

Was läuft verkehr(t)? Mehr Mut beim Klimaschutz im Verkehr

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer

Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrssysteme

Universität Kassel

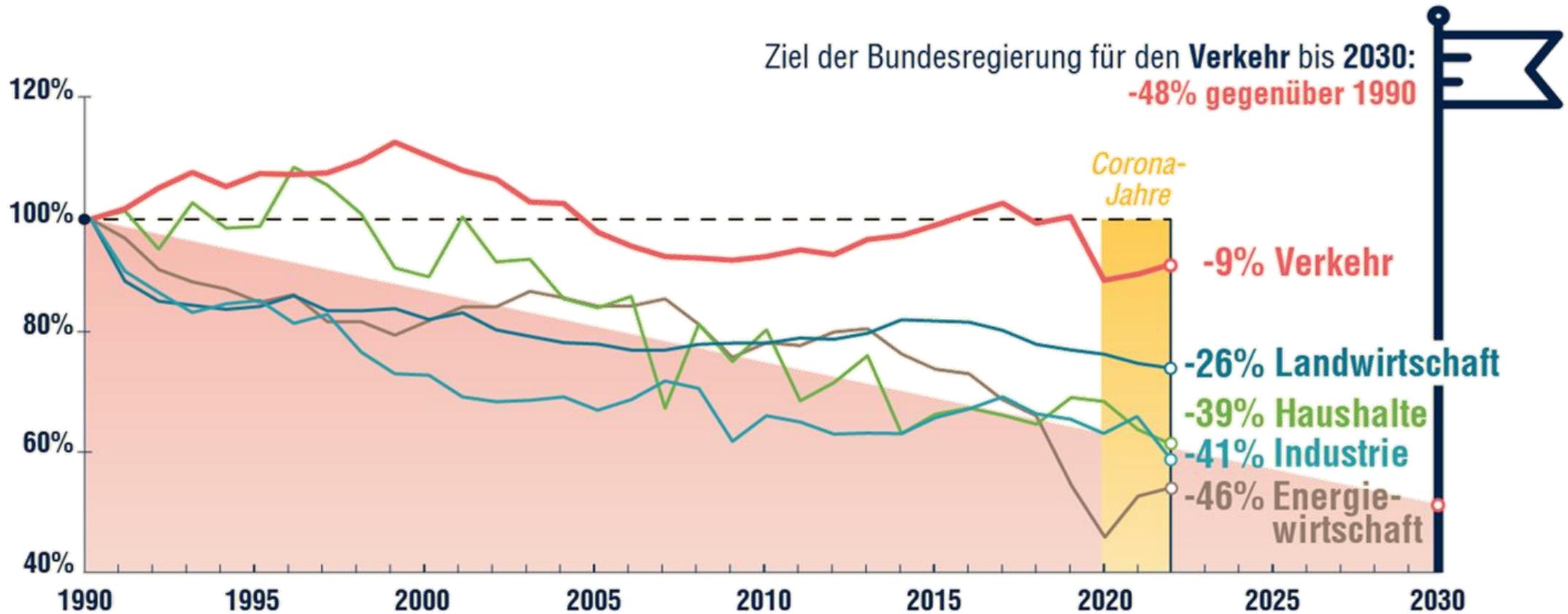


Agenda

- 1. Bestandsaufnahme: Wo stehen wir beim Klimaschutz im Verkehr?**
- 2. Kann das Elektro-Auto das Klima retten?**
- 3. Lösungsansatz: So erreichen wir die Klimaziele im Verkehr.**
- 4. Fazit**



Entwicklung der THG-Emissionen in Deutschland



Quelle: Allianz pro Schiene: Homepage, 2023,
<https://www.allianz-pro-schiene.de/themen/umwelt/treibhausgas-emissionen/>, abgerufen am 22.06.2023

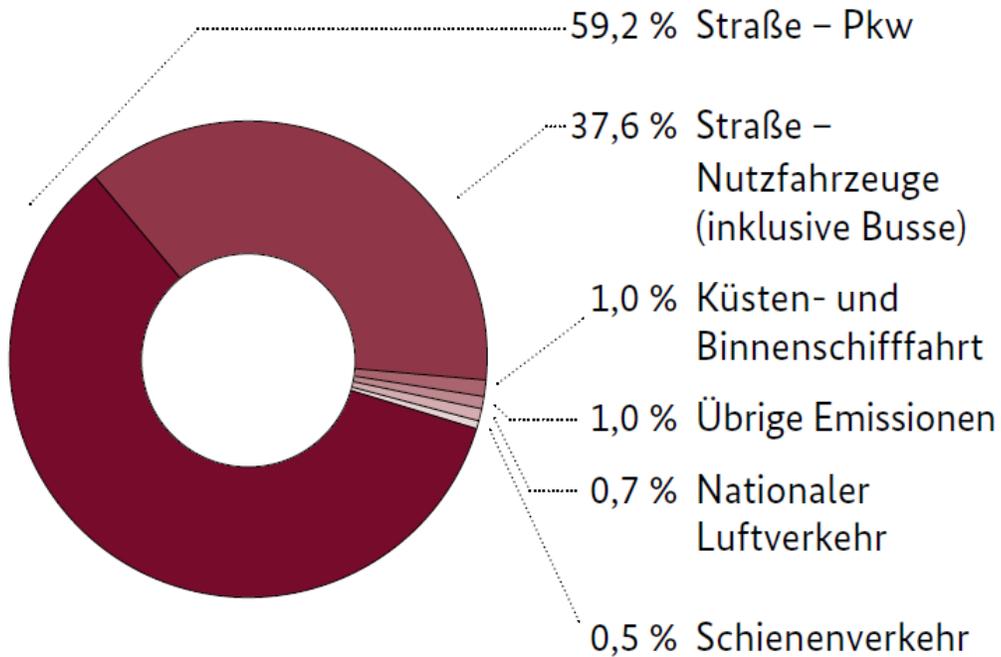


Bilanzierung nach Kyoto-Protokoll / Klimaschutzgesetz

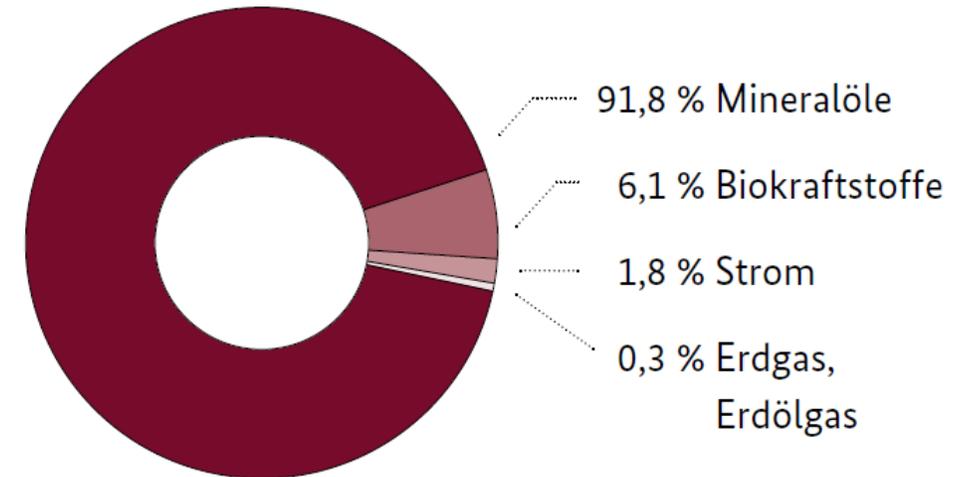
THG-Emissionen	Sektor
... aus der Herstellung von Kraftstoffen	Industrie
... durch Kraftstoffverbrauch	Verkehr
... durch Stromverbrauch	Energiewirtschaft
... aus der Herstellung und Entsorgung von Fahrzeugen	Industrie
... aus dem Bau von Verkehrsanlagen	Industrie

THG-Emissionen nach Verkehrsträgern in Deutschland (Stand 2020)

Quelle der THG-Emissionen (Sektor Verkehr)



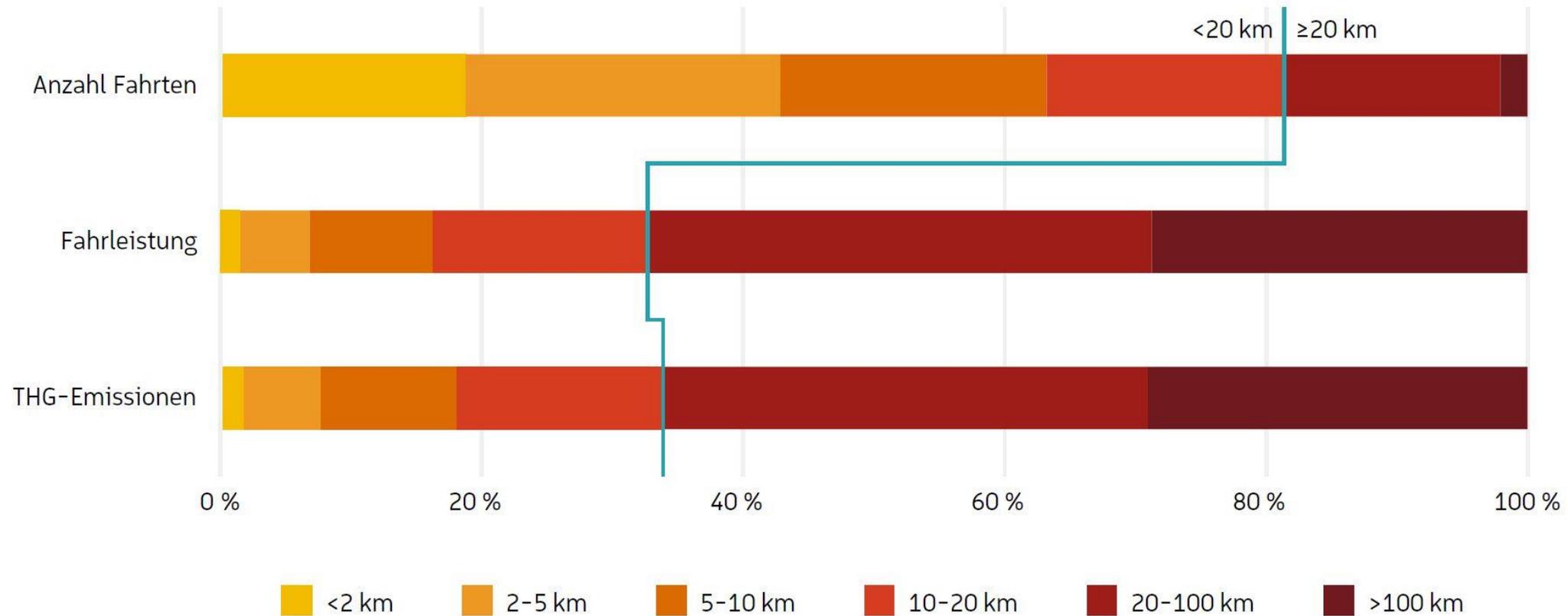
Endenergieverbrauch im Verkehr nach Energieträgern



Quelle: BMU: „Klimaschutz in Zahlen“, 2022, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/klimaschutz-in-zahlen.pdf?__blob=publicationFile&v=8, abgerufen am 19.06.2023



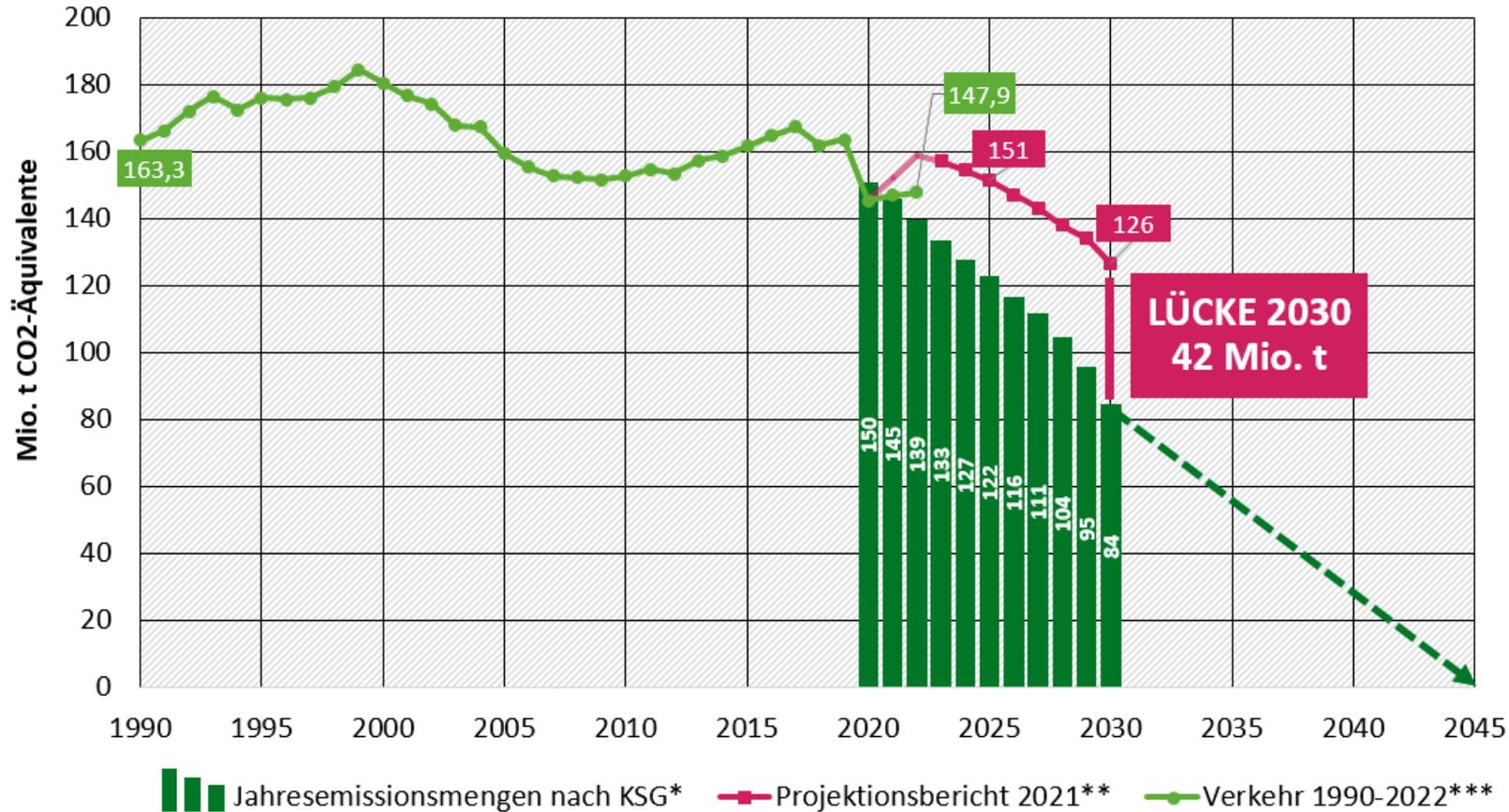
Pkw-Fahrten, Pkw-Fahrleistung und THG-Emissionen nach Entfernung in Deutschland



Quelle: Nationale Plattform Zukunft der Mobilität, Arbeitsgruppe 1 „Klimaschutz im Verkehr“ (2021): Wege für mehr Klimaschutz im Verkehr, Berlin; Zahlen nach Mobilität in Deutschland – MID 2017, Ergebnisbericht, Berlin 2020.



Entwicklung und Zielerreichung der THG-Emissionen in Deutschland im Sektor Verkehr



* Angepasste Ziele aufgrund von Zielüberschreitung ** Berechnete Werte des „Projektionsbericht 2021“ weichen teilweise von später veröffentlichten offiziellen IST-Werten ab. *** Für 2022 nur vorläufige Emissionsdaten.

Quelle: UBA
15.03.2023

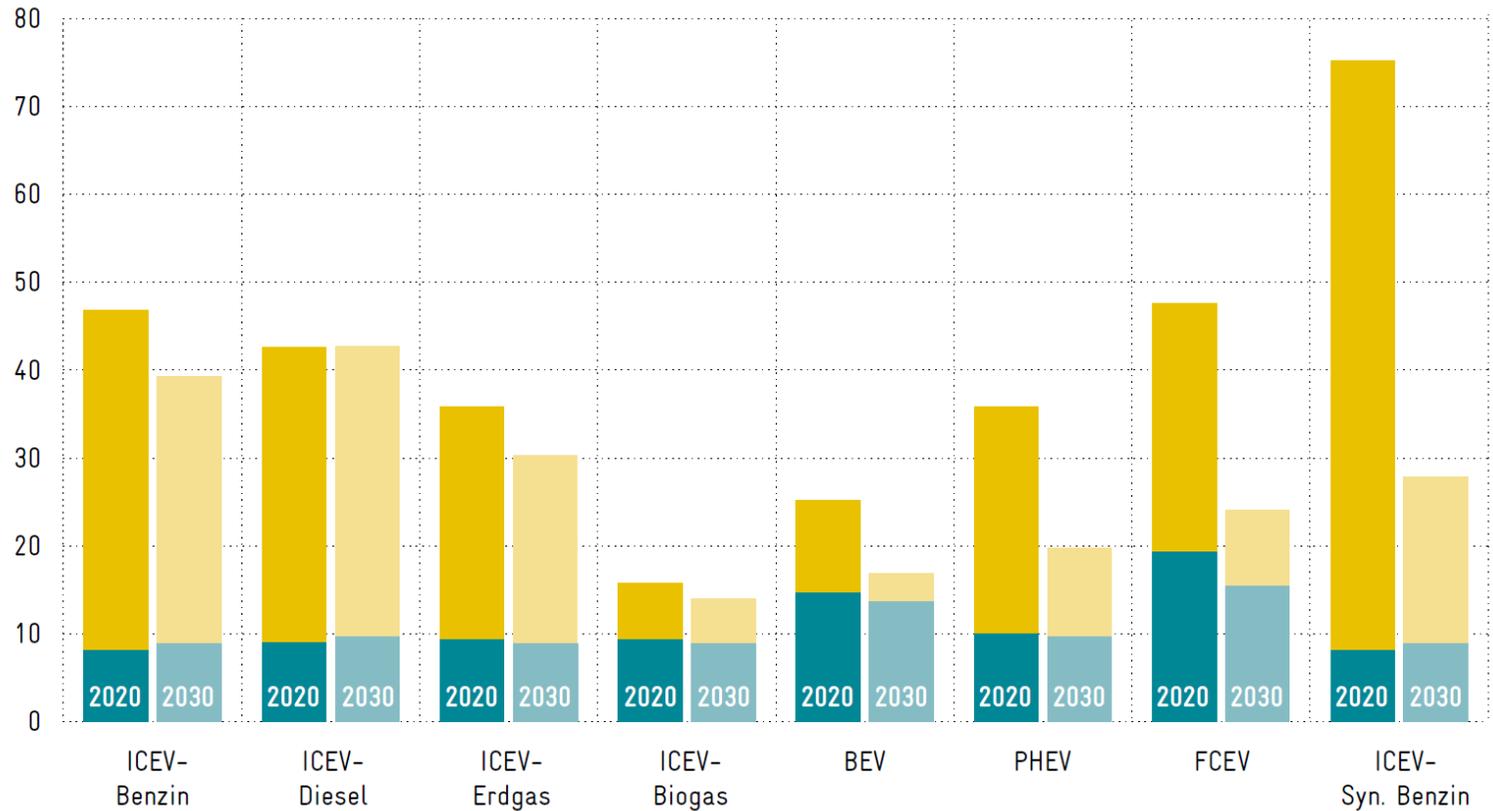


Zwischenfazit

Bei einer Fortführung der derzeitigen Politik werden die Klimaschutzziele im Verkehrssektor weit verfehlt.

THG-Emissionen über das Fahrzeugleben (1)

t CO₂-Äq./Fahrzeug



Beispiel: ein 2020/2030
angeschafftes Kompaktfahrzeug

Quelle: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI): Gutachten 2022, basierend auf Wietschel et al. (2022).



THG-Emissionen über das Fahrzeugleben (2)

Box B2-2 Annahmen zu Fahrzeugen, Batterien und Strommix

Die Studie betrachtet die Umweltbilanz und die Wirtschaftlichkeit eines Fahrzeugs der Kompaktklasse (z.B. Ford Focus, VW Golf, Toyota Corolla), das im Jahr 2020 bzw. 2030 angeschafft und über 15 Jahre gefahren wird. Es wird dabei weitestgehend von realistischem Fahrverhalten ausgegangen. Bei PHEV wird ein Ladeverhalten angenommen, das eine Nutzung des elektrischen Fahranteils ermöglicht. Im Gegensatz hierzu zeigen empirische Ergebnisse aus Plötz et al. (2020) eine deutlich geringere Nutzung des elektrischen Antriebs bei PHEV. Die Fahrzeugbatterien werden 2020 noch in Übersee (China, Südkorea, Japan, USA) produziert. Für 2030 unterstellt die Studie eine Zellfertigung in Europa und damit einen europäischen Strommix in der Batterieproduktion. Das modellierte Fahrzeug nutzt Nickel-Mangan-Kobalt-Batterien, bei denen durch technologischen Fortschritt der Anteil an Kobalt bis 2030 gesenkt und zugleich eine höhere Energiedichte erreicht wird.

Annahmen zum Fahrzeug und zur Batterie	2020	2030
Fahrleistung über das Fahrzeugleben	187.500 km	187.500 km
Lebensdauer des Fahrzeugs	15 Jahre	15 Jahre
Realer Kraftstoff-/Energieverbrauch je 100 Kilometer		
— ICEV-Benzin	7,1 l	5,6 l
— ICEV-Diesel	5,9 l	5,5 l
— ICEV-Gas	4,7 kg	3,8 kg
— BEV	18,8 kWh	16,9 kWh
— PHEV	3,4 l + 11 kWh	1,8 l + 13,2 kWh
— FCEV	1 kg	0,8 kg
Durchschnittskapazität der Fahrzeugbatterie bei BEV (Fahrzeugreichweite)	55 kWh (ca. 290 km)	69 kWh (ca. 410 km)
Es wird eine Batterie je Fahrzeugleben unterstellt.		
Energiedichte je Kilogramm	150 Wh	200 Wh
Annahmen zum Strommix		
THG-Emissionen aus der Stromerzeugung je kWh	470 g	146 g

Die unterstellte Entwicklung des Strommix folgt dem Treibhausgasneutralen Szenario des ehemaligen Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi),²¹⁴ das unterstellt, dass die THG-Emissionen in Deutschland durch eine Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien von 1990 bis 2030 um 65 Prozent und bis 2040 um 88 Prozent sinken. Bei ICEV-Benzin und ICEV-Diesel wird 2030 eine Umstellung auf Hybridantriebe angenommen. HEV werden in der Studie nicht gesondert betrachtet.

Quelle: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI): Gutachten 2022, basierend auf Wietschel et al. (2022).



Marktanteile von Elektro-Pkw in Deutschland

	01.01.2023	Ziele / Szenarien	
		2030	2045 ⁴⁾
Elektro-Pkw	1,01 Mio.	15 Mio. ¹⁾	36 Mio.
Hybrid-Pkw	2,35 Mio.		
Gesamtzahl Pkw	48,8 Mio.	51 Mio. ²⁾	37 Mio.
Anteil Elektro-Pkw	2%	29%	97%
Anteil erneuerbarer Energiequellen an Stromerzeugung	46%	80% ¹⁾ 46% ³⁾	100%

¹⁾ Ziel der Bundesregierung (Koalitionsvereinbarung der Ampel-Koalition)

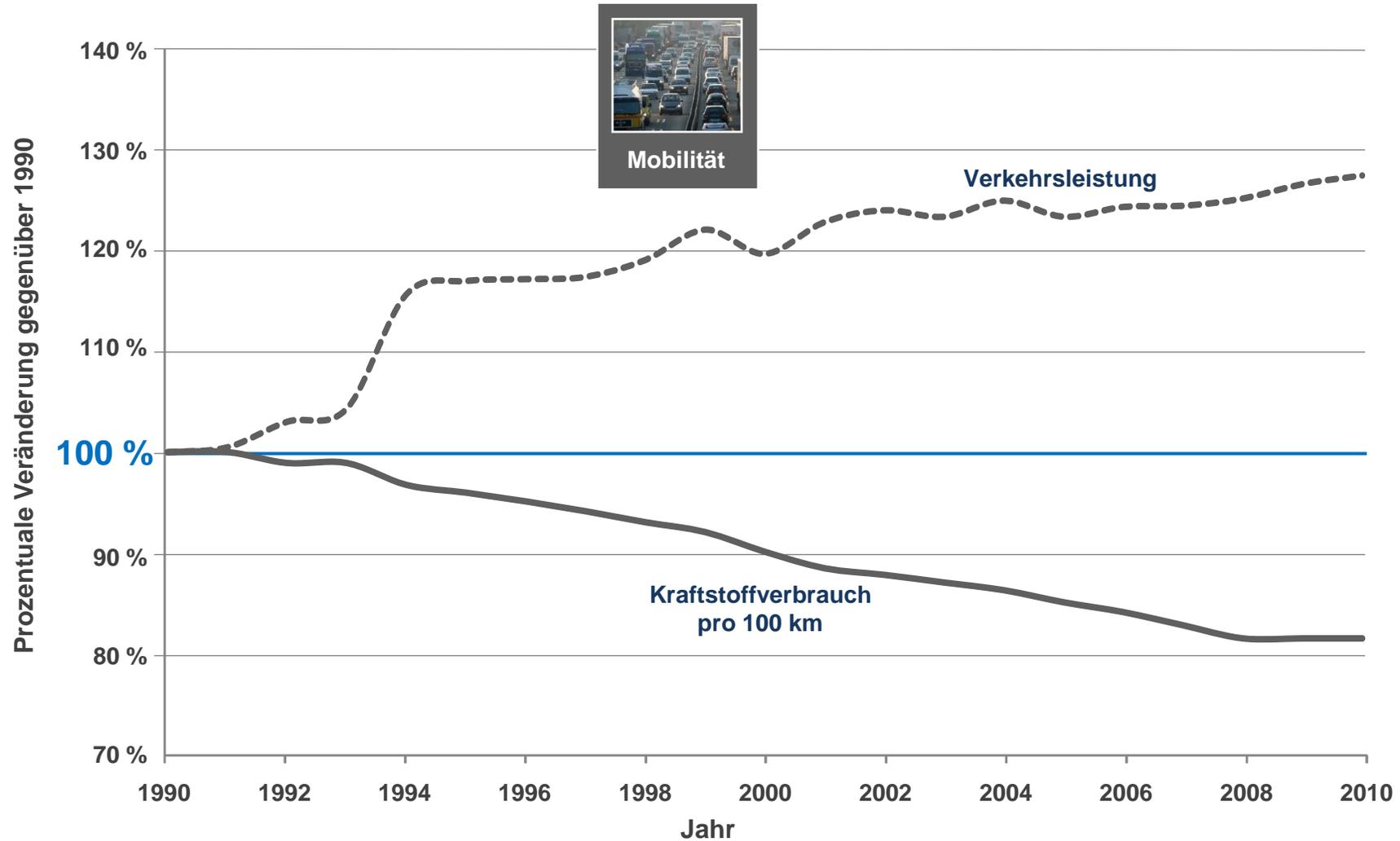
²⁾ VDA (2016)

³⁾ EWI (2020)

⁴⁾ Prognos et al. (2021)



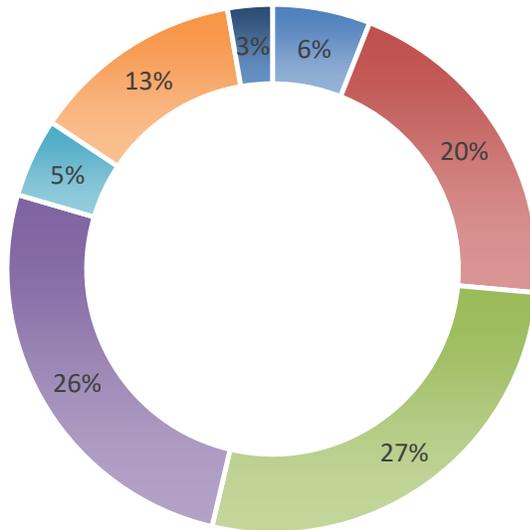
Rebound-Effekte (2)



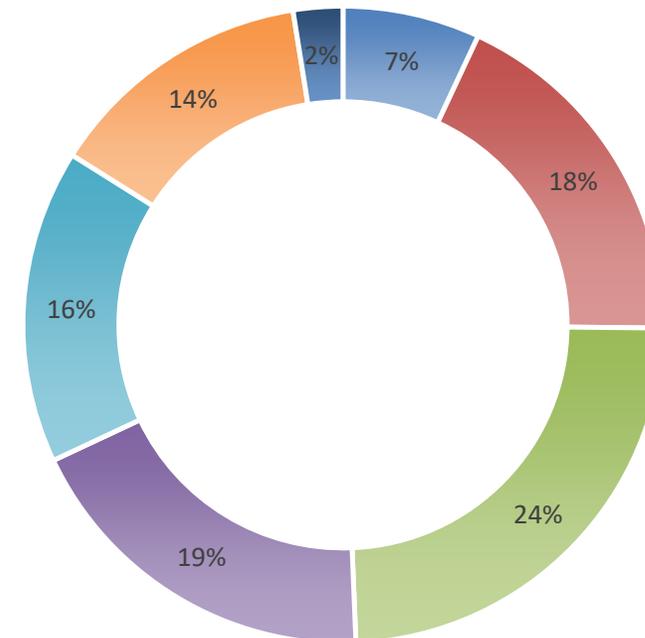
Rebound-Effekte (3)

- mehr Fahrzeuge in höheren Fahrzeugsegmenten (v.a. SUVs und Geländewagen)

**Pkw-Bestand
zum 01.01.2012**
42,9 Mio.



**Pkw-Bestand
zum 01.01.2022**
48,5 Mio.

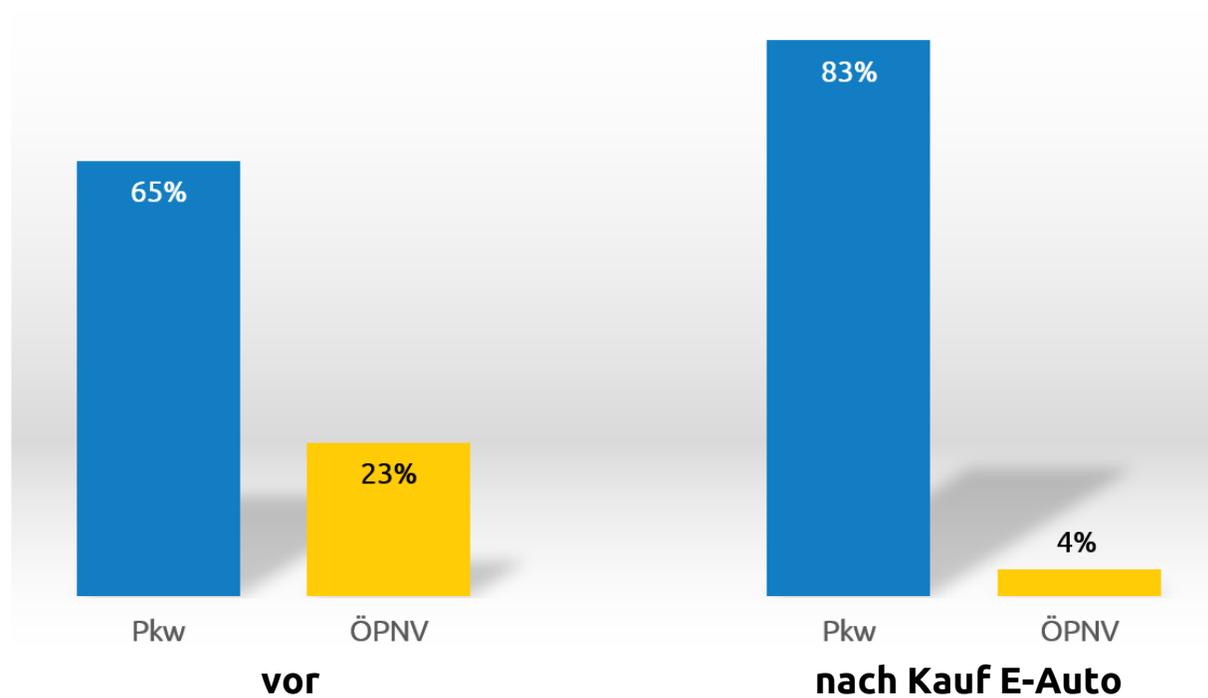


- Minis
- Kleinwagen
- Kompaktklasse
- Mittelklasse / Oberklasse / Sportwagen
- SUVs / Geländewagen
- Vans / Utilities / Wohnmobile
- Sonstige



Rebound-Effekte (4)

- **Finanzieller Rebound:** aufgrund der geringeren Betriebskosten (gegenüber Pkw mit Otto- oder Diesel-Motor) Anreiz zu höherer Fahrleistung
- **Mentaler Rebound:** die wahrgenommene geringe Umweltbelastung kann zur Substitution von Öffentlichem Verkehr und Radverkehr führen



Quelle: UPI, Ökologische Folgen von Elektroautos, UPI-Bericht Nr. 79, August 2015

Zwischenfazit

Eine reine Antriebswende reicht nicht aus, um die Klimaziele im Verkehr zu erreichen.

- Reduktionen von THG-Emissionen hängen ab von
 - Energiewende (Anteil regenerativ erzeugten Stroms)
 - Kaufverhalten
 - Lebensdauer der Batterie
 - Größe der Rebound-Effekte
- Keine Lösung bei
 - Verkehrssicherheit
 - Flächeninanspruchnahme, Aufenthaltsqualität
 - Lärm (mindestens bei Geschwindigkeiten über 50 km/h)
 - Stau



Strategien zur Reduzierung der THG-Emissionen

1. Gesamter motorisierter Verkehr



2. Verbleibender motorisierter Verkehr



3. Restverkehr



Bildquelle: Schröter, F.; eigene Homepage,
www.dr-frank-schroeter.de

Push & Pull-Strategie zur Reduzierung des Kfz-Verkehrs (1)

Maßnahmen mit push-Effekten

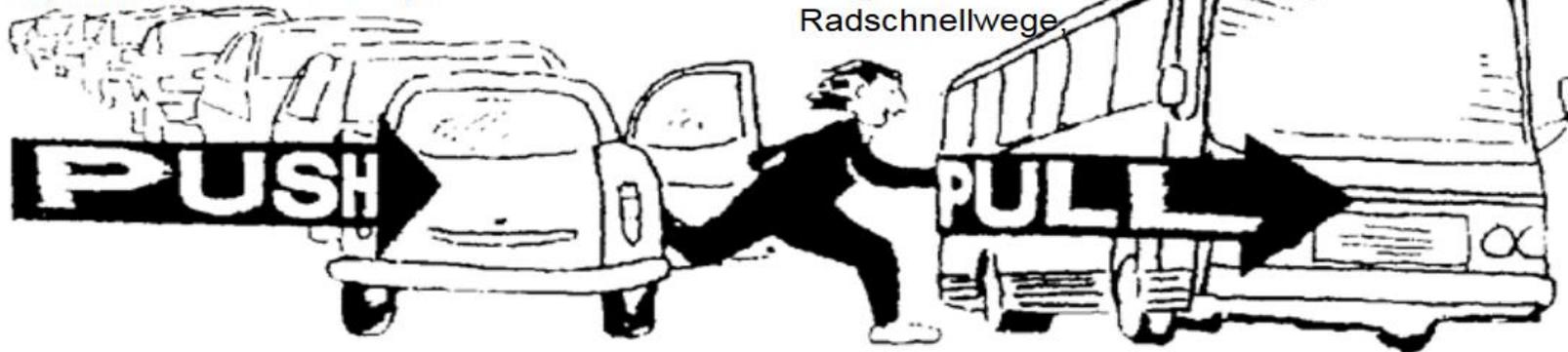
Parkraumbewirtschaftung, Einschränkung der Stellplatzsatzung, Zufahrtsbeschränkungen, ("autofreie Zonen", ...), Staumanagement und Zufahrtsdosierung, Geschwindigkeitsdämpfung, Straßenbenutzungsgebühren, ...

City-Maut, blaue Plakette, flächenhafte Tempolimits (100 – 80 – 30),

Maßnahmen mit pull-Effekten

Vorrang für Busse und Bahnen, häufige Bedienung, fahrgastfreundliches Umfeld, mehr Komfort und Service, park-and-ride, bike-and-ride, ..., flächendeckende Radverkehrsnetze, attraktive Fußwegeverbindungen, ...

Straßenbahnnetz ausbauen (50er Jahre), Taktverdichtung
Bürgerticket
Radschnellwege



Maßnahmen mit push- und pull-Effekten

Umverteilung von Straßenfläche (weniger Fläche für Autos, weniger Straßenparken, mehr Busspuren, mehr Radverkehrsfläche, breitere Gehwege, ...), Umverteilung von Freigabezeiten an Lichtsignalanlagen (mehr Grünzeit für den "Umweltverbund", kurze Umlaufzeiten, ...) Öffentlichkeitsarbeit, Bürgerbeteiligung und Marketing, Überwachung und Ahndung

Quelle: Reutter, O.: Verkehrswende Wuppertal, Vortrag, 09. Mail 2017

Push & Pull-Strategie zur Reduzierung des Kfz-Verkehrs (2)

Empfehlung des wissenschaftlichen Beirats beim BMVI: „Perspektiven für den Stadtverkehr der Zukunft“, 2021

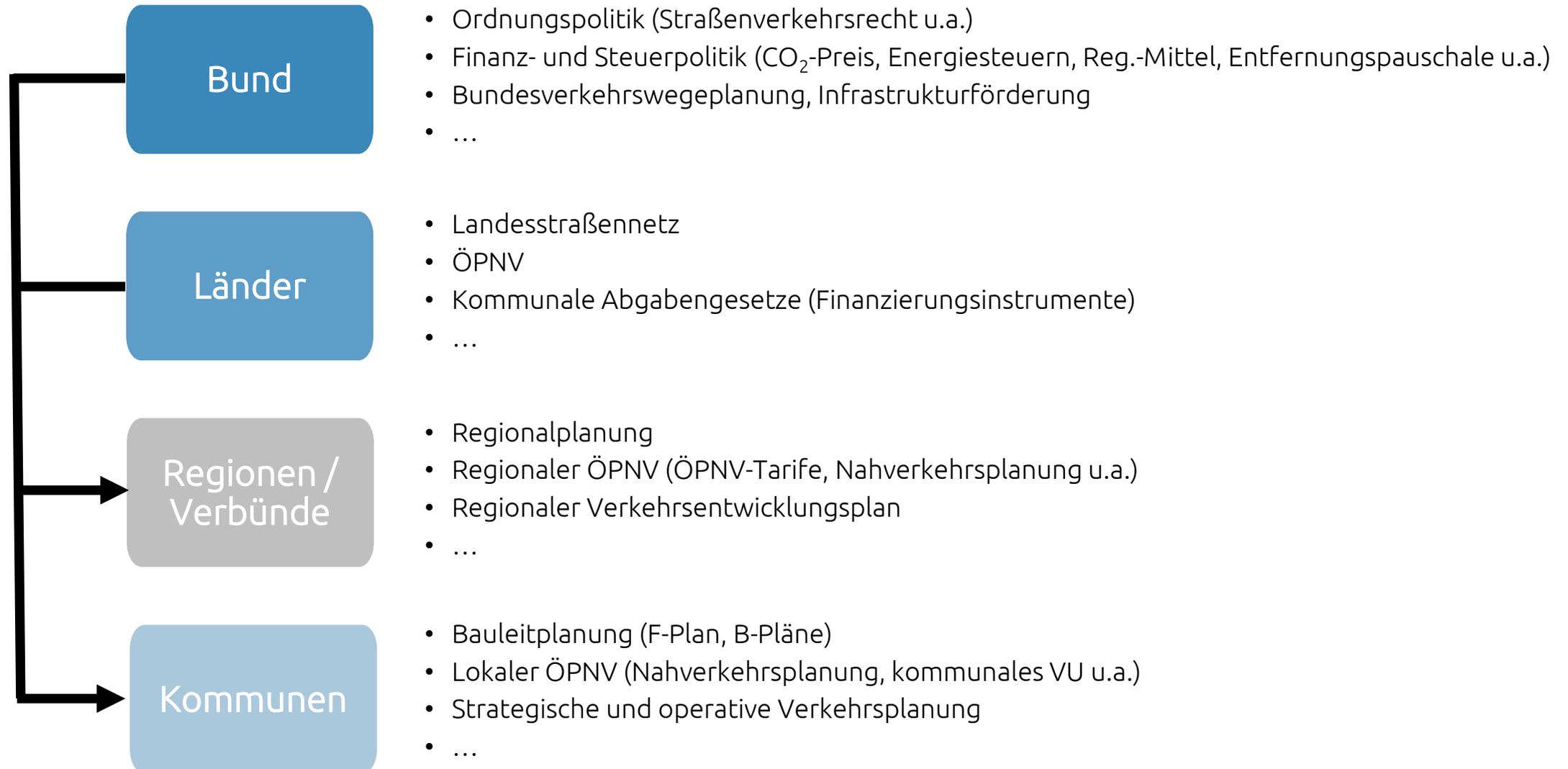
Push- und Pull-Maßnahmen kombinieren

Push-Maßnahmen (Preise, Restriktionen) haben auf das Mobilitätsverhalten stärkere Wirkungen als Pull-Maßnahmen (günstige Alternativangebote). Deshalb müssen beide Maßnahmenklassen miteinander kombiniert werden.

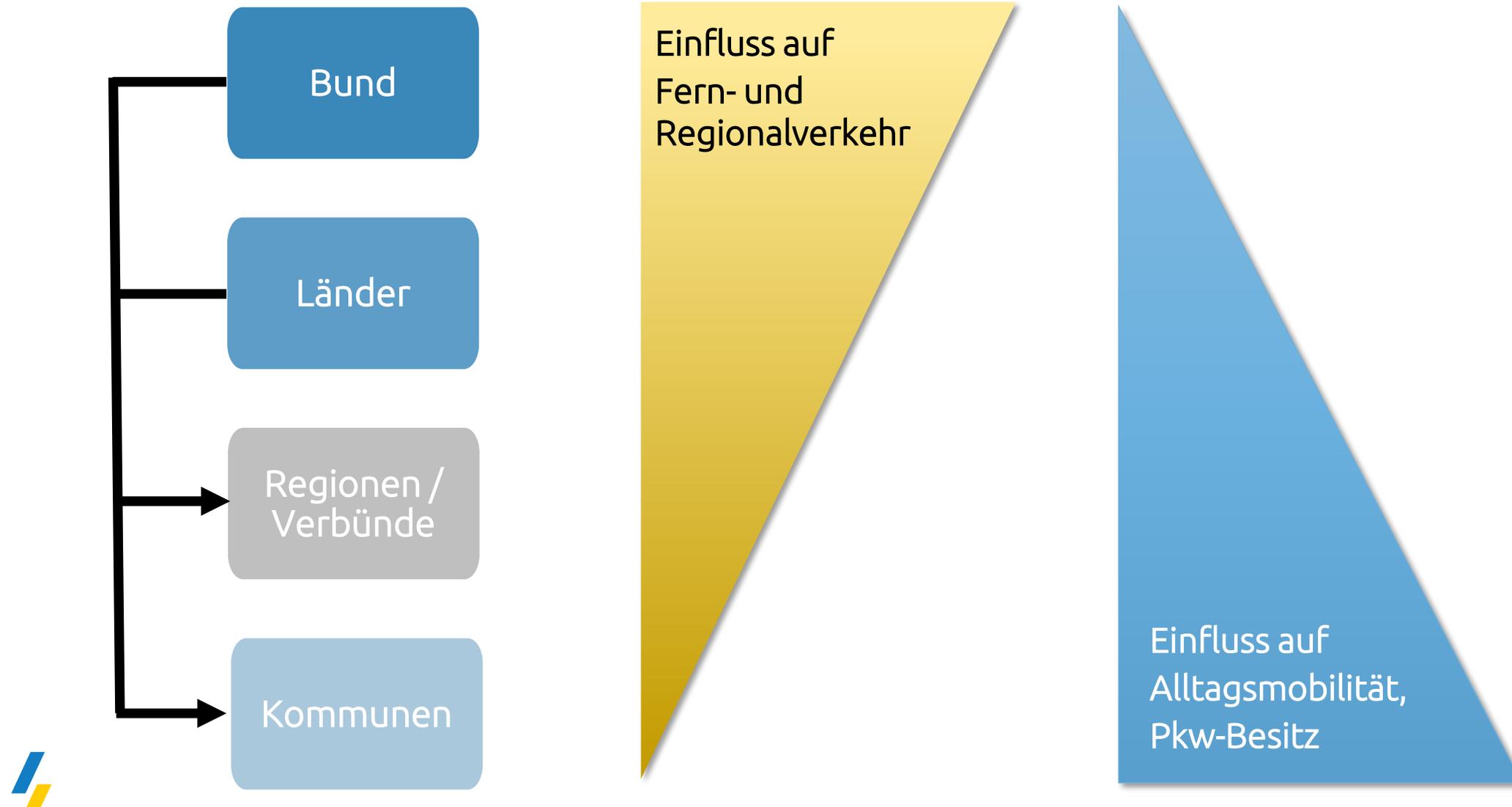
Berücksichtigung und Kombination aller Handlungsfelder



Zusammenwirken aller Planungsebenen



Zusammenwirken aller Planungsebenen



Lösungsansatz (1)

1. Priorität: Verhaltensänderung (Umstieg auf den Umweltverbund)

- Jede **eingesparte und verlagerter Pkw-Fahrt führt sofort zur Reduktion** von THG-Emissionen.
- **Anreize haben nur geringe Effekte, wenn sie nicht mit Restriktionen kombiniert werden.**
 - ➔ attraktiver Umweltverbund ist Voraussetzung für Einführung restriktiver Maßnahmen im Kfz-Verkehr
 - ➔ erhebliche Aufwendungen für Infrastrukturinvestitionen und zusätzliche ÖPNV-Betriebsleistungen erforderlich (Finanzierung ist möglich!)



Lösungsansatz (2)

2. Priorität: Fahrzeugtechnik (Erhöhung der Effizienz)

- E-Fahrzeuge erzeugen erst bei **einem Strommix aus weniger fossilen und mehr regenerativen Energiequellen** positive Klimaschutzeffekte.

➔ **Energiewende** für positive Effekte zwingend erforderlich

- Zur **Vermeidung von Rebound-Effekten** (und Unterstützung von Verhaltensänderungen) sind **preis- und ggf. ordnungspolitische Maßnahmen** erforderlich.
 - Pkw-Maut für das gesamte Straßennetz, Mauthöhe differenziert nach CO₂-Emissionen
 - Kfz-Steuer und Parkgebühren nach Größe und/oder Gewicht des Fahrzeuges (Förderung kleinerer, verbrauchsarmer Fahrzeuge)

E Klima als Regelwerk für sämtliche Planungen

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Kommission Nachhaltigkeit



E Klima 2022

**Empfehlungen
zur Anwendung und Weiterentwicklung
von FGSV-Veröffentlichungen
im Bereich Verkehr
zur Erreichung von Klimaschutzzielen**

Klimarelevante Vorgaben, Standards und
Handlungsoptionen zur Berücksichtigung
bei der Planung, dem Entwurf und dem Betrieb
von Verkehrsangeboten und Verkehrsanlagen

Ausgabe 2022



Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Kommission Nachhaltigkeit



E Klima 2022 – Steckbriefe

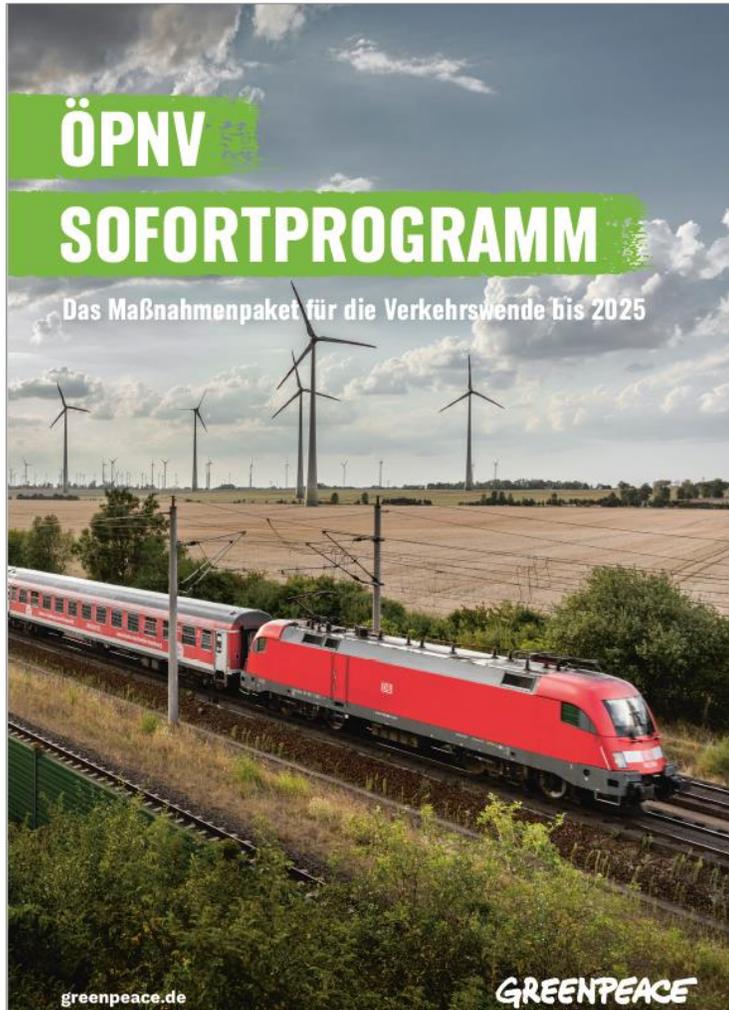
**Anhang zu den Empfehlungen
zur Anwendung und Weiterentwicklung
von FGSV-Veröffentlichungen
im Bereich Verkehr
zur Erreichung von Klimaschutzzielen**

Steckbriefe zu den E Klima 2022

Ausgabe Oktober 2022
mit Ergänzungen Dezember 2022



4. FAZIT



1. **ÖPNV als Pflichtaufgabe definieren und mit Mindestbedienstandards kombinieren**
2. **Einheitliche Erreichbarkeitsvorgaben im ÖV und MIV schaffen**
3. **Finanzierung des ÖPNV ausbauen (zusätzlich 20–25 Mrd. € p.a.)**
 - a. Finanzmittel aus öffentlichen Haushalten auf allen föderalen Ebenen deutlich erhöhen (kurzfristig mit Mittelaufwuchs beginnen)
 - b. Instrumente der Nutznießerfinanzierung rechtlich absichern
4. **Klimaschädliche Anreize im Steuerrecht und bei Subventionen streichen und klimafreundliches Mobilitätsverhalten finanziell anreizen**
5. **Arbeitsbedingungen für ÖPNV-Personal verbessern**
6. **Im Straßenverkehrsrecht die Ziele Klima- und Umweltschutz, Gesundheit und städtebauliche Entwicklung fixieren**
7. **Strategische Zielbilder für das Verkehrssystem der Zukunft auf allen föderalen Ebenen entwickeln**
8. **Angebotsoffensive städtische Verdichtungsräume**
 - a. Dichte Takte nicht nur tagsüber, sondern auch abends und an Wochenenden
 - b. Betriebszeiten verlängern
 - c. Durchgängiges ÖPNV-Angebot auch nachts (insbesondere an Wochenenden; ggf. mit On-Demand-Angeboten)
 - d. ÖPNV beschleunigen (z. B. Bevorrechtigung an Signalanlagen, Ausweitung von Busspuren)
 - e. Mobilitätsstationen einrichten und ausbauen

4. FAZIT



9. Angebotsoffensive ländliche Räume

- a. Dichte Takte nicht nur tagsüber, sondern auch abends und an Wochenenden
- b. Betriebszeiten verlängern
- c. P&R-Angebote ausweiten

10. Angebotsoffensive On-Demand-Verkehre in Zeiten und Räumen geringer Nachfrage

11. Schnellbusangebote deutlich ausbauen (landesweite, regionale und städtische Linien); Angebotsverstärkungen auf neu gebauter Schieneninfrastruktur

12. Qualitätsoffensive im ÖPNV

13. Ticketangebote weiterentwickeln

- a. Deutschlandticket mit einheitlichen Merkmalen (z. B. Mitnahmeregelungen) umsetzen
- b. Deutschlandticket als Jobticket, Mieterticket, Semesterticket, Sozialticket u. ä. entwickeln
- c. Ticketangebote für Gelegenheitskunden systematisch weiterentwickeln, z. B. durch Rabattmodelle analog Bahncard

14. Digitalisierung im Bereich Ticketskauf und Reiseinformation weiter vorantreiben

15. Mobilitätsmanagement systematisch fördern und für große Verkehrserzeuger verpflichtend vorschreiben

<https://www.greenpeace.de/publikationen/oepnv-sofortprogramm>



KONTAKT

Sie haben noch
Fragen?
Melden Sie sich gerne!

Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer

Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrssysteme

Universität Kassel

E-Mail: c.sommer@uni-kassel.de

Telefon: 0561 / 804-3381

Internet: www.uni-kassel.de/go/vpvs

VERKEHRSPANUNG
UND VERKEHRSSYSTEME

Prof. Dr. Carsten Sommer



U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T