

ELEKTROLEICHTFAHRZEUGE – EINE CHANCE FÜR KLIMAFREUNDLICHERE MOBILITÄT

**Mascha Brost, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Institut für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart**

Switzerland's Congress for Light Electric Mobility
20.09.2023



Gliederung des Vortrags



- **Einführung zu Elektroleichtfahrzeugen**
- **Die LEV4Climate Studie**
- **Substitutionspotential von LEVs für Pkw-Fahrten**
- **Potential für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen**
- **Fazit und Ausblick**

Einführung zu Elektroleichtfahrzeugen



Vielfältigkeit der Elektroleichtfahrzeuge

Elektroleichtfahrzeug =
Light Electric Vehicle =
LEV



Bird



Klever



Cake



Stilride



Nobe



Cowboy



RadBurro



Aixam



Citroen



Microlino



Promovec



Podbike

- Vielfältige Modell verfügbar, mit und ohne Kabine / Wetterschutz
- Höchstgeschwindigkeit je nach Kategorie: 20 / 25 / 45 / 90 und mehr km/h, Modelle mit > 100 km/h vorhanden
- Unterschiedliche Anforderungen bzgl. Mindestalter und Führerschein

LEVs als ein Baustein von vielen für nachhaltige Mobilität



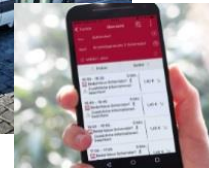
[1]



[2]



[5]



[4]



[7]

Mix aus Mobilitätsangeboten

Neue Stadt- und Verkehrskonzepte

Sharing

Aktive Mobilität

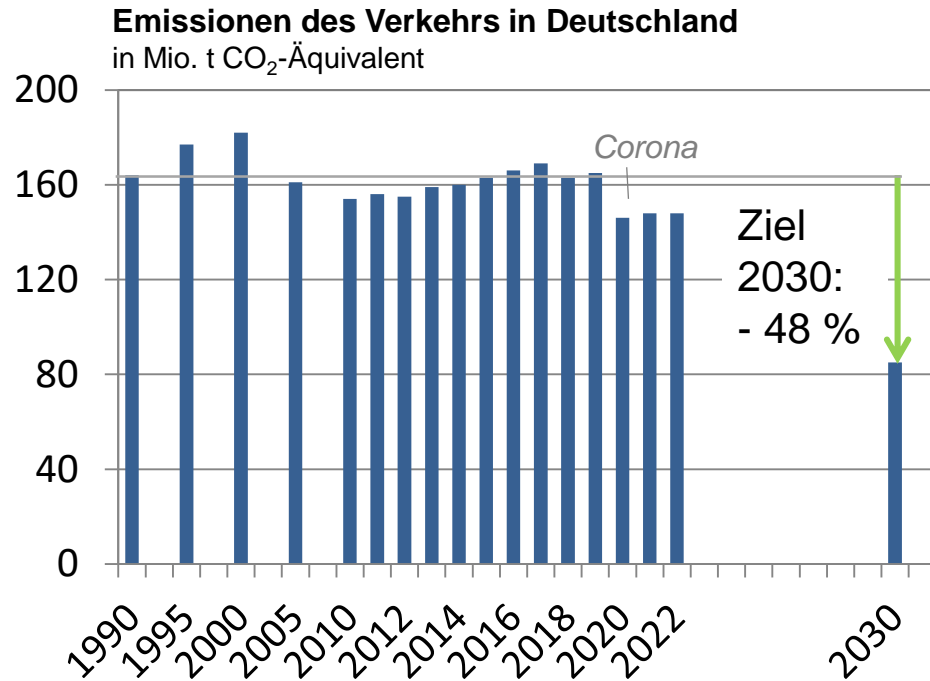
Erhöhung der Lebensqualität

Wenig Lärm

Weniger Fläche für Verkehr

Ganzheitlicher Ansatz essentiell: Mix aus LEVs, ÖPNV, Fuß- und Radverkehr etc. – mit Sharing könnte je nach Fahrt ein passendes Fahrzeug gewählt werden

Warum forschen wir zu LEVs?



61 % der Treibhausgasemissionen des Verkehrs stammen von Pkw

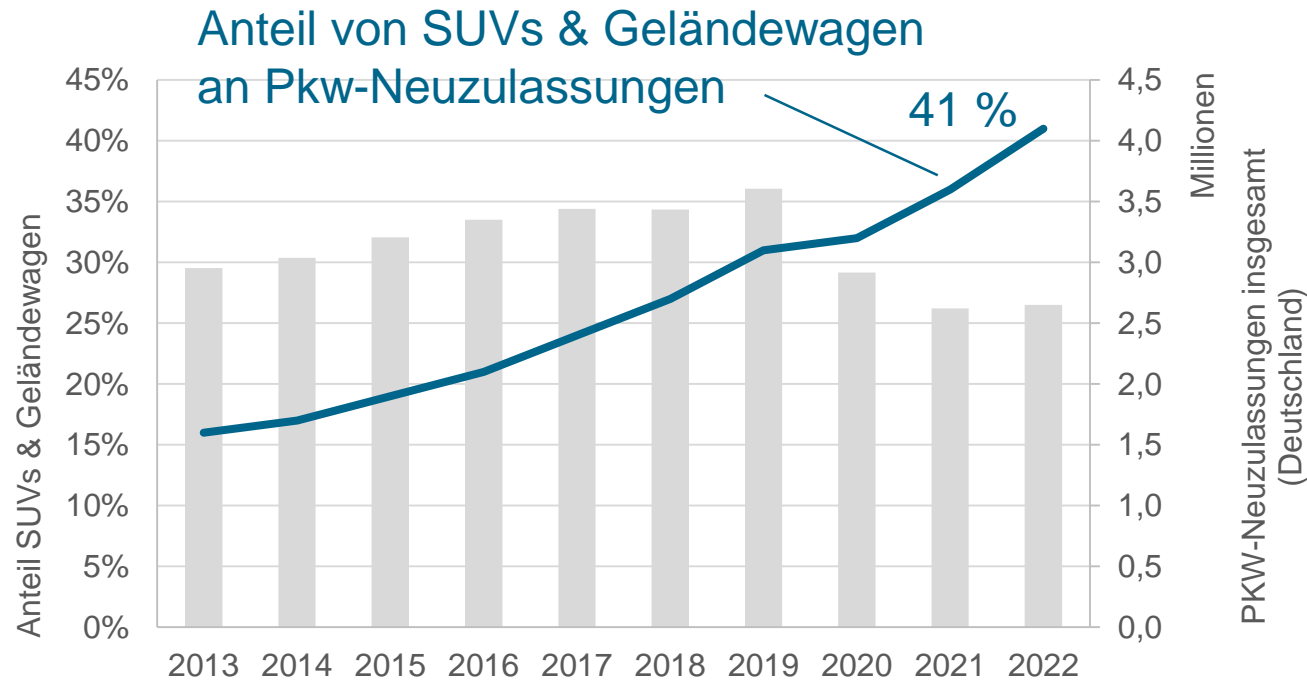
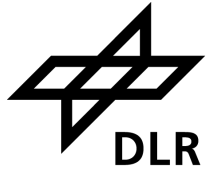


Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors müssen schnell und deutlich sinken.

Quellen Diagramm: BMUV 2019, BMUV 2018, BMUV 2021, UBA 2021, UBA 2023a, UBA2023b

Quellen: Deutschlandfunk - Kaum Fortschritte im Verkehrssektor, Tagesschau - keine Luft nach oben, Süddeutsche - Immer mehr SUVs auf den Straßen, Tagesschau - Deutsche haben immer mehr Autos

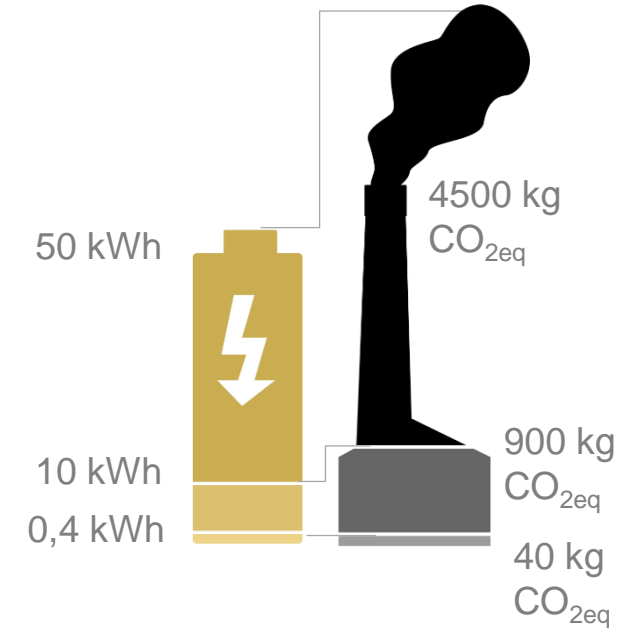
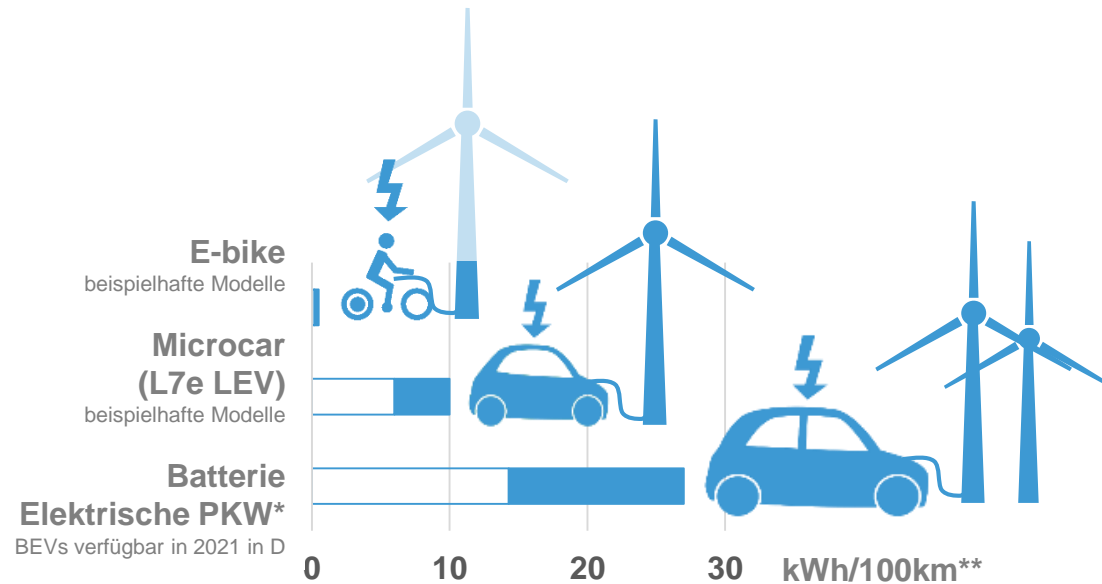
Trends bei Pkw-Neuzulassungen – immer mehr SUVs



Eigene Grafik auf Basis von KBA Daten, FZ 11

**Trends bei Pkw-Neuzulassungen:
Zu groß, zu schwer, zu überdimensioniert und
übermotorisiert für eine nachhaltige Mobilität**

Geringes Fahrzeuggewicht spart Energie und ermöglicht die Verwendung kleiner Batterien



Geringes Gewicht, hohe Effizienz

Geringer Energieverbrauch – weniger Ausbau erneuerbarer Energien nötig

Kleinere Batterien – weniger produktionsbedingte Emissionen

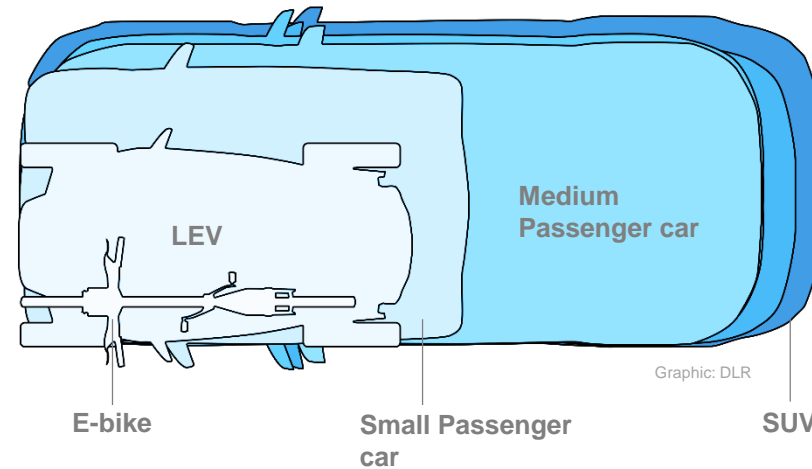
* Durchschnittsgewicht von Personen über 18 Jahren in Deutschland: 77 kg (GBE Bund, 2017), mittlerer Besetzungsgrad in D: 1.5 Personen (BMVI, n. d.)
 ** Pkw-Neuzulassungen, KBA 2021

* 2021 in Deutschland verfügbare BEV-Modelle, WLTP kombiniert ohne 5 % und 95 % Perzentile, basierend auf Daten von KBA und ADAC.
 **Der Energieverbrauch basiert auf verschiedenen Fahrzyklen, z. B. urban ECE-15, WLTP.

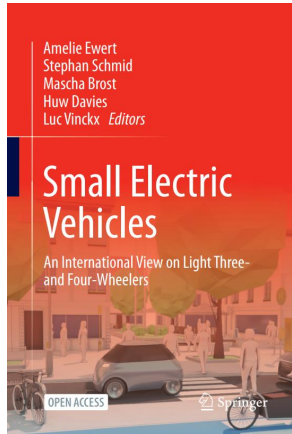
Grafiken: DLR

Potential von LEVs für Flächennutzung

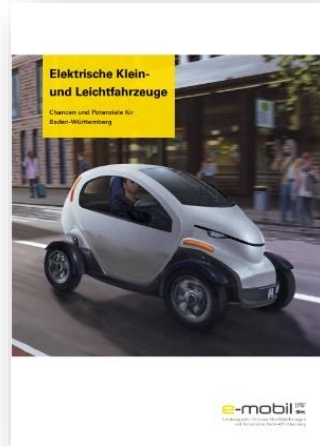
**Geringer Platzbedarf
schafft Raum für andere
Nutzungsmöglichkeiten**



LEV Forschung am DLR



[Small Electric Vehicles - An International View on Light Three- and Four-Wheelers | Springer](#)



[Elektrische Klein- und Leichtfahrzeuge | e-mobil BW](#)



[E-Scooter Studie](#)

- Wie umweltfreundlich sind LEVs?
- Wie werden LEVs sicherer?
- Was wünschen sich Nutzer:innen?
- Wie könnten LEVs unsere Städte und die Mobilität auf dem Land verändern?
- In welchem Ausmaß könnten LEVs PKWs ersetzen?



SLRV
Safe Light Regional Vehicle

[SLRV](#)

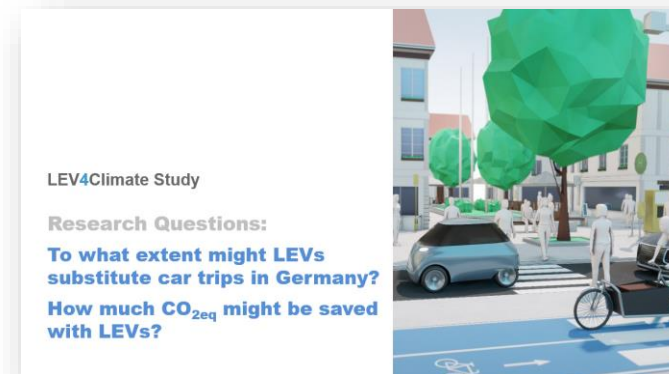


Operating Agent:
Stephan Schmid
Germany
Switzerland,
Rep. of Korea
Belgium,
United Kingdom
2016 - May 2021
[HEV-TCP \(ieahev.org\)](#)



Technology Collaboration Programme, iea
Task 50
Light Electric Vehicles

<https://ieahev.org/tasks/50/>



[LEV4Climate](#)

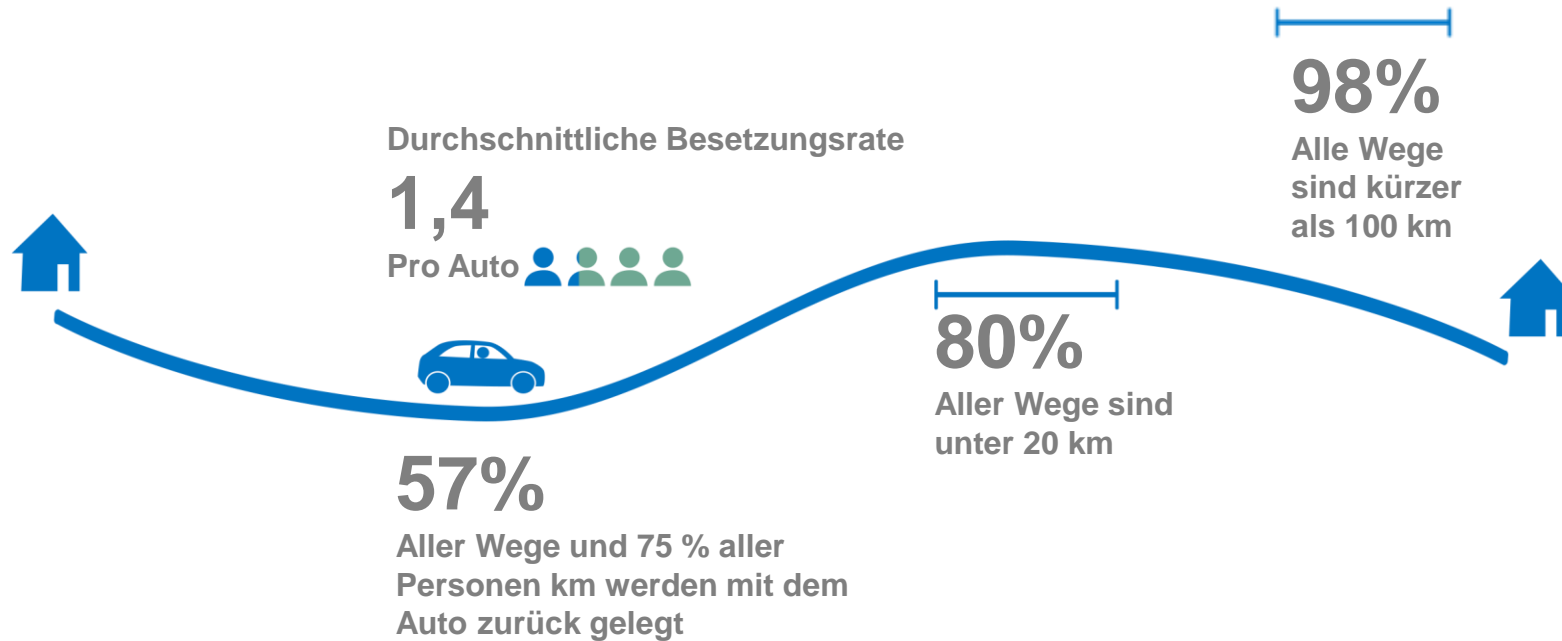


LEV4Climate Studie

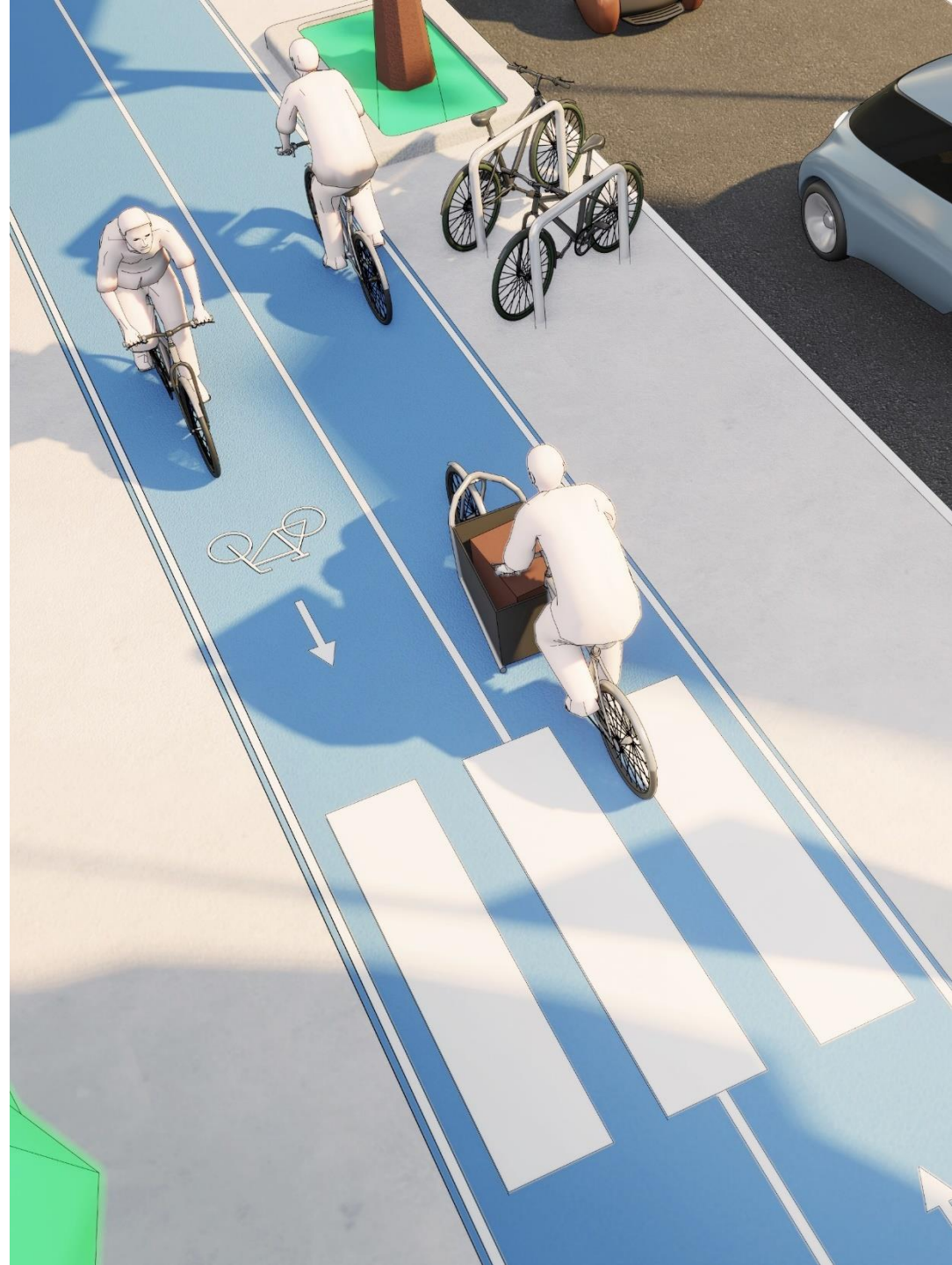
- **Forschungsfragen:**
- **In welchem Umfang könnten LEVs Autofahrten ersetzen?**
- **Wie viel $\text{CO}_{2\text{eq}}$ könnte mit LEVs eingespart werden?**



Wie sind Menschen heute mit dem Auto mobil?

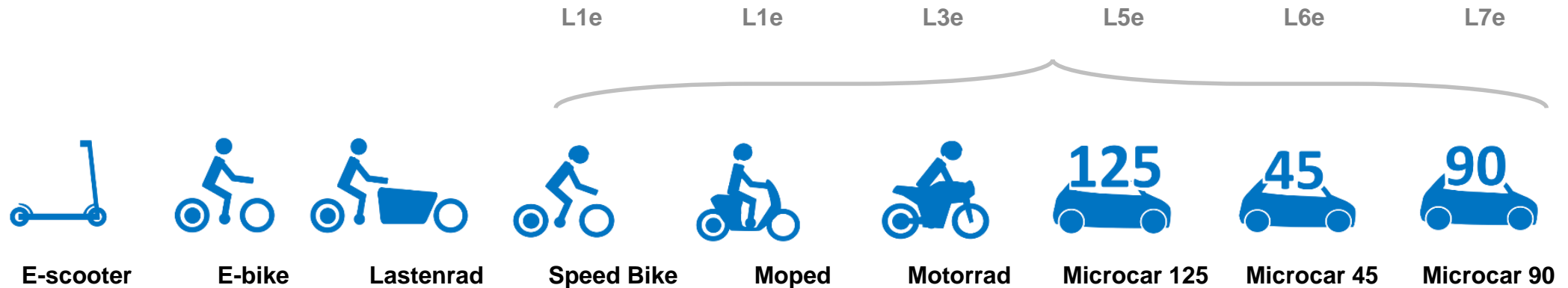


Substitutionspotential für Pkw-Fahrten



Ausgewählte LEV Kategorien

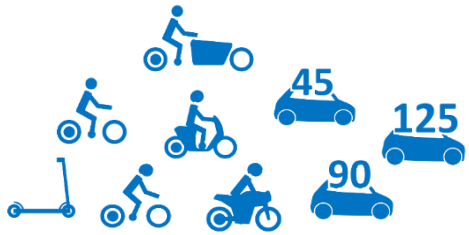
Verordnung (EU) Nr. 168/2013*



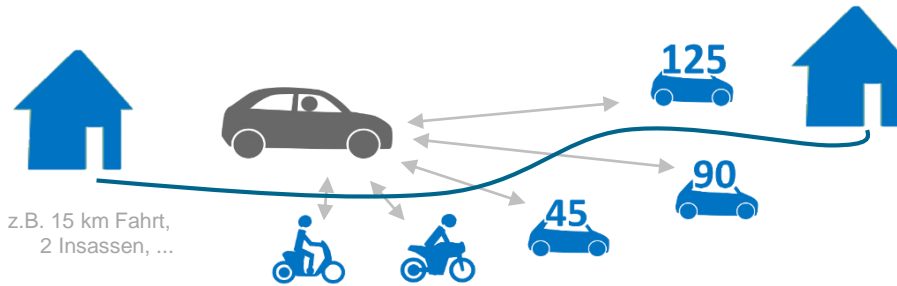
Die Zahl hinter dem Namen gibt die Höchstgeschwindigkeit des Modells an. Die bauartbedingte Höchstgeschwindigkeit ist gesetzlich begrenzt auf 45 km/h für die Klasse L6e, auf 90 km/h für die Klasse L7-e** und für die Klasse L5e nicht begrenzt.

*Regulation (EU) No 168/2013 on the approval and market surveillance of two- or three-wheel vehicles and quadricycles, See attachment
** depending on sub-categories

Vorgehen



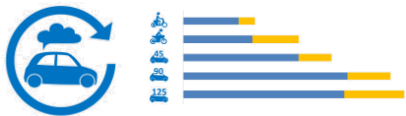
Welche LEVs werden berücksichtigt und unter welchen Umständen werden sie genutzt?



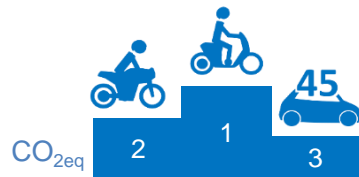
Welche Autofahrten können durch welche LEVs ersetzt werden?



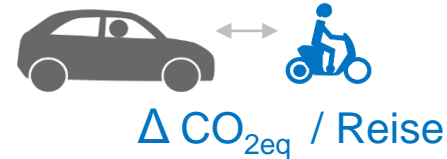
Wie viele Fahrten / Fahrzeugkilometer können ersetzt werden?



Wie hoch sind die Lebenszyklusemissionen pro LEV-Typ?



Welches für die Substitution von Fahrten geeignete LEV hat die geringsten Emissionen?



Wie viele CO_{2eq} können pro Fahrt eingespart werden?



Wie viel CO_{2eq} kann eingespart werden?

Wie viele PKW-Fahrten könnten ersetzt werden?

Basis: repräsentative Mobilitätserhebung in Deutschland
(MID 2017, n = 557.553 motorisierte Fahrten)

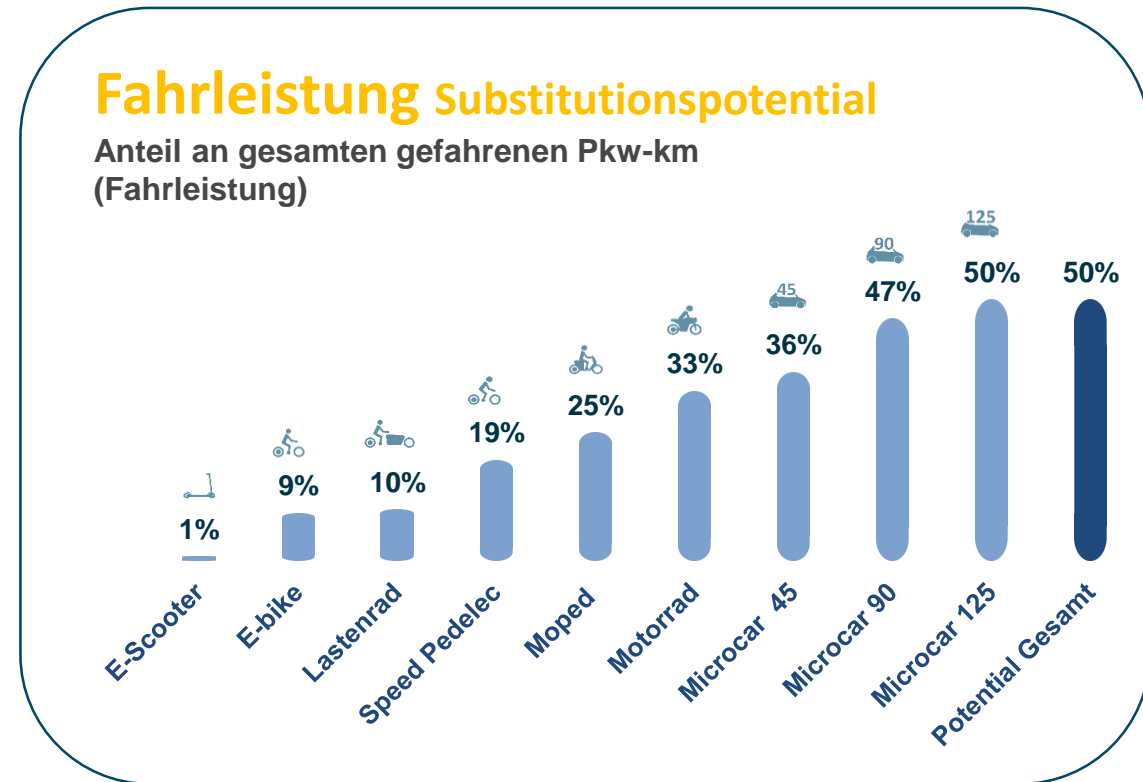


Kriterium	Fahrt Erhoben per MID 2017	E-bike Als Beispielfahrzeug	check
Fahrstrecke	8 km (einfach)	Bis zu 15 km (einfache Strecke), bis zu 30 km (pro Ausgang)	✓
Wegezweck	Pendeln	Geeignet für alle Wegezwecke außer: <ul style="list-style-type: none"> • Begleitung von Personen • Einige Einkaufs- und berufliche Fahrten* 	✓
Alter (Fahrer:in)	59	18 – 70 Jahre	✓
Wetter	Schneefall	Nicht bei Starkregen, Schneefall, oder vereisten Straßen	✗
Beeinträchtigung	Keine	Nur für Personen ohne Beeinträchtigungen geeignet	✓
Anzahl Personen	1	Max. 1	✓

Wie viele PKW-Fahrten und wie viele Pkw-Kilometer könnten ersetzt werden?

Je nach Fahrzeugart bis zu 75 %
der Pkw-Fahrten ersetzbar
= 50 % Fahrleistung

Relevant für Emissionen ist die
Fahrleistung (nicht die Anzahl der
Fahrten)



Das Potential zur Substitution von Fahrten mag hoch erscheinen – allerdings entstehen **75 % der Fahrleistung durch Fahrten, die kürzer als 100 km sind.**

Substitutionspotential nach Raumtypen

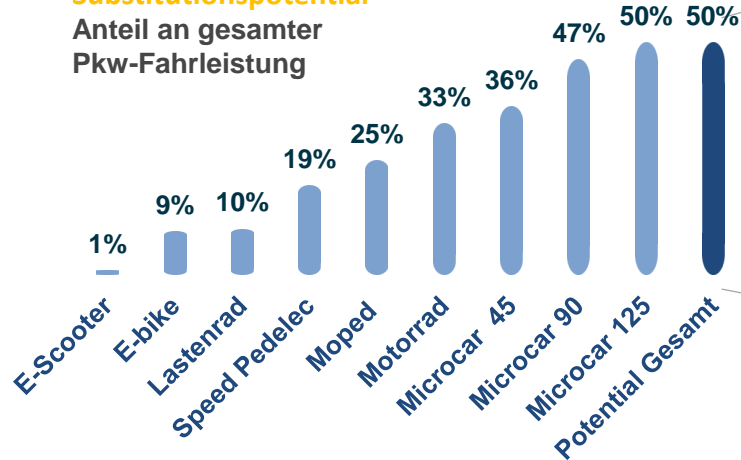
Substituierbare Fahrleistung

Das gesamte Substitutionspotential verteilt sich wie folgt auf unterschiedliche Raumtypen:

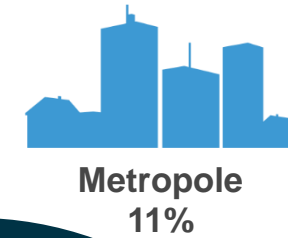
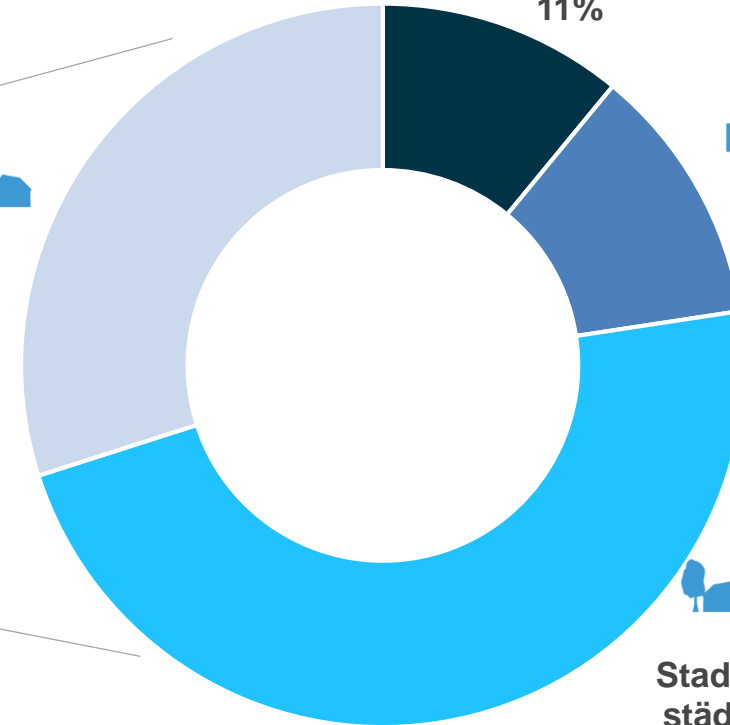
Fahrleistung

Substitutionspotential

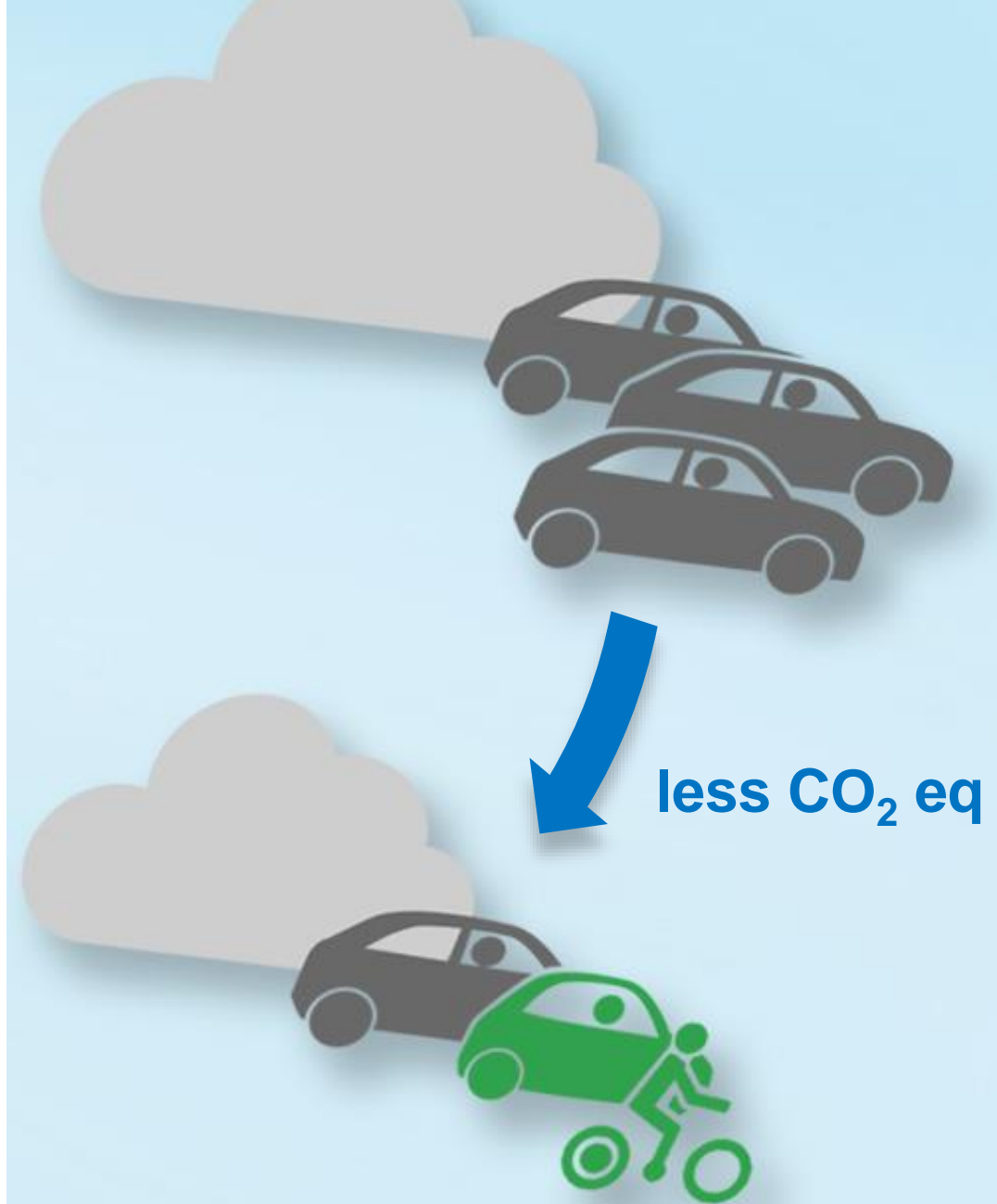
Anteil an gesamter Pkw-Fahrleistung



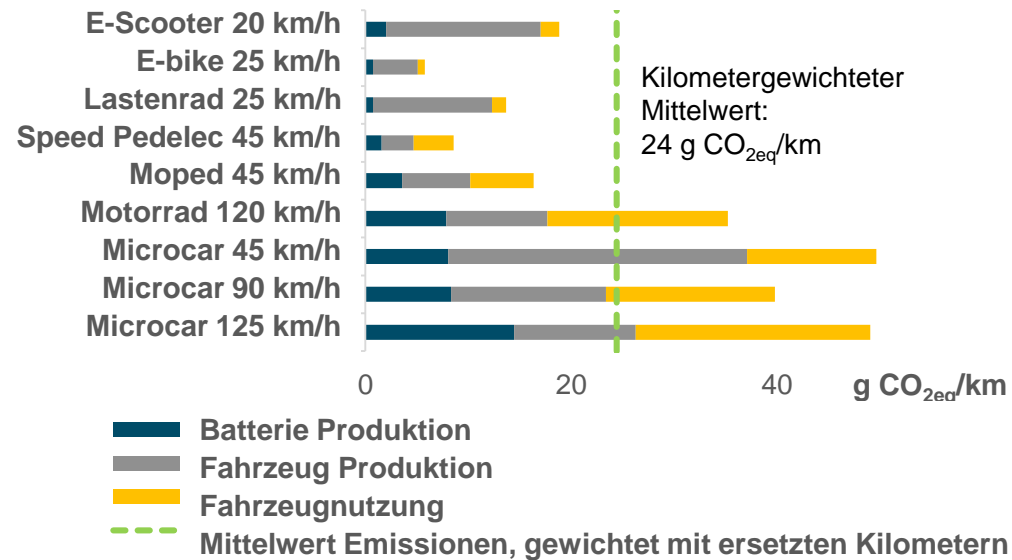
Lesehilfe: 30 % der substituierbaren Pkw- Fahrleistung lässt sich dem kleinstädtischen/dörflichen Raum zuordnen.



- **Forschungsfragen:**
- **In welchem Umfang könnten LEVs Autofahrten ersetzen?**
- **Wie viel $\text{CO}_{2\text{eq}}$ könnte mit LEVs eingespart werden?**



LEV Treibhausgasemissionen pro Kilometer

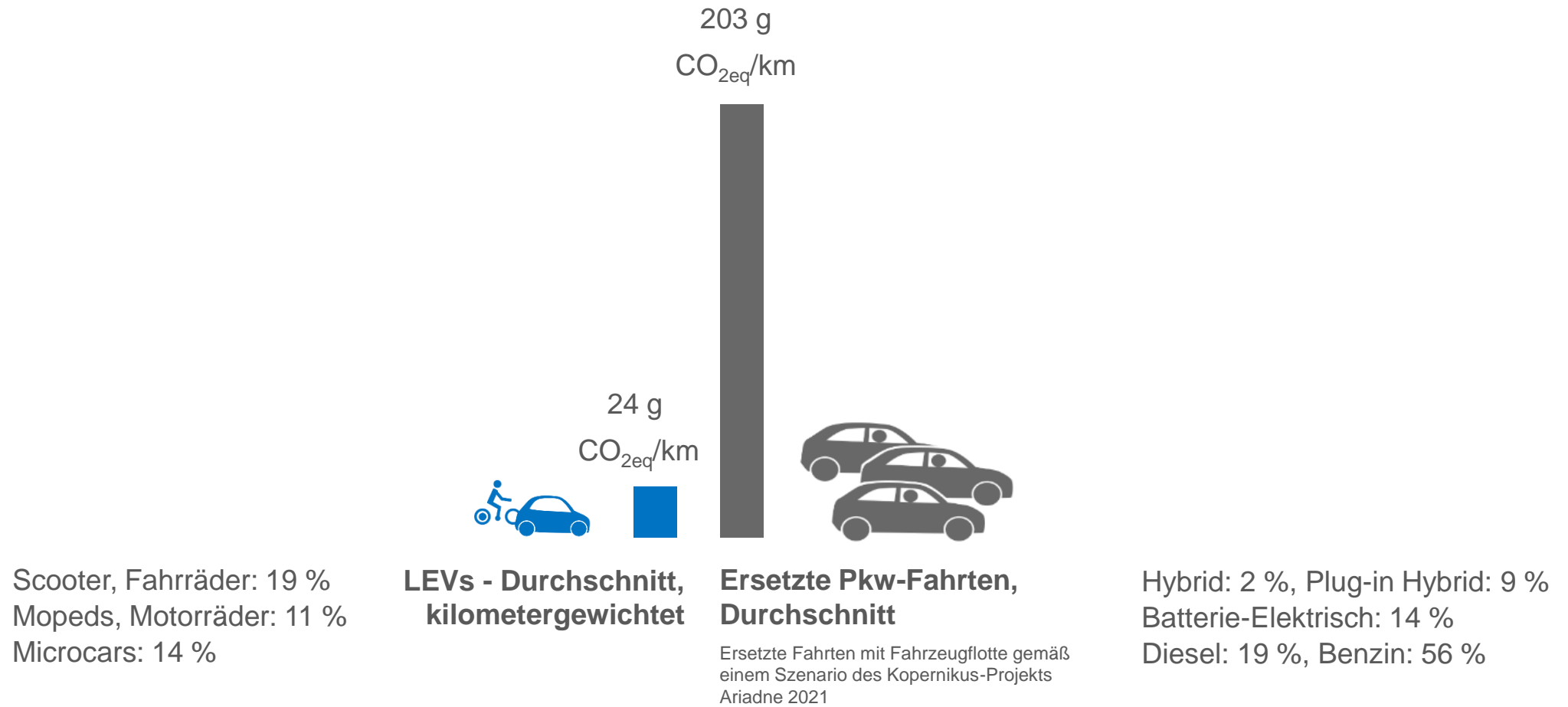


*Szenario mit 228 gCO_{2eq}/kWh (Strommix heute 450 gCO_{2eq}/kWh)

“Well to Wheel” Emissionen von LEVs und Pkw:

- ✓ Inkl. Fahrzeugproduktion, einschließlich Batterieproduktion
- ✓ Inkl. Energieerzeugung* / bzw. Kraftstoffherstellung
- ✓ Inkl. Kraftstoffverbrennungsemissionen im Betrieb (ersetzte Verbrenner-Pkw)
- ✓ Wenn mehrere LEVs für die Substitution von Fahrten geeignet sind: Auswahl des LEVs mit den geringsten CO_{2eq}/km

Lebenszyklus-Emissionen – Vergleich LEVs und Pkw



Wie viel Treibhausgasemissionen könnten durch LEVs eingespart werden?


CO_{2eq} Emissionen ohne LEV Nutzung



Einsparpotential

44%

57 Mio. Tonnen CO_{2eq} pro Jahr
Bei 50 % der Gesamtkilometer mit LEVs



CO_{2eq} Emissionen bei Nutzung von LEV



Tiefgreifende Veränderungen wären nötig, um dies auch nur zum Teil umzusetzen. Falls wir die Klimaschutzziele verfehlen, werden die Veränderungen allerdings ebenfalls tiefgreifend sein.

Fazit und Forschungsbedarf



Zusammenfassung

- **Sehr hohes Potential – 50 % der gefahrenen Pkw-km ist ersetzbar**
- **44 % CO_{2eq} einsparbar gegenüber PKW-Flotte (Betrieb + Fahrzeugproduktion)**
- **Potential besonders hoch, falls Pkw-Bestand durch LEVs verringert wird**
(nicht Teil von LEV4Climate)
- **Ganzheitlicher Ansatz essentiell: Mix aus LEVs, ÖPNV, Fuß- und Radverkehr und weiteren Mobilitätsoptionen – mit Sharing könnte je nach Fahrt ein passendes Fahrzeug gewählt werden**
- **Theoretisches Potential - ohne Berücksichtigung der LEV-Akzeptanz, weitere Forschung zu Akzeptanzfragen, technologischer Entwicklung, Sicherheit etc. wichtig**



Forschungsbedarf

- **Wie können Akzeptanz und Nutzung von LEVs erhöht und somit Emissionen gemindert werden?**
- **Wie können Verkehrssysteme und Fahrzeuge gestaltet werden, um die Sicherheit von LEV zu maximieren?**

Die gesamte Studie ist frei verfügbar über
https://www.dlr.de/fk/PortalData/40/Resources/2022-03-24_LEV4Climate_DLR_LEVA-EU_report.pdf



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt für LEVA-EU

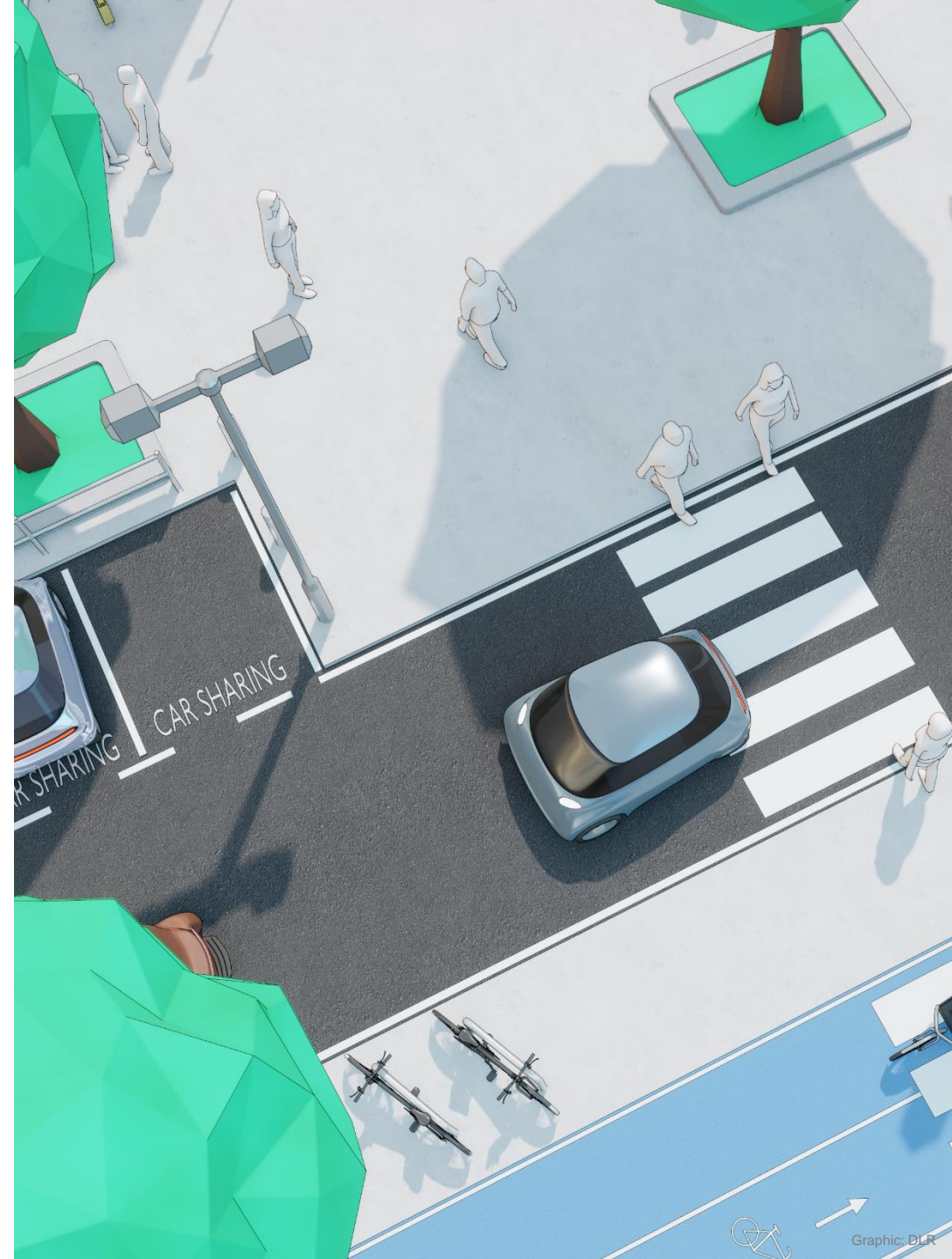
Authors:
Mascha Brost, Simone Ehrenberger, Isheeka Dasgupta, Robert Hahn
DLR Institute of Vehicle Concepts
Laura Gebhardt, Robert Seiffert
DLR Institute of Transport Research

Cite as: Brost, M.; Gebhardt, L.; Ehrenberger, S.; Dasgupta, I.; Hahn, R.; Seiffert, R. (2021): The Potential of Light Electric Vehicles for Climate Protection Through Substitution for Passenger Car Trips - Germany as a case study. Projectreport.

Auftraggeber:



Sponsoren:



Kontakt / Team der LEV4Climate Studie

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



**Mascha
Brost**

Institut für
Fahrzeugkonzepte

Mascha.Brost@dlr.de



**Simone
Ehrenberger**

Institut für
Fahrzeugkonzepte



**Laura
Gebhardt**

Institut für
Verkehrsforschung



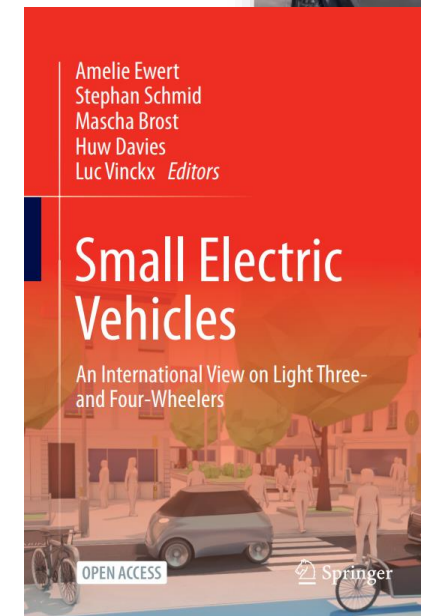
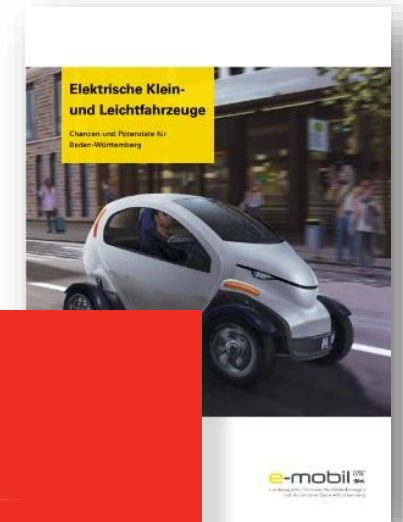
**Isheeka
Dasgupta**

Institut für
Fahrzeugkonzepte



**Robert
Hahn**

Institut für
Fahrzeugkonzepte



[Elektrische Klein- und Leichtfahrzeuge | e-mobil BW](#)

OPEN ACCESS

[Small Electric Vehicles - An International View on Light Three- and Four-Wheelers | Springer](#)

Die gesamte LEV4Climate Studie ist frei verfügbar über

https://www.dlr.de/fk/PortalData/40/Resources/2022-03-24_LEV4Climate_DLR_LEVA-EU_report.pdf

- BMVI – Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (2018): Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR) des BMVI für die Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Arbeitspapier, Versions V1.1. BMVI, Division G 13 „Forecast, Statistics and Special Surveys“. Retrieved from: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-arbeitspapier.pdf?__blob=publicationFile [24.02.2022].
- BMVI – Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (n.d.): RegioStaR – Regional Statistical Spatial Typology for Mobility and Transport Research. BMVI, Division G 13 „Forecast, Statistics and Special Surveys“. Retrieved from: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/regiostar-raumtypologie-englisch.pdf?__blob=publicationFile [24.02.2022].
- BMVI (no date): MiD 2017 – Mobilität in Deutschland. Mikrodaten (Public Use File). Available online: www.clearingstelle-verkehr.de [20 November 2021].
- GBE Bund (2017): GESUNDHEITSBERICHTERSTATTUNG DES BUNDES Durchschnittliche Körpermaße der Bevölkerung (Größe in m, Gewicht in kg). http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=3&p_aid=34219392&nummer=223&p_sprache=D&p_indsp=-&p_aid=35196731 [25.10.2019]
- IEA (2020): Global CO2 emissions by sector in 2019. <https://www.iea.org/reports/greenhouse-gas-emissions-from-energy-overview/emissions-by-sector#abstract> [15.03.2022]
- KBA (2021): Fahrzeugzulassungen (FZ) Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen Jahr 2020, FZ14. https://www.kba.de/SharedDocs/Downloads/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ14/fz14_2020_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3, p. 18 [04.03.2022]
- Kelly (2020): Kelly, Jarod C.; Dai, Qiang; Wang, Michael (2020): Globally regional life cycle analysis of automotive lithium-ion nickel manganese cobalt batteries. In: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 25 (3), p. 371–396. DOI: 10.1007/s11027-019-09869-2.
- Kopernikus-Projekt Ariadne (2021): Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich. <https://doi.org/10.48485/pik.2021.006>
- Nobis, C., Kuhnimhof, T. (2018): Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr. 70.904/15). Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de.
- UBA (2018): Emission sources transport 2016 (without CO₂ from biofuels), Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen. Dessau, via https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2018_bf.pdf, p. 28 and 39 [04.03.2022]
- UBA (2021): Beitrag der erneuerbaren Energien zum Endenergieverbrauch in Deutschland. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#ueberblick>, [04.03.2022]
- VW (2021): „Die CO₂-Bilanz des Elektro-Fahrzeugs“, <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2021/02/e-mobility-is-already-this-much-more-climate-neutral-today.html> "Von der Wiege bis zur Bahre" <https://www.volkswagenag.com/de/news/stories/2019/04/from-the-well-to-the-wheel.html#> [07 March 2022]
- World Resources Institute (2020): Emissions by sector for 2016, Climate Watch, the World Resources Institute (2020) via <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector#energy-electricity-heat-and-transport-73-2> [04.03.2022]