Fraunhofer ISI

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

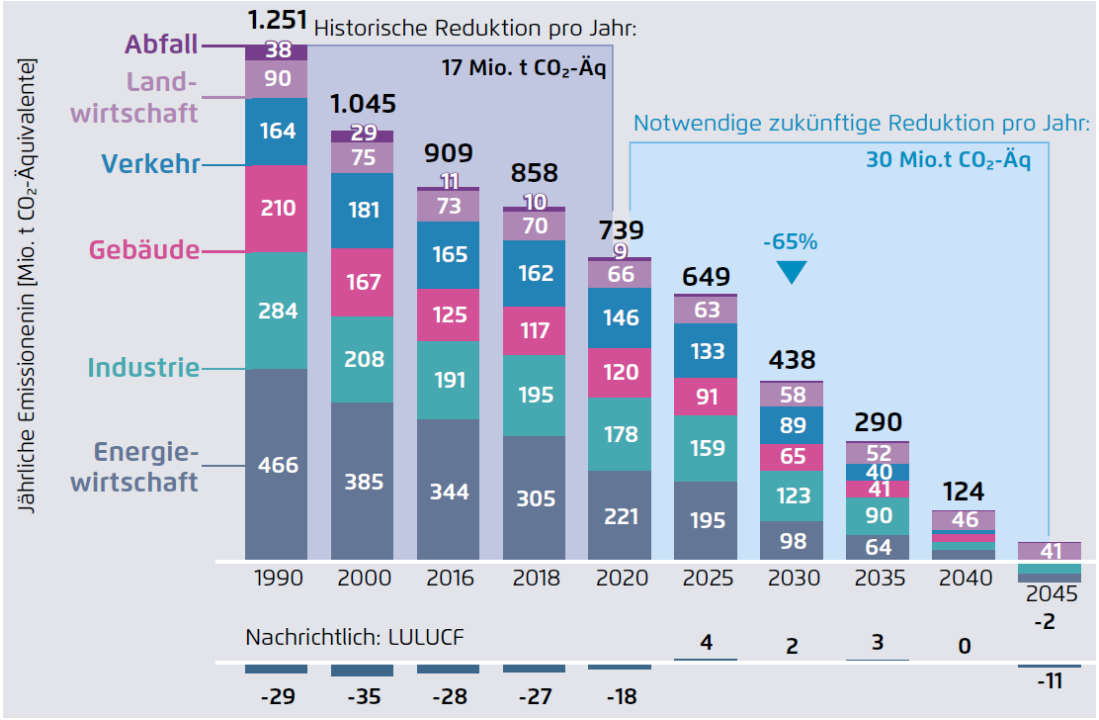
Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge – Status Quo und Perspektive

Dr. Patrick Plötz
Leitung Geschäftsfeld Energiewirtschaft, Fraunhofer ISI, Karlsruhe

Agenda

Motivation und Überblick

Drastische Emissionsreduktion im Verkehr nötig



- Klimaziele: THG-neutral bis 2045
- Stromproduktion und Verkehr müssen Emissionen stark senken
- Mit fossilen Kraftstoffen nicht realistisch
- Elektrofahrzeuge mit erneuerbaren Energien geladen können starken Beitrag leisten

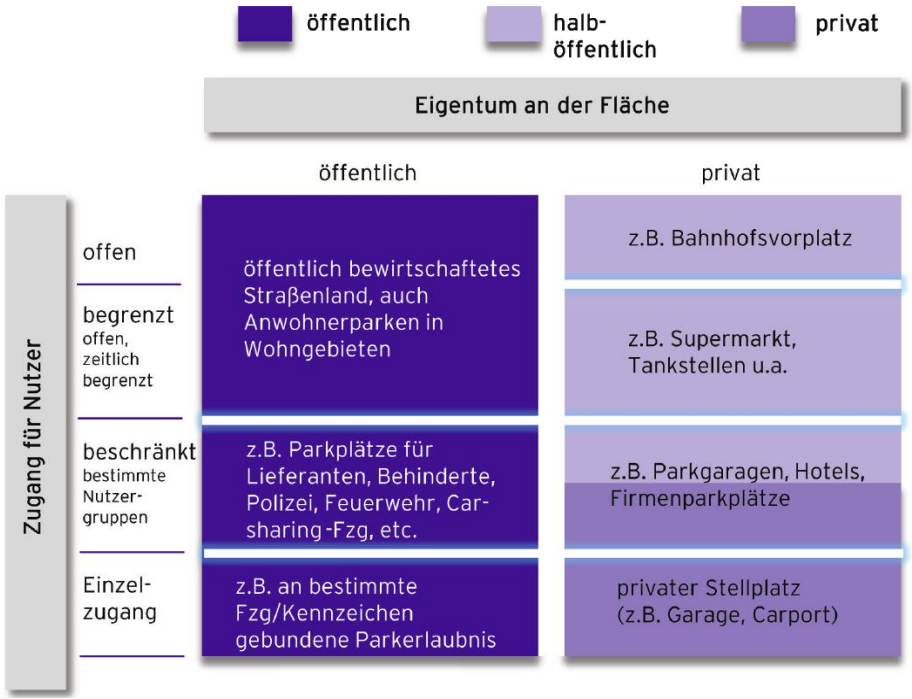
Quelle: Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende

Fraunhofer ISI

Festlegung zentraler Begriffe

- *Öffentliche Ladeinfrastruktur* ist allgemein zugänglich auf öffentlichem Grund und Boden
- *Halb-öffentliche Ladeinfrastruktur* ist allgemein zugänglich auf privatem Boden
- *Schnellladen* ist Laden mit Leistungen > 22 kW (vgl. Ladesäulenverordnung)
- Nutzungsarten Ladeinfrastruktur:

- **Regelmäßig über Nacht laden**
- **Gelegenheitsladen: Während geplanten Stopps laden**
- **Zwischenladen: Zusätzlicher Stopp für Laden nötig**



Quelle: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hrsg). (2014): „ÖFFENTLICHE LADEINFRASTRUKTUR FÜR STÄDTE, KOMMUNEN UND VERSORGER“ sowie Dissertation J. Hildebrandt (2016)

Fraunhofer ISI

Es existiert eine Vielfalt elektrischer Antriebssysteme.

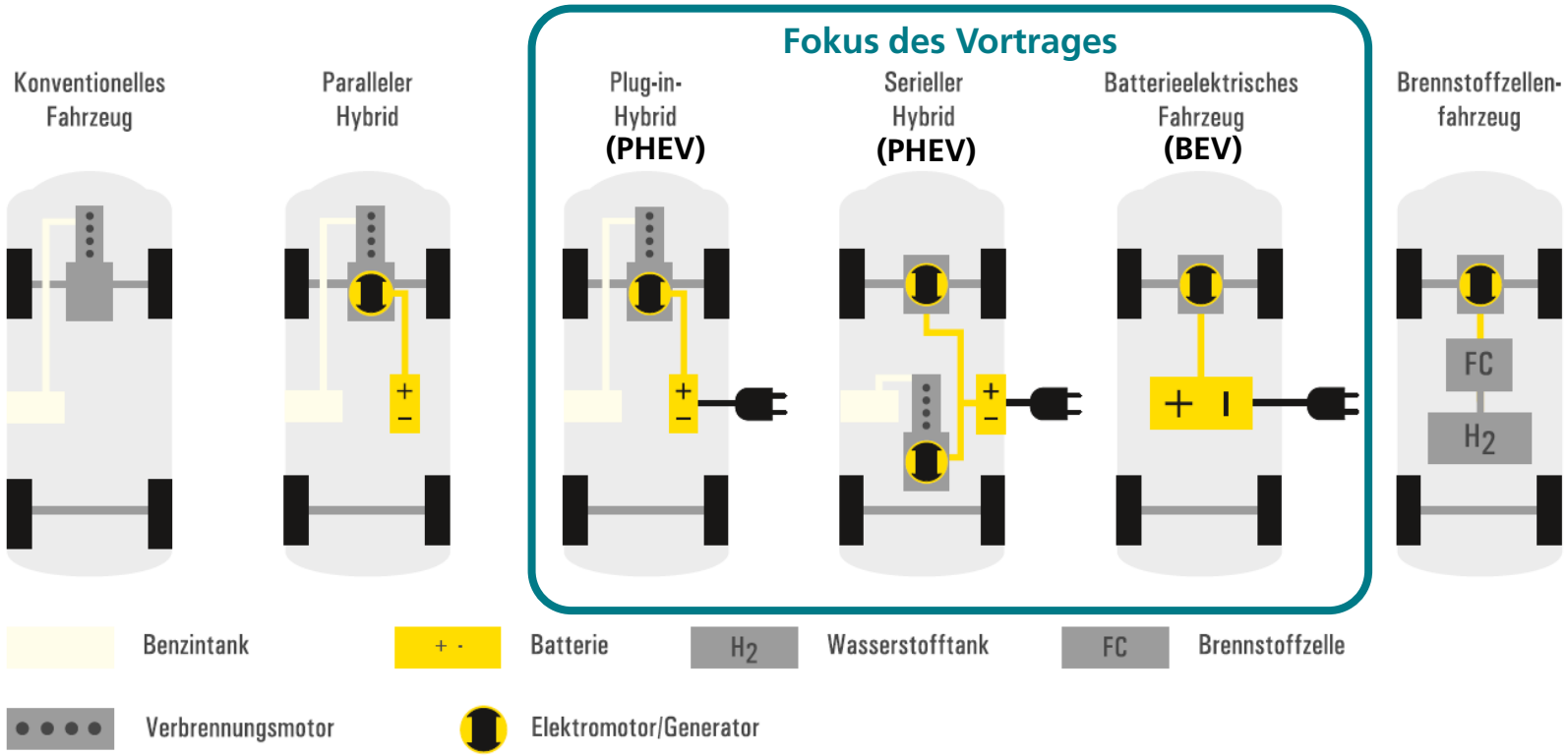


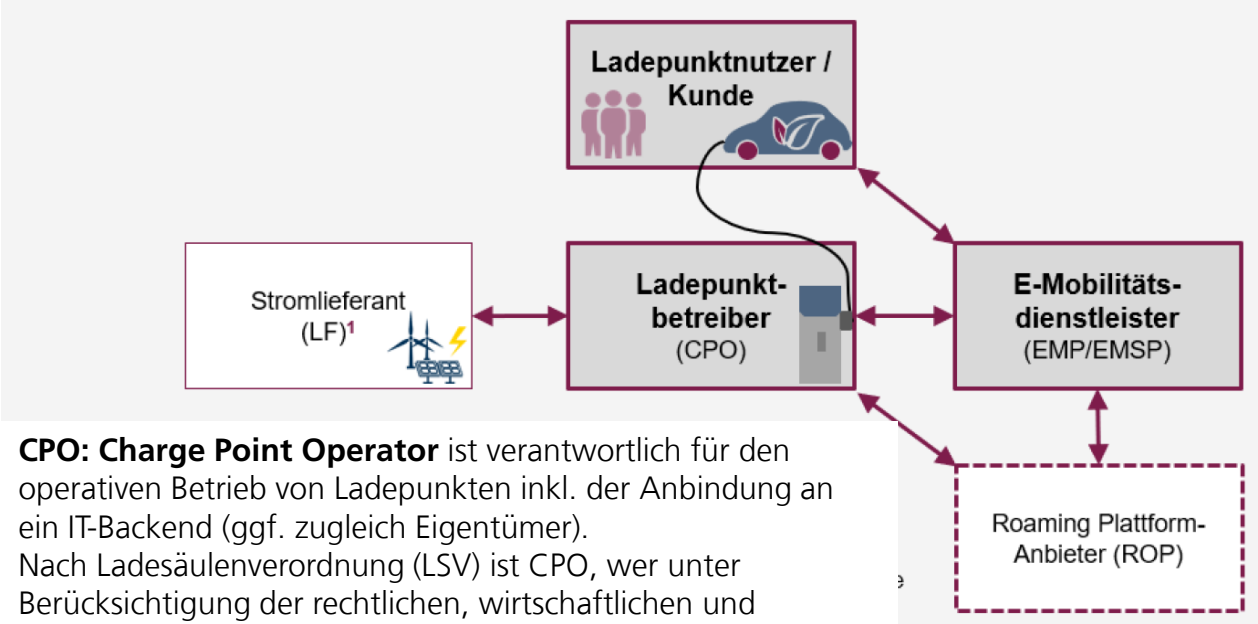
Abbildung: Strukturstudie e-mobil BW (2011)

Fraunhofer ISI

Agenda

Ladeinfrastruktur Pkw

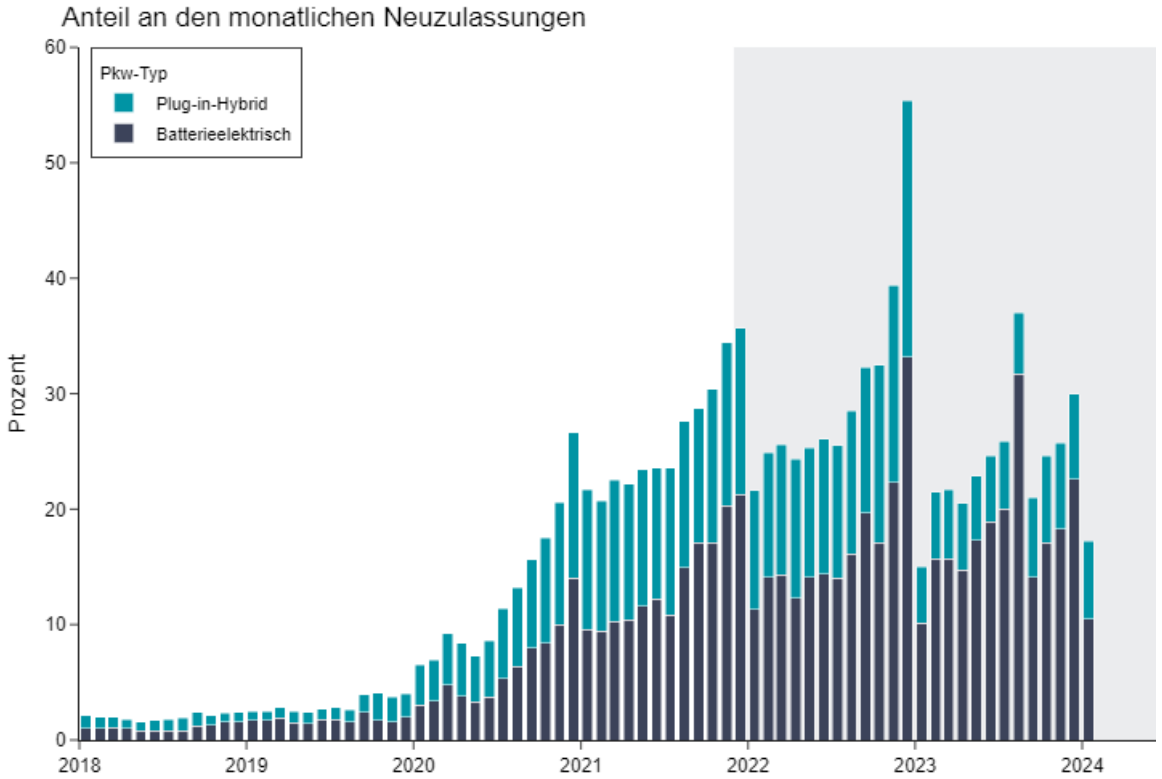
Ladeinfrastruktur funktioniert eher wie ein Handy als wie ein Tankstelle: Betreiber und Dienstleister sind getrennt



CPO: Charge Point Operator ist verantwortlich für den operativen Betrieb von Ladepunkten inkl. der Anbindung an ein IT-Backend (ggf. zugleich Eigentümer).
Nach Ladesäulenverordnung (LSV) ist CPO, wer unter Berücksichtigung der rechtlichen, wirtschaftlichen und tatsächlichen Umstände bestimmenden Einfluss auf den Betrieb eines Ladepunkts ausübt

Elektromobilitätsdienstleister (EMP: E-Mobility Provider) bietet Kunden über einen Vertrag und der Ausgabe von Autorisierungs-medien (bspw. RFID-Ladekarte, App oder Plug-&- Charge-Lösung) Zugang zur Ladeinfra-struktur eines oder mehrerer Ladepunktbetreiber an, um dort Elektrofahrzeuge zu laden.

Marktanteile von E-Fahrzeugen in Deutschland auf dem Vormarsch

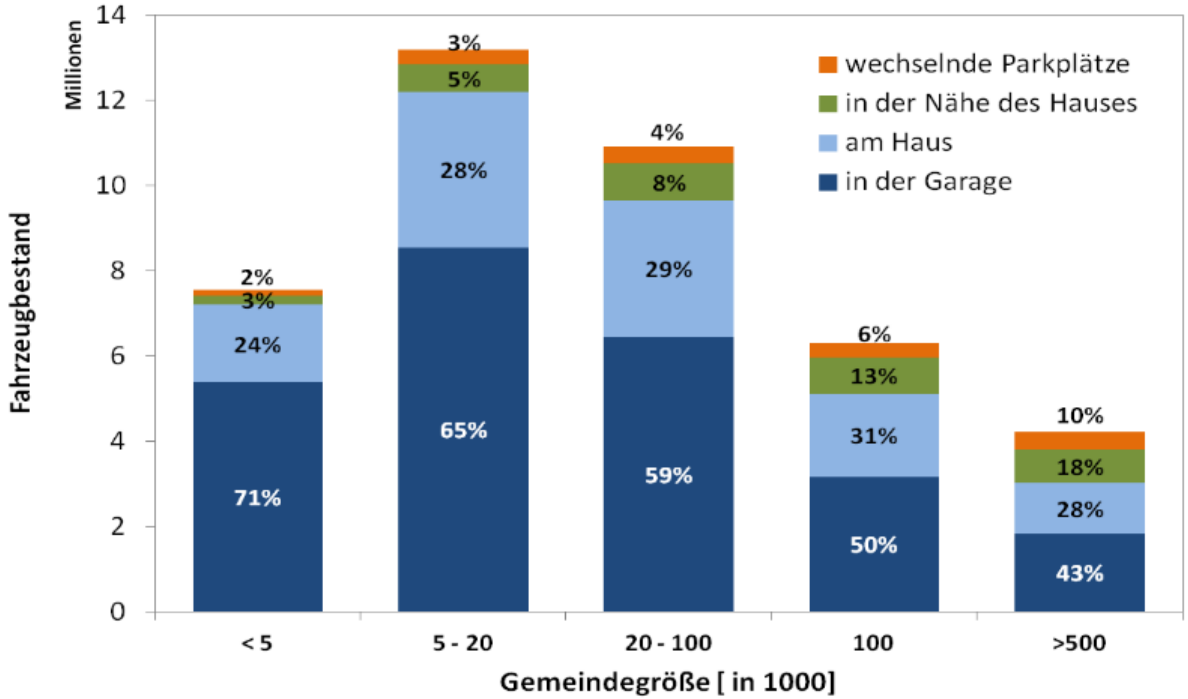


https://openenergytracker.org/de/docs/germany/emobility/#batterieelektrische-pkw

Fraunhofer ISI

Die Mehrzahl der Pkw-Nutzer hat eine Garage/Stellplatz

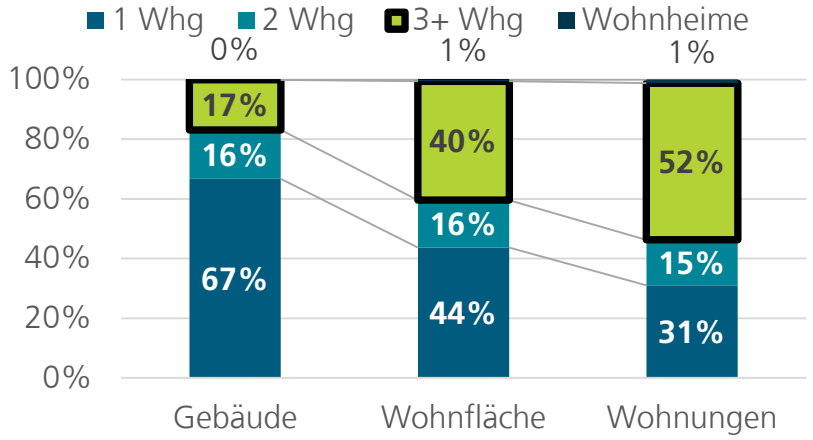
Fahrzeugbestand und Anteil der Stellplätze von Fahrzeugen über Nacht nach Gemeindegröße.



Quelle: Eigene Darstellung mit Daten aus MiD 2002. Die Kategorie "unbekannt / keine Angabe" ist aufgrund von Werten unter einem Prozent nicht dargestellt.

50% der Wohnungen sind in Gebäuden mit mindestens 3 Wohnungen

Allerdings ist der Pkw-Besitz etwas geringer als in den Einfamilienhäusern



	Gebäude	Wohnungen
1 Wohnung	65%	31%
2 Wohnungen	17%	15%
3 - 6 Whg.	**12%**	**52%**
7 - 12 Whg.	**5%**	
>12 Whg.	**1%**	
Gesamt-Bestand	**19,4 Mio.**	**41,7 Mio.**

ca. 3,3 Mio. Gebäude und 22 Mio. Whg.en

	Miete Bestand	Kauf Bestand
kein Stellplatz	77%	54%
Außenstellplatz	14%	23%
Tiefgaragenstellplatz	9%	23%

Mind. 80 % Miete, d.h. ca. **¼ der Gebäude mit Stellplatz**

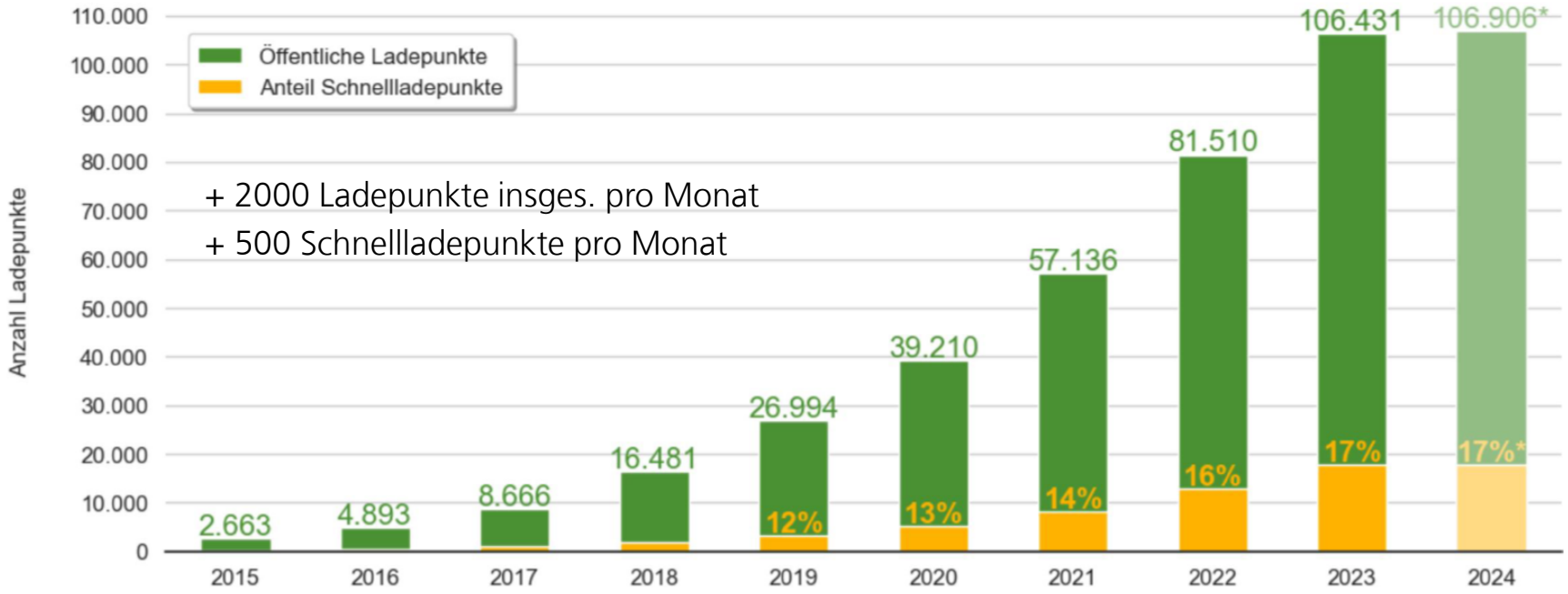
Aktuell Novelle des Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetzes (GEIG): Mindestziele für Lademöglichkeiten bei Mehrfamilienhäusern

Fraunhofer ISE & ISI (2024); Deschmeier et al. (2023): Stellplätze im Wohnungsbau - Bedarfe und Preise. Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. https://www.iwkoeln.de/studien/philipp-deschermeier-ralph-henger-christian-oberst-stellplaetze-im-wohnungsbau.html

Fraunhofer ISI

Heute über 100.000 öffentliche Ladepunkte in Deutschland.

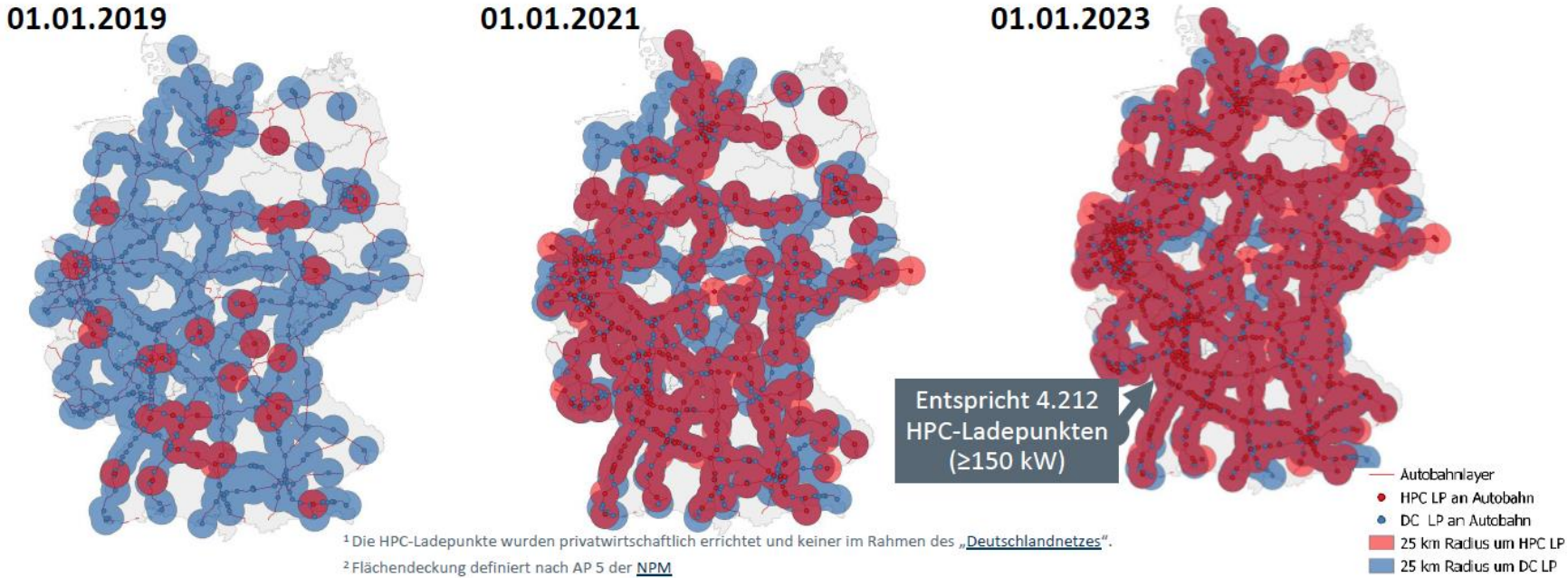
Ca. ¼ gefördert – Tendenz sinkend; 60% der Schnelllader >= 150 kW, d.h. >11.000 Stück



https://nationale-leitstelle.de/verstehen/o-LIS-Report_der_Nationalen_Leitstelle_Ladeinfrastruktur/

Fraunhofer ISI

Dichtes Netz an Hochleistungsladern entlang der Autobahn



[1] Die HPC-Ladepunkte wurden privatwirtschaftlich errichtet und keiner im Rahmen des „Deutschlandnetzes".

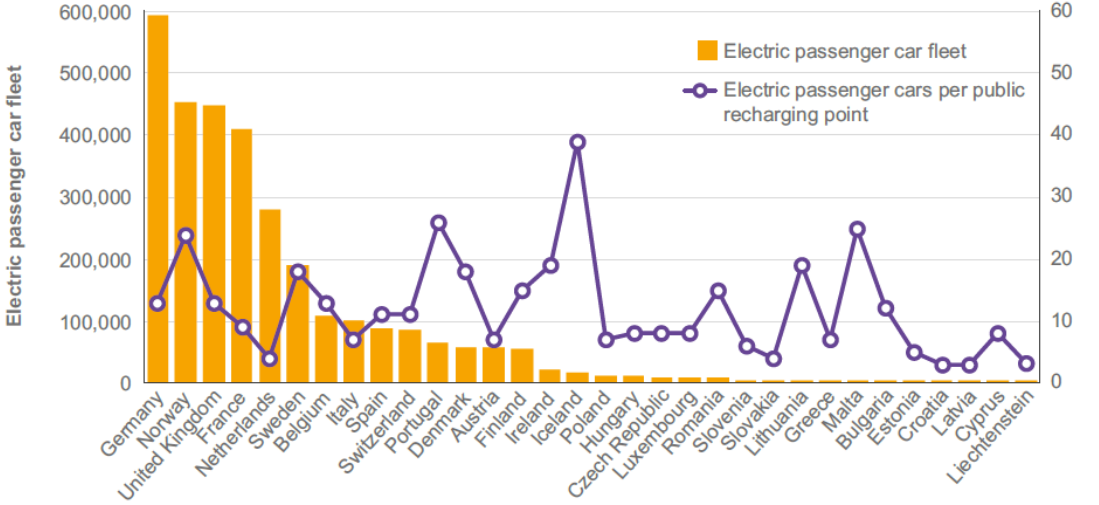
[2] Flächendeckung definiert nach AP 5 der NPM

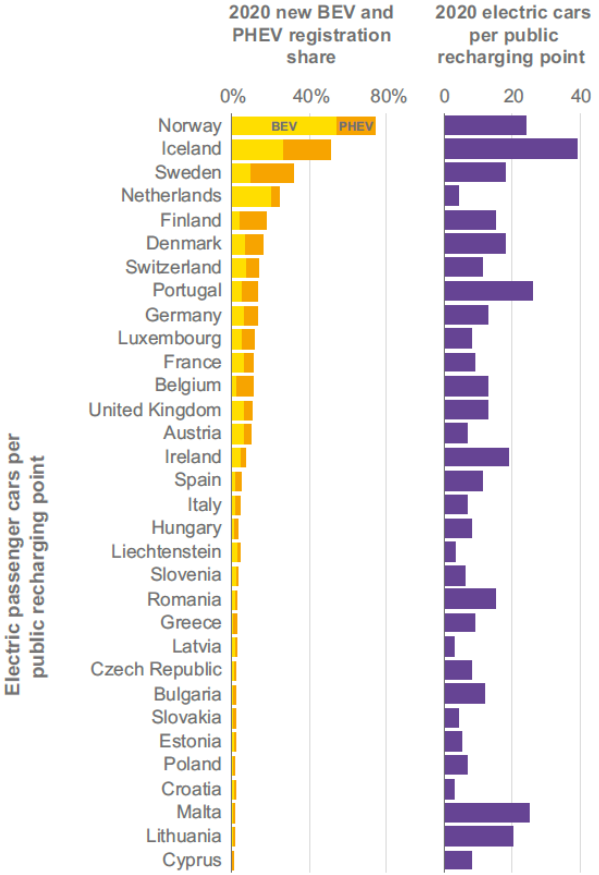
https://www.bdew.de/media/documents/BDEW_Elektromobilit%C3%A4tsmonitor_3_2023_final_korrigiert_O7Q69zl.pdf

Fraunhofer ISI

Die Wirkung öffentlicher Ladeinfrastruktur ist schwer nachzuweisen.

- Schnelles Marktwachstum auch ohne großen Zubau von Ladeinfrastruktur
- Hoher Bedarf an Ladesäulen für Fernreisen und in Ländern mit wenig Garagen
- **Die Wirkung öffentlicher Ladeinfrastruktur ist begrenzt**





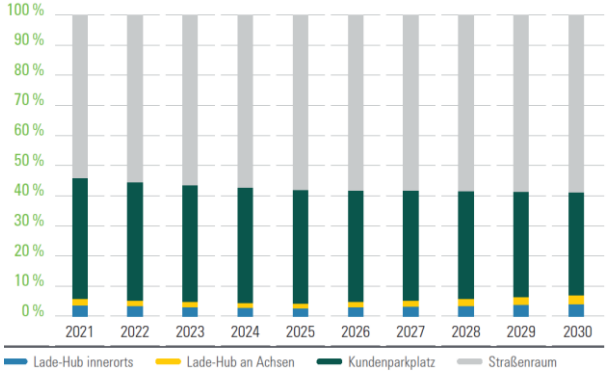
EAFO (2020): On the electrification path: Europe's progress towards clean transportation. Study performed by the European Alternative Fuels Observatory on request of the European Commission by Sandra Wappelhorst, International Council on Clean Transportation. March 2021

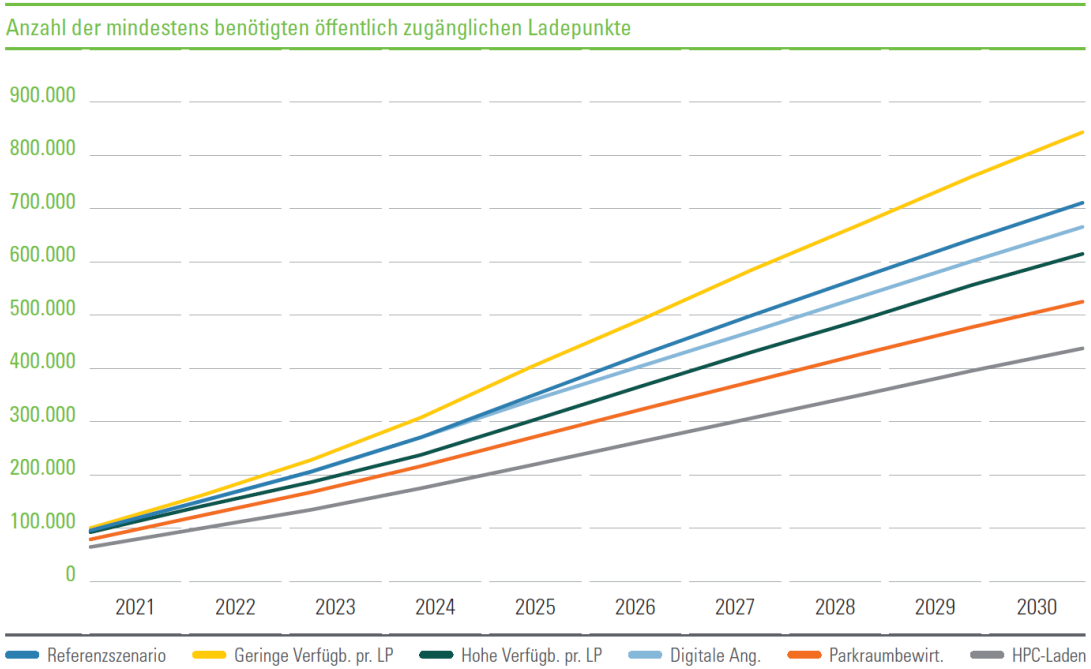
Fraunhofer ISI

Nationalen Leitstelle: 0,5 – 1,0 Mio. öffentlich Ladepunkte bis 2030

Ziel der Bundesregierung von 1 Mio. Ladepunkte 2030 nicht notwendig

- **Studie für NLL untersucht Bedarf in mehreren Szenarien**
- **Schnellladen nur ca. 5 – 10 %**
- **Aber viel Schnellladen = weniger öffentliche Ladepunkte**





NLL (2020): Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf. Studie im Auftrag des BMVI. https://nationale-leitstelle.de/

Fraunhofer ISI

100% Batterie-Pkw sind machbar, erfordern aber guten Netzausbau

Beispielrechnung für Schnellladen im Fernverkehr

	45 Mio. Verbrenner	45 Mio. Batterie-Pkw	Verhältnis
Reichweite	Ca. 1000 km	Ca. 400 – 500 km	Faktor 2
Tank-/Ladezeit	Ca. 10 min	20 – 30 min	Faktor 2 – 3
Ladepunkte / Rasthof	Ca. 8	Ca. 32 – 40	2*(2 – 3) = 4 – 6
Leistung / Rasthof	8*20 l/min = 96 MW	35*250kW*0,6 = 5 MW	
400 bewirtschaftete Rasthöfe	3200 Zapfsäulen	12.500 – 16.000 LP	

Anmerkungen:

- E-Pkw können zuhause und oft am Zielort geladen werden
- zzgl. unbewirtschaftete Rasthöfe auf denen bereits Ladesäulen gebaut werden

© Fraunhofer ISI

Agenda

Ladeinfrastruktur Lkw

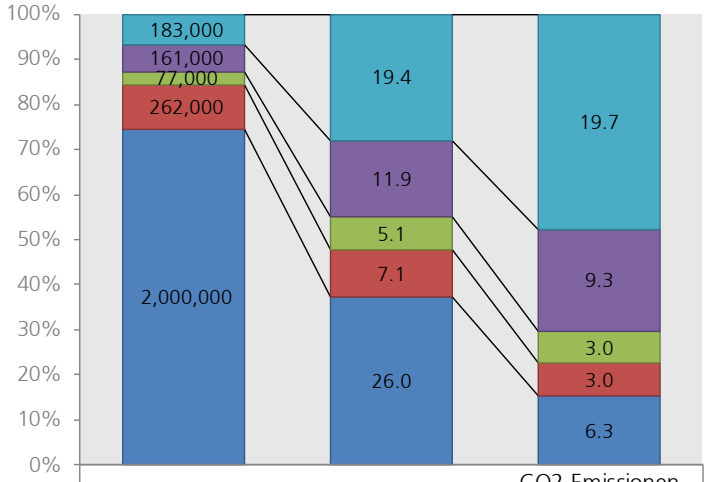
Sattelzugmaschinen: 5% der Lkw aber 50% der CO_2-Emissionen von Lkw

Sattelzüge (SZM) haben hohe Jahresfahrleistungen und hohen Energieverbrauch

Für eine langfristige CO_2-Neutralität des Verkehrs brauchen wir Lösungen für den schweren Straßengüterverkehr (heute alles Diesel)

Mögliche Lösungen:

- Batterie-Lkw
- Wasserstoff FCEV
- Oberleitungs-LKW

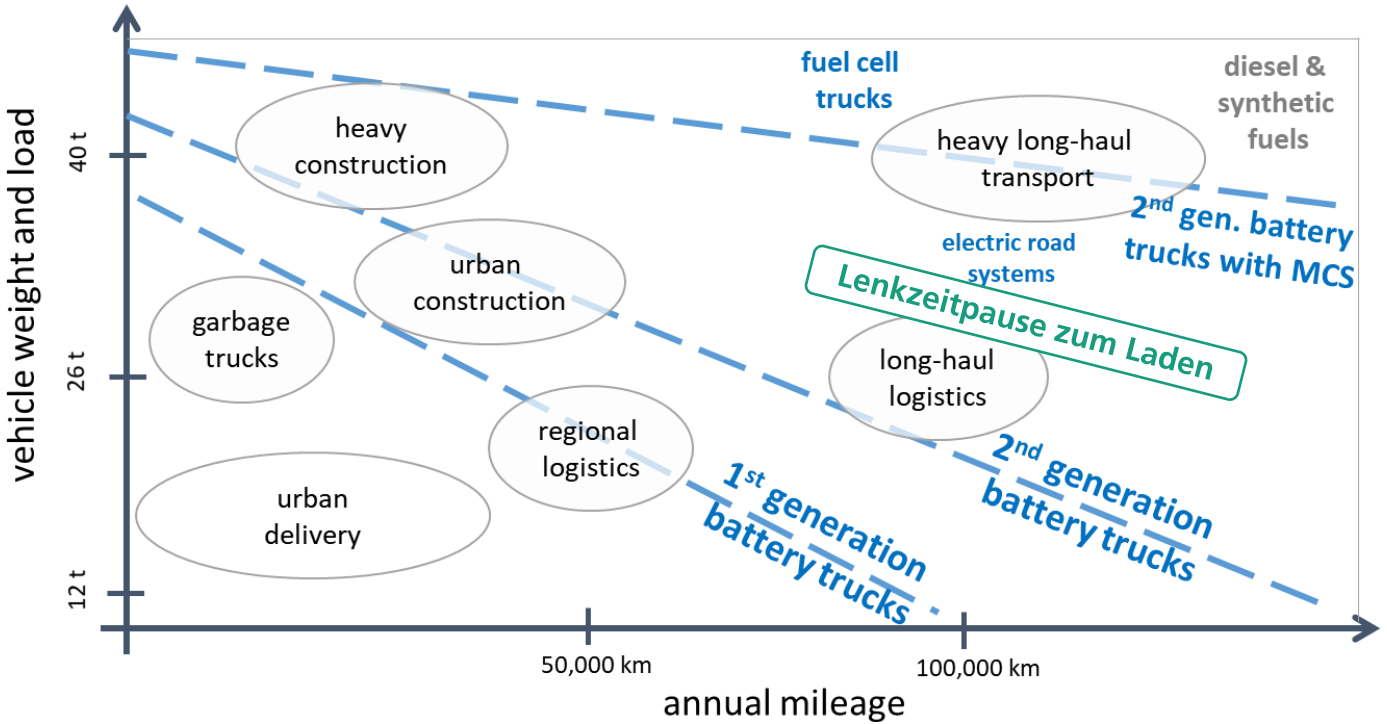


	Fahrzeug-bestand	Fahrleistung [Mrd. Fzg-km/a]	CO2-Emissionen [Mio. tCO2/a WtW]
SZM	183,000	19.4	19.7
12 - 26 t	161,000	11.9	9.3
7.5 - 12 t	77,000	5.1	3.0
3,5 - 7,5 t	262,000	7.1	3.0
<3,5 t	2,000,000	26.0	6.3

Fraunhofer ISI

Große Batterien und Megawatt-Laden ermöglichen E-Lkw-Fernverkehr

Damit werden E-Lkw in der Breite machbar



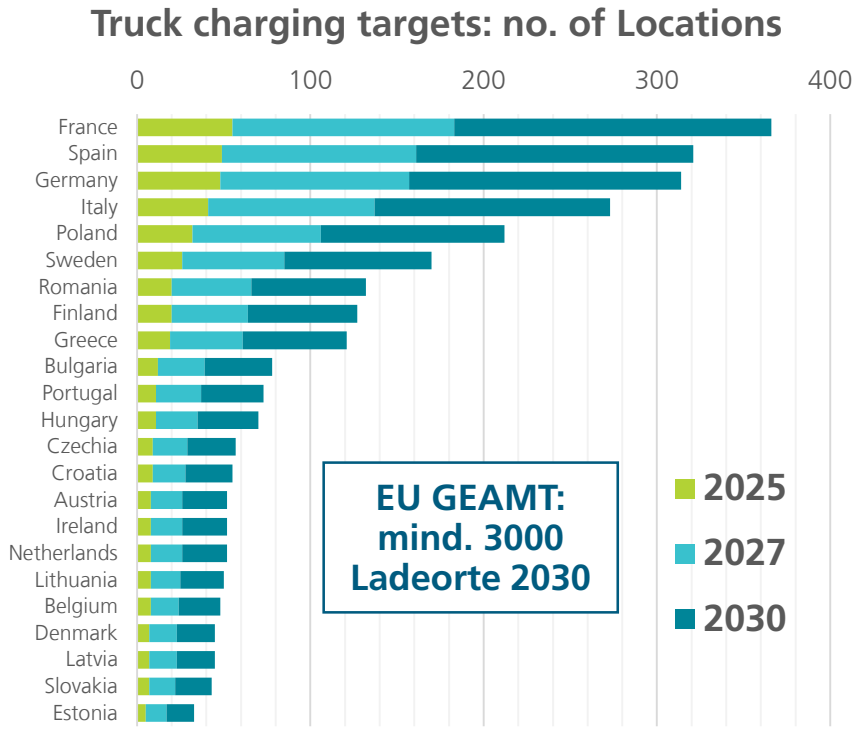
© Fraunhofer ISI

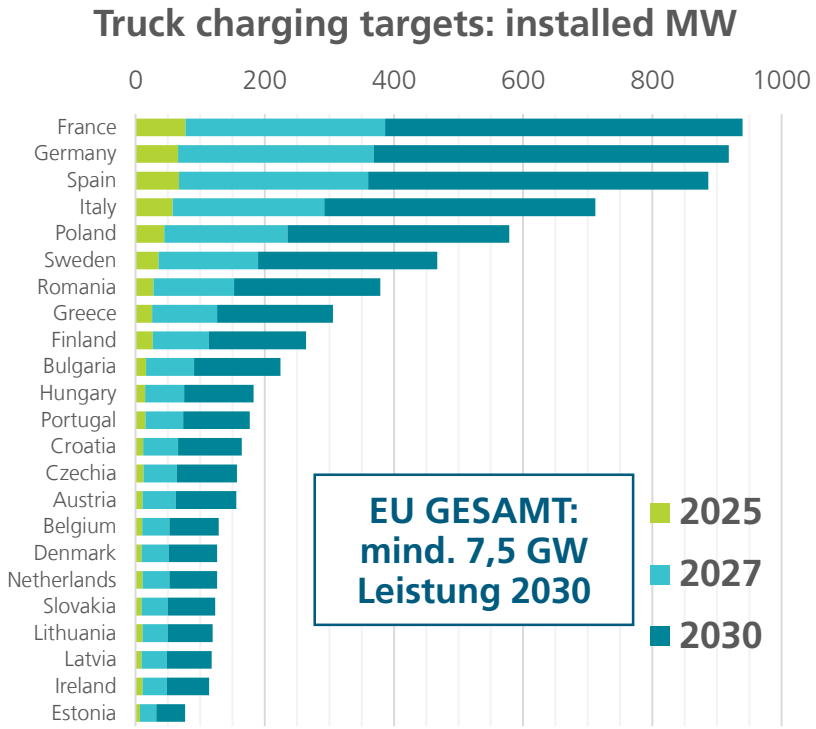
Quelle: Plötz (2022): Hydrogen technology is unlikely to play a major role in sustainable road transport. Nature Electronics 5, 8–10. https://doi.org/10.1038/s41928-021-00706-6

Fraunhofer ISI

Europäische Lkw-Ladeinfrastruktur-Vorgaben

Zubau nach Jahren pro Land gemäß Verordnung (EU) 1804/2023



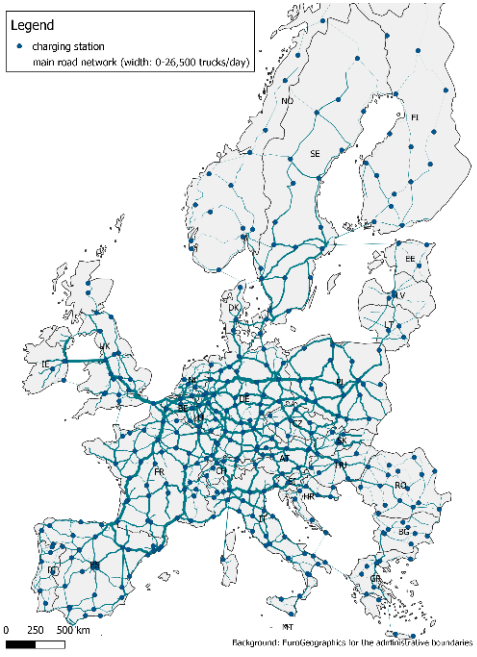


Source: Own analysis based on AFIR. More details at https://hochleistungsladen-lkw.de/hola-en/

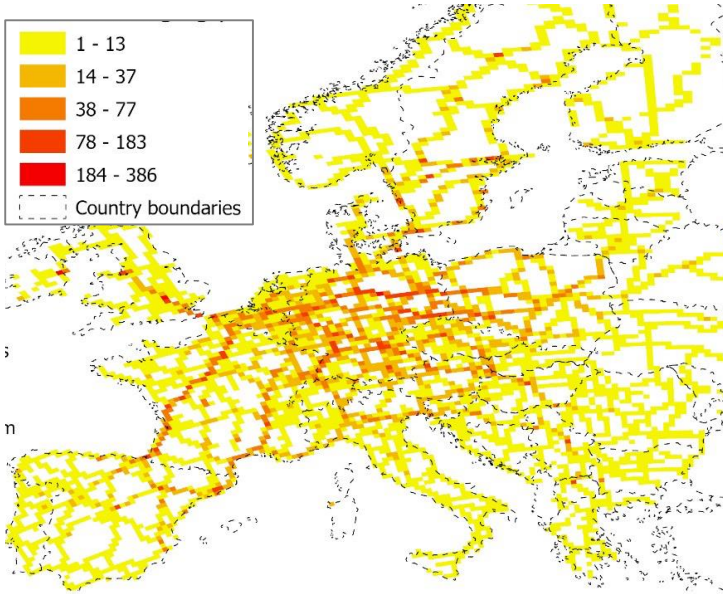
© Fraunhofer ISI

Eine Reihe von SChnellladenetzwerken wurde berechnet

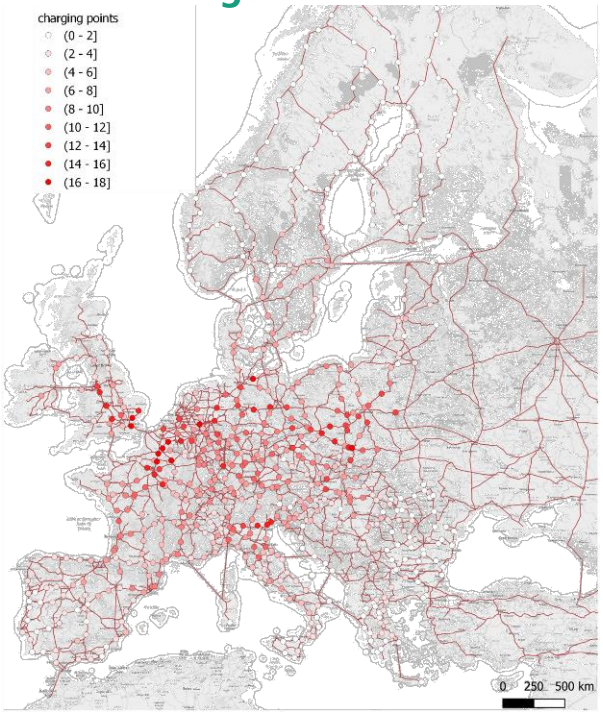
Optimisation



Driving Simulation



Coverage Simulation



Speth et al. (2021) http://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107786, Shoman et al. (2023) , https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103825, Speth et al. (2022) https://doi.org/10.1088/2634-4505/ac6442, Speth & Funke (2021) https://doi.org/10.3390/wevj12020067

© Fraunhofer ISI

INNOVATIONCLUSTER “HOCHLEISTUNGSLADEN E-LKW IM FERNVERKEHR" (HOLA)

Plant Bau und Betrieb der ersten Megawattlader in Deutschland

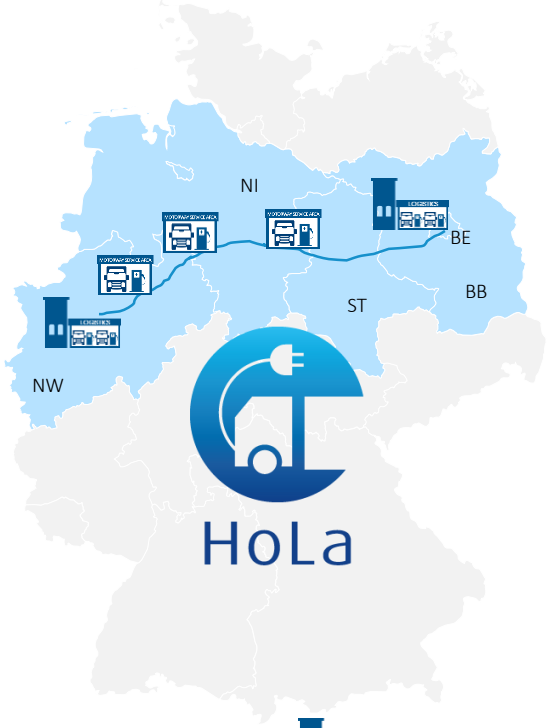
HoLa

Consortium Partners

Fraunhofer
technische universität dortmund
Technische Universität Berlin
P3
Bauhaus-Universität Weimar
heliox
SCANIA
ABB
EnBW
VOLVO
DAIMLER
MAN

Associated partners

VDA Verband der Automobilindustrie
TANK & RAST GRUPPE
TRATON
RHENUS LOGISTICS
Universität Stuttgart
Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT
e.dis
Nutzfahrzeugzentrum Dortmund
Netze BW Sparte Dienstleistungen
MEYER&MEYER
IONITY



Charging hub at motorway service area

Charging hub at logistics center

Timeline

- O9/21 Project kickoff
- Q3/22 Concept finalization
- Q3/23 Start of construction measures and installation of infrastructure
- Q1/24 Start of pilot operation with CCS
- Q3/24 Start of pilot operation with MCS
- Q3/25 Concept verification
- 09/25 Project completion

Gefördert durch: Bundesministerium für Digitales und Verkehr; Finanziert von der Europäischen Union NextGenerationEU; aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Fazit

- Elektromobilität bei Pkw ist derzeit in starkem Wachstum
- Viele Nutzer können zuhause eher einfach regelmäßig über Nacht laden
- Für Nutzer ohne festen Stellplatz müssen wir Lösungen finden, wie Laden am Arbeitsplatz oder Schnellladen
- Es besteht weiterhin Bedarf für öffentliche Ladeinfrastruktur, vor allem Langsamladen für den täglichen Bedarf und Schnellladen für Fernreisen
- Elektro-Antriebe werden auch bei Lkw schnell zunehmen
- Hochleistungsschnellladen und Depotladen sind wichtig bei Lkw

Thank you for your attention!

Fraunhofer ISI

Dr. Patrick Plötz

Competence Center Energietechnologien und Energiesysteme
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe
Telefon +49 721 6809-289
patrick.ploetz@isi.fraunhofer.de

HoLa
Hochleistungsladen Lkw-Fernverkehr

Visit the website

Gefördert durch:

Bundesministerium für Digitales und Verkehr

Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages