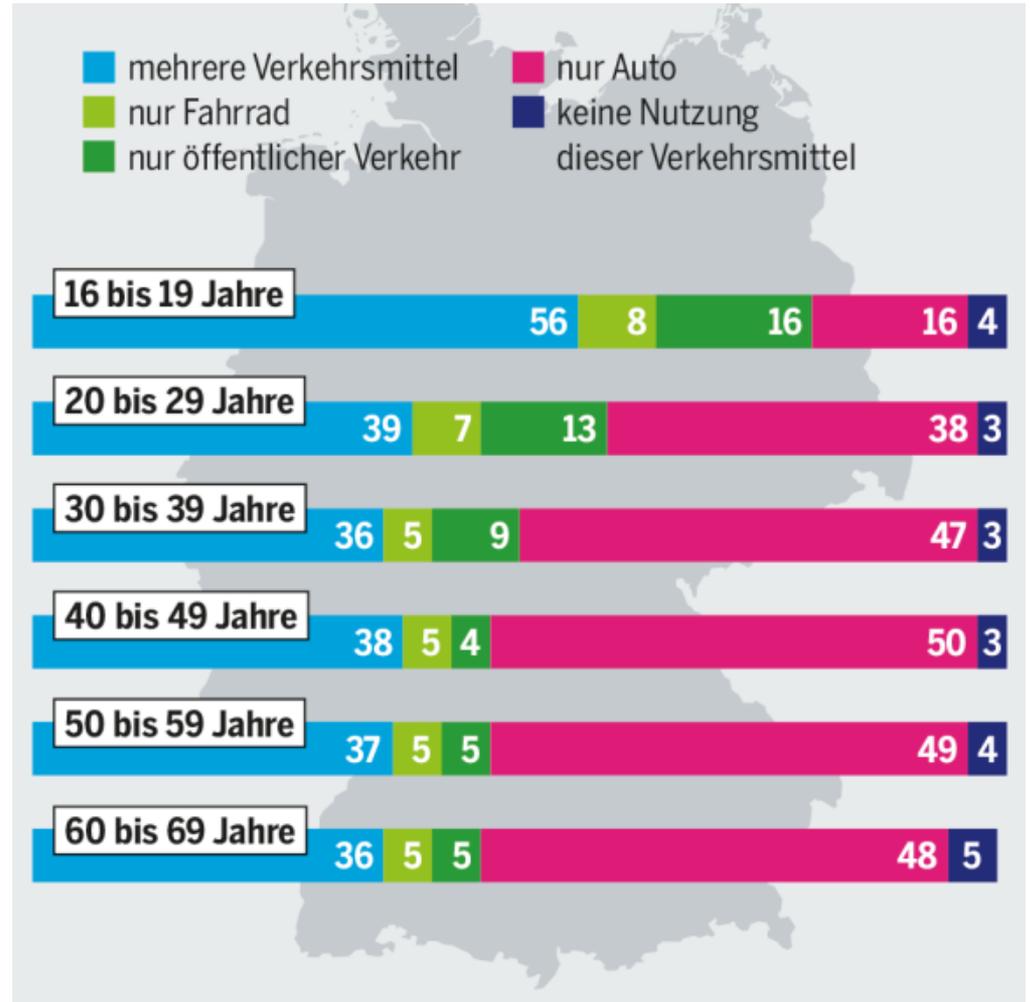


# Wenn Leute nur ein Transportmittel nutzen, ist es meist das Auto.



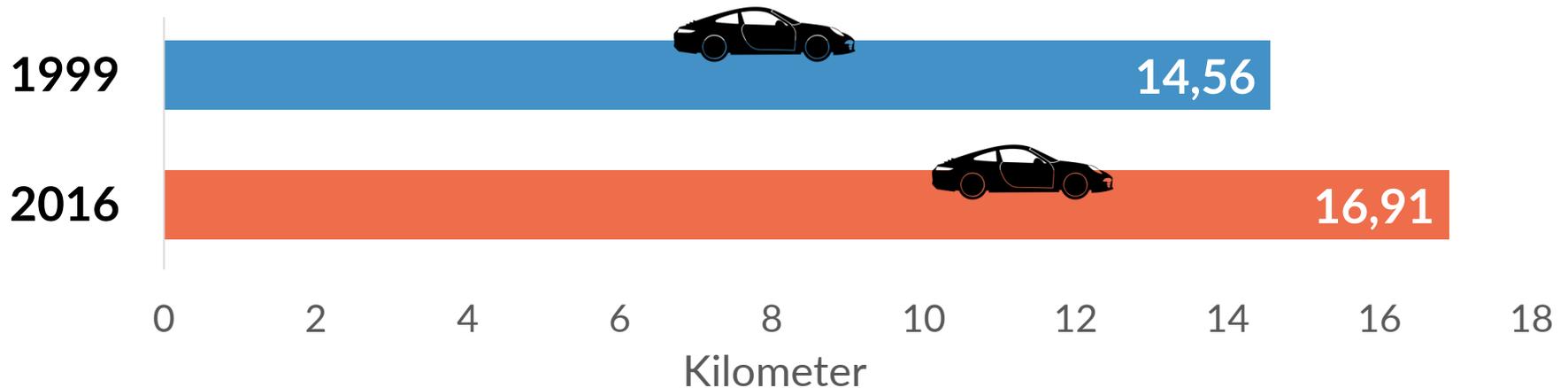
# Welche Leute nutzen nur das Auto? Wer wechselt?

Gemischte/ausschließliche Nutzung eines Verkehrsmittels nach Alter in %



# Pendler

Wozu brauchen Leute ihre Autos? Die meisten fahren damit zur Arbeit.  
**Die Wege zur Arbeit werden immer länger:**



## Warum?

Mit dem Auto können sie zu einer besseren Arbeit wechseln, auch wenn diese weiter entfernt ist. Wenn das immer mehr Leute machen, werden die Wege im Durchschnitt länger.

# Extrem: Berufspendeln 4 h täglich

Hamburg (Arbeit)

Wendland (Wohnung)

Ihre Leidenschaft ist Fischzucht im Wendland. Aber Geld reicht nicht. Lösung: Beide arbeiteten in Hamburg, Fische als Hobby. Geht!

Berlin



# **Grundsätze bei der Planung des Verkehrs**

# Grundsatzstreit bei Verkehrsplanung

(Klassische)  
Verkehrswegplanung

Möglichst schnell von A nach B.  
(Auto-)Verkehr muss fließen.



Welche Mobilität brauchen die Bürger?

Integrierte  
Verkehrsplanung

# Beispiel: Berufspendeln 4 h täglich

35 Jahre lang pendelten Fabrikarbeiter:innen per Auto zur Arbeit – jeden Arbeitstag 4 Stunden im Auto. Sie ermöglichten so ihre große Leidenschaft, eine Fischzucht-Anlage für Naturschutzzwecke im Wendland. Das Wendland ist eine wirtschaftlich „schwache“ Region, ehemals Randregion an der innerdeutschen Grenze. Die langen Fahrten wurden mit zunehmenden Alter zur großen Belastung und erzwangen schließlich eine Früh-Verrentung.

*Diskutiere:* Welche Lösungen für ihr Problem würde

- a) die klassische Verkehrswegeplanung in Deutschland bieten, die den staufreien Automobilverkehr im Fokus hat,
- b) welche die integrierte Verkehrsplanung, die dort ansetzt, wo der Verkehr entsteht – bei den verkehrsrelevanten Entscheidungen der Menschen.

# Extrem: Berufspendeln 4 h täglich

Hamburg (Arbeit)

Wendland (Wohnung)

Morgens um 3 Uhr aufstehen,  
um 4 Uhr losfahren, um vor dem  
Berufsverkehr-Stau durch den  
Elbtunnel zu sein

Berlin

# Machtblöcke

Fahrspaß!

Autoindustrie

„Freie Fahrt für freie Bürger“  
Kein Tempolimit!

ADAC

Kein Bürger wohnt > 25 km  
vom nächsten Autobahn-  
anschluss entfernt

Verkehrs-  
ministerium

Am schnellsten von A nach B

Forschungsgesellschaft  
für Straßen- und  
Verkehrswesen FGSV

# Volkentscheid @ Fahrrad 2016



# Klimaproteste 2019



# Machtblöcke bröseln

Abgas-Skandal  
Diesel-Fahrverbote

Autoindustrie

Gelber-Engel-Skandal  
Tempolimit-Tabu wackelt

ADAC

Verkorkste PKW-Maut  
Verkorkste StVO-Reform

Verkehrs-  
ministerium

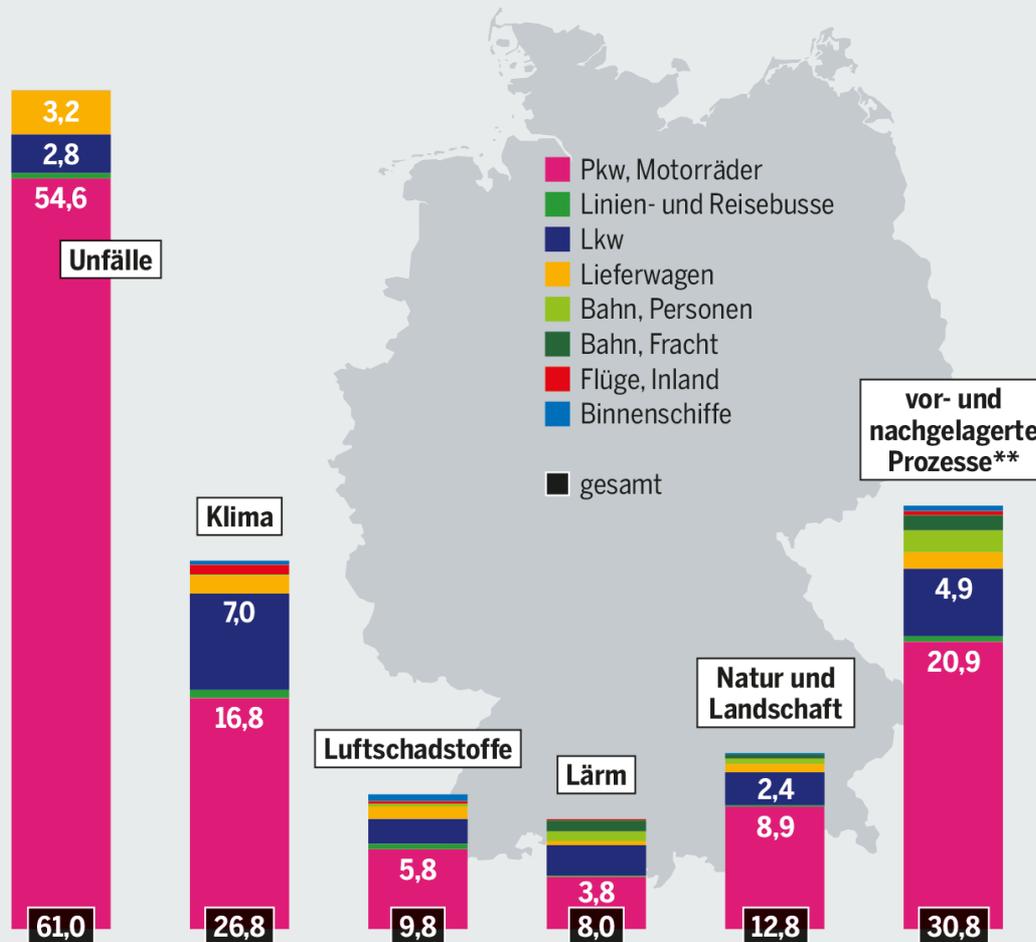
Interner Krach – Austritte  
führender Köpfe

Forschungsgesellschaft  
für Straßen- und  
Verkehrswesen FGSV



# **Subventionen und Kosten**

# Preis der Schäden\*

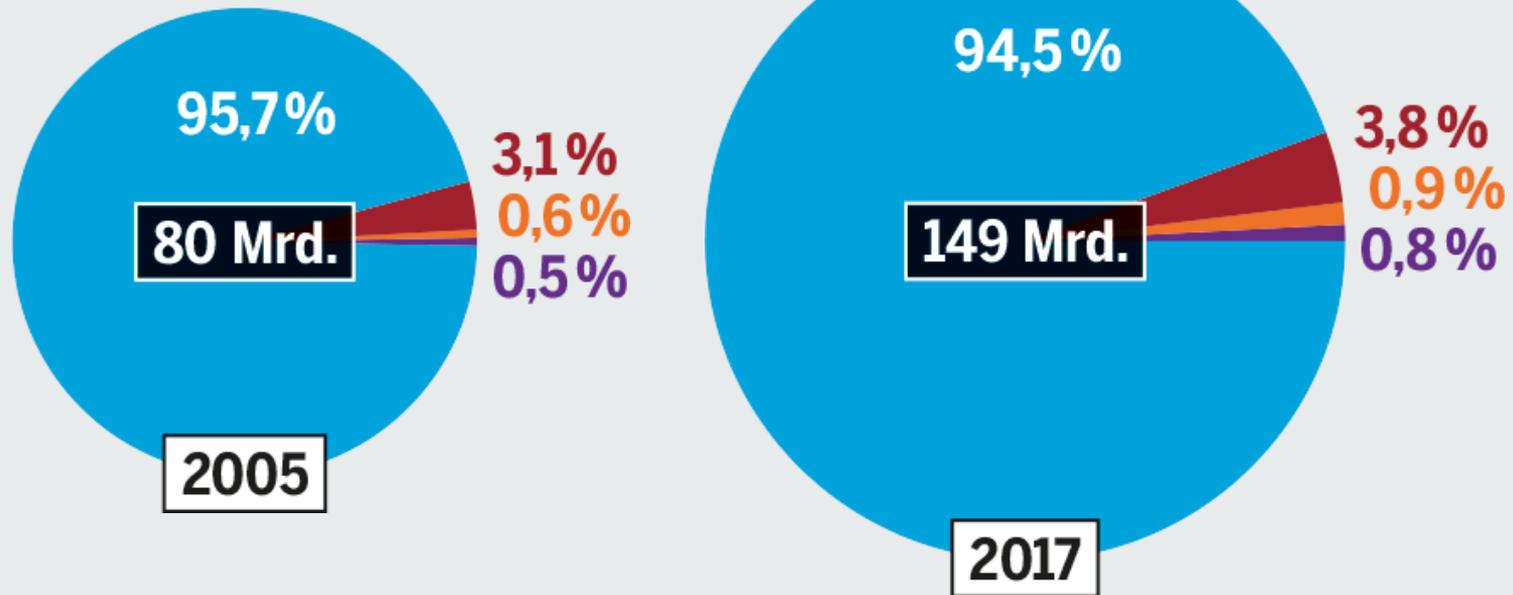


Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland nach Verkehrsträgern und Kostenkategorien, in Milliarden €, 2017

\* Beiträge bis 1 Milliarde Euro nicht spezifiziert  
 \*\* z.B. externe Kosten des Fahrzeugbaus oder der Außerbetriebsetzung  
 Quelle: VCD/HBS Mobilitätsatlas 2019

# Entwicklung externer Kosten in 12 Jahren: + 86 %

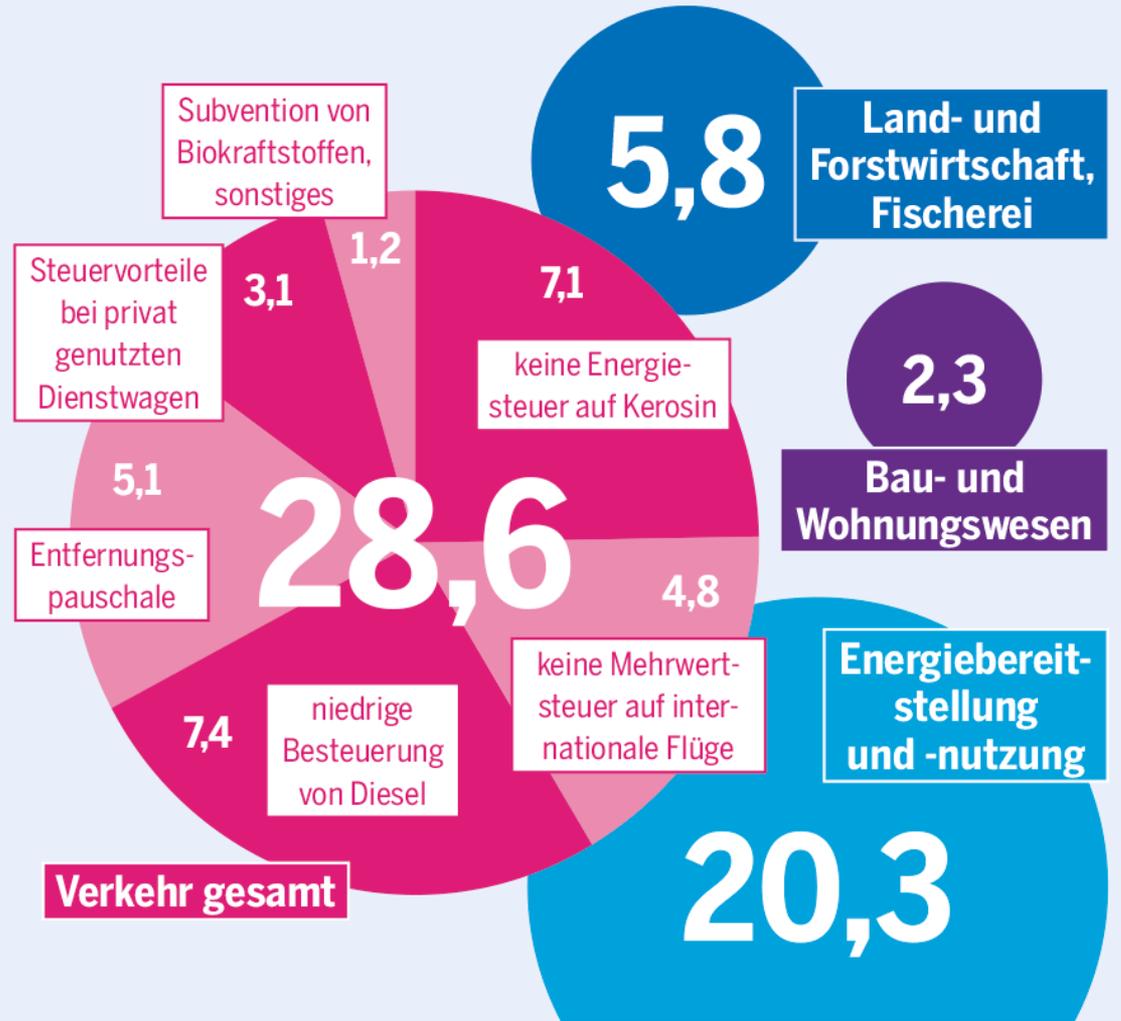
- Straßen
- Schiene
- Luft (Inland)
- Binnen-  
gewässer



In Milliarden Euro und Prozent

# Steuern in die falsche Richtung

Umwelt-  
schädliche  
Subventionen  
in Deutschland,  
Milliarden €

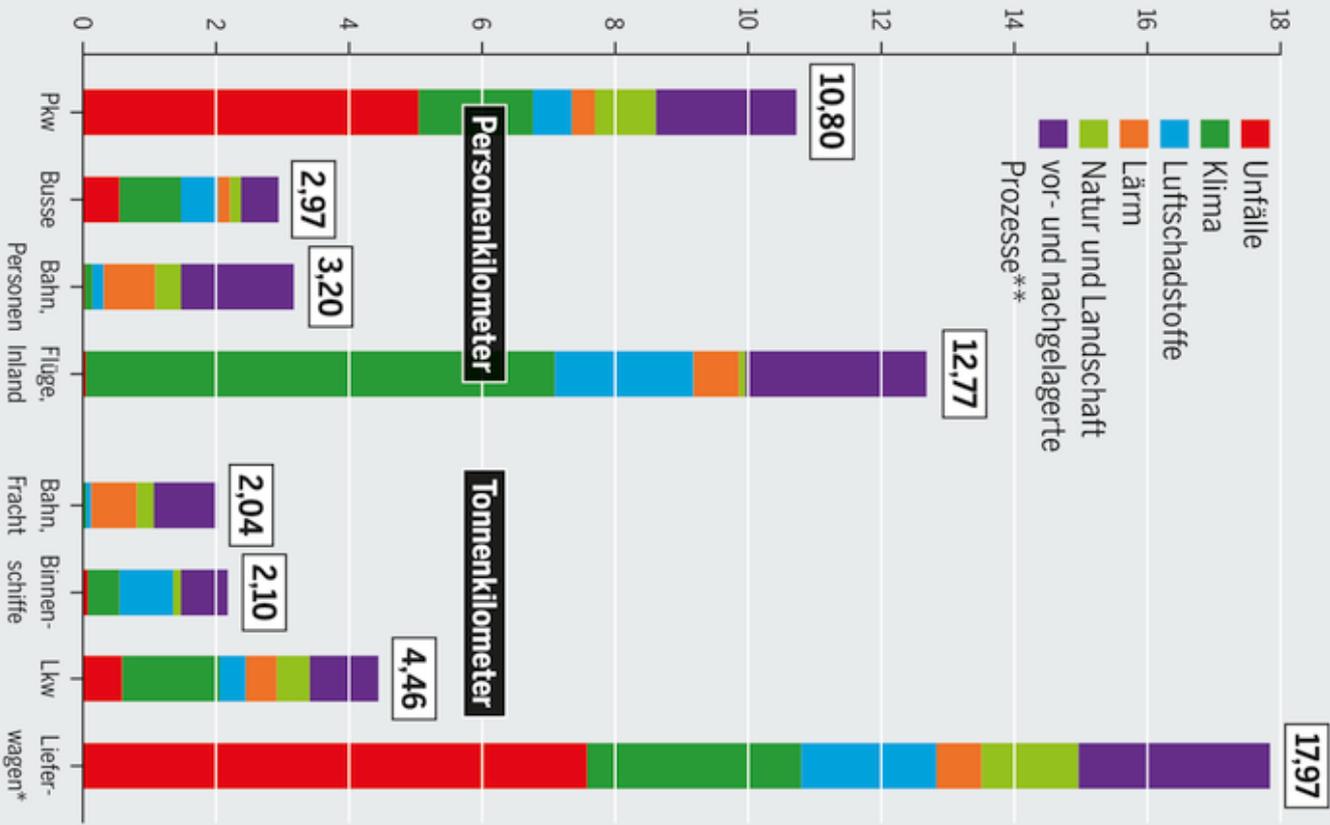


# Wahre Kosten

(Gute Graphik, man müsste aber Personen-km und Tonnen km trennen und um 90° drehen, HIER NUR LOW-RESOLUTION VORSCHAU)

## DIE KILOMETERRECHNUNG

Externe Durchschnittskosten des Personenverkehrs pro Personenkilometer sowie des Güterverkehrs pro Tonnenkilometer, nach Verkehrsmitteln, in Eurocent, 2017



\*Fahrzeugkilometer \*\* z. B. externe Kosten des Fahrzeugbaus oder der Außerbetriebsetzung

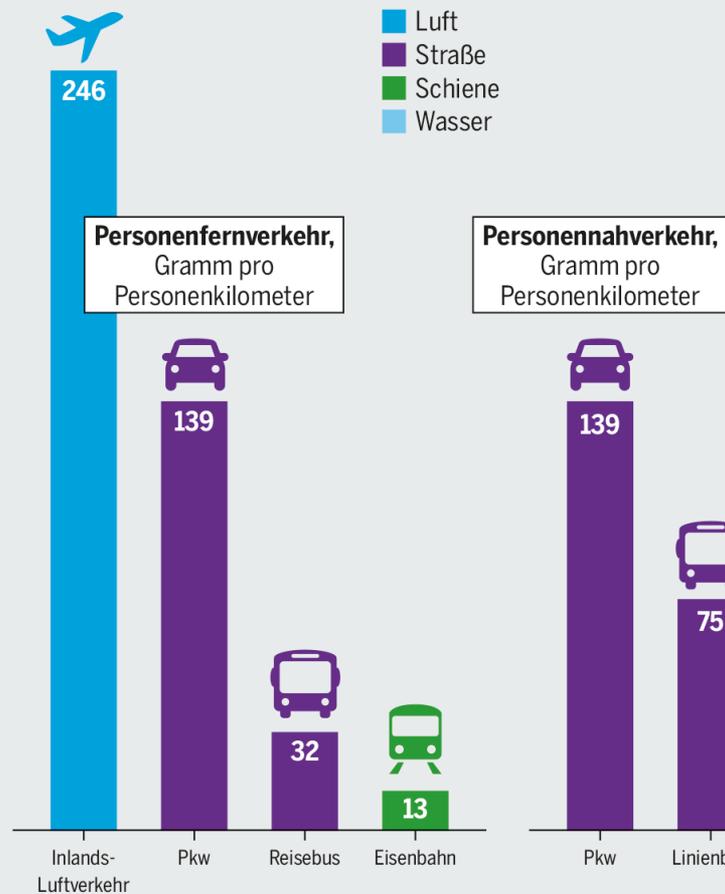
# **Bahnverkehr**

# TODO: Klimafreundlich auf Schiene, mobilitaetsatlas2019\_grafik\_33a.png

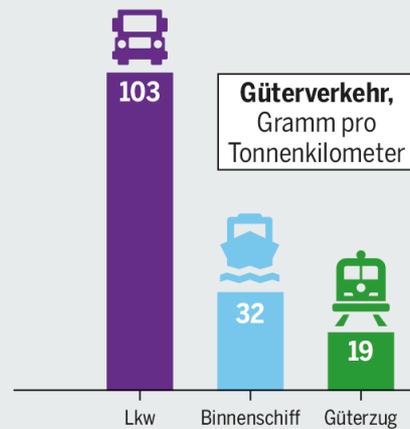
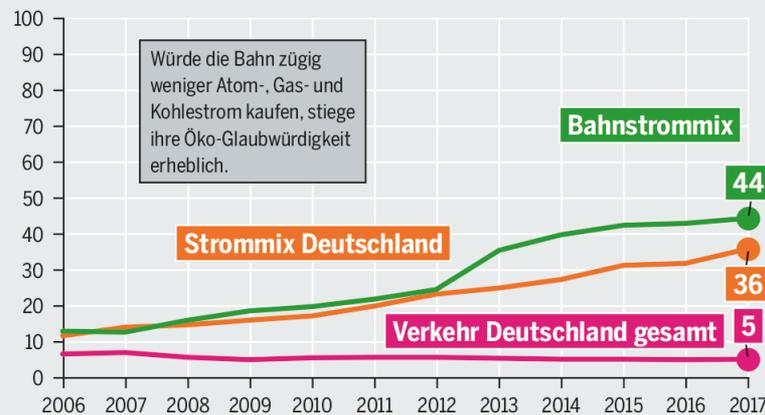
## KLIMAFREUNDLICH AUF DER SCHIENE

Ausstoß von Treibhausgasen und Ökostromanteil der Bahn im Vergleich mit anderen Verkehrsmitteln, Deutschland, 2017

Treibhausgas-Emissionen



Anteil erneuerbarer Energien in Prozent



**Flugverkehr**

# Normalität in der Klimakrise

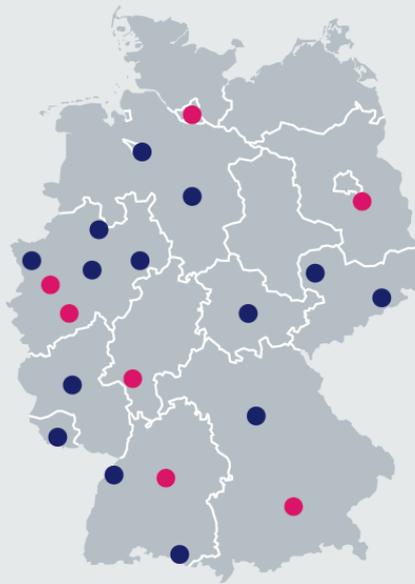


# Flugreisen in Deutschland

244 500 000-mal  
setzten sich Menschen  
2018 ins Flugzeug.

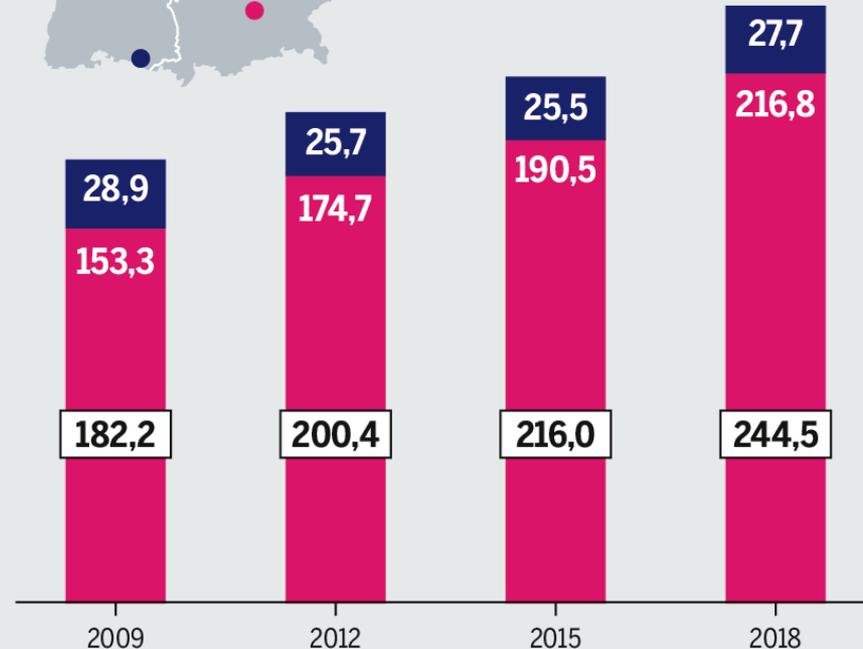
Flugzeuge brauchen  
immer weniger Kerosin.

Da aber die Zahl der  
Flüge steigt, wird  
unterm Strich immer  
mehr Kerosin verbrannt  
und CO<sub>2</sub> ausgestoßen.



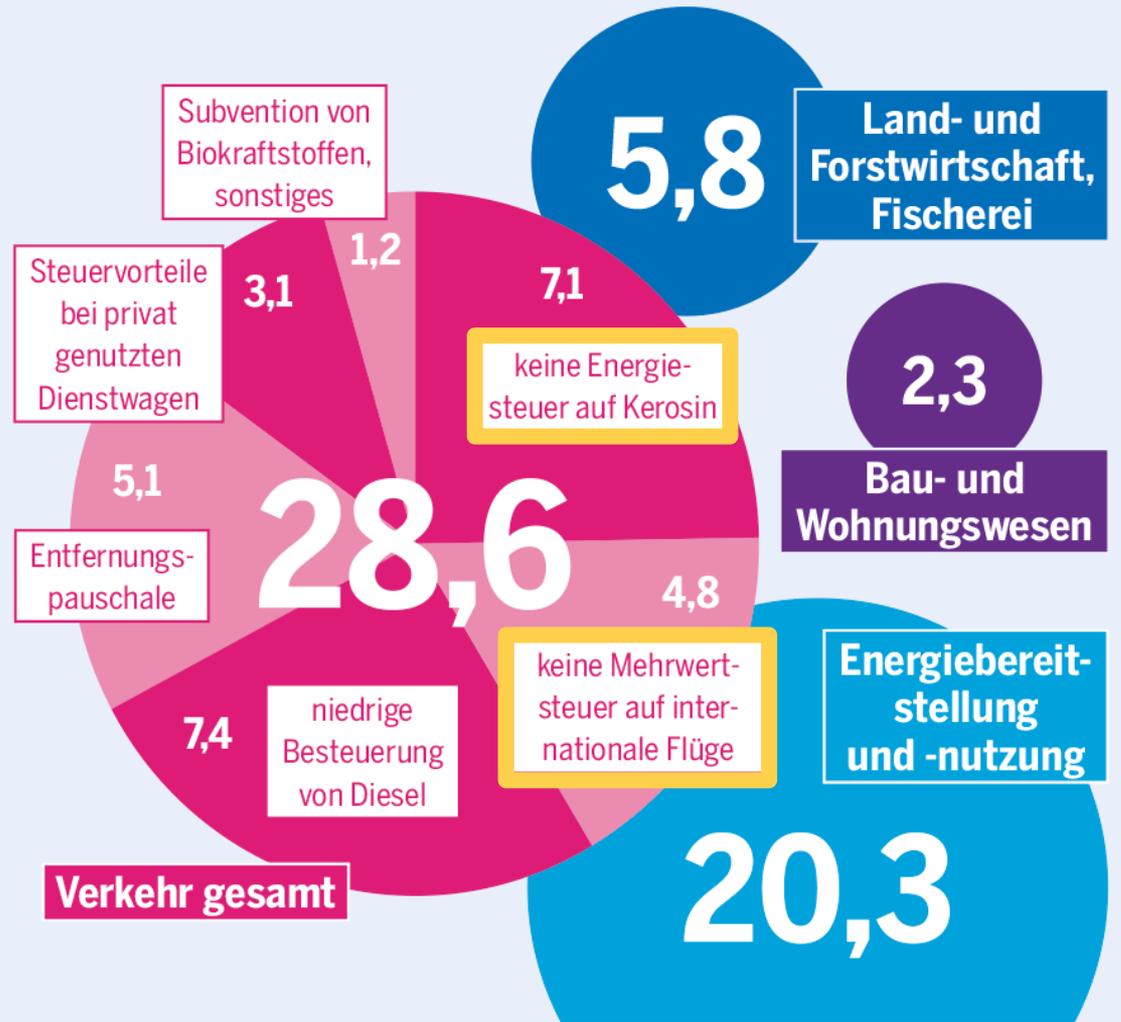
**7** große, **14** kleine Flughäfen  
gibt es in Deutschland\*.  
Auf die großen Flughäfen  
entfallen die meisten Flugreisen.  
Passagieraufkommen in  
Millionen Personen pro Jahr.

\* = 21 vom Branchenverband ADV  
erfasste Flughäfen



# Steuern in die falsche Richtung

Umwelt-  
schädliche  
Subventionen  
in Deutschland,  
Milliarden €



# **Analyse der Argumente der Luftverkehrswirtschaft**

# Portal des Luftverkehr-Verbandes

Der *Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft e. V.* bemüht sich, auf seinem „Klimaschutz-Portal“ zu zeigen, dass Fliegen in Deutschland klimafreundlicher wird.

Hierbei kann man einige problematische Kommunikationsmuster beobachten:

1. Der Gegenseite Behauptungen unterstellen, die stark klingen, die man aber gut widerlegen kann.
2. Angeben, „versachlichen“ zu wollen – und damit die Gegenseite als unsachlich, aufgeregt oder voreingenommen darzustellen.
3. Mit relativen Entwicklungen irreführende absolute Aussagen suggerieren.
4. Mit manipulativen Datendiagrammen arbeiten.

# Behauptungen unterstellen



## ÜBER DAS KLIMASCHUTZ-PORTAL

Mit einem stetig wachsenden Luftverkehr hat auch das Thema „Klimaschutz im Luftverkehr“ in der jüngeren Vergangenheit zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dabei kreist die Debatte vor allem um Stichworte wie Klimakiller, Klimawirkung und CO<sub>2</sub>-Ausstoß – um nur einige zu nennen. Kein Wunder: Schließlich herrscht in der breiten Öffentlichkeit die Meinung vor, ein modernes Flugzeug verbrauche pro 100 km und Passagier 40 Liter Treibstoff und mehr.

# Behauptungen unterstellen



Ist dies eine  
falsifizierbare  
Aussage?

## ÜBER DAS KLIMASCHUTZ-PORTAL

Mit einem stetig wachsenden Luftverkehr hat auch das Thema „Klimaschutz im Luftverkehr“ in der jüngeren Vergangenheit zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dabei kreist die Debatte vor allem um Stichworte wie Klimakiller, Klimawirkung und CO<sub>2</sub>-Ausstoß – um nur einige zu nennen. Kein Wunder: Schließlich herrscht in der breiten Öffentlichkeit die Meinung vor, ein modernes Flugzeug verbrauche pro 100 km und Passagier 40 Liter Treibstoff und mehr.

# „Versachlichen“ wollen



Das Klimaschutz-Portal soll helfen, die Diskussion über den Klimaschutz im Luftverkehr zu versachlichen, Zusammenhänge transparent darzustellen und Chancen und Entwicklungen der Klimaschutzmaßnahmen und -strategien im Luftverkehr aufzuzeigen.

# „Versachlichen“ wollen



Das Klimaschutz-Portal soll helfen, die Diskussion über den Klimaschutz im Luftverkehr zu versachlichen, Zusammenhänge transparent darzustellen und Chancen und Entwicklungen der Klimaschutzmaßnahmen und -strategien im Luftverkehr aufzuzeigen.

Die Erwähnung von „versachlichen“ ist häufig ein guter Hinweis darauf, dass mit den Argumenten etwas nicht stimmt.

# Ist „Klimaschutz“ Verharmlosung?

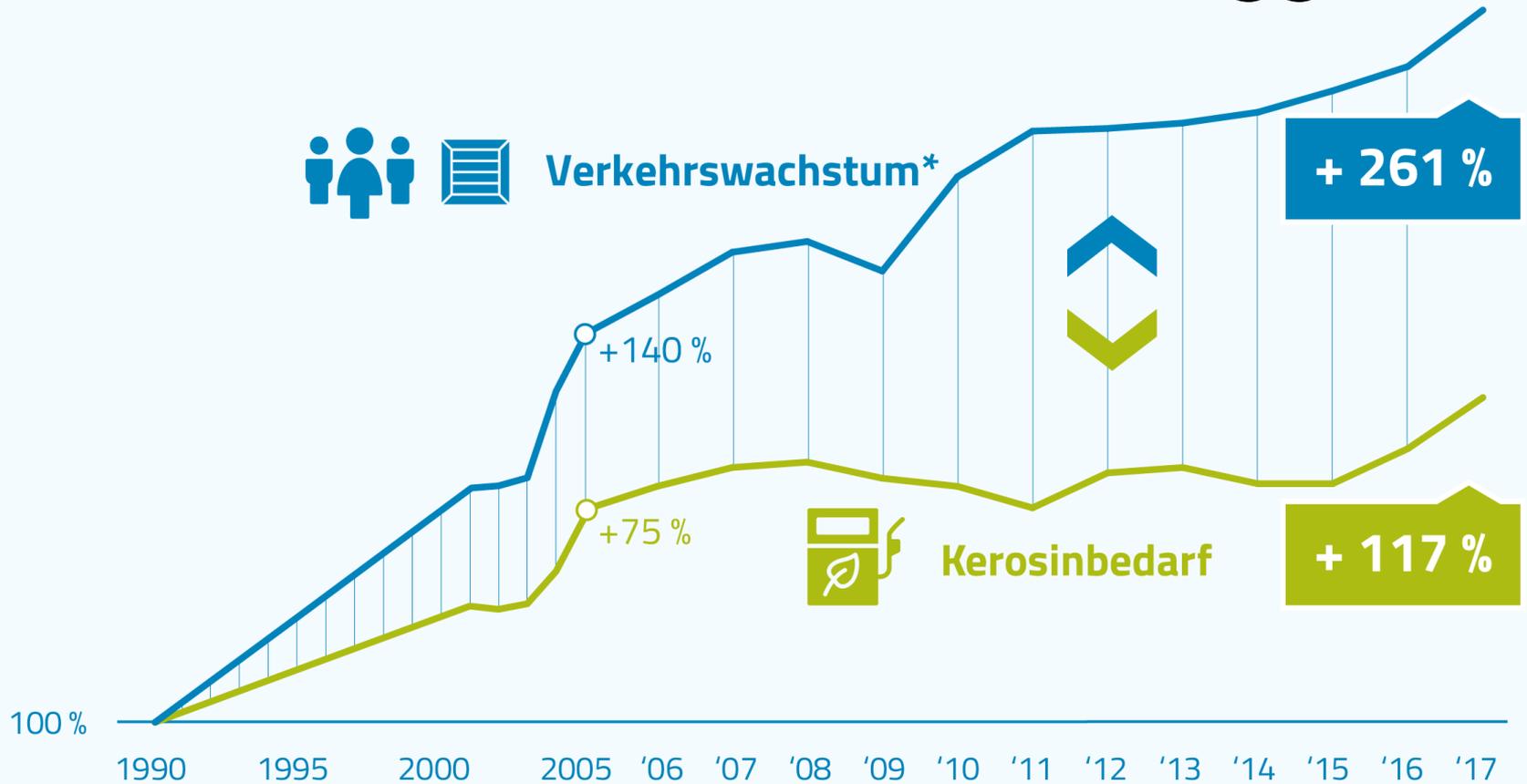
„Klimaschutz“ erinnert an Tierschutz, Denkmalschutz, Naturschutz, Umweltschutz.

Es klingt nach etwas freiwilligem. So wie in der Fußgängerzone einen 20er in die Spendenbüchse des Tierschutzvereins zu stecken, um sagen zu können: „Ich tu gerne etwas Gutes!“

Tatsächlich geht es aber um mehr. In der Atmosphäre haben sich so viel CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase angesammelt, dass es tatsächlich um existentielle Fragen geht, insbesondere für Menschen außerhalb der Industrieländer und Menschen der jungen Generation.

Jeder Flug fügt Klimaschadstoff – Treibhausgas – zum Problem hinzu.

# Mit relativen Zahlen Schlüsse suggerieren



\* Das Verkehrswachstum und der Kerosinbedarf beziehen sich auf die gesamte Verkehrsleistung aller Abflüge von Flughäfen in Deutschland.

# Relativ versus absolute Entwicklung

---

Es klingt positiv, wenn der Treibstoffverbrauch relativ zum Verkehrswachstum schwächer gestiegen ist.

Tatsächlich aber hat sich der Treibstoffverbrauch absolut mehr als verdoppelt. Es fliegen sehr viel mehr Flugzeuge – und diese erzeugen entsprechend mehr CO<sub>2</sub>.

Das hat die Klimakrise verschärft.

# Mit manipulativen Datendiagrammen arbeiten

## Verschleiern, dass Ziele ungenügend sind

Die folgende Grafik vermittelt das Gefühl, dass die Flugindustrie viel tut und 2050 am Ziel ist.

Tatsächlich reicht das Ziel bei weitem nicht: 50% CO<sub>2</sub>-Reduktion bis 2050 (nicht gegenüber 1990, sondern ggüber 2005). Die Grafik verschleiern dies, weil die Y-Achse fehlt und man zudem durch die fehlende X-Achse nicht sieht, dass die Y-Achse nicht bei Null liegt.

Um das Pariser Klimaübereinkommen erfüllen zu können, darf es ab 2050 keinen Netto-CO<sub>2</sub>-Ausstoß mehr geben.

Netto bedeutet hier: Ab 2050 kann ausnahmsweise noch emittiert werden, aber das muss an anderer Stelle durch Senken eliminiert werden. Wer aber eliminiert den 50%igen Rest ihres CO<sub>2</sub>-Ausstoßes?

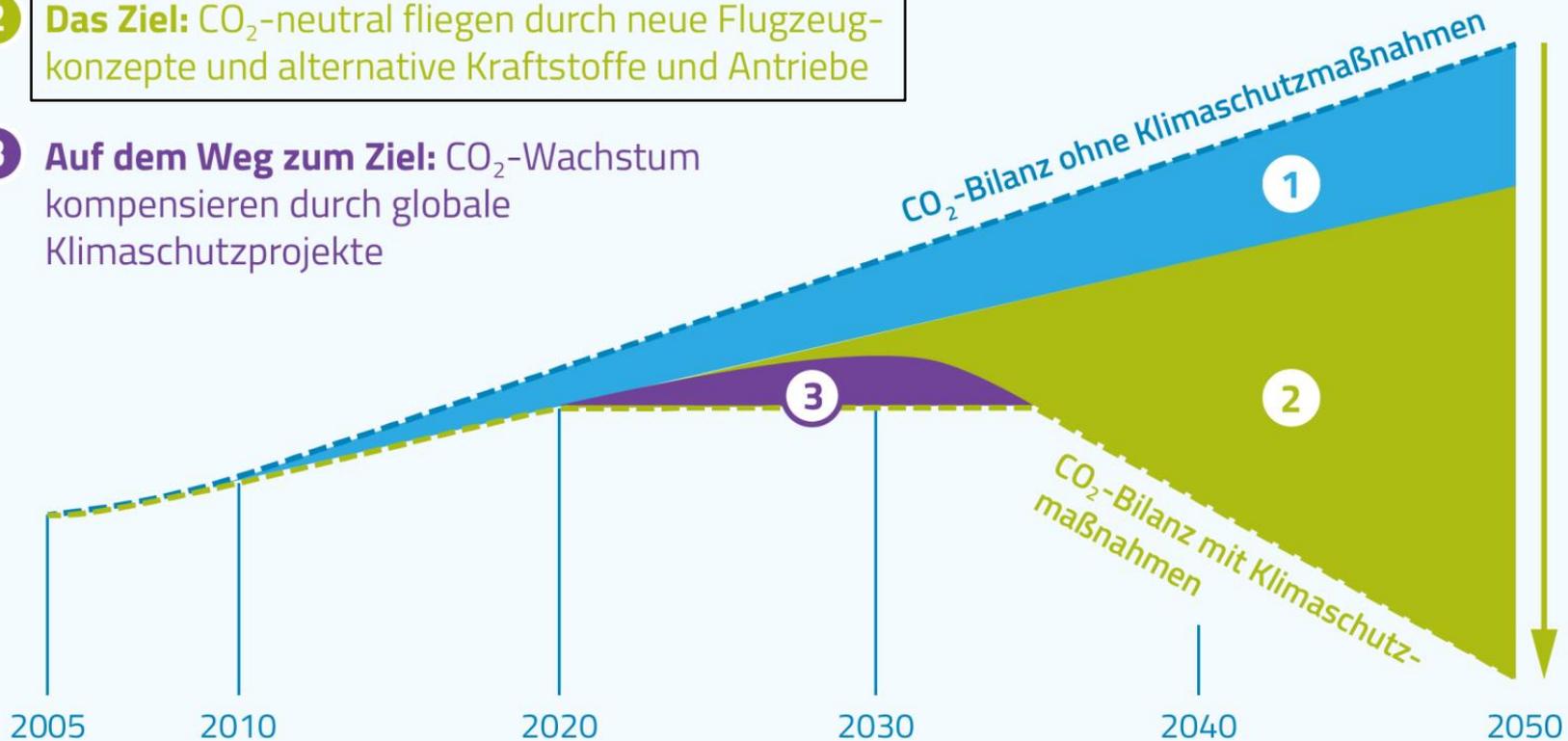
# Unklare Ziele

Das Ziel: CO<sub>2</sub>-neutral fliegen...

**1 Bereits heute:** Effizienz steigern – CO<sub>2</sub>-Anstieg verringern durch technische Innovationen, optimale Prozesse am Boden und in der Luft

**2 Das Ziel:** CO<sub>2</sub>-neutral fliegen durch neue Flugzeugkonzepte und alternative Kraftstoffe und Antriebe

**3 Auf dem Weg zum Ziel:** CO<sub>2</sub>-Wachstum kompensieren durch globale Klimaschutzprojekte



# Unklare Ziele

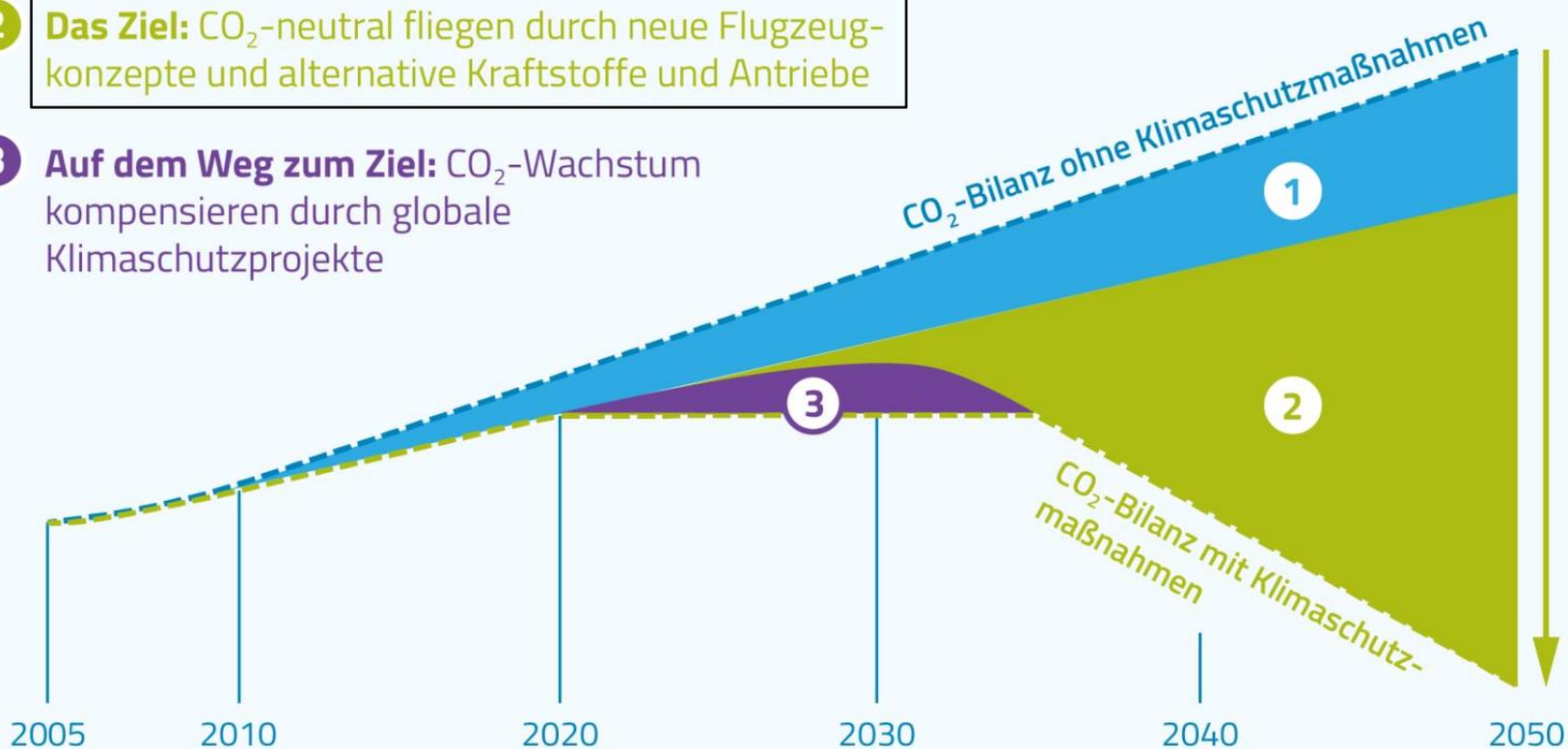
Das Ziel: CO<sub>2</sub>-neutral fliegen...

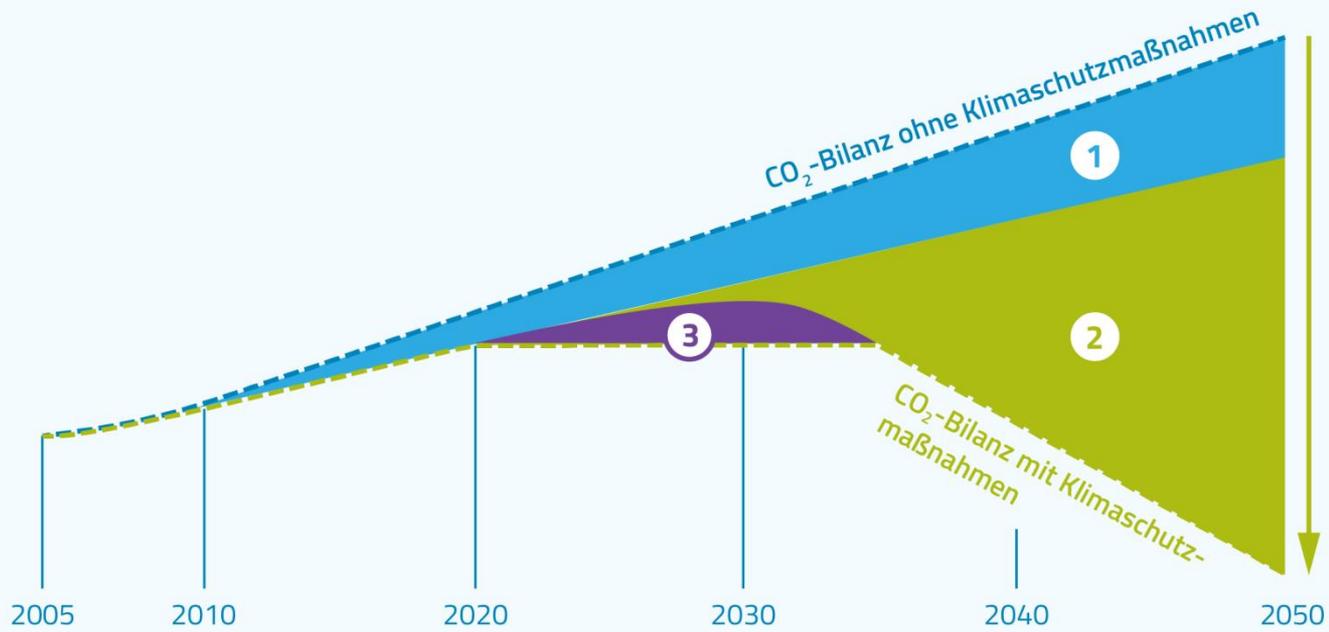
Aber bis wann?

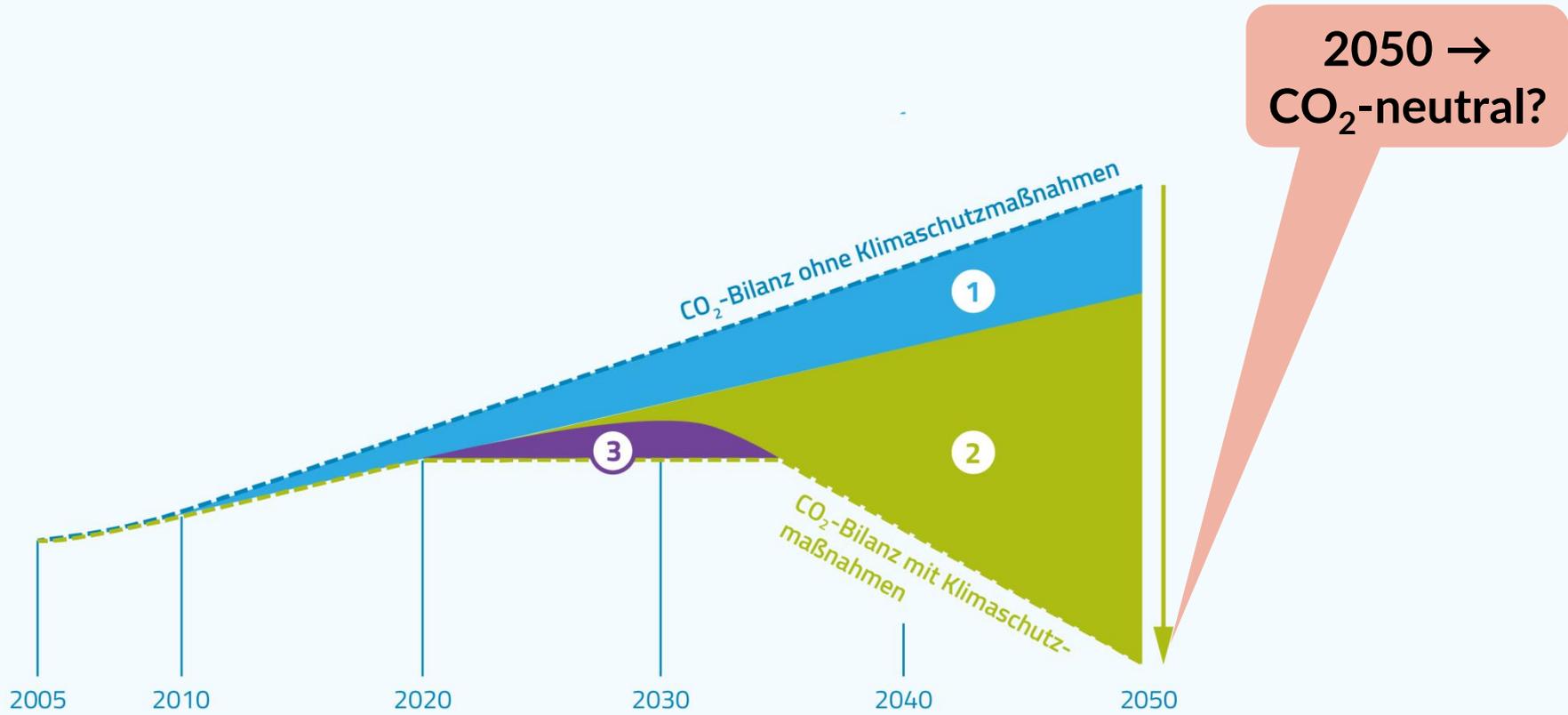
**1 Bereits heute:** Effizienz steigern – CO<sub>2</sub>-Anstieg verringern durch technische Innovationen, optimale Prozesse am Boden und in der Luft

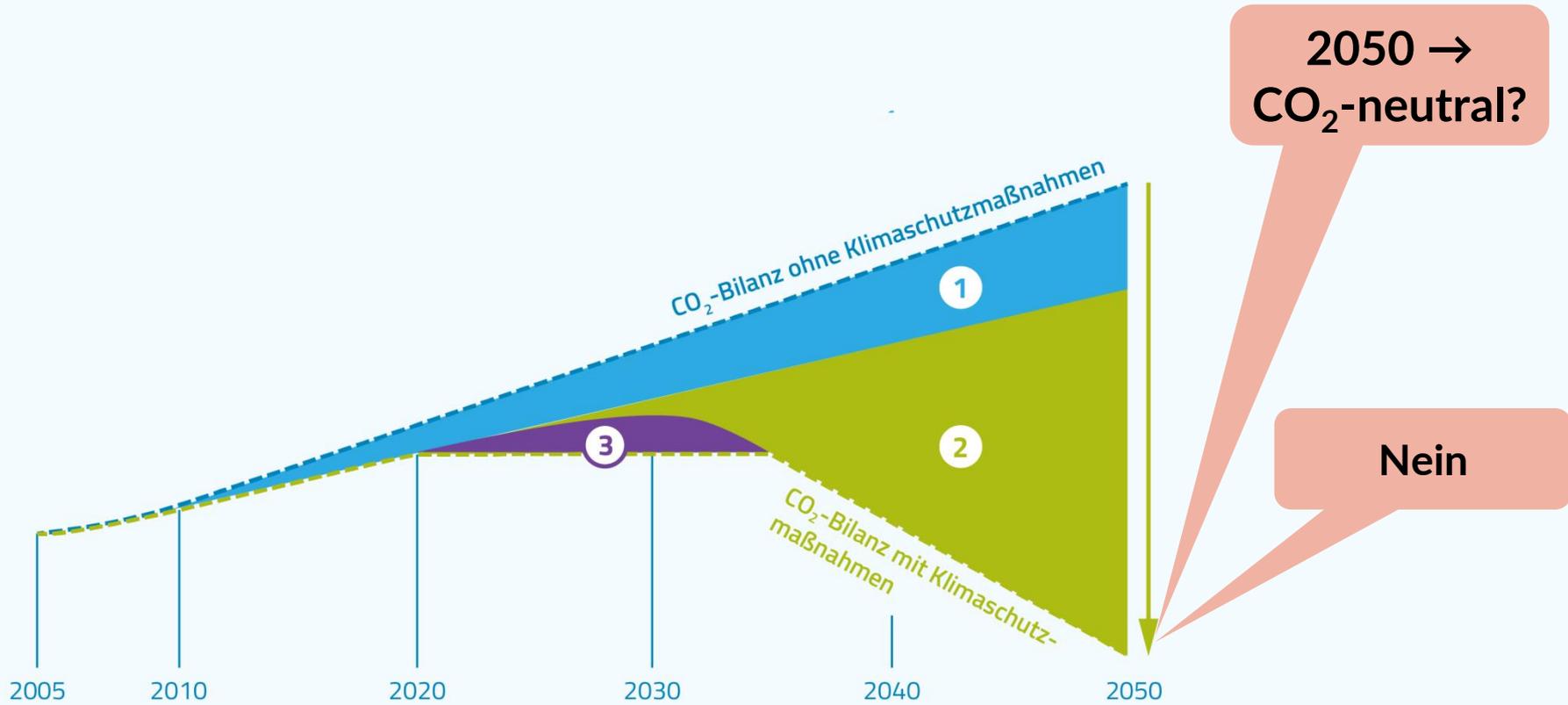
**2 Das Ziel:** CO<sub>2</sub>-neutral fliegen durch neue Flugzeugkonzepte und alternative Kraftstoffe und Antriebe

**3 Auf dem Weg zum Ziel:** CO<sub>2</sub>-Wachstum kompensieren durch globale Klimaschutzprojekte

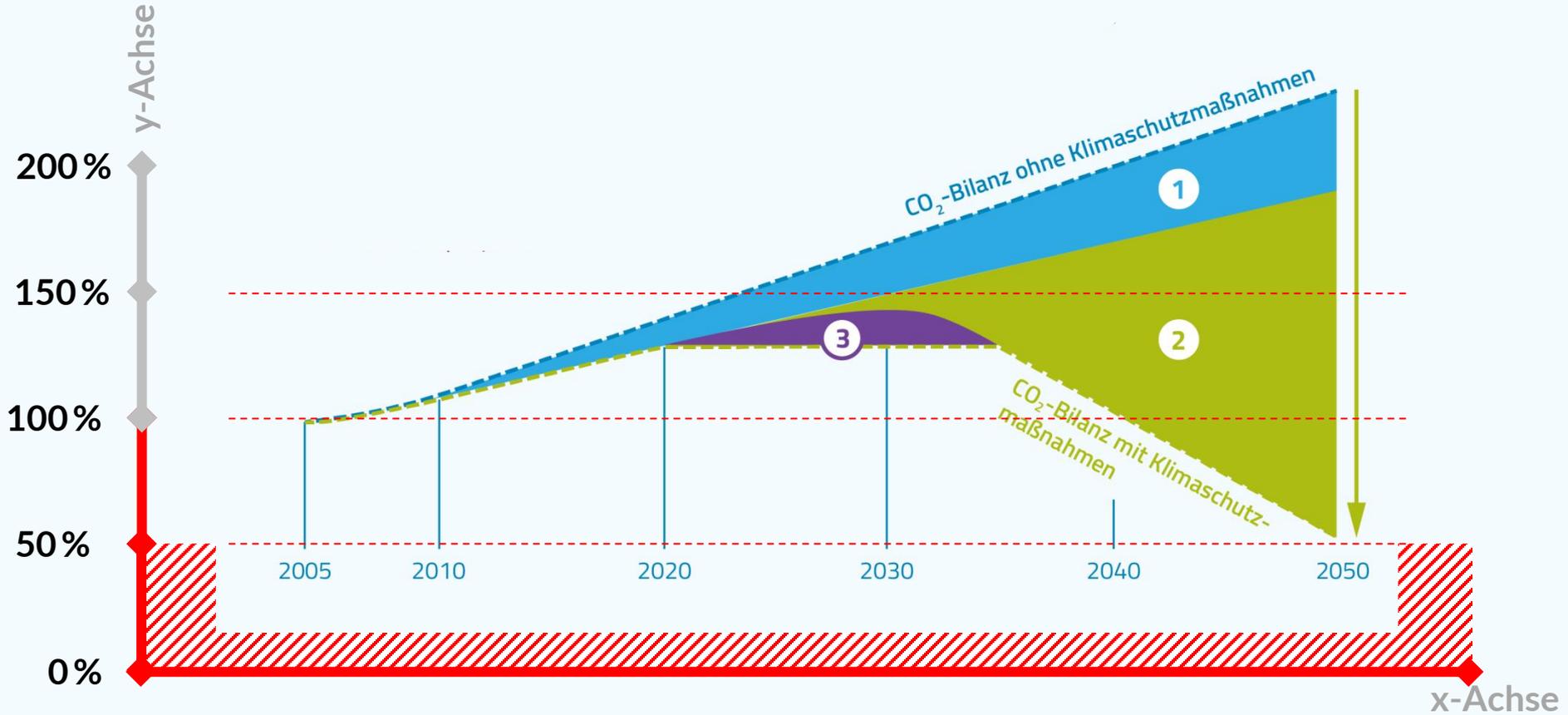






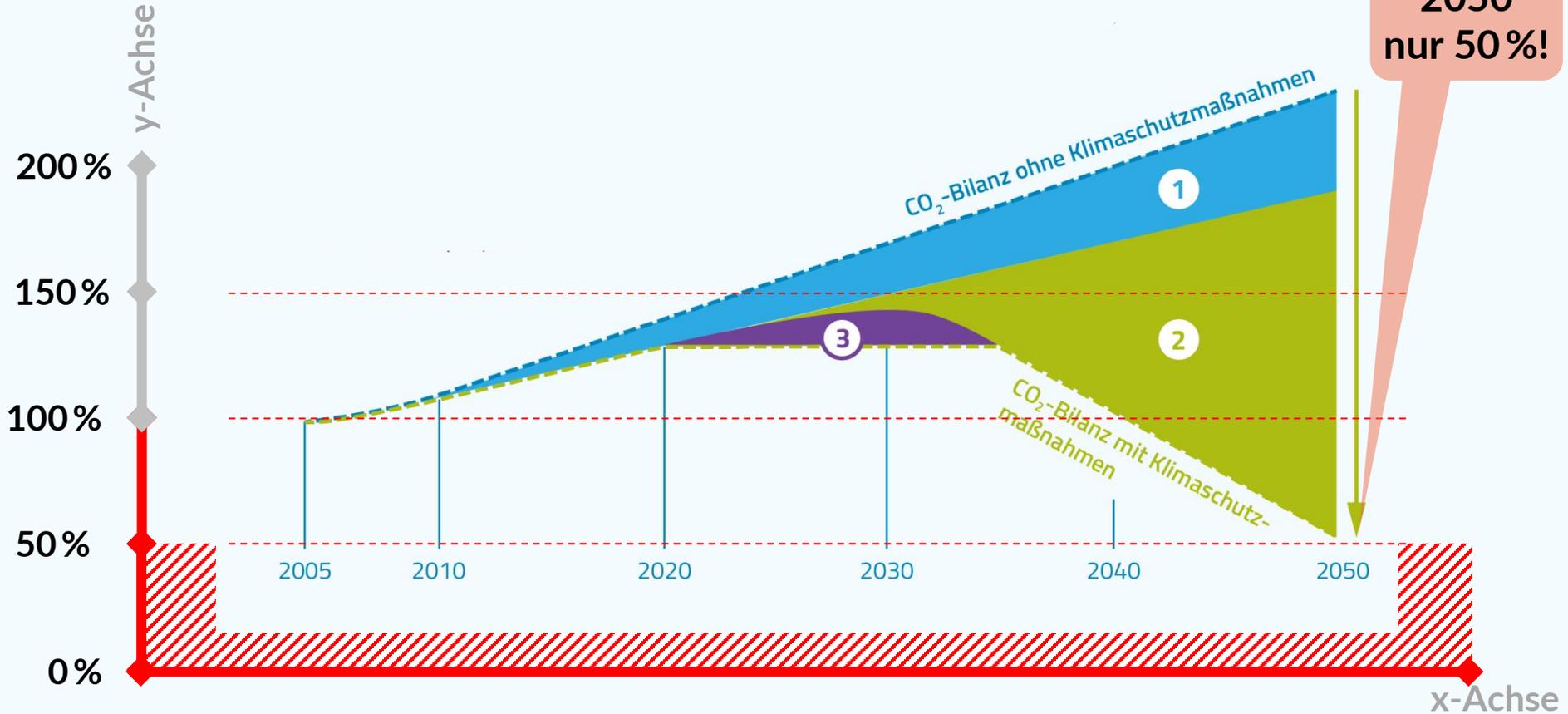


Durch fehlende y-Achse wird eine CO<sub>2</sub>-Neutralität suggeriert, obwohl nur 50% CO<sub>2</sub>-Reduktion bis 2050 geplant ist.



Emissionen sollen bis 2030 steigen, die Klimakrise verschärft.

Durch fehlende y-Achse wird eine CO<sub>2</sub>-Neutralität suggeriert, obwohl nur 50% CO<sub>2</sub>-Reduktion bis 2050 geplant ist.



Emissionen sollen bis 2030 steigen, die Klimakrise verschärft.

# Verwirren, Ungewissheiten hervorheben

Zur zusätzlichen Wirkung des Flugverkehrs durch Kondensstreifen (diese reflektieren Wärmestrahlung zur Erde zurück) heißt es, dass es hier noch Forschungsbedarf gäbe. Dies ist teilweise richtig. Man weiß aber, dass sie nicht harmlos sind, und kann die Wirkung wissenschaftlich gut abschätzen. Wo liegt die Beweislast?

An Reduktionsverpflichtungen im Sinne des Klimaübereinkommens ändern Kenntnisse über Details der Klimawirkung nichts.

Das Klimaschutz-Portal: <https://www.klimaschutz-portal.aero/klimakiller-nr-1/klimawirkung-des-luftverkehrs/>

# Was fällt an diesem Text auf?

„Die Klimawirkung des Luftverkehrs ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig: Art und Menge der Emissionen, Wetterbedingungen, Tageszeit und Emissionsort, die Verweildauer und die geografische Ausbreitung der Emissionen bestimmen das Ausmaß der Klimawirkung. Während die Klimawirkung des Kohlendioxids fundiert wissenschaftlich untersucht ist, gibt es zum Beispiel bei der Abschätzung der Klimawirkung der Kondensstreifen sowie Zirruswolken und der Stickoxide noch weiteren Forschungsbedarf.“

# Mit „Komplexität“ verwirren...

„Die Klimawirkung des Luftverkehrs ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig: **Art und Menge der Emissionen, Wetterbedingungen, Tageszeit und Emissionsort, die Verweildauer und die geografische Ausbreitung der Emissionen** bestimmen das Ausmaß der Klimawirkung. Während die Klimawirkung des Kohlendioxids ...

# ... und mit „Forschungsbedarf“ verwirren

„... Ausmaß der Klimawirkung.

Während die Klimawirkung des Kohlendioxids fundiert wissenschaftlich untersucht ist, gibt es zum Beispiel bei der Abschätzung der **Klimawirkung der Kondensstreifen** sowie Zirruswolken und der Stickoxide noch **weiteren Forschungsbedarf.**“

Kondensstreifen verdoppeln wahrscheinlich die Klimawirkung des ausgestoßenen CO<sub>2</sub>.  
Wissenschaftliche Studien kommen jedoch tatsächlich zu unterschiedlichen Ergebnissen.



# Allgemeine Informationen

Dies ist eine *Materialsammlung* unter offenen Lizenzen für eigene Vorträge, Workshops, Poster, Flyer etc.

Wir können keine Fehlerfreiheit garantieren. Nutzer:innen sollten Inhalt und Form stets selbst prüfen, verbessern und in eigene Zusammenhänge bringen. Entwickelt die Arbeit selbstbewusst weiter! Wir sind für Hinweise auf Fehler & Verbesserungsmöglichkeiten dankbar, s. nächste Folie.

Wir wünschen euch viel Erfolg!

(Folien mit blauem Hintergrund (wie hier) sind Hinweise für die Vorbereitung, nicht zur Anzeige im Vortrag.)

## Weitere Infos:

Viele Folien versuchen, den objektiven Stand der Forschung darzustellen. Andere Folien (z. B. Handlungsoptionen, Einschätzungen, Kritik, positive Entwicklungen) erheben hingegen keinen Anspruch auf Objektivität.

Die Folien enthalten im Powerpoint-Notizbereich zusätzliche Informationen (z. B. Quellen; fehlen in den PDFs). Stellt euer Programm zur Bearbeitung der Folien bitte so ein, dass dieser Bereich sichtbar ist.

Copyright/Lizenzangaben stehen in Mikroschrift auf der Folie und zusätzlich im Notizbereich. Diese dürfen (außer bei CC0) nicht entfernt werden (aber an anderer Stelle erscheinen). Bei Überarbeitung bitte den eigenen Namen hinzufügen („© Erstautoren, modif. EuerName, Lizenz“). Mehr in „Vertiefte Informationen zu Lizenzen.pptx/pdf“.

Für einige Folien gibt es Varianten für verschiedene Zielgruppen bzw. kurz für Vortrag + lang für Druck/Web. Schriftarten (OpenSource) sind im S4F Downloadbereich als „Diese\_Fonts\_eventuell\_installieren.zip“ verfügbar.

# Bitte helft mit!

Wir würden dieses Angebot gerne verbessern:

1. Hattet ihr Fragen, die nicht angesprochen wurden?

2. Manche Folien sind nur vorläufig geprüft, andere sind vielleicht zu kompliziert.

Bitte schickt Verbesserungsvorschläge, Hinweise auf Fehler oder Ungenauigkeiten als Kommentare in der Datei (siehe unten). Falls ihr Powerpoint verwendet, nutzt bitte die eingebaute Kommentarfunktion.

3. Habt ihr eigene oder verbesserte Folien? Bitte schickt sie uns mit Copyright („© Namen-der-Urheber“) und Lizenzangabe (ideal ist „CC BY-SA 4.0“) an [g.m.hagedorn@gmail.com](mailto:g.m.hagedorn@gmail.com).

4. Habt ihr andernorts gute Grafiken gesehen, die hier sinnvollerweise ergänzt werden sollten? Bitte nennt die Quelle (möglichst auch Webadresse) und gebt an, ob lizenziert oder unter Zitatrecht verwendet.

**Rücksendung von Ergänzung/Kritik:** Eigenen Namen an Dateinamen anhängen, hier hochladen: <https://owncloud.gwdg.de/index.php/s/Szm8vDJ60zmnwNgX> (= UPLOAD-ONLY Folder) und E-Mail an [g.m.hagedorn@gmail.com](mailto:g.m.hagedorn@gmail.com).

Dankeschön!

# Grafiken aus dieser Sammlung könnten z. B. für folgende Schulfächer nützlich sein:

Schulfach	Thema der Stunde
	<b>Bitte helft, diese Tabelle zu füllen!</b>
Weitere Ideen?	