

Die Verkehrswende erreichen: Vermeiden, verlagern, verbessern.

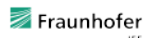
**22.10.2019 | Martin Robinius, Ralph-Uwe Dietrich, Philip Gauglitz, Frank Graf,
Bodo Groß, Thomas Grube, Carsten Hoyer-Klick, Christoph Kost,
Paul Lehmann, Markus Millinger, Franziska Müller-Langer,
Sascha Ott, Maike Schmidt, Detlef Stolten**

FVEE-Jahrestagung 2019

Energy Research for Future - Forschung für die Herausforderungen der
Energiewende

Umweltforum Berlin

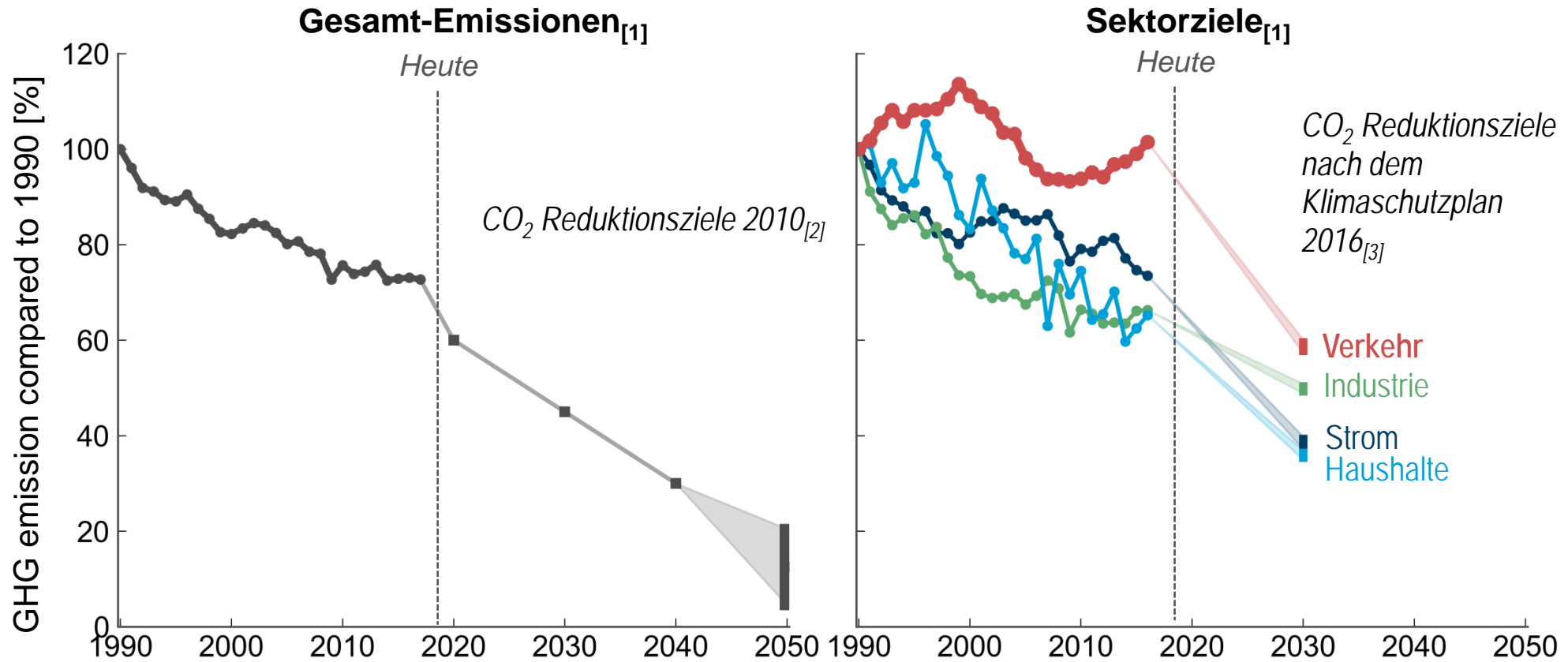
m.robinius@fz-juelich.de



Gliederung

- **Herausforderungen der Verkehrswende**
 - Verkehrssektor: Das „Sorgenkind“ für die CO₂-Reduktionsziele
 - Bestandsentwicklung nach Fahrzeugklassen
 - PKW-Bestandsveränderungen nach Antriebsart
 - Handlungsoptionen unter Unsicherheit
- **Forschungsergebnisse und Beiträge aus der Forschung**
 - Verkehrsszenarien
 - Methoden für eine holistische Betrachtung
 - Beispiel: Die Sektorenkopplung (Verkehr- und Strom) in der Energiesystemanalyse
 - Umsetzungsforschung
- **Zusammenfassung**

Der Verkehrssektor: Das Sorgenkind für die CO₂-Reduktionsziele



- **Sektoren Strom, Haushalte und Industrie zeigen klaren Reduktionstrend**
- **Keine Treibhausgasreduktion im Verkehrssektor seit 1990**

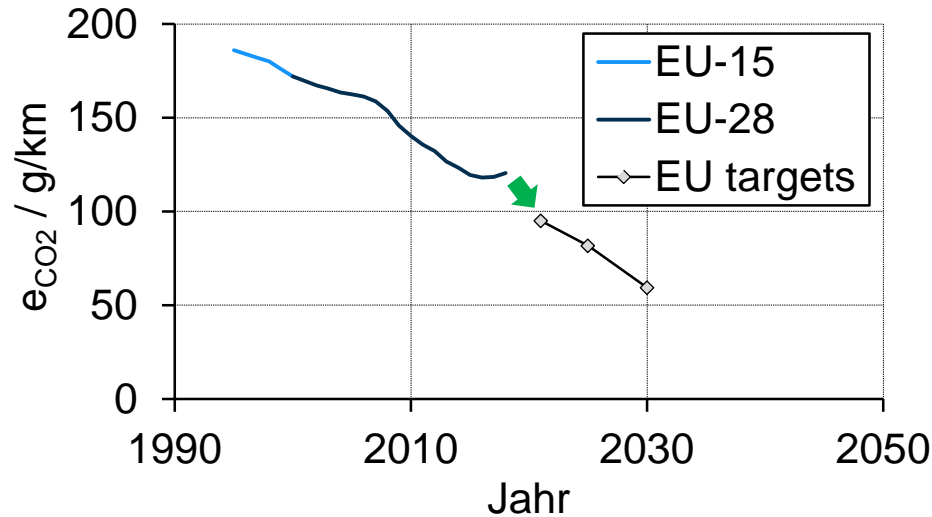
[1] BMWi, Zahlen und Fakten Energiedaten - Nationale und Internationale Entwicklung. 2018: Berlin.

[2] BRD, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. 2010: Berlin.

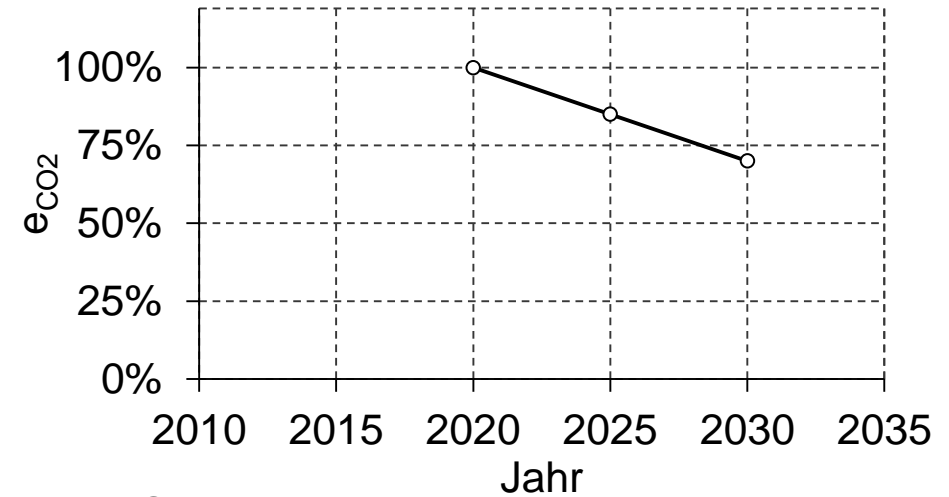
[3] BMU, Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. 2016: Berlin.

Europas Regulierungen hinsichtlich des CO₂-Ausstoßes von Fahrzeugen

Spezifische CO₂ Emissionsziele neuer PKW in Europa [1-3]



Spezifische CO₂ Emissionsziele neuer schwerer NFZ in Europa [4]



PKW:

- Der spezifische CO₂-Ausstoß des Flottenmix der Hersteller bereits 2021 bei 95 g/km
- Dieser sinkt bis 2030 auf 60 g/km

Schwere NFZ:

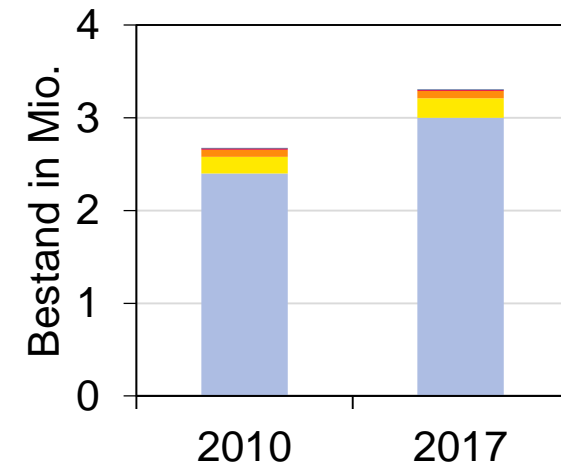
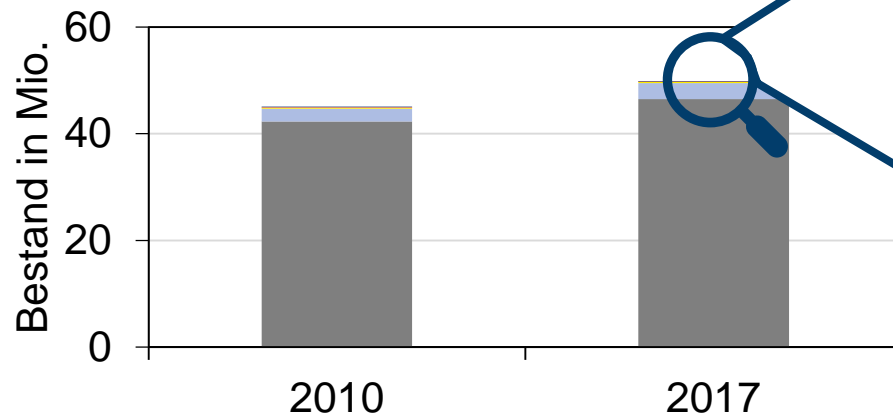
- Referenzzeitraum ist 07/2019 – 06/2020
- Ab 2025: 15 % Reduktion
 - Ab 2030: 30 % Reduktion

- **Trend des spezifischen CO₂-Ausstoßes bei PKW entgegen Zielkorridor**
- **Spezifische CO₂ Reduktionsziele bei schweren NFZ vorhanden**
→ **Kompensiert durch erwartete Transportleistung?**

[1] REGULATION (EU) 2019/631 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, 2019; [2] EEA (2009): CO₂ emissions from new passenger cars, in: (DK), E.E.A. (Ed.), Copenhagen, 2009; [3] EEA (2019): Average carbon dioxide emissions from new passenger cars, in: (DK), E.E.A. (Ed.), Copenhagen, 2019
[4] VERORDNUNG (EU) 2019/1242 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES, 2019

Der Transportmittelbestand wird von Straßenfahrzeugen dominiert

Bestandsentwicklung nach Fahrzeugtypen in Deutschland [1]



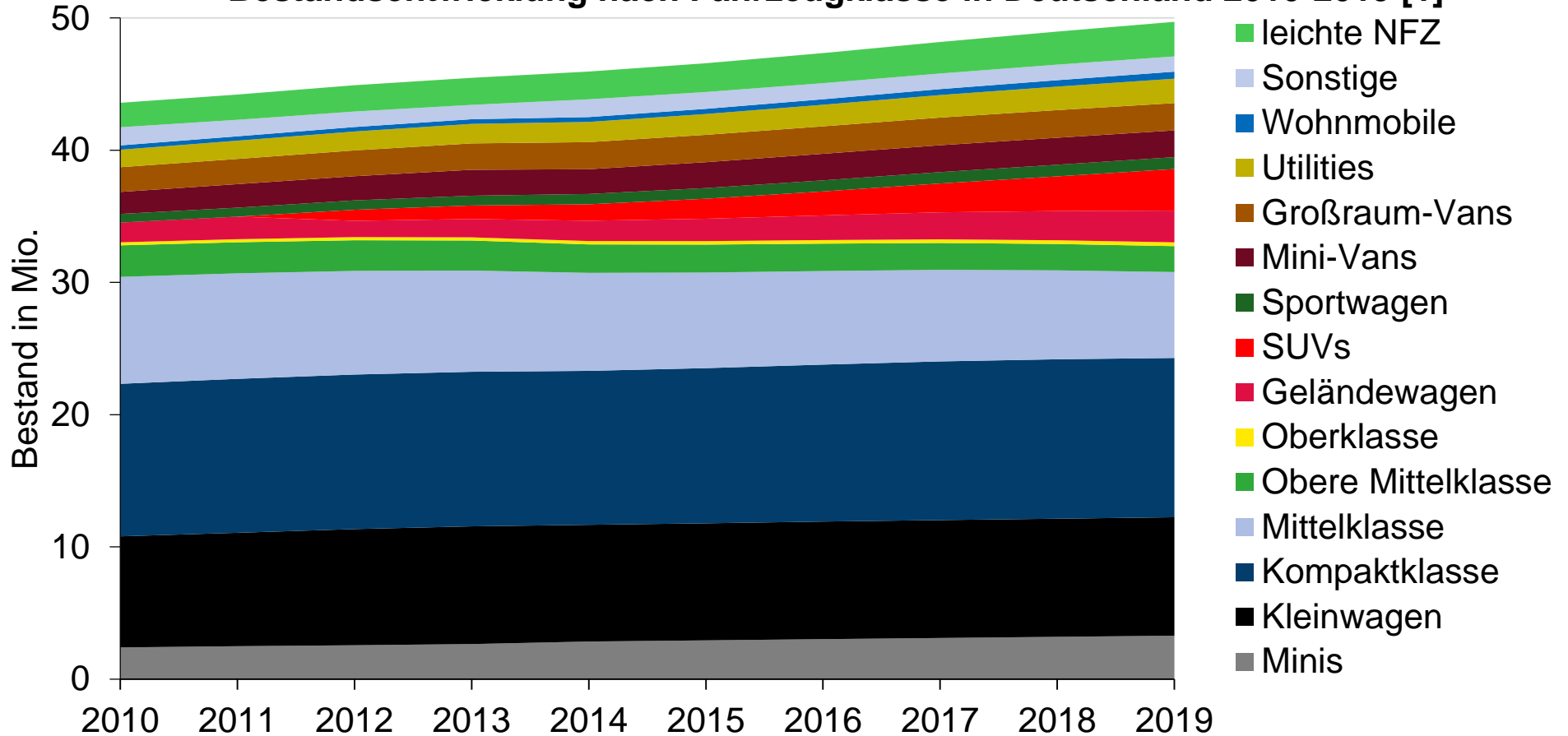
- Pkw
- Busse
- Flugzeuge
- leichte und schwere Nfz
- Züge
- Sattelzugmaschine
- Schiffe

- **PKW Bestand ist von 2010 bis 2017 um 10 % gewachsen**
- **Bestand von leichten und schweren NFZ ist um 25 % angestiegen (2010-2017)**

[1] Radke, Verkehr in Zahlen 2018/2019, ISBN 978-3-00-061294-7

Der Fahrzeugkäufer legt kaum Wert auf Vermeidung

Bestandsentwicklung nach Fahrzeugklasse in Deutschland 2010-2019 [1]

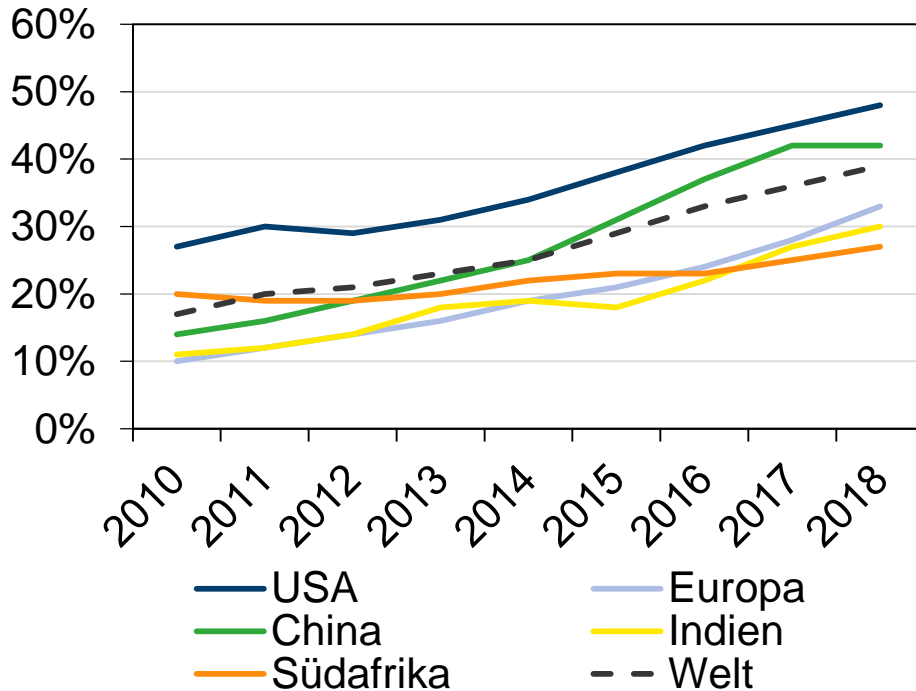


- Kontinuierlicher Wachstum des Gesamtbestandes
- Verschiebung zu Fahrzeugklassen mit erhöhtem Verbrauch → SUV Steigerung um 400% seit 2010

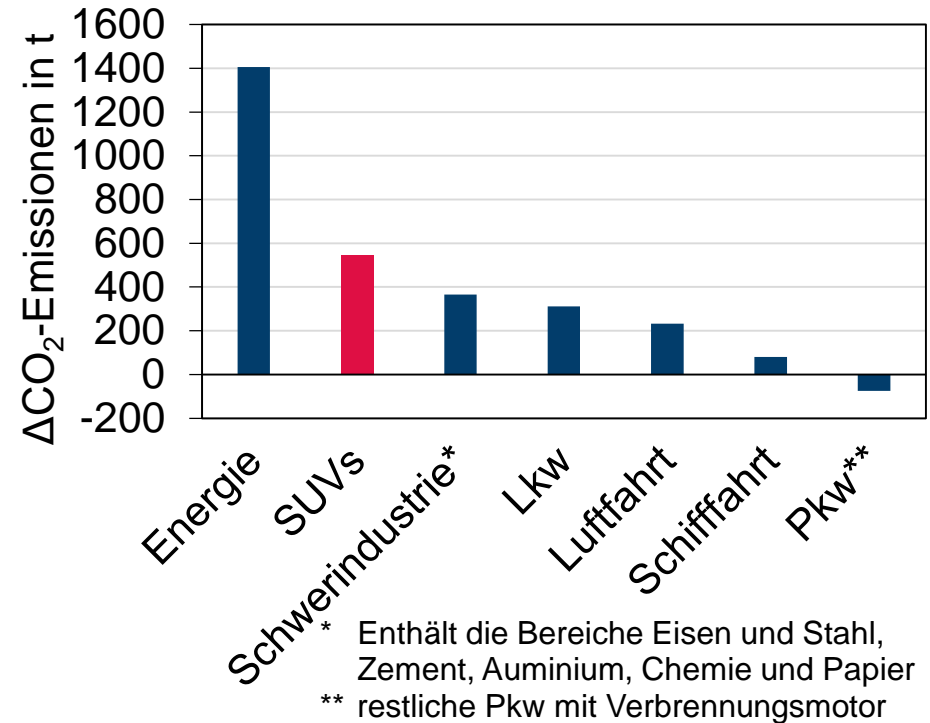
[1] KBA, Bestand an Personenkraftwagen nach Segmenten und Modellreihen, 2010-2019

Der Einfluss der SUV Verkäufe ist weltweit enorm

Anteil SUV an verkauften PKW [1]



Veränderungen der CO₂-Emissionen von 2010 bis 2019 in Millionen Tonnen [1]

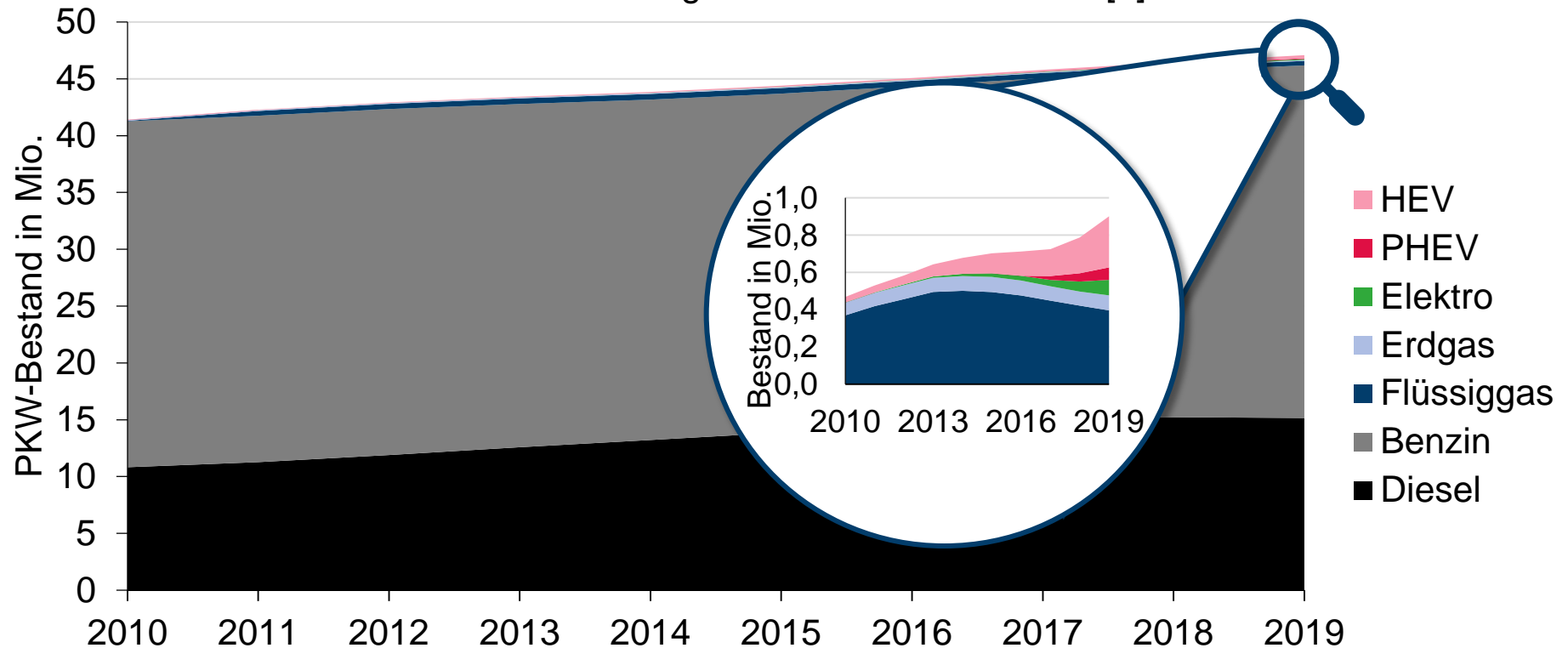


- SUV Anteil an verkauften Autos (weltweit) steigt seit 2010 von 17 auf 39 Prozent im Jahr 2018
- CO₂-Emissionen durch SUV steigen weltweit stärker als durch Luftfahrt und Schwerindustrie

[1] <https://www.iea.org/newsroom/news/2019/october/growing-preference-for-suvs-challenges-emissions-reductions-in-passenger-car-mark.html>

Der Fahrzeugkäufer verändert sein Kaufverhalten nur langsam

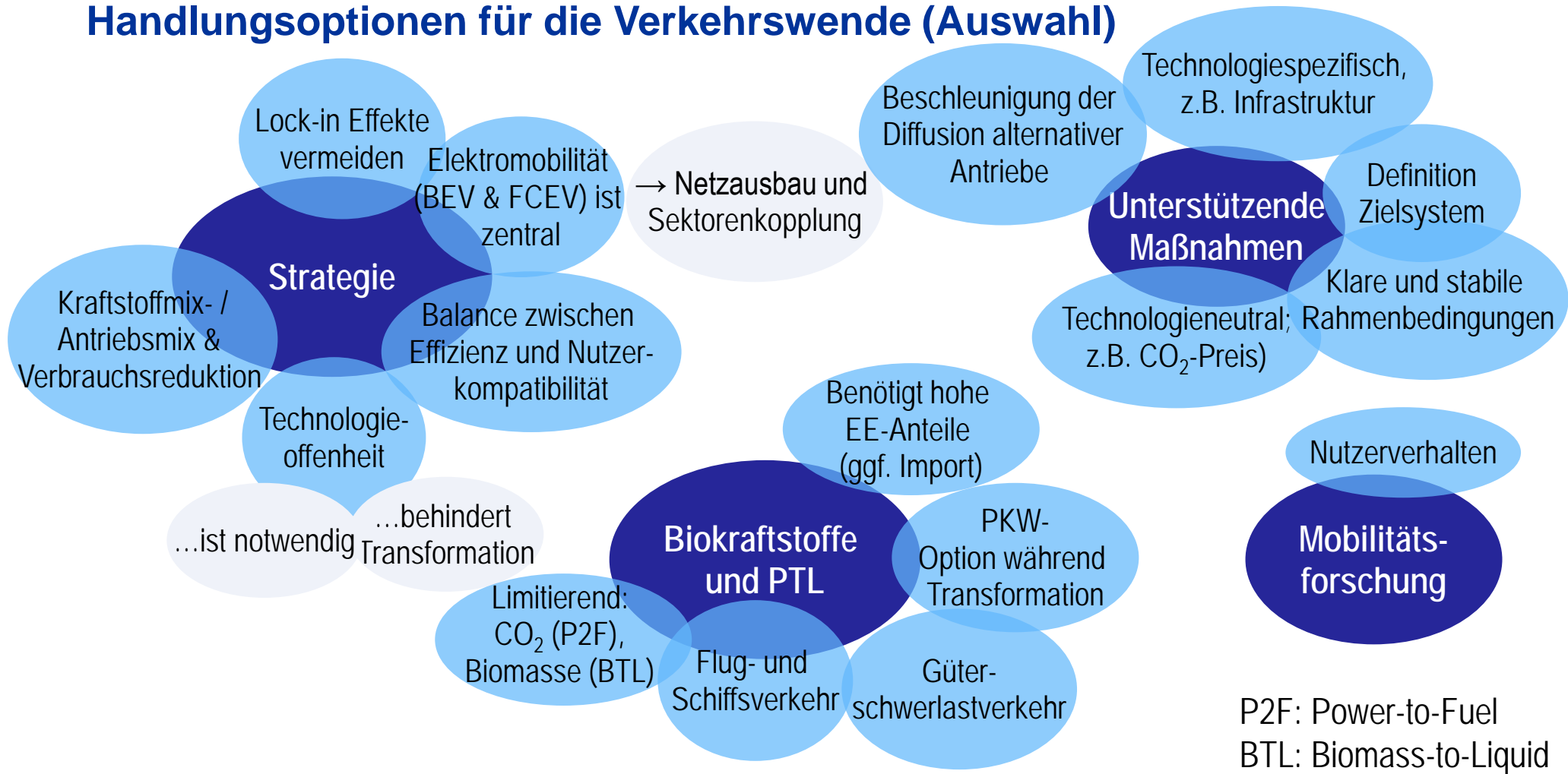
PKW-Bestandsentwicklung nach Antrieb 2010-2019 [1]



- **PKW-Bestand immer noch auf Diesel und Benzin basierend**
- **Geringe Nachfrage nach Elektromobilität**

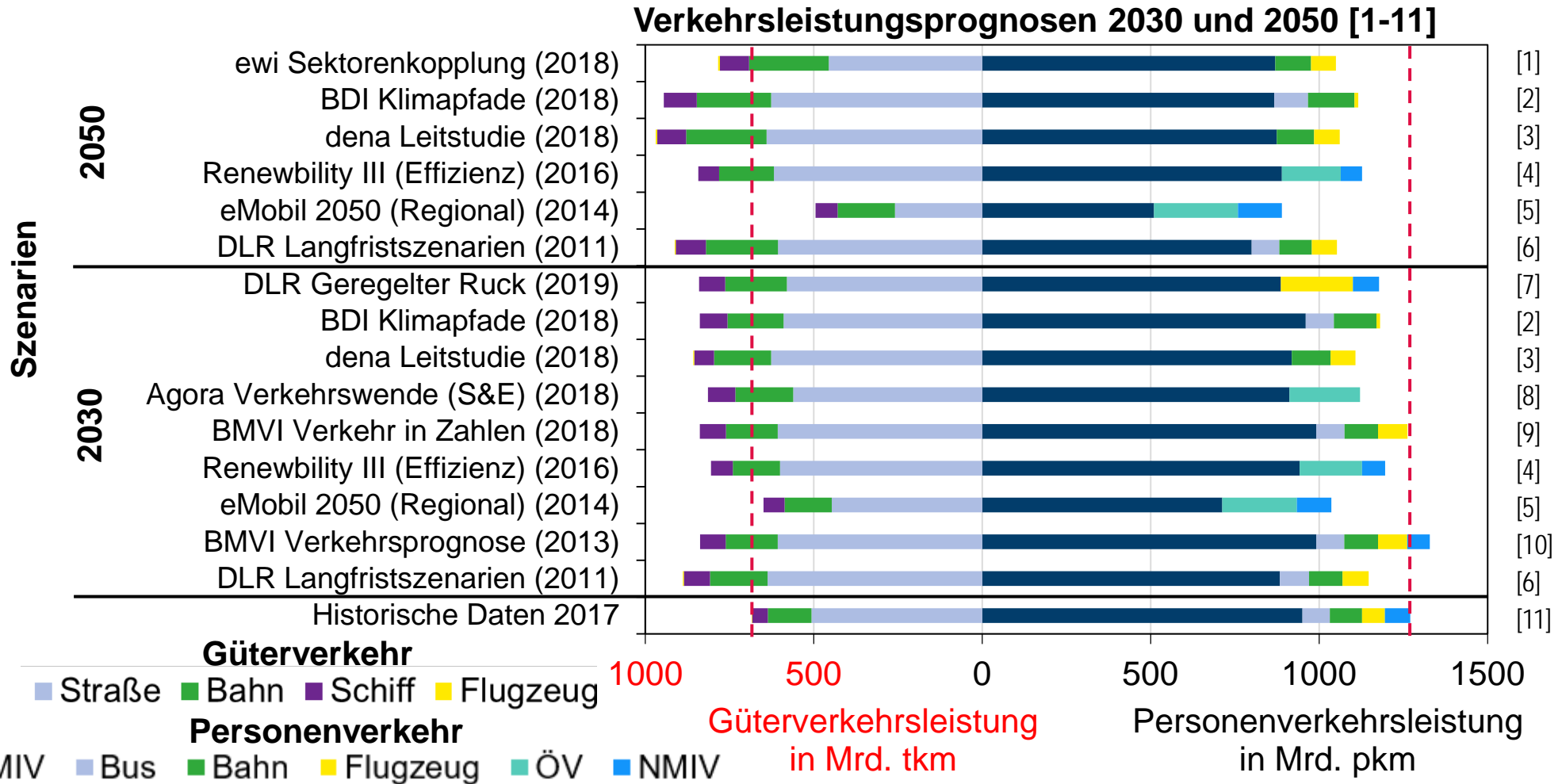
[1] https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2019_b_umwelt_z.html?nn=663524, Zugriff am 14.10.2019

Handlungsoptionen für die Verkehrswende (Auswahl)



- **Ausreichende Handlungsoptionen für die Verkehrswende**
- **Hauptpfade sind bekannt: Elektromobilität (Batterie und Wasserstoff), PtF und Biomasse**
- **Auswahl unter enormer Unsicherheit**

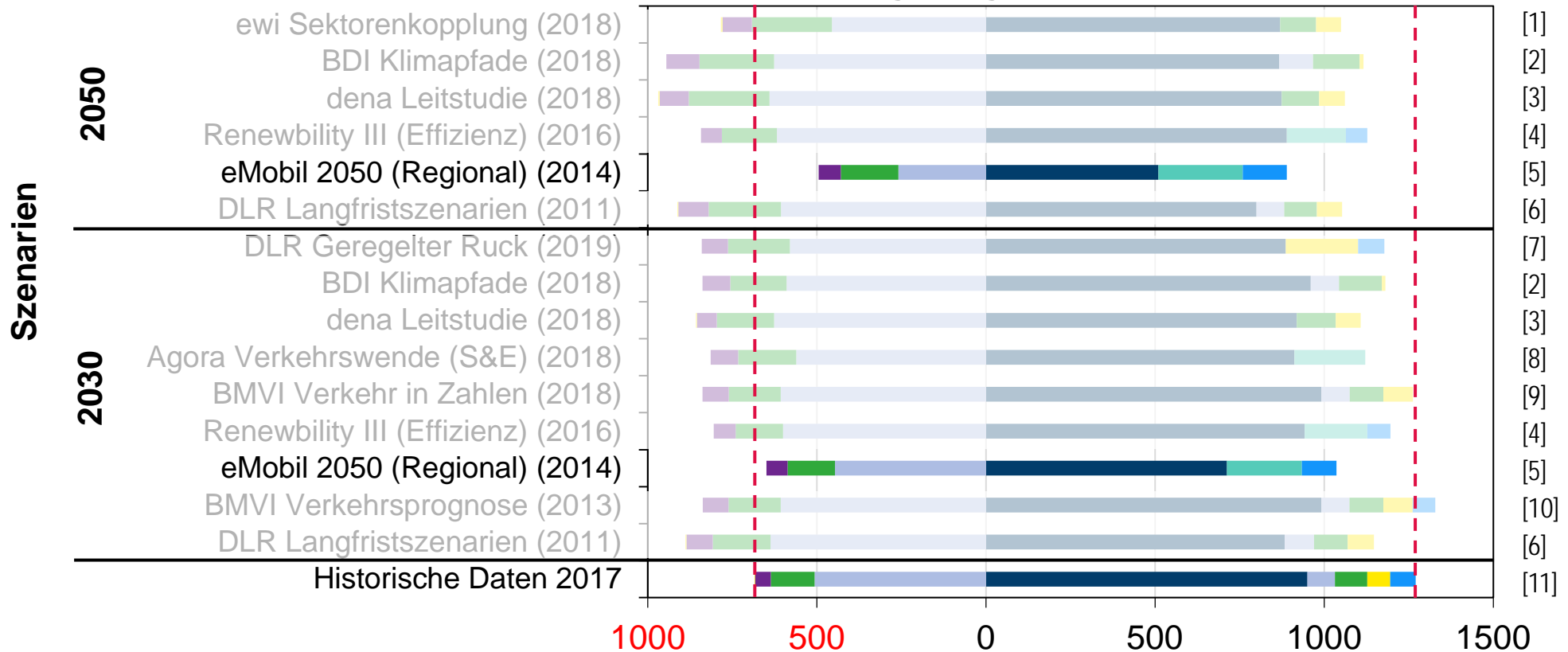
Verkehrsszenarien sehen keinen fundamentalen Wandel



- Auch zukünftig starker Fokus auf motorisiertem Individualverkehr (MIV)
- Im Güterverkehr steigt die Verkehrsleistung in fast allen Szenarien bereits um 2030

Verkehrsszenarien sehen keinen fundamentalen Wandel

Verkehrsleistungsprognosen 2030 und 2050 [1-11]



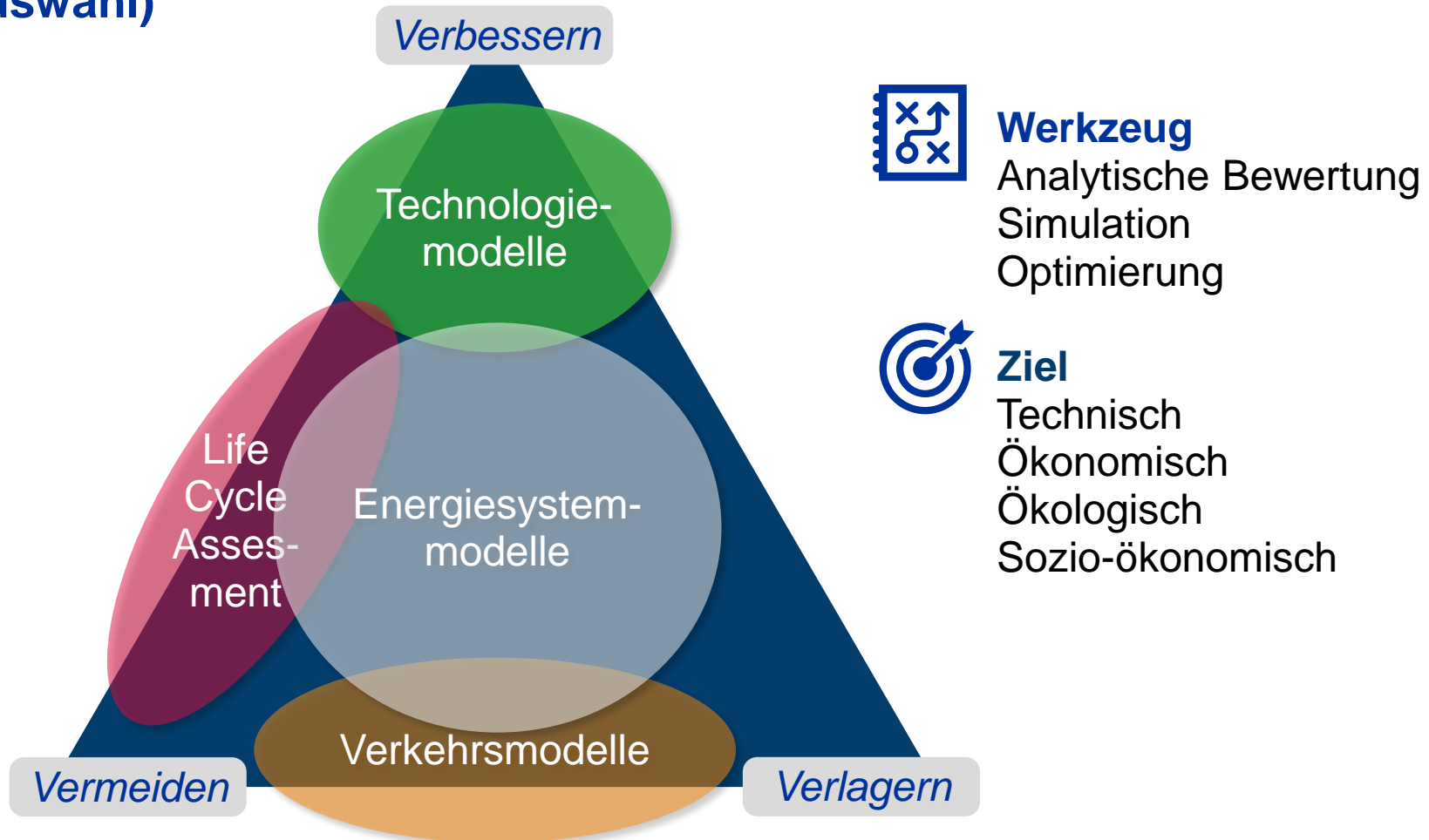
Annahmen Güterverkehr:

Annahmen Personenverkehr:

- “Sparsamer” Umgang mit Ressourcen
- Lokale (Recycling-)Kreisläufe
- Optimierte Auslastung
- 25% weniger Arbeitswege und Dienstreisen
- Weniger wichtige Rolle von E-Commerce
- Kürzere Wege zu Versorgungs- und Freizeitstrukturen

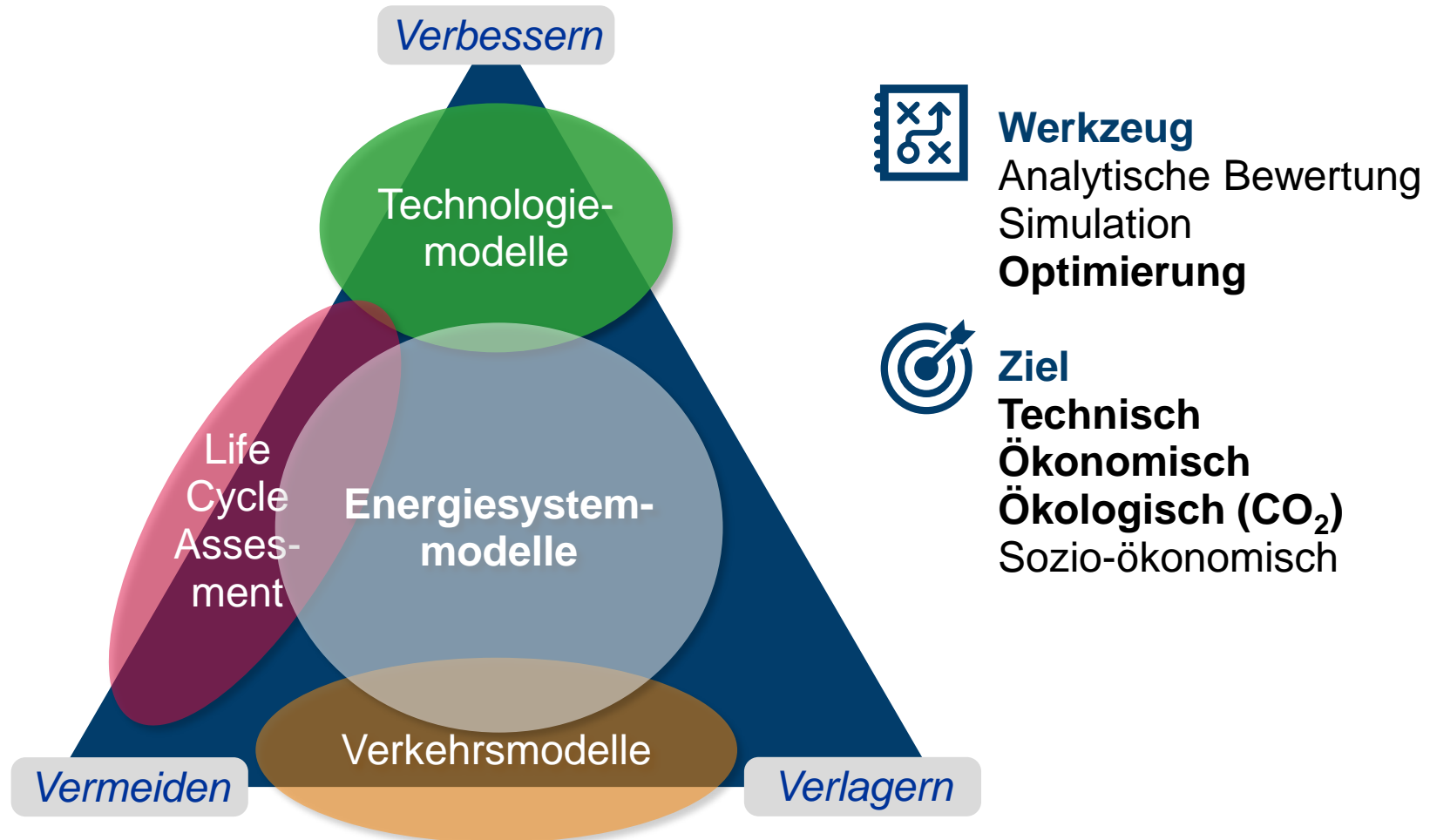
▪ **eMobil: Weicht klar von weiteren Szenarien ab (Vermeidung → sinkende Verkehrsleistung)**

Forschung liefert Methoden um neuartige Fragestellungen zu beantworten (Auswahl)



- **Holistische Betrachtungen mit neuartigen Methoden bzw. Methodenverknüpfung**

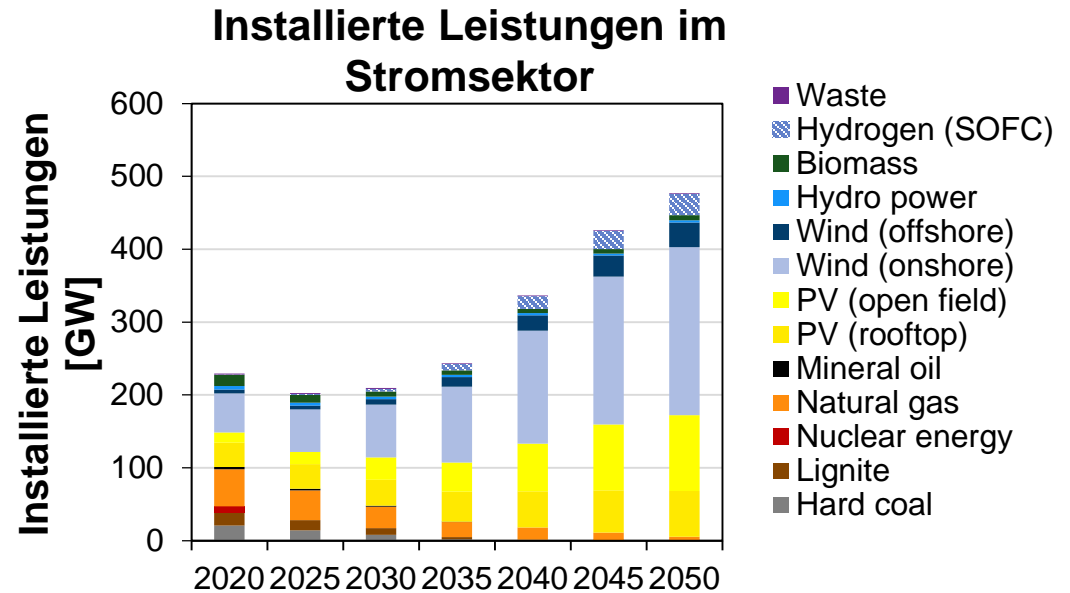
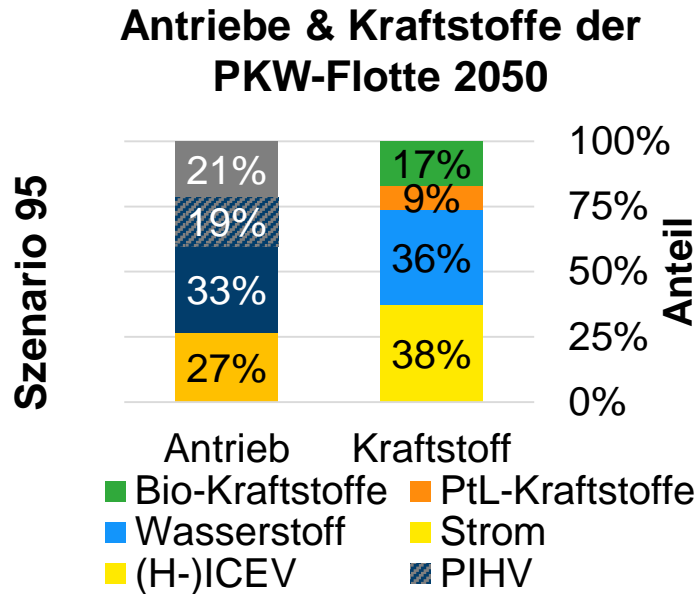
Beispiel: Verknüpfung des Strom- und Verkehrssektor (Sektorenkopplung)



- Systemmodelle erzeugen keine Prognosen → Erkenntnisgewinn → Kausalitäten

Neuartige Modelle berücksichtigen die Sektorenkopplung (Strom- und Verkehr)

Modellauswahl: REMod [1], SCOPE [2], BENOPT [3], **FINE-Nestor [4]**, ...



- Verkehrswende verändert Energiebereitstellung → Forschung kann diese Effekte aufzeigen

[1] REMod: Erlach et al., Optimierungsmodell REMod-D, Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft, 2018

[2] SCOPE: Böttger, D. et al.: Cost-optimal market share of electric mobility within the energy system in a decarbonisation scenario.

DOI: [10.1109/EEM.2018.8469846](https://doi.org/10.1109/EEM.2018.8469846), <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-518421.html>

[3] BENOPT: Millinger, Markus. (2019, May 14). BioENERGYOPTimisation model (Version 1.0). Zenodo.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.2812986>

[4] FINE-Nestor: Robinius, M. et al.: Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050 (Kurzfassung). Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich, 2019.

Umsetzungsforschung als Bestandteil des Erkenntnisgewinns (Auswahl)



© DBFZ 2019, Photos DBFZ and Jan Gutzeit



- Die Verkehrswende erfordert weiterentwickelte und neuartige Technologien und Infrastrukturen
- Umsetzungsforschung liefert Erkenntnisgewinn (bspw. Integration BEV ins Verteilnetz)

Zusammenfassung

Die Verkehrswende benötigt **vermeiden, verlagern und verbessern**

Herausforderungen der Verkehrswende:

- Keine CO₂-Reduktion seit 1990 im Verkehrssektor
- Der Fahrzeugkäufer ändert nur langsam sein Verhalten
- Vermeidung spielt bisher untergeordnete Rolle im Fahrzeugkauf → SUV Steigerung um 400% seit 2010
- PKW-Bestand auf Diesel und Benzin basierend → Geringe Nachfrage nach Elektromobilität
- Ausreichende Handlungsoptionen → Auswahl unter Unsicherheit

Erkenntnisse und Beiträge aus der Forschung:

- Großteil der Szenarien sieht eine erhebliche Steigerung der Güterverkehrsnachfrage
- Bisher starker Fokus auf motorisiertem Individualverkehr (MIV) → Vermeidung/Verlagerung?
- Neuartige Methoden und Methodenverknüpfungen für eine holistische Betrachtung
- Umsetzungsforschung als Werkzeug des Erkenntnisgewinns