

Elektromobilitätskonzept Stadt Fulda

Konzept zum Aufbau einer bedarfsorientierten Ladeinfrastruktur in Fulda



Impressum

Titel: Elektromobilitätskonzept Stadt Fulda
Konzept zum Aufbau einer bedarfsorientierten
Ladeinfrastruktur in Fulda

Auftraggeber: Magistrat der Stadt Fulda
Stadtplanungsamt
Schlossstraße 1
36037 Fulda

Auftragnehmer: EcoLibro GmbH
Lindlausstraße 2c
53842 Troisdorf
Tel.: 02241 26599 0

Bearbeiter: Volker Gillessen (Seniorberater)
Dr. Steffen Pötsch (Projektmanager/Analyst)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII

1 Management Summary	1
----------------------	---

Berichtsteil A: Methodischer Ansatz zur bedarfsgerechten Standortfindung von Ladeinfrastruktur **9**

2 Grundsätzliche Annahmen zur Entwicklung des Ladeinfrastrukturbedarfs	10
2.1 Nutzungsprofile	10
2.2 Reichweiten	11
2.3 Lade-Use-Cases	12
2.3.1 Use-Case 1 Eigenheim und 2 Mehrfamilienhaus	15
2.3.2 Use-Case 3 Laden beim Arbeitgeber	17
2.3.3 Use-Case 4 Lade-Hub innerorts	17
2.3.4 Use-Case 5 Lade-Hub an Achsen	18
2.3.5 Use-Case 6 Bestehender Parkraum	18
2.3.6 Use-Case 6 Öffentlicher Straßenraum	19
3 Methodik der Analyse	21
3.1 Berechnungsstufe 1: Entwicklung Fahrzeugbestand	22
3.1.1 Entwicklung und Prognose des gesamten Fahrzeugbestands	22
3.1.2 Regionstypen	25
3.2 Berechnungsstufe 2: Entwicklung Elektromobilität	26
3.3 Berechnungsstufe 3: Räumliche Verteilung von Elektrofahrzeugen	32
3.3.1 Elektrofahrzeuge bei privaten Haushalten	32
3.3.2 Elektrofahrzeuge bei Unternehmen	33
3.3.3 Elektrofahrzeuge an POI	33
3.4 Berechnungsstufe 4: Ermittlung des Ladeinfrastrukturbedarfs	34
3.4.1 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge bei privaten Haushalten	37
3.4.2 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge von Beschäftigten bei Unternehmen	39
3.4.3 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge an POI	39
3.5 Berechnungsstufe 5: Lokalisierung und Typisierung von Parkflächen als Ladeorte	40
3.5.1 Festlegung von Parktypen	40
3.5.2 Verteilung von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten	49

Berichtsteil B: Empirische Ergebnisse - Standortanalyse Ladeinfrastruktur (LIS) **51**

4 Entwicklung des Fahrzeugbestandes in der Stadt Fulda	52
4.1 Datengrundlage der Analyse	52
4.2 Elektrofahrzeuge gesamt	52
4.3 Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten	54
4.4 Elektrofahrzeuge bei Unternehmen	55
4.5 Elektrofahrzeuge an POI	58
5 Entwicklung Ladevorgänge in der Stadt Fulda	60
5.1 Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten mit eigenem Stellplatz	62
5.2 Ladevorgänge bei Unternehmen	63
5.3 Ladevorgänge im halböffentlichen Raum	65
5.4 Ladevorgänge im öffentlichen Raum	66
6 Prognose des Bedarfs für Ladeinfrastruktur in der Stadt Fulda	68
6.1 Ladepunkte auf privaten Stellflächen	69
6.2 Ladepunkte bei Unternehmen	72

6.3 Ladepunkte im halböffentlichen Raum	74
6.4 Ladepunkte im öffentlichen Raum	76
6.4.1 Prognose	76
6.4.2 Abgleich der Prognose mit dem aktuellen Bestand	77
6.5 Potenziale zur Reduzierung der Ladepunkte im öffentlichen Raum	80
6.5.1 Aufbau von DC-Ladern (Use-Case 4 und 5)	80
6.5.2 Ladeparks auf bestehenden Parkflächen in urbanen Zentren (Use-Case 5)	86
Berichtsteil C: Empirische Ergebnisse - Standortkonzept zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur	93
7 Standortkonzept zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur	94
7.1 Entwicklung des Standortbewertungsbogens	94
7.2 Methodik zur Identifizierung und Berechnung von Mikrostandorten	94
7.3 Dokumentation der Ergebnisse	100
8 Resümee	101
Berichtsteil D: Handlungskonzept	103
9 Handlungskonzept	104
9.1 Dauerhafte Einbettung der Elektromobilität in übergreifende Mobilitätsstrategie der Stadt Fulda	106
9.2 Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle Ladeinfrastruktur/Energie/Klimaschutz	106
9.3 Initiierung von Beratungsstellen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur	107
9.4 Sensibilisierung der regionalen Unternehmen	108
9.5 Einbindung von BürgerInnen und Unternehmen beim Aufbau von Ladeinfrastruktur	109
9.6 Strukturelle Berücksichtigung von Elektromobilität im Baurecht und bei der Stadtentwicklung	109
9.7 Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum	110
9.8 Anwendung des Ordnungsrechts bei öffentlicher Ladeinfrastruktur	118
10 Wirtschaftlichkeitsberechnung öffentliche Ladeinfrastruktur	120
10.1 Grundlagen	120
10.2 Kostenermittlung	122
10.3 Umsatzermittlung	124
10.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	126
10.5 Resümee	128

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes Fulda Stadt	1
Abb. 2: Unterschiedliche Lade-Use-Case zur Ladung des eigenen E-Fahrzeugs	13
Abb. 3: Prognose Bedarf Ladeinfrastruktur	15
Abb. 4: Verhältnis der Steh- und Fahrzeiten je Werktag (24 h)	15
Abb. 5: Fahrzeugbestand und Verhältnis der Stellplätze von Fahrzeugen nach Gemeindegröße	16
Abb. 6: Art des Fahrzeugabstellplatzes zuhause nach Raumtyp	16
Abb. 7: Entwicklung des Kraftfahrzeugbestands in Deutschland	23
Abb. 8: Entwicklung der Neuzulassungen in Deutschland	24
Abb. 9: Mögliche Entwicklung des Pkw-Bestandes in Europa bis 2030	25
Abb. 10: Antizipierte Entwicklung Gesamtfahrzeugbestand in Deutschland (eigene Berechnung)	26
Abb. 11: Entwicklung Zulassungen Elektrofahrzeuge 2019 – 2021	27
Abb. 12: Lebensdauer von Autos in Deutschland	28
Abb. 13: Angenommene Lebensdauer von Pkw im EECHARGIS Modell	29
Abb. 14: Entwicklung der Anteile von Elektrofahrzeugen an allen Neuzulassungen (BEV+PHEV) im EECHARGIS Modell bei einer jährlichen Steigerung der Zulassungszahlen von ca.15 %	29
Abb. 15: Entwicklung der Anteile von Elektrofahrzeugen am Gesamtfahrzeugbestand nach Regionstypen (EV-Quote)	30
Abb. 16: Entwicklung Fahrzeugbestände: Szenario rural	30
Abb. 17: Entwicklung Fahrzeugbestände: Szenario suburban	31
Abb. 18: Entwicklung Fahrzeugbestände: Szenario urban	31
Abb. 19: Entwicklung der Jahresfahrleistung und des mittleren Fahrzeugbestands von Pkw	34
Abb. 20: Durchschnittliche Jahresfahrleistung p.a. für die Prognose im EECHARGIS Modell (eigene Berechnung)	35
Abb. 21: Anteil Reichweiten am Bestand gesamt (eigene Berechnung)	35
Abb. 22: Anteil Reichweiten an den Neuzulassungen privat (eigene Berechnung)	36
Abb. 23: Anteil Reichweiten am Bestand privat (eigene Berechnung)	36
Abb. 24: Anteil Reichweiten an den Neuzulassungen gewerblich (eigene Berechnung)	36
Abb. 25: Anteil Reichweiten am Bestand gewerblich (eigene Berechnung)	37
Abb. 26: EECHARGIS- Entwicklungs- und Verteilungsschema für Ladepunkte	41
Abb. 27: Parkflächen im Rohzustand nach der Zusammenführung aus den Datenquellen ...	42
Abb. 28: Parktyp an Wohnorten vor der Nachkartierung	43
Abb. 29: Parktyp an Unternehmensstandorten vor der Nachkartierung	44
Abb. 30: Parktyp an POI vor der Nachkartierung	44
Abb. 31: Parkflächen nach der Nachkartierung	45
Abb. 32: Parktyp an Wohnorten nach der Nachkartierung	46
Abb. 33: Parktyp an Gewerbestandorten nach der Nachkartierung	47
Abb. 34: Parktyp an POI nach der Nachkartierung	47
Abb. 35: Verteilungsschema für Ladepunkte nach Parktypen	48
Abb. 36: Aufkommen Elektrofahrzeuge 2025	53
Abb. 37: Aufkommen Elektrofahrzeuge 2030	53
Abb. 38: Aufkommen Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2025	54
Abb. 39: Aufkommen Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2030	55
Abb. 40: Aufkommen Dienstfahrzeuge mit Elektroantrieb 2025	56
Abb. 41: Aufkommen Dienstfahrzeuge mit Elektroantrieb 2030	56
Abb. 42: Aufkommen Elektrofahrzeuge von Beschäftigten 2025	57
Abb. 43: Aufkommen Elektrofahrzeuge von Beschäftigten 2030	57
Abb. 44: Aufkommen Elektrofahrzeuge an POI 2025	58

Abb. 45: Aufkommen Elektrofahrzeuge an POI 2030	59
Abb. 46: Ladevorgänge gesamt/Anteile nach	60
Abb. 47: Ladevorgänge gesamt/Anteile nach	60
Abb. 48: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge insgesamt 2025	61
Abb. 49: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge insgesamt 2030	61
Abb. 50: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2025.....	62
Abb. 51: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2030.....	63
Abb. 52: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge bei Unternehmen (Dienstfahrzeuge und Fahrzeuge von Beschäftigten) 2025	64
Abb. 53: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge bei Unternehmen (Dienstfahrzeuge und Fahrzeuge von Beschäftigten) 2030	64
Abb. 54: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im halböffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI) 2025.....	65
Abb. 55: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im halböffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI) 2030.....	66
Abb. 56: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI und Fahrzeuge von Haushalten ohne eigenen Stellplatz) 2025.....	67
Abb. 57: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI und Fahrzeuge von Haushalten ohne eigenen Stellplatz) 2030.....	67
Abb. 58: Ladepunkte gesamt/Anteile nach	69
Abb. 59: Ladepunkte gesamt/Anteile nach	69
Abb. 60: Prognostizierte Ladepunkte auf privaten Stellflächen 2025	70
Abb. 61: Prognostizierte Ladepunkte auf privaten Stellflächen 2030	71
Abb. 62: Anteil der Haushaltsgröße am Gesamtbestand	72
Abb. 63: Prognostizierte Ladepunkte auf Stellflächen von Unternehmen 2025.....	73
Abb. 64: Prognostizierte Ladepunkte auf Stellflächen von Unternehmen 2030.....	74
Abb. 65: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2025	75
Abb. 66: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2030	75
Abb. 67: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2025.....	76
Abb. 68: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2030.....	77
Abb. 69: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2025 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)	78
Abb. 70: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2030 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)	78
Abb. 71: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2025 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)	79
Abb. 72: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2030 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)	79
Abb. 73: Nutzungsfrequenz Schnelllader (Herkunft Wohnort).....	81
Abb. 74: Nutzungsfrequenz Schnelllader (Herkunft Gewerbe).....	82
Abb. 75: Nutzungsfrequenz Schnelllader (Herkunft POI)	82
Abb. 76: Position des Deutschlandnetz-Suchraumes (ID 54604, 12 Ladepunkte) in Fulda und möglicher DC-Standort (Einzugsgebiet 7 km).....	83
Abb. 77: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 ohne DC-Substitution.....	84
Abb. 78: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 mit DC-Substitution	85
Abb. 79: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 ohne DC-Substitution.....	85
Abb. 80: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 mit DC-Substitution	86
Abb. 81: Parktypzuordnung der PKW an Haushalten ohne „Nachtladen“ (Unbekannte: rot).88	
Abb. 82: Parktypzuordnung der PKW an Haushalten mit „Nachtladen“ 100 % (Unbekannte: rot)	89

Abb. 83: Prognost. öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 ohne Nachtladen (0 %; inkl. DC-Substitution)	90
Abb. 84: Prognost. öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 mit Nachtladen (100 %; inkl. DC-Substitution)	90
Abb. 85: Prognost. öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 ohne Nachtladen (0%; inkl. DC-Substitution)	91
Abb. 86: Öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 mit Nachtladen (100%)	91
Abb. 87: Darstellung der Verkehrsflussdaten (links) und der Ergebnisse der LIS-Analyse....	95
Abb. 88: Darstellung der Gebiete mit hohem LIS-Bedarf und der rückverstandorteten Parkflächen.	95
Abb. 89: Beispiel: Darstellung von Standorten als Grundlage für den Workshop	96
Abb. 90: Festlegung der gewünschten Bereiche für die potenziell geeigneten Standorte.	97
Abb. 91: Finalisierte Vorauswahl von LIS-Standorte mit den aufsummierten Bedarfen auf (halb)öffentlichen Parkflächen.	98
Abb. 92: Finale Standortanalyse mit den aufsummierten Bedarfen auf (halb)öffentlichen Parkflächen	99
Abb. 93: Übersichtskarte der Abdeckung geplanter und bestehender AC-Standorte	100

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte auf der Zeitachse	7
Tab. 2: Wegeanzahl, Wegelänge und Tagesstrecke nach Wochentag, Jahreszeit und Raumtyp.....	11
Tab. 3: Entwicklung des Elektrofahrzeugbestands von privat und gewerblich zugelassenen Fahrzeugen.....	52
Tab. 4: Entwicklung des Elektrofahrzeugbestands bei Unternehmen	55
Tab. 5: Prognostizierte Entwicklung von Ladevorgängen je Tag nach Parktyp (absolut)	60
Tab. 6: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte nach Parktyp (absolut)	69
Tab. 7: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp ohne DC- Substitution	84
Tab. 8: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp mit DC- Substitution	84
Tab. 9: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp mit DC-Substitution und Nachladen 0 %	88
Tab. 10: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp mit DC-Substitution und Nachladen 100 %	88
Tab. 11: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte auf der Zeitachse	101
Tab. 12: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte 2025.....	121
Tab. 13: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte 2030.....	121
Tab. 14: Investitionskosten Ladestationen.....	122
Tab. 15: Betriebskosten Ladestationen	122
Tab. 16: Berechnung Investitions- und Betriebskosten Ladestationen 2025	123
Tab. 17: Berechnung Investitions- und Betriebskosten Ladestationen 2030	123
Tab. 18: Prognostizierter Absatz Strommengen je Standort 2025	124
Tab. 19: Prognostizierter Absatz Strommengen je Standort 2030	124
Tab. 20: Basiswerte Umsatzberechnung Ladestationen (Grundberechnung)	125
Tab. 21: Prognostizierter Umsatz Ladestationen 2025	125
Tab. 22: Prognostizierter Umsatz Ladestationen 2030	126
Tab. 23: Wirtschaftlichkeitsberechnung 2025	126
Tab. 24: Wirtschaftlichkeitsberechnung 2030	127
Tab. 25: Basiswerte Umsatzberechnung Ladestationen (Sensitivitätsberechnung)	127
Tab. 26: Wirtschaftlichkeitsberechnung 2030 (Sensitivitätsberechnung)	128

Abkürzungsverzeichnis

A	.....	Ampere
AC	.....	alternating current (Wechselstrom)
ALKIS	.....	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
App	.....	Applikation (application)
bcs	.....	Bundesverband CarSharing e.V.
BEV	.....	Battery Electric Vehicle (Batterieelektrisches Fahrzeug)
BMWi	.....	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CEE	.....	Commission on the Rules for the Approval of the Electrical Equipment
CNG	.....	compressed natural gas
DC	.....	direct current für Gleichstrom
dena	.....	Deutsche Energieagentur
EEG	.....	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnWG	.....	Energiewirtschaftsgesetz
EV	.....	electric vehicle (Elektrofahrzeug)
FCEV	.....	Fuel Cell Electric Vehicle (Brennstoffzellenfahrzeug)
g/km	.....	Gramm pro Kilometer
GIS	.....	Geoinformationssystem
H ₂	.....	Molekularem Wasserstoff
HEV	.....	Hybrid Electric Vehicle
HPC	.....	High Power Charger
IC-CPD	.....	In Cable Control and Protection Device
KBA	.....	Kraftfahrtbundesamt
Kfz	.....	Kraftfahrzeug
kVA	.....	Kilovoltampere
kW	.....	Kilowatt
kWh	.....	Kilowattstunde
KWKG	.....	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LPG	.....	Liquefied Petroleum Gas
LSV	.....	Ladesäulenverordnung
MIV	.....	Motorisierter Individualverkehr
MsbG	.....	Messstellenbetriebsgesetz
NEFZ	.....	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NPE	.....	Nationale Plattform Elektromobilität
ÖPNV	.....	Öffentlicher Personennahverkehr
P&R	.....	Park&Ride
PAngV	.....	Preisangabenverordnung
PHEV	.....	plug-in hybrid electric vehicle (Plug-In-Hybridfahrzeug)
PKW	.....	Personenkraftwagen
POI	.....	Points-of-Interest
PV	.....	Photovoltaik
RCD	.....	Residual Current Device
REEV	.....	Range Extended Electric Vehicle
RFID	.....	radio-frequency identification
StromStV	.....	Stromsteuerverordnung
SUV	.....	Sport Utility Vehicle

TCO Total Cost of Ownership
THG Treibhausgas
V Volt, Volt
WLTP Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure

1 Management Summary

Räumliche Einordnung

Mit dem vorliegenden Ladeinfrastrukturkonzept wird das Ziel verfolgt, eine Grundlage zum strategischen Aufbau einer bedarfsorientierten Ladeinfrastruktur für den Betrachtungszeitraum 2025 und 2030 in Fulda zu entwickeln. Dieses soll sowohl als Unterstützung für zukünftige politische Entscheidungen als auch zur Entwicklung von konkreten Maßnahmen für die Stadt dienen.

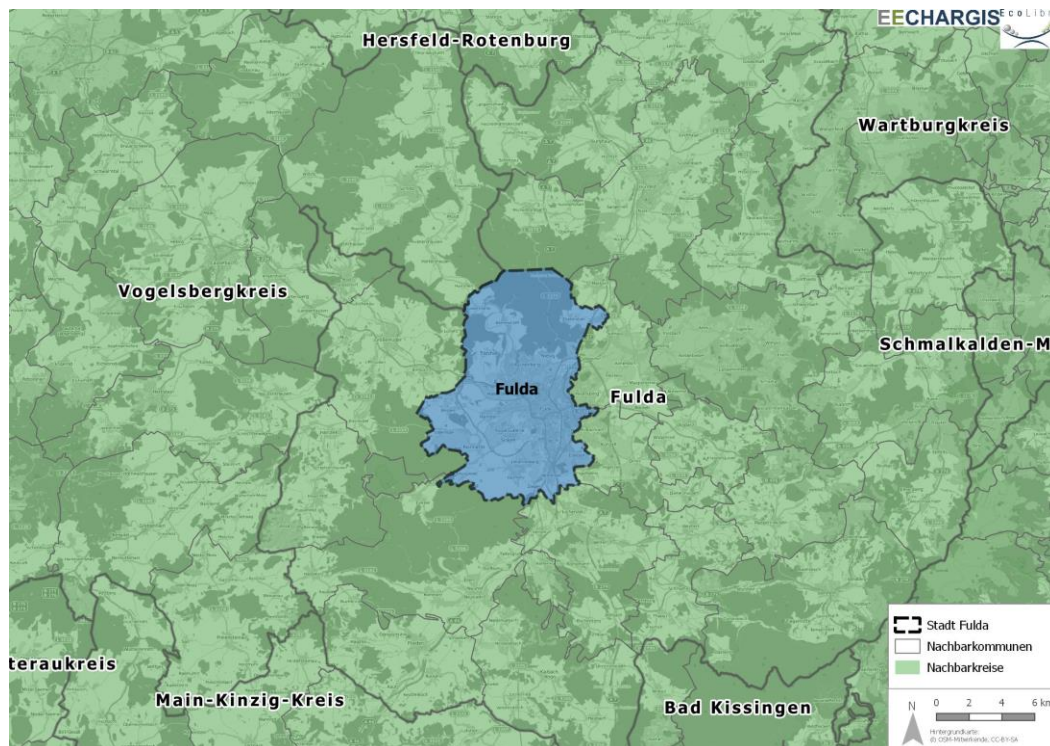


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes Fulda Stadt

Die Stadt Fulda ist das Oberzentrum der Region Osthessen und die neuntgrößte Stadt Hessens. Sie liegt am gleichnamigen Fluss Fulda und ist die Kreisstadt des Landkreises Fulda. Trotz der Zugehörigkeit Fuldas zum nordhessischen Regierungsbezirk Kassel, ist sie eher in Richtung Rhein-Main-Gebiet orientiert, welches zu einem der elf europäischen Metropolregionen zählt. In den 24 Stadtteilen leben knapp 68.000 Menschen. Damit hat Fulda eine Bevölkerungsdichte von ca. 653 Einwohnern pro km². Insgesamt ist Fulda, abgesehen vom Stadtkern, nicht sehr dicht bebaut. Vor allem in den äußeren Bereichen der Stadt sind vorwiegend Ein- und Zweifamilienhäuser vorzufinden. Der Stadtkern Fuldas liegt im Osten der Stadt und ist größtenteils Stadtkerntypisch mit Mehrfamilienhäusern bebaut. Die POIs in Fulda konzentrieren sich erwartungsgemäß im Stadtkern, größtenteils im Bereich südlich des Schlossgartens und nördlich der Von-Schildeck-Straße und Künzeller Straße. Zwischen dem Sühend und Kohlhaus befindet sich ein größeres Gewerbegebiet. Freiflächen sind vor allem im Norden, Westen und Südwesten der Stadtgrenzen zu finden. Fulda liegt ca. 15 km von

der bayrischen und 25 km von der thüringischen Landesgrenze entfernt. Die nächsten Großstädte sind Frankfurt am Main (104 km), Kassel (106 km) Würzburg (110 km) und Erfurt (168 km) und liegen alle mehr als 100 km entfernt. In direkter Nachbarschaft liegen die Gemeinden Petersberg, Künzell und Eichenzell. Zu den größten Arbeitgebern der Stadt zählen das Klinikum Fulda (ca. 2500 MA), R+S (ca. 1600 MA), Goodyear-Dunlop-Tires (ca. 1500 MA) und Tegut (ca. 1400 MA). Durch Fuldas zentrale Lage innerhalb Deutschlands ist Fulda sowohl an das Straßen- als auch an das Schienennetz gut angebunden. Die Autobahnen A7 und A66 binden die Stadt an das Fernstraßennetz an. Zusätzlich verlaufen die Bundesstraßen B27, B254 und B458 durch Fulda. Über den Hauptbahnhof ist Fulda an den ICE Fernverkehr zwischen Hannover – Würzburg, sowie Frankfurt – Berlin/ Dresden angebunden.

Grundsätzliche Entwicklung der Ladeinfrastruktur

Damit der Markthochlauf der Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr (MIV) in Deutschland erfolgreich verlaufen kann, ist eine ausreichend dimensionierte, bedarfsgerechte und wirtschaftlich tragbare Ladeinfrastruktur notwendig.

Der Grundgedanke dieses Konzeptes ist es, den künftigen Aufbau von Ladeinfrastruktur ausgehend vom Ladebedarf zu entwickeln und die zukünftigen Ladebedarfe räumlich zuzuordnen.

Im Gegensatz zum Tanken von flüssigen oder gasförmigen Kraftstoffen, findet das Laden von Elektrofahrzeugen fast immer dann statt, wenn das Kraftfahrzeug über einen längeren Zeitraum steht. Dies rührt daher, dass die Energieaufnahme von Strom vom Grundsatz her deutlich länger dauert als das Tanken von flüssigen oder gasförmigen Kraftstoffen. Da Kraftfahrzeuge im Durchschnitt jedoch über 90% des Tages (24 Stunden) und davon vorrangig in der Nacht oder während der Arbeitszeit am Arbeitsplatz stehen, bieten sich gerade diese langen Zeitfenster zur Energieaufnahme an.

In der Praxis muss zwischen der Grundbedarfsversorgung bzw. Alltagsladen, dem Zielpunkt bzw. Zwischendurchladen und dem Langstreckenladen unterschieden werden. Die Studie „Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf“¹ der nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur unterscheidet aus diesem Grund sieben unterschiedliche Lade-Use-Cases die je nach Siedlungsstruktur und Aktivierbarkeit in der Praxis unterschiedliche Bedeutung bekommen können.

¹ Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf, Studie im Auftrag des BMVI 2020; <https://nationale-leitstelle.de/wp-content/pdf/broschuere-lis-2025-2030-final-web.pdf>

Grundbedarfsversorgung bzw. Alltagsladen

1. Eigenheim
 - Garage bzw. Stellplatz beim Eigenheim
2. Mehrfamilienhaus
 - Parkplätze (z. B. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern)
3. Arbeitgeber
 - Firmenparkplätze auf privatem Gelände

Langstecken bzw. Schnellladen

4. Lade-Hub innerorts:
 - DC Lade-Hubs: (z.B. Tankstellen, Einkaufszentren)
5. Lade-Hub an Achsen
 - Autohof, Raststätte, Autobahnparkplätze

Zielpunkt, bzw. Zwischendurchladen

6. Bestehender Parkraum
 - Kundenparkplätze (z. B. Einkaufszentren)
 - Parkhäuser, Quartiersgaragen, Tiefgaragen
 - Firmenparkplätze
7. Öffentlicher Straßenraum
 - Stellplätze im öffentlich gewidmeten Straßenraum

Mit Blick auf die Reichweiten aktueller Elektrofahrzeuge von im Schnitt mehr als 300 km und einer durchschnittlichen täglichen Fahrstrecke von 40-50 km² ist davon auszugehen, dass Elektrofahrzeuge zur Grundbedarfsversorgung überwiegend dort geladen werden, wo sie länger stehen, also an Wohngebäuden und bei Unternehmen. Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)³ erwartet, dass über 85% aller Ladevorgänge in diesen Bereichen erfolgen werden.

Der Bedarf an Ladeinfrastruktur wird unmittelbar von den lokalen und regionalen Siedlungs- bzw. Parkraumstrukturen bestimmt und ist somit individuell für jeden Raum zu betrachten. In Räumen mit einem hohen Anteil von Parkflächen an den Wohngebäuden (Ein- oder Mehrfamilienhäuser), werden Ladevorgänge vorrangig im privaten Bereich stattfinden.

In verdichteten innerstädtischen, urbanen Quartieren (Ortszentren und Innenstadtbereiche), die heute durch starkes Straßenrandparken und zum Teil auch hohen Parkdruck gekennzeichnet sind, stellt sich jedoch die Herausforderung ein für alle Stake-

² infas, DLR, IVT und infas 360 (2018): Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI), S.28
http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf

³ Nationale Plattform Elektromobilität, Fortschrittsbericht 2014, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/fortschrittsbericht-2014-bilanz-der-marktvorbereitung.html>

holder (Kommune, Elektrofahrer:Innen, Betreiber:Innen (CPO)) attraktives Ladeangebot zu schaffen. Hier bietet es sich an, den Lade-Use-Case 6 anzuwenden und private oder halböffentliche Stellflächen zu aktivieren, auf denen AC-Ladeinfrastruktur privatwirtschaftlich errichtet und betrieben werden kann. Alternativ können diese Quartiere auch über ein Netz von DC-Schnellladestationen des Use-Case 4 abgedeckt werden. Hier stellen sich jedoch immer Herausforderungen in Bezug auf hohe Netzanschlussleistungen, wirtschaftliche Tragfähigkeit, Flächenverfügbarkeit und Integration in das Stadtbild.

Der Use-Case 7 Laden im öffentlichen Straßenraum wird für die Grundbedarfsversorgung eine geringe Bedeutung einnehmen. Hemmnisse für diesen Use-Case liegen:

- a) in der geringen Verfügbarkeit von geeigneten Flächen im Spannungsfeld von infrastrukturellen Gegebenheiten (z.B. Netzverfügbarkeit, Parkraumstruktur u.a.), planerischen Zielen der Verkehrs- und Stadtplanung bzw. Nutzungskonkurrenzen mit alternativen Mobilitätsangeboten wie Fahrradinfrastruktur, Sharing-Angeboten, Citylogistik u.a.
- b) der geringen Attraktivität für Elektrofahrer:Innen aufgrund der geringen Nutzungssicherheit (Planungssicherheit bei der Verfügbarkeit) sowie hoher Kosten
- c) der geringen Attraktivität für Betreiber:Innen (CPO) aufgrund hoher Installations- und Betriebskosten sowie geringer Auslastung im Wesentlichen durch Fehlbelegungen (Falschparker).

Bei Fernfahrten mit einer Fahrstrecke oberhalb der Fahrzeugreichweite ist im Use-Case 5 das Laden auf der Fahrstrecke, analog zum heutigen Tanken, hauptsächlich im Bereich von Autobahnen und verkehrsreichen Straßen notwendig. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass dieser Use-Case derzeit mit hohen Kosten verbunden ist und grundsätzlich nicht zur Deckung des Grundbedarfs geeignet sein wird.

Ein klassisches Zwischendurchladen zur Grundbedarfsversorgung wird es künftig eher selten geben, da es aufgrund der Reichweiten nicht notwendig und nur dann attraktiv sein wird, wenn es kostengünstig (günstiger als die Basisgrundversorgung am Wohn- oder Arbeitsort) und mit den bestehenden Wegen und Aufenthalten verbunden werden kann. Aktuelle Entwicklungen bei den großen Einzelhandelsketten mit attraktiven Ladeangeboten im DC-Bereich zeigen hier jedoch neue Perspektiven auf.

Bleibt final noch das Zielpunktladen, das im Wesentlichen an Points-of-Interest (POI)⁴ mit hoher Aufenthaltsdauer und überregionalem Einzugsgebiet als Alternative zum Use-Case 5 (Schnellladen auf der Fernstrecke) erfolgen wird.

⁴ Point of Interest (POI) („interessanter Ort“, auch „Ort von Interesse“, OVI); POI-Kategorien können an der Befriedigung des täglichen Bedarfs orientiert sein oder sich mit reisespezifischen Bedürfnissen befassen, wie z. B. Gastronomie, Unterkünfte, Tankstellen, Bankautomaten oder Parkhäuser. Andere Kategorien können Points of Interest zu Anlaufstellen in dringenden Situationen anbieten, wie etwa Autowerkstätten, Apotheken oder Krankenhäuser, oder sie stehen für touristische Attraktionen und Freizeitangebote, unter anderem Kinos, Sportstadien, Museen und andere Sehenswürdigkeiten. Quelle: Wikipedia https://de.wikipedia.org/wiki/Point_of_Interest

Rolle der öffentlichen Hand beim Aufbau der Ladeinfrastruktur

Aktuell befinden wir uns in der stark ansteigenden Markthochlaufphase, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Zulassungszahlen exponentiell steigen und immer mehr Fahrzeuge im Straßenbild zu sehen sind. Es wird davon ausgegangen, dass der Aufwuchs in den kommenden Jahren weiterhin stark ansteigen wird. Die Automobilindustrie, vorrangig getrieben durch die EU-weiten CO₂-Grenzwerte für deren Flotten und den Entwicklungen auf dem asiatischen Markt, wird in den kommenden Jahren hinsichtlich Modellvielfalt und Kosten ein immer attraktiveres Angebot präsentieren. Diese Angebote werden durch ein umfangreiches Paket von Fördermaßnahmen der öffentlichen Hand zu Fahrzeugen und Ladeinfrastruktur flankiert.

Der Aufbau von Ladeinfrastruktur muss analog zum Fahrzeugangebot wachsen, um nicht zur Bremse des Markthochlaufs zu werden.

Aufgrund der kontinuierlich steigenden, aber dennoch absolut geringen Anzahl an Elektrofahrzeugen und Angeboten der Hersteller, wird die öffentliche Sensibilität zwar immer größer, ist aber insgesamt für diese Herausforderung noch zu gering ausgeprägt.

Vor diesem Hintergrund kommt der öffentlichen Hand in der aktuellen Phase eine besondere Bedeutung zu. Neben der finanziellen Förderung von Ladeinfrastruktur bei privaten Haushalten und Unternehmen, der Schaffung eines notwendigen Rechtsrahmens, sowie der Weiterentwicklung der Stromnetze und Strukturen bei den Netzbetreibern, besteht im kommunalen Bereich die Notwendigkeit, den Aufbauprozess zu initiieren, die Weiterentwicklung zu steuern und dauerhaft zu begleiten.

Während in der öffentlichen Diskussion der Fokus immer noch auf der öffentlichen Ladeinfrastruktur liegt, hat die Fachwelt und Bundespolitik erkannt, dass der Aufbau von Ladeinfrastruktur vor allem in den privaten Bereichen gefördert werden muss und hat hierzu ein umfangreiches Portfolio an Fördermaßnahmen entwickelt.

Darüber hinaus wurde der gesetzliche Rahmen bereits an vielen Stellen, wie z.B. dem Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) oder dem Miet- und Wohnungseigentümer Recht, angepasst, weist aber im Detail und insbesondere im Bereich der Regelungen zur Nutzung erneuerbarer Energien noch Defizite aus.

Auch wenn Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum im Gesamtbild nur eine untergeordnete Rolle spielen wird, kommt dem Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur neben der Rolle als Initialzündler für die allgemeine öffentliche Wahrnehmung, insbesondere dort eine besondere Bedeutung für den Markthochlauf zu, wo private Lösungen nicht in der notwendigen Geschwindigkeit und in ausreichendem Maße entstehen. Solange keine privatwirtschaftlich tragbaren Ladeangebote entstehen, muss zur Sicherstellung gleichwertiger Lebensbedingungen für alle BürgerInnen eine Grundversorgung mit öffentlicher Ladeinfrastruktur geschaffen werden. Prinzipiell ist es jedoch deutlich sinnvoller, den Aufbau von privatwirtschaftlich betriebener Ladeinfrastruktur mit öffentlichen Finanzmitteln zu fördern, als die Kommunen in die Rolle eines Ladeinfrastruktur-

betreibers zu bringen, da so langfristige Kostenverpflichtungen entstehen und ein wirtschaftlicher Betrieb von Ladeinfrastruktur auf öffentlichen Flächen im Gegensatz zu privaten Flächen, kaum machbar sein wird.

Ergebnisse der Untersuchung

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine Prognose, die auf vielfältigen Annahmen beruht. Die Grundlagen für diese Annahmen beruhen auf aktuellen Entwicklungen und Daten (z.B. Zulassungen Kraftfahrbundesamt- KBA), vielfältiger Studien und Untersuchungen, sowie eigener Berechnungen. Alle wesentlichen Annahmen (Parameter) wurden mit der Auftraggeberin abgestimmt. Trotz alledem liegen jedoch in den Annahmen insgesamt, aufgrund der hoch volatilen Marktentwicklung und den komplexen Zusammenhängen mit ihren Abhängigkeiten, immer noch große Unsicherheiten. Die Werte der jeweiligen Bereiche (privat, Unternehmen, halböffentlich, öffentlich) wirken dabei wie kommunizierende Röhren. Gelingt es in der Praxis z.B. nicht, die Ladeinfrastruktur, bei der angenommenen Entwicklung der Elektrofahrzeuge, im privaten Bereich im prognostizierten Wertebereich aufzubauen und kann dieser nicht gleichzeitig mit zusätzlichen Angeboten im halböffentlichen Bereich kompensiert werden, so steigt parallel dazu der Bedarf im öffentlichen Bereich. Hier zeigt sich, dass auch bei den Maßnahmen alle Bereiche intensiv berücksichtigt werden müssen.

Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse somit, insbesondere in Bezug auf die auf der Zeitachse später liegenden Prognosezeitpunkte, als tendenzielle Größen und nicht als absolute Werte zu verstehen. Vor diesem Hintergrund wird empfohlen die Prognose kontinuierlich an die Gesamtentwicklung anzupassen.

Die Analyse zeigt, dass der weit überwiegende Ladeinfrastrukturbedarf in Fulda mit über ca. 2.000 im Jahr 2025 und rd. 6.200 Ladepunkten (88 %, bezogen auf dem Gesamtbedarf) im Jahr 2030 im privaten Bereich (z.B. Stellplatz am Eigenheim, (Tief-)Garage am Mietshaus, Garagenhof, privater Parkplatz, Tiefgarage, Unternehmen etc.) benötigt wird (vgl. Tab. 1).

Für den öffentlichen Bereich werden für 2025 rd. 50 und 2030 151 Ladepunkte (2 %, bezogen auf dem Gesamtbedarf) prognostiziert.

Für den Bedarf im halböffentlichen Bereich wurden für 2025 ca. 140 und 2030 ca. 300 Ladepunkte (4 %, bezogen auf dem Gesamtbedarf) berechnet.

An Unternehmen werden rd. 200 im Jahr 2025 und 420 Ladepunkte (6 %, bezogen auf dem Gesamtbedarf) für 2030 erwartet.

Die Unbekannten ergeben sich aus den Bedarfen der PKW, welche keinem Parkplatz zugeordnet werden konnten (2025: 38; 2030: 105, das entspricht ca. 1 % des Gesamtbedarfes). Für nähere Erläuterungen zur Verteilung von Fahrzeugen auf Parkflächen siehe Kapitel 3.3.

Tab. 1: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte auf der Zeitachse
 Ergebnisse wurden erst bei einem Schwellenwert $\geq 0,75$ als ganze Ladepunkte betrachtet, alle anderen Werte wurden vor der Summenbildung mathematisch ganzzahlig gerundet

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.964	204	138	46	38
2030	6.152	420	271	151	105

Im öffentlichen und halböffentlichen Bereich wird somit für die gesamte Stadt Fulda ein Ladebedarf für 184 (46 + 138) Ladepunkte im Jahr 2025 prognostiziert. Da laut dem Ladesäulen-Kataster der Bundesnetzagentur⁵ bisher 56 (Stand: 01.10.2021) öffentliche AC-Ladepunkte durch diverse Betreiber im gesamten Untersuchungsgebiet eingerichtet wurden, muss hier in den kommenden Jahren noch nachverdichtet werden. Hierzu wurden in diesem Konzept bereits 18 Standorte zum Aufbau von weiteren Ladestationen in Fulda identifiziert und mit der Verwaltung erstabgestimmt (vgl. Kapitel 7 Berichtsteil C: Empirische Ergebnisse - Standortkonzept zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur).

Im nächsten Schritt ist es jetzt notwendig, dass die Stadt Fulda ein Vergabemodell zum weiteren Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum festlegt. Je nach Marktlage bieten sich hier unterschiedliche Varianten zum Vorgehen an. Grundsätzlich sollte eine marktwirtschaftliche Lösung angestrebt werden. Es zeigt sich jedoch, dass auf Seiten möglicher privatwirtschaftlicher Betreiber, aufgrund der hohen wirtschaftlichen Risiken, aktuell eine große Zurückhaltung, öffentliche Ladeinfrastruktur eigenwirtschaftlich aufzubauen und zu betreiben, zu verzeichnen ist. Zum weiteren Vorgehen wird empfohlen, auf Grundlage der Ergebnisse dieser Untersuchung, zunächst eine Markterkundung durchzuführen und auf deren Ergebnissen dann über das weitere Vorgehen zu entscheiden.

Handlungsempfehlung

Zur Förderung der Elektromobilität in der Stadt Fulda werden folgende Maßnahmen empfohlen (siehe hierzu auch Abschnitt 9 Handlungskonzept) :

- Dauerhafte Einbettung der Elektromobilität in übergreifende Mobilitätsstrategie der Stadt Fulda
- Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle Ladeinfrastruktur/Energie/Klimaschutz
- Initiierung von Beratungsstellen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur
- Sensibilisierung der regionalen Unternehmen
- Einbindung von BürgerInnen und Unternehmen beim Aufbau von Ladeinfrastruktur
- Strukturelle Berücksichtigung von Elektromobilität im Baurecht und bei der Stadtentwicklung

⁵ https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html

- Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum
- Anwendung des Ordnungsrechts bei öffentlicher Ladeinfrastruktur

Die Ergebnisse der Analyse werden dem Auftraggeber mit Abschluss dieses Konzeptes als Geodatensatz zur Verfügung gestellt. Damit wird die EECHARGIS Analyse zu einem vollumfänglichen Planungs- und Arbeitstool für den Aufbau und die Weiterentwicklung von Ladeinfrastruktur in Fulda.

Berichtsteil A: Methodischer Ansatz zur bedarfsgerechten Standortfindung von Ladeinfrastruktur

Der Berichtsteil A des Konzeptes enthält alle allgemein nötigen Informationen zu den Entwicklungsszenarien der Elektromobilität, diversen angewendeten Parametern, der Herleitung der Berechnungslogik und des prognostizierten Nutzerverhaltens.

2 Grundsätzliche Annahmen zur Entwicklung des Ladeinfrastrukturbedarfs

Wo wird wann wie viel und wie oft geladen? Dies sind die Kernfragen zum Aufbau einer bedarfsorientierten Ladeinfrastruktur. Damit dieser Aufbau nicht nach dem Gießkannenprinzip erfolgt, sondern auf den Bedarf künftiger Nutzer passt und somit auch wirtschaftlich nachhaltig betrieben werden kann, muss zunächst der Ladebedarf betrachtet werden. Dieser wird im Wesentlichen durch das Nutzungsprofil und die Reichweite bestimmt. Die Deckung des Bedarfs ist abhängig von der Art des Ladens, dem sogenannten Lade-Use-Case.

2.1 Nutzungsprofile

Die durchschnittliche Laufleistung eines Pkw in Deutschland liegt bei 14.000 km pro Jahr. Geht man davon aus, dass davon ca.3.000 km auf der Fernstrecke zurückgelegt werden, liegt die durchschnittliche Tagesfahrleistung bei rd. 30 km/Tag.

Zu einem vergleichbaren Wert kommt die aktuelle Untersuchung Mobilität in Deutschland aus dem Jahr 2017, die im Auftrag des BMVI durchgeführt wurde und deren Ergebnisse 2019 veröffentlicht wurden.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass im Jahr 2017 die durchschnittliche Wegelänge einer Person bei zwölf Kilometern lag. Multipliziert mit durchschnittlich 3,1 Wegen pro Person und Tag ergibt sich daraus eine Tagesstrecke von 39 Kilometern. Die differenzierte Betrachtung von mobilen Personen zeigt einen durchschnittlichen Wert von 3,7 Wegen pro Tag und einer durchschnittlichen Tagesstrecke von 46 Kilometern. Die Studie zeigt auch, dass die täglichen Wegstrecken in ländlichen Regionen, durch den Einfluss des weniger guten Angebots an Arbeitsplätzen sowie Nahversorgungs- und Infrastruktureinrichtungen, mit durchschnittlich 52 Kilometern rund zehn Kilometer über den von mobilen BewohnerInnen in Großstädten und zentralen Städten (Durchschnitt 42 km pro Tag) liegen.

Tab. 2: Wegeanzahl, Wegelänge und Tagesstrecke nach Wochentag, Jahreszeit und Raumtyp⁶

	Wege		durchschnittliche Wegelänge	Tagesstrecke	
	pro Person und Tag	pro mobile Person und Tag		pro Person und Tag	pro mobile Person und Tag
<i>alle Personen, alle Wege</i>	<i>Anzahl Wege</i>	<i>Anzahl Wege</i>	<i>km</i>	<i>km</i>	<i>km</i>
gesamt	3,1	3,7	12	39	46
Wochentag					
Montag	3,3	3,7	12	38	44
Dienstag	3,4	3,8	11	37	41
Mittwoch	3,5	3,9	11	38	43
Donnerstag	3,4	3,8	12	40	45
Freitag	3,5	4,0	13	44	50
Samstag	2,9	3,5	13	39	48
Sonntag	2,1	2,8	18	38	52
Jahreszeit					
Winter	3,0	3,6	12	35	42
Frühjahr	3,1	3,7	13	40	46
Sommer	3,2	3,7	13	41	48
Herbst	3,2	3,7	13	40	47
Raumtyp					
Stadtregion					
Metropole	3,2	3,7	12	37	43
Regiopole und Großstadt	3,2	3,7	11	36	42
Mittelstadt, städtischer Raum	3,1	3,6	13	40	47
kleinstädtischer, dörflicher Raum	3,1	3,6	14	44	52
ländliche Region					
zentrale Stadt	3,2	3,7	11	36	42
Mittelstadt, städtischer Raum	3,1	3,7	12	37	44
kleinstädtischer, dörflicher Raum	3,1	3,7	14	44	52

2.2 Reichweiten

Die durchschnittlichen Alltagsreichweiten von Elektrofahrzeugen haben sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich erhöht und liegen aktuell bei ca. 300-400 km. Voraussichtlich bis 2025 wird hier noch weitere Steigerungen bis über 1.000 km erwartet⁷.

⁶ infas, DLR, IVT und infas 360 (2018): Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI), S.28 http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf

⁷ Vgl. hierzu: „Elektroautos für die Langstrecke Weiter, immer weiter!“ in Spiegel-Online 06/2021, <https://www.spiegel.de/auto/elektroautos-reichweite-verbessert-sich-wie-stromer-kuenftig-noch-mehr-kilometer-schaffen-sollen-a-c7c101f2-9c93-4a8b-8e2c-12f3ef4eabc2>

„Mehr Reichweite bei E-Autos: Neue Batterie Bald weit über 1000 Kilometer Reichweite bei Elektroautos möglich?“ in Autozeitung-Online 10/2021, <https://www.autozeitung.de/neue-elektroauto-batterie-197383.html>

„Tesla Battery Day Panasonic zeigt erstmals 4680er-Batteriezelle“ in Auto-Motor-Sport-Online 10/2021, <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/tesla-battery-day-neue-zellen-kosten-halbiert/>

„Fraunhofer-Super-Akku bringt E-Autos 1.000 bis 2.000 Kilometer Reichweite“ in tn3-Online 11/2020, <https://t3n.de/news/fraunhofer-super-akku-e-autos-1337689/>

2.3 Lade-Use-Cases

Der Bedarf an Ladeinfrastruktur wird unmittelbar von den lokalen und regionalen Siedlungs- bzw. Parkraumstrukturen bestimmt und ist somit für jeden Raum individuell zu betrachten.

Die Studie „Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf“ der nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur unterscheidet vor diesem Hintergrund sieben unterschiedliche Lade-Use-Cases, die je nach Siedlungsstruktur und Aktivierbarkeit in der Praxis unterschiedliche Bedeutung bekommen können.

Bei den Use-Cases muss grundsätzlich zwischen den zur Grundbedarfsversorgung bzw. Alltagsladen, dem Zwischendurchladen und dem Spitzenbedarfsladen unterschieden werden.

Die Grundbedarfsversorgung dient dabei der Versorgung von Elektrofahrzeugen für den täglichen Bedarf. Anforderungen an die Grundbedarfsversorgung sind dabei, die sichere und planbare Verfügbarkeit, die Nähe zu Aufenthaltsorten mit einer dem Leistungsbedarf korrespondierenden Aufenthaltsdauer (z.B. Nähe Wohnort bzw. Arbeitsstätte bei AC-Laden / Einzelhandel bzw. Gastronomie und Freizeit bei DC-Laden) und vor allem geringe Kosten. Grundsätzlich benötigt jedes Elektrofahrzeug einen Ladepunkt zur Grundbedarfsversorgung, da das klassische Zwischendurchladen i.d.R. zu kostenintensiv und/oder nicht planbar ist.

Zwischendurchladen, wie es in der Anfangszeit der Elektromobilität häufig zu finden war, wird es künftig nicht in diesem Maße geben. Die Gründe hierfür liegen in den deutlich erhöhten Reichweiten der Fahrzeuge, den höheren Kosten im Vergleich zur Grundbedarfsversorgung, des hohen Verfügbarkeitsrisikos durch die begrenzte Planbarkeit. Zwischendurchladen ist sowohl für Nutzer als insbesondere auch für die BetreiberInnen von geringer Attraktivität.

Spitzenbedarfsladen erfolgt auf der Mittel- und Langstrecke, immer dann, wenn der Mobilitätsbedarf die Reichweite des Fahrzeuges übersteigt. D.h. immer dann, wenn die Reichweite nicht ausreicht, um das Ziel und wieder den Ladepunkt der Grundbedarfsversorgung zu erreichen. Beim Spitzenbedarfsladen kann zwischen dem Zwischendurchladen auf der Fernstrecke (Autohof / Raststätte etc.) und dem Laden am Zielort, dem Zielpunktladen unterschieden werden. Zielpunktladen erfolgt meist an touristischen POI mit weiträumigem Einzugsbereich. Gerade im tagestouristischen Bereich kann ein Angebot zum Zielpunktladen von existenzieller Bedeutung sein, da durch ein fehlendes Angebot ganze Nutzergruppen aus weiteren Einzugsbereichen, die den Zielpunkt nicht mehr aufsuchen könnten, wegfallen. Da touristische POI auch nur periodische (Wochenenden/Jahreszeiten) oder episodische Nutzungsprofile aufweisen können, sind tragfähige Geschäftsmodelle in diesen Fällen kaum möglich. Hier sollte die Einrichtung von Ladeinfrastruktur auch bei defizitärem Betrieb als Wirtschafts- bzw. Tourismusförderung verstanden werden.



Abb. 2: Unterschiedliche Lade-Use-Case zur Ladung des eigenen E-Fahrzeugs⁸

Grundbedarfsversorgung bzw. Alltagsladen

Use Case 1: Eigenheim

Garage bzw. Stellplatz beim Eigenheim

Use Case 2: Mehrfamilienhaus

Parkplätze (z. B. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern)

Use Case 3: Arbeitgeber

Firmenparkplätze auf privatem Gelände

Use Case 4: Lade-Hub innerorts:

DC Lade-Hubs: (z.B. Tankstellen, Einkaufszentren)

⁸ Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf, Studie im Auftrag des BMVI 2020; <https://nationale-leitstelle.de/wp-content/pdf/broschuere-lis-2025-2030-final-web.pdf>

Use Case 6: Bestehender Parkraum

Kundenparkplätze (z. B. Einkaufszentren)

Parkhäuser, Quartiersgaragen, Tiefgaragen

Firmenparkplätze

Zwischendurchladen

Use Case 4: Lade-Hub innerorts:

DC Lade-Hubs: (z.B. Tankstellen, Einkaufszentren)

Use Case 6: Bestehender Parkraum

Kundenparkplätze (z. B. Einkaufszentren)

Parkhäuser, Quartiersgaragen, Tiefgaragen

Firmenparkplätze

Use Case 7: Öffentlicher Straßenraum

Stellplätze im öffentlich gewidmeten Straßenraum

Spitzenbedarfsladen

Langstecke

Use Case 5: Lade-Hub an Achsen

Autohof, Raststätte, Autobahnparkplätze

Zielpunktladen

Use Case 4: Lade-Hub innerorts:

DC Lade-Hubs: (z.B. Tankstellen, Einkaufszentren)

Use Case 6: Bestehender Parkraum

Kundenparkplätze (z. B. Einkaufszentren)

Parkhäuser, Quartiersgaragen, Tiefgaragen

Firmenparkplätze

Use Case 7: Öffentlicher Straßenraum

Stellplätze im öffentlich gewidmeten Straßenraum

Von besonderer Bedeutung werden sich die Use-Cases zum Laden am Eigenheim und im Mehrfamilienhaus (1+2) sowie am Arbeitsplatz (3) entwickeln. Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) erwartete schon 2014, dass über 85% aller Ladevorgänge in diesen drei Use-Cases erfolgen werden. Nach der Prognose werden weitere zehn Prozent im halböffentlichen Raum (davon 7.100 Schnellladepunkte) und lediglich fünf Prozent der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum (ca. 70.000 AC-Ladepunkte) verstandortet.

2.3.1 Use-Case 1 Eigenheim und 2 Mehrfamilienhaus



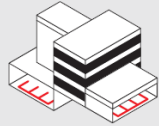
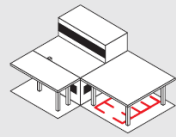


Verteilung Ladevorgänge	Privater Aufstellort 85%			Öffentlich zugänglicher Aufstellort 15%		
Typische Standorte für Ladeinfrastruktur	 <p>Einzel-/Doppelgarage bzw. Stellplatz beim Eigenheim</p>	 <p>Parkplätze bzw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks</p>	 <p>Firmenparkplätze/ Flottenhöfe auf eigenem Gelände</p>	 <p>Autohof, Autobahn-Raststätte</p>	 <p>Einkaufszentren, Parkhäuser, Kundenparkplätze</p>	 <p>Straßenrand/ öffentliche Parkplätze</p>

Abb. 3: Prognose Bedarf Ladeinfrastruktur⁹

Sofern möglich, d.h. wenn ein elektrifizierbarer Parkplatz z.B. Garage oder Carport, bzw. Stellplatz auf dem Grundstück besteht, werden Ladevorgänge von privaten Nutzern künftig dort erfolgen, wo die Fahrzeuge am längsten stehen, nämlich am Eigenheim, am Wohneigentum oder der Mietwohnung.

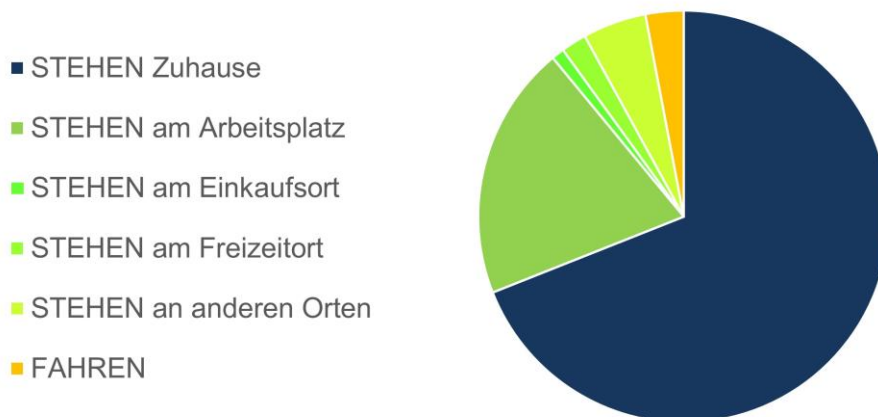


Abb. 4: Verhältnis der Steh- und Fahrzeiten je Werktag (24 h)¹⁰

Nach einer Untersuchung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI), liegt der Anteil der Nutzergruppe für diesen Use-Case in Städten wie Fulda mit 20.000 – 100.000 Einwohnern, bei ca. 88 % der Gesamtbevölkerung.

⁹ Nationale Plattform Elektromobilität, Fortschrittsbericht 2014, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/fortschrittsbericht-2014-bilanz-der-marktvorbereitung.html>

¹⁰ Eigene Darstellung, Quelle: Ökoinstitut 2016

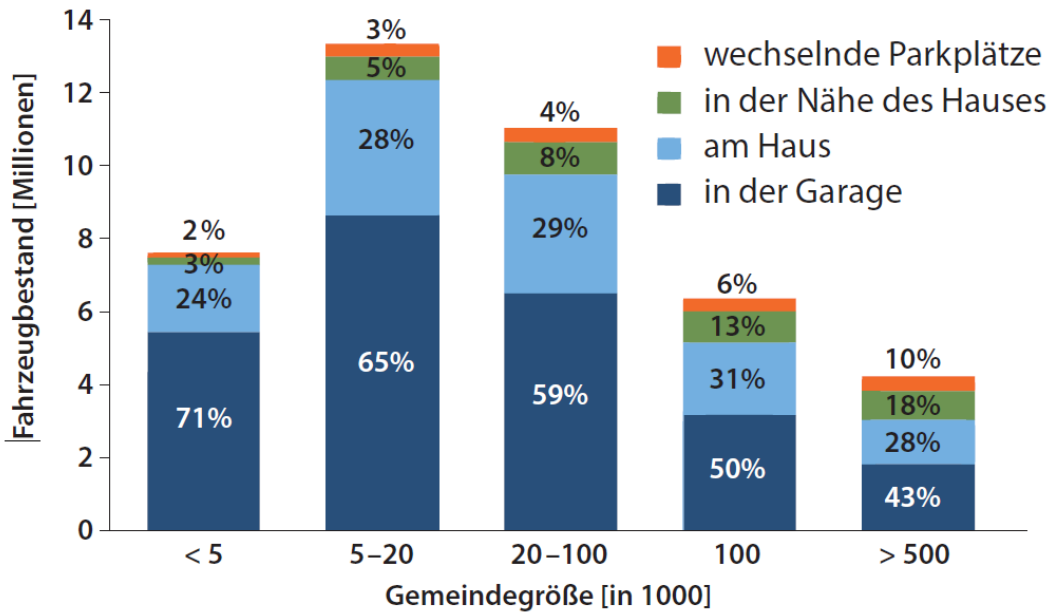


Abb. 5: Fahrzeugbestand und Verhältnis der Stellplätze von Fahrzeugen nach Gemeindegröße¹¹

Vergleichbare Ergebnisse zeigt die Auswertung der Untersuchung MID 2017 (Mobilität in Deutschland).

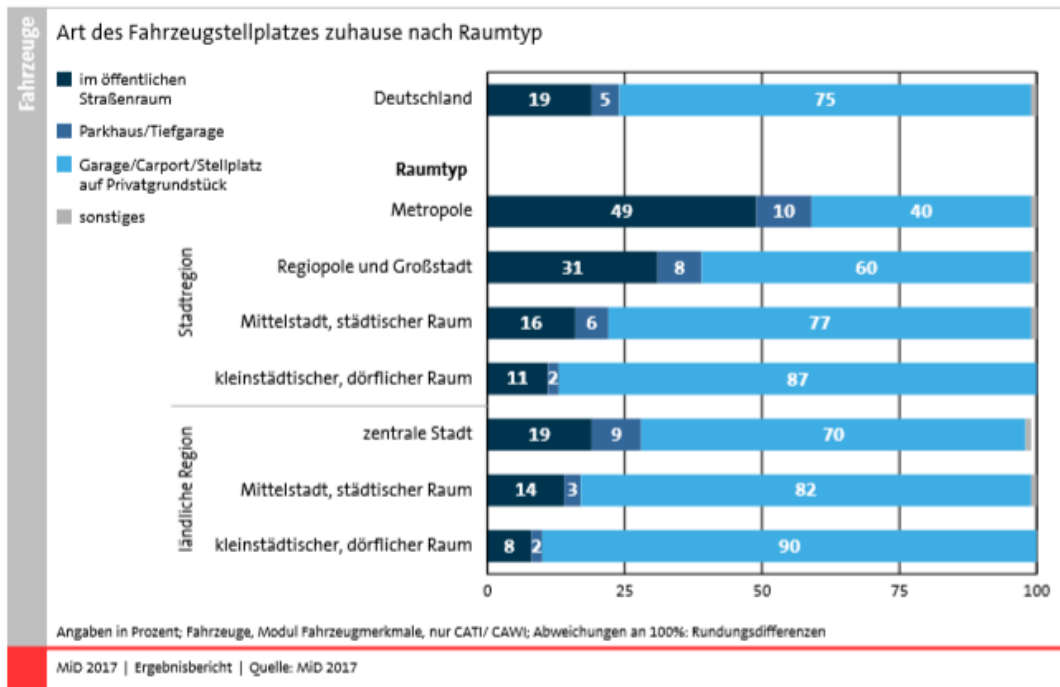


Abb. 6: Art des Fahrzeugabstellplatzes zuhause nach Raumtyp¹²

¹¹ Quelle: Fraunhofer ISI; <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2013/Fraunhofer-ISI-Markthochlaufsenarien-Elektrofahrzeuge-Zusammenfassung.pdf>

¹² infas, DLR, IVT und infas 360 (2018): Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI), S.28 <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/publikationen2017.html>

Diese Nutzergruppe wird künftig zu Hause i.d.R. täglich und nachts, geringe Mengen Strom zu relativ geringen Kosten durch einfache Ladeinfrastruktur, günstigen Nachtstrom, sowie gleichmäßiges Laden mit geringen Stärken laden (geringe Netzbelastung). Bei einer durchschnittlichen täglichen Fahrstrecke von 40-50 km liegt der Ladebedarf je nach Verbrauch und Ladeeffizienz, bei 7,5 bis 11 kWh pro Tag. Bei einer Standzeit von mehr als 10 Stunden in der Nacht liegt der Leistungsbedarf in diesem Use-Case bei nur 0,75 bis 1,4 kW. Die Auslegung des Leistungsbedarfs für einen Ladepunkt in diesem Use-Case mit 11 kW, wie es von vielen Netzbetreibern und auch der KfW im abgelaufenen Förderprogramm zugrunde gelegt wurde und wird, erscheint deutlich überdimensioniert und kann schnell zu leicht vermeidbaren Engpässen in den Niederspannungsnetzen führen.

Während der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Eigenheimbesitzer i.d.R. relativ einfach möglich ist, kann es für Mieter in Mehrfamilienhäusern komplexer werden und es können höhere Kosten für die Ladeinfrastruktur und den Betrieb durch einen Dienstleister anfallen. Auch wenn der gesetzliche Rahmen bereits an vielen Stellen wie z.B. dem Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG) oder dem Miet- und Wohnungseigentümer Recht angepasst wurde, ergeben sich in der Praxis Herausforderungen bei der Finanzierung des Netzanschlusses in der Grundinstallation.

Bezogen auf die Gesamtsituation in Deutschland dominieren jedoch Einfamilienhäuser den Wohnungsbestand in Deutschland mit einem Anteil von zwei Drittel (66,7 %) aller Wohngebäude im Jahr 2019. Gemeinsam mit den Zweifamilienhäusern betrug der Anteil sogar rund 83 %¹³.

2.3.2 Use-Case 3 Laden beim Arbeitgeber

Für private Nutzer, die nicht die Möglichkeit haben, am Eigenheim zu laden, bietet sich aufgrund der langen Stehzeiten das Laden am Arbeitsplatz an. Vergleichbar zum Eigenheim kann auch hier künftig tagsüber mit geringer Leistung durch einfache Ladeinfrastruktur geladen werden. In Abhängigkeit vom Stromtarif des Arbeitgebers kann dies sogar günstiger sein als zu Hause.

Unter der Annahme des o.a. Ladebedarfs von 7,5 bis 11 kWh pro Tag (rd. 50-80 kWh pro Woche) sollte es somit ausreichen, wenn Beschäftigte je nach Leistung ein bis zwei Mal pro Woche für 9 Stunden laden, sodass sich die Ladeinfrastruktur durchschnittlich mit mindestens vier weiteren Beschäftigten geteilt werden kann.

2.3.3 Use-Case 4 Lade-Hub innerorts

Innerstädtische DC Lade-Hubs an bestehenden Tankstellen oder Einkaufszentren zielen im Wesentlichen auf die Nutzergruppe der Wohnbevölkerung in Quartieren ohne Möglichkeit einer Nutzung der Use-Cases 1 und 2 also ohne eigenen Ladepunkt am Ein- oder Mehrfamilienhaus. Optimal geeignet für diesen Use-Case sind Parkflächen des Lebensmitteleinzelhandels. Während eines Ladevorgangs von 45 Minuten können

¹³ Pressemitteilung des Statistischen Bundesamtes 02/2021: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/02/PD21_N015_44.html

an einem DC Ladepunkt mit einer Leistung von 100 kW unter Berücksichtigung von Ladeverlusten und individuellen Ladekurven der Fahrzeuge ca. 60 kW geladen werden, was einer Reichweite von rd. 300 km entspricht. Durch die Kombination von regulären „eh-da“ Tätigkeiten des täglichen Bedarfs mit der Möglichkeit große Mengen Strom zu laden können die Ladebedürfnisse dieser Zielgruppe optimal bedient werden. Ein wichtiger Einflussfaktor in Bezug auf die Akzeptanz sind dabei die durchschnittlichen Kosten je kWh, die sich in der Regel aus einer Verbrauchs- und einer Zeitkomponente zusammensetzen. Bei einem attraktiven Preismodell kann dieser Use-Case auch für Zwischendurchladen von Nutzergruppen attraktiv sein, die Ihren Grundbedarf ansonsten über die Use-Cases 1,2,3 oder 6 versorgen.

Eine weitere Nutzergruppe für diesen Use-Case kann die Nutzergruppe der sogenannten Zielpunktlader oder Nutzern auf der Fernstrecke darstellen. Wichtig ist hierbei die Verfügbarkeit von gastronomischen Einrichtungen und die Lage zum Fernstraßennetz.

Für Betreiber bietet dieser Use-Case durch die hohe Fluktuation mit geringen Fehlbelegungen trotz hoher Investitionskosten, das Potenzial für ein interessantes Geschäftsmodell¹⁴.

Eine grundsätzliche Herausforderung für diesen Use-Case stellt aufgrund des hohen Leistungsbedarfs die Netzanbindung dar.

Der Use-Case steht im Wettbewerb mit Use-Case 6.

2.3.4 Use-Case 5 Lade-Hub an Achsen

DC-Ladeinfrastruktur an Autohöfen, Raststätten, Autobahnparkplätzen zielt auf die Nutzergruppe Fernstrecke. Der Use-Case bildet das Rückgrat der Elektromobilität in Bezug auf die Thematik Reichweite. Ein gut ausgebautes Schnellladenetz für die Mittel- und Langstrecke ist Grundlage für die Nutzung von Elektromobilität in Deutschland. Mit der 2021 erfolgten Ausschreibung des Deutschlandnetzes¹⁵ erhält der Ausbau einen deutlichen Schub.

2.3.5 Use-Case 6 Bestehender Parkraum

Insbesondere in verdichteten innerstädtischen, urbanen Quartieren (Ortszentren und Innenstadtbereiche), die heute durch starkes Straßenrandparken und zum Teil auch

¹⁴ vgl. hierzu auch

„Rewe plant hunderte Schnelllade-Standorte mit Partnern“ in [electrive.net](https://www.electrive.net/2021/11/08/enbw-und-rewe-planen-hunderte-schnelllade-standorte/) 11/2021: <https://www.electrive.net/2021/11/08/enbw-und-rewe-planen-hunderte-schnelllade-standorte/>

„Aldi Süd plant 1.500 weitere Ladestationen“ in [electrive.net](https://www.electrive.net/2020/09/04/aldi-sued-plant-1-500-weitere-ladestationen/) 09/2020: <https://www.electrive.net/2020/09/04/aldi-sued-plant-1-500-weitere-ladestationen/>

„Hier können Sie beim Einkaufen oder Essen Ihr E-Auto aufladen“ in [Autobild-Online](https://www.autobild.de/artikel/ladesaeulen-vor-restaurants-und-supermaerkten-aldi-lidl-kaufland-ikea-mcdonald-s-930292.html) 11/2021: <https://www.autobild.de/artikel/ladesaeulen-vor-restaurants-und-supermaerkten-aldi-lidl-kaufland-ikea-mcdonald-s-930292.html>

„Strom tanken bei Lidl: Erste Supercharger in Betrieb / Größtes E-Ladenetz im Lebensmitteleinzelhandel wird weiter ausgebaut“ bei [Lidl-Online](https://unternehmen.lidl.de/pressreleases/2020/201013_supercharger) 10/2020: https://unternehmen.lidl.de/pressreleases/2020/201013_supercharger

¹⁵ vgl. hierzu: „BMVI startet Ausschreibung für das Deutschlandnetz“ bei [BMVI](https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Pressemitteilungen/2021/117-scheuer-ausschreibung-deutschlandnetz.html): <https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Pressemitteilungen/2021/117-scheuer-ausschreibung-deutschlandnetz.html>

hohen Parkdruck gekennzeichnet sind, stellt sich die Herausforderung ein für alle Stakeholder (Kommune, Elektofahrer:Innen, Betreiber:Innen (CPO)) attraktives Ladeangebot zu schaffen. Hier bietet es sich an, private oder halböffentliche Stellflächen zu aktivieren, auf denen AC-Ladeinfrastruktur privatwirtschaftlich errichtet und betrieben werden kann. Es erscheint sinnvoll auf diesen Flächen Ladeparks mit AC-Ladeinfrastruktur aufzubauen, die durch die umliegende Wohnbevölkerung genutzt werden können. Optimaler Weise können Co-Nutzungsmodelle auf Parkflächen von Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen (z.B. Verwaltungen, Krankenhäuser o.Ä.) entstehen, die nachts eine geringere Auslastung als tags aufweisen.

Wesentlich für die Nutzbarkeit und als deutlicher Vorteil gegenüber klassischer öffentlicher Ladeinfrastruktur sind hierbei:

Für Kommunen:

- kein neuer Flächenverbrauch und geringere Belastung des öffentlichen Straßenraums

Für Betreiber:

- geringere Installationskosten
- höhere Auslastung durch Zugangsregulierung (z.B. Schrankensysteme) und den Einsatz von Reservierungssystemen
- höhere Wirtschaftlichkeit bei kundenorientierten Preismodellen

Für die Nutzer:

- höherer Nutzwert durch Planbarkeit durch den Einsatz von Reservierungssystemen
- geringere Kosten durch attraktive Preismodelle

2.3.6 Use-Case 6 Öffentlicher Straßenraum

Auch wenn dieser Use-Case in der öffentlichen Wahrnehmung und Debatte derzeit eine hervorgehobene Stellung einnimmt, so wird er tendenziell im Gesamtkontext der Ladeinfrastruktur eine eher geringe Bedeutung einnehmen. Hemmnisse für diesen Use-Case liegen:

- a) in der geringen Verfügbarkeit von geeigneten Flächen im Spannungsfeld von infrastrukturellen Gegebenheiten (z.B. Netzverfügbarkeit, Parkraumstruktur u.a.), planerischen Zielen der Verkehrs- und Stadtplanung bzw. Nutzungskonkurrenzen mit alternativen Mobilitätsangeboten wie Fahrradinfrastruktur, Sharing-Angeboten, Citylogistik u.a.
- b) in der geringen Attraktivität für ElektofahrerInnen aufgrund der geringen Nutzungssicherheit (Planungssicherheit bei der Verfügbarkeit) sowie hoher Kosten
- c) in der geringen Attraktivität für BetreiberInnen (CPO) aufgrund hoher Installations- und Betriebskosten sowie geringer Auslastung im Wesentlichen durch Fehlbelegungen (Falschparker).

Vor diesem Hintergrund ging die NPE schon 2014 davon aus, dass nur rd. 5 % aller Ladevorgänge an öffentlicher Ladeinfrastruktur erfolgen werden und ein wirtschaftlicher Betrieb bei öffentlicher Ladeinfrastruktur, auch bei hoher Nachfrage bis 2020, nicht realistisch sein wird, da die spezifischen Vollkosten pro Kilowattstunde an diesen Ladepunkten doppelt so hoch wären, als etwa an der heimischen Ladestation.

Die Entwicklung in der Praxis bestätigt diese prognostizierte Tendenz. Es gibt kaum privatwirtschaftliche Betreiber, die diesen Use-Case als Geschäftsmodell entwickeln.

Auch wenn Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum im Gesamtbild nur eine untergeordnete Rolle spielen wird, kommt dem Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur jedoch neben der Rolle als Initialzündler für die allgemeine öffentliche Wahrnehmung, insbesondere dort eine besondere Bedeutung für den Markthochlauf zu, wo private Lösungen nicht in der notwendigen Geschwindigkeit und in ausreichendem Maße entstehen. Solange keine privatwirtschaftlich tragbaren Ladeangebote entstehen, muss zur Sicherstellung gleichwertiger Lebensbedingungen für alle BürgerInnen eine Grundversorgung mit öffentlicher Ladeinfrastruktur geschaffen werden. Prinzipiell ist es jedoch deutlich sinnvoller, den Aufbau von privatwirtschaftlich betriebener Ladeinfrastruktur mit öffentlichen Finanzmitteln zu fördern, als die Kommunen in die Rolle eines Ladeinfrastrukturbetreibers zu bringen, da so langfristige Kostenverpflichtungen entstehen und ein wirtschaftlicher Betrieb von Ladeinfrastruktur auf öffentlichen Flächen, im Gegensatz zu privaten Flächen, schwer umsetzbar sein wird.

3 Methodik der Analyse

Im folgenden Kapitel wird die methodische Herangehensweise für die Ermittlung des Ladeinfrastrukturbedarfs dargestellt.

Aufbauend auf den zuvor dargestellten Grundannahmen wurde mit EECHARGIS sowohl eine Methode als auch das zur Umsetzung notwendige IT-System entwickelt, mit dem eine GIS (Geographische Informationssysteme) basierte Simulationsberechnung zur Bedarfsermittlung für Ladeinfrastruktur und deren räumlicher Verteilung auf der Zeitachse des Prognosezeitraums erstellt werden kann.

Hierzu werden private, gewerbliche, halböffentliche und öffentliche Parkflächen, PKW-Bestandszahlen des Kraftfahrtbundesamtes, die Anzahl konventioneller und elektrischer Erst-/Zweit- und Dritt-PKW der Wohnbevölkerung zu den verschiedenen Zeitpunkten sowie weitere soziodemografische Parameter, wie z.B. der Sinus-Milieus® und Sinus-Geo-Milieus® bzw. des Kaufkraftindex des Untersuchungsraums, einbezogen. Darüber hinaus werden georeferenzierte Informationen zu Haushalten, Gewerbebetrieben, Berufspendlern, Kunden des Einzelhandels sowie Tages- und Mehrtagesbesuchern von POI, von Hotels und des Gastgewerbes unter Einbeziehung von Einzugsbereichen des prognostizierten Ladebedarfs und der Aufenthaltsdauer im Untersuchungsraum berücksichtigt.

Ziel ist die Erstellung einer statistischen Prognose, wann wie viel Ladeinfrastruktur auf privaten Parkflächen und Parkplätzen von Unternehmen sowie im halböffentlichen und vor allem im öffentlichen Bereich in den kommenden Jahren benötigt wird. Hierbei wird im ersten Schritt davon ausgegangen, dass der Grundbedarf über das Laden mit Wechselstrom (AC) mit möglichst niedriger Leistung (einphasig bis 3,7 kW) erfolgen kann. Bei längeren Standzeiten der Fahrzeuge am Wohnort, auf halböffentlichen Flächen (Nachtladen) oder beim Arbeitgeber ist dies, sofern ein intelligentes Lastmanagement zum Einsatz kommt, für die Nutzer wie auch für das Gesamtsystem (Netzausbau) der ressourcenschonendste, effizienteste und kostengünstigste Weg.

Im zweiten Schritt wird davon ausgegangen, dass die Nutzer je nach Akkustand und Nutzungsprofil bei längeren Standzeiten auch mit höheren Leistungen (AC dreiphasig bis 22 kW) im halböffentlichen und öffentlichen Bereich laden (z.B. Tagesbesucher: sog. Zielpunktlader).

In einem weiteren Schritt kann simuliert werden, welche Auswirkung der Einsatz von Schnellladeinfrastruktur (DC 50-350 kW), auf die ermittelte AC Ladeinfrastruktur hat, d.h. inwieweit halböffentliche und öffentliche AC-Ladepunkte durch DC-Ladepunkte substituiert werden können.

Auf dieser Bedarfsprognose kann ein Umsetzungsplan für Ladeinfrastruktur im öffentlichen Bereich für die Stadt Fulda erstellt werden. Darüber hinaus können Maßnahmen zur Förderung des Aufbaus halböffentlicher, gewerblicher (bei Unternehmen) und privater Ladeinfrastruktur entwickelt werden.

Die Ermittlung des Ladeinfrastrukturbedarfs mit der EECHARGIS Methode erfolgt in sechs Berechnungsstufen:

Berechnungsstufe 1:

Ermittlung des Bestandes an Fahrzeugen insgesamt für ein Bezugsjahr und Verteilung dieser Fahrzeuge auf die Haushalte, Unternehmen und POI im Untersuchungsgebiet.

Berechnungsstufe 2:

Aufbauend auf Stufe 1, Ableitung des Bestandes an Elektrofahrzeugen. Als Elektrofahrzeuge werden im Rahmen der Analyse alle Fahrzeuge mit batterieelektrischem (BEV) und Plug-In Hybrid (PHEV) Antrieb bezeichnet. Eine Unterscheidung erfolgt anhand der Reichweiten.

Berechnungsstufe 3:

Räumliche Verteilung von Elektrofahrzeugen.

Berechnungsstufe 4:

Ermittlung des Ladebedarfs in Form von erwarteten Ladevorgängen der in Stufe 3 ermittelten Elektrofahrzeuge.

Berechnungsstufe 5:

Ableitung der für in Stufe 4 ermittelten Ladevorgänge benötigten Ladeinfrastruktur in Form von Ladepunkten.

Berechnungsstufe 6:

Identifizierung der Installationsorte für die Ladepunkte (Ladeorte) differenziert nach Parkflächenarten (Parktypen).

3.1 Berechnungsstufe 1: Entwicklung Fahrzeugbestand

3.1.1 Entwicklung und Prognose des gesamten Fahrzeugbestands

Zur Prognose des künftigen Bedarfs an Ladeinfrastruktur ist es von essenzieller Bedeutung abzuschätzen, wie sich der Fahrzeugbestand in den kommenden Jahren entwickeln wird.

Die bisherige Entwicklung des Fahrzeugbestands in Deutschland zeigt ein kontinuierliches Anwachsen. Die in der u.a. Grafik dargestellten Sprünge in den Jahren 2007 und 2017 ergeben sich aus Änderung bei der statistischen Erhebung. Der Bestand an Pkw lag zum 01.01. 2021 bei rd. 48 Mio. ¹⁶

¹⁶ Pressemitteilung des KBA Nr. 8/2021 https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/Fahrzeugbestand/fahrzeugbestand_node.html

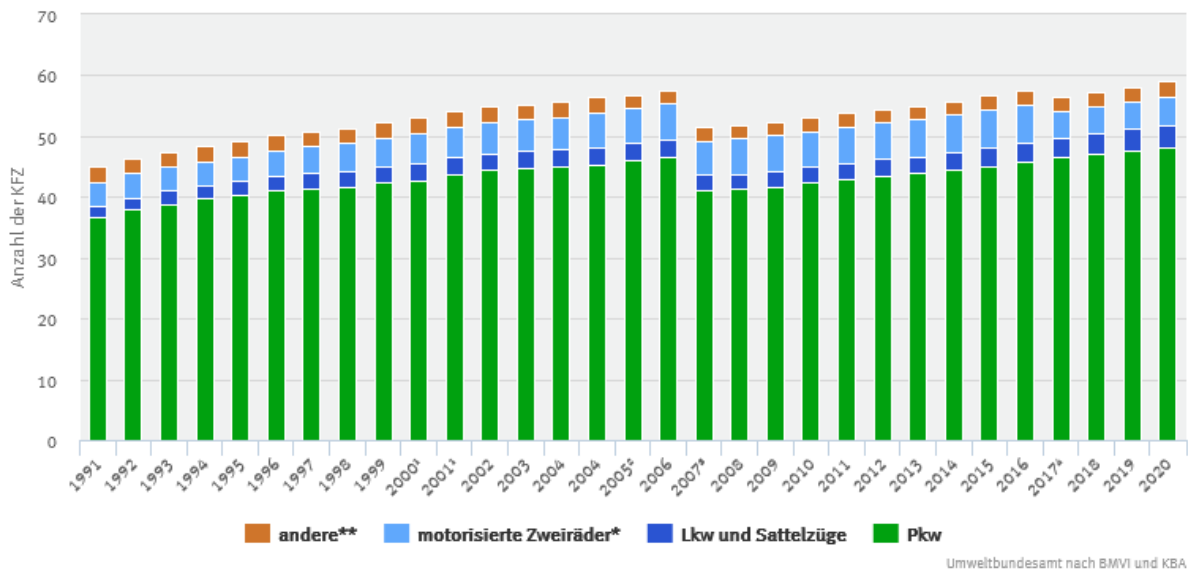


Abb. 7: Entwicklung des Kraftfahrzeugbestands in Deutschland¹⁷

Vor dem Hintergrund grundlegender Veränderungen in der Mobilität ist es schwer eine belastbare Prognose zur weiteren Entwicklung zu erstellen. Kickhöfer und Brokate (2017) vom DLR weisen darauf hin: „In Deutschland existieren mehrere Ansätze zur Abschätzung des zukünftigen Pkw-Bestandes und zur Ableitung von Flottenzusammensetzung, Fahrleistung, Energieverbrauch und Emissionen. Vor dem Hintergrund möglicher disruptiver Veränderungen des Verkehrsmarktes durch die Automatisierung von Pkw stellt sich die Frage, inwieweit die bestehenden Modelle in der Lage sind, den Einfluss technologischer und (verkehrs-)politischer Veränderungen auf den Pkw-Bestand in Deutschland vorherzusagen“¹⁸

Tendenziell zeigt sich für 2021 ein deutlicher Rückgang der Neuzulassung, der jedoch nicht als Trend, sondern eher als Rückkopplung zu den aktuellen Engpässen in den Lieferketten zu verstehen ist.

¹⁷ Umweltbundesamt <https://www.umweltbundesamt.de/bild/entwicklung-des-kraftfahrzeugbestandes>

- Ab 2000 Stand jeweils zum 01.01. des Folgejahres und von 12 auf 18 Monate geänderte Stilllegungsfrist.
- Ab 2005 werden Fahrzeuge mit Zweckbestimmung (zum Beispiel Wohnmobile und Krankenwagen) den Pkw zugeordnet.
- Ab 2007 ohne vorübergehend abgemeldete Fahrzeuge. Aufgrund von Umstellungen in der Statistik sind die Angaben nicht direkt mit denen der Vorjahre vergleichbar.
- Summe ab 2017 nicht mit den Vorjahren vergleichbar. Ohne Mopeds, Mofas etc. Daten werden vom KBA nicht fortgeführt, da teilweise Doppelzählungen bei Versicherungswechsel. Dazu gehören: Busse, Schlepper (zum Beispiel in der Landwirtschaft) und übrige Fahrzeuge;

¹⁸ Kickhöfer, Benjamin / Brokate, Jens, Die Entwicklung des deutschen Pkw-Bestandes: Ein Vergleich bestehender Modelle und die Vorstellung eines evolutionären Simulationsansatzes, in Zeitschrift für Verkehrswissenschaft, Heft 2. 2017, http://www.z-f-v.de/fileadmin/archiv/hefte---2017_1_2_3/2017-2/ZfV_2017_Heft-2_01_Kickhoefer_Brokate-Modellvergleich_Pkw-Bestand.pdf

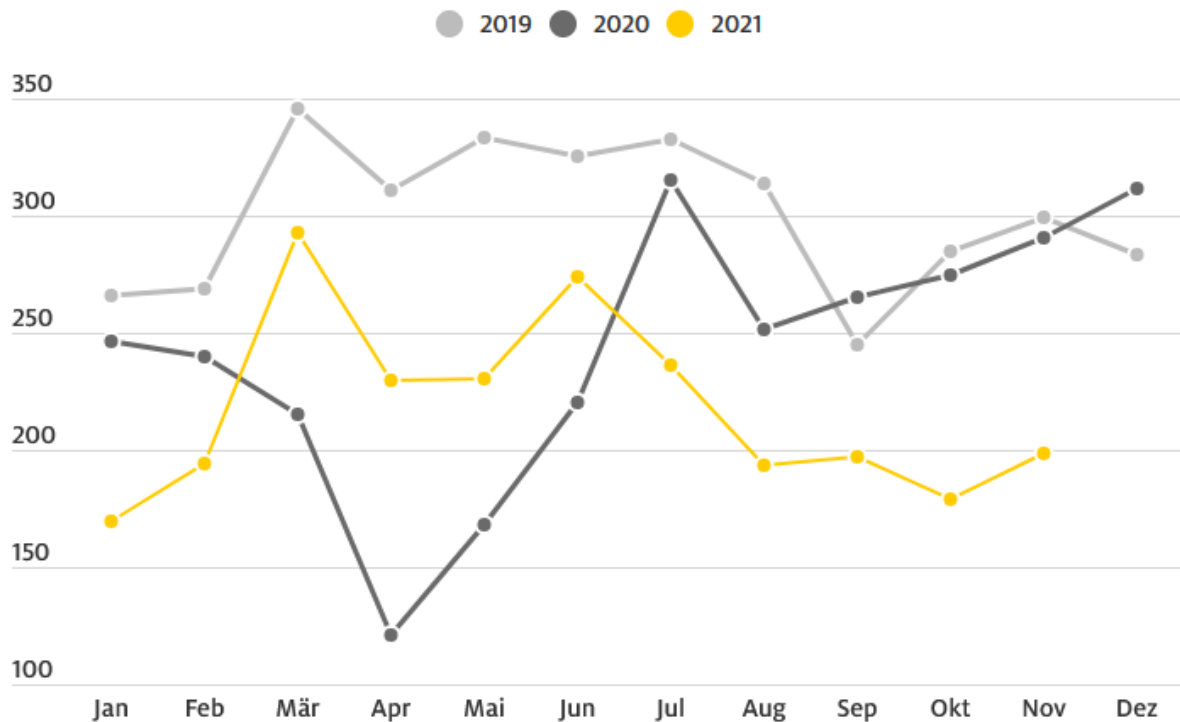


Abb. 8: Entwicklung der Neuzulassungen in Deutschland ¹⁹

Darüber hinaus ist zu erwarten, dass zumindest in den verdichteten urbanen Zentren, CarSharing und autonome Mobilität, insbesondere in ihrer Kombination und in Verbindung mit Elektromobilität, in der nächsten Dekade zunehmend an Bedeutung gewinnen werden.²⁰

Die Studie „eascy – Die fünf Dimensionen der Transformation der Automobilindustrie“ von PricewaterhouseCoopers (PWC) GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft aus 2017 versucht diese Herausforderung aufzugreifen und die dargestellten disruptiven Veränderungen zu antizipieren. In dieser Studie gehen die Autoren davon aus, dass sich aufgrund von innovativen Sharing-Systemen und durch die Verknüpfung mit autonomen Fahrzeugen, der Bestand in Europa um ca. 30 % von 280 Millionen (2017) auf 200 Millionen Fahrzeuge verringern wird. Der Gesamtbestand an selbstgeführten Privatfahrzeugen könnte sich dabei bis 2030 sogar um mehr als 110 Millionen Fahrzeuge auf 170 Millionen verringern.

¹⁹ ADAC Report 12/2021 <https://www.adac.de/news/neuzulassungen-kba/>

²⁰ Quelle: https://www.carsharing.de/einsatz-szenarien-fuer-autonome-fahrzeuge-carsharing-oepnv_elektroauto-news.net

Quelle: <https://www.elektroauto-news.net/2017/wie-car2go-autonome-carsharing-flotten-plant>

Quelle: <https://www.vdv.de/position-autonome-fahrzeuge.pdf>

Quelle: <http://www.frost.com/sublib/display-report.do?id=MB4D-01-00-00-00>

Quelle: <https://share2drive.de/>

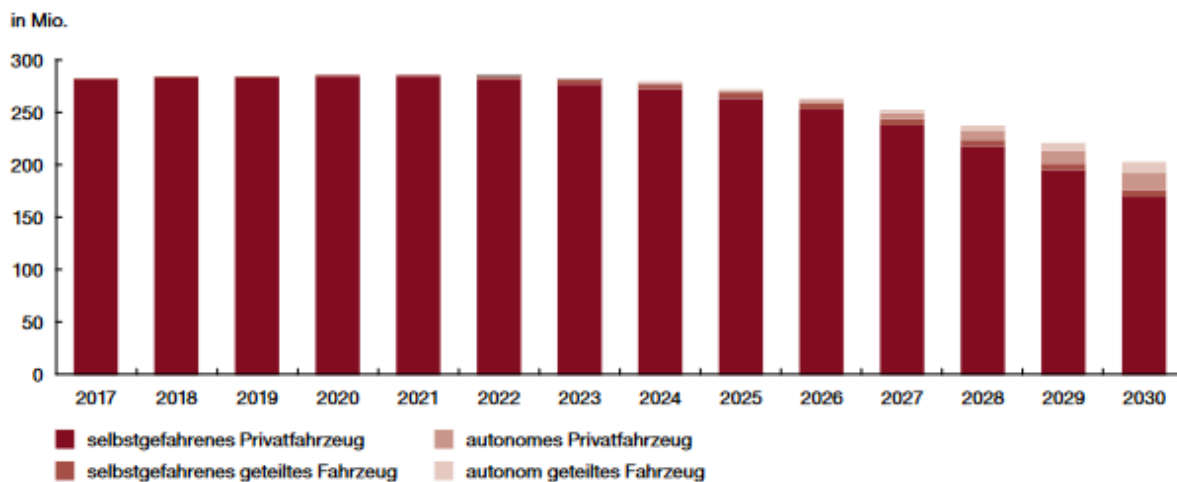


Abb. 9: Mögliche Entwicklung des Pkw-Bestandes in Europa bis 2030 ²¹

Es kann davon ausgegangen werden, dass die zuvor dargestellten Annahmen in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur unterschiedlich stark ausgeprägt sein werden. Aus diesem Grund werden für die Regionstypen (urban, suburban, rural) unterschiedliche Entwicklungen für die Berechnungen zugrunde gelegt. Die regionale Zuordnung der Regionstypen sowie die Intensität der Entwicklung von CarSharing für den jeweiligen Regionstyp, wurde durch den Auftraggeber im Rahmen eines Workshops festgelegt.

3.1.2 Regionstypen

Für die EECHARGIS Analyse wurden drei Regionstypen - rural, suburban, urban - für den Prognosezeitraum entwickelt. Die Regionstypen dienen dabei als maßgebliches Steuerelement der Bestandsentwicklung der Fahrzeuge da sich CarSharing in ländlichen und städtischen Gebieten voraussichtlich unterschiedlich stark auf den Fahrzeugbestand auswirken wird. Grundsätzlich können jedoch auch andere Parameter regionalisiert werden.

Grundannahme der Regionstypen

Für die Analyse wird zugrunde gelegt, dass CarSharing in ländlichen (ruralen) Gebieten so gut wie keine Rolle spielen wird. In der Folge wird davon ausgegangen, dass der Fahrzeugbestand zunächst auf dem heutigen Stand stagnieren, im späteren Verlauf leicht rückläufig sein wird. Für den suburbanen Raum wird eine geringfügig stärkere Bedeutung des CarSharings nach 2028 angenommen. Für den urbanen Raum wird auf Grundlage der Annahmen aus der oben genannten PWC-Studie eine intensive Entwicklung des CarSharings ab 2025, spätestens ab 2028, mit einem deutlichen Rückgang des Fahrzeugbestandes ausgegangen. Im Gegensatz zur PWC-Studie wird hier jedoch nur ein Abschmelzen des Fahrzeugbestands von 30 % bis 2040 zugrunde gelegt.

²¹ PricewaterhouseCoopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft: eascy – Die fünf Dimensionen der Transformation der Automobilindustrie, 2017, https://www.pwc.de/de/automobilindustrie/pwc_automotive_eascy-studie.pdf

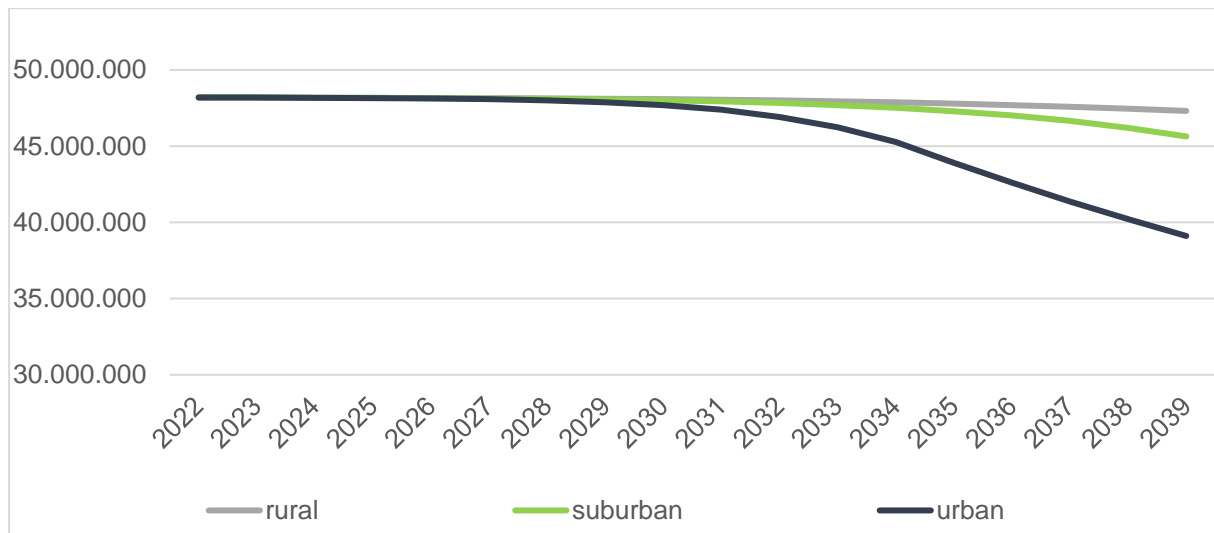


Abb. 10: Antizipierte Entwicklung Gesamtfahrzeugbestand in Deutschland (eigene Berechnung)

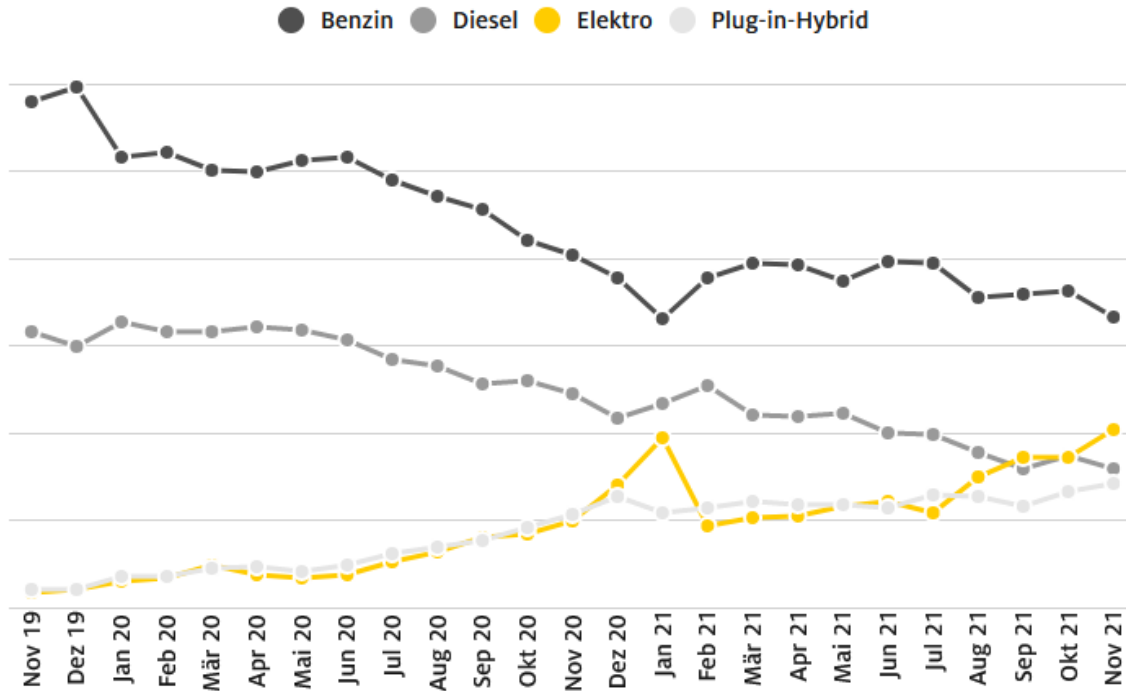
Parameter der Regionstypen:

- Regionstyp rural: Abnahme des Fahrzeugbestands um rd. 2 % bis 2040 im Vergleich zu 2021.
- Regionstyp suburban: Abnahme des Fahrzeugbestands um rd. 6 % bis 2040 im Vergleich zu 2021.
- Regionstyp urban: Abnahme des Fahrzeugbestands um rd. 30 % bis 2040 im Vergleich zu 2021.

3.2 Berechnungsstufe 2: Entwicklung Elektromobilität

Neben dem Gesamtfahrzeugbestand ist die Entwicklung der Elektromobilität einer der wesentlichen Parameter zur Prognose des Ladeinfrastrukturbedarfs.

Die Entwicklung der Neuzulassung von Elektrofahrzeugen hat spätestens seit 2020 nahezu alle bisherigen Prognosen deutlich übertroffen. So überstieg im September 2021 erstmals die Zahl der neuzugelassenen Elektrofahrzeuge (BEV) die der Neufahrzeuge mit Dieselantrieb. Im November 2021 lagen neuzugelassene Elektrofahrzeuge (BEV) mit einem Anteil von 20 % sogar deutlich über den Neufahrzeugen mit Dieselantrieb mit 16 %. Die zusammengefassten Neuzulassungen von reinen Elektrofahrzeugen (BEV) und Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen (PHEV) lagen im November mit 30 % sogar über den Zulassungen von Neufahrzeugen mit Benzinantrieb.



Nicht dargestellt sind Hybridantriebe jenseits der Plug-ins sowie Antriebe mit Flüssig- oder Erdgas

Abb. 11: Entwicklung Zulassungen Elektrofahrzeuge 2019 – 2021 ²²

Auch wenn diese relative Entwicklung in Teilen auf den starken Rückgang der Zulassungswerte für Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb zurückzuführen ist, so steigen die Zulassungswerte für BEV und PHEV seit 2010 kontinuierlich exponentiell mit einem durchschnittlichen Wachstum von ca. 70 % p.a.

Vor dem Hintergrund der zu erreichenden Klimaziele bis 2050, hat die Bundesregierung als Zielwert für die Entwicklung der Elektromobilität einen Fahrzeugbestand von 15 Mio. bis 2030 vorgegeben. Um diesen Wert zu erreichen, wird es umfangreiche Fördermaßnahmen geben.

Die vorliegende Prognoseberechnung orientiert sich in Abstimmung mit der Auftraggeberin an diesem Zielwert.

Hierbei gehen folgenden Parameter in die Berechnung ein:

Abmeldungen p.a.

Dieser Wert leitet sich aus der durchschnittlichen Lebensdauer von Fahrzeugen ab. Derzeit liegt die durchschnittliche Lebensdauer (erste Anmeldung bis zur letzten Abmeldung beim KBA) von Fahrzeugen in Deutschland bei 18 Jahren.

²² ADAC Report 12/2021 <https://www.adac.de/news/neuzulassungen-kba/>

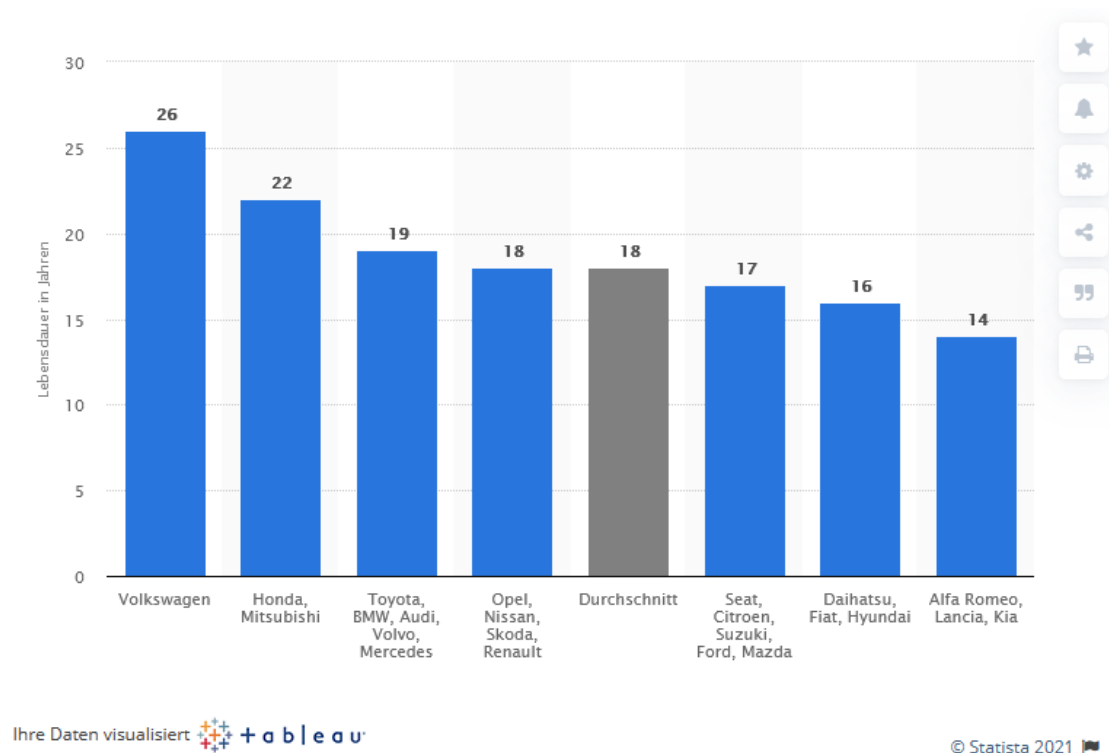


Abb. 12: Lebensdauer von Autos in Deutschland ²³

Für die Prognoseberechnung wird eine differenzierte Entwicklung sowohl auf der Zeitachse als auch in Bezug auf die Antriebsarten zugrunde gelegt.

So wird davon ausgegangen, dass die Lebensdauer von Fahrzeugen mit Verbrennungsantrieb aufgrund von Lieferengpässen und Unsicherheiten in Bezug auf neue Antriebskonzepte zunächst zwar etwas ansteigt, auf der Zeitachse jedoch aufgrund von verschärften Umweltauflagen, steigenden Energiekosten und weiterer Effekte, wie z.B. einem Tankstellensterben, zurückgehen wird.

Bei Elektrofahrzeugen wird erwartet, dass Altfahrzeuge mit Baujahr vor 2020 aufgrund ihrer technischen Unreife sowie einem geringen Nutzwert hinsichtlich geringer Reichweiten, schneller abgestoßen werden. Auf der Zeitachse gewinnt das Elektrofahrzeug jedoch infolge des geringen Verschleißes und des damit verbundenen späteren wirtschaftlichen Ersatzzeitpunkts an Lebenszeit hinzu.

²³ Quelle: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/316498/umfrage/lebensdauer-von-autos-deutschland/>
Stand: 2014*

„Autoverschrottung in Deutschland - Nach 18 Jahren geht es in die Presse“ in t-Online, 07/2014, https://www.t-online.de/auto/id_70357254/autoverschrottung-in-deutschland-nach-18-jahren-geht-es-in-die-presse.html

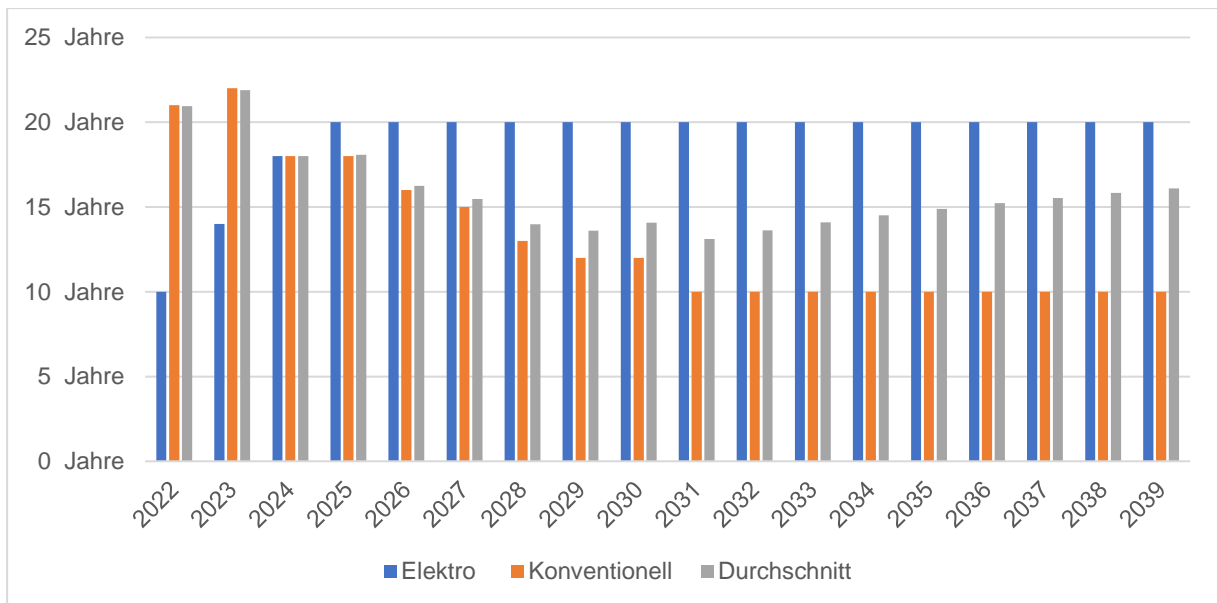


Abb. 13: Angenommene Lebensdauer von Pkw im EECHARGIS Modell

Neuzulassungen gesamt p.a.

Dieser Wert leitet sich aus den Abmeldungen und der Entwicklung des Fahrzeugbestands gesamt ab.

Anteil der Elektrofahrzeuge an den Neuzulassungen

Im Zusammenspiel der dargestellten Parameter muss das jährliche exponentielle Wachstum bei den Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen von heute ca. 70 % auf 33 % zurückgehen. Diese Entwicklung wird als realistisch angesehen, da die dafür notwendigen Fahrzeugvolumina nicht in dieser Menge durch die Fahrzeughersteller bereitgestellt werden können. Im o.a. Modell liegt der prognostizierte Anteil von Elektrofahrzeugen an allen Neuzulassungen im Jahr 2025 bei rd. 40 %, ab 2028 bei 100 %.

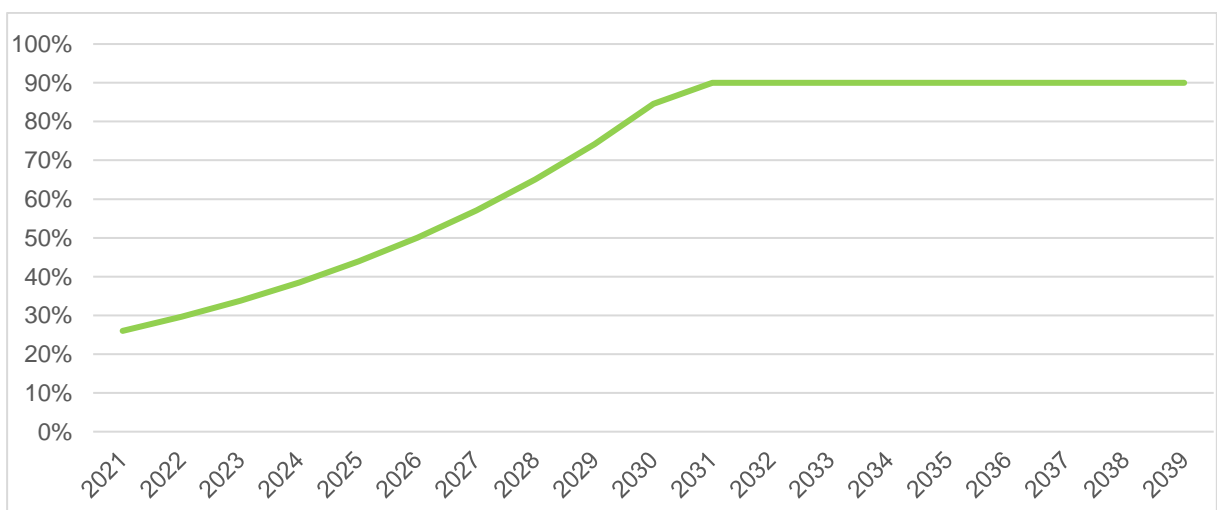


Abb. 14: Entwicklung der Anteile von Elektrofahrzeugen an allen Neuzulassungen (BEV+PHEV) im E-ECHARGIS Modell bei einer jährlichen Steigerung der Zulassungszahlen von ca.15 %

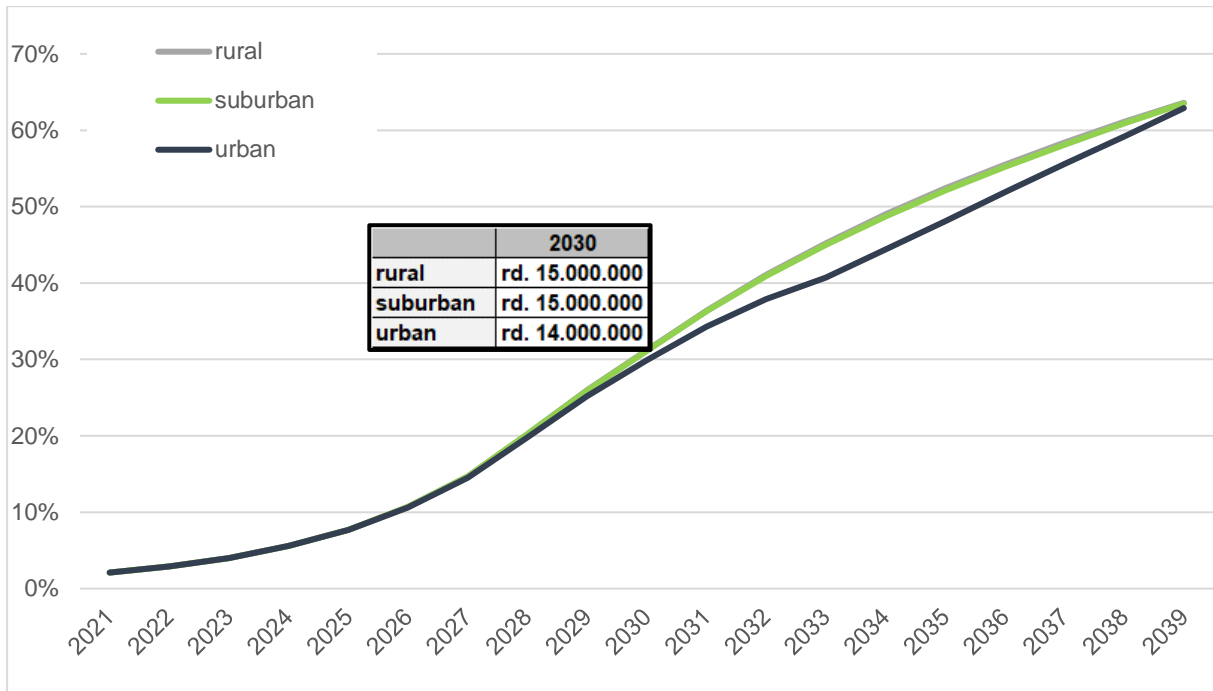


Abb. 15: Entwicklung der Anteile von Elektrofahrzeugen am Gesamtfahrzeugbestand nach Regionstypen (EV-Quote)

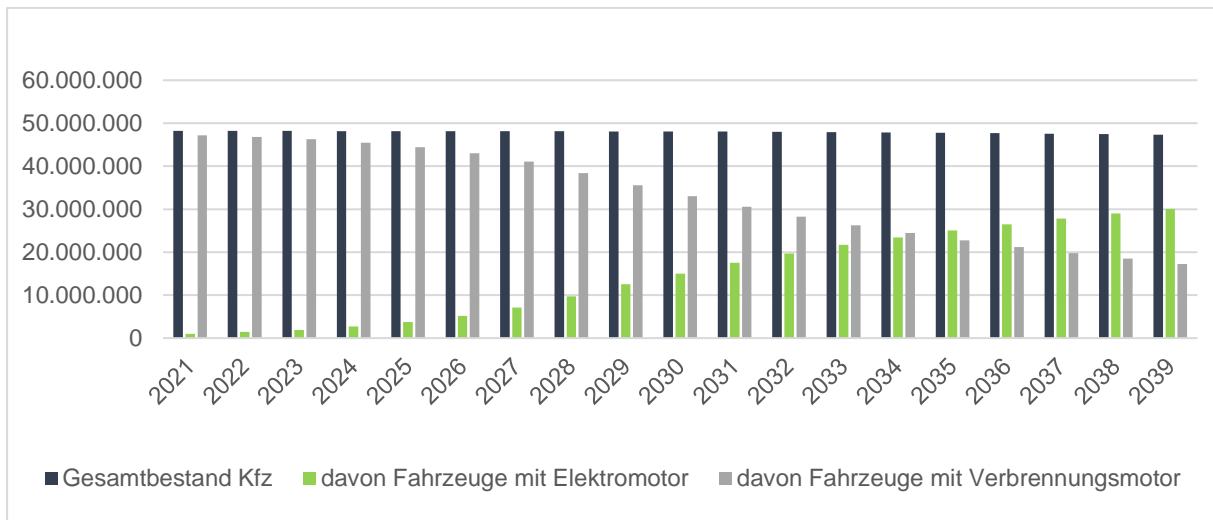


Abb. 16: Entwicklung Fahrzeugbestände: Szenario rural

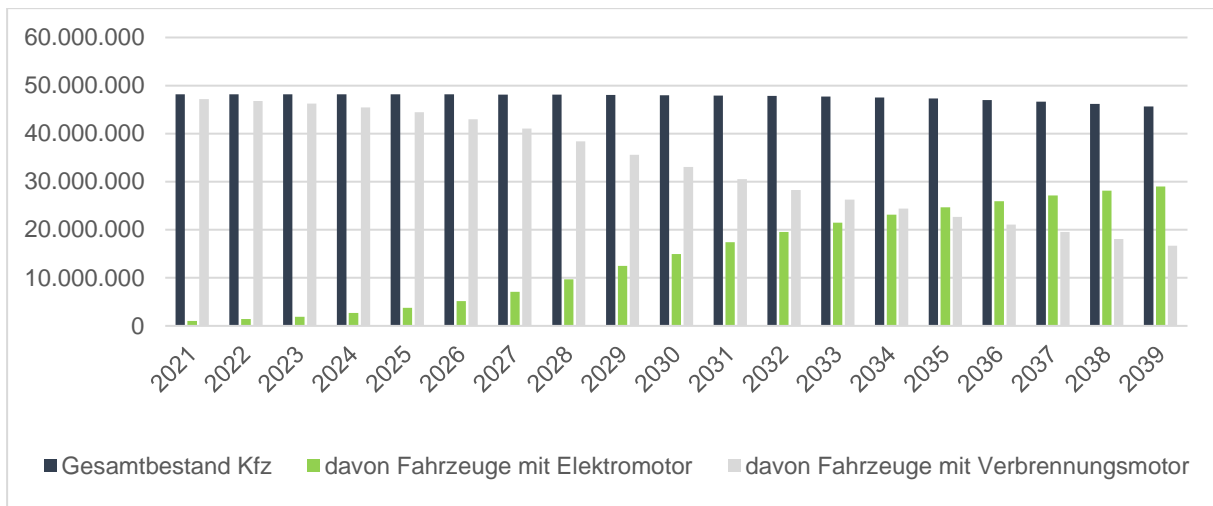


Abb. 17: Entwicklung Fahrzeugbestände: Szenario suburban

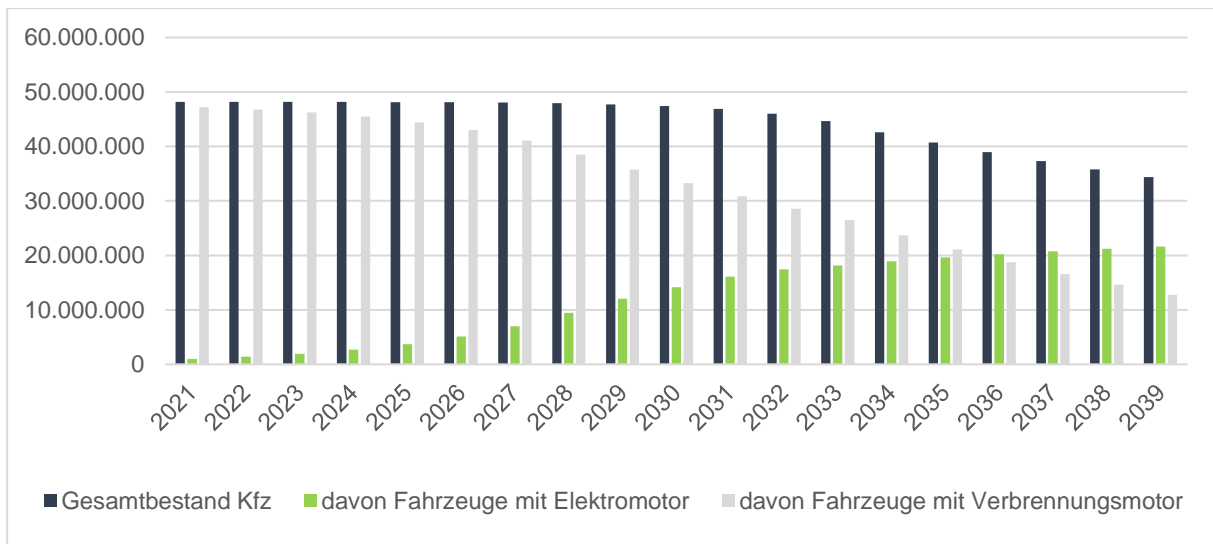


Abb. 18: Entwicklung Fahrzeugbestände: Szenario urban

Vor diesem Hintergrund wurde mit der Auftraggeberin abgestimmt, den Entwicklungspfad der NPE und Bundesregierung und somit ein jährliches Wachstum bei den Zulassungen für Elektrofahrzeuge von 15 % bei der Prognoseberechnung anzuwenden.

3.3 Berechnungsstufe 3: Räumliche Verteilung von Elektrofahrzeugen

Auf Grundlage der Frage, wann es wie viele Elektrofahrzeuge geben wird, ist es für den Aufbau der benötigten Ladeinfrastruktur von entscheidender Bedeutung wo, wann und wie viele Elektrofahrzeuge künftig laden werden.

Ausgehend davon, dass Elektrofahrzeuge dort laden werden, wo sie länger stehen, also an den Wohnorten, bei Unternehmen und an POI, muss zunächst auf Grundlage der zuvor dargestellten Entwicklung eine Prognose zum Fahrzeugaufwuchs erstellt werden. Dabei wird ermittelt wie viele private Elektrofahrzeuge an Wohnorten zu erwarten sind, wie hoch der Anteil von Dienstwagen mit Elektroantrieb an Unternehmensstandorten sein wird und wie viele Beschäftigte dort ihre Elektrofahrzeuge laden werden. Darüber hinaus wird festgelegt, mit welchem Anteil von Elektrofahrzeugen an POI zu rechnen ist, die an diesen Punkten einen Ladebedarf haben.

3.3.1 Elektrofahrzeuge bei privaten Haushalten

Grundlage der Verteilung bilden die Zulassungsdaten für private PKW und Kleintransporter des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) zum Stichtag 01.01.2021, die quartiersgenau²⁴ und getrennt nach privat und gewerblich zugelassenen Fahrzeugen vorliegen.

Ausgehend vom Kraftfahrzeugbestand zum o.a. Stichtag erfolgt sowohl eine Hochrechnung des Gesamtfahrzeugbestandes als auch des Anteils von Elektrofahrzeugen für das jeweilige Betrachtungsjahr.

Die individuelle PKW-Quote je Haushalt²⁵ leitet sich aus der sozialen Struktur des jeweiligen Straßenzugs ab, die auf Grundlage der Geo-Sinus-Milieus[®] bzw. des Kaufkraftindex ermittelt wurde. Anhand dieser PKW-Quote je Haushalt werden alle in einem Quartier privat zugelassenen PKW und Kleintransporter auf die Haushalte²⁶ im Quartier verteilt.

Die räumliche Verteilung der ermittelten Elektrofahrzeuge erfolgt auf Grundlage der Affinitäten zur Beschaffung von Elektrofahrzeugen des jeweiligen Haushalts. Hierbei werden u.a. Faktoren wie Preissensibilität, Präferenz für Neu- oder Gebrauchtfahrzeuge und Zweitwagenquote zugrunde gelegt, welche, wie zuvor auch schon bei der Ermittlung der individuellen PKW-Quote je Haushalt, aus den Geo-Sinus-Milieus[®] bzw. Kaufkraftindex abgeleitet werden. Darüber hinaus wird im Besonderen auch die Verfügbarkeit eines Stellplatzes als wesentliches Kriterium einbezogen.

²⁴ Bei Quartieren handelt es sich um ursprünglich aus Stimmbezirken gebildete Gebietseinheiten mit durchschnittlich 400 Haushalten, welche größtmögliche Homogenität aufweisen.
<https://www.nexiga.com/geomarketing-blog/mein-wohnquartier-meine-nachbarschaft/>

²⁵ Anteil von KfZ je Haushalt.

²⁶ Quelle: <https://www.nexiga.com/produkte/localdata/geodaten>

3.3.2 Elektrofahrzeuge bei Unternehmen

Dienstfahrzeuge

Die Ermittlung der Zahlen von Dienstfahrzeugen mit Elektroantrieb basiert auf einer vergleichbaren Methodik, wie sie zuvor für die privaten Haushalte angewandt wurde.

Grundlage bilden hier die gewerblich zugelassenen Fahrzeuge je Quartier, die auf die im Quartier liegenden Unternehmen verteilt werden. Analog zur Haushaltsgröße und zu den Sinus-Milieus, werden hierbei die Zahl der MitarbeiterInnen sowie die Spezifika des jeweiligen Wirtschaftszweigs (WZ08)²⁷ verwendet.

Auch hier erfolgt ausgehend vom Kraftfahrzeugbestand zum Stichtag 01.01.2020, basierend auf den Werten des jeweiligen Szenarios, zunächst eine Hochrechnung des Gesamtfahrzeugbestandes und in der Folge des Anteils von Elektrofahrzeugen für das jeweilige Betrachtungsjahr.

Fahrzeuge von Beschäftigten

Der Prognose für die Elektrofahrzeuge von Beschäftigten liegt neben der Beschäftigtenzahl insbesondere der Anteil der Beschäftigten die mit dem Kfz zum Unternehmen kommen (Modal Split) zugrunde.

Der Modal Split leitet sich aus dem Sinus-Milieu Profil des jeweiligen Wirtschaftszweiges²⁸ ab, welches wiederum auf den Daten des Sinus-Instituts sowie den Ergebnissen des BMVI „Fahrradmonitor 2017“²⁹ basiert.

Darüber hinaus wird für die Ermittlung des Modal Splits die individuelle Lage des Unternehmens (Zentralität: Lage zum ÖPNV) berücksichtigt.

Wie schon zuvor, erfolgt auch hier ausgehend vom Kraftfahrzeugbestand zum Stichtag 01.01.2020 eine Hochrechnung des Gesamtfahrzeugbestandes und in der Folge die Ermittlung des Anteils von Elektrofahrzeugen für das jeweilige Betrachtungsjahr und Szenario.

3.3.3 Elektrofahrzeuge an POI

Die Ermittlung der erwarteten Elektrofahrzeuge an POI basiert auf folgenden Parametern:

- durchschnittliche Zahl der Besucher pro Tag/Nacht
- Anteil des PKW am Modal Split

Diese Parameter werden entweder über eine grundsätzliche Typisierung von POI definiert (z.B. Supermarkt, Baumarkt, Mall, Gericht, Verwaltung etc.) bzw. in Abstimmung mit lokalen Akteuren spezifisch für den jeweiligen POI festgelegt.

²⁷Quelle: https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationwz2008_erl.pdf?__blob=publicationFile

²⁸Quelle: <https://www.sinus-institut.de>

²⁹Quelle: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/fahrradmonitor-2017-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile

Aus der Zahl der Besucher wird in Kombination mit dem Modal Split die grundsätzliche Fahrzeugmenge pro Tag für diesen POI ermittelt.

Bei POI, deren Parameter über die grundsätzliche Typisierung festgelegt werden, wird, wie auch schon bei der Prognose für die Elektrofahrzeuge von Beschäftigten, bei der Ermittlung des Modal Splits die individuelle Lage des POI (Zentralität: Lage zum ÖPNV) berücksichtigt.

Wie bei allen Berechnungen zuvor, erfolgt die Berechnung des Anteils von Elektrofahrzeugen für das jeweilige Betrachtungsjahr und Szenario.

3.4 Berechnungsstufe 4: Ermittlung des Ladeinfrastrukturbedarfs

Zur Berechnung des Ladeinfrastrukturbedarfs gehen zusätzlich zu den bisher dargestellten Parametern die folgenden mit ein.

durchschnittliche Jahresfahrleistung je Kfz

Auf Grundlage einer durchschnittlichen Jahresfahrleistung von 13.500 km im Jahr 2020, wird für den gesamten Betrachtungszeitraum davon ausgegangen, dass sich die Gesamtfahrleistung aller Fahrzeuge nicht verändert. Dies hat jedoch zur Folge, dass ein Rückgang des Fahrzeugbestands insbesondere beim Regionstyp urban, zu einer Erhöhung der durchschnittlichen Fahrleistung der restlich verbliebenen Fahrzeuge führt.

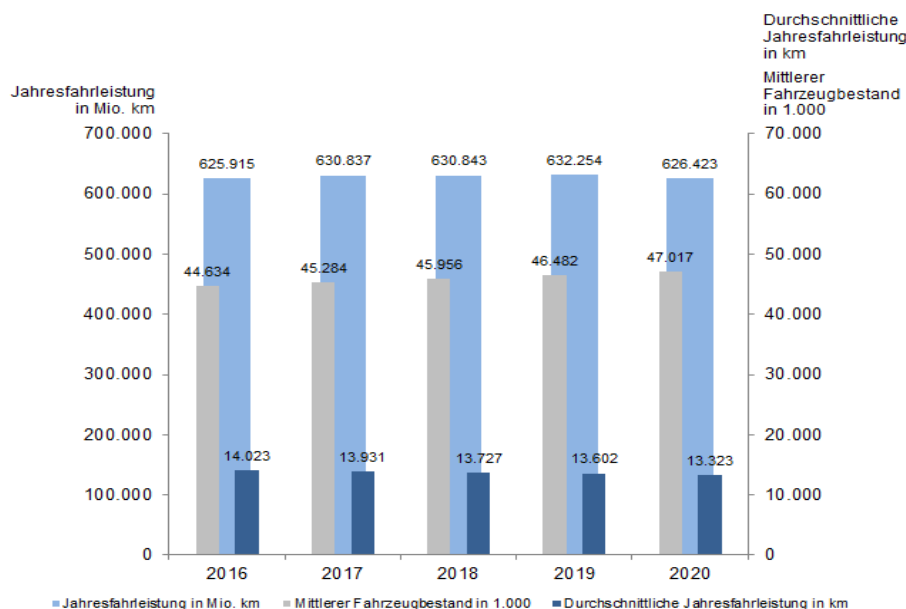


Abb. 19: Entwicklung der Jahresfahrleistung und des mittleren Fahrzeugbestands von Pkw ³⁰

³⁰ Kurzbericht des KBA zur Entwicklungen der Fahrleistungen nach Fahrzeugarten seit 2016: https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2020/2020_vk_kurzbericht.html?nn=3721658&fromStatistic=3721658&yearFilter=2020&fromStatistic=3517388&yearFilter=2020

durchschnittliche Reichweite je Kfz

Da die durchschnittliche Reichweite einen starken Einfluss auf das Modell und somit den prognostizierten Ladeinfrastrukturbedarf hat, liegt auf der Ermittlung dieses Parameters besondere Aufmerksamkeit.

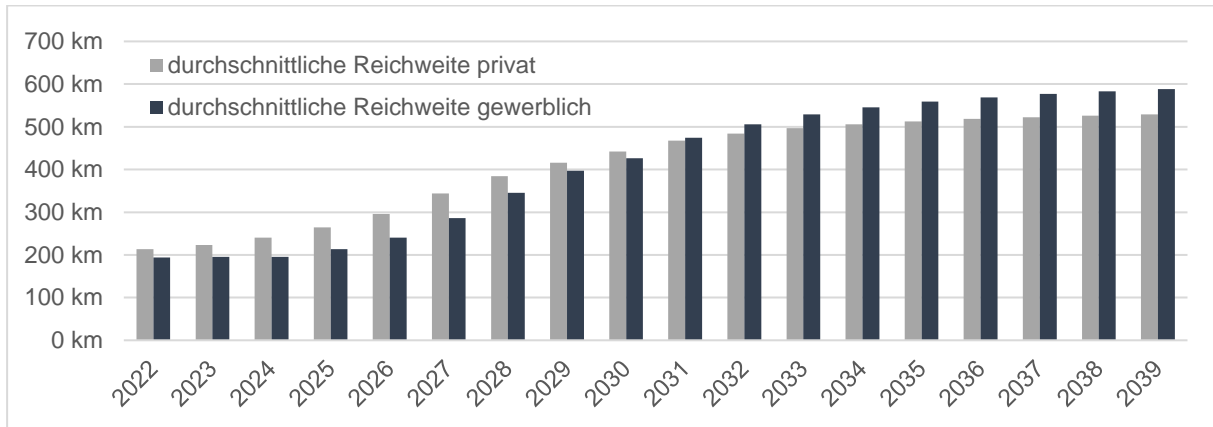


Abb. 20: Durchschnittliche Jahresfahrleistung p.a. für die Prognose im EECHARGIS Modell (eigene Berechnung)

Die verwendeten Durchschnittswerte eines Jahres berechnen sich aus den Reichweiten der Neuzulassungen des jeweiligen Jahres getrennt nach privaten und gewerblichen Zulassungen, sowie den durchschnittlichen Reichweiten des vorhandenen Fahrzeugbestands. D.h. in Abhängigkeit von der Lebensdauer der Fahrzeuge fließen die Reichweiten der schon vorhandenen Fahrzeuge mit in den Durchschnittswert ein. An dieser Stelle erfolgt auch die Berücksichtigung von PHEV, die mit einer Reichweite von 60 km in das Modell eingehen. Als Grundlage für die Daten zur Entwicklung des PHEV werden hierbei die Ergebnisse der Studie Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf des BMVI angesetzt. Dort wird für das Jahr 2030 ein Bestand zwischen 4,4 und 9,9 Mio. Plug-in-Hybridfahrzeugen (Median: 5,2 Mio.) prognostiziert.³¹

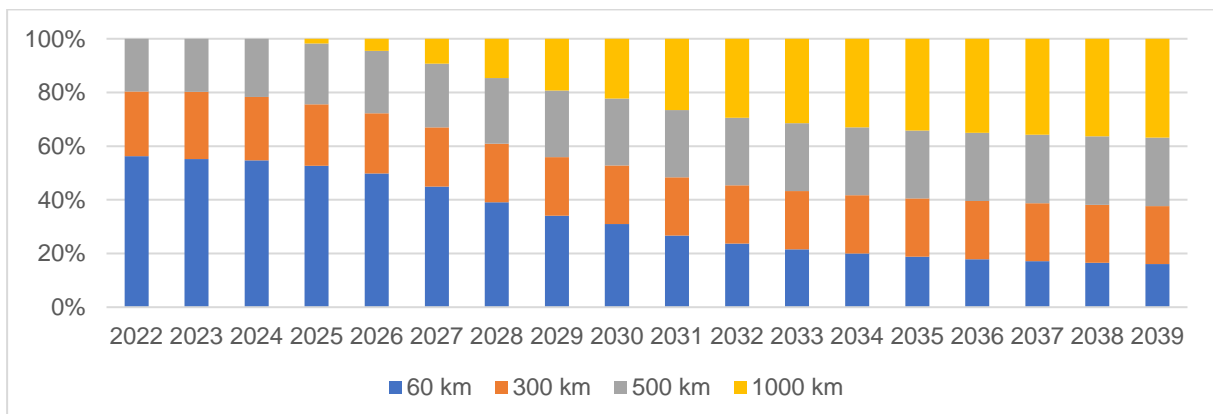


Abb. 21: Anteil Reichweiten am Bestand gesamt (eigene Berechnung)

³¹ Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf, Studie im Auftrag des BMVI 2020; <https://nationale-leitstelle.de/wp-content/pdf/broschuere-lis-2025-2030-final-web.pdf>

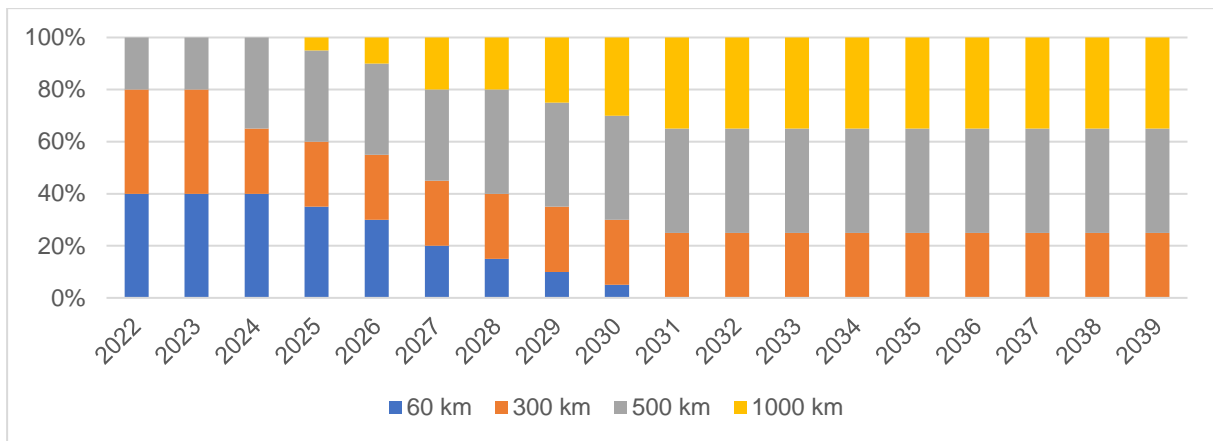


Abb. 22: Anteil Reichweiten an den Neuzulassungen privat (eigene Berechnung)

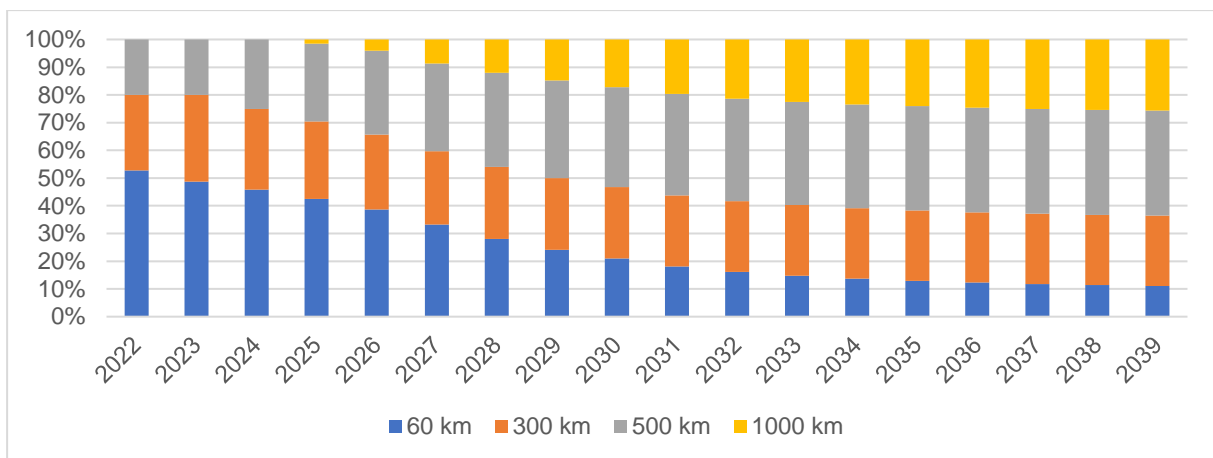


Abb. 23: Anteil Reichweiten am Bestand privat (eigene Berechnung)

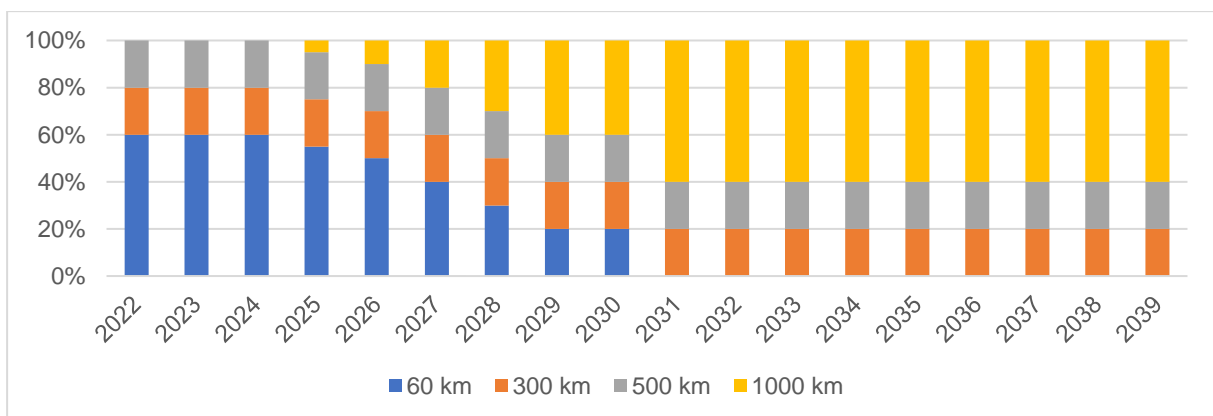


Abb. 24: Anteil Reichweiten an den Neuzulassungen gewerblich (eigene Berechnung)

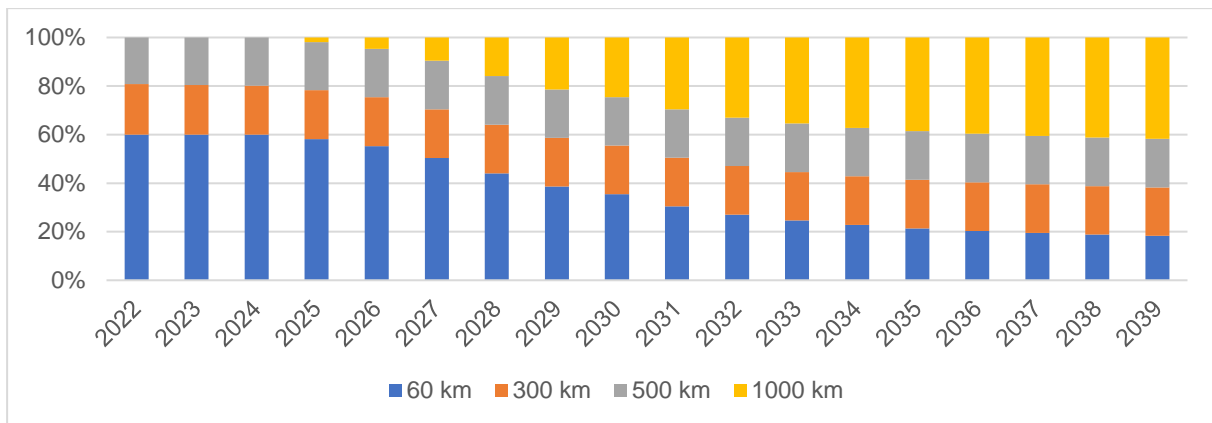


Abb. 25: Anteil Reichweiten am Bestand gewerblich (eigene Berechnung)

durchschnittlicher Verbrauch je 100 km

Als durchschnittlicher Verbrauch wurde im Modell ein Wert von 20 kWh/100 km für alle Jahre zugrunde gelegt.

Ladeverhalten (Nachladen bei einem bestimmten Akkustand)

Im Modell wird angenommen, dass Fahrzeuge am Wohnort, die nicht auf einem privaten Stellplatz laden können, bei einem Akkustand (State of Charge (SoC)) von 40 % geladen werden.

3.4.1 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge bei privaten Haushalten

Die Ermittlung sowohl der Anzahl von Ladevorgängen als auch deren Dauer und die geladene Strommenge erfolgt auf Basis der nachfolgenden Parameter für alle Elektrofahrzeuge in privaten Haushalten:

- durchschnittliche Jahresfahrleistung je Kfz
- durchschnittliche Reichweite je Kfz
- durchschnittlicher Verbrauch je 100 km
- Ladeverhalten (Nachladen bei einem bestimmten Akkustand)

Über diese Parameter lässt sich die Häufigkeit errechnen, wie oft ein Fahrzeug geladen werden muss.

Beispiel:

Fahrleistung pro Tag:	40 km
durchschnittliche Reichweite:	150 km
durchschnittlicher Verbrauch:	0,17 kWh/km
Ladeverhalten:	Nachladen bei 40% Akkustand

Ergebnis:

Ladevorgänge pro Woche:	3,1
Anteilige Ladevorgänge pro Tag:	0,44
Aufnahme pro Ladevorgang:	15,3 kWh
Anteilige Aufnahme pro Tag:	6,8 kWh

Ladepunkte für Elektrofahrzeuge bei privaten Haushalten mit eigenem Stellplatz

Bei Haushalten mit eigenem Stellplatz liegt die Wahrscheinlichkeit, das Fahrzeug zu laden, bei nahezu 100 %, da die meisten Personen ihr Fahrzeug unabhängig vom Akkustand, analog zum heutigen Umgang mit Smartphones, abends zum Laden anschließen werden.

Selbst bei einem Ladebedarf von 20 kWh (ca. 120 km) ist es bei einer Leistung von 3,7 kW und 80 % Wirkungsgrad möglich, den Akku in rd. 7 Stunden weitestgehend nachzuladen.

Aus diesem Grund wird einem Haushalt mit Elektrofahrzeug und einem eigenen Stellplatz, unabhängig vom Bedarf, ein Ladepunkt zugeordnet.

Ladepunkte für Elektrofahrzeuge bei privaten Haushalten ohne eigenen Stellplatz

Bei Haushalten, die keinen eigenen Stellplatz besitzen bzw. nutzen können, ist die Wahrscheinlichkeit, das Auto täglich zum Laden anzuschließen, deutlich geringer, da ein Ladevorgang mit deutlich mehr Aufwand und Kosten verbunden ist. Deshalb wird in der Regel nur geladen, wenn tatsächlich geladen werden muss.

Die Berechnung der Anzahl von Ladepunkten (öffentlich und halböffentlich) erfolgt daher auf Grundlage der ermittelten gleichzeitig stattfindenden Ladevorgänge und deren Dauer.

Durchschnittliche Standzeit

Über die durchschnittliche Standzeit am Ladepunkt wird ermittelt, wie lange das Fahrzeug den Ladepunkt faktisch belegt. Denn die Zeit, in der das Fahrzeug geladen wird, entspricht in der Regel nicht der Zeit, in der ein Ladepunkt belegt ist. Bei einer durchschnittlichen Standzeit von z.B. 8 Stunden am Wohnort kann ein Ladepunkt mit einer maximalen Verfügbarkeit von 18 Stunden maximal 2,25 Ladevorgänge aufnehmen. Für die Ermittlung des Bedarfs an Ladepunkten wird der geringere Wert herangezogen, im o.a. Beispiel somit 2,25 Ladevorgänge aus der durchschnittlichen Standzeit anstelle von 28 Ladevorgängen³² aus der grundsätzlichen Leistungsfähigkeit des Ladepunkts.

Es wird davon ausgegangen, dass 40 % der Fahrzeuge von privaten Haushalten, die keinen eigenen Stellplatz haben, nicht am Wohnort, also z.B. beim Arbeitgeber, Nahversorger oder an P&R Parkplätzen, geladen werden.

³² Verfügbarkeit 24 Stunden * Leistung 22 kW => max. Stromabgabe pro Tag 528 kWh / benötigte Strombedarf je Ladevorgang 15,5 kWh / Strombedarf je Ladevorgang bei 20% Ladeverlusten 19,1 kWh / 528 kWh : 19,1 kWh => 28)

3.4.2 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge von Beschäftigten bei Unternehmen

Die Ermittlung der Ladevorgänge erfolgt grundsätzlich nach der gleichen Systematik wie bei den privaten Haushalten.

Abweichend wird hier jedoch die Fahrleistung pro Tag nicht über die durchschnittliche Jahresfahrleistung je Kfz abgeleitet, sondern ermittelt aus den Pendlerdistanzen / Einzugsgebieten der Beschäftigten und einer Ladewahrscheinlichkeit bezogen auf die Einzugsgebiete.

Die Berechnung der Ladepunkte erfolgt ebenfalls grundsätzlich nach der o.a. Systematik, wobei auf Grundlage der Wirtschaftsbereiche mögliche Einflüsse durch Arbeitsschichten berücksichtigt werden.

Ladepunkte für Dienstfahrzeuge

Die Ermittlung der Ladevorgänge erfolgt auch hier grundsätzlich nach der gleichen Systematik wie bei den privaten Haushalten.

Die Fahrleistung pro Tag wird über die durchschnittliche Jahresfahrleistung je Kfz, abhängig vom jeweiligen Wirtschaftsbereich, ermittelt.

Abweichend von der bisherigen Ermittlungssystematik, entspricht die Zahl der benötigten Ladepunkte der ermittelten Zahl an Ladevorgängen pro Tag. Das heißt, wenn bei zehn Fahrzeugen täglich fünf Ladevorgänge stattfinden, werden fünf Ladepunkte benötigt.

3.4.3 Ladepunkte für Elektrofahrzeuge an POI

Die Ermittlung der Zahl der Ladevorgänge an POI folgt einer anderen Systematik als der, die bei privaten Haushalten und Unternehmen angewandt wird.

Die Ableitung erfolgt aus

- der Zahl der Besucher mit Elektrofahrzeugen nach Einzugsgebieten (< 10 km, < 30 km, < 50 km, > 50 km)
- dem Anteil der Fahrzeuge nach Reichweitenklasse (bis 80 km, 150 km, 250 km oder über 250 km)
- der Ladewahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von Einzugsgebiet und Aufenthaltsdauer

Mit der Ladewahrscheinlichkeit wird auf Grundlage der Aufenthaltsdauer berücksichtigt, dass Elektrofahrzeuge erst bei einer bestimmten Mindestaufenthaltsdauer an einen Ladepunkt angeschlossen werden, d.h. wer nur wenige Minuten an einem POI verweilt, wird sich i.d.R. nicht die Mühe machen einen Ladevorgang zu beginnen.

Die Ermittlung der Ladepunkte findet anschließend über die mittlere Aufenthaltsdauer am POI statt. Halten sich also üblicherweise gleichzeitig drei Fahrzeuge mit Ladebedarf am POI auf, werden drei Ladepunkte generiert.

3.5 Berechnungsstufe 5: Lokalisierung und Typisierung von Parkflächen als Ladeorte

Ermittlung von Parkflächen

Die Parkflächen des Untersuchungsgebietes bilden die wesentliche Basis der Analyse. Sie werden aus drei verschiedenen Datenquellen zusammengeführt. Aus dem amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS) werden u.a. Garagen der Privathaushalte, Tiefgaragen und Parkflächen extrahiert. OpenStreetMap liefert weitere öffentliche und halböffentliche Parkflächen. Außerdem werden alle dem Auftraggeber verfügbaren Parkflächen in das System integriert. Alle Parkflächen werden um zusätzliche Informationen (Attribute) ergänzt. Hierbei handelt es sich u.a. um die Stellplatzzahl, den Stellplatztyp (Parkplatz, Tiefgarage, Parktasche, Garage) und die Zugangsart (privat, privat (Gewerbe), halböffentlich, öffentlich). Nach Erfassung der Bestandsdaten werden die Flächen ermittelt, die im Anschluss nachbearbeitet bzw. nachkartiert werden müssen. Je nach Datenlage wird die Nachkartierung durch Auswertung von Luftbildern, weiteren Datenquellen und Befragungen ergänzt. Abschließend werden Ortsbegehungen durchgeführt. Diese Parkflächen werden über den Algorithmus zusammengeführt und zu einem Datensatz verschmolzen.

3.5.1 Festlegung von Parktypen

Der Parktyp beschreibt die Art der Stellflächen, welche der PKW eines Haushaltes, eines Gewerbes oder eines POI zugeordnet wird (vgl. auch Abb. 26).

- **privat:** Stellflächen auf privaten Grundstücken, die Wohngebäuden zugeordnet sind und nur von einer definierten Gruppe von Fahrzeugen genutzt werden können (Fahrzeuge von privaten Haushalten)
- **privat (Gewerbe):** Stellflächen auf privaten Grundstücken, die Gewerbebetrieben (Unternehmen) zugeordnet sind und i.d.R. nur von einer definierten Gruppe von Fahrzeugen genutzt werden können (dienstliche Fahrzeuge und Fahrzeuge von Beschäftigten des Gewerbebetriebes)
- **halböffentlich:** Stellflächen auf privaten Grundstücken, die zumindest zeitweise öffentlich zugänglich sind und von Fahrzeugen eines unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbarer Personenkreis tatsächlich befahren werden können (z.B. Parkflächen des Handels, privat bewirtschaftete Parkflächen und -häuser etc.)
- **öffentlich:** Stellflächen auf öffentlichen Grundstücken (z.B. Parkplätze, öffentlicher Straßenraum, etc.), die zumindest zeitweise öffentlich zugänglich sind und von Fahrzeugen eines unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbarer Personenkreis tatsächlich befahren werden können.

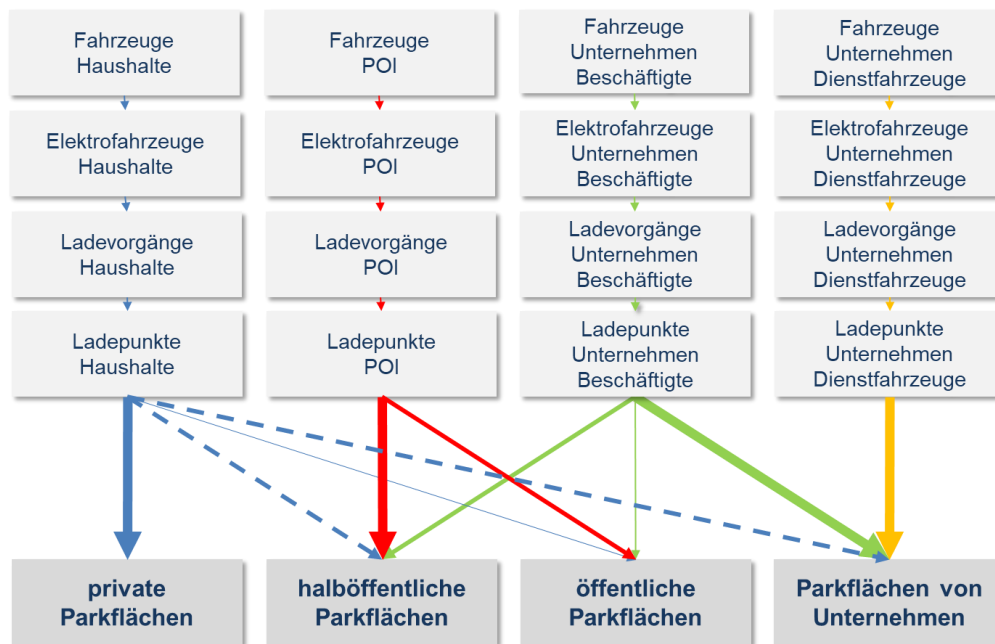


Abb. 26: EECHARGIS- Entwicklungs- und Verteilungsschema für Ladepunkte³³

In der nachfolgenden Darstellung sind die Parkflächen nach der Zusammenführung aus den unterschiedlichen Datenquellen aufgeführt. In diesem Schritt hat noch keine Überarbeitung der Parkflächen stattgefunden, daher gibt es noch viele Parkflächen, welche der Kategorie unbekannt zugeordnet sind.

³³ Eigene Darstellung

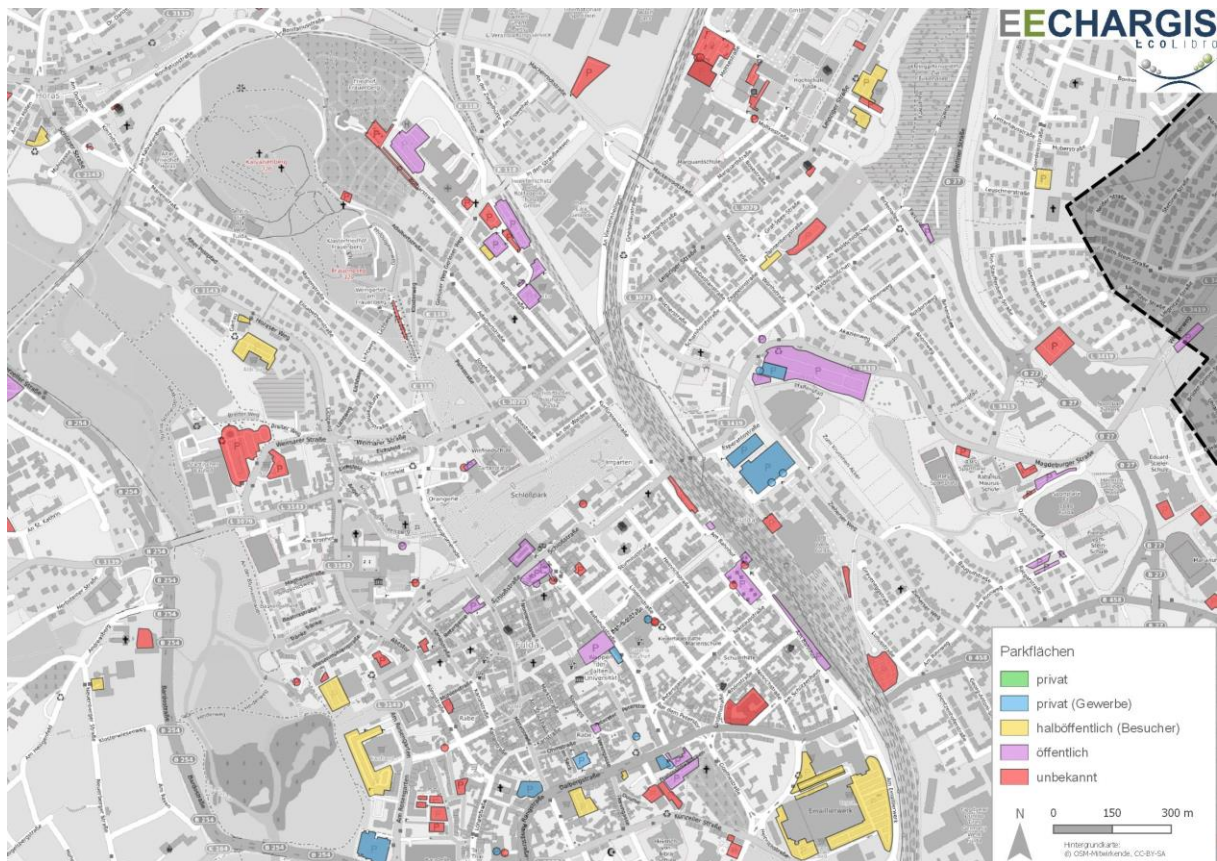


Abb. 27: Parkflächen im Rohzustand nach der Zusammenführung aus den Datenquellen
Dies ist der Kartierungsstand vor der Nachkartierung, es können noch falsche Parkplatztypzuweisungen auftreten.

Nach der Zusammenführung der Parkflächen, werden die den Haushalten zugeordneten PKW, auf die im Umkreis verfügbaren Garagen verteilt. Sind die Garagen ausgeschöpft, verteilt der Algorithmus die PKW auf eine Parkfläche, welche in zumutbarer Gehdistanz zum Wohnort liegt und für Privatpersonen ohne Einschränkungen zugänglich ist.

Ist der Parkfläche keine Zugangsart zugewiesen, oder sind nicht mehr genügend Stellplätze verfügbar, auf welche die Fahrzeuge der Haushalte verteilt werden können, werden Haushalte, Gewerbe und POI, welchen die PKW zugeordnet sind, als Haushalte ohne zugeordnete Parkfläche rot markiert.

Durch diesen Schritt ist es möglich, Gebiete zu identifizieren, in welchen mehr PKW als Parkflächen vorhanden sind. Die Datenerfasser können so auf den Luftbildern gezielter nach noch nicht erfassten Parkflächen suchen. Hierbei wird nach dem Paretoprinzip vorgegangen, das heißt, dass mindestens 80 % der Fahrzeuge einem Stellplatz zugeordnet werden müssen. Um die restlichen 20 % nachzukartieren wäre ein hoher Arbeitsaufwand nötig, der sich in der Erhöhung der Genauigkeit des Ergebnisses nicht widerspiegelt.



Abb. 28: Parktyp an Wohnorten vor der Nachkartierung

Das Vorgehen ist an Gewerbestandorten und POI ähnlich. Jedoch können PKW von Gewerbestandorten nur Gewerbeparkflächen und öffentlichen oder halböffentlichen Parkflächen zugeordnet werden, nicht aber privaten Garagen oder Stellplätzen. An POI können PKW nur öffentlichen und halböffentlichen Parkflächen zugeordnet werden, privaten und gewerblichen Parkflächen jedoch nicht.

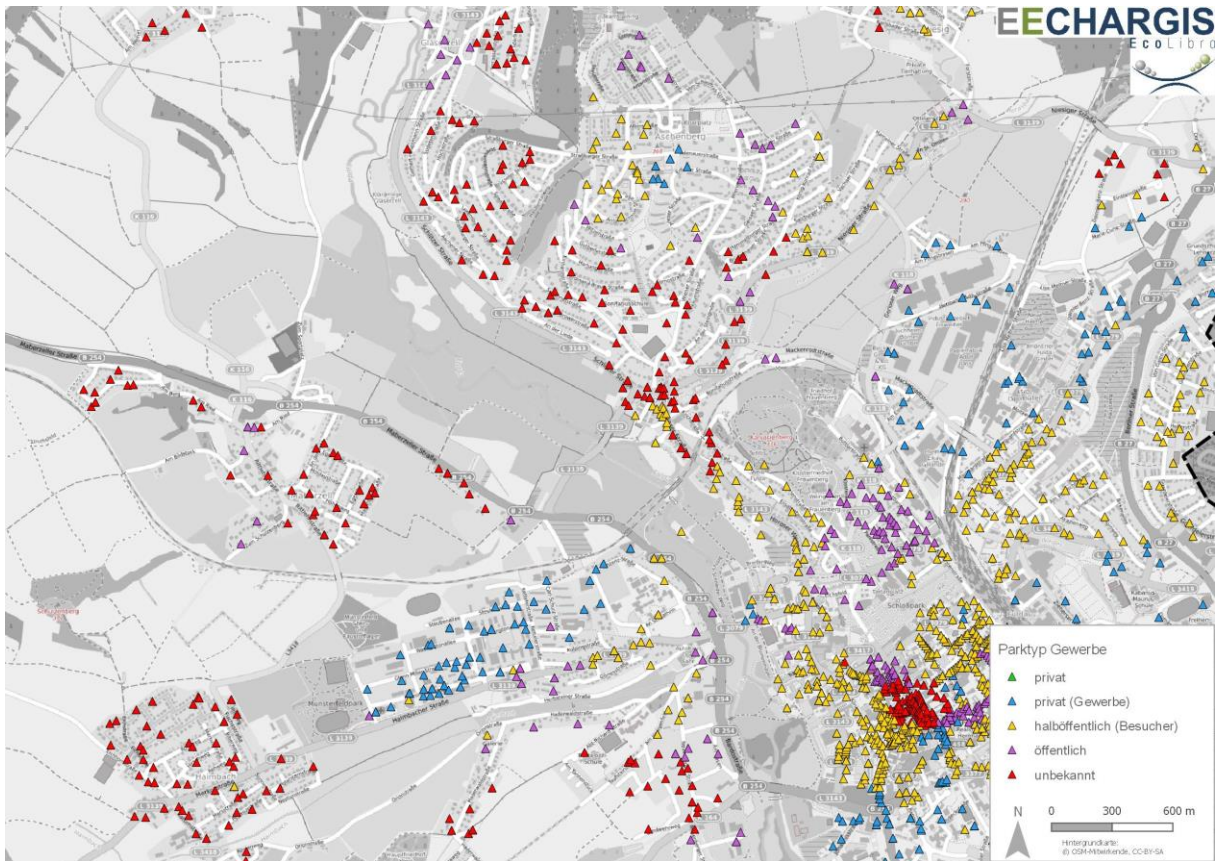


Abb. 29: Parktyp an Unternehmensstandorten vor der Nachkartierung



Abb. 30: Parktyp an POI vor der Nachkartierung

Mit Abschluss der Nacherfassung sind alle aus Luftbildern recherchierbaren Parkflächen inklusive der eingetragenen Attribute vorhanden.

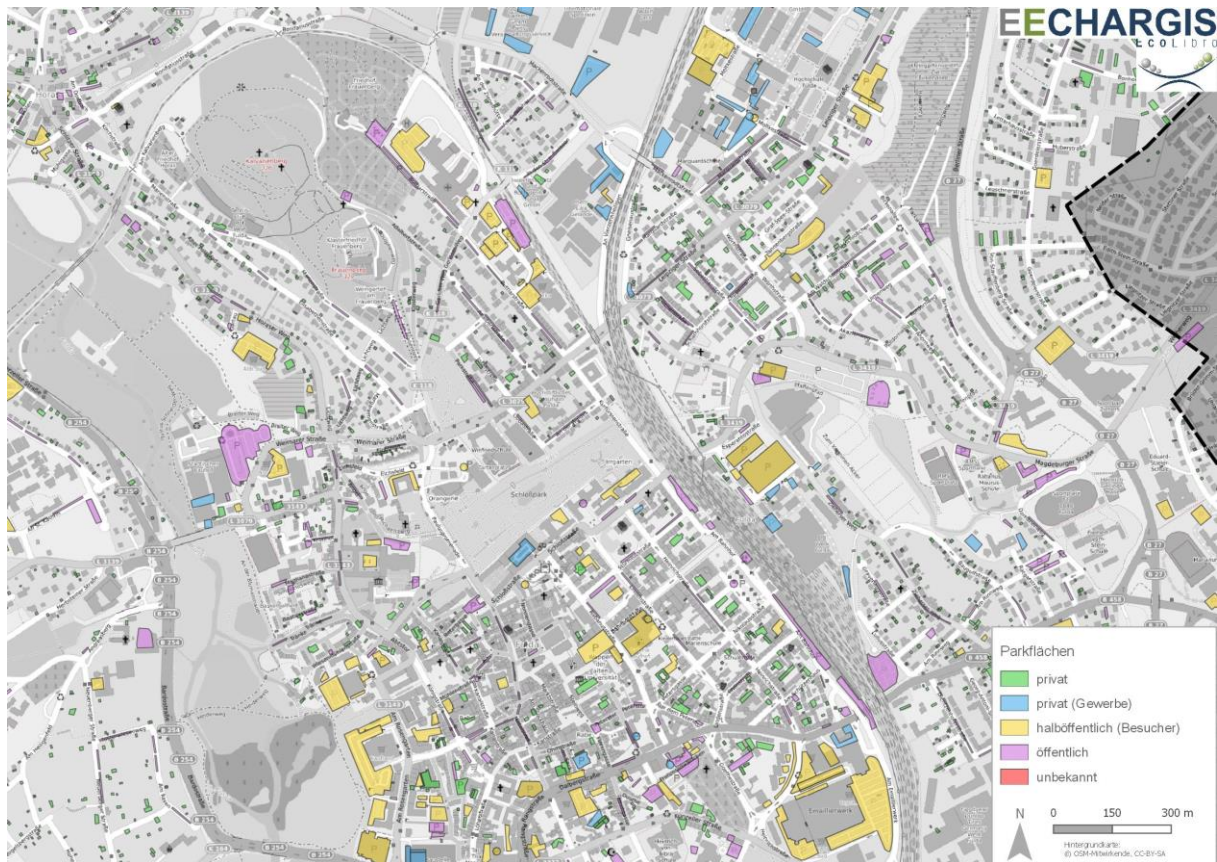


Abb. 31: Parkflächen nach der Nachkartierung.

Nun können am Wohnort deutlich mehr Fahrzeuge einer der umliegenden Parkflächen zugeordnet werden. Die Zahl der roten Haushalte, also Haushalte, welchen keine Parkfläche zugeordnet werden kann, hat deutlich abgenommen (vgl. Abb. 28 & Abb. 32).

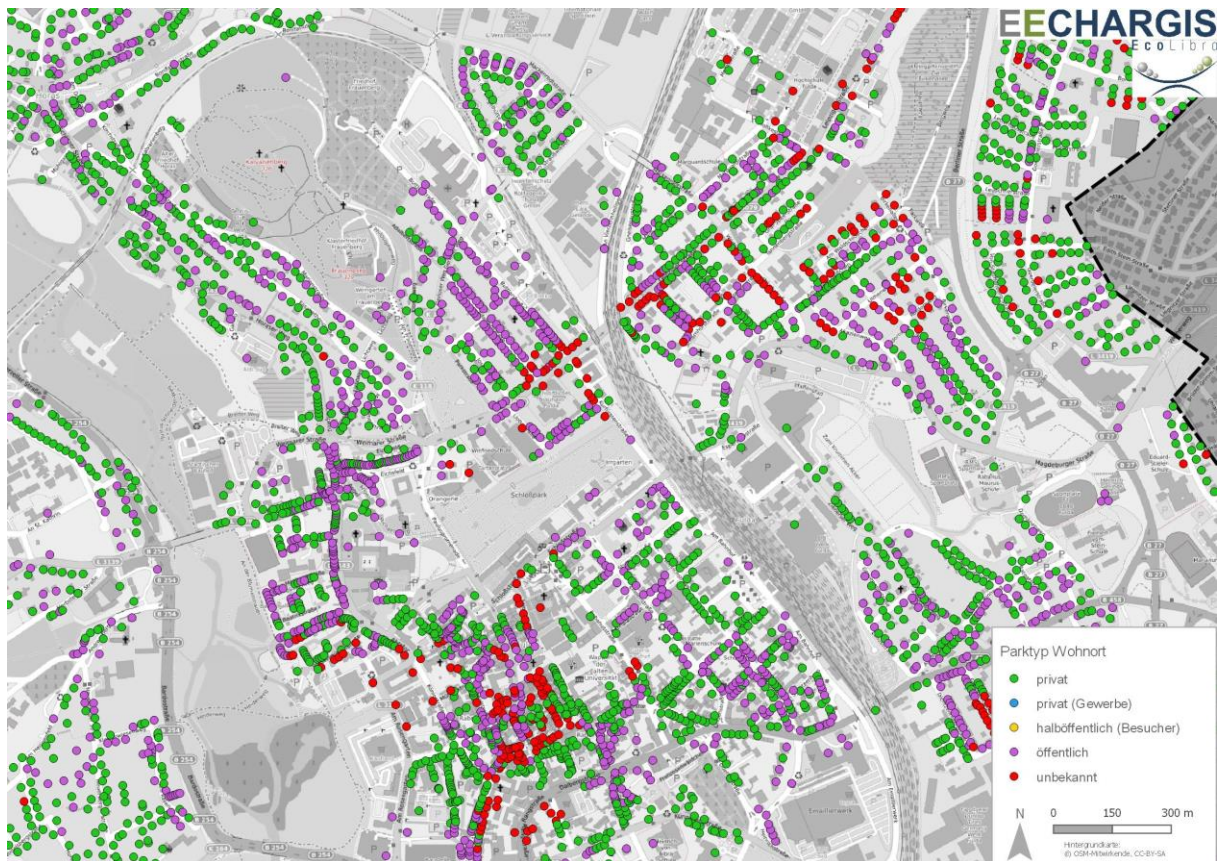


Abb. 32: Parktyp an Wohnorten nach der Nachkartierung

Auch an Gewerben und Points-of-Interest können die meisten Fahrzeuge einem der umliegenden Stellplätze zugewiesen werden. (vgl. Abb. 29 & Abb. 33).

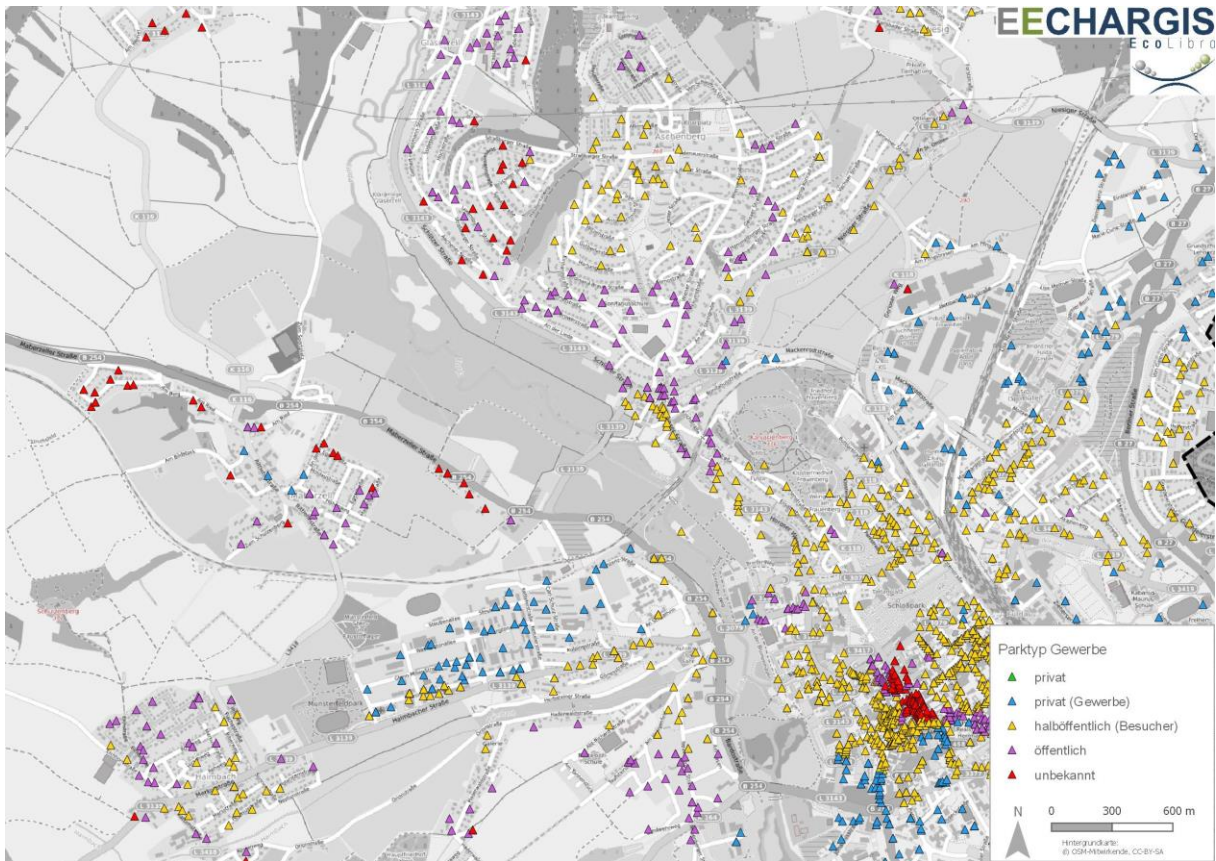


Abb. 33: Parktyp an Gewerbestandorten nach der Nachkartierung



Abb. 34: Parktyp an POI nach der Nachkartierung

Nachdem ein Großteil der Fahrzeuge (rd. 84 %) einer Parkfläche zugewiesen werden können, verbleiben weiterhin ca. 16 % ohne Parkmöglichkeit.

Die nachfolgende Darstellung soll veranschaulichen, wie nach der Ermittlung der Ladepunkte (Kapitel 3.4) die Verteilung auf die unterschiedlichen Parkflächen erfolgt. Wie bereits zu Anfang beschrieben, wurden die sogenannten Parktypen ermittelt, bei welchen die Fahrzeuge auf die umliegenden Parkflächen verteilt wurden. An der nach dem Parktyp kategorisierten Parkfläche wird das Fahrzeug später auch geladen. Die Pfeildicke und Pfeilkontur geben dabei an, wohin Fahrzeuge und damit Ladepunkte vorrangig verteilt werden (vgl. Kapitel 3.5.2.).

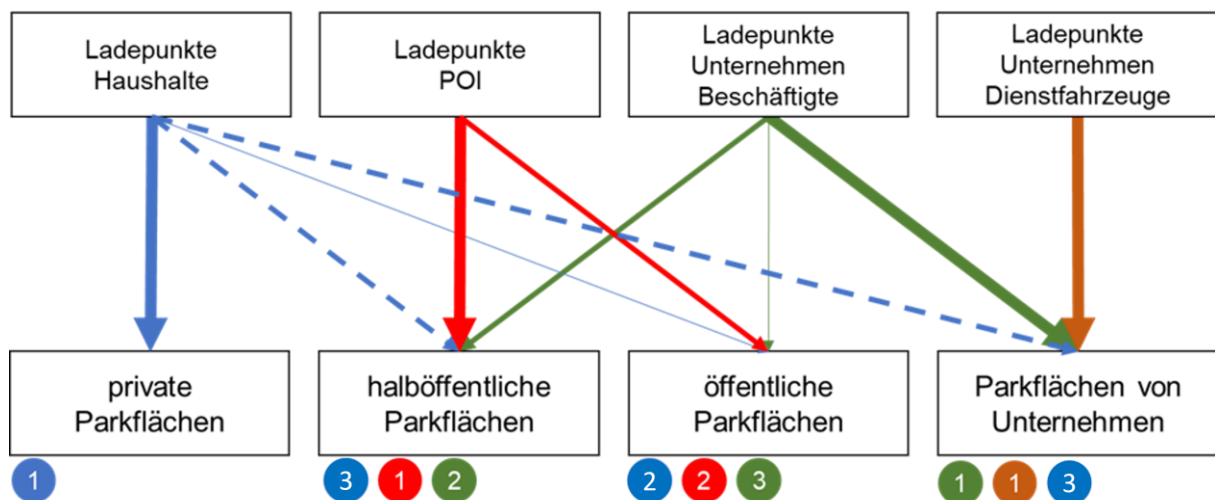


Abb. 35: Verteilungsschema für Ladepunkte nach Parktypen
Die Werte in den Kreisen geben die Priorität der Verteilung von Ladepunkten auf die Flächen an.

3.5.2 Verteilung von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten

Bei Haushalten werden die Ladebedarfe von Fahrzeugen und somit auch die Ladepunkte vorrangig auf private Stellplätze (Priorität 1) verteilt. Sind keine privaten Stellplätze mehr vorhanden, auf welche die Fahrzeuge und damit die Ladevorgänge verteilt werden können, werden diese in folgender Reihenfolge auf andere im Umfeld verfügbare Parkflächen verteilt. Hierbei wird zunächst davon ausgegangen, dass ein Teil dieser Ladebedarfe, durch ein Ladeangebot beim Arbeitgeber gedeckt werden kann (Priorität 2). Dieser Anteil kann als Parameter definiert werden, wird dann vom nicht verteilten Ladebedarf abgezogen und insgesamt auf alle Unternehmen über die Beschäftigten wieder verteilt. Nur Ladebedarfe, die weder privat noch über den Arbeitgeber gedeckt werden, sind auf Ladeinfrastruktur im öffentlichen Bereich angewiesen (Priorität 3).

Priorität 1: private Stellplätze

Priorität 2: Stellplätze auf Parkflächen von Unternehmen

Priorität 3: Stellplätze auf öffentlichen Parkflächen

Hierbei besteht die Möglichkeit, den Anteil der zu öffnenden Parkflächen, welche nachts zum Laden z.B. für Anwohner, von Unternehmen und im halböffentlichen Bereich freigegeben werden, anzupassen.

Als Variante zu dieser Verteilung wird simuliert, inwiefern der öffentliche Raum durch die Schaffung von Nachtladeangeboten auf halböffentlichen Flächen entlastet werden kann. Diese Verteilung wird bei den Ergebnissen in Kapitel 6.5.2 (Ladeparks auf bestehenden Parkflächen in urbanen Zentren (Use-Case 5)) als Nachtladen 0 und 100 dargestellt. Die Werte „0“ stehen dabei für keine Nutzung von halböffentlichen Flächen, also Verteilung wie oben dargestellt und „100“ für die Nutzung aller halböffentlichen und Unternehmensflächen im Umfeld, Verteilung wie nachfolgend dargestellt.

Priorität 1: private Stellplätze

Priorität 2: Stellplätze auf Parkflächen von Unternehmen

Priorität 3: Stellplätze auf halböffentlichen Parkflächen

Priorität 4: Stellplätze auf öffentlichen Parkflächen

Verteilung von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge bei Unternehmen

Bei Unternehmen werden die Ladevorgänge und Ladepunkte für Dienstfahrzeuge immer, die von Beschäftigten bis zur Erschöpfung der Kapazität des Unternehmensparkplatzes (Priorität 1) verteilt. Reicht dies nicht aus, werden die Ladebedarfe von Beschäftigten auf halböffentliche und öffentliche Parkflächen verteilt:

Priorität 1: Stellplätze auf Parkflächen von Unternehmen

Priorität 2: Stellplätze auf halböffentlichen Parkflächen

Priorität 3: Stellplätze auf öffentlichen Parkflächen

Verteilung von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge an POI

An POI werden die Fahrzeuge und somit auch die Ladepunkte vorrangig im halböffentlichen Bereich (Priorität 1) verteilt. Sind in der Umgebung keine halböffentlichen Stellplätze mehr vorhanden, auf welche die Fahrzeuge verteilt werden können, werden diese im öffentlichen Bereich (Priorität 2) verortet.

Priorität 1: Stellplätze auf halböffentlichen Parkflächen

Priorität 2: Stellplätze auf öffentlichen Parkflächen

Berichtsteil B: Empirische Ergebnisse - Standortanalyse Ladeinfrastruktur (LIS)

In Berichtsteil B des Konzeptes findet der Leser alle spezifischen Datengrundlagen, die Berechnungsergebnisse Standortanalyse Ladeinfrastruktur (LIS) und die Handlungsempfehlungen für die Stadt Fulda.

4 Entwicklung des Fahrzeugbestandes in der Stadt Fulda

4.1 Datengrundlage der Analyse

Im Laufe der Analyse wurden insgesamt 66.136 Stellplätze aus verschiedenen Datenquellen zusammengeführt und ein Großteil dieser durch Datenerfasser nacherfasst. Von den insgesamt 66.136 Stellplätzen konnten 16.714 als private Stellplätze, 17.543 als gewerbliche Stellplätze, 17.061 als halböffentliche Stellplätze und 14.818 als öffentliche Stellplätze inkl. Stellplätzen im öffentlichen Raum identifiziert werden.

Es wurden 35.564 Haushalte mit 39.951 im Stadtgebiet gemeldeten Fahrzeugen für den Ladeinfrastrukturbedarf der Haushalte ausgewertet. Außerdem wurden 3.163 Unternehmen mit 45.849 MitarbeiterInnen und 8.169 an den Gewerben gemeldeten Fahrzeugen für den Ladeinfrastrukturbedarf an Unternehmen analysiert.

Gemeinsam mit den Vertretern der Stadt Fulda wurde entschieden den suburbanen Regionstyp für das Untersuchungsgebiet zu verwenden.

4.2 Elektrofahrzeuge gesamt

Auf Grundlage der angewandten Parameter zeigt die Prognose, dass sich die Zahl von Elektrofahrzeugen zwischen 2025 und 2030 verdreifachen wird (vgl. Tabelle 3).

Tab. 3: Entwicklung des Elektrofahrzeugbestands von privat und gewerblich zugelassenen Fahrzeugen

Jahr	Elektrofahrzeuge von Haushalten am Wohnort	Elektrofahrzeuge bei Unternehmen (Beschäftigte, Dienst-PKW, Dienst-Transporter)	Elektrofahrzeuge an POI
2025	3.192	3.903	3.980
2030	9.882	12.081	12.320

Bei den Unternehmen wird mit einem Anteil von 79 % die überwiegende Zahl von Elektrofahrzeugen aus dem Bereich der Beschäftigten erwartet (vgl. Tabelle 4, S. 61). Diese Fahrzeuge sind bereits in den o.a. Werten der zugelassenen Elektrofahrzeuge am Wohnort enthalten, sofern die Beschäftigten aus dem Stadtgebiet kommen. Die restlichen Fahrzeuge werden als Pendler, die nicht aus dem Stadtgebiet kommen angesehen. Die Werte beziehen sich auf die zu erwartenden Fahrzeuge pro Tag, wobei für die Berechnung der Ladepunkte davon ausgegangen wird, dass die Dienstfahrzeuge auch täglich am Unternehmensstandort stehen.

Im Rahmen der Analyse wird, wie bereits dargestellt, auf Grundlage des aktuellen Fahrzeugbestands, der Entwicklung des Gesamtbestands sowie der erwarteten Entwicklung von Elektrofahrzeugen der Aufwuchs von Elektrofahrzeugen prognostiziert. Diese Berechnungsmethode führt dazu, dass gerade in der Anfangsphase an einigen Orten bei einem geringen Ist-Bestand an Fahrzeugen auch Werte unterhalb eines Fahrzeugs ermittelt werden (z.B. 0,2 Fahrzeuge). In den nachfolgenden Karten werden nur Werte dargestellt, die mindestens ein vollständiges Fahrzeug repräsentieren.

Die übergreifende Betrachtung über alle Standort- bzw. Herkunftsarten (Haushalte, Unternehmen, POI) zeigt, dass der Aufwuchs von Elektrofahrzeugen im verdichteten Stadtkern ausgeprägter ist als im Vergleich zu den weniger dicht bebauten Teilen des Stadtgebiets, was vorrangig auf die Elektrofahrzeuge an POI und den privaten Haushalten zurückzuführen ist.

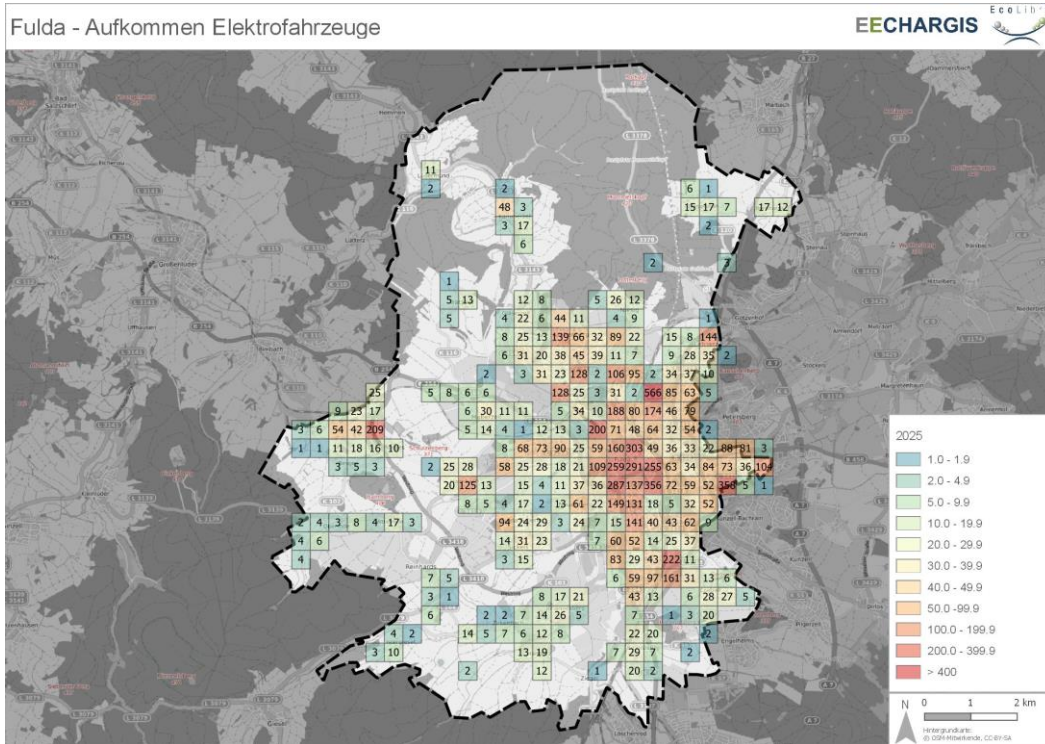


Abb. 36: Aufkommen Elektrofahrzeuge 2025

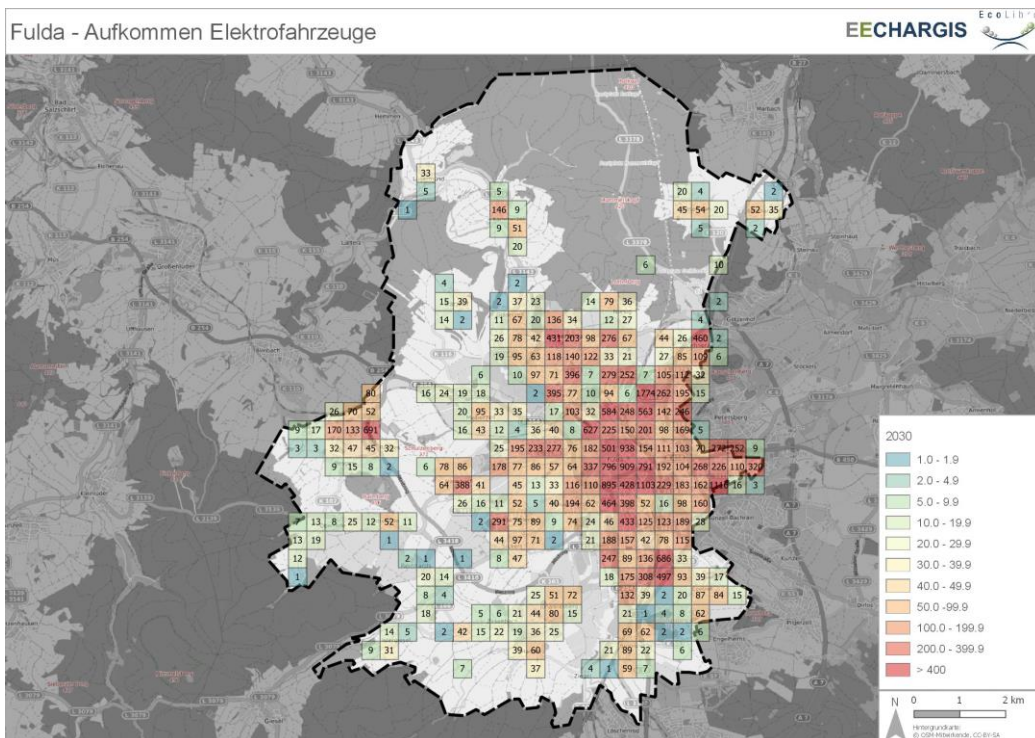


Abb. 37: Aufkommen Elektrofahrzeuge 2030

4.3 Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten

Wesentlicher Grund für die oben dargestellte Gesamtentwicklung ist die Entwicklung von Elektrofahrzeugen in privaten Haushalten. Hier werden schon frühzeitig Elektrofahrzeuge im gesamten Stadtgebiet erwartet, höhere Werte finden sich zwar auch hier in den Zentren, insgesamt ist die Verteilung aber in Bezug zu den Siedlungsstrukturen relativ homogen.

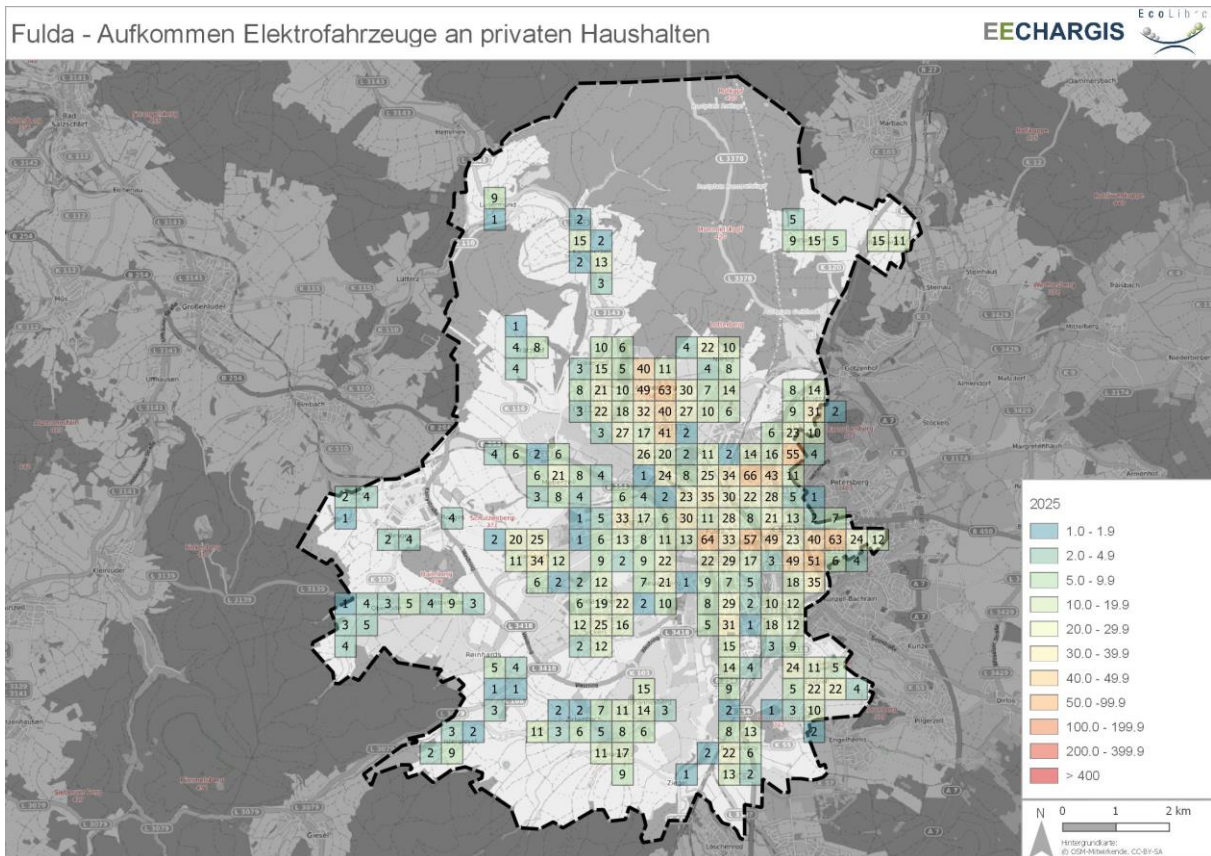


Abb. 38: Aufkommen Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2025

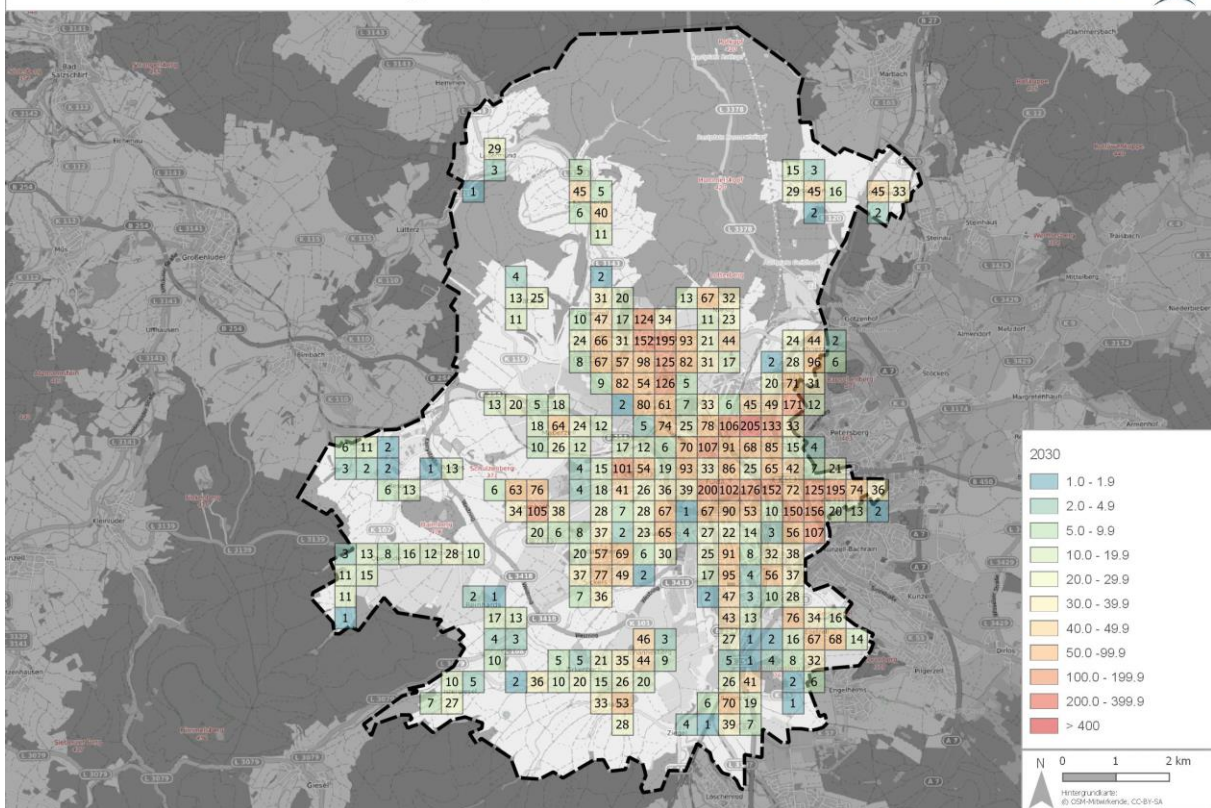


Abb. 39: Aufkommen Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2030

4.4 Elektrofahrzeuge bei Unternehmen

Der Aufwuchs von Elektrofahrzeugen bei Unternehmen ist zweigeteilt. Bei den meisten Unternehmen liegt die Anzahl der Pkw von Beschäftigten, die mit dem Auto zur Arbeit kommen, deutlich über der Anzahl der Dienstfahrzeuge. Daraus folgt, dass auch dienstliche Fahrzeuge mit Elektroantrieb einen geringeren Anteil haben als die privaten Elektrofahrzeuge von Beschäftigten. Die Analyse zeigt ein höheres Aufkommen von Dienstfahrzeugen im Innenstadtbereich, was sich aus der Häufung von Unternehmen in diesem Bereich ergibt.

Tab. 4: Entwicklung des Elektrofahrzeugbestands bei Unternehmen

Jahr	Elektrofahrzeuge Unternehmen gesamt	Elektrofahrzeuge Beschäftigte	Elektrische Dienstwagen	Elektrische Transporter
2025	3.903	3.082	572	249
2030	12.081	9.540	1.771	770

Analog dazu, sind auch bei den Elektrofahrzeugen von Beschäftigten mit steigendem Markthochlauf vor allem dort Hotspots zu erkennen, wo eine Häufung von größeren Unternehmen im Stadtgebiet stattfindet.

Fulda - Aufkommen Elektrofahrzeuge an Unternehmen

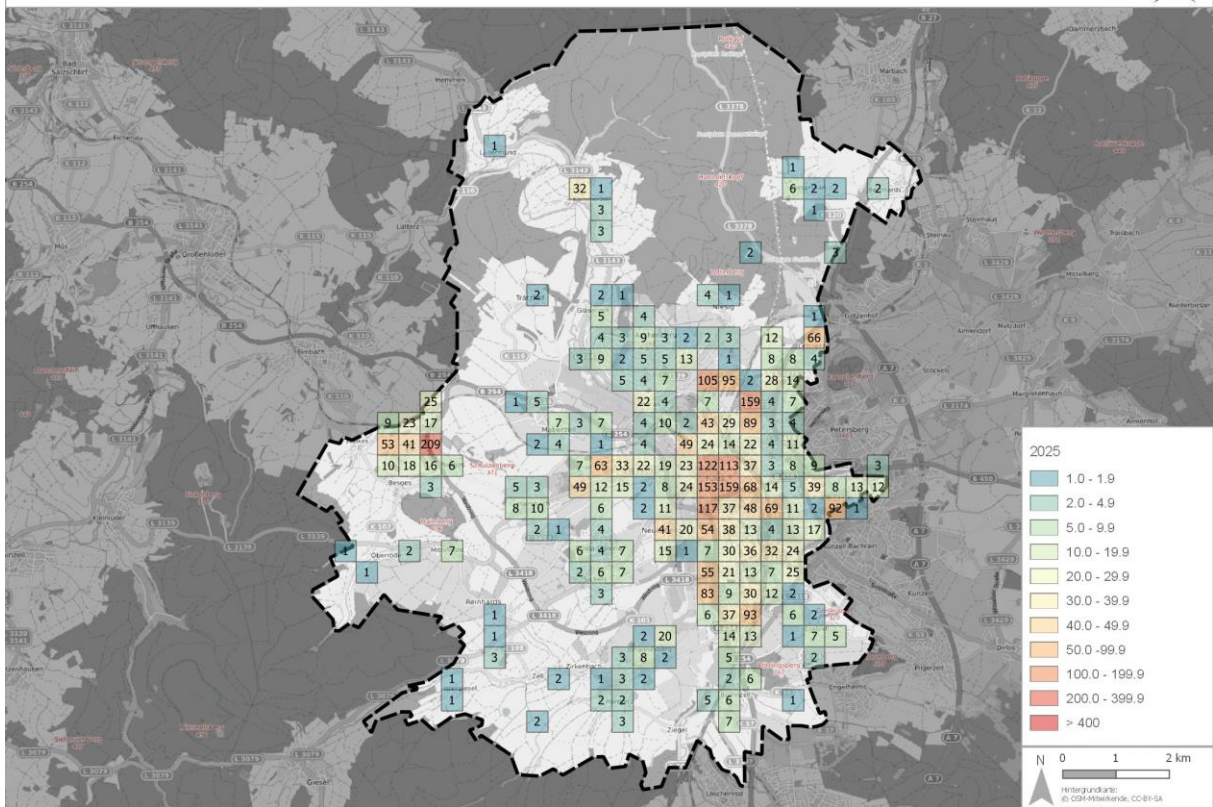


Abb. 40: Aufkommen Dienstfahrzeuge mit Elektroantrieb 2025

Fulda - Aufkommen Elektrofahrzeuge an Unternehmen

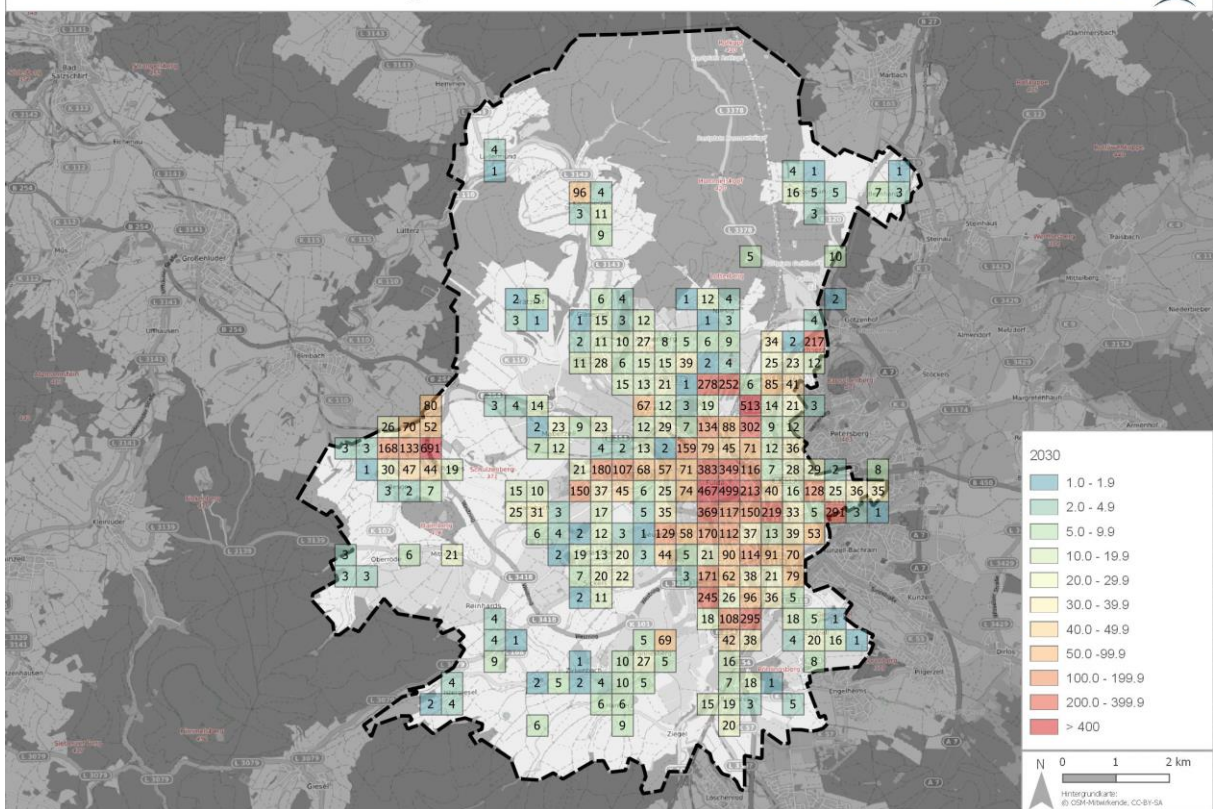


Abb. 41: Aufkommen Dienstfahrzeuge mit Elektroantrieb 2030

Fulda - Aufkommen Elektrofahrzeuge von Beschäftigten

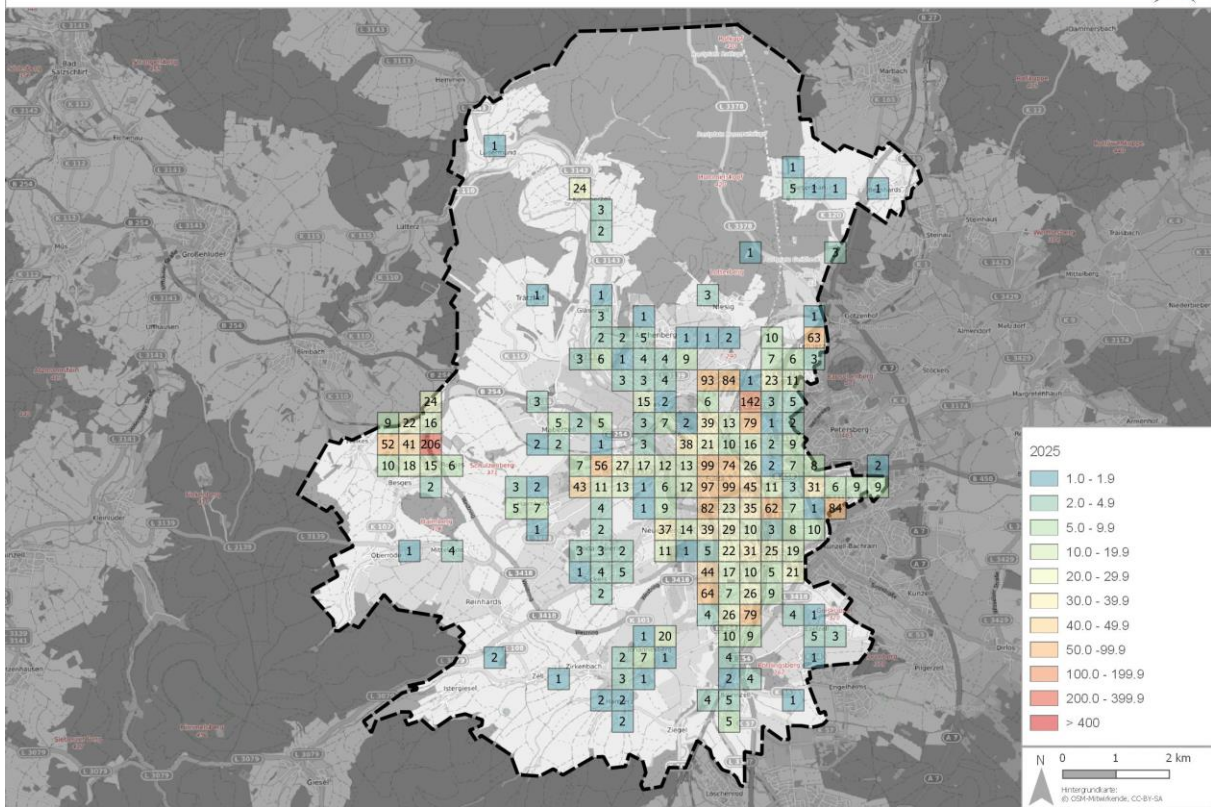


Abb. 42: Aufkommen Elektrofahrzeuge von Beschäftigten 2025

Fulda - Aufkommen Elektrofahrzeuge von Beschäftigten

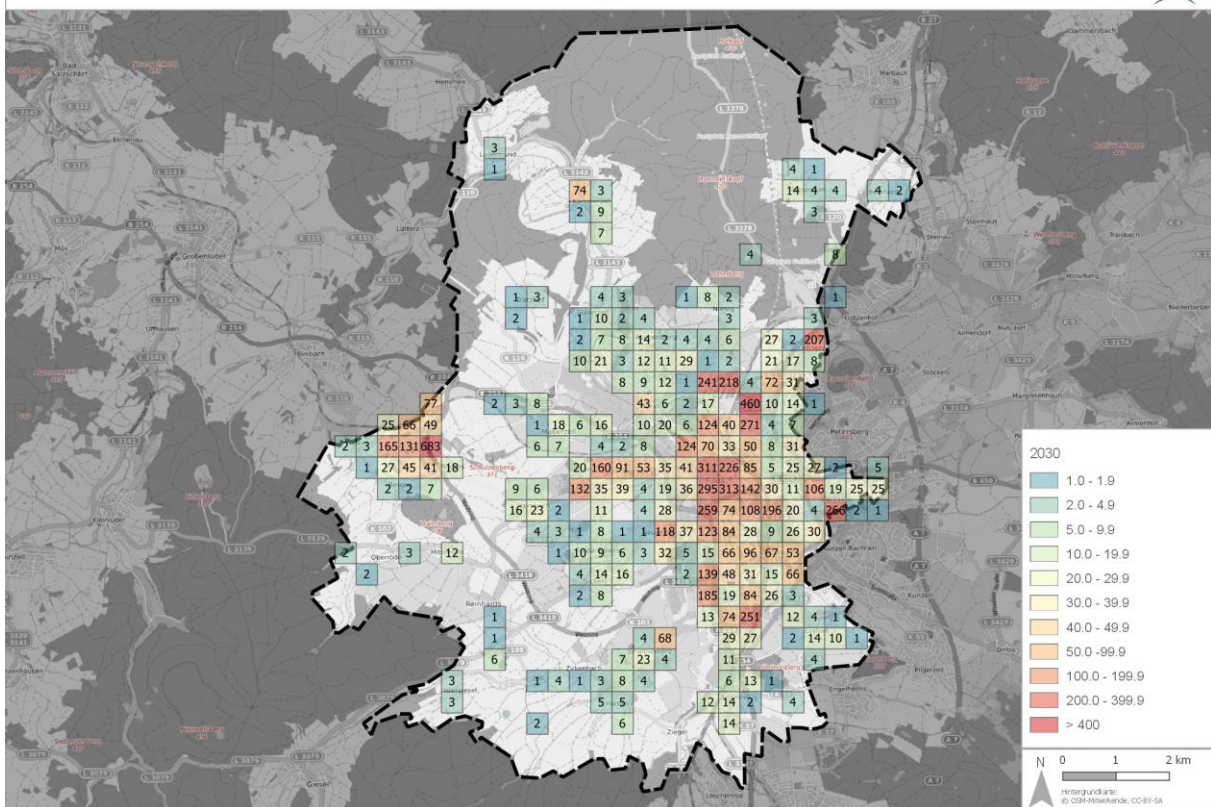


Abb. 43: Aufkommen Elektrofahrzeuge von Beschäftigten 2030

4.5 Elektrofahrzeuge an POI

Die in Bezug auf Elektromobilität bedeutsamsten POI im Untersuchungsgebiet gehören zum Bereich Einzelhandel. Da die größten Einzelhandel-POI vorrangig in den städtischen Gebieten zu finden sind, befinden sich die Aufkommensschwerpunkte vor allem auch hier in den Zentren. Zusätzliche Hotspots sind in Fulda Gebiete mit hohem Besucheraufkommen an dezentralen Bereichen (z.B.: Hochschule Fulda, Fachmarktzentrum Kaiserwiesen, Klinikum Fulda gAG).

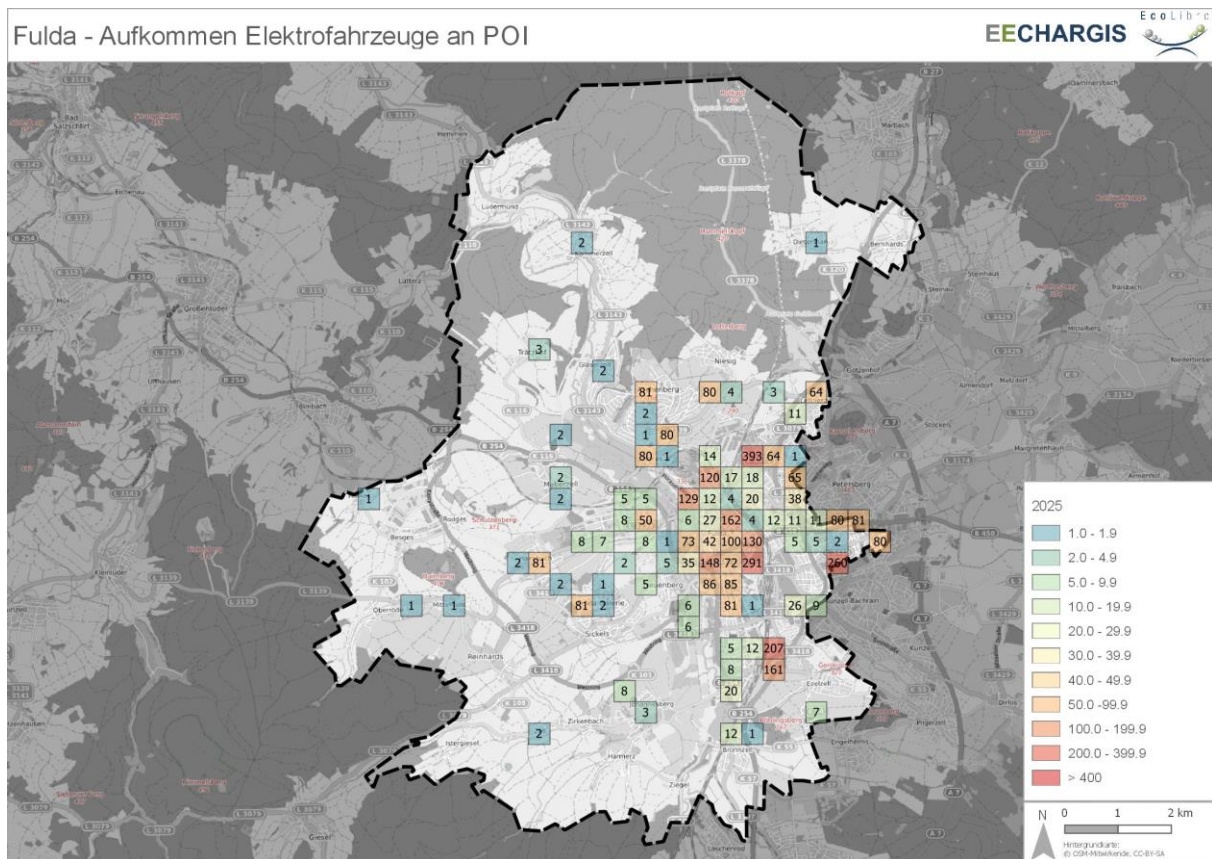


Abb. 44: Aufkommen Elektrofahrzeuge an POI 2025

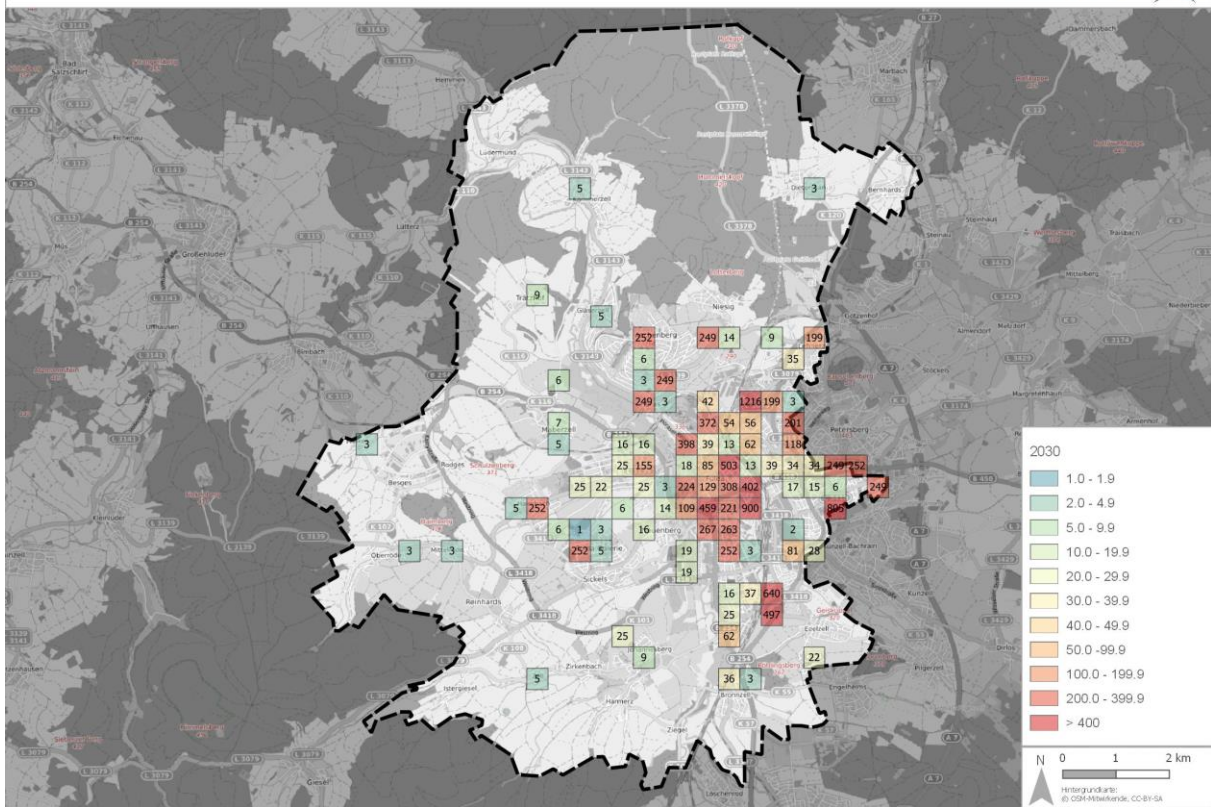


Abb. 45: Aufkommen Elektrofahrzeuge an POI 2030

5 Entwicklung Ladevorgänge in der Stadt Fulda

Wie in Kapitel 3.4 beschrieben, werden Ladepunkte im privaten, gewerblichen und öffentlichen Bereich (im öffentlichen Bereich vorrangig durch Fahrzeuge von Anwohnern, die über keine private Parkfläche verfügen) schon bei einer geringen Anzahl von Ladevorgängen erzeugt.

Auf Grundlage der getroffenen Annahmen ist deutlich zu erkennen, dass die meisten Ladevorgänge zu allen Berechnungszeitpunkten im halböffentlichen Bereich stattfinden werden (vgl. Tab. 5). Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass alle Fahrzeuge, welche nicht am Unternehmen auf eigenen oder öffentlichen Flächen am Wohnort parken können, sowie alle Besucher von POI, vorrangig auf halböffentliche Parkflächen verteilt werden (vgl. Abb. 35 Verteilungsschema für Ladepunkte nach Parktypen in Kapitel 3.5). Die unbekannt Ladevorgänge in der u.a. Tabelle ergeben sich aus Bedarfen, die aus Fahrzeugen ohne Parktypzuordnung generiert werden und sind der Vollständigkeit halber in allen entsprechenden Tabellen mit aufgeführt. Da der Anteil dieser Unbekannte im Vergleich zum Gesamtanteil vernachlässigbar klein ist und die Zuordnung auf die einzelnen Parktypen nicht sicher möglich ist, beziehen sich für eine bessere Vergleichbarkeit alle weiteren Angaben im Text auf eine Gesamtmenge ohne Berücksichtigung der Unbekannten.

Tab. 5: Prognostizierte Entwicklung von Ladevorgängen je Tag nach Parktyp (absolut)
Ergebnisse wurden erst bei einem Schwellenwert $\geq 0,75$ als ganze Ladepunkte betrachtet, alle anderen Werte wurden vor der Summenbildung mathematisch ganzzahlig gerundet

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	296	257	813	118	55
2030	782	511	1503	305	151

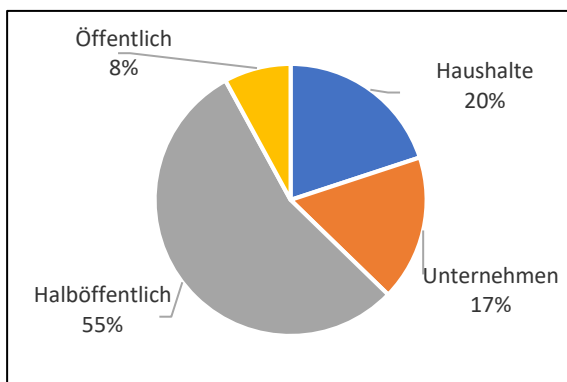


Abb. 46: Ladevorgänge gesamt/Anteile nach Ladetypen 2025

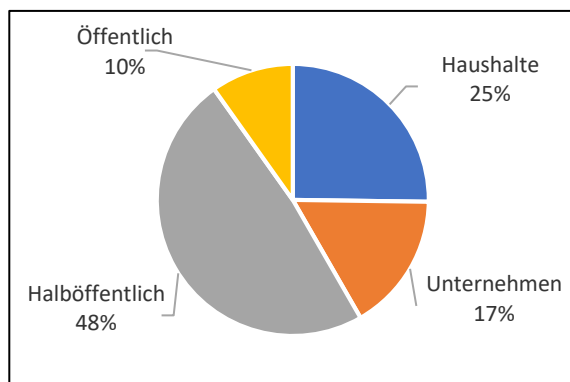


Abb. 47: Ladevorgänge gesamt/Anteile nach Ladetypen 2030

Die Betrachtung aller Ladevorgänge über alle Parktypen zeigt, dass sich mit Anwachsen der Fahrzeugzahlen ab 2025 deutliche Hotspots im Zentrum bilden. Es entstehen aufgrund von hohen Besucherzahlen allerdings auch Hotspots an weniger zentralen Bereichen wie der Hochschule Fulda, dem Fachmarktzentrum Kaiserwiesen oder dem Klinikum Fulda gAG. Bei der übergreifenden Betrachtung aller Parktypen sind POI die größten Quellen für Ladevorgänge.

Fulda - Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge

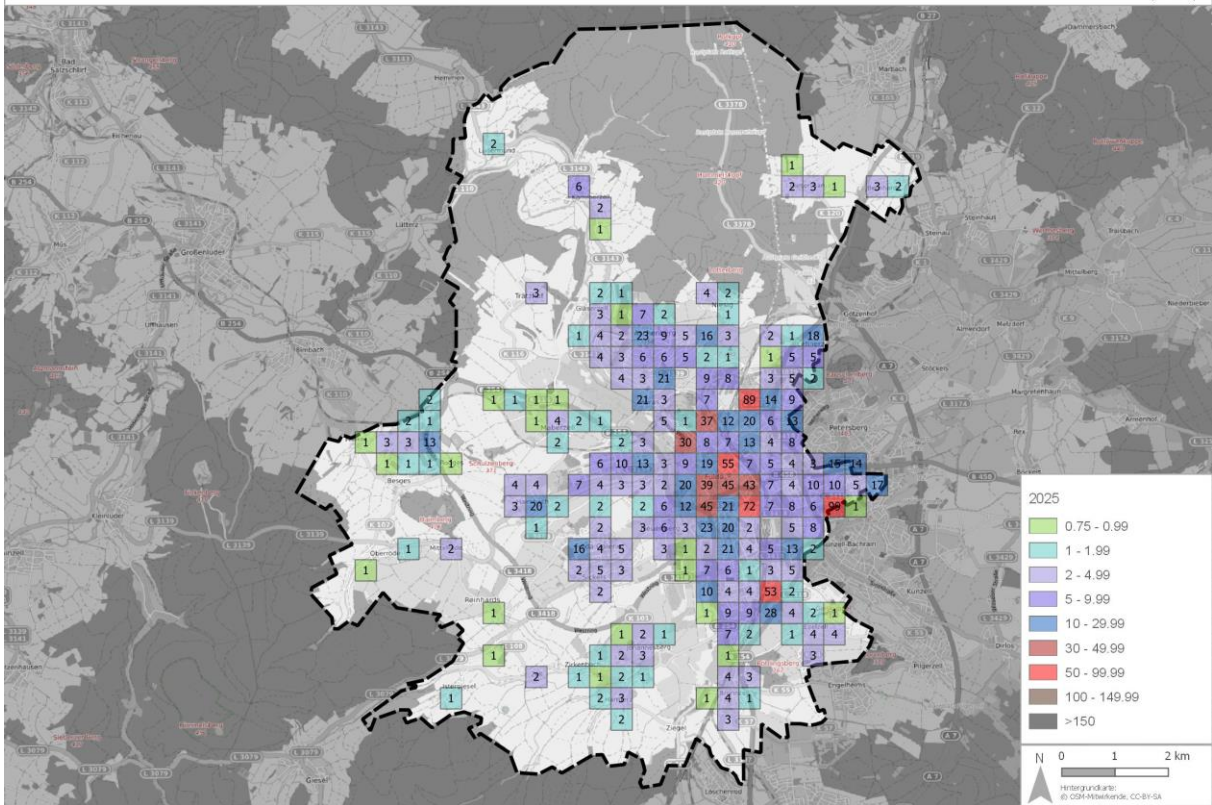


Abb. 48: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge insgesamt 2025

Fulda - Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge

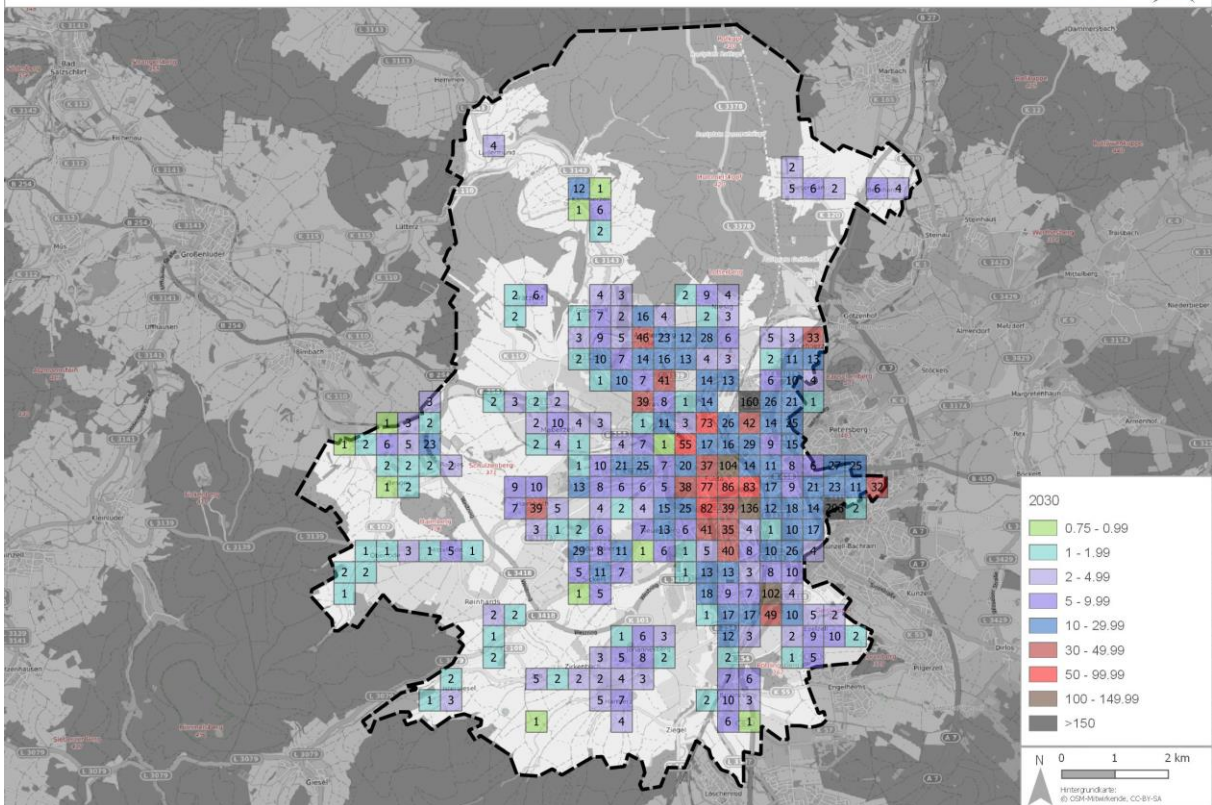


Abb. 49: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge insgesamt 2030

5.1 Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten mit eigenem Stellplatz

Bei den erwarteten Ladevorgängen im privaten Bereich stellen sich keine räumlichen Besonderheiten ein, der Aufwuchs erfolgt gleichmäßig, entlang der Siedlungsgebiete mit höherer Einwohnerdichte und damit höheren Fahrzeugbestand.

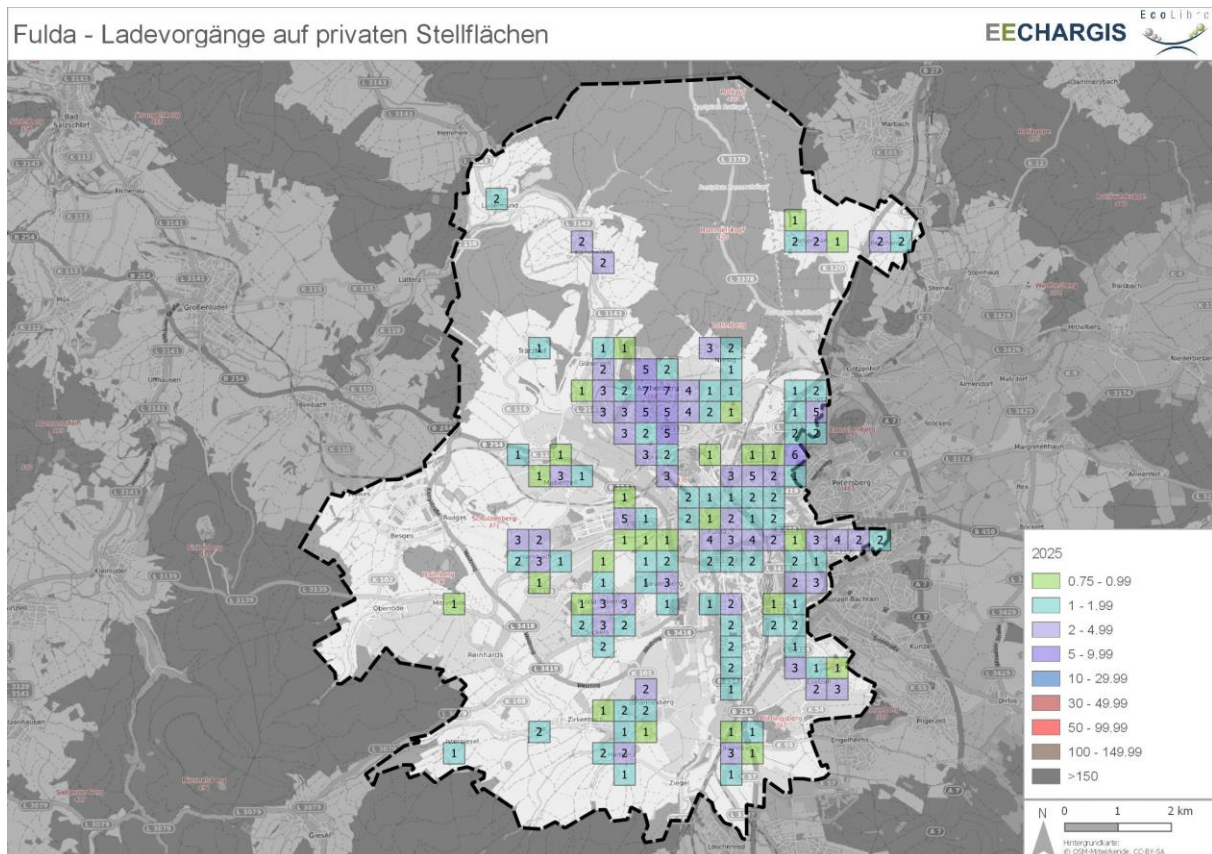


Abb. 50: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2025

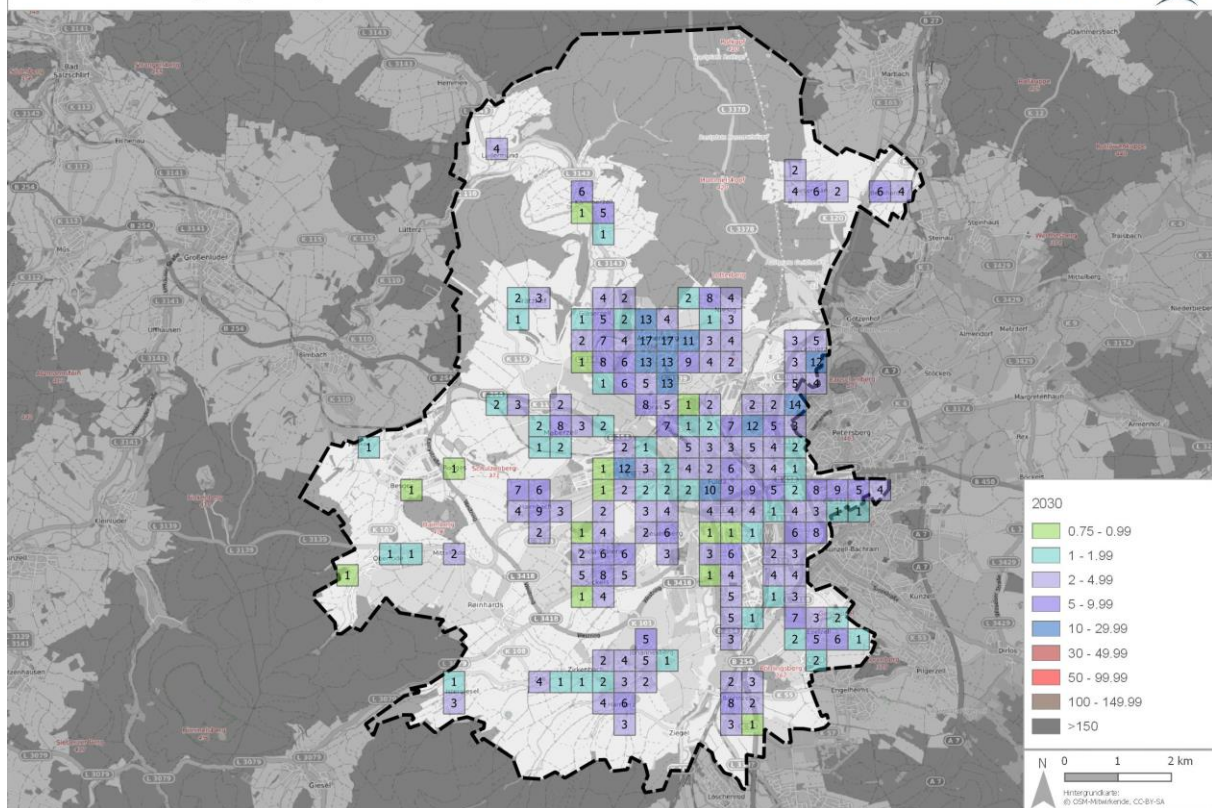


Abb. 51: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten 2030

5.2 Ladevorgänge bei Unternehmen

Während sich der Aufwuchs von Ladevorgängen durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten sehr nah am Fahrzeugaufwuchs entwickelt, zeigt sich bei Unternehmen eine davon leicht abgekoppelte Entwicklung. Diese ist darauf zurückzuführen, dass nur ein Teil der Elektrofahrzeuge, die bei Unternehmen erwartet werden, auch dort geladen werden. Bei Dienstfahrzeugen wird davon ausgegangen, dass diese immer am Unternehmensstandort geladen werden, auch wenn sie als personenbezogene Fahrzeuge in der Nacht am Wohnort stehen. Dies gilt, sofern diese Dienstwagen tagsüber nicht im Einsatz sind, sonst ist eventuell laden am Wohnort notwendig. Im Gegensatz dazu werden Elektrofahrzeuge von Beschäftigten nur dann beim Unternehmen geladen, wenn diese entweder aus weiter entfernten Einzugsgebieten stammen und beim Arbeitgeber nachladen müssen oder aber näher am Arbeitsort wohnen und am Wohnort nicht über einen eigenen Stellplatz verfügen. Auf die Thematik von Ladevorgängen, die durch Elektrofahrzeuge an privaten Haushalten ohne eigenen Stellplatz entstehen, wird nochmals in Kapitel 5.4 eingegangen.

Fulda - Ladevorgänge auf Stellflächen von Unternehmen

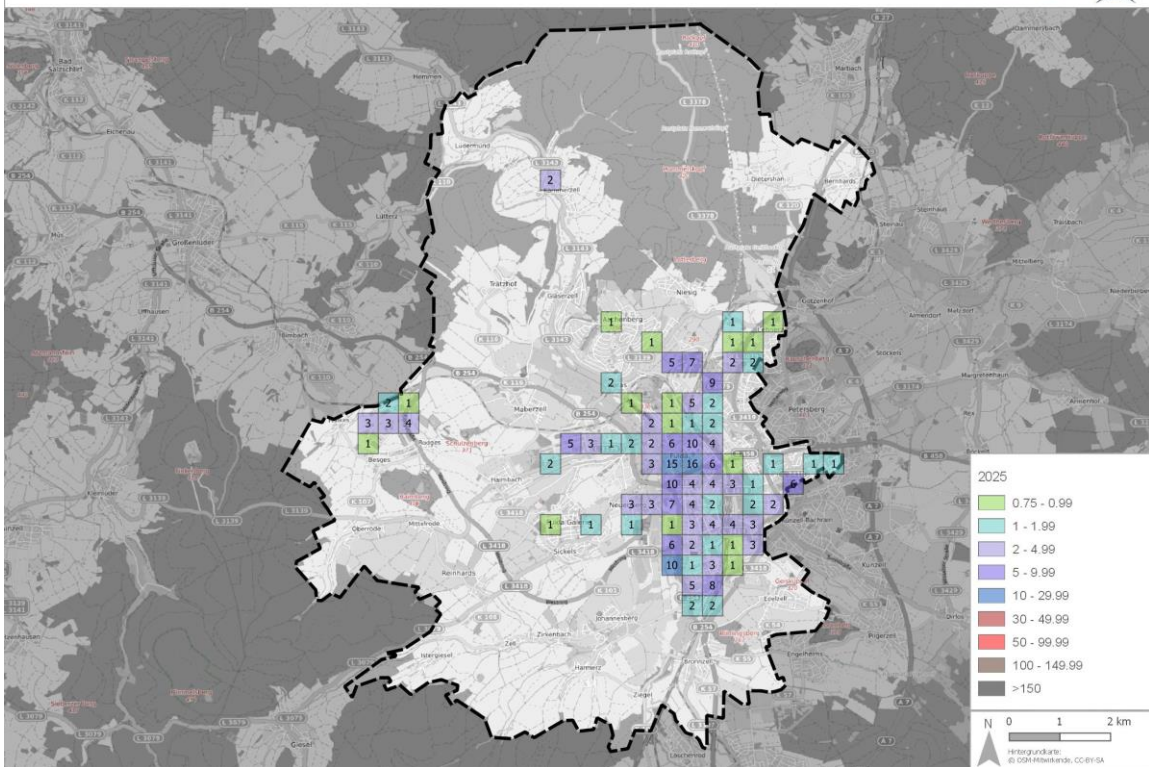


Abb. 52: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge bei Unternehmen (Dienstfahrzeuge und Fahrzeuge von Beschäftigten) 2025

Fulda - Ladevorgänge auf Stellflächen von Unternehmen

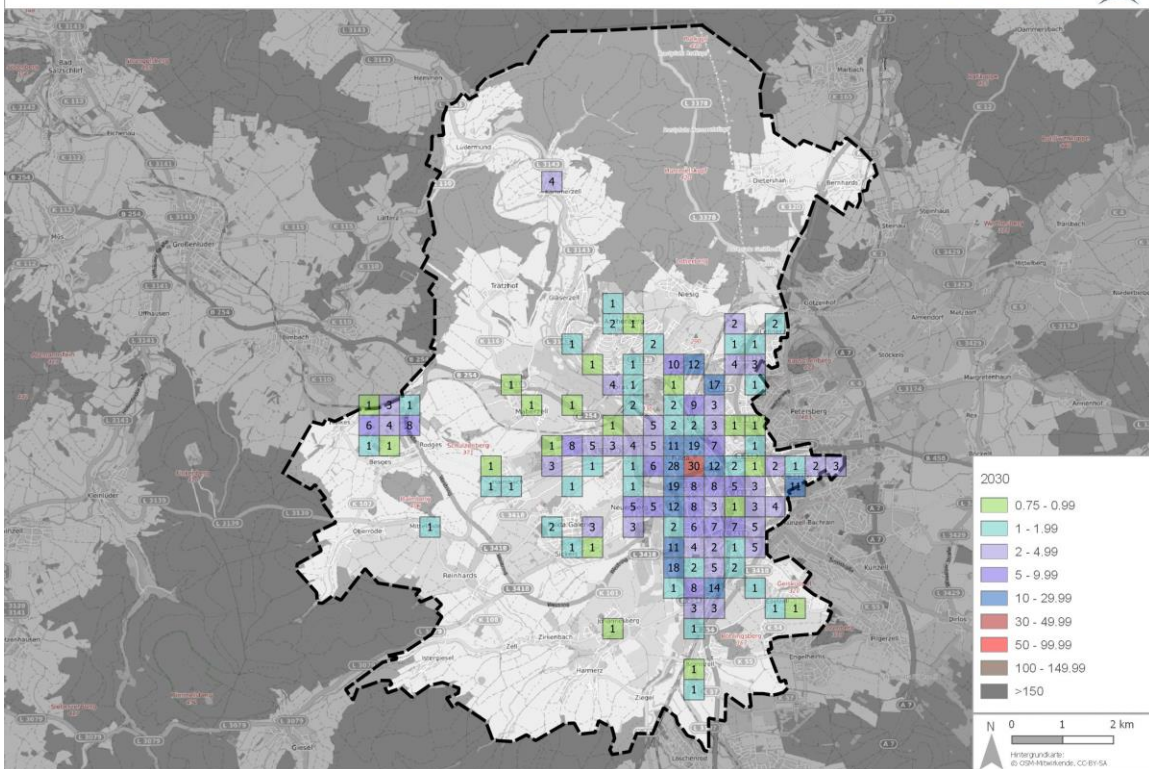


Abb. 53: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge bei Unternehmen (Dienstfahrzeuge und Fahrzeuge von Beschäftigten) 2030

5.3 Ladevorgänge im halböffentlichen Raum

Ladevorgänge im halböffentlichen Raum leiten sich in dieser Betrachtung grundsätzlich aus den Elektrofahrzeugen an POI und Unternehmen ab. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass nicht jedes berechnete Elektrofahrzeug auch einen Ladevorgang auslöst (vgl. Kapitel 3.4.3). Trotzdem werden schon 2025 an jedem POI Elektrofahrzeuge erwartet, was dazu führt, dass zwar schon zu Beginn des Aufwuchses 2025, alle Punkte festliegen, jedoch zum Teil noch geringe Zahlen bei den Ladevorgängen aufweisen. Ausnahme bilden hier die oben genannten Hotspots, welche durch eine hohe Besucherzahl einen hohen Ladebedarf produzieren (vgl. Abb. 54 & Abb. 55). Mit dem Anwachsen des Fahrzeugbestandes kommt ab dem Jahr 2030 kein neuer Ort hinzu. Es ist lediglich ein Anstieg der Ladevorgänge zu beobachten.

Neben den Ladevorgängen von Elektrofahrzeugen an POI, können Ladevorgänge grundsätzlich auch durch Elektrofahrzeuge von privaten Haushalten oder Gewerben entstehen, die über keinen eigenen Stellplatz verfügen. Auf die Thematik von Ladevorgängen, die durch Elektrofahrzeuge an privaten Haushalten ohne eigenen Stellplatz entstehen, wird nochmals in Abschnitt 5.4 eingegangen.

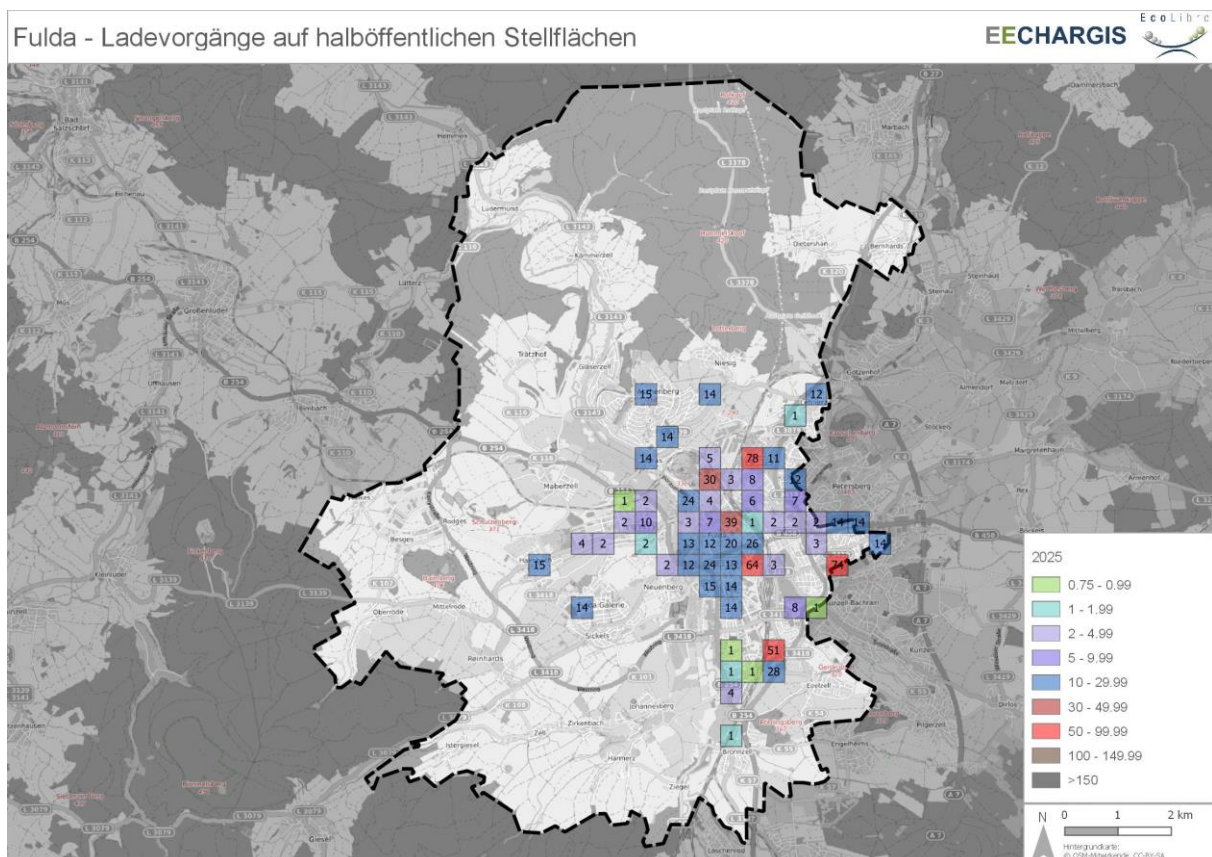


Abb. 54: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im halböffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI) 2025

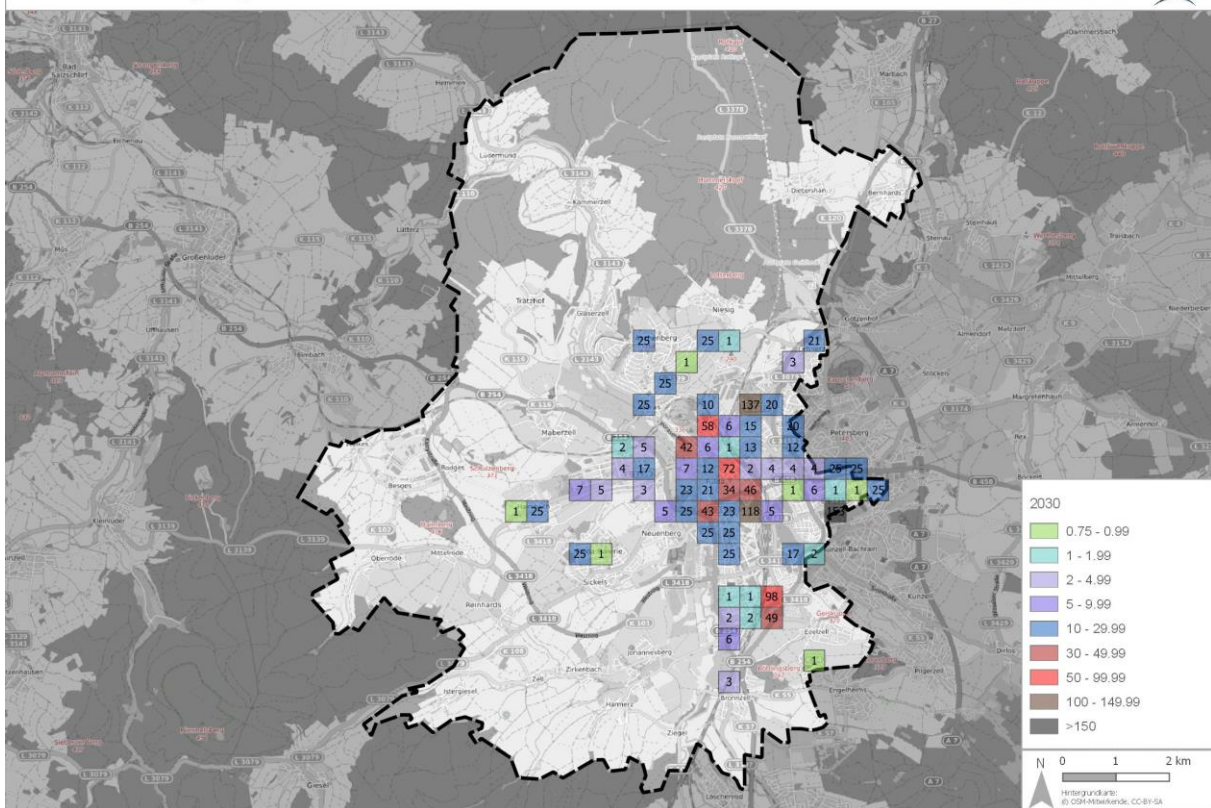


Abb. 55: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im halböffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI) 2030

5.4 Ladevorgänge im öffentlichen Raum

Ladevorgänge im öffentlichen Raum entstehen nur dann, wenn die erwarteten Elektrofahrzeuge nicht auf einem privaten Stellplatz, auf einem Stellplatz bei Unternehmen oder auf einem halböffentlichen Stellplatz untergebracht werden können. Im überwiegenden Maße entstehen Ladevorgänge im öffentlichen Raum jedoch aus dem Ladebedarf von Elektrofahrzeugen an privaten Haushalten ohne eigenen Stellplatz. Dies hat zur Folge, dass Ladevorgänge im öffentlichen Raum vor allem im verdichteten Stadtzentrum erwartet werden. Ab dem Jahr 2030 wird erkenntlich, dass insbesondere im Stadtzentrum und am Klinikum Fulda gAG eine hohe Anzahl an öffentlichen Ladevorgängen stattfinden wird. Dies ist auf den erhöhten Parkdruck im Zentrum und dem Klinikbereich zurückzuführen.

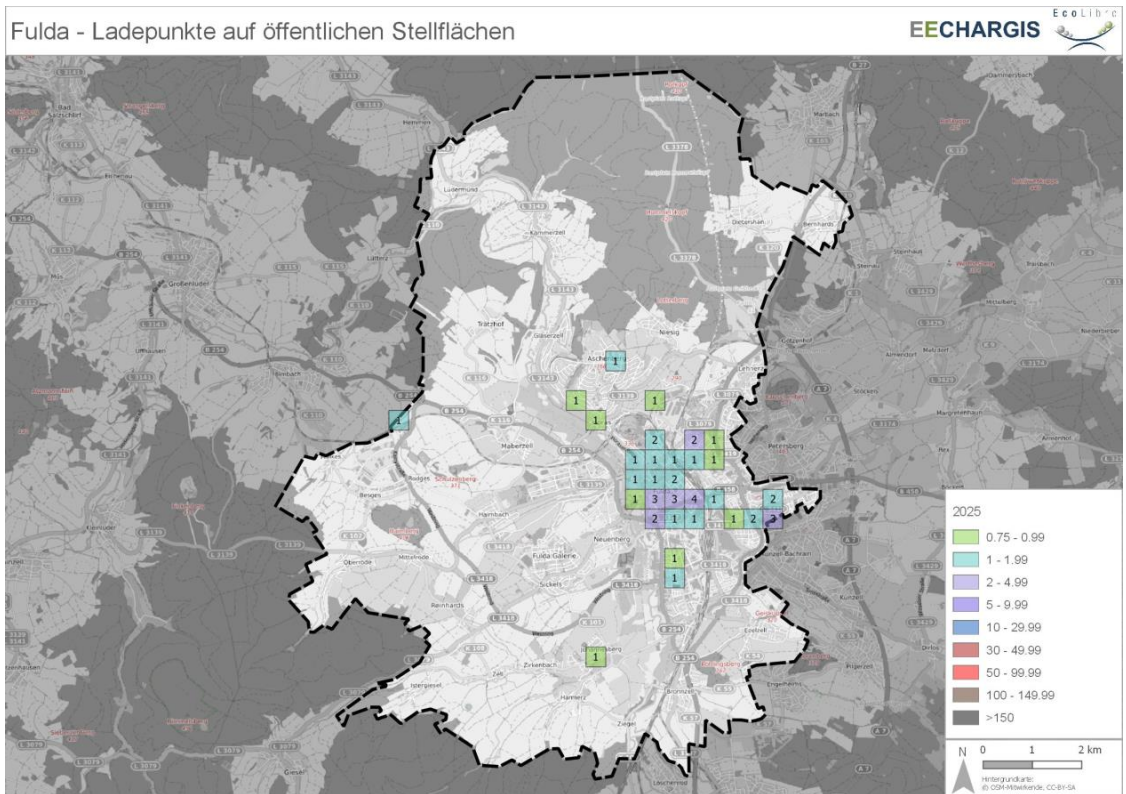


Abb. 56: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI und Fahrzeuge von Haushalten ohne eigenen Stellplatz) 2025

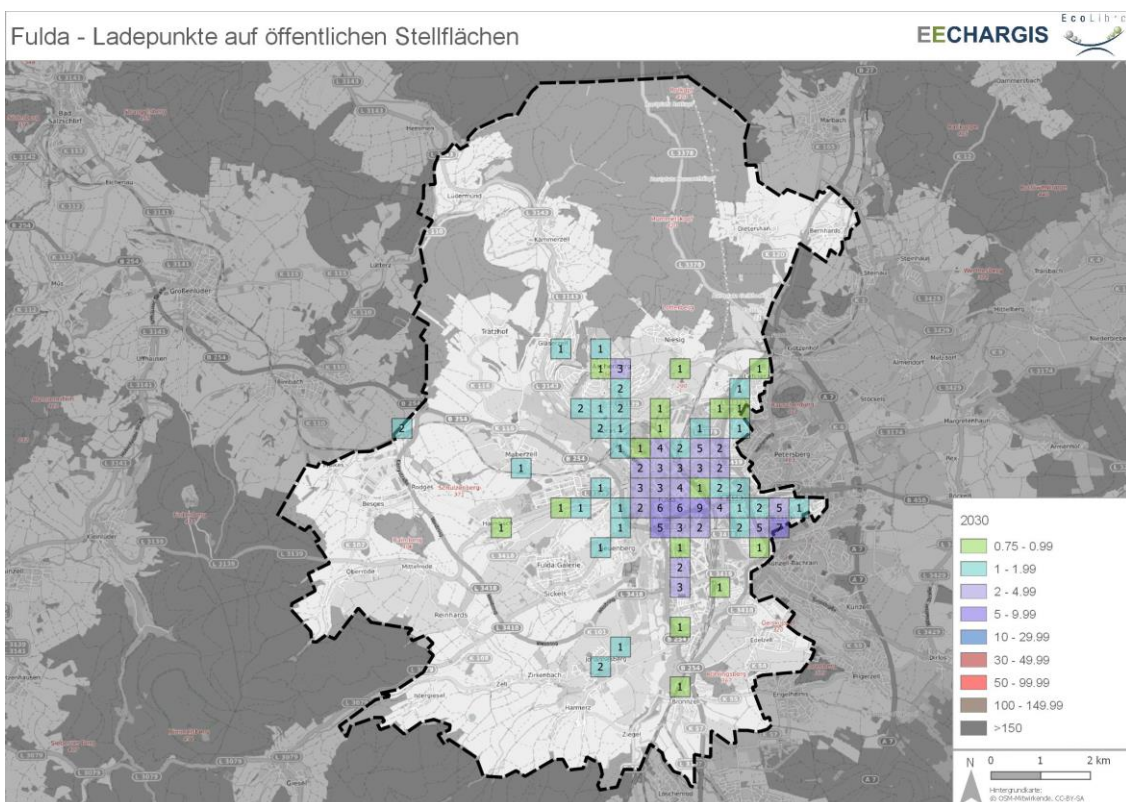


Abb. 57: Prognostizierte Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum (Fahrzeuge an POI und Fahrzeuge von Haushalten ohne eigenen Stellplatz) 2030

6 Prognose des Bedarfs für Ladeinfrastruktur in der Stadt Fulda

Nachdem im vorherigen Abschnitt die erwarteten Ladevorgänge dargestellt wurden, wird im nachfolgenden Abschnitt der sich aus den Ladevorgängen ergebende Bedarf für Ladeinfrastruktur aufgezeigt.

Die Analyse zeigt, dass der prognostizierte Ladeinfrastrukturbedarf überwiegend im privaten Bereich, also auf privaten Flächen (Stellplatz Eigenheim, Garage Mietwohnen, Garagenhof, privater Parkplatz, Tiefgarage etc.), sowie bei Unternehmen auf den eigenen Grundstücken besteht. Mit einem Anteil von 82 % im Jahr 2025 und 87 % im Jahr 2030 an der insgesamt benötigten Ladeinfrastruktur, wird der überwiegende Teil eben dieser auf privaten Stellflächen benötigt.

Da jedoch nicht für alle privat genutzten Fahrzeuge, insbesondere in den verdichteten Räumen des Stadtgebiets, die Möglichkeit besteht, an Ladepunkten auf privaten Flächen zu laden, entsteht mit dem größeren Bestand an Elektrofahrzeugen auch ein wachsender Bedarf für Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum. Dieser Bedarf kann, wie im Kapitel 6.5.2 Ladeparks auf bestehenden Parkflächen in urbanen Zentren (Use-Case 5) dargestellt auch auf den halböffentlichen Bedarf umverteilt werden.

Weiterer Bedarf für Ladeinfrastruktur im halböffentlichen und öffentlichen Raum entsteht im Wesentlichen durch Kunden, Besuchern und Touristen an Points-of-Interest (POI) sowie aus dem Ladebedarf gewerblich genutzter Fahrzeuge, sowie durch Berufspendler an Unternehmen, die nicht über ausreichende eigene Stellflächen verfügen. Der erwartete Anteil der öffentlichen Ladeinfrastruktur liegt im Jahr 2025 und 2030 bei 2 % bezogen auf den Gesamtbestand (vgl. Abb. 58 & Abb. 59). Der prognostizierte Gesamtbedarf liegt damit bis 2025 bei 46 und bis 2030 bei 151 öffentlichen Ladepunkten im Untersuchungsgebiet (vgl. Tab. 6).

Die große Diskrepanz zwischen der Anzahl der Ladevorgänge (Tab. 5) und der Ladepunkte (Tab. 6) im privaten und halböffentlichen Bereich, ist darauf zurückzuführen, dass Ladepunkte im privaten Bereich auch schon ab einem Ladevorgang erzeugt werden. Im gewerblichen Bereich ist die Anzahl der Ladevorgänge nur geringfügig höher als die Anzahl der Ladepunkte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass hier vorrangig Fahrzeuge von Beschäftigten laden, die über keine private Parkfläche verfügen und einen hohen Ladebedarf (Nachladen bei 40 % SoC) haben sowie lange Standzeiten aufweisen (9 Stunden). Im halböffentlichen Bereich hingegen, werden die Ladepunkte bestmöglich für die Dauer des Aufenthalts ausgelastet, daher sind dort im Verhältnis zu den Ladepunkten deutlich mehr Ladevorgänge als in den anderen Bereichen. Im öffentlichen Bereich werden die Ladepunkte ebenfalls bestmöglich für die Dauer des Aufenthalts ausgelastet. Da hier jedoch, wie bei den Unternehmen vorrangig Fahrzeuge von Anwohnern laden, die über keine private Parkfläche verfügen und einen hohen Ladebedarf (Nachladen bei 40% SoC) haben sowie lange Standzeiten aufweisen (9 Stunden), werden hier weniger Ladevorgänge je Ladepunkt als im halböffentlichen Bereich erwartet. Daher wird öffentliche Ladeinfrastruktur im Schnitt nur mit etwa zwei Ladevorgängen pro Tag ausgelastet. Öffentliche Ladepunkte, die vorwiegend

durch POI Besucher genutzt werden, die nicht auf halböffentlichen Stellplätzen untergebracht werden können, weisen vergleichbare Werte von Ladevorgängen pro Tag auf wie halböffentliche Ladepunkte.

Tab. 6: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte nach Parktyp (absolut)

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.964	204	138	46	38
2030	6.152	420	271	151	105

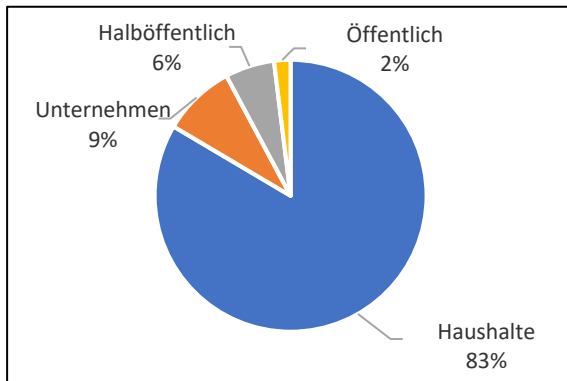


Abb. 58: Ladepunkte gesamt/Anteile nach Ladetypen 2025

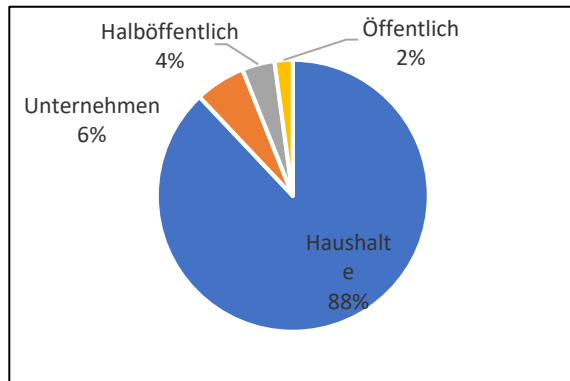


Abb. 59: Ladepunkte gesamt/Anteile nach Ladetypen 2030

6.1 Ladepunkte auf privaten Stellflächen

Die Entwicklung von Ladepunkten auf privaten Stellflächen leitet sich wie bereits unter Kapitel 3.4.1 dargestellt, vom Vorhandensein eines Elektrofahrzeugs in einem Haushalt ab, unabhängig davon, wie viele Ladevorgänge erwartet werden. Daher folgt der Aufwuchs von Ladepunkten in diesem Bereich auch den vorhandenen Siedlungsstrukturen und damit dem Aufwuchs von Elektrofahrzeugen.

Wie bereits dargestellt zeigt die Analyse deutlich auf, dass auch in Fulda mit weitem Abstand die meisten Elektrofahrzeuge an Ladepunkten auf privaten Stellflächen geladen werden können. Dieses Bild spiegelt die allgemeine Situation in Deutschland und korrespondiert mit der Prognose der NPE aus dem Jahr 2014³⁴, wonach 85 % aller Ladevorgänge auf privaten Stellplätzen (inkl. Unternehmen) erfolgen werden. Auch die Erhebung der MiD 2017³⁵, wonach im ländlichen Raum in zentralen Städten 70 % und in Mittelstädten 82 % aller Fahrzeuge auf dem Privatgrundstück geparkt werden, stützt diese Ergebnisse der Prognoseberechnung.

In der folgenden Kartendarstellung wird erkenntlich, dass im Zentrum ein hoher Bedarf an privater Ladeinfrastruktur vorhanden ist. Sehr hohe Bedarfe verteilen sich jedoch

³⁴ Nationale Plattform Elektromobilität, Fortschrittsbericht 2014, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/F/fortschrittsbericht-2014-bilanz-der-marktvorbereitung.html>

³⁵ infas, DLR, IVT und infas 360 (2018): Mobilität in Deutschland (im Auftrag des BMVI), S.28 <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/publikationen2017.html>

meist auf Wohngebiete mit Ein- und Mehrfamilienhäusern, welche sich eher in den Randgebieten oder kleineren Stadtteile befinden wie z.B. im Norden von Fulda Aschenberg, im Osten Ziehers -Nord und Ziehers - Süd oder im Südwesten Fuldas Galerie und Sickels.

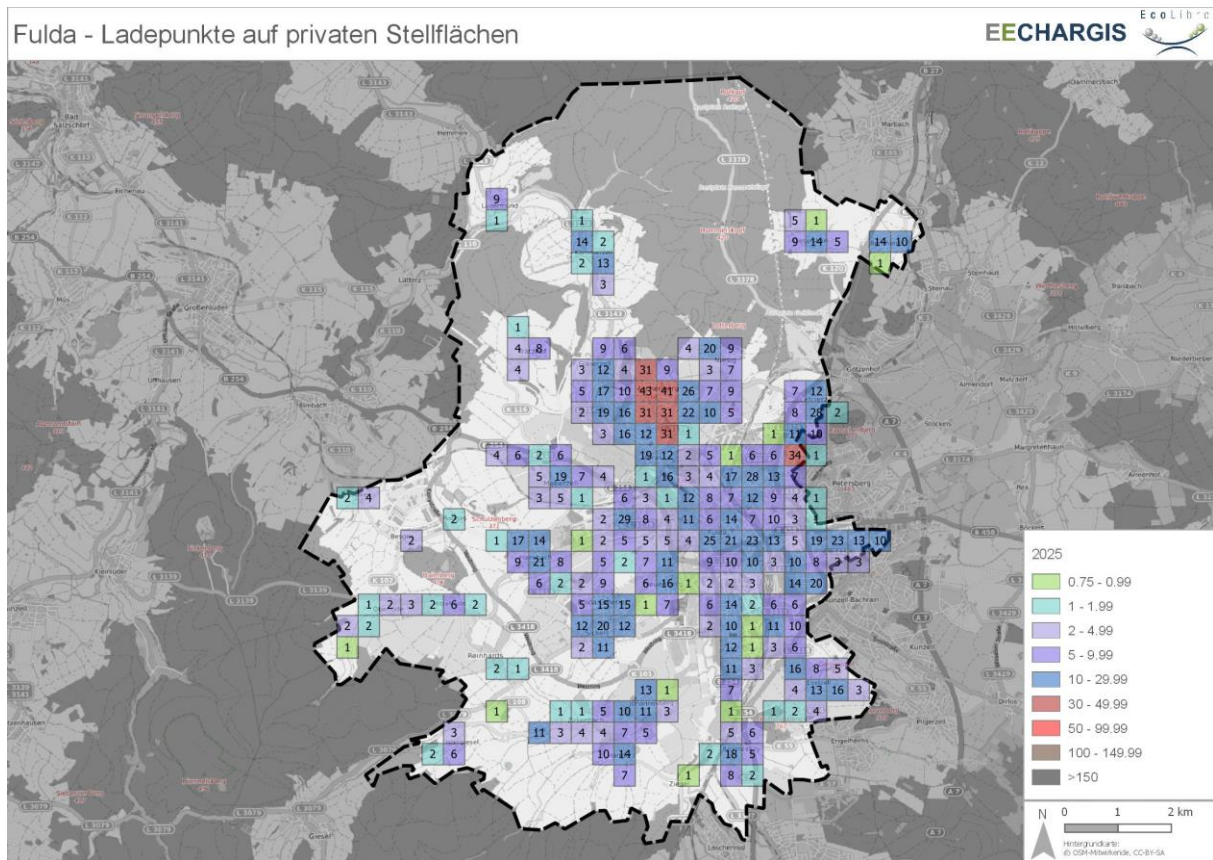


Abb. 60: Prognostizierte Ladepunkte auf privaten Stellflächen 2025

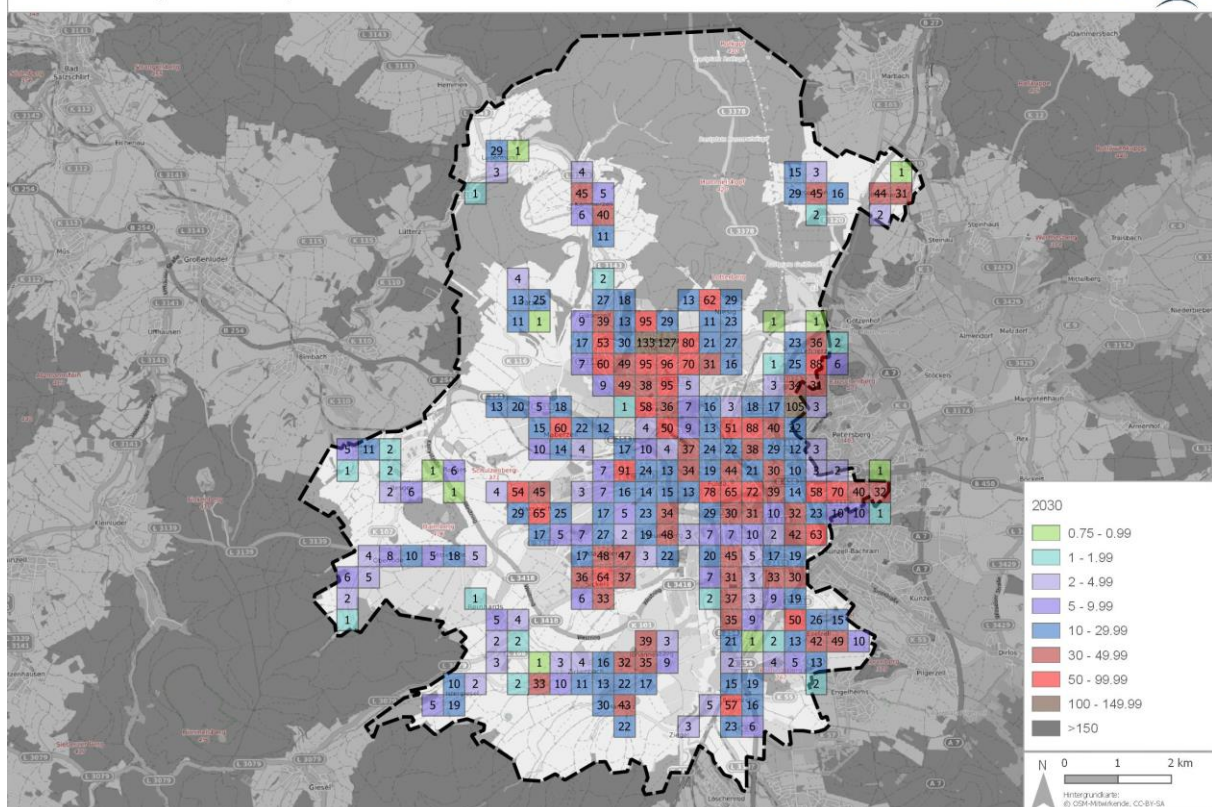


Abb. 61: Prognostizierte Ladepunkte auf privaten Stellflächen 2030

Es wird deutlich, dass der Hochlauf der Elektromobilität im Wesentlichen dadurch beeinflusst wird, wie gut und schnell dieses Potenzial genutzt werden kann. Aus diesem Grund muss es bundesweit und auch in Fulda das vorrangigste Ziel sein, dieses Potenzial zu erschließen.

Die größten Herausforderungen liegen dabei mit Schwerpunkt im Bereich der Mehrfamilienhäuser. Die Analyse zeigt, dass der Wohnbestand in Fulda zu rund 35 % aus Mehrfamilienhäusern besteht, in denen mehr als vier Haushalte vorhanden sind (vgl. Abb. 62: Anteil der Haushaltsgröße am Gesamtbestand).

Auch wenn über die Anpassung des Wohnungseigentumsgesetzes und des Mietrechts es juristisch deutlich einfacher geworden ist, Ladeinfrastruktur auch auf privaten Stellflächen von Häusern mit mehreren Haushalten zu errichten, stellen vor allem finanzielle Aspekte wie Baukostenzuschüsse und Installationskosten eine Herausforderung dar. Bei bis zu vier Haushalten wird eine Einigung der Wohnungsparteien voraussichtlich noch unproblematisch sein, je mehr Beteiligte vorhanden sind, insbesondere bei Eigentümergemeinschaften, desto komplexer gestaltet sich die Umsetzung.

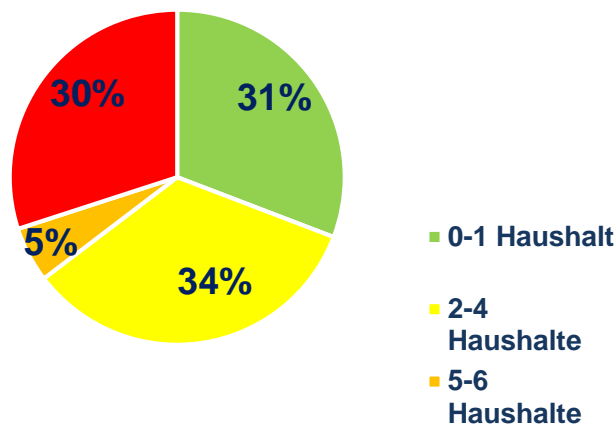


Abb. 62: Anteil der Haushaltsgröße am Gesamtbestand

Eine weitere sehr bedeutsame Herausforderung im Zusammenhang mit Ladepunkten insgesamt und speziell bei privaten Stellplätzen am Wohnort, stellt die Leistungsfähigkeit der Ortsnetze dar. Gerade im Altbestand bestehen nur noch geringe freie Netzkapazitäten.

Hierbei muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass diese Herausforderung oftmals aufgrund von nicht notwendigen Anforderungen an die Leistung von Ladepunkten im privaten Bereich deutlich verstärkt wird. Wie bereits in Abschnitt 2.3.1 dargestellt, liegt der Ladebedarf an privaten Ladepunkten, unter der Annahme einer durchschnittlichen täglichen Fahrstrecke von 40-50 km je nach Verbrauch und Ladeeffizienz, bei 7,5 bis 11 kWh pro Tag. Bei einer Standzeit von mehr als 10 Stunden in der Nacht liegt der Leistungsbedarf in diesem Fall bei nur 0,75 bis 1,4 kW. Die Auslegung des Leistungsbedarfs für einen Ladepunkt an einer Wohnimmobilie mit 11 kW, wie es von vielen Netzbetreibern und auch der KfW im abgelaufenen Förderprogramm zugrunde gelegt wurde und wird, erscheint deutlich überdimensioniert und kann schnell zu leicht vermeidbaren Engpässen in den Niederspannungsnetzen, insbesondere in Gebieten mit jetzt schon hochausgelasteten Netzen, führen.

6.2 Ladepunkte bei Unternehmen

Ladepunkte bei Unternehmen, insbesondere für die dienstliche Mobilität, werden in den kommenden Jahren i.d.R. in Eigenverantwortung entstehen, insbesondere auch, weil das Angebot zum Laden beim Arbeitgeber künftig ein wichtiger Bestandteil der Arbeitgeberattraktivität sein wird. Anfänglich wird es aufgrund einer geringen Nachfrage und gleichzeitig hohen Investitionskosten schwer sein, Arbeitgeber von der Notwendigkeit zu überzeugen. In den ersten Jahren des Markthochlaufs, wird es daher notwendig sein, Unternehmen beratend und mit finanziellen Anreizen zu unterstützen, besonders mit Hinblick auf mögliche Geschäftsmodelle. So könnte ein Firmenparkplatz beispielsweise zu einem Ladepark (Use-Case 6) für Anwohner ohne eigenen Stellplatz

für Ladungen außerhalb der Geschäftszeiten genutzt werden. Eine solche Konzipierung kann im Rahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements erfolgen oder als Dienstleistung durch Energieversorger bzw. andere Marktteilnehmer, in Verbindung mit weiteren Angeboten zum Betrieb, zur Abrechnung und der lokalen Versorgung mit regenerativer Energie.

Unternehmensstandorte mit einem hohen Bedarf an Ladepunkten auf dem Betriebsgelände finden sich bspw. im Industriegebiet Eisweiher sowie im Bereich der Hochschule Fulda im Norden, in den westlichen Gewerbegebieten (Industriepark Fulda-West und Münsterfeld), im Süden entlang der Frankfurter Straße im Stadtbezirk Kohlhaus, am Klinikum Fulda im Osten sowie im Innenstadtbereich (nähe Buttermarkt, Gemüsemarkt und Museumshof). Hierbei wird darauf hingewiesen, dass im Innenstadtbereich der Ladepunktebedarf von Arbeitnehmern auf die Bereiche des Einzelhandels und vieler kleinerer Unternehmen zurückzuführen ist.

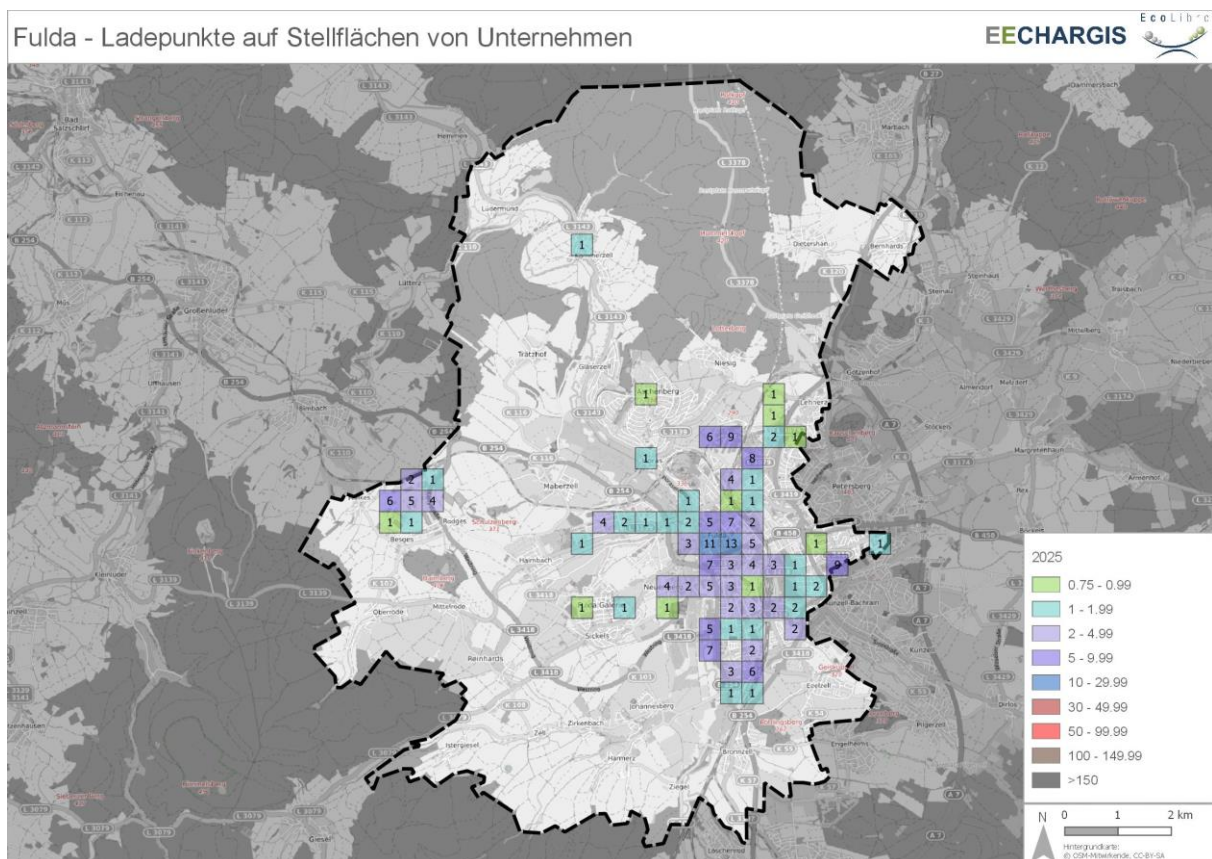


Abb. 63: Prognostizierte Ladepunkte auf Stellflächen von Unternehmen 2025

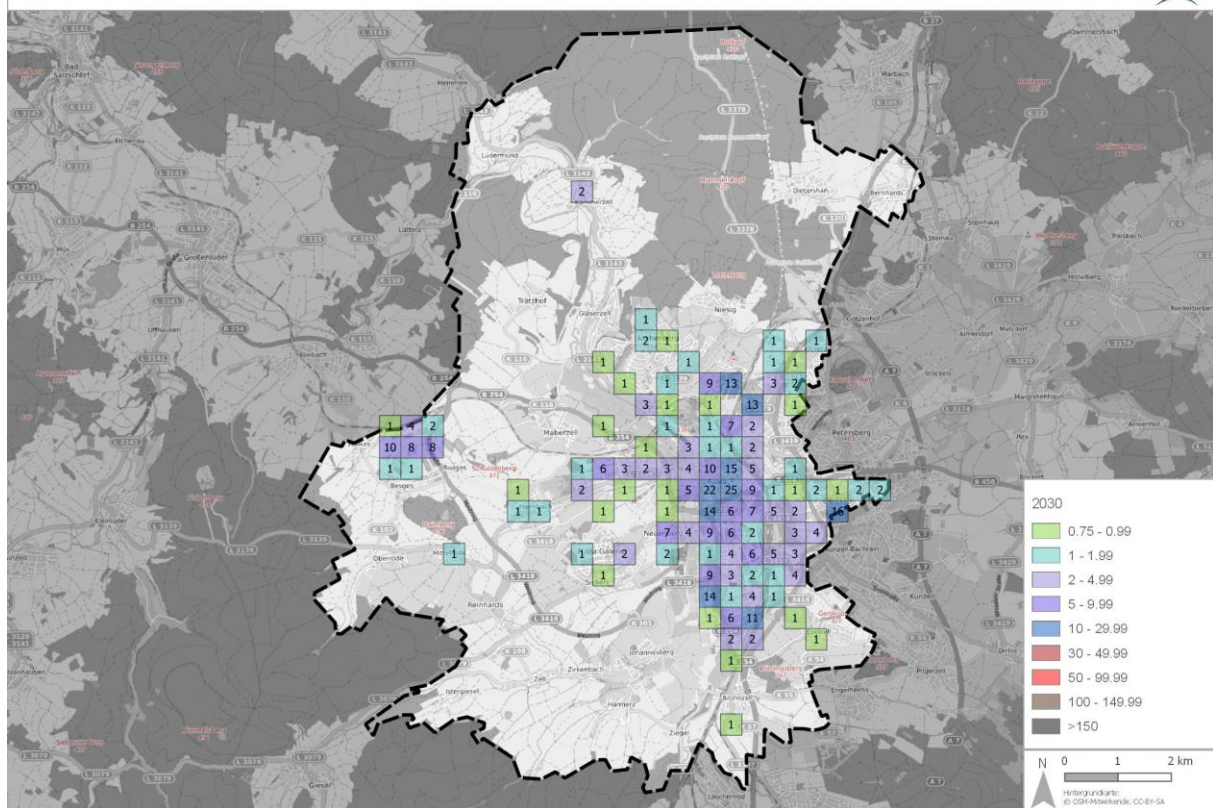


Abb. 64: Prognostizierte Ladepunkte auf Stellflächen von Unternehmen 2030

6.3 Ladepunkte im halböffentlichen Raum

Die Entwicklung von Ladepunkten im halböffentlichen Raum zeigt, dass auch schon in der Anfangsphase ein grundsätzlicher Bedarf für Ladepunkte entstehen wird. Anfänglich werden diese Ladepunkte durch die insgesamt geringe Zahl von Ladevorgängen eine geringe Auslastung aufweisen. Mit der wachsenden Zahl von Elektrofahrzeugen verbessert sich die Auslastung insgesamt, insbesondere in den zentralen Lagen. Bei einer detaillierten Betrachtung auf Ebene der Park- und Stellflächen, können gezielt halböffentliche Flächen identifiziert werden, auf denen Ladeinfrastruktur künftig wirtschaftlich betrieben werden kann. Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen treten meist an Points-of-Interest wie Supermärkten, Krankenhäusern oder touristischen Hotspots auf.

Orte mit einem hohen Bedarf an Ladepunkten auf halböffentlichen Stellflächen sind z.B. das Stadtzentrum von Fulda sowie die Bereiche rund um das Klinikum, die Hochschule Fulda und das Fachmarkt Zentrum Kaiserwiesen.

Fulda - Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen

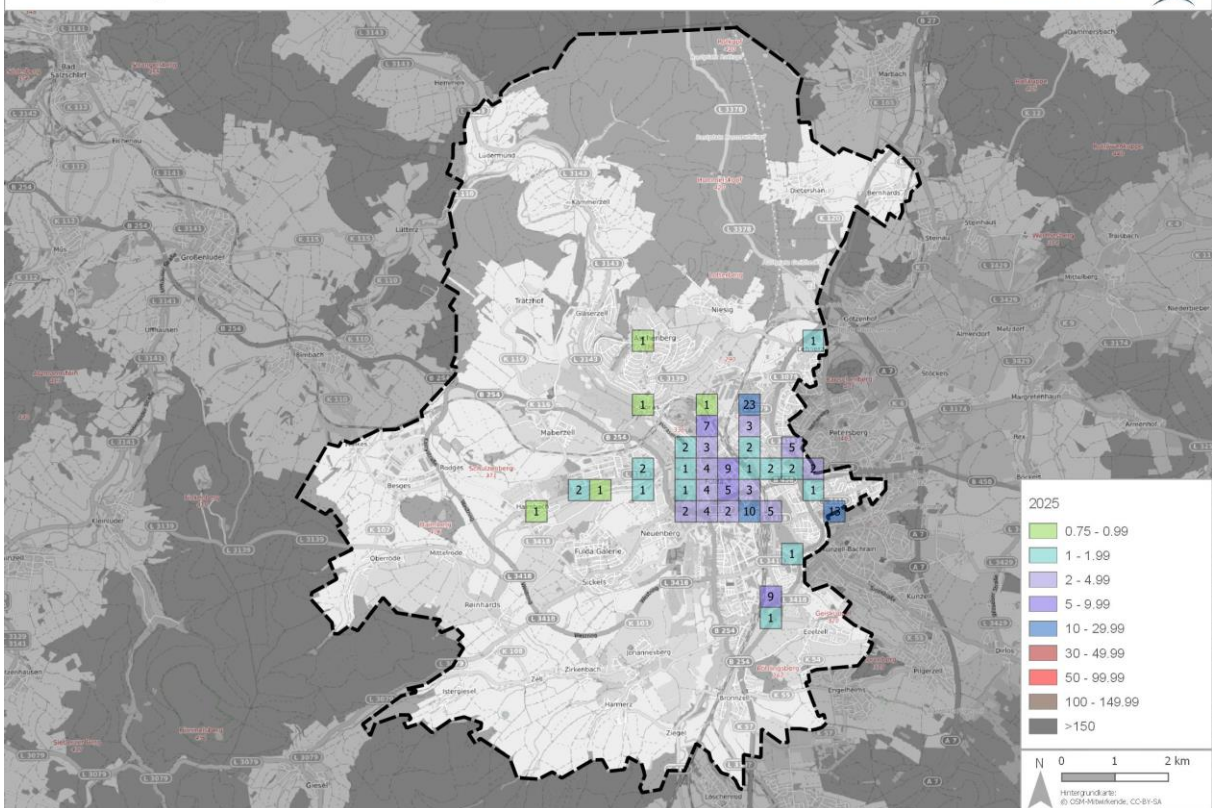


Abb. 65: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2025

Fulda - Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen

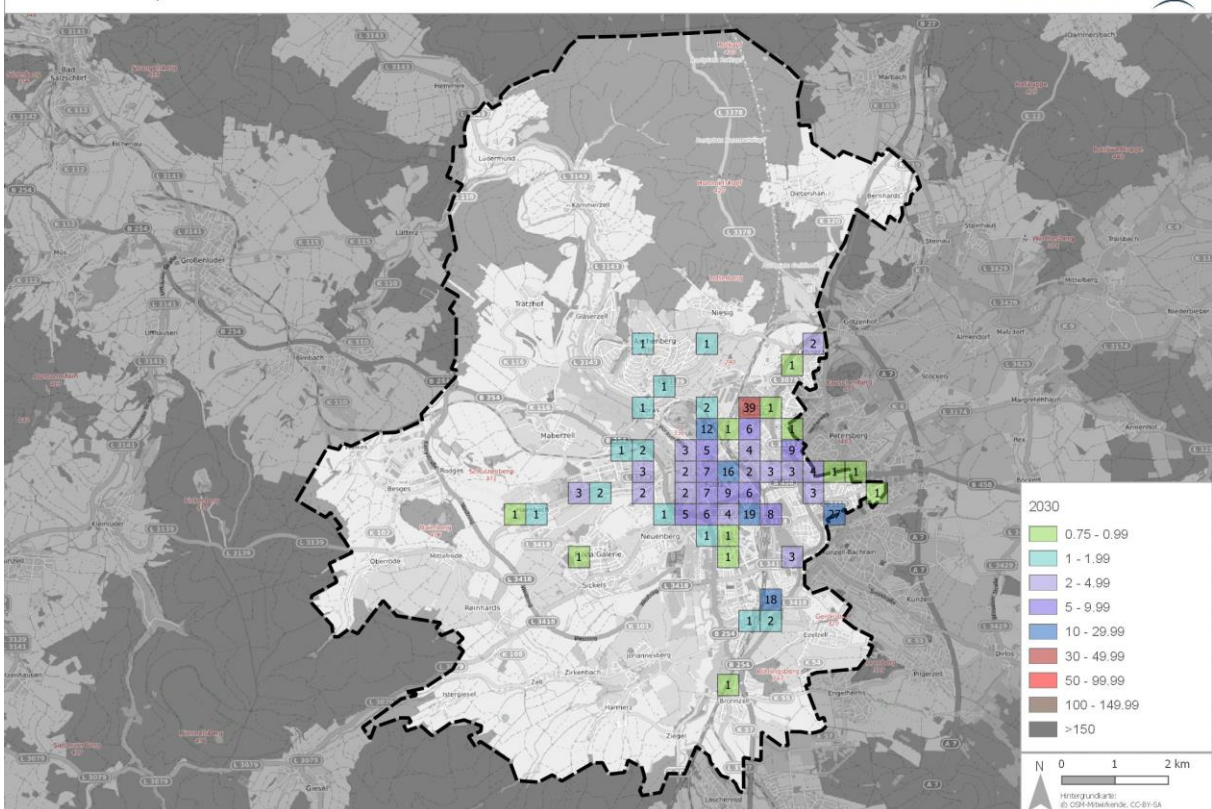


Abb. 66: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2030

6.4 Ladepunkte im öffentlichen Raum

6.4.1 Prognose

Wie im Abschnitt 2.3.6 erläutert, wird entgegen der aktuellen öffentlichen Wahrnehmung und Debatte, öffentliche Ladeinfrastruktur im Gesamtkontext der Ladeinfrastruktur eine untergeordnete Bedeutung einnehmen.

Analog zur halböffentlichen Ladeinfrastruktur, zeigt sich auch im öffentlichen Bereich in der Frühphase des Markthochlaufs ein fast flächendeckender Bedarf, der jedoch sehr gering sein wird. Dieser Bedarf ergibt sich vorrangig aus Ladevorgängen von privaten Haushalten, die über keine eigenen Stellplätze verfügen. In einem deutlich geringeren Maße bilden auch die Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen an POI eine Quelle für die ermittelten Ladepunkte.

Insgesamt ist der Bedarf jedoch sehr gering und konzentriert sich hauptsächlich auf das Stadtzentrum von Fulda. Weitere höhere Bedarfe treten im Bereich rund um das Klinikum und der Hochschule Fulda auf.

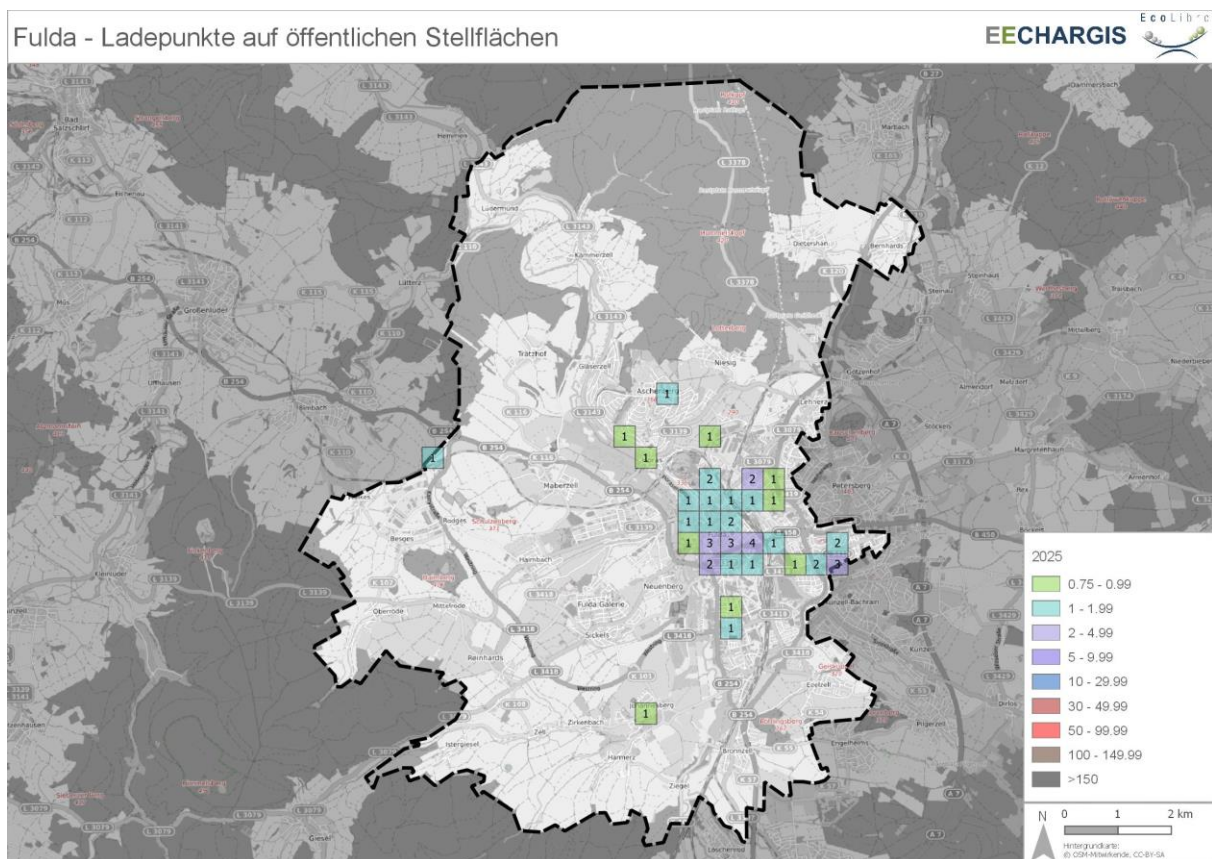


Abb. 67: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2025

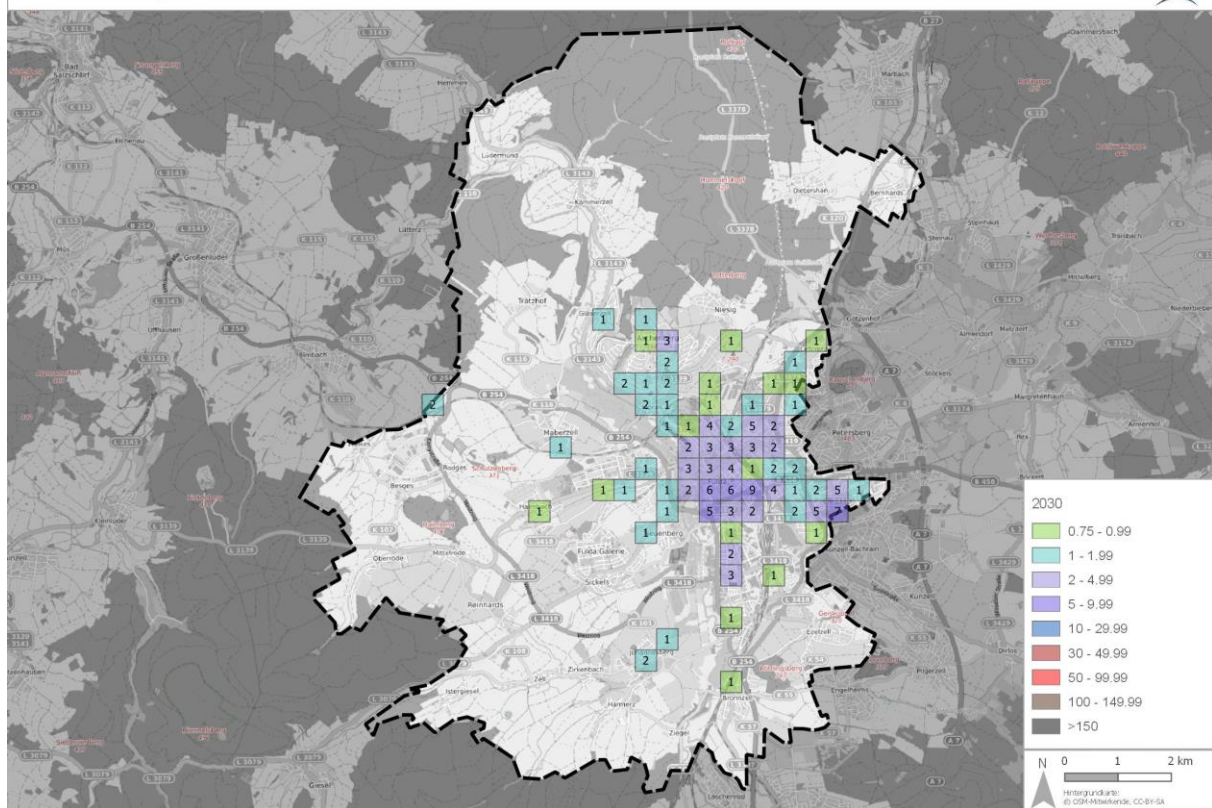


Abb. 68: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2030

6.4.2 Abgleich der Prognose mit dem aktuellen Bestand

Bisher wurden in Fulda insgesamt 56 AC Ladepunkte eingerichtet (Stand: 01.10.2021). Als Ladepunkte wurden nur Punkte gezählt, welche einen Typ-2 Stecker, einen CCS-Stecker oder einen CHAdeMO-Stecker besitzen. Sind an einer Säule zwei unterschiedliche Anschlüsse vorhanden sind auch diese nur als ein Ladepunkt zu betrachten, da die unterschiedlichen Anschlüsse nur als Adapterfunktion fungieren und nicht gleichzeitig genutzt werden können.

Mit 56 errichteten Ladepunkten für langsames und mittelschnelles Laden bis 22 kW AC im öffentlich zugänglichen Raum (öffentliche und halböffentliche Ladepunkte) ist im Stadtgebiet voraussichtlich eine gute Grundlage für die Startphase der nächsten ein bis zwei Jahre geschaffen. Bis zum Jahre 2030 wird ein Bedarf für 151 Ladepunkte prognostiziert.

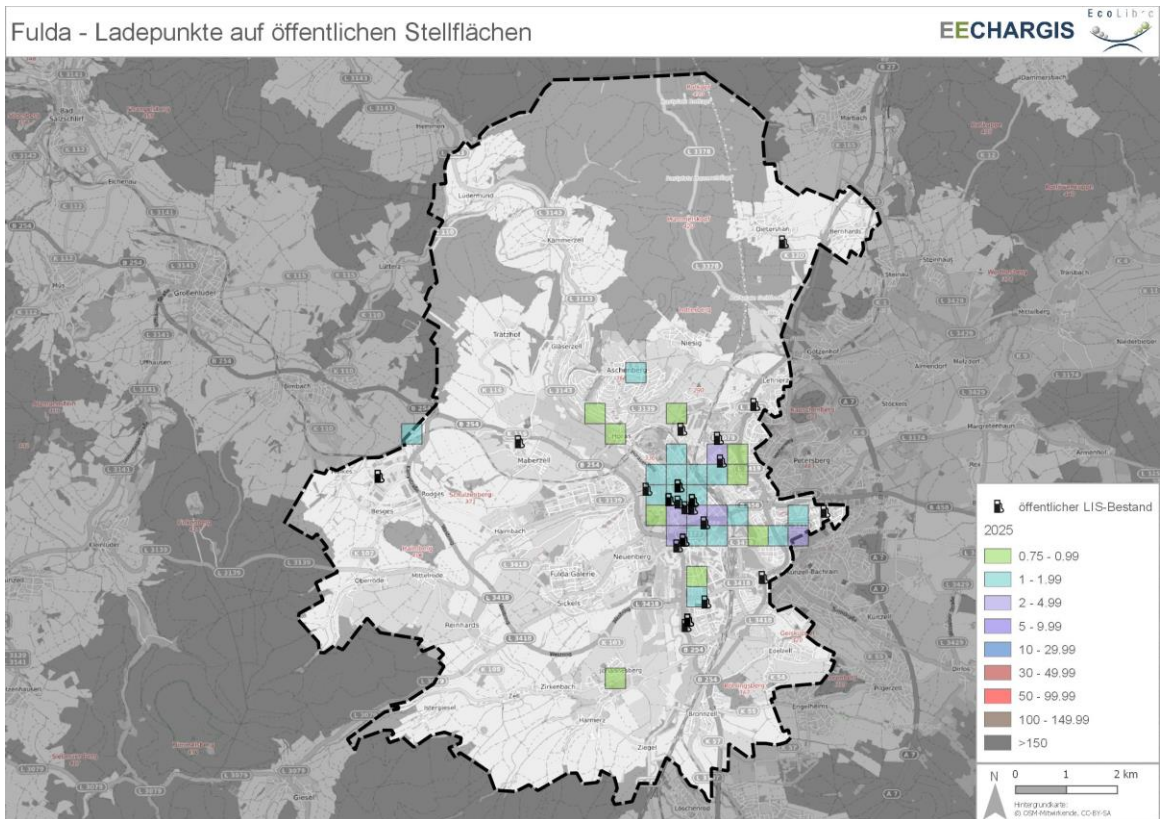


Abb. 69: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2025 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)

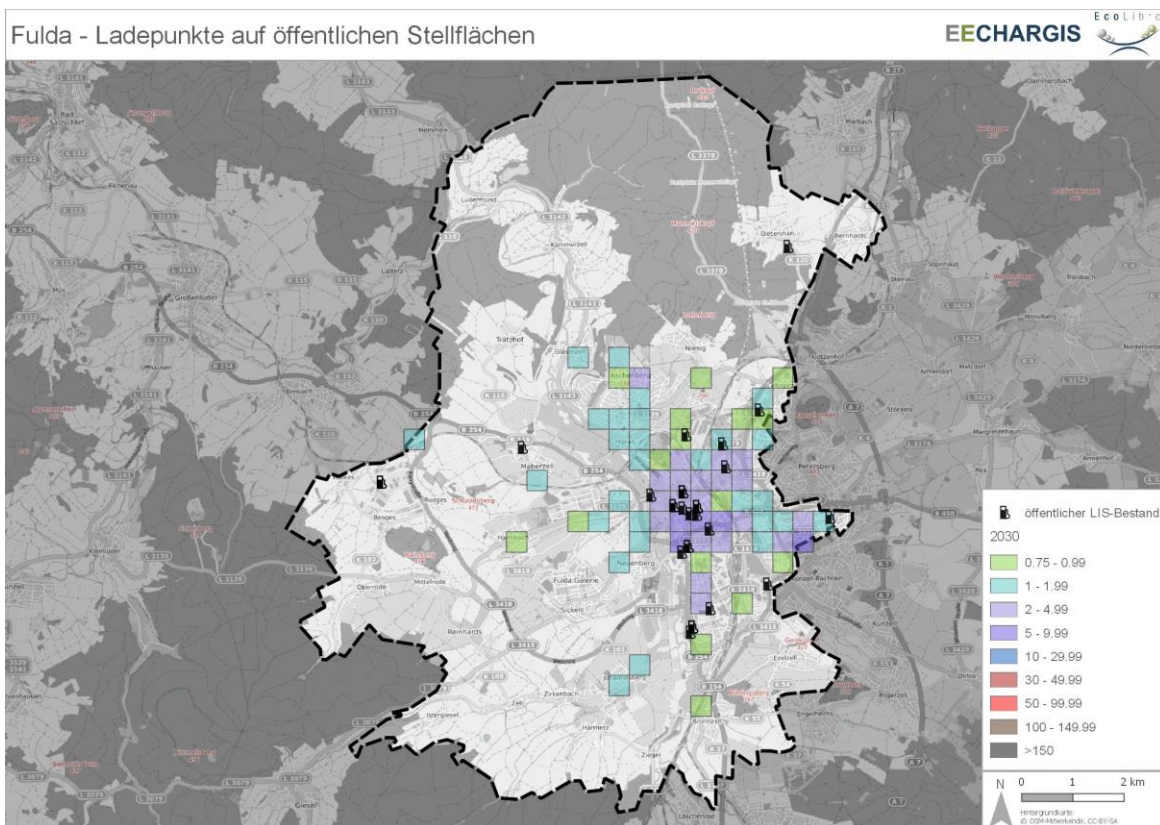


Abb. 70: Prognostizierte Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen 2030 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)

Fulda - Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen

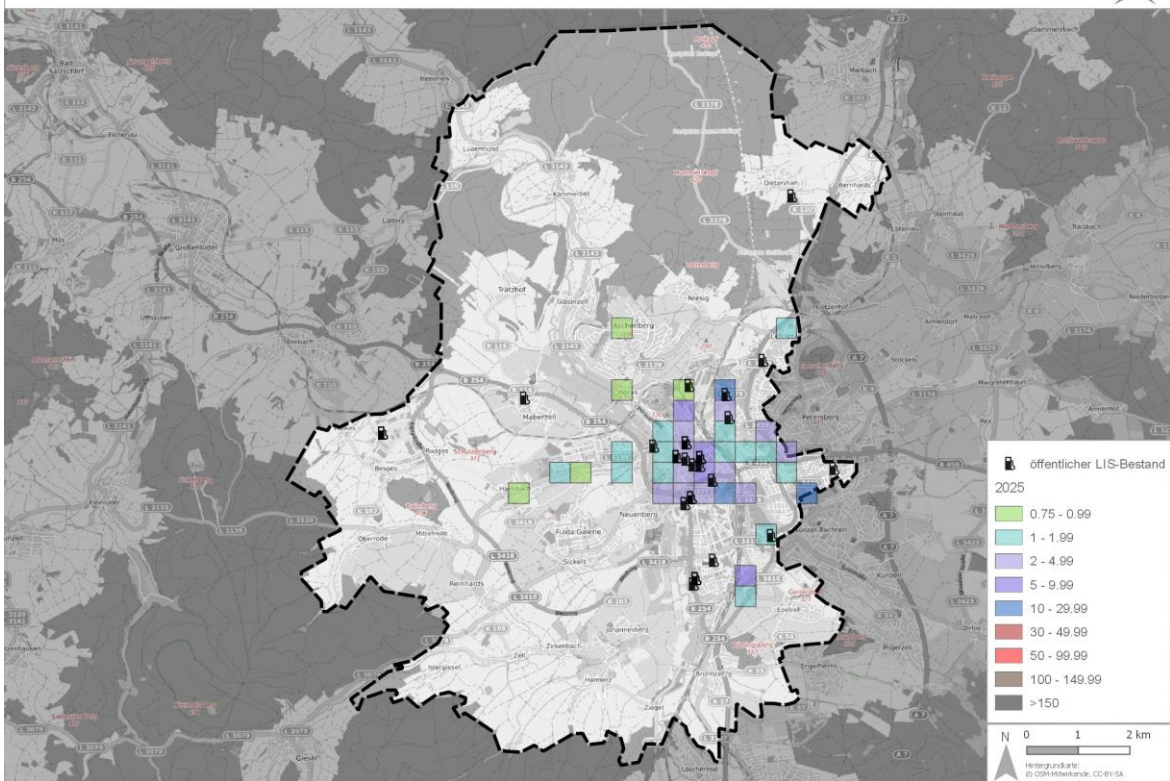


Abb. 71: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2025 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)

Fulda - Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen

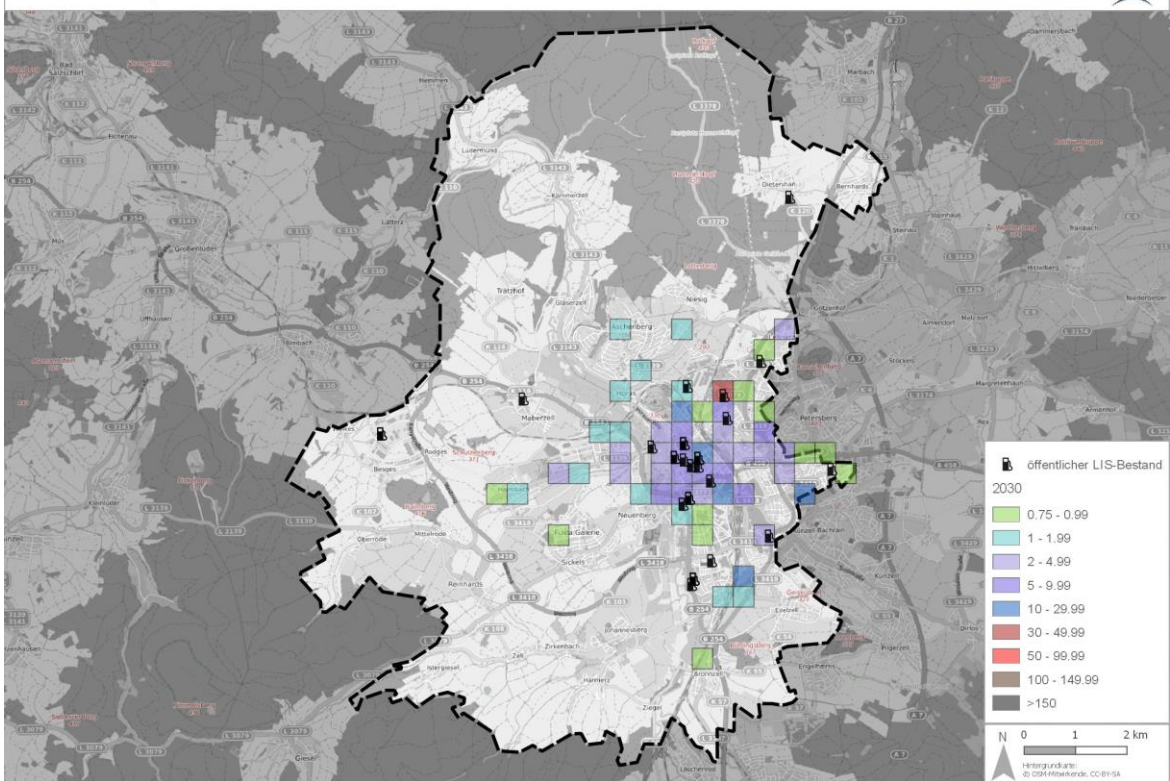


Abb. 72: Prognostizierte Ladepunkte auf halböffentlichen Stellflächen 2030 (mit aktuellem Ladeinfrastrukturbestand)

6.5 Potenziale zur Reduzierung der Ladepunkte im öffentlichen Raum

Wie zuvor dargestellt, wird für den Zeitraum nach dem Jahr 2025 der Bedarf für öffentliche Ladeinfrastruktur weiter anwachsen. Die damit verbundenen Herausforderungen wurden bereits mehrfach angeführt, weshalb, wie nachfolgend dargestellt, alternative Angebote geschaffen werden sollten.

6.5.1 Aufbau von DC-Ladern (Use-Case 4 und 5)

Insbesondere das High-Power-Charging (HPC) kann, bei attraktiven Ladekosten, den Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur reduzieren. Spätestens mit dem Aufbau des Deutschlandnetzes mit 900 stadtnahen DC-Lade-Hubs (Use-Case 4, vgl. Kapitel 2.3.3) und 100 DC-Lade-Hubs an Fernstraßenachsen (Use-Case 5, vgl. Kapitel 2.3.4) wird die Zahl an DC-Ladepunkten um ca. 8.800³⁶ weitere Ladepunkte deutlich anwachsen. Hinzu kommt, dass im Rahmen des Deutschlandnetzes mit einer geplanten „atmenden“ Preisobergrenze von aktuell 44 Cent pro kWh, auch neue Maßstäbe in Bezug auf die Ladekosten gesetzt werden sollen.³⁷

Im Rahmen der Prognoseberechnung werden die Substitutionseffekte der HPC Schnellladehubs des Deutschlandnetzes simuliert. Hierbei werden Ladevorgänge, die in der Bedarfsanalyse ermittelt wurden und für den Ladeinfrastrukturbedarf (Ladepunkte) im AC-Bereich prognostiziert wurden, vom Schnellladepunkt „aufgesaugt“, wodurch sich der Bedarf für Ladepunkte im AC-Bereich reduziert.

Als Grundlage für die Simulation werden in einem ersten Schritt Standorte/Parkflächen gewählt, die gewisse Kriterien für einen Schnellladehub erfüllen. Wichtige Kriterien hierbei sind:

- die Nähe zu Autobahnauf- und abfahrten bzw. entlang wichtiger Bundesstraßen
- ein ausreichend großer (öffentlich zugänglicher) Parkplatz, möglichst mit sanitären Einrichtungen
- die Nähe zu Verpflegungs- und Einkaufsmöglichkeiten
- Vorhandensein einer ausreichenden Netzanschlusskapazität

Ausgehend von diesen Standorten werden Einzugsgebiete definiert, in denen die Substitution erfolgt. Das Einzugsgebiet wird durch die Bereitschaft bestimmt wie weit ein/e FahrerIn bereit ist zu einem Schnellladepunkt zu fahren. In dem Einzugsgebiet werden im Rahmen der Simulation so viele Ladevorgänge aufgenommen, bis die Gesamtaufnahmekapazität des Schnellladers erschöpft ist.

³⁶ https://nationale-leitstelle.de/wp-content/uploads/2021/08/praesentation_zur_vorinformation.pdf

³⁷ „Deutschlandnetz: Scheuer stellt 1.000 Standorte für Schnellladesäulen und Preismodell vor“ bei BMVI-Online, 08/2021, <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/087-scheuer-1000-standorte-schnellladesaeulen-preismodell.html>

Die Gesamtaufnahmekapazität des Schnelladers wird bestimmt durch die max. Leistung am Standort, die sich wiederum aus der Zahl der Ladepunkte und deren maximaler Leistung ergibt.

Bei der Aufnahme werden zunächst als Grundlast Ladevorgänge aus dem, fließenden Verkehr prognostiziert. Diese ergeben sich aus der durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in beide Fahrrichtungen am Standort, dem Anteil von Elektrofahrzeugen im jeweiligen Jahr und davon dem Anteil von Fahrzeugen mit Ladebedarf. Darüber hinaus wird für diese Gruppe von Nutzenden, den sogenannten Durchreisenden, ein Ladeprofil und eine durchschnittliche Lademenge definiert. Beim Ladeprofil wird davon ausgegangen, dass sich der Ladebedarf für diese Gruppe über den gesamten Tag und die Nacht verteilt.

Da davon ausgegangen werden kann, dass die Ladevorgänge am Schnelllader nicht gleichverteilt über den Tag erfolgen, wird je Herkunftsart (Haushalt, Unternehmen, POI) ein individuelles Nutzungsprofil hinterlegt. Ohne Nutzungsprofil würde eine gleichmäßige Auslastung des Schnellladers erfolgen, wodurch bei der Simulation mehr Ladevorgänge als in der Realität aufgenommen würden, so z.B. nachts, wo der Schnelllader in der Realität kaum ausgelastet sein wird.

Bei Ladevorgängen, die von Fahrzeugen von Haushalten und Unternehmen (PendlerInnen) stammen, wird davon ausgegangen, dass diese vorrangig zu den Pendlerzeiten am Morgen und Abend erfolgen, die von Besuchern (POI) eher über den Tag verteilt. Mit Blick auf die Nacht werden nur Ladevorgänge von Durchreisenden erwartet.

Alle dargestellten Werte können einzeln parametrisiert werden.

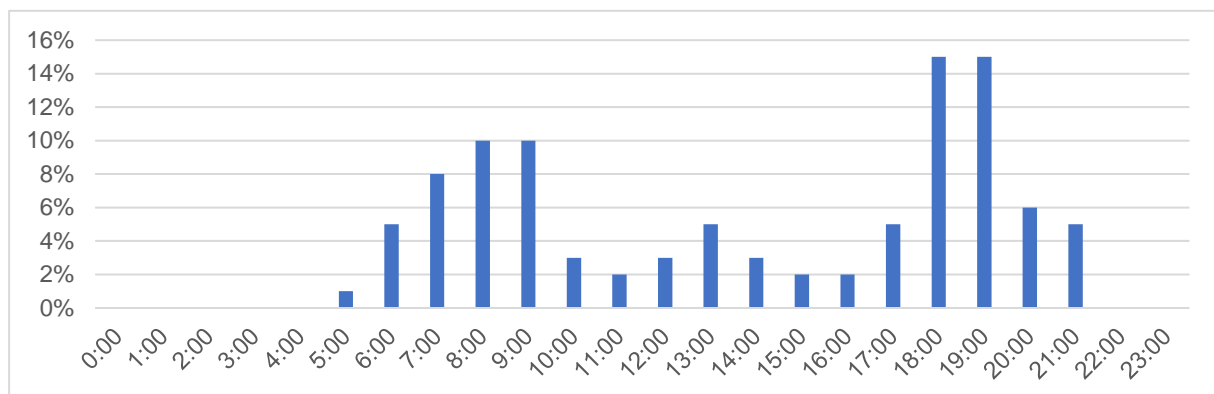


Abb. 73: Nutzungsfrequenz Schnelllader (Herkunft Wohnort)

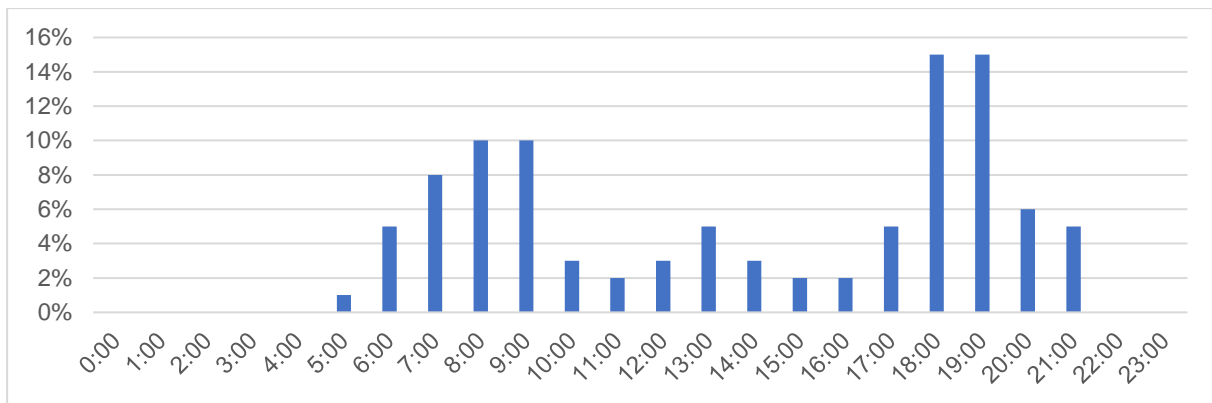


Abb. 74: Nutzungsfrequenz Schnelllader (Herkunft Gewerbe)

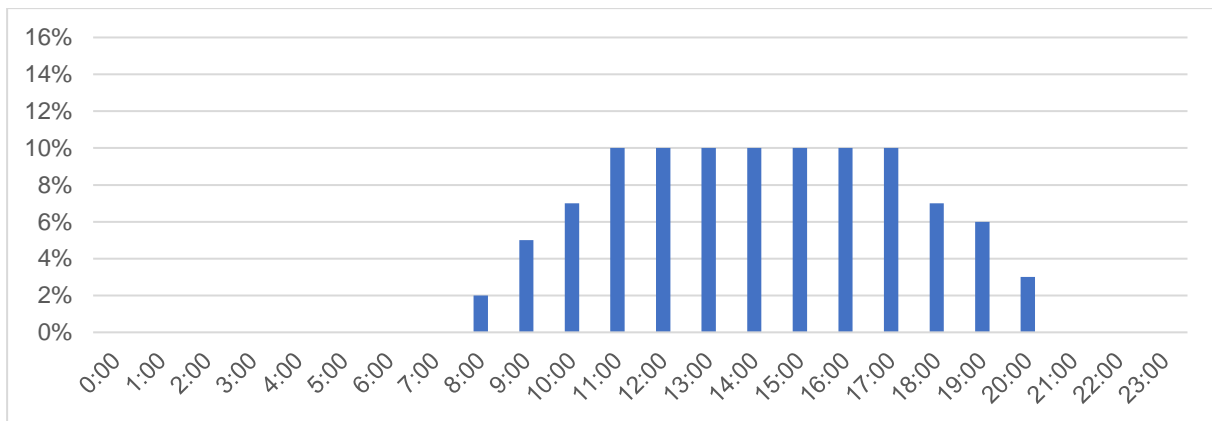


Abb. 75: Nutzungsfrequenz Schnelllader (Herkunft POI)

Während der Simulationsberechnung werden zunächst alle Ladevorgänge aufgenommen, für die in der Bedarfsanalyse keine Ladepunkte zugeordnet werden konnten (Kategorie unbekannt). Es folgen bis zum Erreichen der Gesamtaufnahmekapazität nacheinander, Ladevorgänge bei öffentlichen Ladepunkten, Ladevorgänge bei halböffentlichen Ladepunkten, Ladevorgänge bei Ladepunkten von Unternehmen und sofern noch möglich Ladevorgänge bei privaten Ladepunkten. Für die jeweilige Gruppe werden Nutzungswahrscheinlichkeiten definiert. So wird z.B. davon ausgegangen, dass Ladevorgänge von öffentlichen Ladepunkten mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % an einen Schnellladeort verlagert werden, bei Ladevorgängen bei privaten Ladepunkten liegt die Wahrscheinlichkeit hingegen unter 10 %.

Als Standort im vorliegenden Projekt, stellt der Parkplatz an der Petersberger Str. 76 im südlichen Bereich des Deutschlandnetz-Suchraumes (vgl. Abb. 76), an der Kreuzung von der B27 und B485, einen möglichen Standort dar, der die o.a. Kriterien erfüllt.



Abb. 76: Position des Deutschlandnetz-Suchraumes (ID 54604, 12 Ladepunkte) in Fulda und möglicher DC-Standort (Einzugsgebiet 7 km)

Um den Substitutionseffekt darzustellen, wurden für diesen theoretischen DC-Standort folgende Parameter festgelegt:

- | | |
|--------------------------------|----------|
| (1) Einzugsgebiet: | 7 km |
| (2) Leistung je Ladepunkt: | 200 kW |
| (3) Anzahl der Ladepunkte: | 12 |
| (4) Max. Leistung am Standort: | 2.400 kW |

Da Fulda als Oberzentrum mit Sonderstatus in einem rural geprägten Landkreis und kleinstädtischen Nachbargemeinden gelegen ist, wurde hier ein Einzugsgebiet (1) für den DC-Lader von mind. sieben Kilometern, welcher somit auch den gesamten Innenstadtbereich einnimmt, angenommen (vgl. Abb. 76 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Für die Stadt Fulda ist im Rahmen des Deutschlandnetzes ein Schnellladehub mit 12 DC-Ladepunkten (3) mit jeweils 200 kW Leistung (2) und somit mit einer Gesamtleistung von 2.400 kW (4) vorgesehen (vgl. Abb. 76 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Zur Ermittlung des Ladebedarfs von Durchreisenden, wurden die Verkehrsflussdaten in unmittelbarer Nähe des möglichen Standortes ausgewertet (vgl. Abb. 87 links). Die Auswertung dieser Daten ergab eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (Anzahl Fahrzeuge) in Fahrt- und Gegenfahrtrichtung an diesem Standort von 22.440 Fahrzeugen/Tag. Bei einem prognostizierten Anteil von 30,3 % E-Fahrzeugen für das Berechnungsjahr 2030 (bezogen auf den Gesamtbestand) und einem angenommenen

Ladebedarf bei 1 % der Fahrzeuge, ergeben sich 68 Ladevorgänge/Tag an diesem Standort. Für diese Ladevorgänge wurde eine durchschnittliche Lademenge von 30 kW je Ladevorgang angenommen.

Die Ergebnisse der DC-Substitutionsberechnung, bei der Zugrundelegung der o.a. Parameter, sind in Tabelle 8 dargestellt. Hier wurden für den öffentlichen Bereich elf Ladepunkte für das Berechnungsjahr 2025 und 54 Ladepunkte für 2030 prognostiziert. Somit ergibt sich eine prognostizierte Reduzierung des öffentlichen Ladepunktebedarfs von 76 % (2025) sowie 64 % (2030). Der Substitutionseffekt für die einzelnen Berechnungsjahre ist ebenfalls in den Abbildungen Abb. 77 bis Abb. 80 graphisch anhand der LIS-Zellen dargestellt.

Tab. 7: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp ohne DC-Substitution

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.964	204	138	46	38
2030	6.152	420	271	151	105

Tab. 8: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp mit DC- Substitution

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.786	186	36	11	28
2030	5.963	373	80	54	79

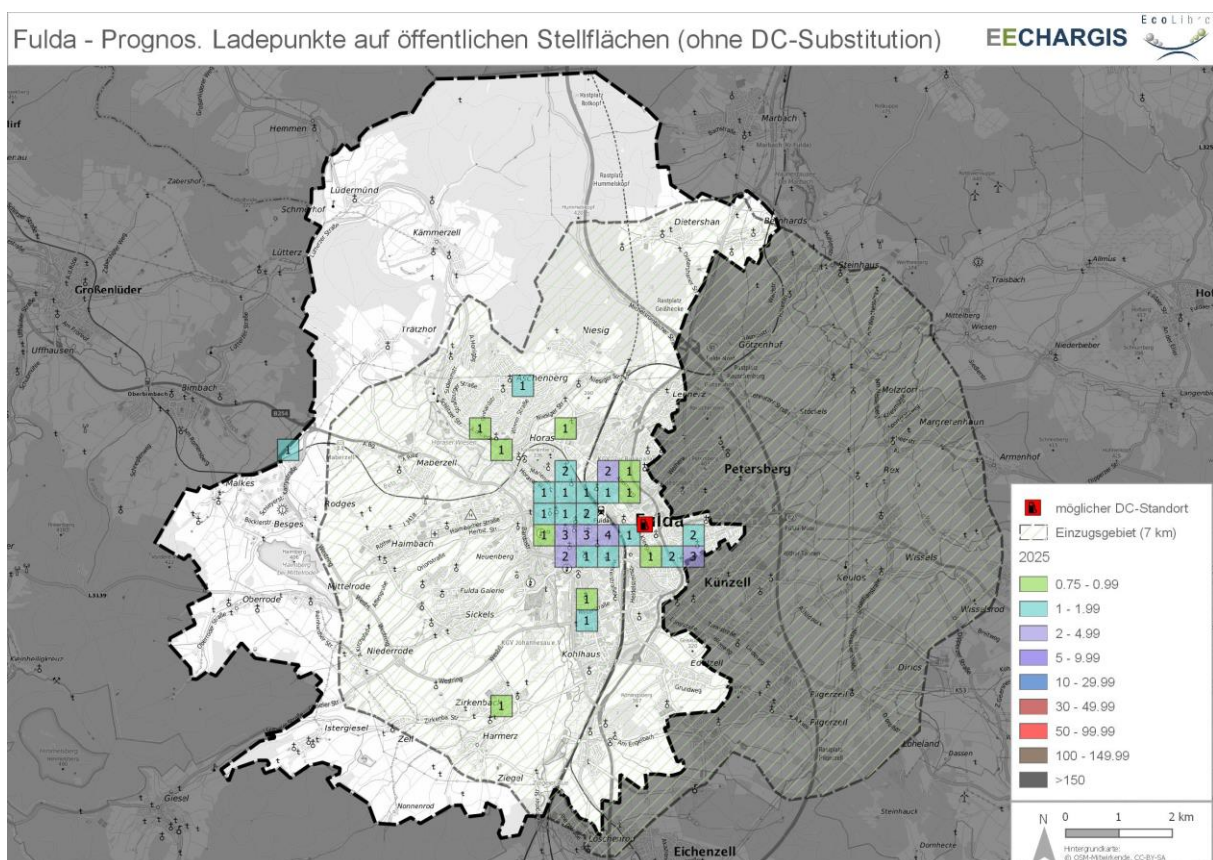


Abb. 77: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 ohne DC-Substitution



Abb. 78: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 mit DC-Substitution

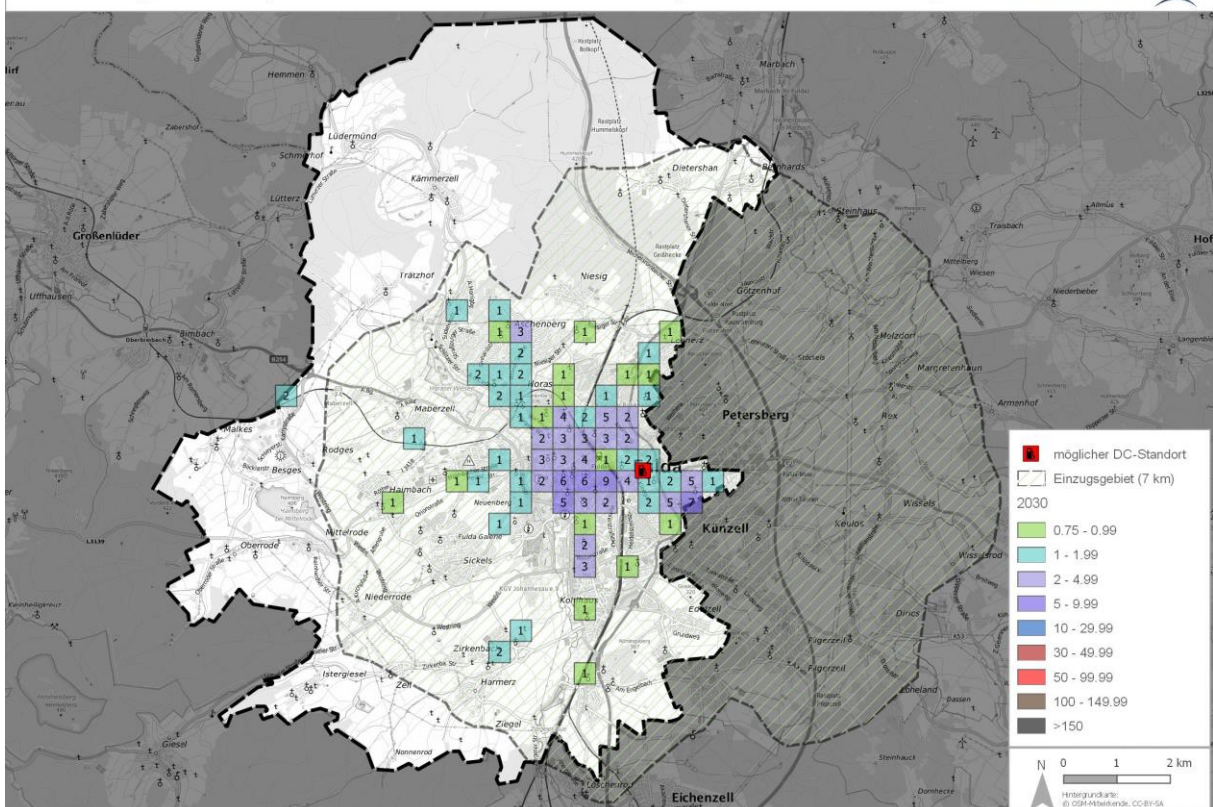


Abb. 79: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 ohne DC-Substitution

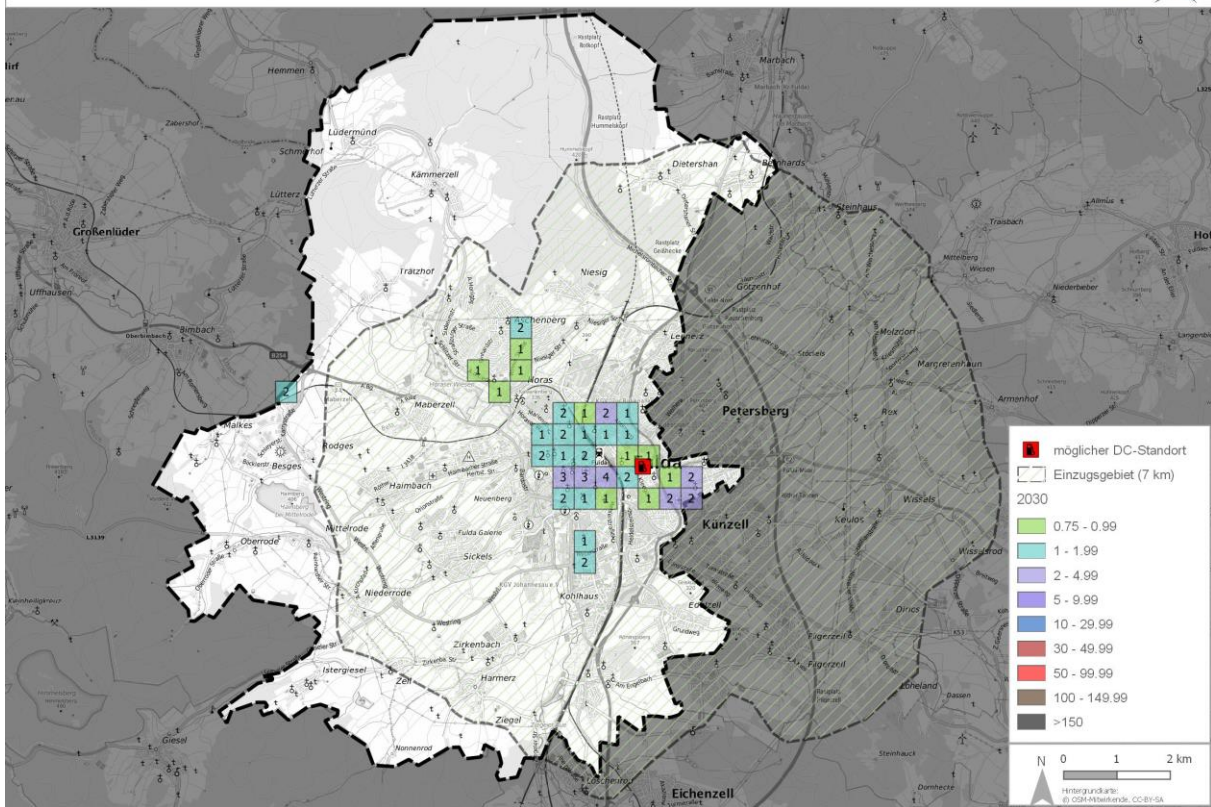


Abb. 80: Prognostizierte öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 mit DC-Substitution

6.5.2 Ladeparks auf bestehenden Parkflächen in urbanen Zentren (Use-Case 5)

Da sich der Bedarf insbesondere in den verdichteten Quartieren der Stadt entwickelt, in denen auch heute schon hoher Parkdruck und Straßenrandparken ausgeprägt sind, können Ladeparks für Nachtlader auf halböffentlichen Parkflächen, in Parkhäusern³⁸ oder auf Stellflächen von Unternehmen eine wirtschaftlich sinnvolle Variante darstellen. Mit einer detaillierten Betrachtung auf Ebene der Park- und Stellflächen sollen gezielt halböffentliche Parkflächen und Stellplätze von Unternehmen identifiziert werden, die ein Co-Nutzungspotenzial der Ladeinfrastruktur durch Privathaushalte ohne eigenen Stellplatz haben. Hier können Ladeparks (z.B. Allego Charging-Plaza³⁹) entstehen, die entweder auf schon bestehender Ladeinfrastruktur aufbauen (z.B. Flächen von Unternehmen mit Ladeinfrastruktur für die Beschäftigten) oder in Analogie zu Quartiersgaragen⁴⁰ gezielt für diese Zielgruppe implementiert werden. Insbesondere

³⁸ „Niederlande wollen Ladeinfrastruktur in Parkhäusern massiv ausbauen“ in Elektroauto-News.net 09/2021, <https://www.elektroauto-news.net/2021/niederlande-ladeinfrastruktur-parkhaeuser-massiv-ausbauen>

³⁹ Info zu Charging-Plaza: <https://www.arnhemcentrum.com/nieuws/--Charging-Plaza---op-parkeerplaats-Trans>
<https://ww5.cityofpasadena.net/water-and-power/marengochargingplaza/>

⁴⁰ Info zu Quartierparkhäusern: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/wohnen/wohnungsbau/download/quartiersgaragen/Quartiersgaragenstudie_Broschuere.pdf

https://intelligentmobil.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Projekt-Regionen/Berlin-Brandenburg/2021_03_02_Rueckschau_Beratungsworkshop_Quartiersgaragen.pdf

https://difu.de/sites/difu.de/files/bericht_difu_parkhaeuser_0.pdf

für Parkflächen von Unternehmen, die nachts i.d.R. leer stehen, kann dies äußerst attraktiv sein, da so zusätzliche Umsätze mit der für Beschäftigte eingerichteten Ladeinfrastruktur erwirtschaftet werden können.

Im späteren Hochlauf der Elektromobilität sollte die Fortentwicklung des autonomen Fahrens berücksichtigt werden. Sobald Fahrzeuge autonom mit niedriger Geschwindigkeit in einem begrenzten und bekannten Umfeld fahren und parken können, gewinnen solche Konzepte an Bedeutung, da derartige Flächen auch unabhängig von der Nähe zum Wohnort eingerichtet werden können.

Prinzip „Nachtladen“ von Elektrofahrzeugen bei Haushalten ohne eigenen Stellplatz

Nachfolgend wird dargestellt, inwieweit der Bedarf für öffentliche Ladeinfrastruktur reduziert werden kann, wenn Parkflächen im halböffentlichen Raum und von Unternehmen für Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen bei Haushalten ohne eigenen Stellplatz geöffnet werden. Hierbei wurde simuliert, wie hoch das Potenzial zur Reduzierung von Ladepunkten im öffentlichen Raum bei einer Nutzung von 100 % der verfügbaren Parkflächen im halböffentlichen Raum und von Unternehmen für das „Nachtladen“ von Elektrofahrzeugen bei Haushalten ohne eigenen Stellplatz in den Jahren 2025 und 2030 ist. Grundvoraussetzung für einen ausgeprägten Substitutionseffekt ist hierbei die räumliche Nähe von halböffentlichen bzw. Unternehmensparkflächen zu Haushalten ohne eigenen Stellplatz.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass diese Prognose auf den Ergebnissen der DC-Substitutionsberechnung durchgeführt wurde. Begründung hierfür ist, dass die erste Phase der vom Bund ausgeschriebenen Errichtung und Betriebes eines deutschlandweiten öffentlichen Schnellladenetzes (das Deutschlandnetz; vgl. Kapitel 6.5.1) bereits abgeschlossen ist und eine Prüfung und Wertung der Teilnahmeanträge stattfindet. Demnach ist eine Inbetriebnahme der DC-Lade-Hubs in den nächsten Jahren als realistisch anzusehen, wohingegen die Konzeptentwicklung und Umsetzung des Modells „Nachtladen“ kurz- bis mittelfristig nicht realisierbar sein wird.

Bei einer Nutzung von 100 % der verfügbaren Parkflächen im halböffentlichen Raum und von Unternehmen kann der durch die DC-Substitution schon stark reduzierte Bedarf von Ladepunkten im öffentlichen Raum (um rd. 2 %, vgl. Kapitel 6.5.1) weiterhin um 0,5 % (bezogen auf den Anteil am Gesamtbedarf) reduziert werden. Diese Abnahme bedeutet eine weitere mehr als Halbierung des prognostizierten öffentlichen Ladebedarfs (vgl. Tab. 9 & 10). Die Auswirkungen des „Nachtladen“ zeigen sich deutlich im gesamten Stadtgebiet, da Fulda eine homogene Verteilung von halböffentlichen und Unternehmensparkflächen aufweist, wo der Effekt greifen kann. Ein weiterer Effekt des „Nachtladen“ ist, dass es zu einer Abnahme (um rd. 10 %) der PKW an Haushalten gibt, die keiner Parkfläche zugeordnet werden konnten (Unbekannte; vgl. Abb. 81 bis Abb. 86; für nähere Erläuterung vgl. Kapitel 3.5.1).

Tab. 9: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp mit DC-Substitution und Nachtladen 0 %

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.786	186	36	11	28
2030	5.963	373	80	54	79

Tab. 10: Prognostizierter Bedarf für Ladepunkte (absolut) nach Parktyp mit DC-Substitution und Nachtladen 100 %

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.752	193	47	4	22
2030	5.907	400	112	21	46

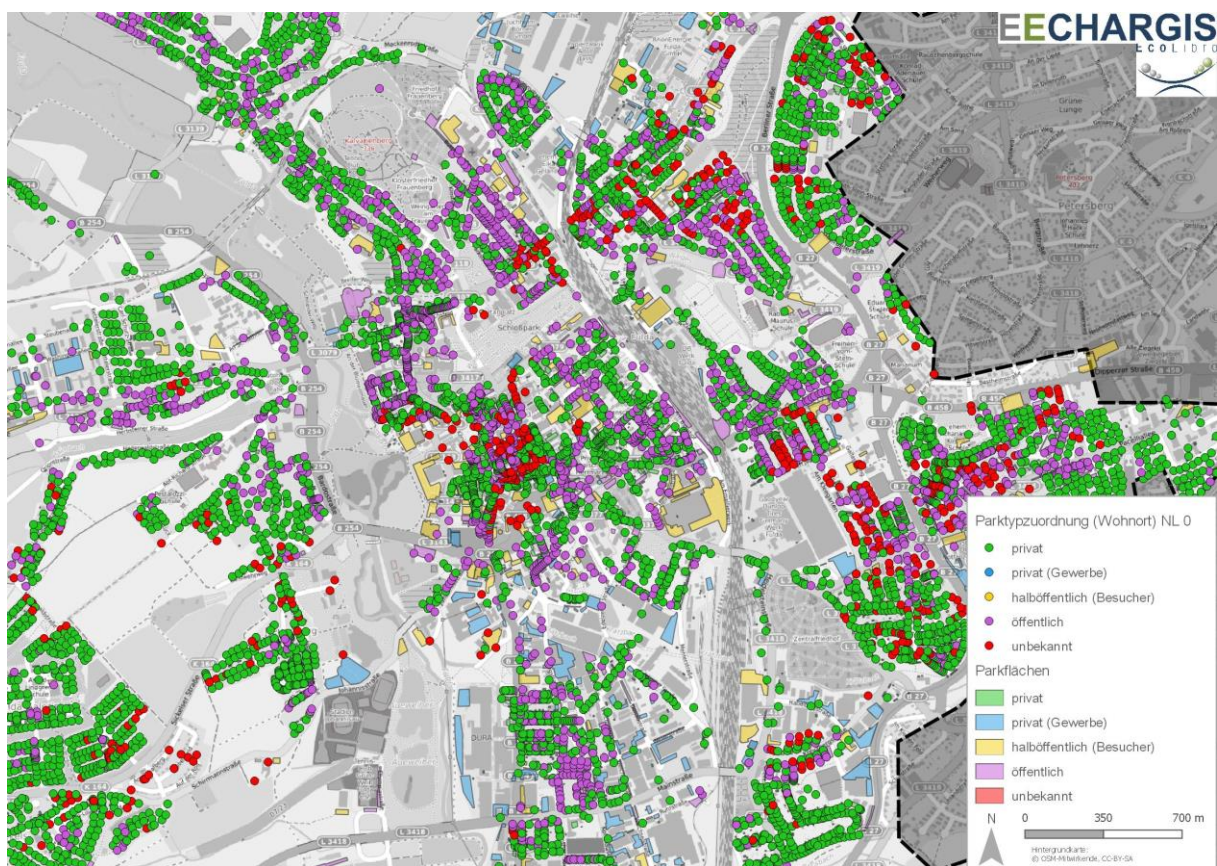


Abb. 81: Parktypzuordnung der PKW an Haushalten ohne „Nachtladen“ (Unbekannte: rot)

ei

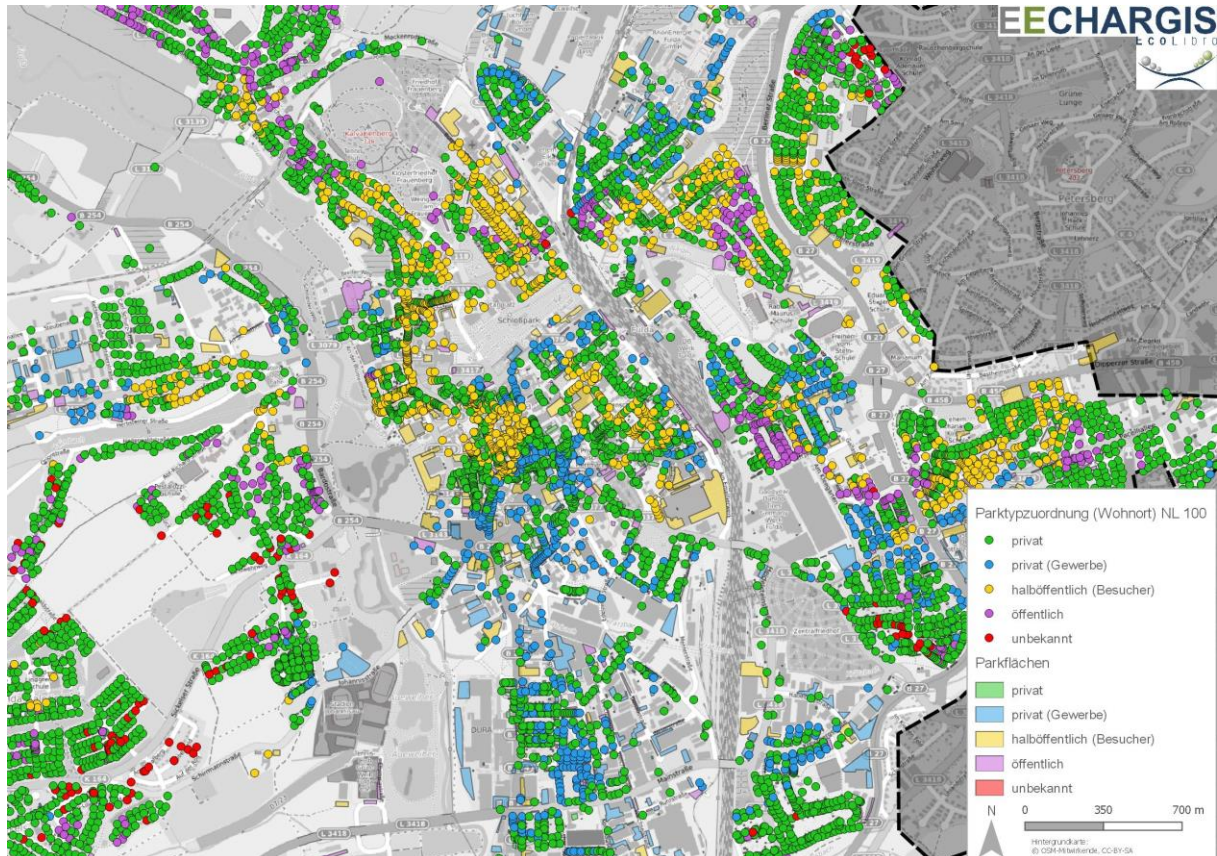


Abb. 82: Parktypzuordnung der PKW an Haushalten mit „Nachladen“ 100 % (Unbekannte: rot)

Fulda - Prognostiziert Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen



Abb. 83: Prognost. öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 ohne Nachtladen (0 %; inkl. DC-Substitution)

Fulda - Prognostiziert Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen (Nachtladen 100%)



Abb. 84: Prognost. öffentliche Ladepunkte im Jahr 2025 mit Nachtladen (100 %; inkl. DC-Substitution)

Fulda - Prognostiziert Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen

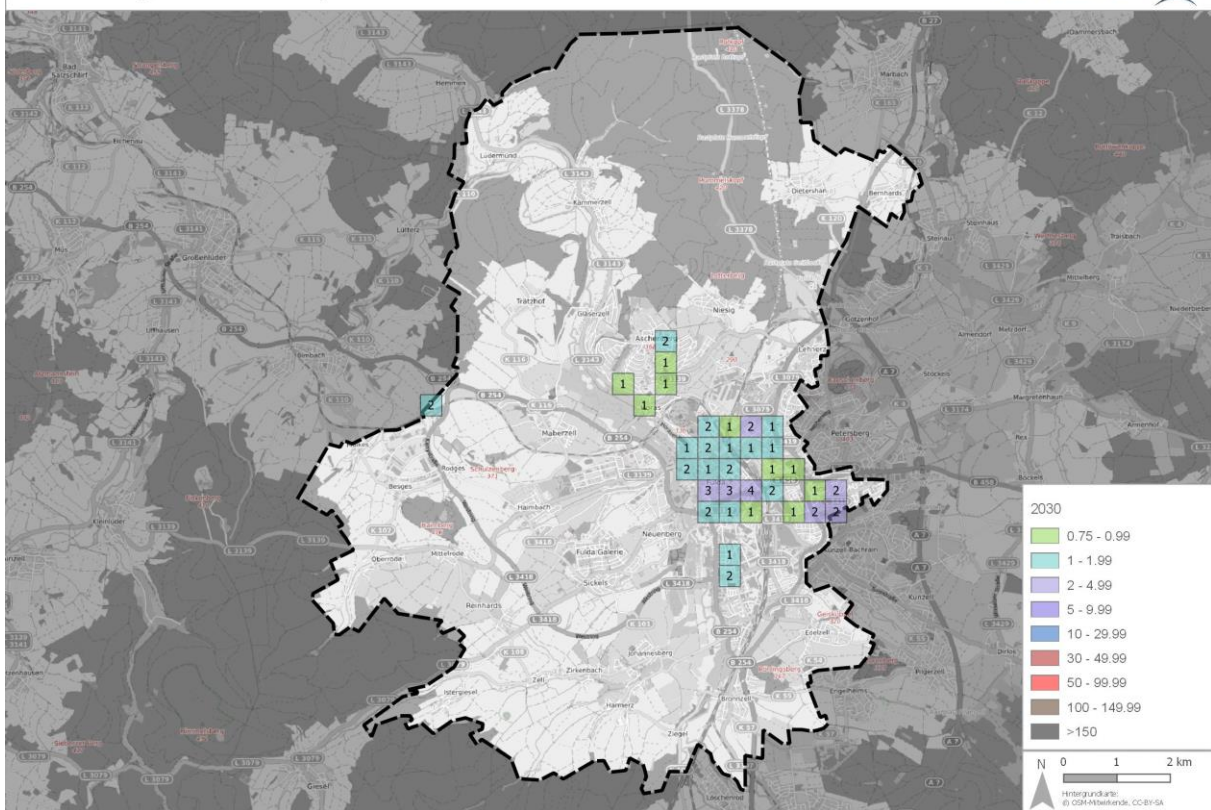


Abb. 85: Prognost. öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 ohne Nachtladen (0%; inkl. DC-Substitution)

Fulda - Prognostiziert Ladepunkte auf öffentlichen Stellflächen (Nachtladen 100%)



Abb. 86: Öffentliche Ladepunkte im Jahr 2030 mit Nachtladen (100%)

Wie in der Analyse dargestellt kann allein durch eine DC-Substitution (ausgehend vom Deutschlandnetz) und dem Prinzip Nachladen (bei 100 % Öffnung der halböffentlichen und Unternehmensparkflächen) der öffentliche Anteil der prognostizierten Ladepunkte bereits im Jahr 2025 auf 0,2 % (bezogen auf den Gesamtanteil der Ladepunkte inkl. Unbekannter) verringert werden.

Demnach wäre Fulda bei einer Realisierung beider Konzepte und dem derzeitigen Bestand an öffentlicher Ladeinfrastruktur bereits heute weitestgehend abgedeckt. Beide Konzepte stellen eine gute Ergänzung bzw. Alternative zum Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur dar.

Weiterhin wird mit zunehmender Automatisierung der Fahrzeuge erwartet, dass bereits in der Frühphase des autonomen Fahrens Fahrzeuge selbstständig einen zuvor gebuchten Stellplatz mit induktiver Ladeinfrastruktur anfahren können (Stufe 4 des autonomen Fahrens). Mit der Etablierung dieser Technologie steigt das Potenzial zur Reduzierung des Bedarfs für Ladepunkte im öffentlichen Raum durch Ladeparks noch einmal deutlich. Dies rührt daher, dass in dieser Phase auch Infrastruktur genutzt werden kann, die in einer deutlich größeren räumlichen Entfernung außerhalb der Zentren z.B. in Gewerbegebieten liegt.

Berichtsteil C: Empirische Ergebnisse - Standortkonzept zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur

In Berichtsteil C des Konzeptes findet der Leser alle spezifischen Datengrundlagen, und die Berechnungsergebnisse Standortanalyse Ladeinfrastruktur (LIS) und die Handlungsempfehlungen für die Stadt Fulda.

7 Standortkonzept zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bedarfsanalyse wurde eine Umfeld- und Standortanalyse durchgeführt. Die Umfeld- und Standortanalyse dient der Entwicklung eines individuell angepassten Standortkonzeptes zum Aufbau von (halb)öffentlicher Ladeinfrastruktur. Hierbei werden neben der Entwicklung eines Standortbewertungsbogens Mikrostandorte identifiziert und in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber geprüft und angepasst. In einem letzten Schritt werden die final identifizierten 18 potenziellen Standorte für die Stadt Fulda dokumentiert, im GIS-System analytisch und graphisch aufbereitet und mit allen wichtigen Standortmerkmalen im Standortbewertungsbogen vermerkt. Dieses mehrstufige und mit Prüfschleifen abgesicherte Verfahren soll zum einen alle wichtigen Entscheidungsträger in den Prozess einbinden, transparent sein und schlussendlich eine Grundlage für den erfolgreichen Auf- und Ausbau (halb)öffentlicher Ladeinfrastruktur bilden.

7.1 Entwicklung des Standortbewertungsbogens

Der auf den Auftraggeber zugeschnittene Standortbewertungsbogen dient der Beurteilung von Standorten für (halb) öffentliche Ladeinfrastruktur und soll eine Grundlage schaffen zur Qualifikation für den konkreten Ausbau einer (halb)öffentlichen Ladeinfrastruktur. Auf Grundlage der durchgeführten Analysen zur Prognose des Bedarfs für Ladeinfrastruktur und den individuellen Wünschen der Stadt Fulda wurden die wichtigsten Standortkriterien erfasst, geprüft und in den Standortbewertungsbögen zusammengefasst. Diese enthalten die Adressdaten der Standorte mit den entsprechenden Tabellen der Potentiale (Zahl der Ladepunkte, Wirtschaftlichkeit und Infrastruktur), Karten der vorqualifizierten und potenziell geeigneten Standorte sowie einer (geographischen) Umfeldbeschreibung des jeweiligen Standortes. Letztere enthält Angaben zur Stellplatzsituation, eventuelle Auflagen bzw. Einschränkungen, infrastrukturelle Gegebenheiten und gibt Aussage über Art der geplanten Ladepunkte. Die finalisierten Bewertungsbögen werden mit den wichtigsten Daten der EEcharGIS-Analyse vorausgefüllt und als gesammeltes Dokument mit Übersichtskarten der Standorte übergeben.

7.2 Methodik zur Identifizierung und Berechnung von Mikrostandorten

Basierend auf den Ergebnissen der Ladeinfrastrukturanalyse in Fulda für die berechneten Jahre 2025 und 2030 sowie den aktuellen Verkehrsflussdaten (DTV) wurden in einer ersten Sichtprüfung die Bereiche mit den höchsten prognostizierten Bedarfen an Ladevorgängen für den öffentlichen und halböffentlichen Bereich identifiziert und markiert (siehe Abb. 87).

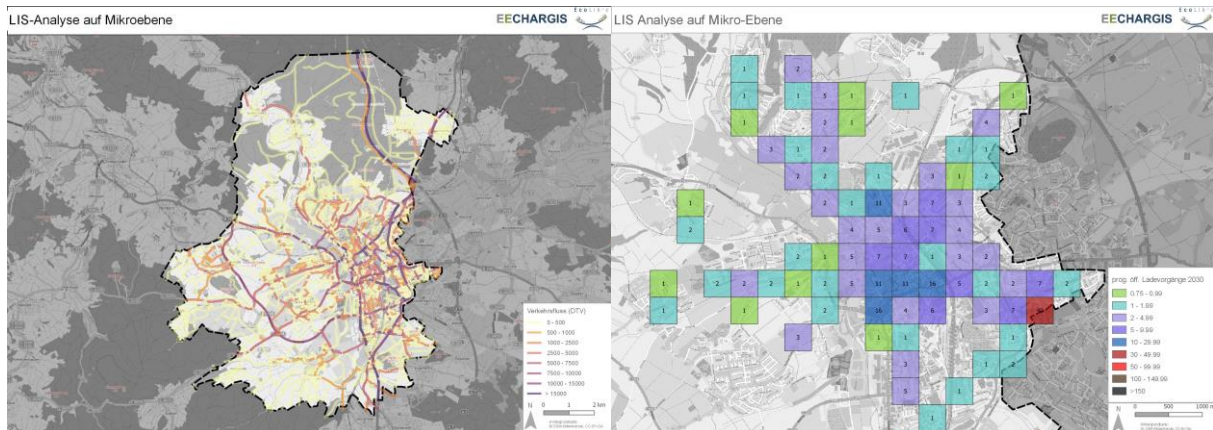


Abb. 87: Darstellung der Verkehrsflussdaten (links) und der Ergebnisse der LIS-Analyse.

Im weiteren Vorgehen wurden diese Bereiche im Detail betrachtet. Hierfür wurden zusätzlich zu den LIS-Zellen mit den Ladevorgängen die Parkflächen mit Rückverstandortung zur Betrachtung hinzugenommen (siehe Abb. 88 und Abb. 89).

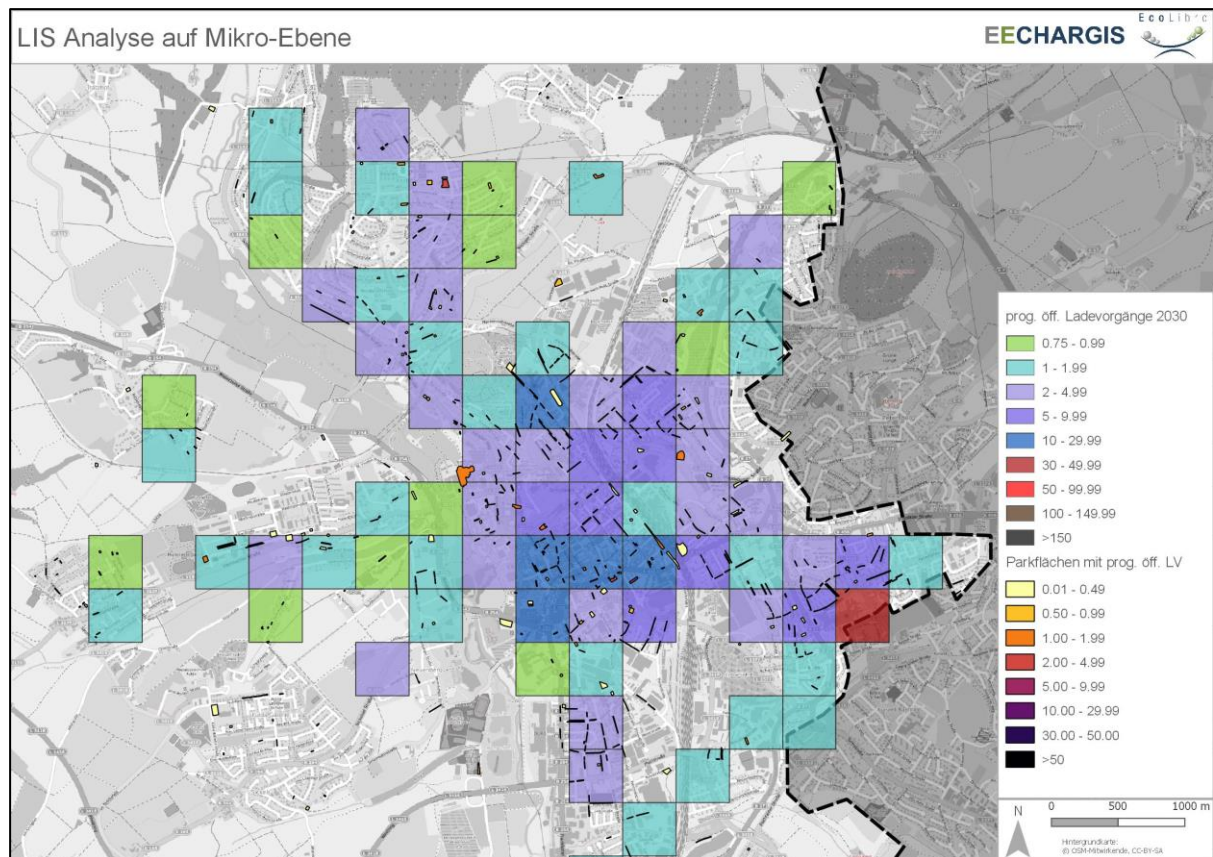


Abb. 88: Darstellung der Gebiete mit hohem LIS-Bedarf und der rückverstandorteten Parkflächen.

Die rückverstandorteten Parkflächen geben als Ergebnis der Ladeinfrastrukturanalyse Auskunft über die prognostizierten Bedarfe an Ladevorgängen (LV) für den entsprechenden Stellplatztyp (öffentlich, halböffentlich, privat Gewerbe, privat; vgl. Abb. 89).

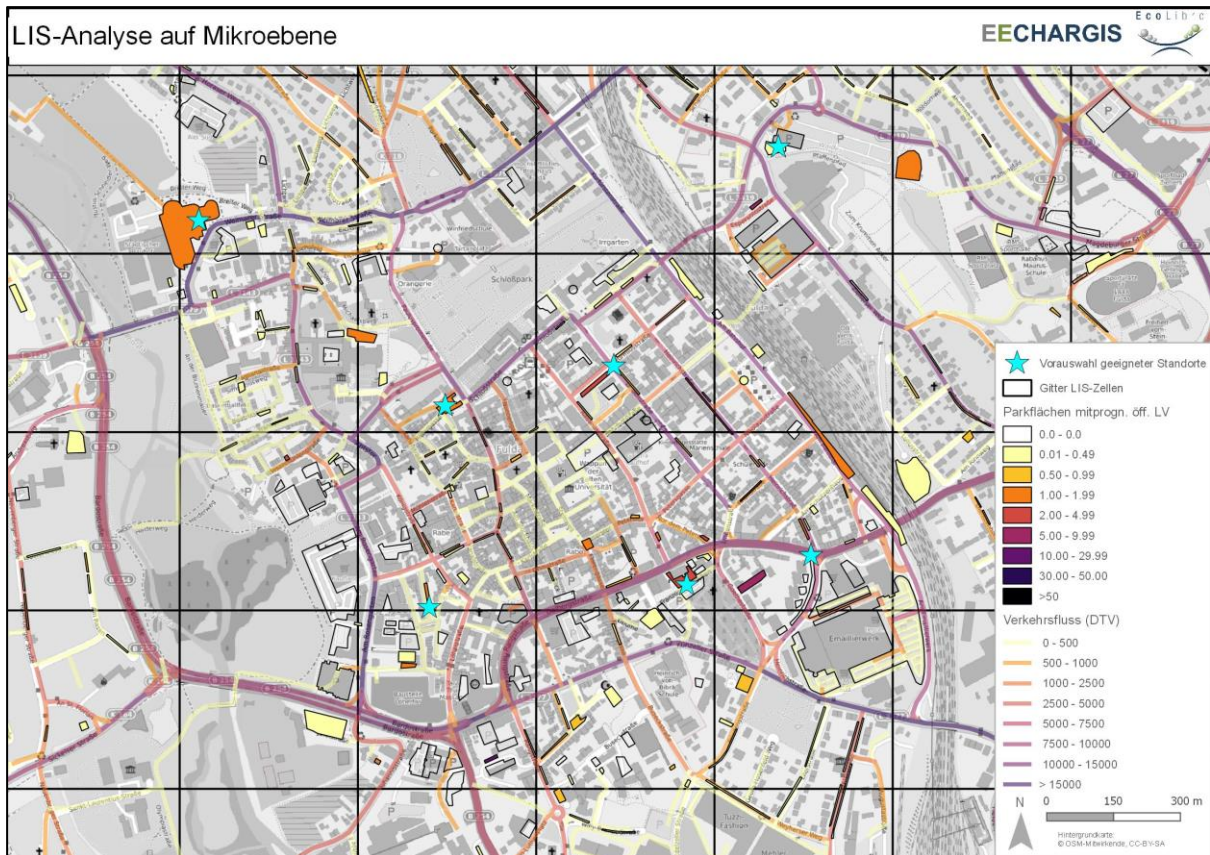


Abb. 89: Beispiel: Darstellung von Standorten als Grundlage für den Workshop

Auf Grundlage dessen wurden 26 potenziell geeignete Standorte für öffentliche (und halböffentliche) Ladepunkte identifiziert, vorqualifiziert sowie die Bedarfe für die Stellplatztypen berechnet. Für diese Berechnung wurden die Bedarfe in einem vorher festgelegten Bereich für die prognostizierten Jahre aufsummiert. Für Fulda wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber ein Bereich mit einem Radius von 100m festgelegt (siehe Abb. 90 & Abb. 91).

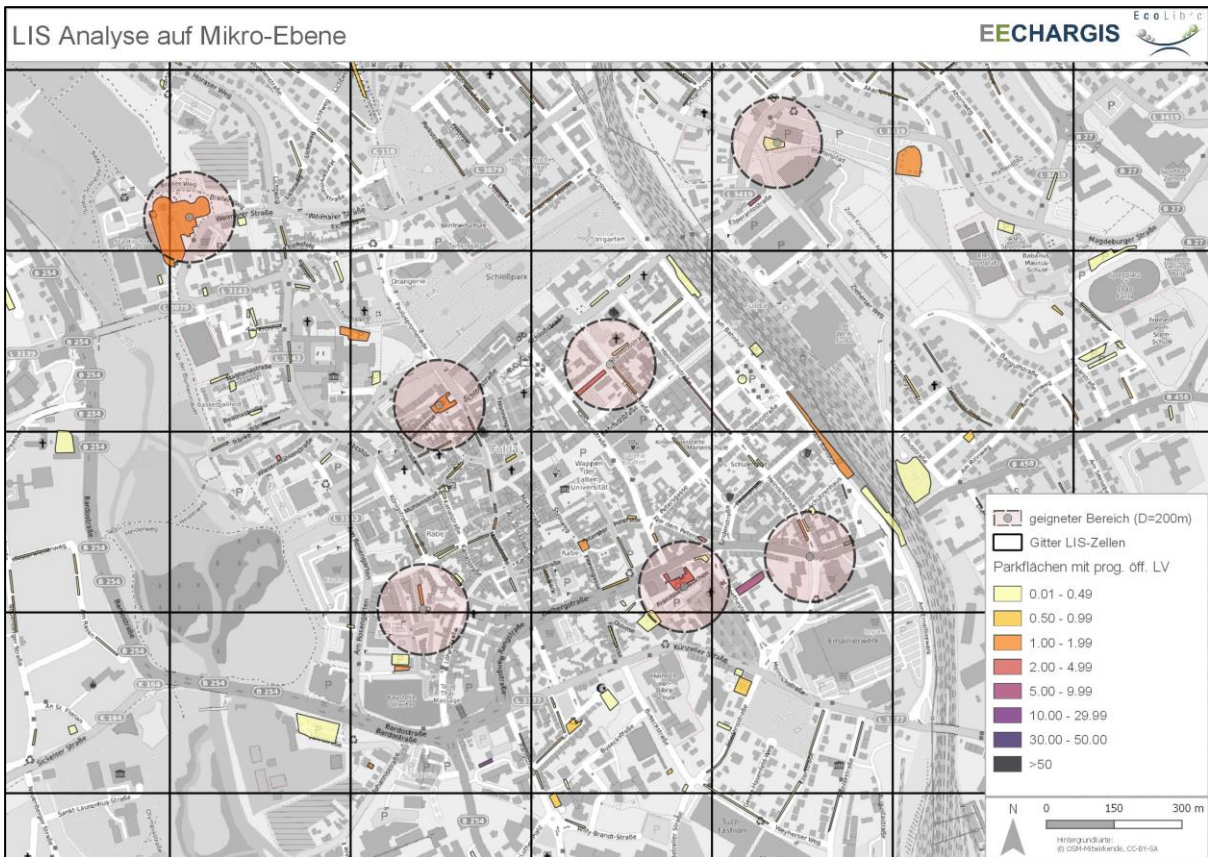


Abb. 90: Festlegung der gewünschten Bereiche für die potenziell geeigneten Standorte.

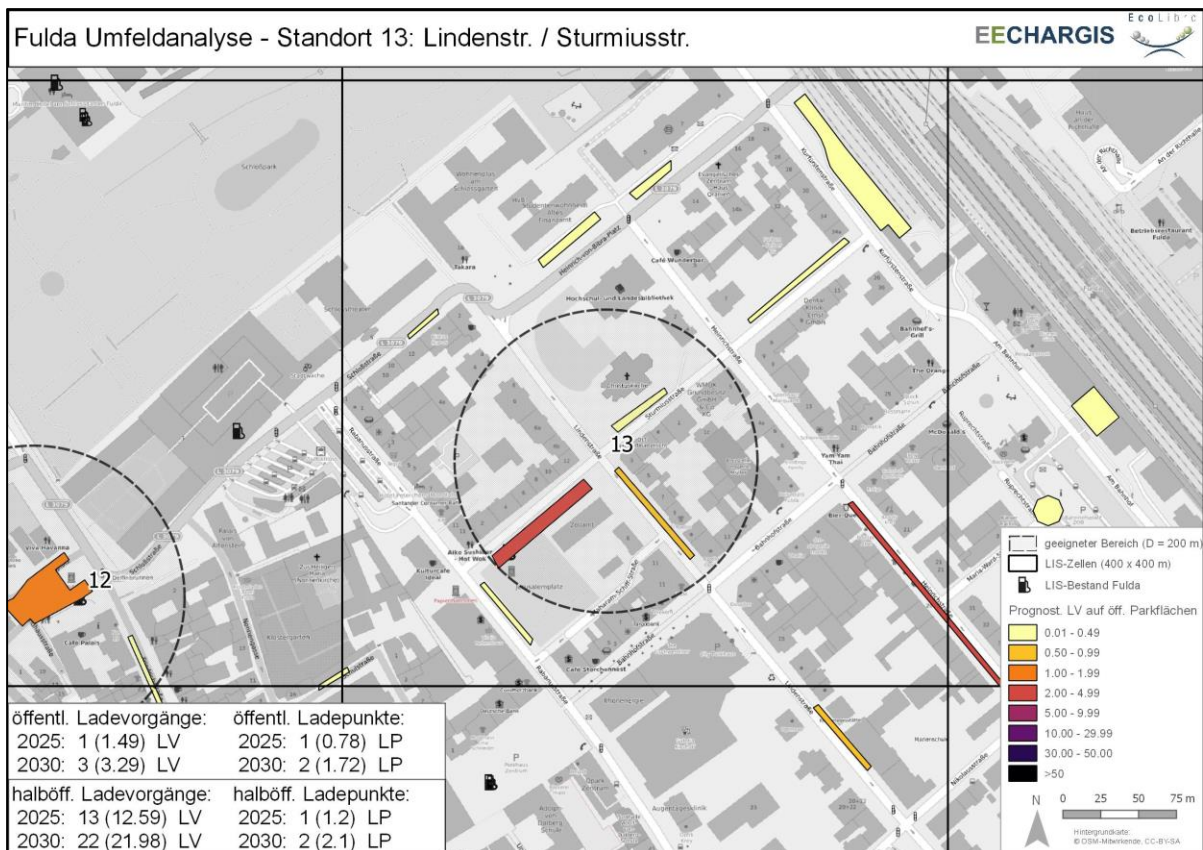


Abb. 91: Finalisierte Vorauswahl von LIS-Standorte mit den aufsummierten Bedarfen auf (halb)öffentlichen Parkflächen.

Die Ergebnisse für diese Bereiche um die potenziell geeigneten Standorte herum bilden die Grundlage für Informationsveranstaltungen, welche für die Fachbereiche der Verwaltung und sonstige durch den Auftraggeber definierten Akteure (z.B. Stadt- und Verkehrsplanung, Ordnungsamt, Denkmalschutz, Straßenverkehrsbehörde, Netzbetreiber u.a.) durchgeführt wurden. Hierbei wurden das Projekt, die Berechnung und das weitere Vorgehen vorgestellt sowie die Aufgaben des Auftraggebers und der weiteren Akteure erläutert. Im Anschluss wurden die Ergebnisse in einem mehrstündigen Standortworkshop zur Erstprüfung der Mikrostandorte unter Einbeziehung des Standortbewertungsbogens diskutiert. Ziel des Workshops war es die Standortvorschläge mit der Projektgruppe und den relevanten Akteuren (z.B. Netzbetreiber, Verkehrs-/Stadtplaner, Tiefbauamt, etc.) partizipativ abzustimmen und die Standortvorschläge zu validieren. Nachlaufend wurden die Ergebnisse des Standortworkshops in das GIS-System eingepflegt und die Attribute für die 18 final abgestimmten potenziell geeigneten Standorte neu berechnet und analysiert (siehe Abb. 92). Für diese Standortanalyse wurde eine Distanzmatrix (Einzugsgebiet des AC-Standortes) von 300 m Fußläufigkeit (Wert wurde im Parameter-Workshop festgelegt) um den finalen Standort herum erstellt und die prognostizierten Bedarfe für den (halb)öffentlichen Bereich aggregiert. In einem finalen Schritt wurden die Ergebnisse dieser Berechnung in die Standortbewertungsbögen eingetragen.

Die Darstellung der Einzugsbereiche der final festgelegten Standorte und der für die in Fulda bestehende öffentliche Ladeinfrastruktur sowie der prognostizierten Ladevorgänge durch Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum zeigen das Abdeckungspotential der angestrebten Ladeinfrastruktur der Stadt Fulda (vgl. Abb. 93).

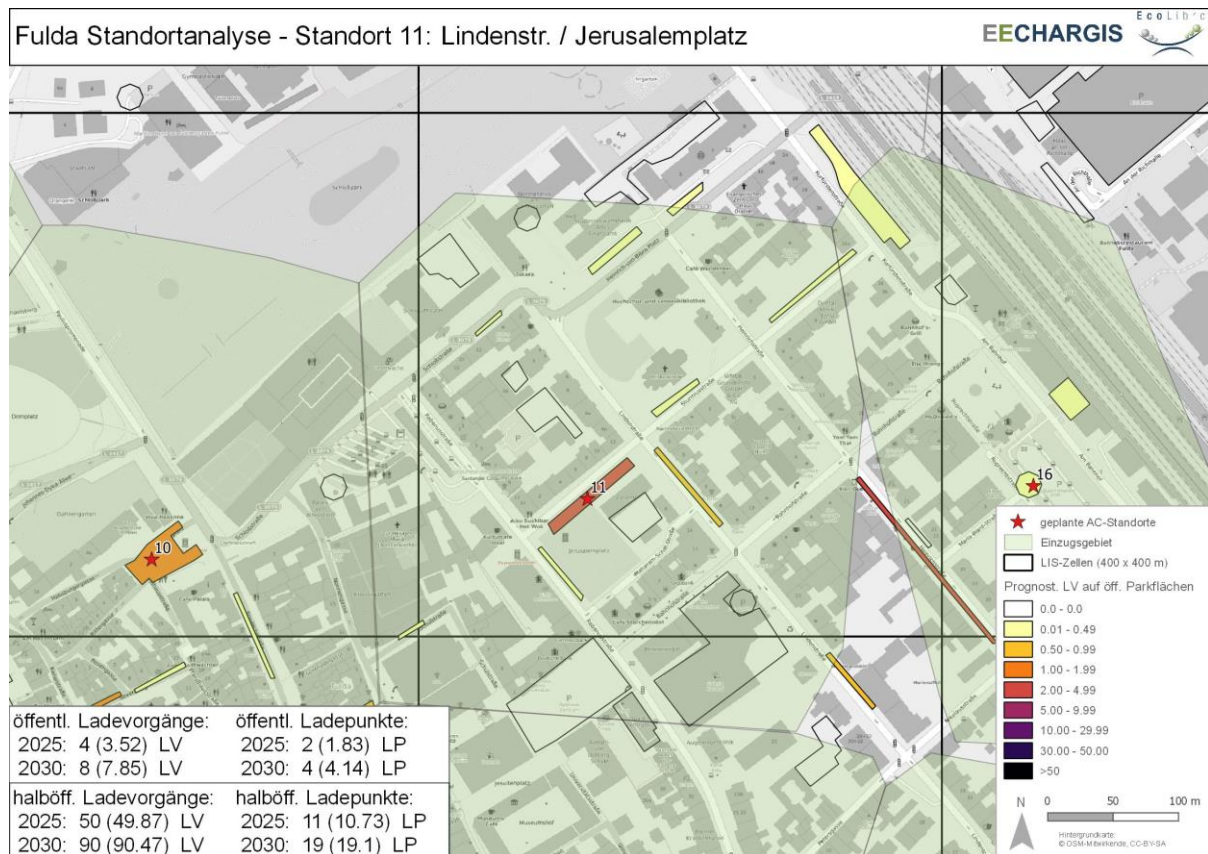


Abb. 92: Finale Standortanalyse mit den aufsummierten Bedarfen auf (halb)öffentlichen Parkflächen

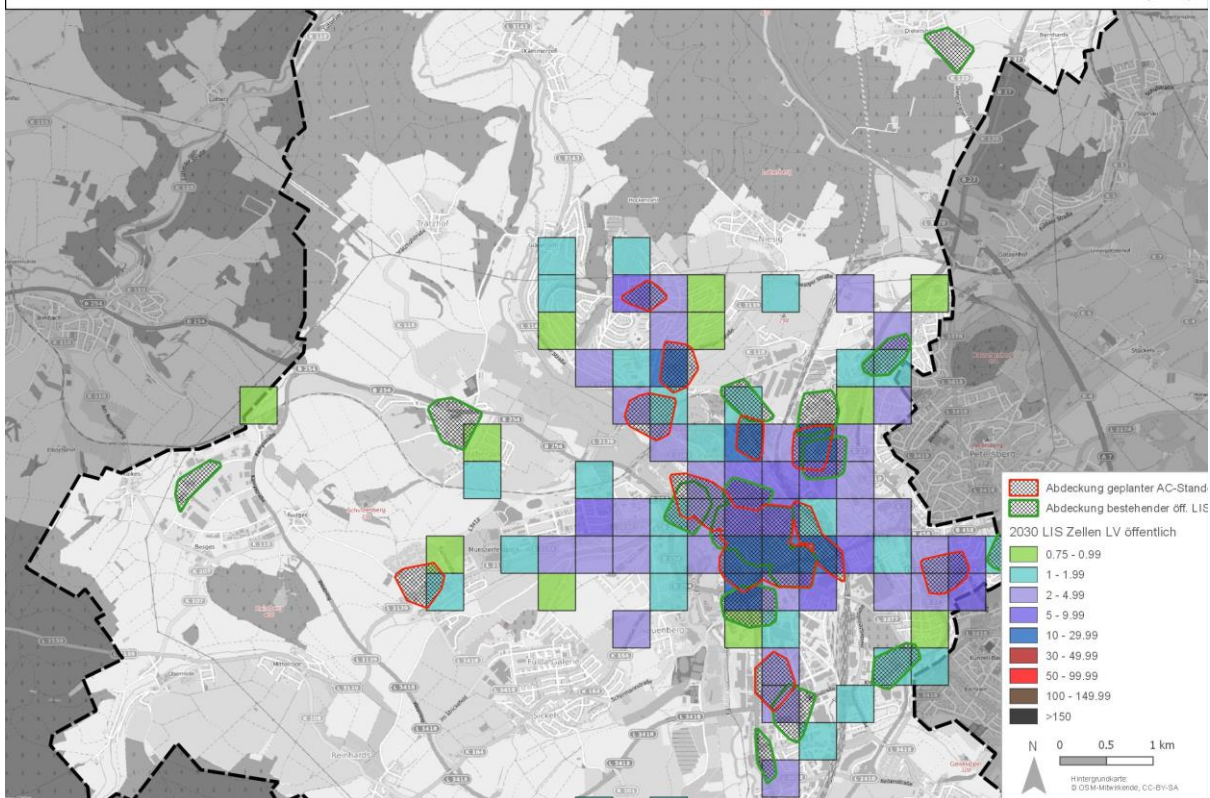


Abb. 93: Übersichtskarte der Abdeckung geplanter und bestehender AC-Standorte

7.3 Dokumentation der Ergebnisse

Die finalen Ergebnisse der Analyse (z.B. Standort der geplanten Ladeinfrastruktur, Karte der Umgebung, prognostizierter Ladebedarf und Anzahl Ladepunkte) werden in den Standortbewertungsbögen für die jeweilig 18 final abgestimmten potenziell geeigneten Standorte zusammengefasst und sowohl als Word-Datei (18 Einzeldokumente) und PDF (Zusammenfassung aller Standorte inkl. Übersichtskarten der Standorte für die Stadt Fulda) übergeben. Weiterhin werden die relevanten Geodaten (Standort-Layer mit den berechneten Attributen) als GIS-kompatible Datei (GeoPackage) zur Verfügung gestellt. Diese Formate können in allen gängigen Geoinformationssystemen (GIS; ArcMap, QGIS) geöffnet werden.

8 Resümee

Die Analyse zeigt, dass der weit überwiegende Ladeinfrastrukturbedarf in Fulda mit ca. 2.000 (84 %) im Jahr 2025 und rd. 6.200 Ladepunkten (88 %) im Jahr 2030 im privaten Bereich benötigt werden (vgl. Tab. 11). Zum privaten Bereich zählen z.B. Stellplätze am Eigenheim, (Tief-)Garagen am Mietshaus, Garagenhöfe, private Parkplätze oder Tiefgaragen.

Für den öffentlichen Bereich werden für 2025 46 Ladepunkte (2,0 %) und 2030 151 Ladepunkte (2,2 %) prognostiziert.

Für den Bedarf im halböffentlichen Bereich wurden 138 (2025; 5,9 %) und 271 Ladepunkte (2030; 3,9 %) berechnet.

An Unternehmen werden rd. 200 Ladepunkte (8,8 %) im Jahr 2025 und 420 Ladepunkte (6,0 %) für 2030 erwartet.

Tab. 11: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte auf der Zeitachse⁴¹

Ergebnisse wurden erst bei einem Schwellenwert $\geq 0,75$ als ganze Ladepunkte betrachtet, alle anderen Werte wurden vor der Summenbildung mathematisch ganzzahlig gerundet

Jahr	Haushalte	Unternehmen	halböffentlich	öffentlich	unbekannt
2025	1.964	204	138	46	38
2030	6.152	420	271	151	105

Im öffentlichen und halböffentlichen Bereich wird somit für die gesamte Stadt Fulda ein Ladebedarf für 184 (46 + 138) Ladepunkte im Jahr 2025 prognostiziert. Da laut dem Ladesäulen-Kataster der Bundesnetzagentur⁴² bisher 56 (Stand: 01.10.2021) öffentliche AC-Ladepunkte durch diverse Betreiber im gesamten Untersuchungsgebiet eingerichtet wurden, muss hier in den kommenden Jahren noch nachverdichtet werden. Hierzu wurden in diesem Konzept bereits 18 Standorte zum Aufbau von weiteren Ladestationen in Fulda identifiziert und mit der Verwaltung erstabgestimmt (vgl. Kapitel 7 Standortkonzept zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur).

Zur Förderung und Koordination des Aufbaus dieser Ladeinfrastruktur kommt der Stadt Fulda in der aktuellen Phase eine besondere Bedeutung zu.

Auch wenn Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum im Gesamtbild nur eine untergeordnete Rolle spielen wird, kommt dem Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur neben der Rolle als Initialzündler für die allgemeine öffentliche Wahrnehmung, insbesondere dort eine besondere Bedeutung für den Markthochlauf zu, wo private Lösungen nicht

⁴¹ Die unbekanntenen Ladepunkte in der Tabelle ergeben sich aus Bedarfen, die aus Fahrzeugen ohne Parktypzuordnung generiert werden und sind der Vollständigkeit halber in allen entsprechenden Tabellen mit aufgeführt. Da die Zuordnung dieser Unbekannte auf die einzelnen Parktypen nicht sicher möglich ist, beziehen sich für eine bessere Vergleichbarkeit alle weiteren Angaben im Text auf eine Gesamtmenge ohne Berücksichtigung der Unbekannten.

⁴² https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/E-Mobilitaet/Ladesaeulenkarte/start.html

in der notwendigen Geschwindigkeit und in ausreichendem Maße entstehen. Solange keine privatwirtschaftlich tragbaren Ladeangebote entstehen, muss zur Sicherstellung gleichwertiger Lebensbedingungen für alle BürgerInnen eine Grundversorgung mit öffentlicher Ladeinfrastruktur geschaffen werden. Strategisch ist es jedoch deutlich sinnvoller, den Aufbau von privatwirtschaftlich betriebener Ladeinfrastruktur mit öffentlichen Finanzmitteln zu fördern, als die Kommunen in die Rolle eines Ladeinfrastrukturbetreibers zu bringen. Im letzteren Fall entstehen langfristige Kostenverpflichtungen für die Kommune, wodurch ein langfristiger wirtschaftlicher Betrieb von Ladeinfrastruktur auf öffentlichen Flächen, im Gegensatz zu privaten Flächen, schwer zu finanzieren sein wird.

Da gerade der private Bereich die Kernlast des Aufbaus tragen muss, ist es von essenzieller Bedeutung diesen Bereich auch von kommunaler Seite aus zu unterstützen. Diese Unterstützung liegt vor allem bei der Koordination aller beteiligten Akteure. Die Kommune sollte dabei Rahmensetzer und Förderer sein. Aufgaben sind dabei u.a. die Umsetzung des bestehenden Rechtsrahmens, die Weiterentwicklung der Stromnetze und Strukturen bei den Netzbetreibern sowie Information und Beratung von Unternehmen und BürgerInnen. Wichtig ist dabei diese Aufgabe als dauerhaften Prozess zu verstehen, der uns in den kommenden Jahren immer stärker beschäftigen wird.

Berichtsteil D: Handlungskonzept

In Berichtsteil D des Konzeptes findet der Leser Handlungsempfehlungen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur.

9 Handlungskonzept

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Ergebnisse der Analyse, sollten die wesentlichen Maßnahmen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur auf den Aufbau von Ladeinfrastruktur im privaten und betrieblichen Bereich konzentriert werden. Neben baurechtlichen Themen, wie der Anwendung des Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG), wird empfohlen, dass sich das Handlungsfeld der öffentlichen Verwaltung im Wesentlichen auf die Bereiche Koordination, Kommunikation und Sensibilisierung von Privatpersonen und Unternehmen konzentriert.

Darüber hinaus liegt der Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur ebenfalls in der Verantwortung der Stadt. Da Kommunen personell und, mit Blick auf die wirtschaftlichen Risiken, nicht die nötigen Ressourcen aufbringen können um selbst als Investor und Betreiber für die Ladeinfrastruktur zu fungieren, sollte an dieser Stelle primär versucht werden diese Aufgabe zu koordinieren und privatwirtschaftliche Investoren und Betreiber zu gewinnen.

In Bezug auf den privaten Bereich sollte der Fokus auf der Sensibilisierung der Privatpersonen zum Aufbau privater Ladeinfrastruktur durch die Anwohner selbst liegen. Hierzu können durch entsprechende Stellen Informationsangebote geschaffen werden. Weiterhin ist, in Zusammenarbeit mit dem regionalen Handwerk, den Energieversorgern sowie den Netzbetreibern, die Entwicklung einfacher Prozesse und Maßnahmen zur Unterstützung von Privatpersonen bei Errichtung von Ladestationen an Wohngebäuden eine sinnvolle Ergänzung des Maßnahmenkataloges.

Auch wenn aufgrund der Siedlungsstruktur im Untersuchungsgebiet mit einer hohen Deckung des Ladebedarfs über Ladepunkte an privaten Haushalten zu rechnen ist, so kann die Schaffung von Ladeinfrastruktur für Beschäftigte bei Unternehmen in Bezug auf die Mitarbeiterzufriedenheit große Bedeutung haben. Dies gilt im Besonderen für Unternehmen mit einem wesentlichen Anteil von Beschäftigten aus urban geprägten Einzugsbereichen, also aus einem Bereich in dem wenig am Wohnort geladen werden kann.

Insbesondere für Betriebe im Bereich Gastronomie und Hotel wird das Vorhalten von Ladeinfrastruktur in den kommenden Jahren von existenzieller Bedeutung sein. In diesem regionalen Wirtschaftszweig ist eine intensive Informations- und Beratungspolitik der Unternehmen bezüglich Wirtschaftsförderung für Ladeinfrastruktur von besonderer Bedeutung.

Für die Netzbetreiber bestehen die wesentlichen Handlungsbereiche in der Schaffung von Strukturen zur operativen Bearbeitung von Anfragen und Genehmigungen, sowie von Aktivitäten zum netzdienlichen Laden auch in Kooperation mit den Energieversorgungsunternehmen.

Die Energieversorgungsunternehmen sollten ihr Angebot im Bereich der Elektromobilität ganzheitlich aufstellen. Der alleinige Vertrieb von Ladeinfrastruktur hat hier künftig eher eine untergeordnete Bedeutung, da sich dieser voraussichtlich stärker in den allgemeinen Online-Handel mit einem starken Preisdruck verlagern wird. Wichtiger sind hier Aktivitäten zur regionalen Kundenbindung durch die Verbindung von regionaler

Energieproduktion und Elektromobilität sowohl bei den Produkten als auch bei der ganzheitlichen Beratung von Privatkunden und Unternehmen.

Aufgrund der Signalwirkung kommt der öffentlichen Ladeinfrastruktur trotz des geringen Bedarfs an Ladepunkten im Vergleich zu den anderen Bereichen (halböffentlich, gewerblich & insb. privat) eine hohe Bedeutung zu.

Diesem zumeist psychologischen Effekt muss grundsätzlich gerade auch im politischen Umfeld Rechnung getragen werden. Da der aktuelle Bestand von 56 öffentlich zugänglichen Ladepunkten hierfür noch nicht ausreichend ist, wurden im Rahmen dieses Konzepts 18 weitere Standorte für Ladepunkte identifiziert. Mit der Errichtung von Ladeinfrastruktur an diesen Punkten kann der Bedarf für die nächsten 2-3 Jahren gedeckt werden. Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass an einzelnen Standorten zusätzliche Ladepunkte nachgerüstet werden müssen, da zwar genügend Ladepunkte vorhanden sind, diese jedoch räumlich nicht nach dem Bedarf verteilt sind. Diese räumliche Diskrepanz kann im Besonderen immer dort entstehen, wo touristische Einrichtungen mit Schwerpunkt auf Tagestourismus und einem Einzugsgebiet von über 100 km bestehen. Hier zeigt die Analyse noch punktuellen Handlungsbedarf (siehe Abschnitt 6.4.2)

Da sich zeigt, dass der Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur aufgrund der Flächenverfügbarkeiten, ordnungsrechtlichen Beschränkungen und vor allem aus wirtschaftlicher Perspektive eine sehr große Herausforderung darstellt, ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein großer Teil der öffentlich benötigten Ladeinfrastruktur auf halböffentlichen Flächen entsteht und privatwirtschaftlich betrieben wird.

Somit wird im Bereich der halböffentlichen Ladeinfrastruktur grundsätzlich ein hoher Handlungsbedarf der öffentlichen Hand gesehen, da diese dadurch eigene Aktivitäten bei der öffentlichen Ladeinfrastruktur vermeiden kann.

Obwohl es bereits intensive privatwirtschaftliche Aktivitäten, insbesondere im Bereich des Einzelhandels z.B. Aldi, Lidl, REWE, IKEA gibt, besteht hier noch ein weitreichender Sensibilisierungs- und Beratungsbedarf, insbesondere bei klein und mittelständischen Unternehmen sowie bei den Parkhaus-Betreibern.

Welche Bedeutung dieses Thema hat, zeigt die Analyse, da der Bedarf an Ladepunkten im öffentlichen Raum, bezogen auf das gesamte Stadtgebiet, um 2 % reduziert werden könnte, wenn verfügbare Parkflächen im halböffentlichen Raum und von Unternehmen als Ladeparks für Nachtlader geöffnet werden (vgl. Kapitel 6.5.2). Da dies vorrangig in dicht besiedelten Siedlungsstrukturen mit heute schon bestehender Parkplatznot sinnvoll ist, sollten diese Räume auf Grundlage der Analysedaten detailliert identifiziert und die Eigentümer der geeigneten Parkflächen über die Wirtschaftsförderung angesprochen und wenn möglich beraten werden.

Die bedarfsgerechte Errichtung von Ladeinfrastruktur ist ein iterativer Prozess zwischen Prognose (inkl. potenzieller Aktualisierung) und Umsetzung. Abhängig von der Entwicklung der Elektromobilität sind Aktualisierungen der Prognose unter Einbeziehung der umgesetzten Maßnahmen sinnvoll.

9.1 Dauerhafte Einbettung der Elektromobilität in übergreifende Mobilitätsstrategie der Stadt Fulda

Es wird empfohlen, dass die Stadt Fulda im Rahmen ihrer Steuerungsfunktion die E-Mobilität in die Gesamtstrategie der Mobilität der Stadt einbindet. Die Elektromobilität ist nur ein Teil der Gesamtmobilität und kann daher nur im Kontext mit anderen Mobilitätsformen (Mobilitätsstrategie) geplant und gesteuert werden.

Als prägende Zukunftsmobilität kann die Elektromobilität grundsätzlich als Teil der „Daseinsvorsorge“ betrachtet werden. Da es sich aktuell jedoch nicht um eine Pflichtaufgabe der kommunalen Ebene handelt, ist es schwer hierfür die notwendige Finanzierung sicher zu stellen. Nichtsdestotrotz ist es von entscheidender Bedeutung, dass für diese Aufgabe auch die notwendige personelle Ausstattung sichergestellt wird.

Weitere Informationen:

- ▶ *Broschüre der NOW GmbH: Förderung der Elektromobilität durch Verankerung in kommunalen Mobilitätsstrategien*, https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2020/09/broschuere_now-mobilitaetsstrategien-1.pdf
- ▶ *Webseite Starterset-Elektromobilität: Fahrplan Elektromobilität Kommunale Mobilität neu denken*, https://www.starterset-elektromobilitaet.de/Bausteine/Fahrplan_Elektromobilitaet/
- ▶ *Schulungsprogramm e-Lotsen Land Hessen: Schulung kommunaler MitarbeiterInnen*, <https://www.strom-bewegt.de/elotse>
- ▶ *Nationales Kompetenznetzwerk für nachhaltige Mobilität (NaKoMo)*: <https://www.nakomo.de/>
- ▶ *Mobilikon, Das Nachschlagewerk rund um das Thema Mobilität vor Ort des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR)*: <https://www.mobilikon.de/>

9.2 Einrichtung einer zentralen Koordinierungsstelle Ladeinfrastruktur/Energie/Klimaschutz

Der Aufbau von Ladeinfrastruktur muss als dauerhafter Prozess für die nächsten Jahre verstanden werden. Hierzu ist es notwendig, gerade für die jetzige Startphase und die kommenden Jahre, Strukturen zu schaffen, um diesen Prozess zu entwickeln, zu etablieren und kontinuierlich zu verbessern. Da die Themen Klimaschutz, regenerative Energie und Ladeinfrastruktur unmittelbar zusammengehören empfiehlt sich die Zusammenfassung der Zuständigkeiten der bestehenden Aufgabenbereiche Klimaschutz und Mobilitätsmanagement inkl. Elektromobilität.

Ziel ist eine intensive Betreuung des Themas sowohl innerhalb der Verwaltung als auch durch die Initiierung und Aufrechterhaltung eines regelmäßigen Austausches zwischen den unterschiedlichen regionalen Akteuren (z.B. Stadtverwaltung, Wirtschaftsförderung, Energieversorger, Netzbetreiber, Wohnungswirtschaft, Unternehmen, Parkhausbetreiber etc.) und der Koordination von Aktivitäten.

Da diese Aufgabe besonders in der Startphase deutliche personelle Ressourcen binden wird, sollten diese von Politik und Verwaltung bereitgestellt werden.

Weitere Informationen:

- ▶ *Beispiel Stadt Bergisch-Gladbach:* <https://www.bergischgladbach.de/ladeinfrastruktur.aspx>
- ▶ *Beispiel Stadt Wiesbaden:* <https://www.wiesbaden.de/leben-in-wiesbaden/verkehr/elektromobilitaet/index.php>
- ▶ *Webseite Starterset-Elektromobilität: Elektromobilität in der kommunalen Umsetzung,* https://www.starterset-elektromobilitaet.de/content/1-Bausteine/4-Kommunale_Flotte/elektromobilitaet_in_der_kommunalen_umsetzung.pdf

9.3 Initiierung von Beratungsstellen zum Aufbau von Ladeinfrastruktur

Damit Ladeinfrastruktur in einem ausreichenden Maße gerade auch im privaten Raum entsteht, bedarf es einer intensiven und unabhängigen Beratung von BürgerInnen und Unternehmen. Eine Bündelung der Anfragen aus dem privaten Bereich und der Unternehmen (Immobilienwirtschaft, Arbeitgeber, Einzelhandel und Parkflächenbetreiber) sichert eine zentrale Steuerung und einheitliches Informationsangebot.

Derzeit werden einzelne Aspekte oft nicht oder nur von unterschiedlichen Akteuren wie z. B. der Stadtverwaltung, den Energieversorgern oder dem Netzbetreiber bearbeitet. Ein übergreifendes Beratungsangebot existiert bisher noch nicht. Bei vielen BürgerInnen und Unternehmen bestehen noch sehr große Unsicherheiten beim Thema Elektromobilität insgesamt, insbesondere bei den Themen Reichweiten und Ladeinfrastruktur (z.B. technische, wirtschaftliche und rechtliche Fragen). Ohne übergreifende und individuelle Beratung wird die Umstellung auf Elektromobilität und der damit verbundene Aufbau der privaten Ladeinfrastruktur kaum erfolgen. Vor dem Hintergrund des in den kommenden Jahren stark anwachsenden Bedarfs werden die bestehenden Strukturen nicht ausreichen. Auch der zuvor genannte „Kümmerer“ wird diese Aufgaben voraussichtlich nicht vollumfänglich leisten können. Aus diesem Grund wird empfohlen, eine zentrale und unabhängige Beratungsstelle, in Kooperation mit den wesentlichen Akteuren aus den Bereichen Energieversorgung, Netze, Wirtschaftsförderung, Mobilität, Automobilhandel und ggf. Verbraucherschutz, einzurichten.

Weitere Informationen:

- ▶ *Beispiel Stadtwerke Aachen:* <https://store.stawag.de/Beratung-im-E-Store-45-Min./BS-1.1>
- ▶ *Beispiel ADAC:* <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/e-auto-laden-erstberatung/>
- ▶ *Beispiel 1 Handwerkskammer München:* <https://www.hwk-muenchen.de/artikel/elektromobilitaet-wie-sie-sie-am-besten-nutzen-koennen-74,3971,6363.html>
Beispiel 2 Handwerkskammer München: <https://www.kfz-innung.de/aus-und-weiterbildung/weiterbildung/sonstige-weiterbildung/fortbildung-beraterin-fuer-elektromobilitaet-hwk.html>
- ▶ *Beispiel Emscher-Lippe-Energie:* <https://www.ele.de/de/fuer-zuhause/elektromobilitaet.html>

9.4 Sensibilisierung der regionalen Unternehmen

Parkhäuser und bewirtschaftete Parkflächen werden als halböffentliche Flächen eine wichtige Rolle bei der Abdeckung des Ladebedarfs an POI und dort einnehmen, wo private und gewerbliche Flächen nicht ausreichen.

In der jetzigen Anfangszeit des Hochlaufs der Elektromobilität sind die Eigentümer und Betreiber dieser Flächen oftmals noch nicht ausreichend sensibilisiert oder haben noch große Bedenken zur operativen Umsetzung und Wirtschaftlichkeit.

Ähnlich verhält es sich bei Unternehmen als Arbeitgeber. Das Laden von privaten Elektrofahrzeugen der Beschäftigten beim Arbeitgeber wird in Zukunft von besonderer Bedeutung sein. Neben dem Wohnort ist dies für alle Berufspendler, die mit dem eigenen Fahrzeug zur Arbeit kommen, der Ort, an dem ihr Fahrzeug regelmäßig und für einen längeren Zeitraum steht. Insbesondere dann, wenn Mitarbeiter nicht am Wohnort laden können, stellt der Ladepunkt beim Arbeitgeber eine gute Alternative dar.

Es ist davon auszugehen, dass durch ein derartiges Angebot die Arbeitgeberattraktivität künftig deutlich aufgewertet werden kann bzw. dass sich das Fehlen auf diese sogar nachteilig auswirken kann. In diesem Kontext sollte immer auch ein ganzheitliches betriebliches Mobilitätsmanagement betrachtet werden, wobei die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur nur ein Baustein neben weiteren Maßnahmen, wie z.B. Zweirad- und ÖPNV-Förderung etc. sein kann.

Da auch hier noch große Unsicherheiten in Bezug auf die operative Umsetzung und Wirtschaftlichkeit bestehen, wird empfohlen, aufbauend auf den Ergebnissen des vorliegenden Konzepts, gemeinsam mit weiteren Akteuren, wie der Wirtschaftsförderung, den Energieversorgern u.a. ein Vorgehen zur Ansprache und Unterstützung bei der operativen Umsetzung durch Hinweise auf Fördermöglichkeiten und externer Beratung zu entwickeln. So können Unternehmer sich professionell zu ihren individuellen Möglichkeiten in Sachen Elektromobilität beraten lassen.

Weitere Informationen:

- ▶ Land Hessen Strom-bewegt: <https://www.strom-bewegt.de/fuer-unternehmen-in-hessen>
- ▶ Südhessen effizient mobil: <http://www.suedhessen-effizient-mobil.de/>
- ▶ IHK Köln: <https://ihk-koeln.de/hauptnavigation/mobilitaet/betriebliches-mobilitaets-management-4986710>
- ▶ Land NRW: <https://www.elektromobilitaet.nrw/unternehmen/foerderung-fuer-unternehmen/#c14319>

9.5 Einbindung von BürgerInnen und Unternehmen beim Aufbau von Ladeinfrastruktur

Die Erkenntnis, dass Ladeinfrastruktur in erster Linie ein privatwirtschaftliches und in zweiter Linie ein öffentliches Thema ist, muss in der Gesellschaft bei BürgerInnen und Unternehmen verbreitet werden.

Sie kann in Form von Informationsveranstaltungen, Befragungen, Informationsangeboten im Internet, Broschüren, Presseartikel und individueller Beratung erfolgen. Es wird empfohlen, hierzu ein zielgruppenorientiertes Kommunikations- und Informationskonzept für BürgerInnen und Unternehmen auf Kreisebene und in Abstimmung mit den Kommunen und regionalen Akteuren aufzustellen.

Darüber hinaus kann ein Angebot für BürgerInnen zum Melden eines Ladeinfrastrukturbedarfs implementiert werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass, um keine Erwartungen zu wecken, die nicht erfüllt werden können, eindeutig klargestellt wird, dass kein Anspruch auf die Installation besteht.

Weitere Informationen:

► *Stadt Ratingen:* <https://www.wunschladesaeule.de/Ratingen>

9.6 Strukturelle Berücksichtigung von Elektromobilität im Baurecht und bei der Stadtentwicklung

Die Bundesregierung hat mit dem Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz (GEIG), das am 25. März 2021 in Kraft getreten ist, die rechtlichen Grundlagen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur im Baurecht gelegt.

Das Gesetz legt fest, dass an den Stellplätzen von Immobilien Leitungsinfrastruktur für den Aufbau von Ladeinfrastruktur vorgerichtet werden muss.

Die neuen Regelungen unterscheiden zwischen

- Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden sowie
- Neubauten und Bestandsgebäuden (an denen umfassende Renovierungsarbeiten durchgeführt werden)

Bei neuen Wohngebäuden mit mehr als fünf Stellplätzen bzw. Bestandsimmobilien, bei denen größere Renovierungen der Gebäudehülle (mehr als 25 Prozent der Oberfläche der Gebäudehülle) oder elektrischen Anlagen durchgeführt werden, müssen 100% der Stellplätze mit einer Leitungsinfrastruktur (Leerrohre) ausgestattet werden, die den nachträglichen Einbau von Ladestationen ermöglicht.

Bei neuen Nichtwohngebäuden mit mehr als sechs Parkplätzen bzw. Bestandsimmobilien, bei denen größere Renovierungen der Gebäudehülle (mehr 25 Prozent der Oberfläche der Gebäudehülle) oder elektrischen Anlagen durchgeführt werden gilt diese Regelung für mindesten 30 Prozent aller Stellplätze. Zudem muss bei neuen

Gebäuden mindestens ein Ladepunkt errichtet werden. Bei bestehenden Nichtwohngebäuden mit mehr als 20 Stellplätzen muss ab dem 01.01.2025 mindestens ein Ladepunkt installiert und verfügbar gemacht werden.

Ausnahmen vom GEIG gelten für Nichtwohngebäude von kleinen und mittelständischen Unternehmen, welche die Gebäude weitgehend selbst nutzen. Sie sind von den Vorgaben ausgeschlossen. Dies gilt auch, wenn die Kosten für den Ausbau der Lade- und Leitungsinfrastruktur anteilig 7 % der Gesamtkosten größerer Renovierungsarbeiten überschreiten.

Das GEIG ermöglicht darüber hinaus sogenannte Quartierslösungen. Danach können Bauherren oder Gebäudeeigentümer, deren Gebäude in räumlichem Zusammenhang stehen, Vereinbarungen über eine gemeinsame Ausstattung von Stellplätzen mit Leitungsinfrastruktur oder Ladepunkten treffen, um „ihre“ Ausstattungspflichten zu erfüllen. Höhe und Umfang der Ausstattungsverpflichtung der einzelnen Bauherren oder Gebäudeeigentümer werden davon nicht berührt, also addiert. Möglich wird aber die gemeinsame Pflichterfüllung (bspw. gebündelt auf einem bestimmten Parkplatz), wenn die Gebäude in einem räumlichen Zusammenhang stehen. Laut Gesetzesbegründung muss es sich dabei „um Flächen in der Nachbarschaft handel[n], die in gewisser Weise zusammenhängen“.

Zudem können Eigentümer, die bei mehr als einem Nichtwohngebäude einen Ladepunkt zu errichten haben, diese Verpflichtungen bündeln. Sie müssen somit nicht für jedes Nichtwohngebäude einen Ladepunkt errichten, sondern können die Gesamtzahl der zu errichtenden Ladepunkte an einem Standort konzentrieren oder auf mehrere Standorte verteilen.

Aufgrund dieser gesetzlichen Vorgaben obliegt es nunmehr der Stadt Fulda im Rahmen von Genehmigungsprozessen innerhalb des Untersuchungsraumes die gesetzlichen Vorgaben konsequent umzusetzen. Sie kann auch noch darüber hinaus gehen und neue Regelungen zur Förderung von Elektromobilität in der Wohnungswirtschaft z.B. durch die Förderung von E-CarSharing über eine Stellplatzsatzung unterstützen.

Schlussendlich empfiehlt es sich bei der Stadtplanung das Thema Elektromobilität konsequent über den Ansatz der Quartierskonzepte mit einzubeziehen.

9.7 Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum

Aus Sicht der Kommune ist es von großer Bedeutung, dass öffentliche Ladeinfrastruktur bedarfsorientiert im Untersuchungsgebiet platziert wird. Hier liegt der Fokus sowohl auf wirtschaftlich attraktiven als auch mit Blick auf die Förderung der Elektromobilität sowie der Daseinsvorsorge auf weniger attraktiven Standorten. Darüber hinaus muss die Ladeinfrastruktur in bestehende verkehrs- und stadtplanerische Planungen und Konzepte integriert werden.

In der Praxis zeigt sich, dass der Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum durch zwei wesentliche Herausforderungen gekennzeichnet ist:

1. Identifizierung von Standorten

Zu Beginn steht die Aufgabe geeignete Standorte zum Aufbau der Ladeinfrastruktur zu finden, die sowohl wirtschaftliche als auch politische Belange berücksichtigen und aus Sicht der Verkehrs- und Stadtplanung, des Ordnungsrecht und der Stromversorgung geeignet sind. Hierzu ist es notwendig, einen Prozess zu implementieren, in dem zum einen alle notwendigen Akteure eingebunden werden und der zum anderen strukturiert mit geringem Aufwand und schnell, bestenfalls sogar digital, durchgeführt werden kann.

Dieser Schritt wurde in einem ersten Aufschlag mit diesem Konzept bereits durchgeführt (vgl. Kapitel 7). Er sollte jedoch in einen Regelprozess überführt werden.

2. Aufbau und Betrieb

Da der Betrieb von Ladeinfrastruktur eine gewerbliche Tätigkeit darstellt sollte die Stadt Fulda Ladeinfrastruktur grundsätzlich nicht selbst betreiben. Der wirtschaftliche und operative Betrieb (CPO/Chargepoint-Operator) muss somit durch einen gewerblichen privatwirtschaftlichen Betreiber (z.B. Energieversorger) erfolgen.

Die Genehmigung zur Errichtung von öffentlicher Ladeinfrastruktur erfolgt grundsätzlich über das Instrument der Sondernutzung von Stellflächen im öffentlichen Raum. Da öffentlicher Raum nicht unbegrenzt zur Verfügung steht, ist die über den so genannten Gemeingebrauch hinausgehende Sondernutzung vom Gesetzgeber bewusst einer Genehmigungspflicht unterstellt worden. Bei einem Genehmigungsprozess bedarf es strategischer Vorüberlegungen, um den Prozess zeiteffizient zu strukturieren. Unterschiedliche BetreiberInnen von Ladeinfrastruktur können auf die Kommune zukommen, um nach eigenem Wunsch die Sondernutzung von öffentlich gewidmetem Verkehrsraum zu beantragen.

Mit Blick auf die Richtlinie 2019/944 des europäischen Parlaments und Rates vom 05. Juni 2019 zu den Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt (Amtsblatt EU vom 14.6.2019 ABL 158/125)⁴³ und die Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht der Monopolkommission⁴⁴ muss ein Verfahren zur Vergabe dieser Sondernutzungen genutzt werden, durch welches sichergestellt wird, dass die Anforderungen der Europäischen Kommission für einen funktionsfähigen Wettbewerb erfüllt werden. Für die Monopolkommission ist es wichtig, dass für den Ladesäulenaufbau mehrere Anbieter gewonnen werden. Beim Aufbau der Ladesäuleninfrastruktur sollten Kommunen durch ein diskriminierungsfreies und transparentes Auswahlverfahren dafür Sorge tragen, dass mit mehreren Betreibern zusammengearbeitet wird, um den Preiswettbewerb beim Ladestrom erheblich zu intensivieren.

Vor diesem Hintergrund bestehen verschiedene Grundvarianten zur Organisation des Aufbaus und Betriebs der Ladeinfrastruktur. Hierbei ist von wesentlicher Bedeutung, ob und in welchem Umfang die Kommunen den Aufbau wirtschaftlich unterstützen bzw. kein eigenes finanzielles Engagement einbringen möchten.

⁴³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN>

⁴⁴ <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/188/1918850.pdf>

Weitere Informationen:

- ▶ *Elektromobilität – Rechtliche Rahmenbedingungen für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur*, <https://www.goerg.de/de/aktuelles/veroeffentlichungen/06-12-2019/elektromobilitaet-rechtliche-rahmenbedingungen-fuer-die-errichtung-und-den-betrieb-von-ladeinfrastruktur>
- ▶ *Land Mecklenburg-Vorpommern: Leitfaden für die Errichtung von öffentlichen Ladepunkten* <https://www.leka-mv.de/wp-content/uploads/2019/10/LEKA-Leitfaden-LANG-web.pdf>

a) Vergabe von Sondernutzungsgenehmigungen auf Anfrage von Betreibern

Für die Errichtung und den Betrieb von Ladestationen im öffentlichen Straßenraum ist grundsätzlich nur eine Sondernutzungserlaubnis nach § 16 HStrG erforderlich und ausreichend.

Die Sondernutzungserlaubnis kann grundsätzlich nach dem Prioritätsprinzip an den erstbeantragenden Antragsteller erteilt werden, soweit

- weder die zur Verfügung stehenden Flächen begrenzt sind noch
- von dem künftigen Betreiber im Gegenzug eine Betriebsverpflichtung verlangt wird und auch
- keine Betriebszuschüsse aus öffentlichen Mitteln eingeräumt werden.

Die Nutzung dieses Verfahrens ist somit nur möglich, wenn die Stadt Fulda keine wirtschaftliche Unterstützung wie z.B. durch den Aufbau und die Beistellung von Ladeinfrastruktur oder anderweitige finanzielle Beteiligungen einbringt oder nicht im Rahmen eines Konzepts sicherstellen will, dass möglichst viele Flächen ausgebaut werden, um u.a. dadurch eine „Rosinen-Pickerei“ guter Standorte zu verhindern. In diesen Fällen unterliegt selbst die bloße Erteilung von behördlichen Genehmigungen den europarechtlichen Grundsätzen der Transparenz und Nichtdiskriminierung und es muss ein wettbewerbliches Verfahren für die Erteilung der Erlaubnisse durchgeführt werden.

Da diese Thematik in der aktuellen Sondernutzungssatzung der Stadt Fulda noch nicht enthalten ist, muss sie dort aufgenommen werden. Hierbei kann es ausreichend sein in der Satzung nur das allgemeine Verfahren darzustellen und für die spezifische Ausgestaltung eine eigene Richtlinie aufzulegen, wie es bei den Kommunen in den u.a. Beispielen gemacht wurde.

Bei der einfachen Vergabe von Sondernutzungsgenehmigungen wird durch die gezielte Anfrage eines externen Betreibers (CPO) zum Erhalt einer Sondernutzungsgenehmigung für den Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für einen oder mehrere Standorte angestoßen. Es wird empfohlen, die Vergabe an Vorgaben auf Grundlage eines Kriterienkatalogs zu binden. Weitreichende Vorgaben die über städtebaulich-gestalterische sowie ordnungs- und verkehrsrechtliche Aspekte hinaus gehen sind in diesen Verfahren nicht möglich. So kann es sinnvoll seine Kriterien in Form einer „Gestaltungsleitlinie“ festzulegen. Insbesondere gilt es dabei auf den

Denkmal- und Stadtbildschutz Rücksicht zu nehmen. Oftmals werden von einer Kommune diesbezüglich Vorgaben, z. B. eine zurückhaltende Dimensionierung und Gestaltung, gemacht, sodass das Straßenbild nur wenig beeinflusst wird.

Um die Forderungen der transparenten Vergabe zu erfüllen, muss die Anwendung dieses Verfahren transparent kommuniziert werden. Soweit die zur Verfügung stehenden Flächen begrenzt sind und es zu konkurrierenden Anfragen kommt sollte hierbei ein transparentes Zuteilungsverfahren festgelegt werden. Das Beispiel Stadt Essen gibt zum Umgang mit dieser Thematik einen Vorschlag.

Besonders wichtig für einen reibungslosen Ablauf des Genehmigungsverfahrens ist die Kommunikation der beteiligten Akteure. Wesentlich für die Vermeidung von Missverständnissen und einen zügigen Ablauf sind daher folgende Aspekte:

- Zwischen Kommune und Antragsteller sollte ein persönliches Gespräch/ein persönlicher Kontakt während des Genehmigungsverfahrens erfolgen.
- Das Genehmigungsverfahren braucht eine Gesamtkoordination in der Kommune, wobei die Kommune hier ihre Organisationshoheit sinnvoll einsetzen kann.
- Als notwendige Basis sollte ein gemeinsames Verständnis von Begrifflichkeiten zu Beginn des Genehmigungsverfahrens entwickelt werden.

Dieses Vorgehen hat aus Sicht der Verwaltung eine hohe Attraktivität, da es im Gegensatz zum Konzessionsverfahren mit einem deutlich geringeren Verwaltungsaufwand verbunden ist. Wie in diesem Projekt bereits erfolgt, kann die Kommune zur Beschleunigung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur, auf Grundlage der vorliegenden LIS-Prognose, bereits im Vorfeld der Ausschreibung konkrete Standorte genehmigungsreif ausarbeiten.

Bei diesem einfachen Verfahren kann ein schneller Aufbau von wirtschaftlich attraktiven Standorten bei großem Wettbewerb gefördert werden, sofern sich Betreiber finden lassen. Diese werden sich jedoch voraussichtlich ausschließlich auf aus ihrer Sicht wirtschaftliche attraktive Standorte konzentrieren, sog. „Rosinenpicken“. Entsprechend nachteilig wird sich diese Konzentration auf wirtschaftlich unattraktive Standorte auswirken, für die sich mit diesem Verfahren keine Betreiber finden werden. Diese Standorte müssten dann in einer nachlaufenden Dienstleistungsvergabe vergeben werden, wobei dann jedoch eine Bündelung von attraktiven und unattraktiven Standorten nicht mehr möglich ist, da erstere ja schon vergeben sind. Es ist davon auszugehen, dass der Betrieb der unattraktiven Standorte dann für die Stadt deutlich kostenintensiver wird, als wenn alle Standorte gemeinsam in einem Konzessionsverfahren vergeben worden wären.

Grundlage für dieses Verfahren ist, dass die Stadt Fulda ein formales, standardisiertes Antrags- und Genehmigungsverfahren implementiert. Hierzu ist das Antragsverfahren und der behördliche Entscheidungsprozess zur Erteilung von Sondernutzungsgenehmigungen mit den folgenden Bestandteilen zu entwickeln:

Antragsverfahren:

Der Antragsprozess sollte transparent und einfach gestaltet werden. Es wird empfohlen, hierzu bereits genaue Angaben zum Rahmen für die Erteilung der Sondernutzungsgenehmigung darzustellen. Dies sind u.a. die Definition eines Kriterienkatalogs zur Prüfung der Inanspruchnahme einer Sondernutzung (z.B. Preismodelle, Zugang, Gestaltung u.a.) und Festlegung der benötigten Unterlagen für die Antragstellung und Sondernutzung

Nachfolgend werden die wesentlichen Dokumente aufgeführt, die zur Durchführung des später dargestellten Genehmigungsprozesses je Standort benötigt werden und in Ergänzung zur Antragstellung mit eingereicht werden sollten:

- Fotos und Luftbilder vom gewünschten Standort
- Kurze Beschreibung des Standortes (Adresse, Stadtteil)
- Informationen über geplante Ladestation, z.B. Ausstattung, Art und Aussehen
- Lagepläne mit genau eingezeichnetem Standort
- Katasterauszug, welcher Gemarkung, Flur und Flurstück des Grundstücks bezeichnet (möglicherweise bei Kommune online abrufbar)
- Leitungspläne: antragsbegründete Unterlagen. Vor der Antragstellung muss eine Prüfung der Standorte auf Versorgungsleitungen Dritter erfolgen. Der Antragsteller muss sich daher bei weiteren Versorgern erkundigen, ob am jeweiligen Standort entsprechende Versorgungsleitungen, Kabel etc. verlegt sind. Dieser trägt auch nach Erkundigung die Verantwortung dafür, dass vorhandene Versorgungsleitungen und Kabel nicht beschädigt werden.
- Angaben zur aktuellen Verkehrsbeschilderung: Die Errichtung der Ladesäule ist z.B. an einem Standort, an dem bereits ein Parkverbotsschild steht, nicht möglich. Hier ist eine gesonderte Prüfung erforderlich.
- Angaben der Barrierefreiheit zur Nutzung durch Menschen mit Behinderungen
- Kurze Darlegung der Standortentscheidung hinsichtlich Attraktivität bzw. Effektivität. Nach Möglichkeit sollten hier die Genehmigungsindikatoren für die Standortauswahl (z.B. Anbindung an sonstige Infrastruktur) einbezogen werden.

Genehmigungsverfahren:

Nachfolgende Prozessschritte sind im Rahmen des behördlichen Entscheidungsprozesses im Genehmigungsverfahren notwendig:

- Überprüfung der Gestaltungsrichtlinie
- Überprüfung der baurechtlichen Zulässigkeit
- Überprüfung zur Inanspruchnahme einer Sondernutzung
- Überprüfung der Einhaltung der Verkehrssicherungspflichten
- Überprüfung der Sicherheit und Leichtigkeit des Straßenverkehrs
- Überprüfung des Vorliegens einer Netzanschlussgenehmigung

- In Einzelfällen ist es ggf. notwendig eine Ortsbegehung durchzuführen

Da, wie bereits dargestellt, der Kommunikationsprozess von entscheidender Bedeutung ist sollte der Prozess so weit wie möglich digitalisiert und auf die Erfahrungen im Rahmen der Erstprüfung zurückgegriffen werden. Entscheidend ist dabei:

- die übergreifende Koordination
- die gemeinsame digitale Bearbeitung und somit Zusammenführung der unterschiedlichen Sichten und Kompetenzen der Verwaltung
- das gemeinsame Ziel und Verständnis

Hierdurch kann der Prozess zeitnah, sehr schnell und reibungsarm durchgeführt werden.

Bei Nutzung dieser Variante wird empfohlen die im Rahmen des Standortkonzepts identifizierten Standorte im Flächentool der NOW GmbH zu veröffentlichen.

Weitere Informationen:

- ▶ Flächentool NOW: <https://flaechentool.de/>
- ▶ NOW Starterset Elektromobilität, Genehmigungsprozess der E-Ladeinfrastruktur in Kommunen, https://www.starterset-elektromobilität.de/content/3-Infothek/2-Publikationen/53-genehmigungsprozess-der-e-ladeinfrastruktur-in-kommunen/genehmigungsprozess_der_e-ladeinfrastruktur_in_kommunen.pdf
- ▶ Beispiel Stadt Essen: https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/66/dokumente_1/Richtlinien_Sondernutzungserlaubnisse_Errichtung_ELadesaeulen.pdf
- ▶ Beispiel Stadt Bergisch-Gladbach: <https://www.bergischgladbach.de/xxvi.pdf>
- ▶ Beispiel Stadt Hattingen: https://www.hattingen.de/stadt_hattingen/Rathaus/Fachbereiche/Stadtplanung%20und%20Stadtentwicklung/Stadtverkehr%20Stra%C3%9Fenverkehrsangelegenheiten/61-4Richtlinie%20E-Lades%C3%A4ulen%20in%20Hattingen%202021-08-06.pdf

b) Konzessionsverfahren

Bei dem Konzessionsmodell verpflichtet der öffentliche Auftraggeber einen privaten Betreiber die Ladeinfrastruktur an den ermittelten Standorten zu errichten und im eigenen Namen zu betreiben. Die Kommune verpflichtet sich dabei auf einen oder mehrere Anbieter.

Durch die Vergabe einer Konzession kann der Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum bedarfsgerecht reguliert werden, da die Kommune im Konzessionsverfahren in einem ganzheitlichen Ansatz den Aufbau steuern kann. Der oder die Konzessionäre finanzieren sich über die Nutzungsentgelte und erhalten vom Auftraggeber allenfalls eine Anschubfinanzierung im Rahmen des beihilfenrechtlich Zulässigen (z.B.

Bagatellbeihilfen über die De-minimis-VOen). Das überwiegende wirtschaftliche (Betriebs-) Risiko muss aber bei dem privaten Betreiber bleiben. So kann z.B. in Bezug auf die Einbeziehung von wirtschaftlich unattraktiven Standorten eine finanzielle Kostenbeteiligung des Auftraggebers vorgesehen werden, wie es in Einzelfällen in Berlin und Hamburg erfolgte.

In diesem Verfahren erhält der Betreiber der Ladeinfrastruktur (CPO) als Konzessionärin für die Laufzeit der Konzession das ausschließliche Recht neue Ladestationen im öffentlichen Verkehrsraum des gesamten Gebiets der Kommune, einschließlich der zugehörigen Stellplätze, als Sondernutzung einzurichten und betreiben zu dürfen. Im Gegenzug ist die Konzessionärin verpflichtet, für die Erfüllung des von der Stadt geforderten qualitativen, quantitativen und räumlich verteilten Bedarfs an Ladeinfrastruktur zu sorgen.

Mit einer Konzession sichert sich die öffentliche Hand den weitreichenden Einfluss auf den Aufbau von Ladeinfrastruktur und kann durch die qualitativen und quantitativen Vorgaben steuernd wirken. So kann Sie, anders als bei der einfachen Sondernutzungsgenehmigung, z.B. Vorgaben

- zu Zugangsmöglichkeiten (z.B. Akzeptanz von Ladekarten unterschiedlicher Anbieter, Zugang über digitale Geräte wie Smartphones, Möglichkeiten zum diskriminierungsfreien Zugang gem. LSV⁴⁵)
- zur Einbringung in Roaming-Netzwerke
- zur Tarifgestaltung (insbesondere auch in Bezug auf die jeweilige Zugangsmöglichkeit)
- zu Hotline und Vor-Ort Service (z.B. Kontaktmöglichkeit, Verfügbarkeit, Qualität, Reaktionsgeschwindigkeiten)
- Qualität der genutzten Ladestationen

machen.

Aus Sicht der Verwaltung ist dieses Verfahren initial mit einem wesentlich größeren Aufwand als das einfache Verfahren über die Sondernutzungsgenehmigungen verbunden.

Nachteilig kann sich bei diesen Verfahren in Bezug auf den Wettbewerb auswirken, das für die Laufzeit der Konzession nur ein Anbieter in der Stadt vorhanden ist. Aus diesem Grund sollte die Laufzeit der Konzession geringgehalten werden. Demgegenüber stehen allerdings die gegenläufigen Interessen des Betreibers, der aufgrund hoher Investitionskosten an einer möglichst langen Laufzeit interessiert ist.

c) Vergabe Dienstleistungsauftrag (Betreibermodell)

In der Praxis zeigt sich aktuell, dass sich kaum interessierte Unternehmen finden, die bereit sind das überwiegende wirtschaftliche (Betriebs-)Risiko weitreichend und umfangreich zu tragen. Ist eine Konzessionsvergabe in diesem Fall nicht möglich, besteht

⁴⁵ <https://www2.deloitte.com/dl/de/pages/legal/articles/ladesaeulenverordnung-diskriminierungsfreier-zugang.html#>

die Möglichkeit den Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur an Betreiber zu übertragen. Beim Betreibermodell verpflichtet sich der private Betreiber ebenfalls, die Infrastruktur zu errichten und zu betreiben. Anders als beim Konzessionsmodell wird er hierfür aber von dem Auftraggeber im Sinne einer Dienstleistung bezahlt.

d) Getrennte Vergabe von Errichtung und Betrieb

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Errichtung und Betrieb getrennt voneinander zu vergeben. Vereinzelt erfolgt der Aufbau von E-Ladesäulen über sog. „Contracting-Modelle“. Hierbei beauftragt die Kommune private Unternehmen mit dem Aufbau von E-Ladesäulen, z.B. an vorher festgelegten Standorten.

Darüber bedarf es eines Betreibers (Charge Point Operator (CPO)), der das Back-End bereitstellt und für die Interoperabilität Sorge trägt.

Eine weitere Variante des vorgenannten Modells ist, dass neben der Errichtung (Bau) und dem Betrieb der Ladeinfrastruktur (der CPO, zuständig für Betrieb, Backend-Anbindung und Wartung) zusätzlich ein sogenannter Mobilitäts-Service-Provider (MSP oder EMP) ausgeschrieben wird, der seinen Kunden das Laden an den Ladesäulen ermöglicht.

Die Kommune gibt in dieser Variante zusätzlich einen Zugangsvertrag vor, den der Mobilitätsanbieter mit den Betreibern der Ladeinfrastruktur abzuschließen hat. Ziel ist es mit diesem Modell eine Diskriminierungsfreiheit zu erreichen, indem es keinen Preiswettbewerb um einzelne Standorte gibt. Vielmehr soll „der weitere Ausbau an Ladeeinrichtungen im öffentlichen Raum allein bedarfsgerecht im Sinne eines verkehrlichen Bedarfs erfolgen (so das sogenannte „Berliner Modell“, wie es seit einigen Jahren in Berlin umgesetzt wird).

Da bei dieser Variante die Kommune die Errichtungskosten der Ladeinfrastrukturen trägt, grundsätzlich aber nicht an den Einnahmen aus dem Stromvertrieb partizipiert, handelt es sich hierbei um eine finanziell unattraktive Lösung, die nur dann gerechtfertigt wäre, wenn sich damit die Ausbauziele besser erzielen lassen als bei einer reinen Erteilung von Sondernutzungserlaubnissen, Konzessionen oder Dienstleistungsaufträgen.

e) Gesellschaftsmodell (Public-Private-Partnership – PPP)

Eine weitere Variante stellt die Gründung einer Gesellschaft unter Beteiligung eines privaten Unternehmens dar. Diese Gesellschaft wird dann mit der Errichtung und dem Betrieb der Ladeinfrastruktur beauftragt. Ein solches Verfahren unterliegt denselben vergaberechtlichen Vorgaben wie das Betreibermodell. Anders als bei diesem wird aber nicht die Errichtung und der Betrieb, sondern die Beteiligung an der Gesellschaft ausgeschrieben. Bei dieser Variante geht die Kommune, wie auch beim Betreibermodell, mit Kapital bzw. jährlichen Einlagen ins Obligo.

Der private Investor bringt i.d.R. sein Know-how und betriebliche Strukturen in die Gesellschaft ein. Das Modell unterscheidet sich von einem Betreibermodell also nur durch

die Art der Finanzierung und ggf. dadurch, dass die Kommune über ihren Gesellschaftsanteil den Zugriff auf die Assets (die Ladesäulen) auch nach Beendigung der Laufzeit der PPP behält und lediglich einen neuen Gesellschafter suchen muss.

Vorgehen: Es wird empfohlen, zunächst ein Markterkundungsverfahren durchzuführen, um einen objektiven Überblick über das Interesse der Unternehmen an der Errichtung und dem Betrieb der Ladeinfrastruktur und über die Notwendigkeit einer Förderung zu erhalten. Hierbei ist eine überregionale Bekanntmachung der Markterkundung von essentieller Bedeutung. Zudem werden im Zuge der Bekanntmachung den Unternehmen möglichst genaue Rahmendaten zu den ermittelten Standorten zur Verfügung gestellt.

Vorteil eines Markterkundungsverfahrens ist, dass die Unternehmen aufgefordert werden können, ihre Auffassung zu offenen Punkten (Erfordernisse für die Bildung von Teillosten, Preismodellen und die Erforderlichkeit öffentlicher Zuschüsse) mitzuteilen. Somit sind von Anfang an die Voraussetzungen für spätere beihilfenrechtskonforme Lösungen für Investitions- und oder Betriebsbeihilfen geschaffen worden, so sich nach dem Ergebnis der Markterkundung die Erforderlichkeit einer Förderung ergeben sollte.

Auf Grundlage des Ergebnisses der Markterkundung ist zu entscheiden, ob eigenwirtschaftliche Angebote von Betreibern auf Basis rein straßenrechtlicher Sondernutzungserlaubnisse in ausreichendem Umfang bereits existieren, um die Ausbauziele zu erreichen oder ob eine andere Variante gewählt werden muss.

Grundsätzlich bestehen bei allen Varianten, außer der „reinen“ Sondernutzungsgeheimigung, Vorgaben und Schwellenwerte in Bezug auf die Art des Vergabeverfahrens, die hinsichtlich des Wettbewerbs- und Beihilferechts fachjuristisch qualifiziert zu bewerten sind.

9.8 Anwendung des Ordnungsrechts bei öffentlicher Ladeinfrastruktur

Eine wesentliche Herausforderung im Bereich der öffentlichen Ladeinfrastruktur ist die Fehlbelegung, d.h. dass Ladestationen durch Fahrzeuge belegt werden, die nicht laden. Dies können sowohl Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor sein als auch Elektrofahrzeuge, die nicht laden. Eine innovative Maßnahme zur Steuerung der Ladeplatzbelegung ist ein intelligentes Park-Management bestehend aus Bodensensoren, Zugriffsmöglichkeiten der Anwender über eine App und damit verbunden mobile Einsicht in die aktuelle Belegungssituation bzw. des Ladevorgangmanagements. Neben einheitlichen Regelungen, die zu einer Rechtsklarheit bei den BürgerInnen führt, ist hier eine konsequente Anwendung des Ordnungsrechts dringend notwendig, damit sowohl der Ladebedarf von Elektrofahrzeugen gedeckt, als auch ein wirtschaftlicher Betrieb sichergestellt werden kann.

Weitere Informationen:

- ▶ *Elektromobilität – Rechtliche Rahmenbedingungen für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur*, <https://www.goerg.de/de/aktuelles/veroeffentlichungen/06-12-2019/elektromobilitaet-rechtliche-rahmenbedingungen-fuer-die-errichtung-und-den-betrieb-von-ladeinfrastruktur>
- ▶ *Energieagentur NRW: Wegweiser für Kommunen zum Elektromobilitäts- und Car-sharinggesetz*, https://www.elektromobilitaet.nrw/fileadmin/Daten/Download_Dokumente/Brosch%C3%BCren_Flyer/Broschuere_EMOG.pdf
- ▶ *FH-Frankfurt: Empfehlungen für die Ausweisung von öffentlicher Ladeinfrastruktur*, https://www.frankfurt-university.de/fileadmin/standard/Hochschule/Fachbereich_1/FFin/Neue_Mobilitaet/Veroeffentlichungen/2017/Frankfurt_UAS_-_Empfehlungen_fuer_die_Ausweisung_von_oeffentlicher_Ladeinfrastruktur.pdf
- ▶ *ADAC: Richtig parken an Elektro-Ladesäulen*, <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/info/parken-elektro-ladesauele/>
- ▶ *bussgeldkatalog.org: E-Parkplatz: Wer darf parken und wer nicht?*, <https://www.bussgeldkatalog.org/e-parkplatz/>
- ▶ *Golem: Bezirke wollen nicht abschleppen*, <https://www.golem.de/news/elektrisches-car-sharing-es-wird-eng-an-berlins-ladesaeulen-1903-140298-2.html>

10 Wirtschaftlichkeitsberechnung öffentliche Ladeinfrastruktur

10.1 Grundlagen

Auf Grundlage der vorliegenden Analyse wird nachfolgend eine Prognose zu den wirtschaftlichen Aspekten der ermittelten Standorte aufgezeigt.

Basis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bilden, die im Rahmen der Analyse prognostizierten Werte zur Zahl der Ladepunkte (öff. LP) und die geladene Strommenge pro Tag (Summe kWh öff. LV).

Die Zahl der Ladepunkte und daraus folgend, die Zahl der Ladestationen, bilden die Grundlage der Kostenermittlung. Da die Prognosewerte aufgrund der statistischen Analyse i.d.R. keine ganzen Zahlen ergeben, Ladepunkte bzw. Ladestation aber nicht anteilig errichtet werden können, werden die prognostizierten Werte der Ladepunkte zunächst aufgerundet.

Von diesen Werten wird im nächsten Schritt die Anzahl der bereits bestehenden Ladepunkte abgezogen umso, den im Betrachtungsjahr notwendigen Bedarf an noch zu errichtenden Ladestationen zu ermitteln.

Während dieser Effekt im Jahr 2025 noch gering ausgeprägt ist, kann man aufgrund der Installationen aus dem Jahr 2025, für das Jahr 2030 einen deutlich stärkeren Effekt erkennen. Eine Besonderheit weist der Standort Nr. 11 (Lindenstr. / Jerusalemplatz) auf, da dort der aktuelle Bestand bereits über der Bedarfsprognose liegt. Hier liegt die Prognose erst 2030 über dem aktuellen Bestand, sodass sich auch erst in diesem Jahr ein Installationsbedarf ergibt.

Tab. 12: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte 2025

FID	Standort Nr.	Adresse	2025 Prognostizierte öff. LP	2025 Bedarf Ladepunkte	Anzahl bestehender Ladepunkte (auf Parkfläche)	2025 Bedarf Ladepunkte abzgl. Bestand	2025 Bedarf Ladestationen
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	0,29	1		1	1
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0,27	1		1	1
3	3	An der Steingrube 28 - 30	0,64	1		1	1
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	1,58	2		2	1
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	1,24	2		2	1
4	6	Parkplatz Tannenbergstr. Landratsamt Fulda	1,72	2		2	1
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	3,57	4		4	2
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	0,75	1		1	1
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	1,55	2		2	1
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	2,12	3	2	1	1
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	1,83	2	4	-2	0
11	12	Königsstr. 68 - 78	2,26	3		3	2
17	13	Parkplatz Peterstor	2,80	3		3	2
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	4,80	5	2	3	2
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	1,16	2		2	1
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	1,68	2		2	1
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	5,12	6		6	3
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	2,10	3		3	2

Tab. 13: Übersicht der prognostizierten Ladepunkte 2030

FID	Standort Nr.	Adresse	2030 Prognostizierte öff. LP	2030 Bedarf Ladepunkte	Anzahl bestehender Ladepunkte (auf Parkfläche)	2030 Bedarf Ladepunkte abzgl. Bestand	2030 zusätzlicher Bedarf Ladestationen
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	0,65	1	1	0	0
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0,66	1	1	0	0
3	3	An der Steingrube 28 - 30	1,53	2	1	1	1
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	3,32	4	1	3	2
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	2,87	3	1	2	1
4	6	Parkplatz Tannenbergstr. Landratsamt Fulda	4,23	5	1	4	2
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	7,85	8	2	6	3
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	1,39	2	1	1	1
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	3,62	4	1	3	2
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	4,38	5	3	2	1
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	4,14	5	4	1	1
11	12	Königsstr. 68 - 78	5,22	6	2	4	2
17	13	Parkplatz Peterstor	5,60	6	2	4	2
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	10,22	11	4	7	4
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	2,78	3	1	2	1
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	3,69	4	1	3	2
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	11,53	12	3	9	5
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	5,22	6	2	4	2

Auf dieser Grundlage erfolgt im Weiteren verlauf die Ermittlung der Kosten für Installation und Betrieb der Ladestationen.

10.2 Kostenermittlung

Zur Ermittlung der Kosten für die Ladeinfrastruktur wurden sowohl Investitions- als auch Betriebskosten zugrunde gelegt. Bei den Investitionskosten wurden dabei Netzanschluss-, Installation- und Hardwarekosten berücksichtigt.

Die Netzanschlusskosten basieren auf einer groben Kostenschätzung des Netzbetreibers OsthessenNetz, die für jeden Standort angefragt wurde.

Zur Ermittlung der Investitionskosten für die Ladestationen wurden die nachfolgenden Werte zugrunde gelegt. Hierbei wurden die folgenden Positionen einbezogen:

Baustellen und Verkehrssicherung

- Tiefbau inkl. Fundament und ZAS setzen & Anschluss der Ladesäule
- Inbetriebnahme und Parametrierung
- Oberfläche aufnehmen und wiederherstellen
- Montage Poller und Verkehrszeichen
- Materiallieferung: Poller, Rohrpfeiler und Verkehrszeichen
- Materiallieferung: Zähleranschluss säule
- Markierung

Tab. 14: Investitionskosten Ladestationen

Position	gepflastert	asphaltiert
Ersteinrichtung des Standortes	10.000 €	13.250 €
Ladehardware	5.523 €	5.523 €
Fertigfundament	415 €	415 €
Summe	15.938 €	19.188 €
Summe gerundet	16.000 €	19.000 €
Mittelwert	17.500 €	

Zur Ermittlung der Anteiligen Investitionskosten p.a. wurden die Netzanschlusskosten über einen Zeitraum von 20 Jahren, die Investitionskosten der Ladestationen auf 8 Jahre verteilt.

Zur Ermittlung der Betriebskosten wurden die folgenden Werte je Ladesäule zugrunde gelegt:

Tab. 15: Betriebskosten Ladestationen

Tätigkeit	AC-Ladesäule
Inspektion & Wartung Ladestation + ZAS	800 €
Anbindung IT-Backendsystem	180 €
Betreuung IT-Backendsystem	120 €
24/7 - Servicehotline	50 €
Entstörung	400 €
Instandhaltungsrücklage	55 €
Summe	1.605 €

Tab. 16: Berechnung Investitions- und Betriebskosten Ladestationen 2025

FID	Standort Nr.	Adresse	Kosten Netzanschluß	Investition Ladestation	Investition Gesamt je Ladestation	Anteilige Investkosten p.a.	Betriebskosten p.a.	Gesamtkosten p.a.
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
4	6	Parkplatz Tannenbergstr. Landratsamt Fulda	22.000 €	17.500 €	39.500 €	3.288 €	1.605 €	4.893 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	26.000 €	35.000 €	30.500 €	5.675 €	3.210 €	8.885 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	8.000 €	35.000 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
17	13	Parkplatz Peterstor	8.000 €	35.000 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	75.000 €	35.000 €	55.000 €	8.125 €	3.210 €	11.335 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	52.000 €	52.500 €	34.833 €	9.163 €	4.815 €	13.978 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	7.998 €	35.000 €	21.499 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
Summe			238.998 €	64.450 €	38.520 €	420.000 €	439.332 €	102.970 €

Tab. 17: Berechnung Investitions- und Betriebskosten Ladestationen 2030

FID	Standort Nr.	Adresse	Kosten Netzanschluß	Investition Ladestation	Investition Gesamt je Ladestation	Anteilige Investkosten p.a.	Betriebskosten p.a.	Gesamtkosten p.a.
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	0 €	0 €	0 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0 €	0 €	0 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	4.000 €	17.500 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	8.000 €	35.000 €	21.500 €	7.163 €	4.815 €	11.978 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	4.000 €	17.500 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
4	6	Parkplatz Tannenbergstr. Landratsamt Fulda		35.000 €	17.500 €	7.663 €	4.815 €	12.478 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz		52.500 €	17.500 €	12.238 €	8.025 €	20.263 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	4.000 €	17.500 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	8.000 €	35.000 €	21.500 €	7.163 €	4.815 €	11.978 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	4.000 €	17.500 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	4.000 €	17.500 €	21.500 €	2.388 €	1.605 €	3.993 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	8.000 €	35.000 €	21.500 €	9.550 €	6.420 €	15.970 €
17	13	Parkplatz Peterstor	8.000 €	35.000 €	21.500 €	9.550 €	6.420 €	15.970 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen		70.000 €	17.500 €	16.875 €	9.630 €	26.505 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	4.000 €	17.500 €	21.500 €	4.775 €	3.210 €	7.985 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	8.000 €	35.000 €	21.500 €	7.163 €	4.815 €	11.978 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.		87.500 €	17.500 €	20.100 €	12.840 €	32.940 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	7.998 €	35.000 €	21.499 €	9.550 €	6.420 €	15.970 €
Summe			71.998 €	560.000 €	327.999 €	138.050 €	89.880 €	227.930 €

10.3 Umsatzermittlung

Die Prognose der Umsätze basiert auf den Ergebnissen der Analyse zu den geladenen Strommengen pro Tag.

Es zeigt sich deutlich, dass zwischen 2025 und 2030 nicht nur die Absatzmenge insgesamt steigt, sondern vor allem auch die Menge je Ladepunkt, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit der Ladepunkte mit steigendem Hochlauf der Elektromobilität deutlich erhöht.

Tab. 18: Prognostizierter Absatz Strommengen je Standort 2025

FID	Standort Nr.	Adresse	2025 Summe kWh (öff. LV)	2025 durchschnittliche kWh je LP
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	7,03	7,03
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0,00	0,00
3	3	An der Steingrube 28 - 30	28,53	28,53
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	37,60	18,80
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	32,68	16,34
4	6	Parkplatz Tannenbergr. Landratsamt Fulda	71,55	35,78
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	65,26	16,32
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	5,07	5,07
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	67,88	33,94
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	36,93	12,31
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	50,80	25,40
11	12	Königsstr. 68 - 78	69,05	23,02
17	13	Parkplatz Peterstor	34,63	11,54
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	48,03	9,61
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	47,95	23,97
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	42,48	21,24
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	101,21	16,87
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	110,98	36,99

Tab. 19: Prognostizierter Absatz Strommengen je Standort 2030

FID	Standort Nr.	Adresse	2030 Summe kWh (öff. LV)	2030 durchschnittliche kWh je LP
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	25,96 €	25,96 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0,00 €	0,00 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	105,64 €	52,82 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	138,67 €	34,67 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	121,02 €	40,34 €
4	6	Parkplatz Tannenbergr. Landratsamt Fulda	264,95 €	52,99 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	241,67 €	30,21 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	18,77 €	9,39 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	251,36 €	62,84 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	136,76 €	27,35 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	188,11 €	37,62 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	255,71 €	42,62 €
17	13	Parkplatz Peterstor	128,24 €	21,37 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	177,86 €	16,17 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	177,56 €	59,19 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	157,30 €	39,32 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	374,80 €	31,23 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	410,97 €	68,50 €

Auf Basis der Strommengen wurde der Umsatz je Ladepunkt berechnet. Hierbei wurden die folgenden Werte zugrunde gelegt:

Tab. 20: Basiswerte Umsatzberechnung Ladestationen (Grundberechnung)

Umsatz	AC-Ladesäule
Umsatz je kWh (brutto)	0,43 €
Umsatz je kWh (netto)	0,36 €
Stromkosten (netto)	0,25 €
Deckungsbeitrag (netto)	0,11 €
THG Quote (netto)	0,07 €
Deckungsbeitrag mit THG (netto)	0,18 €

Für die Berechnung wurden nur die ausgewiesenen Deckungsbeiträge, d.h. die Nettowerte abzüglich der Stromkosten angesetzt.

Tab. 21: Prognostizierter Umsatz Ladestationen 2025

FID	Standort Nr.	Adresse	Erwarteter Umsatz p.a. (netto ohne Strom)	Erwarteter Umsatz p.a. (netto ohne Strom mit THG)
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	285,79 €	465,45 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0,00 €	0,00 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	1.159,40 €	1.888,29 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	1.527,93 €	2.488,51 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	1.328,06 €	2.162,98 €
4	6	Parkplatz Tannenbergestr. Landratsamt Fulda	2.907,89 €	4.736,01 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	2.652,34 €	4.319,81 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	206,05 €	335,59 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	2.758,61 €	4.492,90 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	1.500,86 €	2.444,42 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	0,00 €	0,00 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	2.806,33 €	4.570,60 €
17	13	Parkplatz Peterstor	1.407,43 €	2.292,25 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	1.951,93 €	3.179,08 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	1.948,68 €	3.173,78 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	1.726,30 €	2.811,58 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	4.113,33 €	6.699,30 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	4.510,27 €	7.345,78 €
Summe			32.791 €	53.406 €

Tab. 22: Prognostizierter Umsatz Ladestationen 2030

FID	Standort Nr.	Adresse	Erwarteter Umsatz p.a. (netto ohne Strom)	Erwarteter Umsatz p.a. (netto ohne Strom mit THG)
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	1.054,83 €	1.717,98 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	0,00 €	0,00 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	4.293,41 €	6.992,59 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	5.635,57 €	9.178,54 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	4.918,14 €	8.010,07 €
4	6	Parkplatz Tannenbergr. Landratsamt Fulda	10.767,93 €	17.537,51 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	9.821,81 €	15.996,58 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	762,95 €	1.242,60 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	10.215,62 €	16.637,97 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	5.557,95 €	9.052,12 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	7.645,05 €	12.451,34 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	10.392,25 €	16.925,64 €
17	13	Parkplatz Peterstor	5.211,89 €	8.488,50 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	7.228,24 €	11.772,49 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	7.216,21 €	11.752,90 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	6.392,59 €	10.411,48 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	15.232,24 €	24.808,43 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	16.702,13 €	27.202,42 €
Summe			129.049 €	210.179 €

10.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt deutlich, dass unter den getroffenen Annahmen, ein kostendeckender und somit wirtschaftlicher Betrieb über alle Standort in Summe weder 2025 noch 2030 nicht möglich ist. Es zeigt sich jedoch auch, dass es durchaus attraktive Standorte gibt, die bei fortgeschrittenem Hochlauf der Elektromobilität eine gute Wirtschaftlichkeit aufweisen können.

Tab. 23: Wirtschaftlichkeitsberechnung 2025

FID	Standort Nr.	Adresse	Gesamtkosten p.a.	Erwarteter Umsatz p.a. (netto ohne Strom mit THG)	Gewinn/ Defizit p.a.
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	3.993 €	465,45 €	-3.527,05 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	3.993 €	0,00 €	-3.992,50 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	3.993 €	1.888,29 €	-2.104,21 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	3.993 €	2.488,51 €	-1.503,99 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	3.993 €	2.162,98 €	-1.829,52 €
4	6	Parkplatz Tannenbergr. Landratsamt Fulda	4.893 €	4.736,01 €	-156,49 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	8.885 €	4.319,81 €	-4.565,19 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	3.993 €	335,59 €	-3.656,91 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	3.993 €	4.492,90 €	500,40 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	3.993 €	2.444,42 €	-1.548,08 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	0 €	0,00 €	0,00 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	7.985 €	4.570,60 €	-3.414,40 €
17	13	Parkplatz Peterstor	7.985 €	2.292,25 €	-5.692,75 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	11.335 €	3.179,08 €	-8.155,92 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	3.993 €	3.173,78 €	-818,72 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	3.993 €	2.811,58 €	-1.180,92 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	13.978 €	6.699,30 €	-7.278,20 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	7.985 €	7.345,78 €	-639,12 €
Summe			102.970 €	53.406 €	-49.563,56 €

Tab. 24: Wirtschaftlichkeitsberechnung 2030

FID	Standort Nr.	Adresse	Gesamtkosten p.a.	Erwarteter Umsatz p.a (netto ohne Strom mit THG)	Gewinn/ Defizit p.a.
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	3.993 €	1.717,98 €	-2.274,52 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	3.993 €	0,00 €	-3.992,50 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	7.985 €	6.992,59 €	-992,41 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	11.978 €	9.178,54 €	-2.798,96 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	7.985 €	8.010,07 €	25,07 €
4	6	Parkplatz Tannenbergr. Landratsamt Fulda	12.478 €	17.537,51 €	5.060,01 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	20.263 €	15.996,58 €	-4.265,92 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	7.985 €	1.242,60 €	-6.742,40 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	11.978 €	16.637,97 €	4.660,47 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	7.985 €	9.052,12 €	1.067,12 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	3.993 €	12.451,34 €	8.458,84 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	15.970 €	16.925,64 €	955,64 €
17	13	Parkplatz Peterstor	15.970 €	8.488,50 €	-7.481,50 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	26.505 €	11.772,49 €	-14.732,51 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	7.985 €	11.752,90 €	3.767,90 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	11.978 €	10.411,48 €	-1.566,02 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	32.940 €	24.808,43 €	-8.131,57 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	15.970 €	27.202,42 €	11.232,62 €
Summe			227.930 €	210.179 €	-17.750,65 €

Die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse zeigt, dass bereits bei der Erhöhung des Parameters Umsatz je kWh (brutto) von 0,43 € auf 0,45 € der Break-Even zur Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems im Jahr 2030 erreicht werden kann.

Tab. 25: Basiswerte Umsatzberechnung Ladestationen (Sensitivitätsberechnung)

Umsatz	AC-Ladesäule
Umsatz je kWh (brutto)	0,45 €
Umsatz je kWh (netto)	0,38 €
Stromkosten (netto)	0,25 €
Deckungsbeitrag (netto)	0,13 €
THG Quote (netto)	0,07 €
Deckungsbeitrag mit THG (netto)	0,20 €

Tab. 26: Wirtschaftlichkeitsberechnung 2030 (Sensitivitätsberechnung)

FID	Standort Nr.	Adresse	Gesamtkosten p.a.	Erwarteter Umsatz (netto ohne Strom mit THG)	Gewinn/ Defizit p.a.
6	1	Bürgerhaus Fulda-Haimbach Hirschweg	3.993 €	1.877,20 €	-2.115,30 €
1	2	Parkplatz Erfurter Str.	3.993 €	0,00 €	-3.992,50 €
3	3	An der Steingrube 28 - 30	7.985 €	7.640,65 €	-344,35 €
2	4	Bonifatiusstr. Höhe Hedwigstift	11.978 €	10.029,19 €	-1.948,31 €
5	5	Parkplatz Boyneburgstr.	7.985 €	8.752,44 €	767,44 €
4	6	Parkplatz Tannenbergr. Landratsamt Fulda	12.478 €	19.162,85 €	6.685,35 €
8	7	Westseite Ochsenwiesenplatz	20.263 €	17.479,12 €	-2.783,38 €
15	8	Parkplatz Justus-Schneider-Weg / Weimarer Str.	7.985 €	1.357,76 €	-6.627,24 €
16	9	Parktaschen Hinterburg (Dompfarrzentrum)	11.978 €	18.179,95 €	6.202,45 €
13	10	Parkplatz Bonifatiusplatz	7.985 €	9.891,05 €	1.906,05 €
9	11	Lindenstr. / Jerusalemplatz	3.993 €	13.605,31 €	9.612,81 €
11	12	Königsstr. 68 - 78	15.970 €	18.494,28 €	2.524,28 €
17	13	Parkplatz Peterstor	15.970 €	9.275,20 €	-6.694,80 €
14	14	Parkplatz Franzosenwäldchen	26.505 €	12.863,54 €	-13.641,46 €
7	15	15A: Am Bahnhof / B 458	7.985 €	12.842,14 €	4.857,14 €
18	16	15B: Parkhaus Ruprechtstr.	11.978 €	11.376,39 €	-601,11 €
10	17	Kopfparkplatz Schillerstr.	32.940 €	27.107,63 €	-5.832,37 €
12	18	Ronsbachstr. / Feldstr.	15.970 €	29.723,49 €	13.753,69 €
Summe			227.930 €	229.658 €	1.728,42 €

10.5 Resümee

Insgesamt kann festgestellt werden, dass das Kosten/Umsatz Verhältnis der Ladestationen mit steigendem Hochlauf der Elektromobilität insgesamt deutlich steigt. Es zeigt sich aber auch, dass ein wirtschaftlicher Betrieb stark vom Standort abhängt. Dies birgt, wie bereits im Kapitel zum Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur dargestellt, dass bei der Nutzung eines Vergabeverfahrens nur über Sondernutzungsgenehmigungen, schnell der Effekt des „Rosinen-Piken“ eintreten kann. Insofern wird empfohlen die Vergabe vorzugsweise über ein Konzessionsverfahren durchzuführen und Standorte nur im Paket von besser und schlechter ausgelasteten Standorten zuzuteilen.

Darüber hinaus zeigt sich die hohe Sensibilität des Systems, da bereits geringfügige Änderungen der Berechnungsparameter weiterreichende Veränderungen des Ergebnisses haben, wodurch belastbare Aussagen zur Prognose der Wirtschaftlichkeit nur mit hohen Unsicherheiten gegeben werden können.