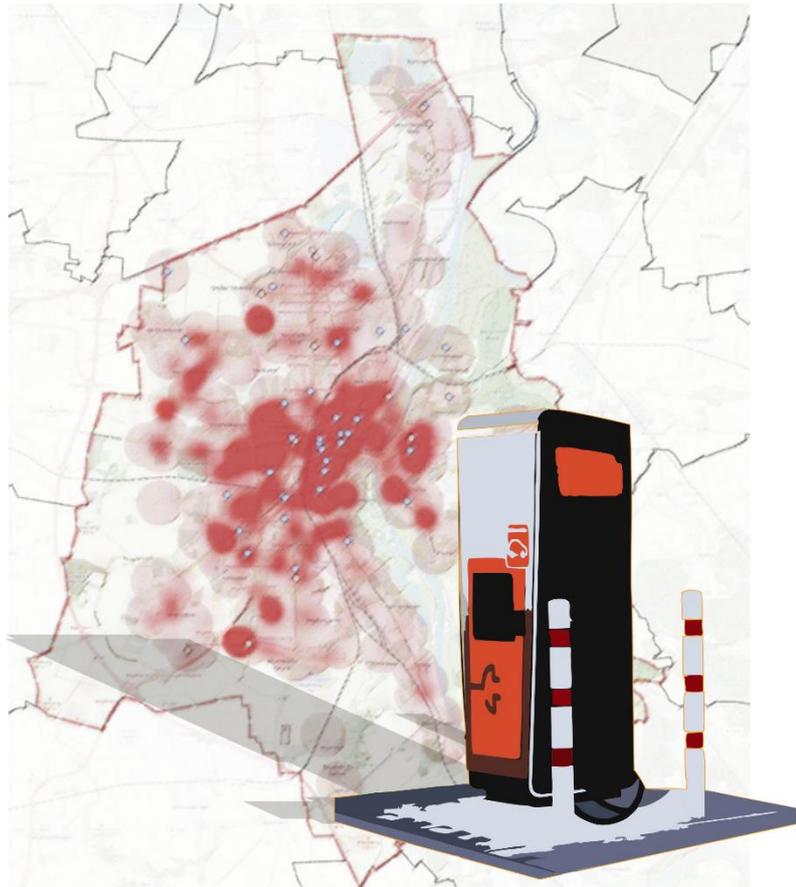


SHP Ingenieure



Landeshauptstadt Magdeburg

Elektromobilitätskonzept

DS0114/23 Anlage 1

Elektromobilitätskonzept Landeshauptstadt Magdeburg

– Bericht zum Projekt Nr. 20001 –

Auftraggeber:

Landeshauptstadt Magdeburg
Dezernat für Stadtentwicklung, Bau und Verkehr
An der Steinkuhle 6
39128 Magdeburg

Auftragnehmer:

SHP Ingenieure
Plaza de Rosalia 1
30449 Hannover
Tel.: 0511.3584-450
Fax: 0511.3584-477
info@shp-ingenieure.de
www.shp-ingenieure.de

Projektleitung:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Richter

Bearbeitung:

Sebastian Groß M.Sc.
Felix von der Lieth M.Eng.

Hannover, Februar 2023

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

Inhalt

Seite

1	Anlass und Ziele	1
2	Grundlagen und Marktanalyse	5
2.1	Dynamik der Elektromobilität	5
2.1.1	Europäische Union	5
2.1.2	Deutschland	5
2.1.3	Landeshauptstadt Magdeburg	8
2.2	Technische Standards	9
2.2.1	Fahrzeuge	9
2.2.2	Ladeinfrastruktur	11
2.2.3	E-Fahrzeuge als Teil der Verkehrs- und Energiewende	14
3	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)	16
3.1	Allgemein	16
3.2	Strategien der Ladung von Elektrobussen	16
3.3	Busse mit Brennstoffzellentechnik	19
3.4	Entwicklungshorizont und Anforderungen MVB	20
3.5	Taxenverkehr und Elektromobilität	23
4	Kommunaler Fuhrpark der LH Magdeburg	25
4.1	Analyse	25
4.1.1	Fahrzeuge	25
4.1.2	Fahrleistungen	27
4.2	Ableitung Elektrifizierungsquoten	31
4.3	Zugangskonzept kommunale Infrastruktur	33
5	Ladeinfrastruktur	35
5.1	Bestand	35
5.2	Zukünftige Bedarfe	36
6	Standortkonzept für Ladeinfrastruktur	40
6.1	Zielsetzung und Methodik	40
6.2	Bedarfe Ladesäulen	44
6.3	Standortvorschläge Ladesäulen	49
7	Umsetzungshinweise Gestaltungsrichtlinie	53
7.1	Inhalte Richtlinie	53
7.1.1	PKW	53
7.1.2	E-Bikes	65
7.2	Mobilitätsstationen	72
8	Elektrifizierung Fahrzeuge Städtischer Abfallwirtschaftsbetrieb (SAB)	75
8.1	Flotte, Erfahrungen und Vorbereitungen	75
8.2	Standorte	76
8.3	Gesetzliche Anforderungen	78
8.4	Zielsetzungen	79
8.5	Herausforderungen	80

9	Maßnahmenkonzept	83
9.1	Maßnahmen und Kosten	83
9.2	Einflussnahme der LH Magdeburg auf Dritte	89
9.2.1	Schienenverkehr	89
9.2.2	Straßengüter- und Fernbusverkehr	89
9.3	Weiterführende Empfehlungen zur Umsetzung	89
10	Öffentlichkeitsbeteiligung	92
10.1	Beteiligungsmethodik	92
10.2	Personenbezogene Daten	94
10.3	Kernaussagen Umfrage	97
10.4	Inhalte Online-Befragung	99
10.5	Kombinierte Fragestellungen	109
10.6	Standortwünsche Ladesäulen	111
11	Weitergehende Hinweise	114

1 Anlass und Ziele

Das vorliegende Elektromobilitätskonzept stellt einen Baustein der Landeshauptstadt (LH) Magdeburg dar, den immer drängenderen Herausforderungen des Klimaschutzes zu begegnen. Durch einen auf der einen Seite steigenden Elektrifizierungsanteil im Mobilitätssektor können auf der anderen Seite Fahrzeuge, die mit fossilen Energieträgern betrieben werden, als konkreter Beitrag zum lokalen Umweltschutz reduziert werden.

Der Anstoß für die Aufstellung des Mobilitätskonzeptes wurde bereits im Verkehrsentwicklungsplan (VEP) 2030*plus*¹ der LH Magdeburg gegeben, wo im Oberziel 6 die „Minderung von Umweltbelastungen und die Verbesserung des Stadtklimas“ fixiert ist. Darüber hinaus wurde auch im „Masterplan 100% Klimaschutz“² in der Maßnahme C5.1 „Elektromobilität und Brennstoffzellenantrieb“ vor dem Hintergrund der Grundsätze wie:

- Verkehrsleistung reduzieren
- Verlagerung auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel und
- durch E-Mobilität den Verkehr verbessern

die Zielrichtung vorgegeben, dass neben der verstärkten Umsetzung der E-Mobilität im motorisierten Individualverkehr (MIV) auch der Umweltverbund (hier insbesondere Radverkehr und ÖPNV) mitbetrachtet werden soll. Neben einer Verbesserung der Verkehrsmittelwahlmöglichkeiten und Zugänglichkeiten (Multimodalität), kann die E-Mobilität auch ihren Anteil dazu beitragen, dass die Möglichkeit der Verknüpfung von unterschiedlichen Verkehrsträgern (Intermodalität) im Stadtgebiet verbessert werden kann. Mit der Beschlussfassung¹ des Gesamtwertes zum VEP2030*plus* durch den Stadtrat wurde der hohe Stellenwert des Themas „E-Mobilität“ in der Landeshauptstadt Magdeburg bestätigt.

Im Rahmen dieses Konzepts sollen zunächst Grundlagen der Elektromobilität beschrieben und die derzeitigen Entwicklungen auf dem Markt analysiert werden. Darin soll auf die derzeitige Dynamik der Elektromobilität eingegangen, technische Standards beschrieben und die Möglichkeiten der weiteren Elektrifizierung im ÖPNV-Sektor beleuchtet werden. Danach soll auch der kommunale Fuhrpark näher beleuchtet und analysiert werden, mit dem Ziel, konkrete Elektrifizierungsquoten abzuleiten. In den nachfolgenden beiden Teilbereichen wird die städtische (Lade-)Infrastruktur in den Fokus genommen. Neben der Beleuchtung des Bestandes und der Ermittlung des zukünftigen Bedarfs sollen auch die Inhalte für eine Gestaltungsrichtlinie dargelegt und erläutert werden. Der ermittelte Bedarf soll danach in ein Standort-Konzept für die (öffentliche) städtische Ladeinfrastruktur einfließen. In Kapitel 8 sollen für den städtischen Abfallwirtschaftsbetrieb Magdeburg (SAB) Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie Teile der Flotte sukzessive elektrifiziert und welche möglichen Anforderungen an den Aufbau einer eigenen Ladeinfrastruktur werden können.

¹ Landeshauptstadt Magdeburg 2022, Verkehrsentwicklungsplan (VEP) 2030*plus*, (Beschluss-Nr. 1399-046(VII)22)

² Landeshauptstadt Magdeburg 2018, Masterplan 100% Klimaschutz (Beschluss-Nr. 1770-050(VI)18)

Auf Basis der genannten Inhalte ist ein (teilweise) sektorübergreifendes Strategie- und Maßnahmenkonzept zu erarbeiten, das für die festgelegten Unterziele entsprechende Maßnahmen beschreibt. Diese sollen inhaltlich so stark wie möglich konkretisiert, mit Umsetzungshorizonten versehen und der mögliche Kostenaufwand erläutert werden.

Final sollen die Ergebnisse der umgesetzten Beteiligung (für Bürger*innen und Gewerbetreibende) dargelegt werden.

Nachfolgend werden aus den oben genannten Oberzielen konkrete Unterziele genannt und auf die einzelnen Segmente (wie z.B. private Nutzer, ÖPNV und städtische Betriebe) bezogen. Anhand der Aufstellung konkreter und messbarer Ziele und damit verbundenen Zielgrößen kann der Umsetzungsfortschritt der beschriebenen Maßnahmen überprüft werden.

Ziel 1: Elektrifizierung kommunaler Flotten

- Elektrifizierung aller kommunalen Fahrzeuge mit Potential (bis 2030+)
- Erarbeitung einer Beschaffungsrichtlinie

Ziel 2: Qualifizierung elektrischer Antriebsmöglichkeiten für den Nahverkehr

- Erstellen eines ganzheitlichen Betriebskonzepts zur Elektrifizierung des ÖPNV (Busverkehr)
- Prüfung der Möglichkeiten zur zeitweisen Nutzung von Prototypen zur Sensibilisierung der Stadtgesellschaft

Ziel 3: Quantifizierung des Bedarfs an zugänglicher Ladeinfrastruktur

- Darstellung eines ausreichenden Angebots an Ladesäulen für zukünftig bis zu 17.000 E-Fahrzeuge in Magdeburg (bis 2030)
- (z.B. 600 öffentlich zugängliche Ladesäulenstandorte bis 2030)
- Konkrete Benennung von Standorten oder Suchräumen mit hohem Potenzial

Ziel 4: Entwicklung Standortkonzept Ladeinfrastruktur

- Erarbeitung eines Standortkonzepts unter Berücksichtigung stadtstruktureller Begebenheiten
 - o Verortung der ermittelten Anzahl an Ladesäulen
 - o Mitberücksichtigung von Standortwünschen (Bürgeranfragen) mittels Online-Beteiligung
- Aufstellung einer integrierten Gestaltungsrichtlinie

Ziel 5: Elektrifizierung Flotte SAB

- Elektrifizierung der Fahrzeugflotte unter Berücksichtigung der gesetzlichen Verankerungen der entsprechenden Fahrzeugflotten mit Hilfe von Bundesfördermitteln (von mind. 10% (bis 2025) und 15% (bis 2030) der neuangeschafften Fahrzeuge (Bereich N2 und N3)
- Weitere Testungen und Einsätze von Fahrzeugen in der kleineren Nutzungsklasse N1 (z.B. Mitarbeiter-Pkw und Kleinkehrmaschinen)
- Einrichtung entsprechender Ladeinfrastruktur

- Vorbereitende Untersuchungen hinsichtlich der zu verfolgenden Technologie

Ziel 6: Mobilitätsbotschafter

- Berücksichtigung Standortwünsche Anwohner*innen bei Ladesäulen
- Nutzung von hohen Kommunalbeamten als Botschafter für E-Bikes und Elektroautos (Elektrifizierung der kommunalen Flotte [Ziel 1])

Für die Erreichung der genannten Ziele und die Umsetzung der mit diesen in Verbindung stehenden Maßnahmen fällt der Kommune eine entscheidende Schlüsselrolle in unterschiedlichen Funktionen zu (vgl. Abb. 1).

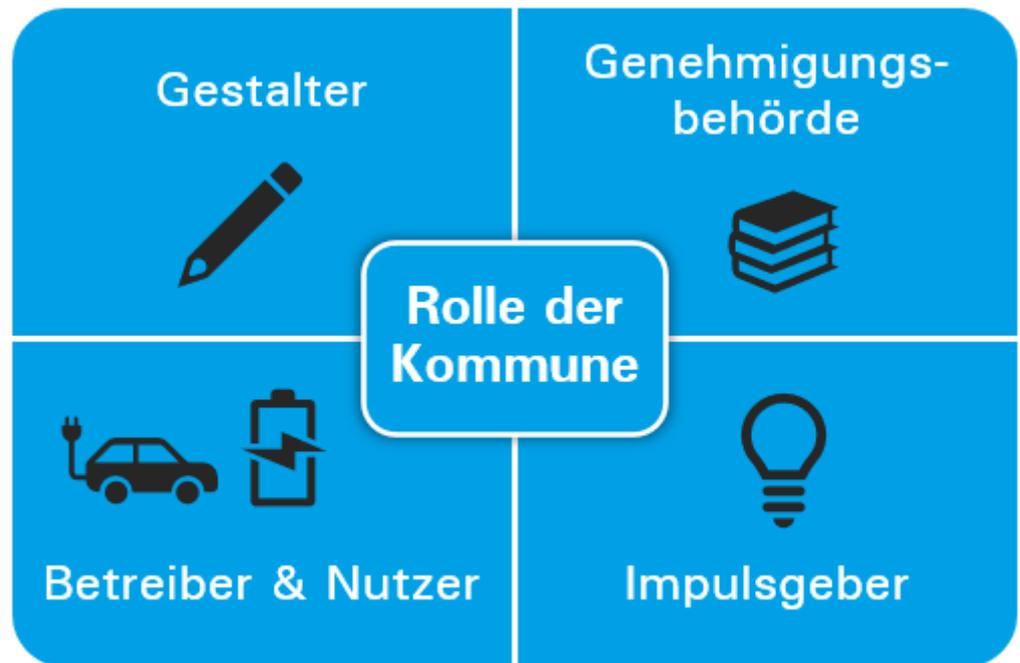


Abb. 1 Rolle und Aufgaben der Kommune

Als **Gestalter** hat die Kommune die Möglichkeit bewusst die Elektromobilität zu gestalten; zum Beispiel durch die Aufstellung durch Standortkonzepte oder Gestaltungsrichtlinie.

Als **Genehmigungsbehörde** obliegt der Kommune die Hoheit, den öffentlichen Raum – mit den entsprechenden Genehmigungen – durch private Akteure (mit)gestalten zu lassen. Hier geht es im Besonderen darum, dass die Errichtung der benötigten öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur (unter Berücksichtigung der gefassten Richtlinien) auch durch private Akteure errichtet werden kann. Um eine gute Zusammenarbeit mit privaten Akteuren, die eine Investition in das öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktursystem beabsichtigen, zu ermöglichen, gilt es, Umsetzungsvorgaben so weit wie möglich und so eng wie nötig zu gestalten. Unberührt davon bleiben gesetzliche Anforderungen zur Errichtung von Ladeinfrastruktur im

privaten Raum (relevant bei Neubauten und maßgeblich zu renovierenden Wohn- und Nichtwohngebäuden, definiert im GEIG).

Als **Betreiber und Nutzer** hat die Kommune die Möglichkeit, ganz konkret eigene Erfahrungen beim Betrieb von E-Fahrzeugen und auch Ladeinfrastruktur für die eigenen E-Fahrzeuge und deren umfassender Nutzung zu sammeln und diese Expertise in die anderen Aufgabenbereiche miteinfließen zu lassen.

Zuletzt übernimmt die Kommune auch eine Rolle als **Impulsgeber**. Sie nimmt eine Vorreiterrolle ein, sofern sie selbst mit eigenem Beispiel als Mobilitätsbotschafter auftritt (z.B. hinsichtlich der Elektrifizierung der kommunalen Fahrzeuge). Zusätzlich hat sie die Möglichkeit durch gezielte (finanzielle) Förderungen die Entwicklung einzelner Bereiche voranzutreiben.

2 Grundlagen und Marktanalyse

2.1 Dynamik der Elektromobilität

2.1.1 Europäische Union

Die Europäische Union zeigt sich als wesentlicher Akteur, der vor dem Hintergrund der hoch gesteckten Ziele des Klimaschutzes konkrete Anforderungen für den Verkehrs- und Transportsektor zur europaweiten Umsetzung formuliert. Im Rahmen des EU-Klimapakets „Fit for 55“³ hat das EU-Parlament im Juni 2022 beschlossen, ab 2035 den Verkauf von Verbrennerfahrzeugen zu untersagen. Die Umsetzung in nationales (deutsches) Recht steht noch aus. Durch die EU-weiten Regelungen ist absehbar, dass der Markthochlauf der E-Mobilität nicht nur auf vagen Entwicklungsprognosen beruhen muss, sondern aufgrund der rechtlichen Bestimmungen konkretere Zielzahlen abgeleitet werden können.

Darüber hinaus wurde auf europäischer Ebene die „Clean-Vehicle-Directive“-Richtlinie (CVD) verabschiedet, die dezidierte und anspruchsvolle Anforderungen in Bezug auf den Einsatz einer umweltfreundlicheren Fahrzeugflotte im ÖPNV- sowie im Nutzfahrzeugsektor beschreibt. Durch diese Rechtsgrundlage wird die Nachfrage nach solchen Fahrzeugen innerhalb der Europäischen Union wesentlich ansteigen und einzelne Hersteller in die Serienproduktion einsteigen.

2.1.2 Deutschland

Obwohl das Ziel der Bundesregierung, bis 2020 1 Million E-Autos auf Deutschlands Straßen zuzulassen, nicht erreicht wurde, ist nach einer längeren Phase der Stagnation die Elektromobilität in Deutschland von einer stärkeren Dynamik erfasst worden. Mit Beginn des Jahres 2020 sind die Zulassungszahlen für E-Autos (BEV) und Plug-In-Hybride (PHEV) konstant angestiegen und zeigen – wenn auch mit kleineren Einbrüchen – einen deutlichen positiven Trend auf (vgl. Abb. 2). Dabei zeigen reine Elektroautos (BEV) und Plug-In-Hybride (PHEV) eine vergleichbare Entwicklung. Der starke Wandel in der Dynamik ist unter anderem damit zu erklären, dass die Bundesregierung durch den sogenannten „Umweltbonus“ starke Anreize zur Anschaffung eines E-Fahrzeuges gesetzt hat, wo der Käufer größere Anteile des Anschaffungspreises zurückerstattet bekommt. Außerdem können beim Leasing als Firmenwagen zusätzliche steuerliche Vorteile geltend gemacht werden; diese machen in etwa die Hälfte aller E-Fahrzeuge aus. Zusätzlich nimmt – insbesondere in vielen Großstädten – die Dichte der Ladeinfrastruktur im öffentlich zugänglichen Raum

³ Fit für 55“ bezieht sich auf das Ziel der EU, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % zu senken. Das vorgeschlagene Paket zielt darauf ab, die EU-Rechtsvorschriften mit dem Ziel für 2030 in Einklang zu bringen. Quelle: <https://www.consilium.europa.eu/de/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (Aufruf: 15.06.2022).

sukzessive zu, was bei den Nutzern zu einem höheren Sicherheitsempfinden führt.

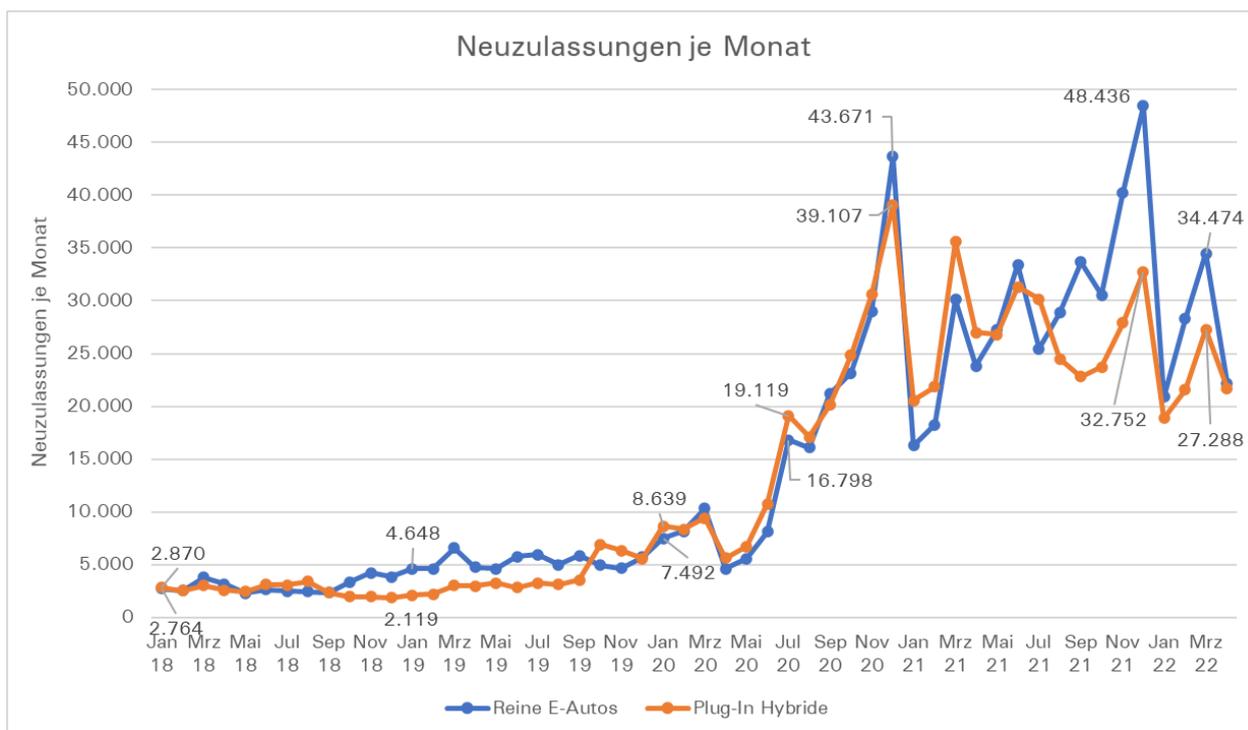


Abb. 2 Neuzulassungen E-Fahrzeuge seit 2018 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Befragungsergebnisse der MiD 2017⁴ haben anfängliche Trends beschrieben, die für den Start der Elektromobilität charakteristisch sind. Der Großteil aller Elektrofahrzeuge (rd. 90%) parkt auf einem privaten Stellplatz, der Anteil anderer Betriebsarten ist hier deutlich geringer (75%). Das deutet darauf hin, dass Nutzer sich eher für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug entscheiden sofern sie auch auf die Möglichkeit einer sicher nutzbaren Ladeinfrastruktur zurückgreifen können. Diese Annahme wird durch den Fakt unterlegt, dass Personen ohne eigenen (privaten) Stellplatz sich deutlich häufiger für einen Hybridwagen entscheiden (größere Unabhängigkeit). Außerdem zeigt sich, dass E-Mobilitätsnutzer zumeist noch zweigleisig fahren und nicht alleine auf die E-Mobilität setzen: Der Großteil aller Haushalte, die über ein Elektrofahrzeug verfügen, hat mindestens ein weiteres Fahrzeug mit herkömmlichem Antrieb. Kfz mit Verbrenner werden also nur sehr bedingt durch ein E-Fahrzeug eins zu eins ersetzt. Derzeit findet noch der Großteil der Ladevorgänge (rd. 80 %) im privaten Raum statt (zu Hause oder am Arbeitsplatz). Für die Zukunft ist zu erwarten, dass dieser Anteil (mit dem Aufbau einer dichteren öffentlichen Ladeinfrastruktur) zwar noch abnimmt, der Großteil aber im privaten Raum verbleibt.

⁴ MiD 2017, Mobilität in Deutschland 2017, Ergebnisbericht

Anders als bei der Entwicklung der Elektromobilität im Pkw-Bereich hat die der E-Bikes⁵ einen deutlich früheren Verlauf genommen. Bereits im Jahr 2012 wurden 380.000 E-Bikes in Deutschland abgesetzt (vgl. Abb. 3). Bis 2017 stieg der Anteil linear und kontinuierlich an, bis ab 2018 ein nahezu exponentieller Anstieg zu beobachten war. In 2020 wurden bereits knapp 2 Mio. E-Bikes abgesetzt; dies entspricht einem Wachstumsfaktor 10 innerhalb eines Zeitraums von 10 Jahren. In 2021 ist das Absatzwachstum stagniert und scheint ein Plateau erreicht zu haben. Laut Aussagen auf Seiten der Hersteller ist diese Stagnation allerdings nicht zwangsläufig auf eine geringere Nachfrage, sondern vielmehr auf Lieferschwierigkeiten zurückzuführen.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass die Nutzung von E-Bikes in der Mitte der Gesellschaft angekommen ist; sei es im Einsatzbereich des Alltags- oder des Freizeitverkehrs.

Diese steile Entwicklung ist insbesondere darin zu begründen, dass die Vorteile der E-Bike-Nutzung von Radfahrenden erkannt und in Wert gesetzt worden sind. Zum Beispiel das Erreichen größerer Reichweiten innerhalb kürzerer Reisezeiten bei einer geringeren körperlichen Anstrengung. Dazu sind die Anschaffungspreise erschwinglich, die möglichen Reichweiten stehen in einem guten Verhältnis zu den notwendigen Ladezyklen und das Laden kann bequem zu Hause oder am Arbeitsplatz erledigt werden. Im Vergleich zur Elektromobilität im Pkw-Bereich ist im E-Bike-Sektor der deutliche Vorteil zu nennen, dass die ansteigende Entwicklung losgelöst vom Ausbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur begründet werden kann.

⁵ Unter der Begrifflichkeit „E-Bike“ verbürgen sich die sogenannten Pedelecs (tretkraftverstärkte Fahrräder) und S-Bikes, die einen autarken E-Antrieb vorweisen, mengenmäßig (hinsichtlich der Zulassungszahlen) aber eine untergeordnete Rolle spielen.

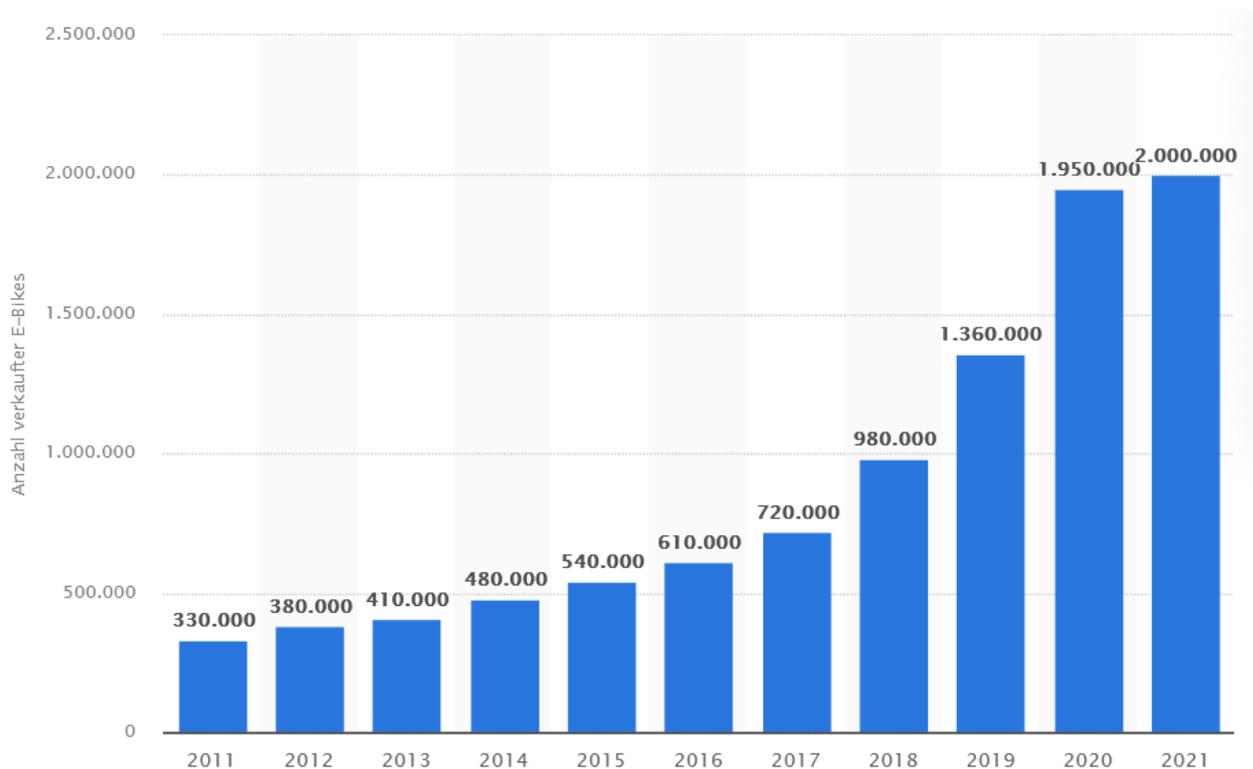


Abb. 3 Absatz von E-Bikes in Deutschland zwischen 2010 und 2021 (Quelle: Statista 2021)

Allerdings bedeutet die zunehmende Anzahl an E-Bikes und somit der steigende Druck auf Nebenflächen auch größere städtebauliche Herausforderungen für Kommunen. Durch die größeren Geschwindigkeiten in Kombination mit den schwereren Fahrrädern sind häufiger E-Bikes in Verkehrsunfällen verwickelt. Hier gilt es, durch eine angepasste Verkehrsinfrastruktur (z.B. durch entsprechend breite Radwege) die Sicherheit im Radverkehr – auch unter den veränderten Bedingungen – zu gewähren.

Hinsichtlich der Anforderungen für umweltfreundliche Fahrzeugflotten im Bereich der Personenbeförderung und der Nutzfahrzeuge wurden auf Basis der EU-weit geltenden „Clean-Vehicle-Directive“-Richtlinie (CVD) auch in Deutschland die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen im Rahmen des SaubFahrzeugBeschG⁶ umgesetzt. Diese neuen rechtlichen Rahmenbedingungen führen dazu, dass die Nachfrage nach alternativen Antrieben in den Sektoren von Personenbeförderung und Nutzfahrzeugen ansteigt. Dadurch werden solche Fahrzeuge auf mittelfristige Sicht nicht nur als Prototypen eingesetzt, sondern müssen aufgrund des hohen Nachfrage auch serienmäßig hergestellt werden.

2.1.3 Landeshauptstadt Magdeburg

Die Dynamik der E-Mobilität lässt sich auch an den in der LH Magdeburg zugelassenen Fahrzeugen in der Kategorie der E-Fahrzeuge ablesen (vgl.

⁶ Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz - SaubFahrzeugBeschG) vom 09.06.2021

Abb. 4). Im Vergleich der Jahre zwischen 2018 und 2020 lässt sich hier nicht nur ein lineares – sondern vielmehr ein exponentielles Wachstum erkennen. Zum Beispiel bei den reinen Elektroautos (BEV): Wo der Zuwachs zwischen 2018 und 2019 bei lediglich rd. 90 Fahrzeugen lag, war der Zuwachs zwischen 2019 und 2020 bei rd. 210 Fahrzeugen, was eine erhebliche Steigerung ausmacht. Auch die Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge haben ein erhebliches Wachstum zu verzeichnen gehabt und haben zahlenmäßig sogar die reinen E-Fahrzeuge überholt (mögliche Gründe sind in Kapitel 2.1.1 erläutert).

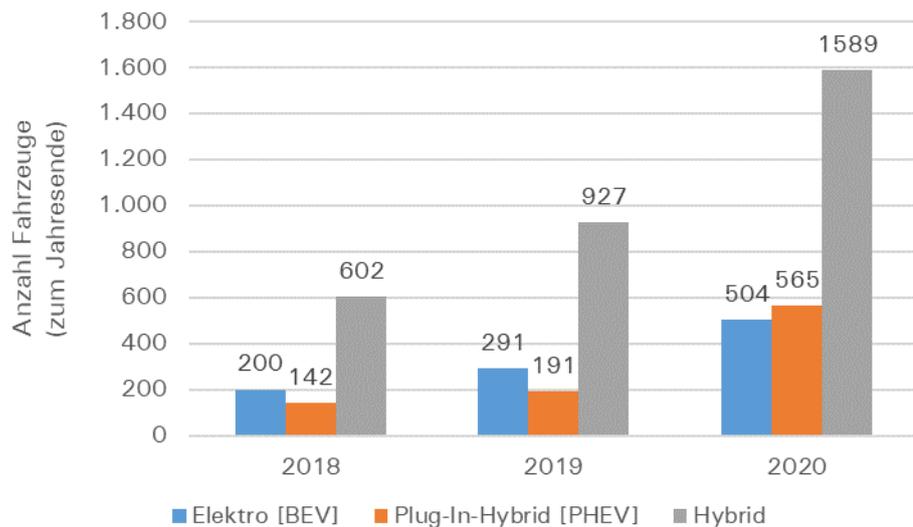


Abb. 4 Entwicklung der in Magdeburg zugelassen E-Fahrzeuge (jeweils zum Jahresende)

Allerdings zeigt die hohe und steigende Anzahl an Hybrid-Fahrzeugen (die streng genommen nicht zu den E-Fahrzeugen gehören, da sie lediglich Bremsenergie speichern aber keine externe Stromquelle nutzen können), dass Fahrzeuge mit einem Verbrennungsmotor nach wie vor den mit Abstand beliebtesten Fahrzeugtypen ausmachen. Ein Blick auf die Kfz-Zulassungszahlen in Magdeburg zeigt außerdem, dass zwar die absolute Zahl an E-Fahrzeugen ansteigt, aber genauso die Gesamtsumme aller Fahrzeuge. Ende 2019 waren 121.945 Fahrzeuge in Magdeburg angemeldet, Ende 2020 bereits 123.023 (+1.078). Dieser Trend deutet darauf hin, dass in Magdeburg E-Fahrzeuge bisweilen noch nicht als Ersatzfahrzeug für einen Verbrenner angeschafft, sondern vielmehr als ein Zusatzfahrzeug (z.B. als Zweitwagen) genutzt werden.

2.2 Technische Standards

2.2.1 Fahrzeuge

Mit dem Hochlauf der Elektromobilität und auch der geschaffenen politischen Rahmenbedingungen (vgl. Kapitel 2.1) hat der Großteil der globalen Hersteller reagiert und eigene E-Fahrzeuge entwickelt. In dieser Zeit haben viele Hersteller mit Plug-In-Hybrid-Modellen zunächst einen

Übergangsmarkt geschaffen. Die Zukunft gehört aller Voraussicht nach den „reinen“ Elektroautos (BEV), die lediglich über elektrische Energie angetrieben werden. Mittlerweile haben viele Hersteller ein Terminultimatum angekündigt, zu dem sie keine Autos mit Verbrennungsmotoren herstellen wollen.

Auf dem inzwischen großen Markt für E-Fahrzeuge sind in nahezu allen Pkw-Fahrzeugkategorien entsprechende Angebote vorhanden, die über verschiedenen Eigenschaften verfügen. Neben z.B. unterschiedlichen Ladekapazitäten der Akkus ist ein wesentlicher Kennwert der Verbrauch an kWh. Je geringer der Verbrauch auf die geleisteten Kilometer, desto besser für die Umweltbilanz. Die Spannweite an Verbräuchen ist relativ hoch. In einem Test, der durch den ADAC in 2020 durchgeführt worden ist, schnitt das Modell „Hyundai Ioniq Elektro Style“ mit einem Verbrauch von 14,7 kWh je 100 km am besten ab. Den höchsten Verbrauch auf 100 km zeigte das Modell „Nissan e-NV200 Evalia“ mit 28,1 kWh (vgl. Abb. 5).

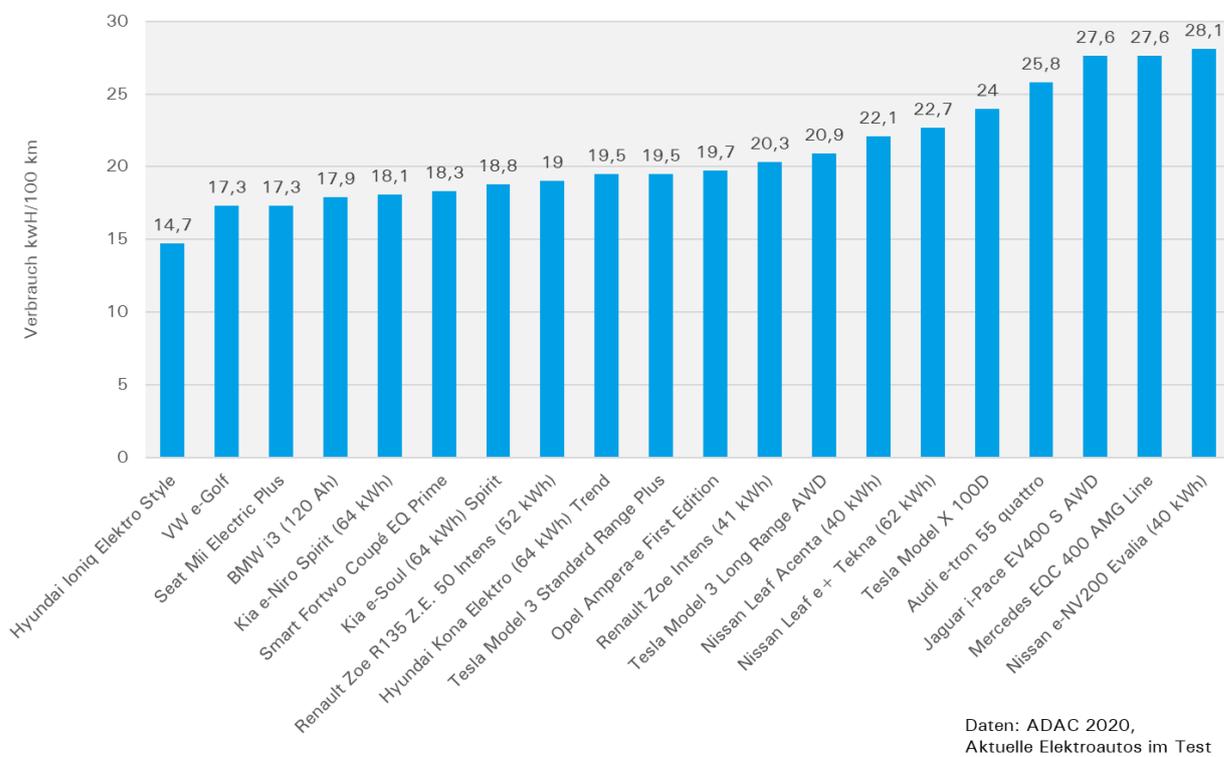


Abb. 5 Verbrauch verschiedener E-Auto-Modelle

Aus Nutzersicht ist neben dem Verbrauch des eigenen Fahrzeuges insbesondere die Reichweite von entscheidender Bedeutung. Je größer die Ladekapazität des eingebauten Akkus, desto größer beträgt zumeist die mögliche Reichweite. In Abb. 6 ist dieser Zusammenhang dargestellt. Allerdings unterscheiden sich einzelne Modelle dabei wesentlich in ihrer Effizienz. Einige Modelle, in denen Akkus mit geringerer Kapazität verbaut sind erreichen Reichweiten um die 200 km; Modelle mit deutlich größeren Ladekapazitäten sogar Reichweiten in Richtung 500 km. Allerdings sind die Reichweiten – insbesondere bei E-Autos – auch stark von äußeren

Einflüssen abhängig: zum Beispiel können sehr kalte Temperaturen die Kapazität des Akkus wesentlich einschränken.

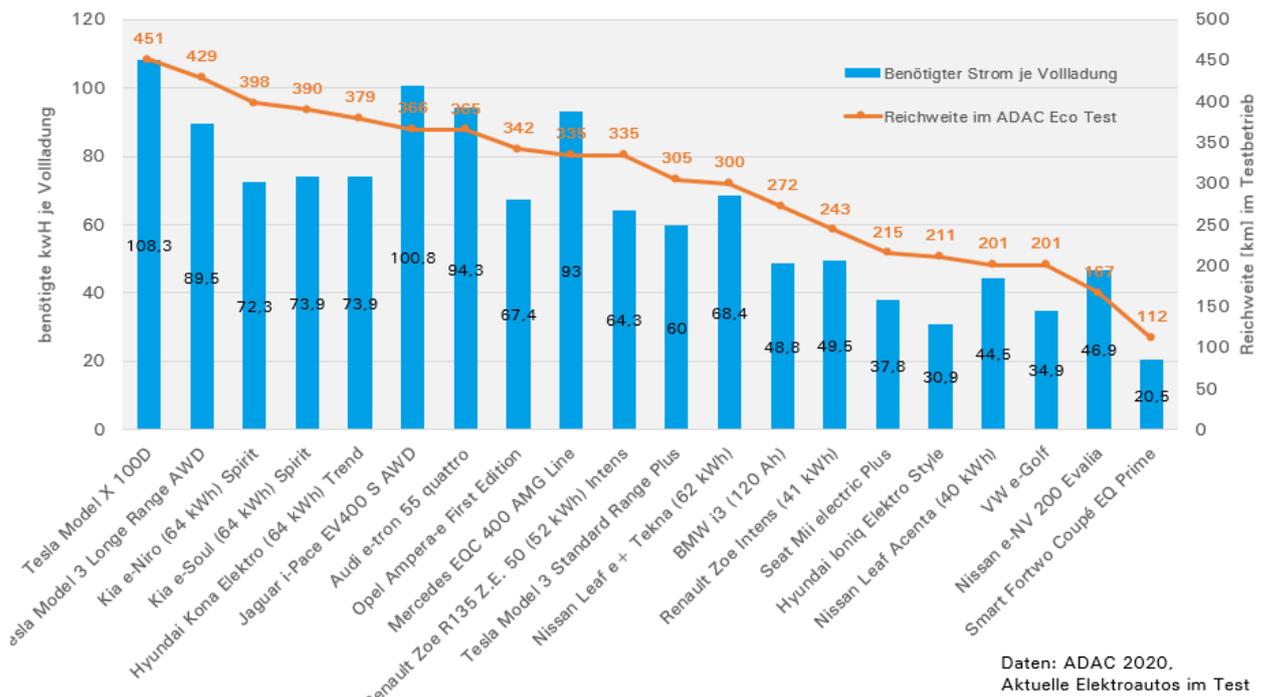


Abb. 6 Vergleich verschiedener E-Auto-Modelle in Bezug auf Reichweite und benötigter Energiemenge je Vollladung

2.2.2 Ladeinfrastruktur

Der Betrieb von E-Fahrzeugen benötigt eine entsprechende Infrastruktur zum Beladen der Fahrzeuge. Anders als beim Betrieb von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren kann das „Auftanken“ mit elektrischem Strom an vielen Orten erfolgen; allerdings wird eine längere Zeit zum „Nachfüllen“ der Ressource benötigt.

Hinsichtlich des Nachladens von E-Fahrzeugen können örtlich grundsätzlich zwei Kategorien unterschieden werden (vgl. Abb. 7):

- **privater Bereich:** auf dem eigenen Grundstück bzw. Stellplatz, auf Parkplätzen von Wohnanlagen oder auf Firmenparkplätzen auf eigenem Gelände
- **öffentlich zugänglicher Bereich:** an Autohöfen und Autobahnraststätten, Einkaufszentren, Parkhäuser und Kundenparkplätze sowie Bereiche im öffentlichen Raum (z.B. am Straßenrand beziehungsweise auf öffentlichen Parkplätzen)

Aktuell wird abgeschätzt, dass 85% aller Ladevorgänge im privaten Raum stattfinden. Dieser Wert korrespondiert in etwa mit dem Zeitanteil, wo sich Fahrzeuge die meiste Zeit befinden. Perspektivisch wird aber geschätzt, dass der Anteil mittelfristig bis 2030 auf 60-70% sinken wird. Anteilig deutlich untergeordnet, finden im öffentlich zugänglichen Bereich lediglich 15% aller Ladevorgänge statt. Hier wird erwartet, dass der Anteil –

insbesondere mit dem Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur – perspektivisch auf 30-40% (bis 2030) ansteigen wird⁷.



Abb. 7 Standorte für Ladeinfrastruktur und zu erwartende Anteile von Ladevorgängen (Quelle: VDA, Verband der Automobilindustrie)

Mit dem Hochlauf der Elektromobilität hat sich für das Nachladen von E-Fahrzeugen das Laden über Ladesäulen (bzw. Ladepunkten) etabliert. Der Einsatz von Akku-Wechselstationen hat sich (aus den weiter unten genannten Gründen) bisweilen nicht etabliert.

Ladesäulen / Ladepunkte

Alle Ladesäulen bzw. Ladepunkte (hier sind auch integrierte Elemente wie die sogenannte „Wallbox“ inkludiert) müssen einen der in Abb. 8 beschriebenen Steckertypen verbauen. In Deutschland (und vorrangig auch in Europa) haben sich bei den Herstellern (und somit auch bei den Anbietern von Ladeinfrastruktur) der Standard „Typ 2“ und „CCS“ durchgesetzt. Etwa jeder 10. Ladepunkt verfügt über einen der alternativen dargestellten Steckertypen. Der „Typ2“-Stecker wird insbesondere für das Normalladen eingesetzt, wo Ladeleistungen <50 KW (bei Wechselspannung [AC]) abgewickelt werden können. Bei Schnellladesäulen wird insbesondere der CCS-Stecker eingesetzt. Hier können Ladeleistungen von bis zu 170 KW erreicht werden, hierbei allerdings nur bei der Verwendung von Gleichstrom [DC]. Hier liegen die Ladedauern im Bereich von ca. 1 Stunde. Derzeit werden technische Verfahren entwickelt, so dass doppelte Ladeleistungen abgerufen werden können und Vollladungen in weniger als 30 Minuten möglich sind. In Deutschland spielen die Steckertypen CHAdeMO (insbesondere durch asiatische und französische Hersteller eingesetzt) und der Supercharger von Tesla lediglich eine untergeordnete Rolle.

⁷ VDA (Verband der Automobilindustrie) 2019: Empfehlungen für einen erfolgreichen Hochlauf der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge bis 2030: https://www.vda.de/dam/jcr:e425be3a-4bbd-444e-b438-2a8f90eb00a1/190520_Positionspapier%20Ladeinfrastruktur.pdf

Gerade im Bereich von Ladungen im privaten Bereich ist auch der „Schuko“-Stecker von Relevanz. Auch wenn nur verhältnismäßig geringe Ladeleistungen erreicht werden, ist der Ladevorgang über den eigenen Hausanschluss (unkompliziert und ohne den Einbau einer ergänzenden Einheit) möglich.

Piktogramm	Name	Ladeleistung	Eigenschaften	Einsatzbereich/ Hersteller
	Typ 1	bis zu 7,4 kW	- AC - 50 kWh innerhalb von ~ 8 h geladen	vorrangig Asien und USA
	Typ 2	bis zu 43 kW	- AC - 50 kWh innerhalb von 2,5 h geladen	vorrangig Europa
	CCS	bis zu 170 kW	- AC und DC - 50 kWh innerhalb von 1 h geladen	vorrangig Europa
	CHAdeMO	bis zu 100 kW	- DC - 50 kWh innerhalb von 1 h geladen	vorrangig Hersteller wie u.a. Honda, Kia, Mazda, Nissan, Peugeot, Tesla und Toyota
	Supercharger (Tesla)	bis zu 120 kW	- DC - 50 kWh innerhalb von 0,75 h geladen	Tesla
	Schuko (Hausanschluss)	bis zu 3,7 kW	- AC - 50 kWh innerhalb von ~ 12 h geladen	Alle Elektroautos

Abb. 8 Stecktypen im Vergleich

Akku-Wechselstationen

Eine theoretische Alternative zu einer stationären Ladeinfrastruktur mit verschiedenen (oben beschriebenen) Ladepunkten ist der Aufbau eines flächendeckenden Netzes mit Akku-Wechselstationen. Bislang wurden entsprechende Versuche einiger Hersteller unternommen (z.B. in Kombination mit Modellen, wo ein schneller Austausch möglich ist). Allerdings hat sich diese Alternative bislang (auch nicht in einzelnen Regionen) durchgesetzt. Dieser Entwicklung können nachfolgende Gründe zugrunde gelegt werden:

- Beim Tausch von Akkus ist für den Nutzer bzw. Besitzer fraglich, in welchem Zustand sich der getauschte Akku befindet. Da der Akku das teuerste Einzelteil am E-Auto ist, haben Nutzer von nicht geleasten oder gemieteten Fahrzeugen einen klaren Nachteil.
- Derzeit zeigt der Markt (noch) einen großen Mangel an Akku-Modulen. Das bedeutet, dass bei einem funktionierenden System ein Überangebot an Akkus vorhanden sein müsste, was der Markt derzeit nicht erbringen kann, da die hohe Nachfrage bei Neubau von Fahrzeugen das Angebot vollständig in Anspruch nimmt.
- Ein System mit Wechselakkus ist derzeit noch deutlich kostenintensiver (als ein System mit Ladesäulen) hinsichtlich des Betriebs der dahinterstehenden Infrastruktur. Dementsprechend möchte derzeit noch

kein Akteur aus der (Automobil-)Industrie in Vorleistung für die vielen Akkus, die dahinterstehende Logistik und die dazugehörige Infrastruktur eintreten.

Letztlich hat sich die (Automobil-)Industrie (auch hinsichtlich der Konstruktion von E-Fahrzeugen) für die Nutzung einer Ladeinfrastruktur (nicht einer Tauschinfrastruktur) entschieden (Dies zeigt das Beispiel Tesla, die gar ihr eigenes Netz aufbauen). Ein Systemaufbau von Wechselstationen wäre nur denkbar gewesen, wenn sich mehrere Autohersteller gemeinsam für eine solche Entwicklung entschieden hätten. Diese Möglichkeit scheint – zumindest mittelfristig unter den gegebenen Rahmenbedingungen – nicht realisierbar zu sein.

Nach wie vor ist also der Aufbau einer Infrastruktur von Akku-Wechselstationen ein Nischenbereich, wo lediglich Versuche von einzelnen Herstellern (hinsichtlich der Entwicklung von Modellen und einer passenden Infrastruktur) durchgeführt werden.

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass sich noch keine öffentliche Relevanz für Akku-Wechselstationen herausgestellt hat. Somit ist eine weitergehende Auseinandersetzung im Rahmen des vorliegenden E-Mobilitätskonzeptes nicht vorgesehen.

Im Bereich von E-Bikes konnten sich Wechselstationen bislang (teilweise aus ähnlichen Gründen) ebenfalls nicht durchsetzen. Allerdings sind in diesem Sektor die anteiligen Reichweiten (in Bezug auf die Gesamtfahrleistungen) höher, wodurch Bedarfe des Akkutauchs im Alltagsbetrieb eher die Ausnahme darstellen. Potentiale liegen hier eher im touristischen Bereich.

2.2.3 E-Fahrzeuge als Teil der Verkehrs- und Energiewende

Mit dem Hochlauf der E-Fahrzeuge und einem steigenden Anteil in dieser Fahrzeuggattung sinken zwar die lokalen Abgas- und CO₂-Belastungen allerdings nicht die Anzahl der Fahrzeuge und der damit verbundenen Fahrten, die nach wie vor ein Problem – insbesondere in Stadtlagen – darstellen. Dementsprechend ist es wichtig, dass E-Fahrzeuge nicht nur einen Ersatzantrieb von Fahrzeugen in Privatbesitz darstellen, sondern ein Teil von multimodal aufgestellten Flotten werden. Dies könnte zum Beispiel ganz konkret innerhalb von Car-Sharing-Angeboten (im Spektrum von Mobilitätsstation, vgl. Kapitel 7.2) oder auch bei Fuhrparks größerer Firmen oder Kommunen (vgl. Kapitel 4.2) umgesetzt werden.

Darüber hinaus stellt die E-Mobilität – bzw. die E-Fahrzeuge selbst – ein großes Potential hinsichtlich der Jahrhundert-Herausforderung, der Energiewende, dar. Auch wenn der Stromverbrauch bei einer national mehrheitlich voll-elektrifizierten Fahrzeugflotte schätzungsweise um 10% steigen und Stromnetze punktuell an bzw. über ihre Belastungsgrenze gelangen würden, hat das E-Mobil hier einen entscheidenden Vorteil: Es ist potentiell nicht nur ein reiner Energie-Verbraucher, sondern kann technisch

gesehen den Strom speichern und auch wieder in ein Stromnetz zurückführen (Bi-direktionales Laden). Aktuelle E-Fahrzeugmodelle verfügen bereits über diese technische Option, die geladene Energie wieder zurückzuführen. Dabei sind grundsätzlich zwei Rückführungsarten zu unterscheiden⁸:

- **Vehicle-to-Home:** Hierbei wird der Strom aus dem Fahrzeug dem Eigenheim zur Verfügung gestellt. Z.B. kann hier die erzeugte Energie einer Photovoltaik-Anlage im Fahrzeug zwischengespeichert werden und dann zur Nachtzeit wieder abgegeben werden. Eine entsprechend Haustechnik-Steuerung kann hier wieder sicherstellen, dass das Fahrzeug zu einer definierten Uhrzeit wieder über Mindestladestand verfügt. In der Konsequenz bedeutet das, dass die extern benötigte Energie in diesem System deutlich zurückgeschraubt werden kann, da das Fahrzeug als intelligenter Energiespeicher dient.
- **Vehicle-to-Grid:** Bei der Vehicle-to-Grid-Lösung besteht die Möglichkeit, dass das Fahrzeug die geladene Energie (bzw. ein Teil dessen) wieder zurück in das Stromnetz zurückführt. Somit ist jedes an das Stromnetz verbundene Fahrzeug ein Kapazitätsträger, der im Zuge der Frequenzreglung für einen Lastausgleich (gerade zu den Stromspitzenstunden) sorgen kann. Hier könnte sogar ein Anreizmodell geschaffen werden, dass die in das allgemeine Stromnetz zurückgespeiste Energie gar vergütet werden könnte. Ein möglicher Einsatzbereich dieser Technik wäre an öffentlichen Ladeparks oder auch in Parkgaragen von Mehrfamilienhäusern denkbar. Ob für die Umsetzung dieser Technik noch zusätzliche Pufferspeicher benötigt werden und einen Mehrwert hinsichtlich einer benötigten konstanten Netzspannung dienen, bleibt abzuwarten.

Die hier beschriebenen Techniken können technisch (zumindest teilweise) bereits umgesetzt werden und finden in aktuellen Fahrzeugmodellen ja bereits auch Anwendung. Dennoch gibt es auf Seiten der zur Verfügung gestellten Infrastrukturseite besondere Herausforderungen im Bereich eines „intelligenten“ Stromnetzes, das sich entsprechend des Angebots und der Nachfrage selbst reguliert. Hier werden noch viele digitale Schnittstellen benötigt (was in Teilen bereits durch kommunikationsfähige Ladesäulen umgesetzt wird), sodass eine sichere Stromversorgung sichergestellt werden kann. Zusätzlich gibt es viele Rechtslücken (z.B. hinsichtlich Einspeiserlaubnissen und entsprechender Vergütungen), die die hier dargestellten Konstellationen bislang noch nicht abdecken. Die E-Mobilität weitergedacht als Lösungsteil einer integrativ gedachten Energiewende zeigt zum einen die großen Potentiale und zum anderen aber auch die großen Hürden.

⁸ König, Michael 2022, in: PlanerIn Band 2-22. Resilienz und Mobilität. Elektromobilität und Fotovoltaik als Schlüsseltechnologien.

3 Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)

3.1 Allgemein

Die Elektrifizierung des ÖPNV ist keine neue Idee. Seit vielen Jahrzehnten werden Straßenbahnen rein elektrisch betrieben. Eine andere Antriebsart hat sich hier nicht etabliert. Auch im Bereich der Elektrobusse gab es in Deutschland bereits viele Projekte. Das älteste (mit nicht geführten Fahrzeugen) ist die Elektrobuslinie der Rheinbahn (in Düsseldorf), die von 1975 – 1988 betrieben wurde. Projekte mit geführten Fahrzeugen – in Form von Oberleitungsbussen – gab es in Magdeburg zwischen 1951 und 1970. Diese Form der E-Busse ist in Deutschland aktuell in den Städten Eberswalde, Esslingen und Solingen zu finden. Im Ausland gibt es Oberleitungsbusse z.B. in den Städten Salzburg (A) und Pizen (CZ).

Seit einigen Jahren gibt es vor dem Hintergrund der Klimaveränderungen auch im ÖPNV wieder die Bestrebung die Flotte zu elektrifizieren. Ein Standard hat sich hierbei bisher noch nicht etabliert. Das folgende Kapitel soll einen Überblick über die momentan verwendeten Techniken geben. Auf den Betrieb mit Wasserstoff wird nur am Ende des Kapitels kurz eingegangen, da es bisher keine marktreifen Endprodukte gibt, die über Pilotprojekte hinaus gehen.

3.2 Strategien der Ladung von Elektrobussen

In Bezug auf die Elektrifizierung der Busflotte stellt sich vor allem die Frage der Strategie. Die Entscheidung für eine Ladestrategie ist mit hohen Kosten verbunden, die bei einer Änderung der Strategie erneut anfallen würden. Gibt es zudem keine Fahrzeuge mehr, die entsprechend kompatibel sind müsste seitens des Unternehmens dauerhaft auf Sonderanfertigungen zurückgegriffen werden. Unterschieden werden kann hier zwischen der Ladestrategie und der Ladetechnik.

Bei der Ladestrategie gibt es zurzeit drei wesentliche Möglichkeiten. Die Möglichkeit der Betriebshofladung erfordert die geringsten Investitionen in die Infrastruktur. Die Ladestationen können vergleichsweise kostengünstig errichtet werden und Fahrzeuge können auf dem Betriebshof sehr eng geparkt werden, dadurch sinkt auch der Flächenbedarf. Fahrzeuge mit leerem Akku müssen stets zum Betriebshof zurückkehren um aufgeladen zu werden.

Dies kann durch die Endpunktladung vermieden werden. Hier wird an jedem Linienendpunkt eine Ladestation errichtet. In den Wechsel- und Pausenzeiten können die Busse dann geladen werden. Geladen wird hierbei häufiger als auf dem Betriebshof, dafür aber deutlich kürzer.

Die geringsten Wartezeiten benötigt die Streckenladung. Gleichzeitig stellt sie die größten Anforderungen an die Infrastruktur. Entlang von Teilen des Linienwegs müssen Einrichtungen installiert werden, auf denen die Busse aufgeladen werden können. Denkbar ist hier der abschnittsweise Aufbau

einer O-Bus-Oberleitung unter Nutzung von Synergieeffekten mit der Stromversorgung eines vorhandenen Straßenbahnnetzes. Die Linie des Busses ist damit an die errichtete Infrastruktur gebunden und kann nur unter hohem finanziellem Einsatz geändert werden. Die Streckenladung ist somit in Bezug auf die Ladezeiten am flexibelsten, in Bezug auf die Infrastruktur jedoch sehr starr.



Abb. 9 Übersicht gängiger Ladestrategien

Bei den Ladetechniken können ebenfalls drei wesentliche Techniken unterschieden werden, die unterschiedliche Verbreitungsgrade und auch unterschiedliche Anforderungen haben.

Die Induktive Ladung hat zurzeit den geringsten Verbreitungsgrad unter den Projekten mit Elektrobussen in Deutschland. Das größte 2020 in Deutschland laufende Projekt mit Induktionsladung läuft seit 2014 (zunächst gefördert durch das BMVI) in Braunschweig. Die Fahrzeuge werden hier über eine Ladepalette geladen, die an den Haltestellen verbaut werden. Dazu wird eine Empfangseinheit aus dem Boden des Busses ausgefahren, über die dann der Bus aufgeladen wird. Hier werden Betriebshofladung und Endpunktladung vorgesehen, eine Streckenladung ist nicht vorgesehen.

Die Ladung über einen Ladestecker wird beispielsweise bei Elektrobussen in Hamburg eingesetzt. Hierfür ist ein aufwändiger Umbau der Betriebshöfe erforderlich. Busse müssen nun an vorgegebenen Stellen geparkt werden und können zum Teil nicht so eng aneinander positioniert werden, wie sonst teilweise üblich. Zudem müssen bei Übernacht-Ladung ausreichend Ladestationen für alle Busse zur Verfügung stehen.

In der Stadt Hannover werden die Elektrobusse über Stromabnehmer auf den Dächern der Busse, sogenannte Pantographen, aufgeladen. Dabei wird vor Allem der Umstand genutzt, dass das dafür benötigte Stromnetz durch die Stadtbahn bereits vorhanden ist. Die Ladepunkte befinden sich hierbei an den Endhaltestellen der Linien und auf den Betriebshöfen. Tagsüber werden die Busse überwiegend an den Endhaltestellen geladen.

Induktive Ladung



Ladung über Ladestecker



Ladung über Pantograph



Abb. 10 Übersicht gängiger Ladetechniken

Die Marktanalyse macht deutlich, dass sich in Bezug auf die Elektrifizierung der Busflotten noch kein Standard abzeichnet. Deutlich wird lediglich, dass sich abgesehen von bestehenden Oberleitungs-Bus-Systemen die Streckenladung und die Ladung mit Induktion bisher nicht etabliert haben. Dies liegt vermutlich in der fehlenden Marktreife und dem hohen Aufwand in der linienhaften Installation von Ladeinfrastruktur begründet.

Die Betriebshofladung und die Ladung an den Linienendpunkten werden von den meisten Unternehmen genutzt. Zudem wird in den meisten Städten die Ladung mit einem Ladestecker durchgeführt. Die Ladung über Pantographen ist vor allem für Städte, die auch eine Straßenbahn betreiben eine mögliche Option.

In der folgenden Tabelle werden Elektrobus-Projekte mehrerer Städte dargestellt (vgl. Abb. 11). Hierbei wird vor allem deutlich, dass die Größe der Stadt keinen Hinweis auf den Umfang der Projekte gibt. Die Stadt Hannover betrieb bis 2020 lediglich 3 Elektrobusse und hat nun 48 weitere bis 2023 bestellt. In Aachen sind Ende 2019 direkt 12 Elektrobusse in den Regelbetrieb gegangen. Mit etwa 30 Elektrobusen im Regelbetrieb ist Hamburg deutlich an der Spitze dieser Liste (mit Stand 2020). Die Stadt Magdeburg ist mit etwa 240.000 Einwohnern am ehesten mit den Städten Braunschweig und Aachen vergleichbar, hat aber aufgrund des gut ausgebauten Straßenbahnnetzes eine deutlich kleinere Busflotte (ca. 65 Fahrzeuge).

Stadt	Einwohner	Busflotte	Anzahl E-Busse	Ladetechnik	Ladestrategie
München	1.472.000	630	24 (2022)	Stecker	Betriebshofladung (Nacht)
Hamburg	1.841.000	1.800	166 (2022)	Stecker	Betriebshofladung
Hannover	532.000	136	7 (2022) (50 bis 2023)	Pantograph	Betriebshof-/ Endpunktladung
Braunschweig	248.000	150	6 (2022)	Induktion	Streckenladung
Aachen	249.000	500	12 (2022)	Stecker	Betriebshofladung

Abb. 11 Tabelle ausgewählter Städte mit Elektrobus-Projekten

3.3 Busse mit Brennstoffzellentechnik

Bei Wasserstoffbussen wird aus Wasserstoff mithilfe einer Brennstoffzelle Energie gewonnen. Da Brennstoffzellen auf eine gleichmäßige Energieerzeugung ausgelegt sind wird die gewonnene Energie in einem Akku mit geringer Kapazität zwischengespeichert. Mithilfe dieses Akkus wird ein Elektromotor betrieben, der den Antriebsstrang antreibt. Der Akku dient dabei nur der Zwischenspeicherung von Energie aus der Brennstoffzelle und zurück gewonnener Bremsenergie. Eine Erweiterung stellt die Brennstoffzelle in Verbindung mit einem größeren Akku dar, der zusätzlich über das Stromnetz aufgeladen werden kann (vgl. Abb. 12).

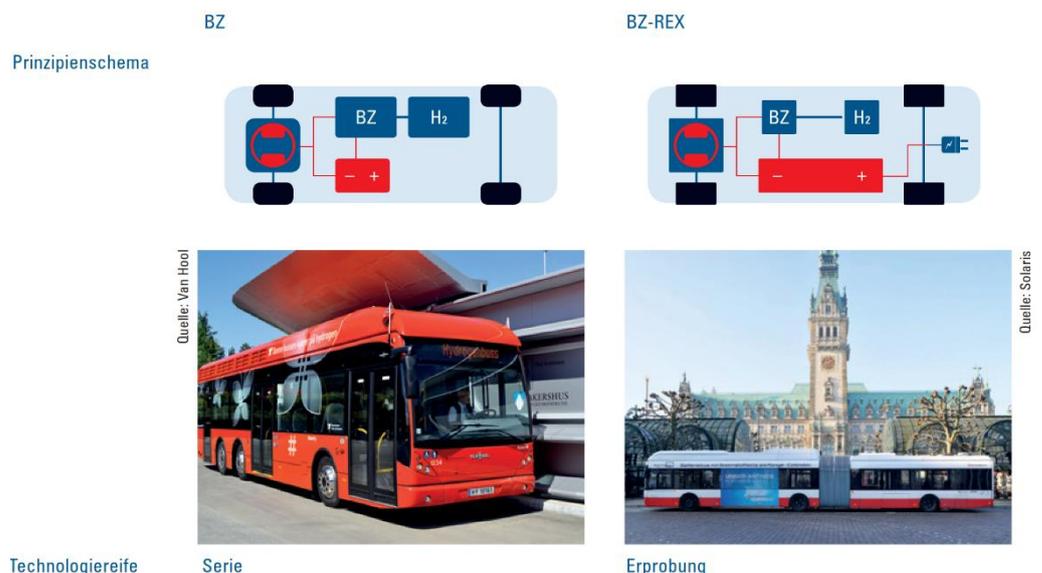


Abb. 12 Vergleich der Technologien Brennstoffzelle und Brennstoffzelle mit zusätzlichem Akku

Im Gegensatz zu den Elektrobussen haben die Busse mit Brennstoffzelle, die mit Wasserstoff betrieben werden, in Deutschland eine deutlich geringere Verbreitung. Dennoch gibt es bereits so genannte Wasserstoffbusse, die in Serie gebaut werden, allerdings noch nicht von deutschen Herstellern (Stand Juli 2021). So bieten beispielsweise der Polnische Hersteller Solaris und der Niederländische Hersteller Vanhool Busse mit Brennstoffzellen in Serienproduktion an.

Ein weiterer wichtiger Faktor neben der Marktverfügbarkeit sind die Anschaffungskosten für die Busse. Trotz Förderungen für die Beschaffung lokal emissionsfreier Busse müssen die Kommunen einen Großteil der Beschaffungskosten selbst tragen. Während Elektrobusse etwa die doppelte Investition eines Dieselmotors erfordern, liegen Wasserstoffbusse noch darüber. Die Anschaffungskosten für einen Wasserstoffbus belaufen sich auf etwa 625.000 EUR. Im Vergleich dazu kostet ein Batterieelektrischer Bus etwa 550.000 EUR und ein Dieselmotors etwa 250.000 EUR.

Trotz der hohen Anschaffungskosten und der zurzeit vergleichsweise geringen Marktverfügbarkeit bieten Wasserstoffbusse deutliche Vorteile. In dem täglichen Betrieb weisen sie nicht die Einschränkungen Batterieelektrischer Busse auf. Sie können schnell geladen werden und haben eine deutlich höhere Reichweite bei geringerem Gewicht.

3.4 Entwicklungshorizont und Anforderungen MVB

In Anlehnung an die zuvor beschriebenen Möglichkeiten der Elektrifizierung von Bussen im ÖPNV-Bereich soll dargestellt werden, inwieweit auch für die Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH & Co. KG (MVB) eine strategische Elektrifizierung von Bussen in Frage kommt.

Die MVB konnten im Rahmen eines durchgeführten Pilotprojektes durch die NASA GmbH⁹ den Einsatz von Elektrobussen testen und erste Erfahrungen sammeln. Die Teststudie für einen Elektrobusbetrieb wurde auf der Linie 73 durchgeführt (vgl. Abb. 13). Dabei wurden sowohl technische, verkehrliche, ökonomische als auch ökologische Aspekte betrachtet. Gegenüber dem bestehenden System (Betrieb mit Dieselmotors) würde die Einführung einer elektrifizierten Flotte auf der Linie 73 erwartungsgemäß zwar keine wirtschaftlichen Vorteile bringen, dennoch konnte ein deutlicher ökologischer Mehrwert festgestellt werden. Je nach Betrachtung des Bewertungssystems (Tank-to-Wheel- oder Well-to-Wheel-Kette) konnte eine CO₂-Äquivalent Einsparung von 80 bzw. 40 Prozent nachgewiesen werden. Zum Ende der Studie wurde die Umsetzung des Elektrobetriebs auf der Linie 73 unter der Voraussetzung empfohlen, dass das aufgestellte Elektrobetriebskonzept unter den Vorgaben eines herstellereigenen Elektrobussystems weiterentwickelt wird. Ein genauer Umsetzungszeitraum steht derzeit noch nicht fest und ist insbesondere abhängig von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und einer möglichen Förderung.

⁹ Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH (NASA) 2019, Aggregierter Abschlussbericht



Abb. 13 Pilotprojekt der MVB: Elektrifizierung der Linie 73

In Bezug auf eine zeitnahe Elektrifizierung der Busflotte ist im Jahr 2021 die Ausschreibung neuer Gelenkbusse erfolgt. Dabei sind als Antriebstechnik „Mild-Hybrid-Busse“ ausgeschrieben. Das heißt, dass für diesen Fahrzeugsektor die Umsetzung einer reinen E-Fahrzeug-Flotte eher mittel- bis langfristig denkbar ist. Für eine kurzfristige Elektrifizierung würden lediglich die im Einsatz stehenden Dienst-Pkw zur Verfügung stehen.

Um die Elektrifizierung der Busflotte strategisch und langfristig planen zu können, streben die MVB an, ein entsprechendes übergreifendes Betriebskonzept (Gesamtkonzept) erarbeiten zu lassen, dass neben Aussagen für die für Magdeburg richtige Ladestrategie und Fahrzeugflotte auch den Busbetriebshof in den Fokus nehmen soll. Im Rahmen dieser Untersuchung sollen weitere technische Betrachtungen durchgeführt werden, wie zum Beispiel die Definition klarer Kriterien für die Werkstätten, spezifizierte Anforderungen an die Ladeinfrastrukturen und die Ermittlung des erwarteten Bedarfs an zusätzlichem Fachpersonal. Von den MVB wird angestrebt, dass die in dem Konzept getroffenen Aussagen in einer Kosten-Nutzen-Analyse münden und in entsprechende Handlungsempfehlungen übersetzt werden können. Darüber hinaus wird angeregt, dass eine technologieoffene Betrachtung durchgeführt wird; somit also auch alternative Antriebstechniken (z.B. wasserstoffbetriebene Fahrzeuge) als mögliche Technologien in Betracht gezogen werden sollen. Für die Aufstellung eines solchen Konzeptes ist die Beauftragung eines in diesem Gebiet spezialisierten Gutachterbüros erforderlich.

Eine besondere Herausforderung ist dabei die auf europäischer Ebene zu berücksichtigende „Clean-Vehicle-Directive“-Richtlinie (CVD)¹⁰ (bzw. das

¹⁰ vgl. Abschnitt 2.1.1

SaubFahrzeugBeschG¹¹), die dezidierte und anspruchsvolle Anforderungen in Bezug auf den Einsatz einer umweltfreundlicheren Fahrzeugflotte im ÖPNV-Sektor stellt. Kleinere Verkehrsbetriebe mit geringeren Ressourcen (wie zum Beispiel die MVB) können dabei ggf. auf das Solidaritätsprinzip hoffen, sodass zu erbringende Quoten nicht auf die nationalen Gesamtzahlen bezogen werden.

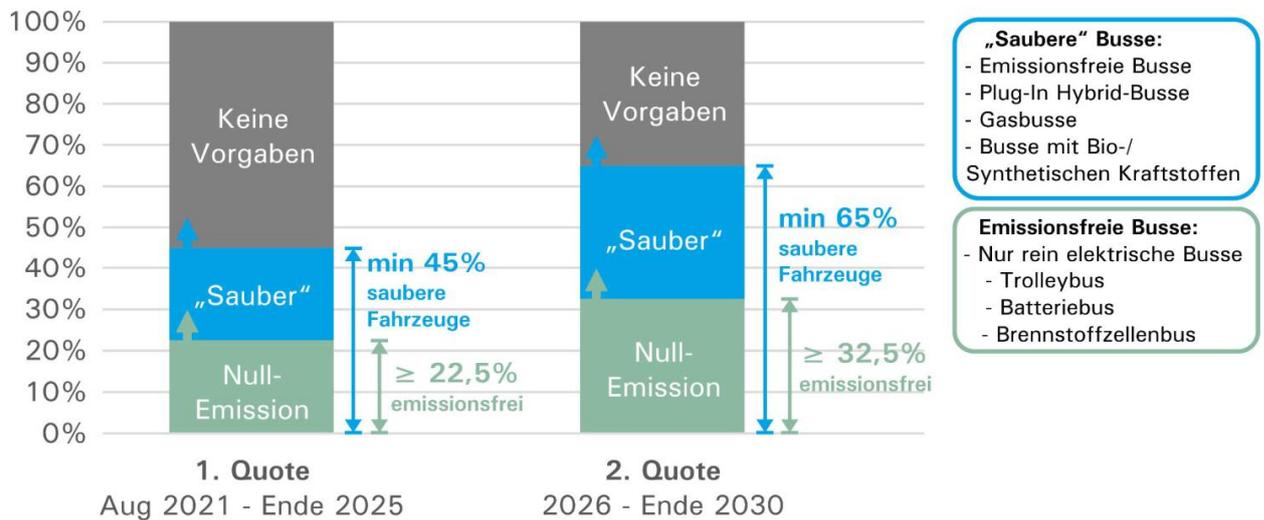


Abb. 14 Anforderungen an ÖPNV-Flotten durch die EU-weit geltende „CVD“

Diese europäische Richtlinie wurde mittlerweile in das SaubFahrzeugBeschG¹² umgewandelt, in dem Zielwerte von „sauberen Fahrzeugen“ bei der Neubeschaffung von Omnibussen (Fahrzeugklasse M3) definiert sind. Hier werden die gleichen Zielwerte der „CVD“ übernommen.

Eine weitere zukünftige Herausforderung ist der Zugriff auf entsprechende Haushaltsmittel, mit denen z.B. Konzeptstellungen finanziert werden können. Hier ist es Aufgabe der kommunalen Politik, dass die MVB mit entsprechenden „Handlungsspielräumen“ ausgestattet werden können.

Insgesamt ist jedoch festzuhalten, dass in Magdeburg aufgrund des gut ausgebauten Straßenbahnnetzes im Vergleich zu Städten mit kleinerem oder ohne Straßenbahn- / Stadtbahnnetz bereits heute ein größerer Anteil an Fahrzeug- und Fahrgast-Kilometern (ca. 2/3) elektrisch erbracht wird. Darüber hinaus werden derzeit mit dem Bau der 2. Nord-Süd-Verbindung der Straßenbahn weitere Streckenabschnitte vom Dieselbus auf Straßenbahn umgestellt, eine weitere Straßenbahnneubaustrecke nach Ottersleben wird derzeit untersucht. Insofern lässt sich zusammenfassen, dass der Handlungsdruck zur Elektrifizierung des Busverkehrs in anderen Städten wohl größer als in Magdeburg ist.

¹¹ vgl. Abschnitt 2.1.2

¹² Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz - SaubFahrzeugBeschG)

3.5 Taxenverkehr und Elektromobilität

Generell ist der Einsatz von elektrisch betriebenen Taxen im Stadtverkehr mit vielen Vorteilen behaftet. Auf den teilweise kurzen Strecken durch den Stadtverkehr können höhere Abgasemissionen eingespart werden. Zusätzlich könnten die teilweise längeren Stand- bzw. Wartezeiten wieder für das Aufladen des Akkus verwendet werden.

In der Landeshauptstadt Magdeburg sind bisweilen aber keine Einsätze von elektrisch betriebenen Taxen bekannt. Hier kommen verschiedene Aspekte zum Tragen, die einen solcherlei Antriebe in diesem Verkehrssektor verhindern¹³. Zuallererst herrscht bei den potentiellen Nutzern eine größere Skepsis aufgrund der teilweise noch mangelnden Reichweiten, was von vornherein zu einem deutlich kleineren Fahrzeugpool führt. Dadurch, dass nur ein geringer Anteil der neueren E-Fahrzeuge auch der geforderten Eichnorm entspricht, fällt ein weiterer größerer Anteil an Fahrzeugtypen weg, der innerhalb dieses Gewerbes nicht eingesetzt werden kann. Zusätzlich gibt es für die Gewerbetreibenden derzeit keine bundesweiten Fördermöglichkeiten, mit denen entsprechende Subventionen hinsichtlich der zu tätigen Investitionen (in die Anschaffung neuer Fahrzeuge und den Aufbau einer ggf. notwendigen Infrastruktur) abgerufen werden könnten. Darüber hinaus ist in vielen Kommunen eine nur unzureichende Schnellladeinfrastruktur vorhanden (die häufig nur aus einzelnen – häufig nicht zentralen Punkten – besteht), sodass ein schnelles (Wo befindet sich die Ladesäule?) und sicheres (Ist die Ladesäule bereits belegt) Nachladen im Alltagsbetrieb kaum möglich ist. Im Analysefall ist zu konstatieren, dass die Elektrifizierung des Taxengewerbes unter den derzeit herrschenden Bedingungen (ohne eine entsprechende Marktregulierung bzw. dem Schaffen von Subventionsangeboten) sich als kaum möglich darstellt.

Allerdings gibt es auch Beispiele von Städten, die in diesem Bereich einen erfolgreichen Sonderweg verfolgen. Hier ist als ein gutes Beispiel die Hansestadt Hamburg zu nennen. Diese hat ihr eigenes Förderprogramm zur Elektrifizierung der eigenen Taxiflotte aufgelegt, sodass die Gewerbetreibende entsprechende Investitionsanreize erfahren. Dadurch konnte die elektrisch betriebene Fahrzeugflotte im Taxengewerbe in Hamburg bereits auf eine beachtliche Zahl von ca. 150 Fahrzeugen ausgebaut werden. In weiteren Förderstufen soll die Anzahl der elektrisch betriebenen Fahrzeuge weiter ausgebaut werden. Als besonderes Infrastrukturangebot hat das Stromnetz Hamburg in Zusammenarbeit mit der Stiftung Alsterdorf eine nur für den Taxenverkehr zur Verfügung stehende Schnelllade-Doppelstation (bis 160 kW) errichtet, welche die Taxen mit Ökostrom versorgt. Die Station liegt auf einer stark frequentierten Taxiroute zwischen der Innenstadt und dem Hamburger Flughafen¹⁴.

¹³ Quelle: <https://www.ecotaxi.de/hohe-kosten-hohe-auflagen-elektro-taxis-sind-nur-wenig-attraktiv/>

¹⁴ Quelle: <https://www.hamburg.de/zukunftstaxi>

Das Beispiel zeigt, dass mit einem entsprechenden kommunalen Ressourceneinsatz (sofern dieser verkehrspolitisch gewollt ist) auch in diesem speziellen Sektor Umsetzungserfolge erzielt werden können. Die Übertragbarkeit des Hamburger Beispiels auf die deutlich kleinere LH Magdeburg ist nur insoweit gegeben, dass durch gezielte (kommunal motivierte) Förderinitiativen eigene Erfahrungen im Taxengewerbe gemacht werden können.

In Magdeburg gibt es derzeit 35 Taxistände¹⁵. Zur Vermeidung von Leerfahrten in nennenswerten Umfang sollten davon etwa jeder vierte Taxenstand (also rd. 9 Standorte) mit Ladeinfrastruktur (1 Ladesäule bei 2 Ladepunkten) ausgerüstet werden müssten. An mindestens einem zentral gelegenen Platz sollte eine Schnellladestation vorgesehen werden. Soll darüber hinaus noch die Investition von Neufahrzeugen gefördert werden (z.B. den Differenzbetrag von 6.000 EUR gegenüber einem Fahrzeug mit herkömmlichem Antrieb), ergäben sich weitere Investitionskosten.

Für das Ziel der vollständigen Elektrifizierung des Taxiverkehrs wäre mit folgenden Kosten (Grobschätzung) zu rechnen:

Position	Einzelpreis	Benötigte Anzahl	Gesamtpreis
Ladeinfrastruktur (Normal-ladesäule)	7.000 EUR	8	56.000 EUR
Ladeinfrastruktur (Schnell-ladesäule)	120.000 EUR	1	120.000 EUR
Mehrkosten Fahrzeuge (50 Fahrzeuge)	6.000 EUR	50	300.000 EUR
			476.000 EUR

Da ein Taxi im Stadtverkehr i.d.R. nicht mehr als 200 km am Tag fährt¹⁶ (Ergebnis einer Simulation für Berlin), ist für die Zukunft damit zu rechnen, dass die Reichweite der verfügbaren E-PKW für eine solche Tagesfahrleistung noch ausreichend Reserve bieten wird, sodass das Laden außerhalb der Einsatzzeit i. d. R. ausreichen wird, um während der Einsatzzeit nicht laden zu müssen. Dementsprechend sollte eine kommunale Investition dahingehend überprüft werden, ob in diesem Sektor die Elektrifizierung in der Landeshauptstadt MD als besonders förderungswürdig eingeschätzt wird.

¹⁵ Quelle: <https://www.taximagdeburg.de/taxistaende> (Abruf am 22.07.2022), Taxiplatz Breiter Weg + O.-v.-Guericke-Straße / Ecke Hasselbachplatz zählt doppelt

¹⁶ Quelle: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/e-mobilitaet/taxis-in-berlin-tu-haelt-umstellung-elektrobetrieb-fuer-realistisch/> (Abruf: 25.07.2022)

4 Kommunaler Fuhrpark der LH Magdeburg

4.1 Analyse

Im Rahmen des Elektromobilitätskonzepts wurden die Fahrtenmuster von relevanten kommunalen Fahrzeugen ausgewertet mit dem Ziel, dass ein entsprechendes Elektrifizierungspotential abgeleitet werden kann. Insgesamt wurden 173 Fahrzeuge aus 8 Ämtern und den MVB in den Fokus genommen, primär Fahrzeuge die im Rahmen der alltäglichen Verwaltungsarbeit eingesetzt werden. Behördliche Einrichtungen mit einem besonderen Aufgabenbereich, wie zum Beispiel die Polizei, sind nicht Teil der Betrachtung. Von diesen Fahrzeugen wurden 41 Fahrtenbücher ausgewertet. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wurde als gemeinsames Bezugsjahr 2019 ausgewählt. Insgesamt wurden rd. 7.180 Fahrten ausgewertet. Bei der Auswertung war insbesondere die Fahrtenlänge – im Hinblick auf das Elektrifizierungspotential – das entscheidende Kriterium. Das Kriterium der Fahrdauer ist für die übergeordnete Fragestellung als zweitrangig einzuordnen.

Die Fahrzeuge des Städtischen Abfallwirtschaftsbetriebs der LH Magdeburg (SAB) werden in Kapitel 8 analysiert.

4.1.1 Fahrzeuge

Der Großteil der in den Fokus genommenen Fahrzeuge (vgl. Abb. 15), machen Verbrenner aus (96%). Lediglich 10 Fahrzeuge (6%) sind Elektrofahrzeuge.

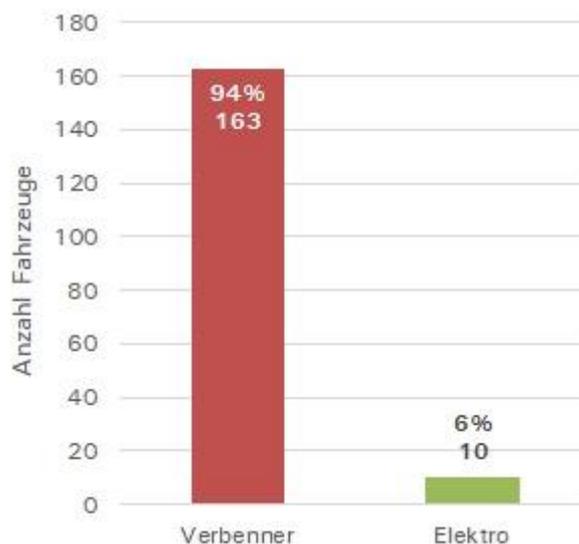


Abb. 15 Aufteilung kommunale Fahrzeuge nach Antriebsart

Ein Großteil der Fahrzeuge (60%) werden als Leasingfahrzeug betrieben (vgl. Abb. 16). Hier betragen die Laufzeiten in der Regel 3 bis 5 Jahre. 40% der Fahrzeuge befinden sich als Bestandsfahrzeuge im Besitz der Landeshauptstadt Magdeburg.

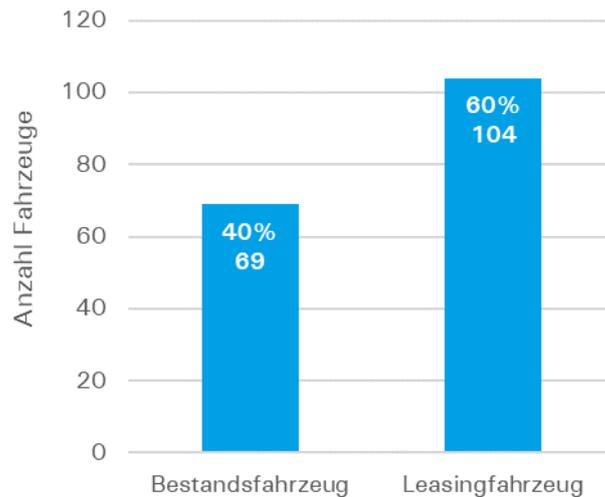


Abb. 16 Aufteilung kommunale Fahrzeuge nach Betriebsart

Bei den MVB sind sämtliche Fahrzeuge (45)¹⁷ geleast (darunter 14 Pkw und 23 Arbeitsfahrzeuge bis 5t), bis auf 8 Lkw, die sich im Eigentum befinden. 4 der 14 betriebenen Pkw sind gar elektrisch betrieben, was einen Gesamtanteil an elektrifizierten Fahrzeugen des MVB von 9% macht und einen höheren Anteil an alternativ angetriebenen Fahrzeugen im Vergleich zur übrigen kommunalen Flotte ausweist.

In Abb. 17 sind die kommunalen Fahrzeuge nach ihrem Fahrzeugtyp unterschieden. 69 Fahrzeuge sind Pkw, 66 Fahrzeuge sind Kleintransporter (z.B. Multivan) was einen ähnlichen Anteil von gerundet je 39% ausmacht. Auf diese beiden Fahrzeugtypen entfällt grundsätzlich das Potential an zu elektrifizierenden Fahrzeugen, da hier ein entsprechendes Angebot an Substitutionsfahrzeugen auf dem Markt vorhanden ist. Die übrigen Fahrzeuge, die auf die Kategorien LKW, Sonderfahrzeuge, Transporter und Busse entfallen, spielen in Summe mit 22% eine eher untergeordnete Rolle.

¹⁷ ohne die Fahrzeuge der Personenbeförderung

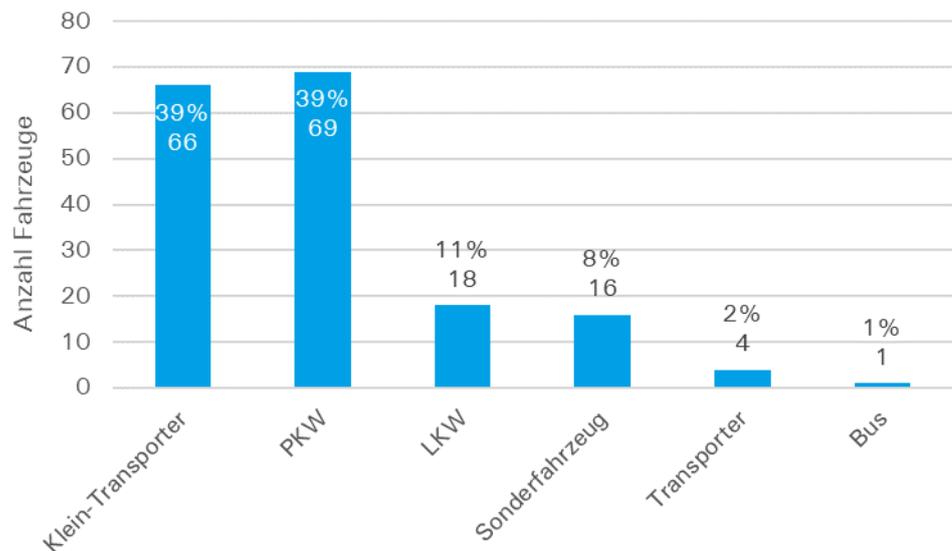


Abb. 17 Aufteilung kommunale Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp

4.1.2 Fahrleistungen

Die Fahrleistungen bzw. Fahrtenlängen sind das entscheidende Kriterium in Bezug auf ein mögliches Elektrifizierungspotential von Fahrzeugen. Durch die Auswertung der Fahrtenbücher aus unterschiedlichen Ämtern konnten verschiedene Fahrtenprofile aggregiert und die Fahrtenlängen entsprechend geclustert werden.

Anzahl Fahrten nach Fahrtenlänge im Jahr (2019)

In Abb. 18 ist ersichtlich, dass knapp 30% aller Fahrten im Bereich zwischen 11 und 20 km liegen. Außerdem ist auffällig, dass die Fahrtengruppen über 75 km eher sehr untergeordnete Rollen spielen. Die Fahrten, die im Bereich zwischen 0 und 5 km liegen (Anteil von 4,5%) können potentiell auch durch E-Bike-Fahrten (sofern solche Fahrzeuge in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt werden) substituiert werden.

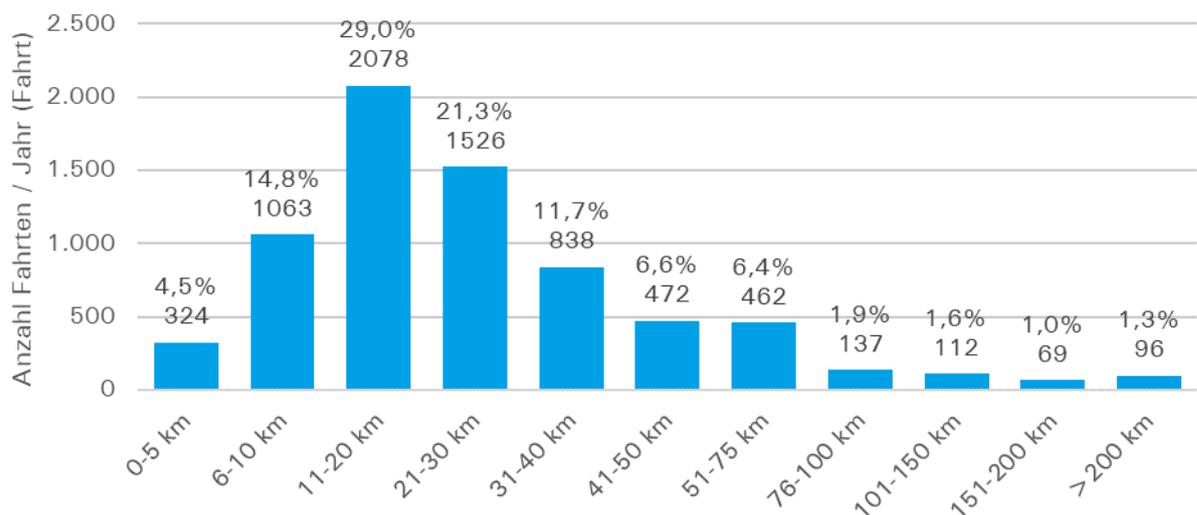


Abb. 18 Anzahl an Fahrten (gruppiert nach Fahrtenlängen)

Die Auswertung der Fahrten eines eingesetzten E-Fahrzeuges (VW e-up!) mit einer überschaubaren Akku-Kapazität zeigt die stärksten Anteile in der Gruppe zwischen 11 und 20 km (Anteil 29,6%). Lediglich Fahrten über 50 km sind in der Statistik kaum vertreten.

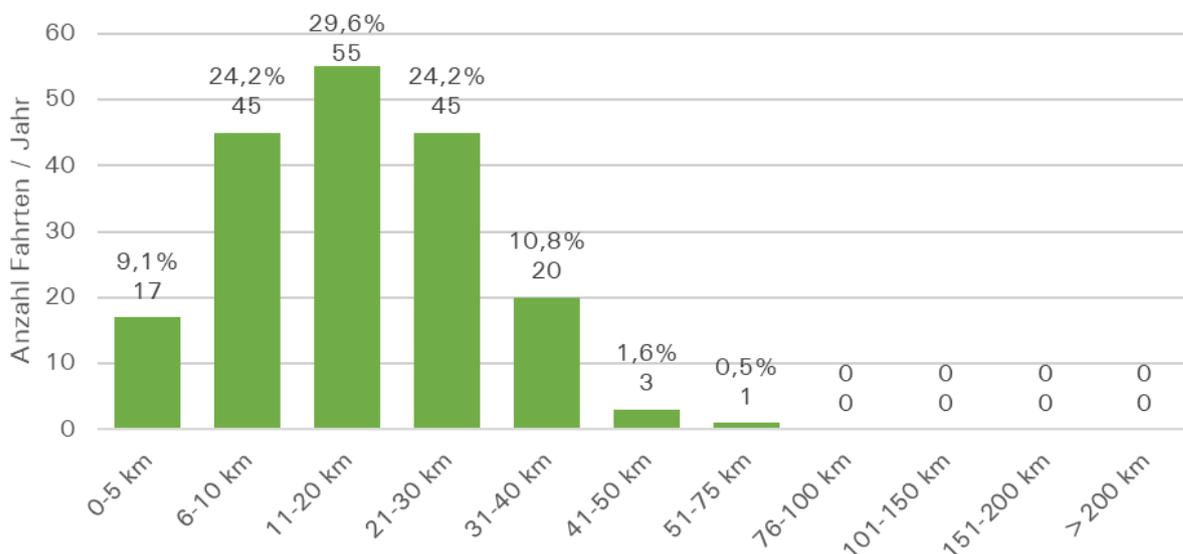


Abb. 19 Anzahl an Fahrten (gruppiert nach Fahrtenlängen) eines eingesetzten E-Fahrzeuges (VW e-up!)

In der aggregierten Darstellung aller Fahrten (vgl. Abb. 20) zeigt sich, dass 94,2% aller Fahrten in einem Distanzbereich bis 75 km liegen. Das unterstreicht, dass hinsichtlich der Wegdistanzen der Großteil aller Fahrzeuge durch ein Fahrzeug mit E-Antrieb (auch unter Berücksichtigung kleinerer Ladekapazitäten) ersetzt werden könnte.

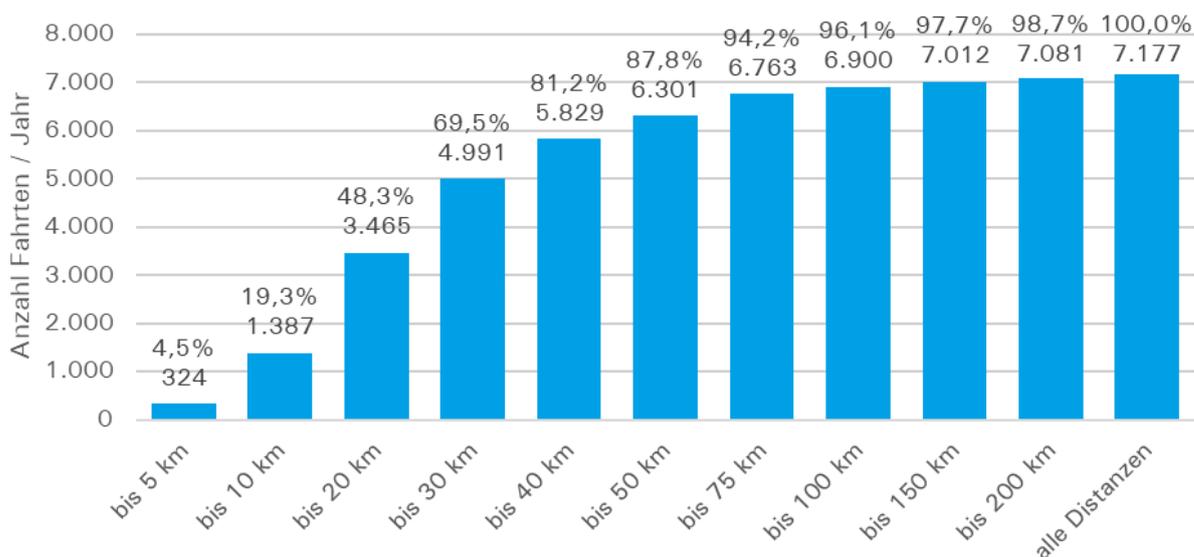


Abb. 20 Anzahl an Fahrten (Fahrtenlängen aggregiert)

Auch hinsichtlich der Fahrtendauern zeigt sich, dass rd. 70% aller Fahrten maximal eine Dauer bis zu 4 Stunden aufweisen, nur 30% der Fahrten

dauern über diese Zeit hinaus (vgl. Abb. 21). Am häufigsten (26,6%) treten Fahrten auf, die zwischen 1 und 2 Stunden andauern. Fahrten, die über 8h andauern (und somit über einen Arbeitstag hinausgehen), treten nur in einer verhältnismäßig geringen Anzahl und einem somit kleinen Anteil von knapp 4% auf. Diese Auswertung zeigt, dass nahezu alle Fahrzeuge nach ihrem Einsatz wieder an ihren Standort zurückkehren können, zwischenladen oder über die Nacht wieder vollgeladen werden.

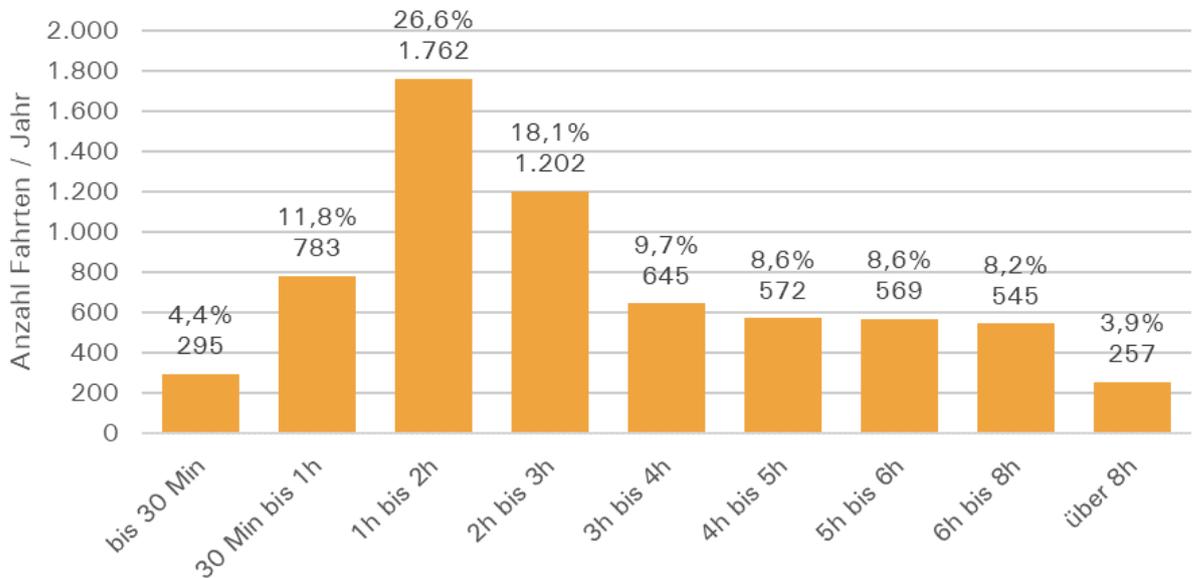


Abb. 21 Anzahl an Fahrten (gruppiert nach Fahrdauern)

Anzahl Tageswegstrecken im Jahr (2019)

Bei Betrachtung der Tageswegstrecken je Fahrzeug, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Analyse der Einzelfahrten. Hier zeigt sich (dargestellt in Abb. 22), dass die größte Gruppe immernoch im Bereich zwischen 11 und 20 km liegt, allerdings weisen die übrigen Gruppen (bis zu den Distanzbereichen von 75 km) wesentlich höhere Anteile auf. Die Anteile der Tageswegstrecken, die über 75 km liegen, sind nur in einem sehr geringen Maße vertreten.

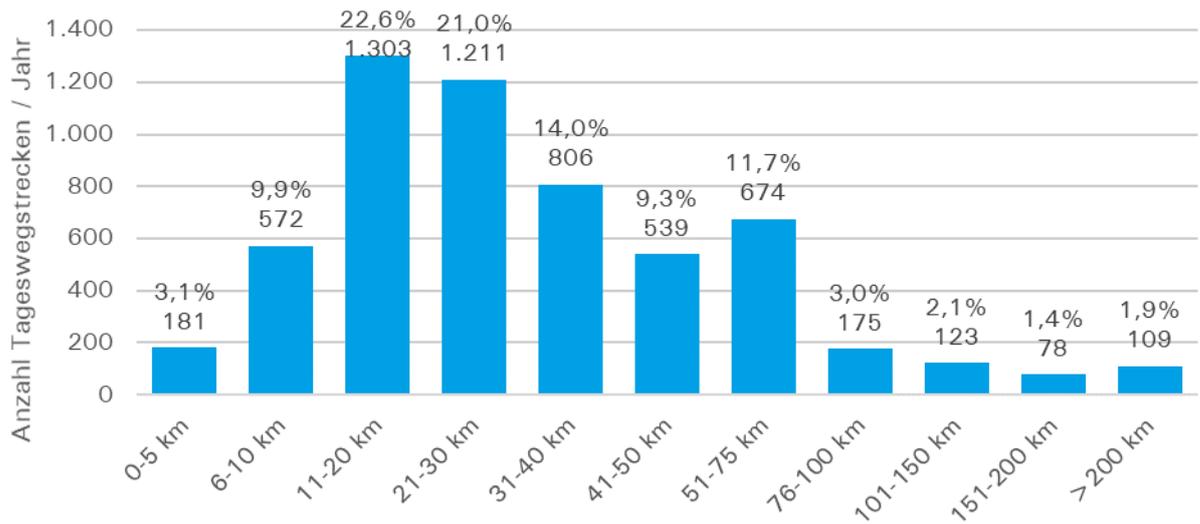


Abb. 22 Anzahl an Tageswegstrecken (gruppiert nach Distanzen)

Dieser Effekt ist somit auch in der aggregierten Ansicht (Abb. 23) ablesbar. Hier liegen knapp 95% aller Wegstrecken unterhalb der 100 km. Diese Sonderauswertung der Tageswegstrecken belegt, dass der sehr große Teil (rd. 95%) der Fahrzeuge ein Tagespensum von 100 km nicht überschreitet und somit potentiell auch durch ein elektrisch betriebenes Fahrzeug ersetzt werden könnte.

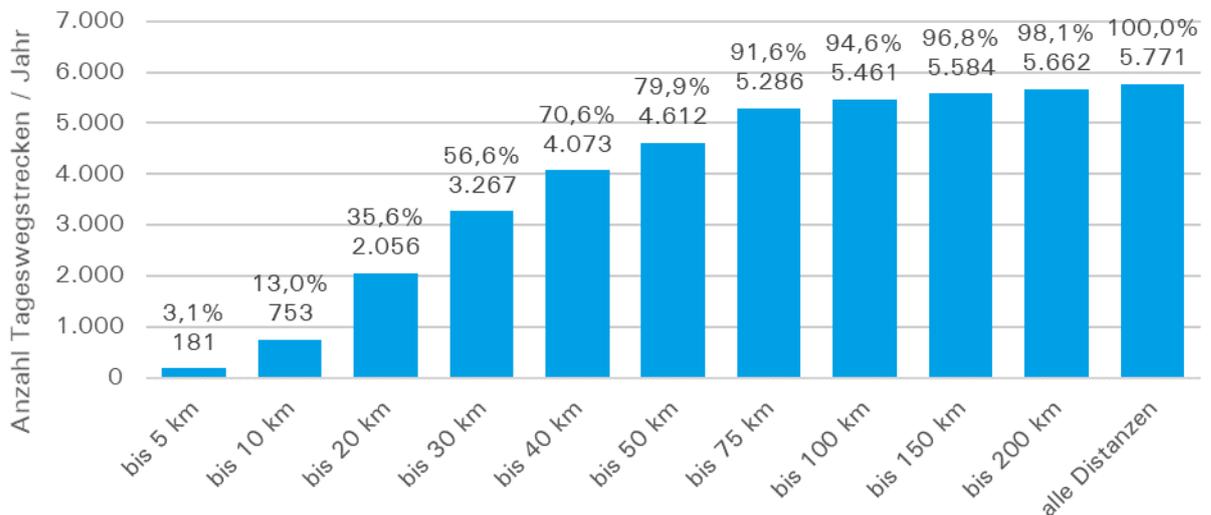


Abb. 23 Anzahl an Tageswegstrecken (Distanzen aggregiert)

Für die mitbetrachteten Fahrzeuge der MVB konnten explizit keine Auswertung von Fahrtenbüchern erfolgen. Allerdings konnten die mittleren Tagesfahrleistungen eines jeden betrachteten Pkw erfolgen. 97% aller mittleren Tagesfahrleistungen lagen bei maximal 80 km, im Schnitt lag die mittlere täglich zurückgelegte Distanz eines Fahrzeuges bei 23 km (vgl. Abb. 24). Diese Zahlen deuten auf ein hohes Substituierungspotential von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren hin – selbst unter der Berücksichtigung, dass ein wesentlicher Anteil an Fahrzeugen auch nachts im Einsatz ist und durchgehende Ladevorgänge nicht für alle Fahrzeuge möglich sind.

Derzeit setzen die MVB bereits 4 elektrisch betriebenen Pkw ein, was eine Quote von 10% in diesem Fahrzeugsektor der MVB ausmacht.

Ämter	Ø Fahrtenlänge [km]	Ø Fahrtendauer [h]	Ø Einsätze pro Jahr und Fahrzeug [28 Fahrzeuge]	Ø Einsatztage pro Jahr und Fahrzeug	Ø Auslastung in Bezug auf 251 Einsatztage	Ø Tage mit mehr als einer Fahrt / je Fahrzeug und Jahr
Amt 31 - Umweltamt	30	2,0	323	217	86%	92
Amt 40 - Schule und Sport	34	5,1	197	166	66%	17
Amt 42 - Hist. Samml. Und Geschichte	78	k.A.	167	142	56%	25
Amt 50 - Sozial und Wohnungsamt	24	2,4	196	169	67%	24
Amt 51 - Jugendamt	51	2,9	291	178	71%	67
Amt 53 - Gesundheits- und Veterinäramt	25	2,9	165	147	59%	14
Amt 61 - Stadtplanung	19	2,0				
Amt 62 - Vermessungsamt und Baurecht	29	4,5	169	25	10%	3
Magdeburger Verkehrsbetriebe	23	k.A.				
Summe						
Durchschnittswert	33	3,3	229	175	70%	40

Abb. 24 Sonderauswertung von Einzelfahrten je Amt

4.2 Ableitung Elektrifizierungsquoten

Auf Basis der Analyse der kommunalen Fahrzeugflotte (vgl. Kapitel 4.1) konnte ein entsprechendes Elektrifizierungspotential ermittelt werden. Dieses lag bei über 90%. Hinsichtlich des Fahrzeugspektrums wurden von den 168 kommunalen Fahrzeugen lediglich die Pkw und Transporter in den Fokus genommen, da hier ein entsprechendes Angebot auf dem Fahrzeugmarkt vorhanden und ein Austausch der Fahrzeuge ohne wesentliche Einschränkungen möglich ist. Für Fahrzeugtypen wie z.B. Lkw, Transporter oder andere Sonderfahrzeuge, die oftmals über besondere Fahrzeugmodifikationen verfügen (müssen), ist die Ersatzbeschaffung mit einem elektrischen Antrieb nicht ohne weiteres möglich. Dementsprechend ergibt sich eine reduzierte Anzahl an betrachteten Fahrzeugen (132).

In Abb. 25 ist unter Berücksichtigung über 4 Etappen (über das Jahr 2030 hinaus) dargestellt, wie eine sukzessive Elektrifizierung der (infrage kommenden) kommunalen Fahrzeuge erfolgen kann. Dabei ist die Elektrifizierungsquote von heute 5% zunächst bis 2027 auf rd. 50% zu erhöhen. Ziel ist es dann bis zum Jahre 2030 mindestens drei Viertel aller kommunalen Fahrzeuge zu elektrifizieren über das Jahr 2030 hinaus die Quote dann auf gut 90% zu bringen. Das ermittelte Elektrifizierungspotential soll über die Jahre vollständig ausgeschöpft werden. Neben dem Tausch der Kraftfahrzeuge ist das Ziel aber auch, dass ein kleinerer Anteil an Fahrzeugen ersetzt wird. Dabei soll für jede der dargestellten Etappen ein Kfz durch 5 Dienstpedelecs ersetzt werden, die dezentral an den einzelnen Standorten anzubieten sind. Durch diese ambitionierte Vorgehensweise kann die Landeshauptstadt Magdeburg nicht nur ein Beitrag zum Umweltschutz leisten, sondern sie kann auch als gesellschaftlicher Vorreiter auftreten.

	∑ Pkw und Transporter	Fahrzeuge Verbrenner	Fahrzeuge elektrischer Antrieb	Anzahl Beschaffung/ Substitution	E-Anteil Flotte (Pkw/Transp.)	Dienst-Pedelecs	substituiert Fahrzeuge
Bestand	132	126	6	-	5%	0	-
1. Etappe (bis 2024)	131	95	36	30	27%	5	1
2. Etappe (bis 2027)	130	64	66	30	51%	5	1
3. Etappe (bis 2030)	129	33	96	30	74%	5	1
4. Etappe (2030+)	128	12	116	20	91%	5	1

Abb. 25 Szenario einer sukzessiven Substituierungsstrategie von Fahrzeugen mit Verbrenner innerhalb des kommunalen Fuhrparks

Da von dem Gesamtpotential an zu elektrifizierenden Fahrzeugen die größere Hälfte Leasingfahrzeuge sind, ist es anzustreben, für die Ausläufer rechtzeitig entsprechende Ersatzmodelle (unter Berücksichtigung der Anforderungen) auszuwählen und neue Leasing-Verträge für E-Fahrzeuge zu verhandeln. Bei Fahrzeugen, die im Besitz der LH Magdeburg sind, ist es zielführend ältere Fahrzeuge und solche mit vergleichsweise hohem Luftverschmutzungspotential primär durch E-Fahrzeuge zu ersetzen.

In Abb. 26 ist ein „Workflow“-Vorschlag skizziert, welche Stufen genommen werden sollten, damit eine strukturierte Elektrifizierung der kommunalen Flotte durchgeführt werden kann. Zunächst sollte von den umsetzenden Akteuren das zu erreichende erste Etappenziel anhand einer absoluten Anzahl festgelegt werden. Parallel dazu ist es hilfreich, eine interne Beschaffungsrichtlinie zu fixieren, die klare Regelungen bei der Neuanschaffung von Fahrzeugen enthält. Zum Beispiel sollte (von der jeweiligen Dienststelle) im Falle einer geplanten Neuanschaffung eine stichhaltige Begründung erfolgen, sofern ein Neuwagen nicht als E-Fahrzeug angeschafft wird.

Je nach Fahrprofilen und benötigter Fahrzeugmodifikationen einzelner Verwaltungsabteilungen können entsprechende Bedarfe ermittelt werden. Parallel dazu sind Planungen je Standort bzgl. der dazu erforderlichen Ladeinfrastruktur aufzunehmen (vgl. 4.3). Hier sollte bereits eine langfristige Entwicklungsperspektive berücksichtigt werden. Außerdem ist hier die Finanzierung bzw. insbesondere die Inanspruchnahme einer möglichen Förderung (evtl. für Fahrzeuge oder Ladeinfrastruktur) zu konkretisieren bzw. auszuloten. Danach kann die Beschaffung erfolgen. Darüber hinaus ist zu empfehlen, dass die Elektrifizierung der kommunalen Flotte über eine zentrale Dienststelle organisiert wird, über die die Beschaffung abgewickelt aber auch die interne Kommunikation geführt wird.

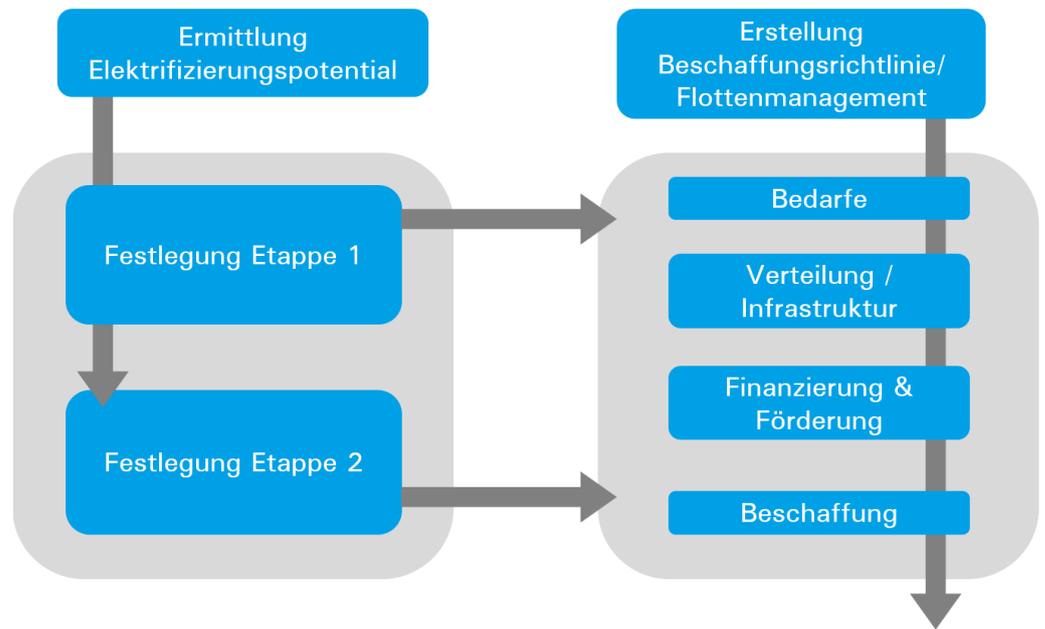


Abb. 26 Hinweis zum strategischen Vorgehen bei der Elektrifizierung kommunaler Flotten

4.3 Zugangskonzept kommunale Infrastruktur

Unter Berücksichtigung der in Kapitel 4.2 dargestellten Elektrifizierungsquoten ergibt sich ein entsprechender Bedarf an Ladeinfrastruktur in Abhängigkeit der vorhandenen Fahrzeuge an den verschiedenen Standorten (dargestellt in Abb. 27). Zuvor wurde je Standort der Anteil an zu elektrifizierenden Fahrzeugen ermittelt. Aufgrund des Vorkommens von spezialisierteren Fahrzeugen wird nicht für jeden Standort der gleiche Anteil an Ladeinfrastruktur vorgesehen, bzw. ist ein entsprechendes Angebot nicht an jedem Standort erforderlich. In der Abbildung werden zwei Elektrifizierungsquoten berücksichtigt: zunächst der Zeithorizont bis 2025 (bei einer Elektrifizierungs-Zielquote von rd. 50%) und bis 2035 (bei einer Elektrifizierungs-Zielquote von rd. 90%). In Summe aller Standorte sind bis 2025 somit 30 Ladesäulen (oder 60 Ladepunkte) an den kommunalen Kfz-Standorten erforderlich, in 2035 soll die Zahl auf insgesamt 55 Ladesäulen (oder 110 Ladepunkte) anwachsen.

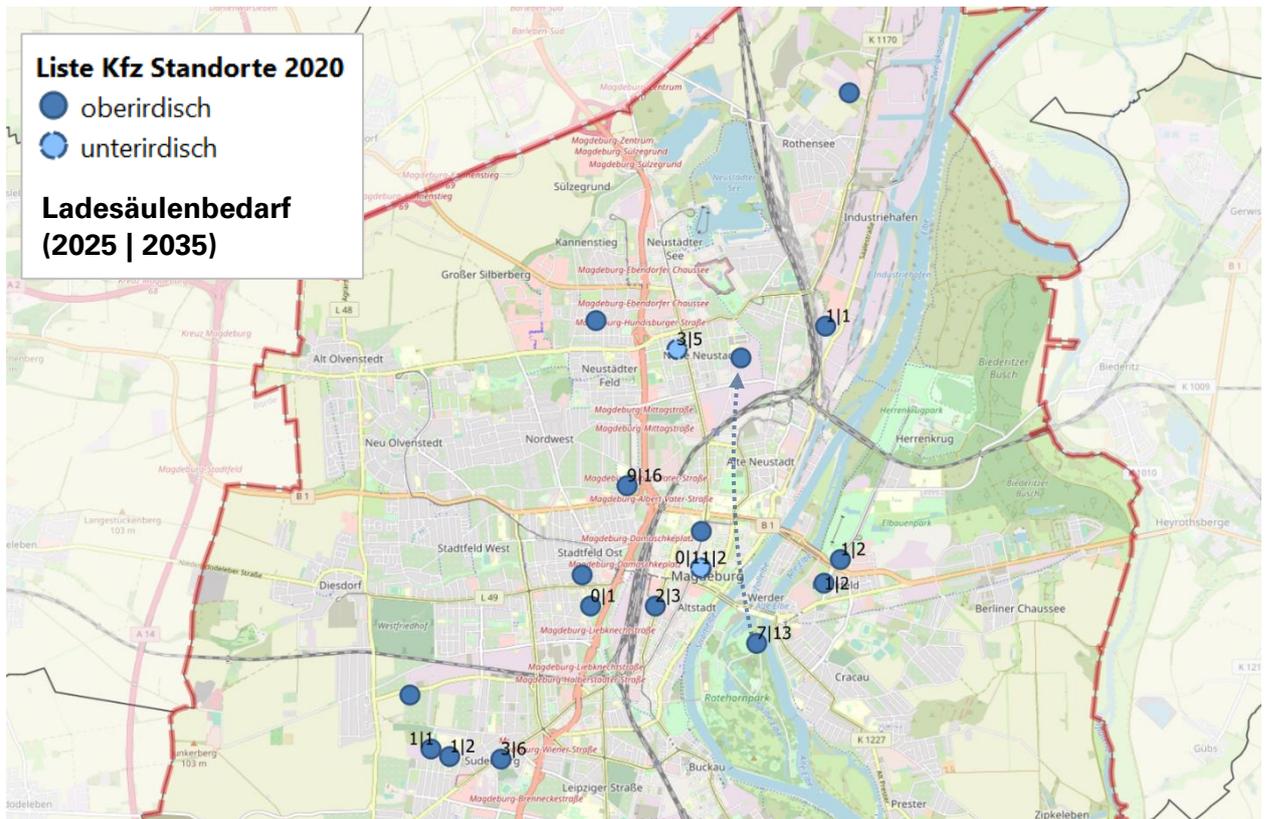


Abb. 27 erforderliche Anzahl an Ladesäulen (entspricht 2 Ladepunkten) an Standorten mit potentiell zu elektrifizierenden kommunalen Fahrzeugen

Der größte Bedarf an Ladeinfrastruktur ergibt sich unter den gegebenen Voraussetzungen am Verwaltungsstandort „An der Steinkuhle 6“ mit 9 Ladesäulen (in 2025) respektive mit insgesamt 16 Ladesäulen in 2035. Am zweitgrößten ist der Bedarf am Standort „Am Winterhafen 4“, wo ein potentieller Bedarf von 7 Ladesäulen (in 2025) respektive 13 Ladesäulen (in 2035) besteht. Zeitnah soll der Standort „Am Winterhafen“ auf dem Werder in die Schwiesaustraße verlegt werden.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die mögliche Verteilung der Ladeinfrastruktur auf Basis der aktuell verfügbaren Informationen erfolgt ist. Bei Änderungen, wie zum Beispiel die Verlegung weiterer Standorte oder zahlenmäßige Anpassungen des Fuhrparks sind auch entsprechende Anpassungen bei der Verteilung der Infrastruktur erforderlich.

5 Ladeinfrastruktur

Die Ladeinfrastruktur ist das Rückgrat der wachsenden E-Mobilität in Deutschland. Wenngleich der Großteil der Ladevorgänge im privaten Raum stattfindet (zum Beispiel zu Hause auf dem eigenen Stellplatz oder an der Arbeitsstelle) ist der Ausbau einer öffentlich zugänglichen¹⁸ Ladeinfrastruktur wesentlich (vgl. Kapitel 2.2.2). Auch bei einer verhältnismäßig geringeren Frequenz der öffentlichen Ladeinfrastruktur sorgt sie dafür, dass das spontane Laden unterwegs möglich ist, längere Autoreisen unternommen werden können und nicht zuletzt, dass sie als ein mögliche (und zur Not nutzbare) Rückfallebene im Falle eines dringenden Strombedarfs für das eigene Fahrzeug bereitsteht. Somit ist die öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur in einer ansprechenden Qualität und Quantität einer der Hauptmotoren für eine gelingende E-Mobilität.

Zunächst wird auf die vorhandene Ladeinfrastruktur in der Landeshauptstadt Magdeburg eingegangen. Danach werden auf die zukünftigen Bedarfe – abgeleitet von den Prognosebedarfen für Deutschland – erläutert.

5.1 Bestand

In Abb. 28 sind die heute bestehenden Angebote an Ladesäulen ersichtlich. Insgesamt befinden sich 53 Ladesäulenstandorte (mit je 2 bis 3 vorhandenen Ladepunkten) auf dem Stadtgebiet. Die Standorte sind unterschieden nach Normalladeeinrichtungen (bis 22 KW Ladeleistung) und Schnellladeeinrichtung (>22KW). Die meisten Angebote sind in den Stadtteilen Altstadt (12) und Stadtfeld Ost (5) vorhanden. Weitere Angebote sind nur vereinzelt in den übrigen Stadtteilen zu finden. Die Karte zeigt, dass bisweilen noch kein flächendeckendes Angebot vorhanden ist.

¹⁸ Unter dem Sammelbegriff der „öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur“ versteht man sowohl Standorte im öffentlich Straßenraum oder auf öffentlichen Parkplätzen als auch Standorte im privaten Raum, die aber von einer nicht eingegrenzten Personengruppe öffentlich (oftmals aber zeitlich begrenzt) zugänglich sind (wie zum Beispiel Parkplätze von Supermärkten).

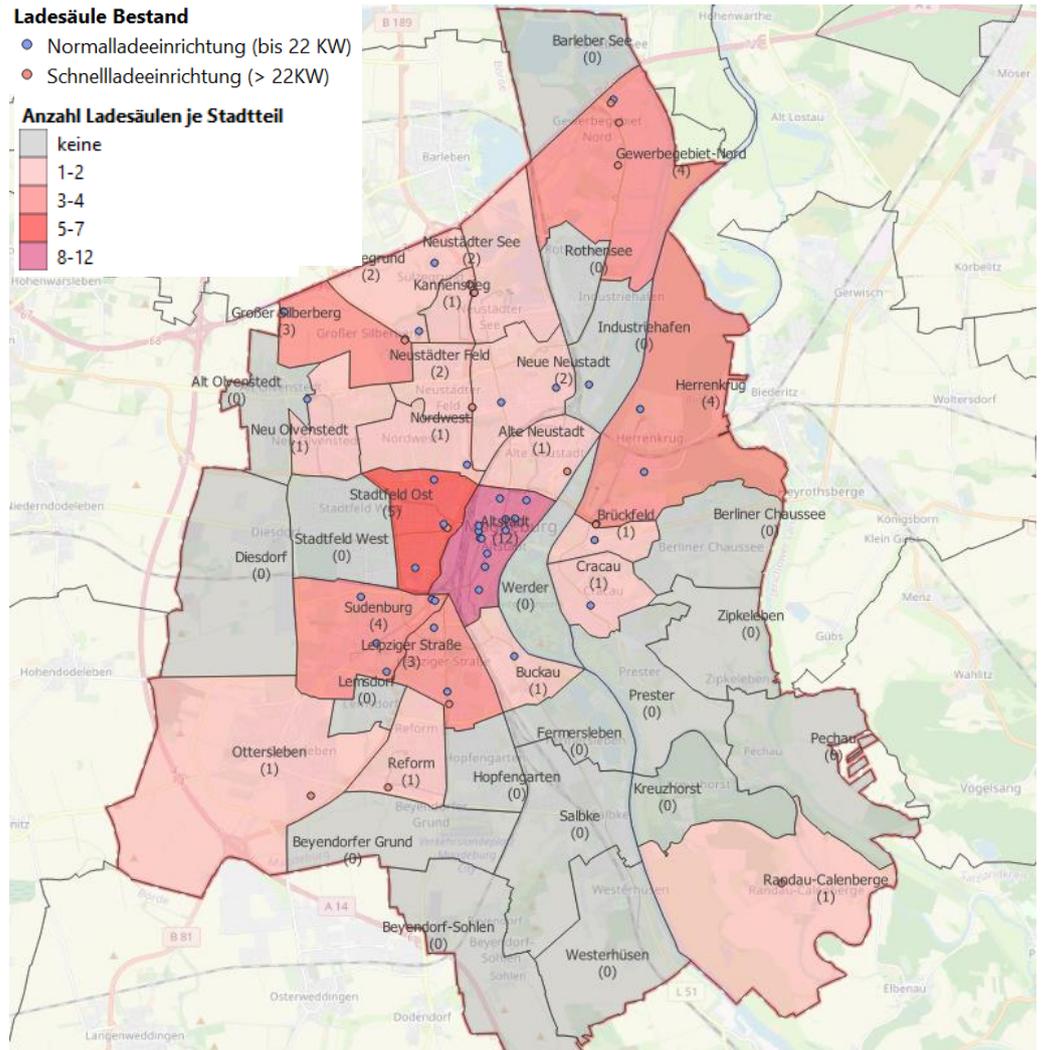


Abb. 28 Bestand an Ladesäuleninfrastruktur (Stand: Juni 2022)

5.2 Zukünftige Bedarfe

Um die zukünftigen Bedarfe für die Landeshauptstadt Magdeburg quantifizieren zu können, ist zunächst die die Betrachtung der für Deutschland gültigen Prognose zielführend. Je nach Quelle bzw. Institut werden allerdings unterschiedliche Ausgangsgrößen zugrunde gelegt. Dabei werden Größenordnungen von rd. 6 Mio. zugelassenen E-Fahrzeugen¹⁹ genannt. Wird von einer ähnlichen Dynamik ausgegangen, sind in einem moderaten Szenario für das Jahr 2035 9 Mio. angemeldete E-Fahrzeuge wahrscheinlich.

Von der EU wird empfohlen, dass beim Ausbau der Ladeinfrastruktur etwa 1 Ladepunkt auf 10 E-Fahrzeuge kommen sollte. Konservativere Rechnungen gehen von einem notwendigen Schlüssel von 1:14 aus. Entsprechend dieser unterschiedlichen aber maßgeblichen Anforderungen wird bei der

¹⁹ Deloitte 2020: Elektromobilität in Deutschland. Marktentwicklung bis 2030 und Handlungsempfehlungen

Bedarfsbetrachtung eine entsprechende Spannweite beachtet. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass einige Ladesäulen auch über mehr als 2 Ladepunkte verfügen. Im Durchschnitt sind in Deutschland 2,4 Ladepunkte je Ladesäule vorhanden. Unter den hier beschriebenen Randbedingungen ist für Deutschland z.B. für das Jahr 2030 eine notwendige Anzahl von minimal rd. 180.000 und maximal 250.000 Ladesäulen erforderlich (vgl. Abb. 29).

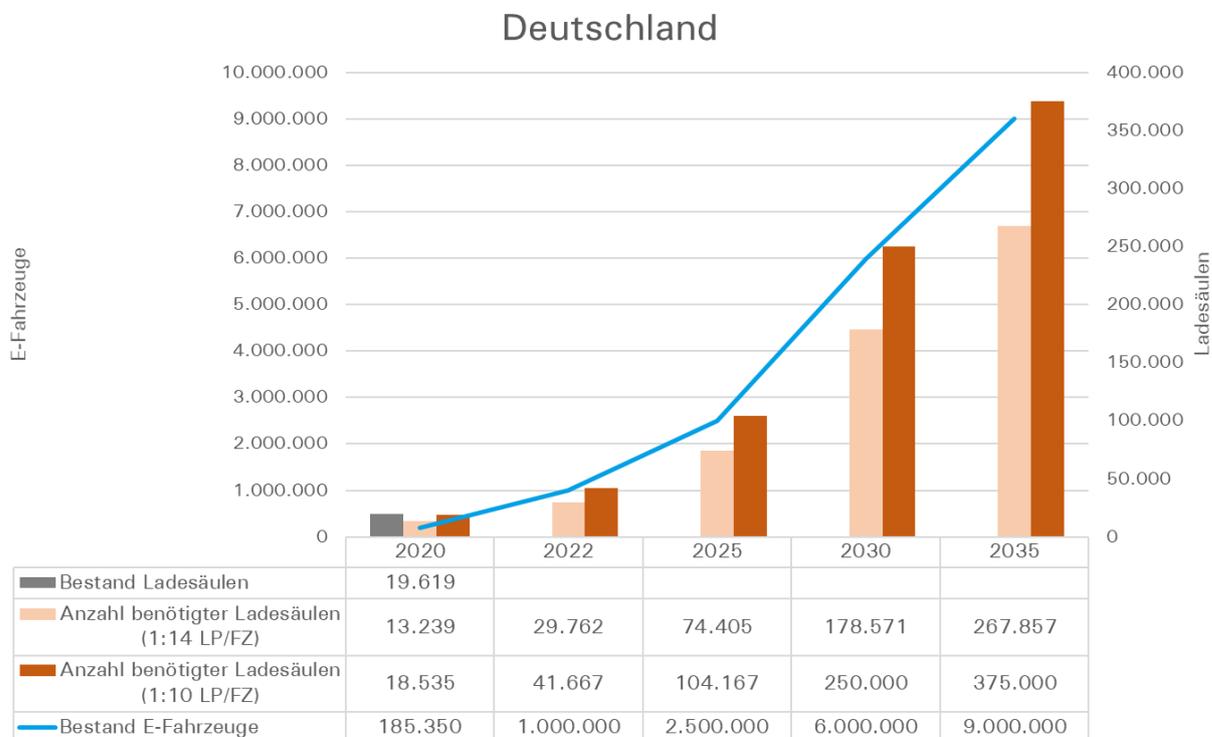


Abb. 29 Prognostizierte Bedarfe an Ladesäulen in Deutschland (Quelle: eigene Darstellung auf Basis Deloitte 2020, s.o.)

Werden diese Randbedingungen auch für die Landeshauptstadt Magdeburg zugrunde gelegt und ein entsprechender Korridor berechnet, ist z.B. der Bedarf für das Jahr 2022 (bei erwarteten 2.800 in Magdeburg gemeldeten E-Fahrzeugen) im Bereich zwischen 110 bzw. 144 Ladesäulen verhältnismäßig überschaubar (vgl. Abb. 29). Im Jahr 2030, wenn rd. 17.000 angemeldete E-Fahrzeuge erwartet werden, ergibt sich ein rechnerischer Bedarf der zwischen rd. 520 und 720 Ladesäulen liegt. Dieser Bedarf könnte in 2035 (im Maximalszenario) auf knapp 1.000 Ladesäulen anwachsen. In den jeweiligen Prognosehorizonten sind die 53 bestehenden Ladesäulenstandorte mitberücksichtigt.

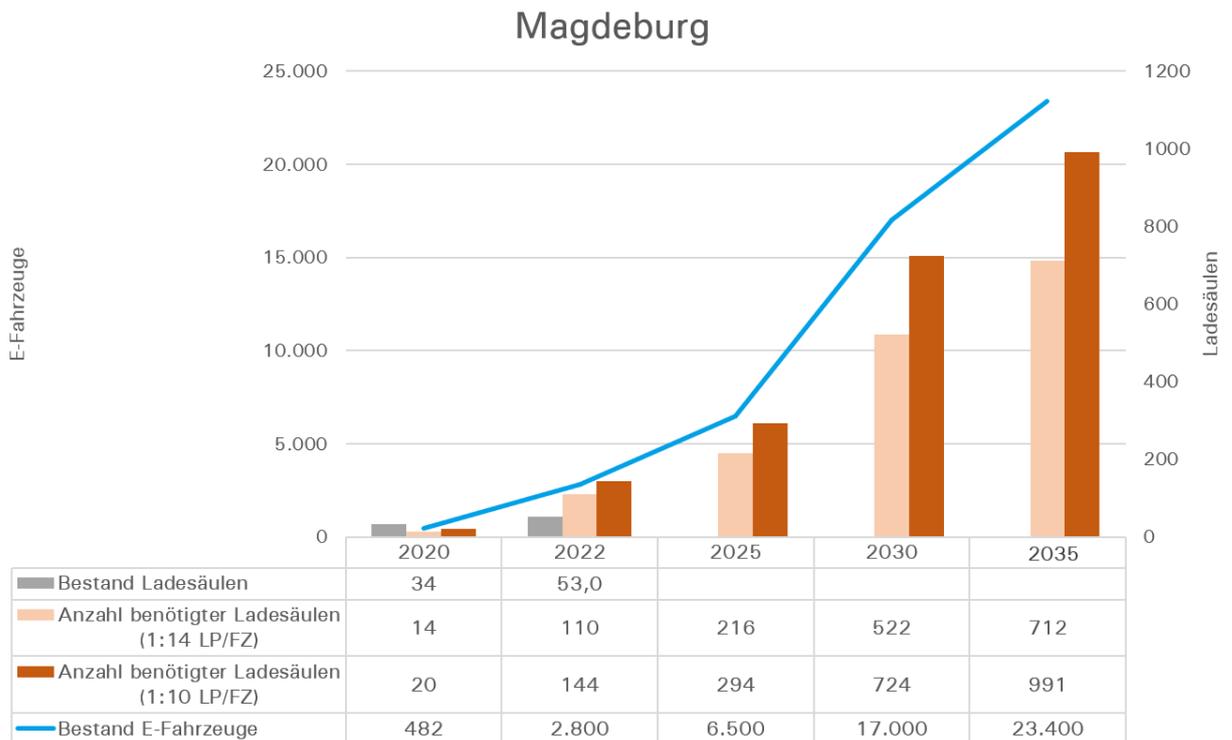


Abb. 30 Abgeleitete Bedarfe an Ladesäulen in der LH Magdeburg

Ein Vorschlag für eine räumliche Verteilung der entsprechenden Ladesäulen in Abhängigkeit der Zeithorizonte wird in Kapitel 6 (Standortkonzept Ladeinfrastruktur) dokumentiert.

Nachfolgend werden noch folgende qualitative Entwicklungsszenarien qualitativ aufgezeigt und im Rahmen der heutigen Kenntnislage eingeschätzt:

- **Elektrifizierungsquote von 100% bei gleichbleibendem Modal-Split:** Eine vollständige Elektrifizierung aller Pkw würde bei einem gleichen Bedarf an Ladeinfrastruktur eine Anzahl von bis zu 5.000 Ladesäulen im öffentlich zugänglichen Bereich bedeuten. Eine solche Hochrüstung wäre aus Sicht von verfügbaren Strommengen und der notwendigen Leistungsfähigkeit im Stromnetz eher nicht realistisch. Hier müsste ein massiver Ausbau erfolgen und zusätzlich entsprechende Energiemengen zur Verfügung stehen.
- **Elektrifizierungsquote von 100% bei Halbierung des Modal-Split-Anteils des MIV aufgrund einer Verkehrswende:** Hier könnte der Bedarf an notwendigen Ladesäulen im Bereich von 2.500 Ladesäulen liegen, was noch immer eine größere Nachrüstung des Stromnetzes bedeuten würde, aber zumindest ein wahrscheinlicheres Szenario darstellt. Dieses Szenario zeigt, dass die Elektrifizierung im MIV einen wichtigen Teil einer Verkehrswende darstellt, aber insbesondere auch andere Verkehrsträger des Umweltverbundes gefördert werden müssen.

- **Weiterentwicklung der Batterie- und Ladetechnik, sodass Schnellladen die Regel wird:** Die große Herausforderung beim Schnellladen ist weniger die vorhandene bzw. noch nicht ausgereifte Technik zwischen Infrastruktur und Fahrzeug, sondern vielmehr die sehr hohe Stromnachfrage die auftritt, wenn selbst eine überschaubare Anzahl an Fahrzeugen in einem hohen Wattbereich gleichzeitig laden möchte. Dementsprechend stellt ein flächendeckendes und immer verfügbares Schnellladen von E-Fahrzeugen ein technisch eher unrealistisches Szenario dar.
- **Entwicklung von Kosten und der Zahlungsbereitschaft dahingehend, dass sich ein Massenmarkt für LIS entwickelt, welcher gewinnbringend durch Privatwirtschaft betrieben werden kann (analog zu konventionellen Tankstellen):** Dieses Szenario ist ein aus Sicht der E-Mobilität wünschenswertes Szenario, das durchaus wahrscheinlich ist, da die Nachfrage nach dem Laden im öffentlich Raum mit der steigenden Anzahl an E-Fahrzeugen ebenfalls zunehmen wird und der Betrieb von Ladesäulen einen entsprechenden „Business-Case“ darstellen kann. Wenn dieses Segment wirtschaftlich abgedeckt werden kann, würde auch die Möglichkeit bestehen, die Betreiber an den Ausbaukosten der Hintergrundinfrastruktur mit zu beteiligen (etwa durch Abgaben).

Fazit: Die prognostizierten Bedarfe an Ladesäulen sind das aus heutiger Sicht (Frühjahr 2022) wahrscheinlichste Szenario. Aufgrund der enormen Entwicklungsgeschwindigkeit der Batterie- und Ladetechnik, der nicht vorhersehbaren Entwicklung der Energiepreise und politischen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen, z. B. Tempolimits o. ä. kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich der Bedarf an Ladesäulen mittel- und langfristig anders als hier angenommen entwickelt.

6 Standortkonzept für Ladeinfrastruktur

6.1 Zielsetzung und Methodik

Nachdem in Kapitel 5 zunächst eine zahlenmäßige Dimension des zukünftigen Bedarfs mithilfe der heute verfügbaren Prognosen abgeschätzt worden ist, soll im Rahmen dieses Kapitels eine Methodik aufgezeigt werden, wie diese wachsende Anzahl an Ladepunkten in Abhängigkeit der Hochlaufintensität der Elektromobilität sinnvoll im Stadtgebiet (innerhalb des öffentlich zugänglichen Raumes) verteilt werden kann. Neben der hier vorgestellten räumlichen Umlegungsmethodik wird gutachterlich empfohlen, dass auch die konkreten kumulierten Standortwünsche für Ladeinfrastruktur, die im Rahmen des Beteiligungsprozesses erhoben worden sind (vgl. Kapitel 0), mitberücksichtigt werden.

Zunächst können zwei auf den ersten Blick konkurrierende Ansätze zur Verteilung der Ladebedarfe beschrieben werden (vgl. Abb. 31), die im Rahmen der gewählten Methodik beide zur Anwendung kommen sollen. Zunächst ist es wichtig, im Rahmen einer Angebotsplanung entsprechende Angebote in der Fläche zu schaffen, sodass der Nutzer je nach Aufenthaltsort auch im erweiterten Umfeld ein entsprechendes Angebot findet. Das heißt konkret, dass also jeder Stadtteil und statistischer Bezirk hinsichtlich seinem (wenn auch kleinem) Potential wertzuschätzen ist. Je nach Nutzungsintensität wird dann eine entsprechende Anzahl an Ladepunkten einer organisatorischen Einheit zugeordnet. Dabei ist aber immer zu berücksichtigen, dass die Ladeinfrastruktur mit einer Nutzung verankert werden sollte, auch wenn diese eher extensiv ausgestaltet ist. Von der Schaffung von Infrastruktur in einem Raum ohne jegliche frequenzbringende Nutzung ist abzusehen.

Innerhalb einer organisatorischen Einheit (hier statistischer Bezirk) kommt dann im Besonderen die schwerpunktbezogene Verteilung zum Tragen. Der Bedarf an Ladeinfrastruktur kann dann den dezidierten Nutzungen zugeordnet werden.

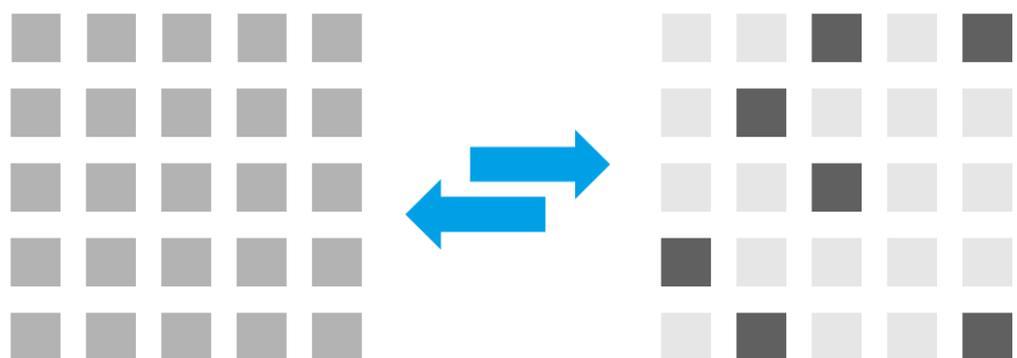


Abb. 31 Schema flächendeckender versus schwerpunktbezogener Verteilungsansatz

Wie bereits in Kapitel 2.2.2 in der Abb. 7 dargestellt ist, teilen sich die Ladevorgänge auf in den privaten und den öffentlich zugänglichen Bereich

auf. Da kein direkter Zugriff auf die privaten Flächen besteht²⁰ (z.B. Stellplätze in Garagen von Eigenheimen, Parkgaragen von Mehrfamilienhäusern oder auf Firmenparkplätzen), ist der Fokus auf die öffentlich zugänglichen Bereiche zu legen. Es wird abgeschätzt, dass der Anteil in Bezug auf die gesamten Ladevorgänge im öffentlich zugänglichen Raum perspektivisch bis auf eine Marke von 30 - 40% ansteigen kann. Ganz wesentlich kommen hier also Flächen innerhalb des öffentlichen Straßenraums und öffentliche Parkplätze zum Tragen. Auf diesen Flächen hat die Kommune einen direkten Zugriff und sollte hier die Aufgabe als gestaltender Akteur wahrnehmen. Auf Parkflächen innerhalb von Parkgaragen (z.B. von Einkaufszentren) oder auf Kundenparkplätze hat die Kommune zwar keinen direkten Zugriff, sollte hier aber entsprechende Angebote mitdenken, da diese Bereiche für den Nutzer zumeist frei zugänglich sind und auch als öffentlicher Raum verstanden werden. Sofern hier ein konkreter Bedarf durch den kommunalen Akteur adressiert wird, gilt es, die privaten Akteure als Gestalter mitzunehmen, um dem Ziel einer wachsenden und konsistenten gesamtstädtischen Ladeinfrastruktur gerecht zu werden. Auf Seiten der privaten Akteure ist zumeist eine hohe Investitionsbereitschaft festzustellen, da mit den zusätzlichen Angeboten ein noch größeres Kundenpotential erreicht werden kann.

Als weitere potentielle Gebiete sind auch Autohöfe und Autobahnraststätten zu nennen, diese Gebietskategorien haben aber innerhalb des Stadtgebiets der Landeshauptstadt Magdeburg wenig Relevanz.

Ganz konkret teilen sich die Ladevorgänge auf unterschiedliche Ladearten auf, die in Abb. 32 dargestellt sind. Die anteilmäßig bedeutsamste Kategorie ist das Laden beim Wohnen, mit einem geschätzten Anteil von 40%. Die Ergebnisse aus der Befragung (vgl. Abb. 77) stützen die Annahme, dass das Laden zu Hause die quantitativ gewichtigste Art des Ladens darstellt. Nicht zuletzt deshalb, da zumeist auch die längste Zeit des Tages in der eigenen Wohnung bzw. im direkten Umfeld verbracht wird. Zur quantitativen Abschätzung des tatsächlichen Bedarfs wird die Anzahl von Anwohner*innen je statistischen Bezirk in Bezug auf die unterschiedlichen Gebietskriterien berücksichtigt (vgl. Abb. 33). Neben reinen Wohngebieten mit Mehrfamilienhausbesatz, findet Wohnen ebenfalls in Kern- sowie Mischgebieten statt. Der Bedarf an öffentlich zugänglicher Ladestruktur für Wohngebiete mit einem reinen Einfamilien- bzw. Reihenhausbesatz wird mit dem Faktor 0,1 heruntergesetzt, da Personen mit Stellplatz auf eigener Fläche über einfache Möglichkeiten verfügen, selbst für das Laden zu sorgen. Der geringe restliche Teil kann dann z.B. von Besuchern genutzt werden.

²⁰ Damit ein ausreichendes Angebot auch im privaten Raum berücksichtigt wird, wurde im März 2021 mit dem GEIG (Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz) eine entsprechende rechtliche Handhabe verabschiedet, das entsprechende Kennziffern (notwenige Ladepunkte in Abhängigkeit der Anzahl der Stellplätze) bei Neubauten sowie bei maßgeblich zu renovierenden Objekten beziffert.

Mit einem Anteil von 30% an den Gesamtladevorgängen wird das Laden beim Arbeiten bewertet. Hier wird die Berechnung des Verteilungsschlüssels über die verschiedenen Flächenanteile abgeleitet. Diese wurden mithilfe des städtischen Flächennutzungsplans abgeleitet. Neben reinen Gewerbegebieten mit einer hohen Arbeitsplatzdichte, wurden auch Kern- und Mischgebiete berücksichtigt, die mit Anteilen von jeweils 50% bzw. 40% der Flächen rechnerisch miteinbezogen worden sind. Gebiete mit einem hohen Kunden- und Besucheraufkommen wurden ebenfalls marginal in dieser Kategorie mitberücksichtigt, da Einzelhandelseinrichtungen – wenn auch in kleinerem Maße – Arbeitsplätze generieren.

Ladeart	Anteil/ Kriterium	Gebietszuordnungen			
Laden beim Wohnen 	40% 	Wohnen MFH	Wohnen EFH/RH (Faktor 0,1)	Kerngebiet	Mischgebiet
Laden beim Arbeiten 	30% 	Kerngebiet (Faktor 0,5)	Mischgebiet (Faktor 0,4)	Gebiete mit Arbeitsplätzen	Gebiete mit hohem Kunden- und Besucher- aufkommen (Faktor 0,1)
Laden bei Beschäftigungen / Erledigungen 	20% 	Kerngebiet (Faktor 0,3)	Mischgebiet (Faktor 0,2)	Gebiete mit hohem Kunden- und Besucher- aufkommen	
	10% 	Anzahl größerer Anlagen mit öffentlichen Stellplätze (> 50)			

Abb. 32 Verteilung von Ladevorgängen nach Ladearten und Gebietstypenzuordnungen

Die übrigen 30% sind dem Laden bei Beschäftigungen und Erledigungen zuzuordnen. Zwei Drittel dieser Kategorie wurden über die Flächenanteile ermittelt, wobei neben Gebieten mit einem primären Kunden- und Besucheraufkommen (z.B. Nahversorgungszentren) auch Kern- und Mischgebiete zu jeweils abgeminderten Anteilen berücksichtigt wurden. Das übrige Drittel dieser Kategorie (bzw. 10% der gesamten Ladevorgängen im öffentlichen Raum) wurden den größeren öffentlich zugänglichen Stellplatzanlagen in der Landeshauptstadt Magdeburg (mit einer Anzahl ab 50 Stellplätze) zugeordnet. Diese wurden verortet und in den jeweiligen statistischen Bezirken (in Abhängigkeit der genauen Stellplatzanzahl) mitberücksichtigt (vgl. Abb. 33).

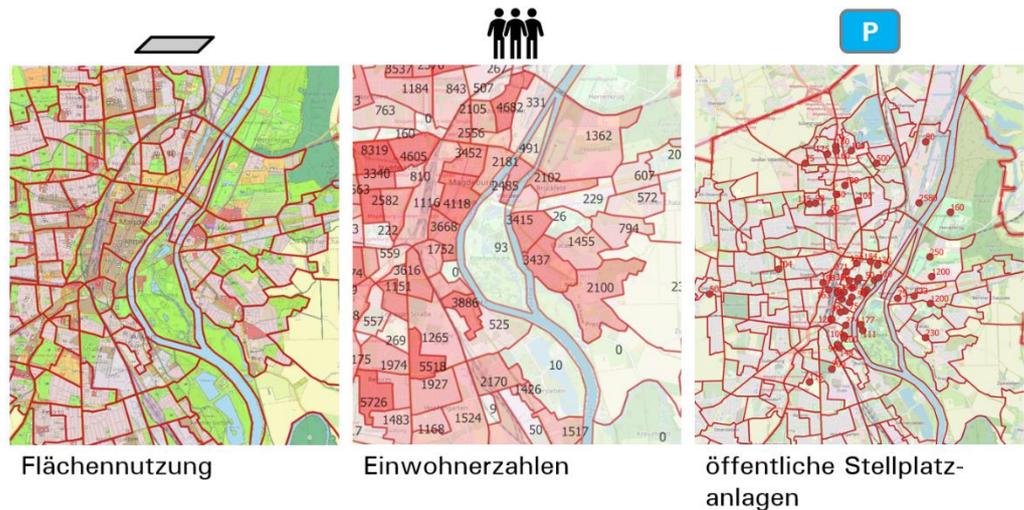


Abb. 33 Darstellung verschiedener Verteilungskriterien

So können zunächst die einzelnen quantitativen Ladeinfrastrukturbedarfe in Abhängigkeit des Zeithorizonts bzw. der Art des Ladens umgelegt werden (vgl. Abb. 34). In den Zielzahlen der Abbildung sind auch die bestehenden Ladesäulen integriert (vgl. Kapitel 5.1). Bei der Berechnung der Bedarfe wurden jeweils die Mittelwerte der Bedarfsermittlung für die Stadt Magdeburg (vgl. Abb. 30) verwendet. Je nach erreichtem Score (in Abhängigkeit der Bevölkerungs-, Flächen-, bzw. Stellplatzanteile) der einzelnen statistischen Bezirke werden die Ladesäulenbedarfe örtlich verteilt.

Ladesäulenbedarfe nach Ladeart	Anteil	2025	2030	2035
Wohnen	40%	102	249	341
Arbeiten	30%	77	187	256
Beschäftigungen / Erledigungen (FL)	20%	51	125	170
Beschäftigungen / Erledigungen (PP)	10%	26	62	85
	100%	255	623	852

Abb. 34 Ladesäulenbedarfe nach Ladeart und Jahr für die LH Magdeburg

6.2 Bedarfe Ladesäulen

In den nachfolgenden Abbildungen (Abb. 35 bis Abb. 37) sind die berechneten Bedarfe für jeden einzelnen statistischen Bezirk für die Zeithorizonte 2025, 2030 und 2035 dargestellt. In den Darstellungen sind die heute bereits bestehenden Ladesäulen mit dargestellt, die ausgezeichneten Bedarfswerte aber nicht um die Anzahl der vorhandenen Angebote minimiert. Neben der Anzahl des rechnerischen Bedarfswerts ist auch die Ladesäulendichte (Ladesäulen je km²) angegeben um einen neutraleren Vergleichswert des tatsächlichen vorhandenen Bedarfs darzustellen.

Die dargestellten Bedarfszahlen sind nicht als eine starre Grenze zu verstehen, die um keinen Fall unter- oder überschritten werden darf, sondern sind vielmehr als eine Richtskala zu verstehen, anhand der die Planungen vorangetrieben werden können und gleichermaßen als ein „Controlling“-Werkzeug einsetzbar sind.

Mit Zuhilfenahme dieser Abbildungen können nun auf Seiten der Verwaltung konkrete Suchräume bzw. Standortvorschläge in Augenschein genommen werden. Zusätzlich können diese Abbildungen auch zur Kontingentssteuerung bzw. -überprüfung bei Anfragen durch private Investoren und Betreiber dienen.

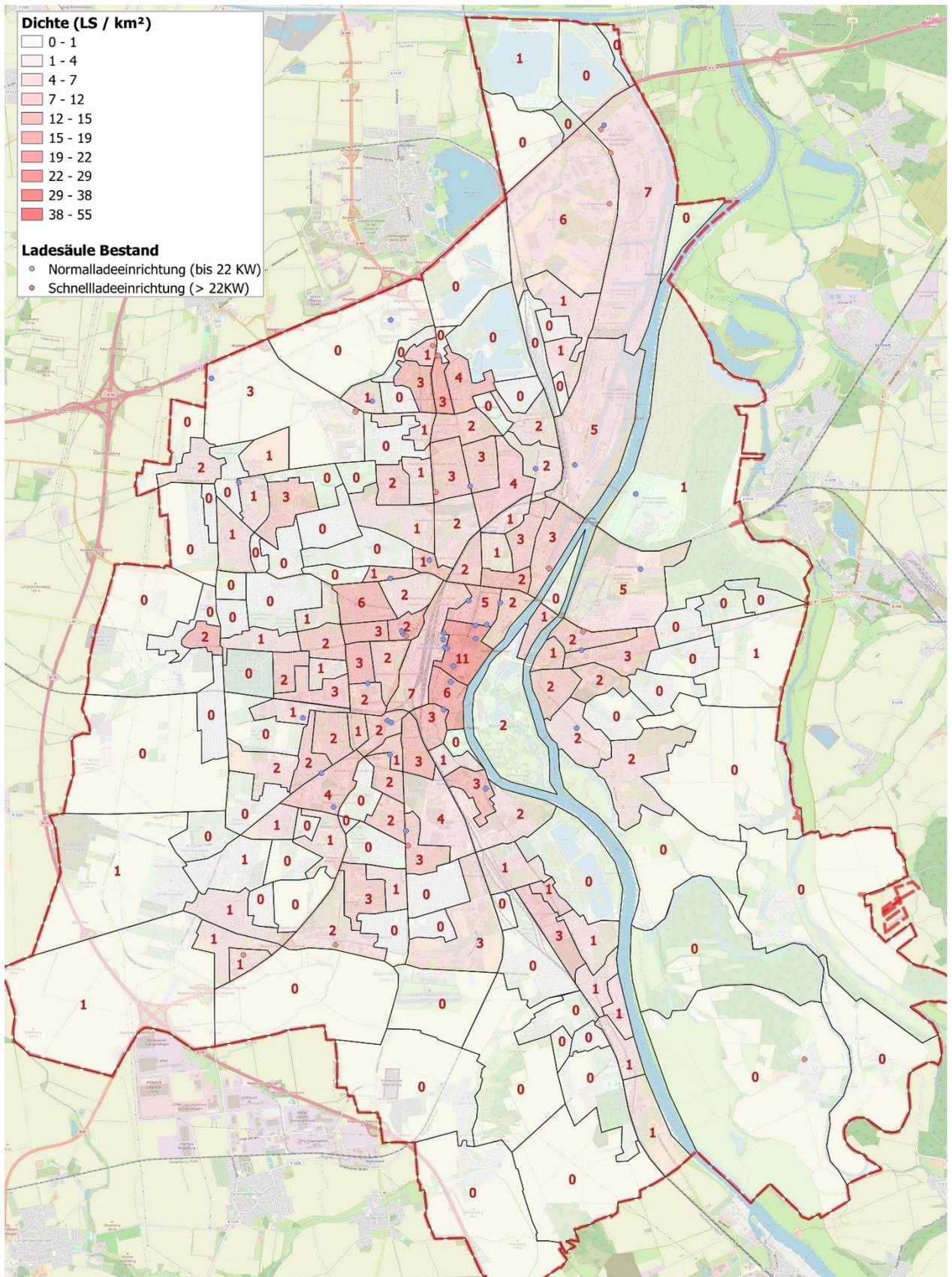


Abb. 35 Ladesäulenbedarfe und -dichte für 2025 (Gesamtbedarf: 255 Einheiten, Elektrifizierungsquote: 5,4%)

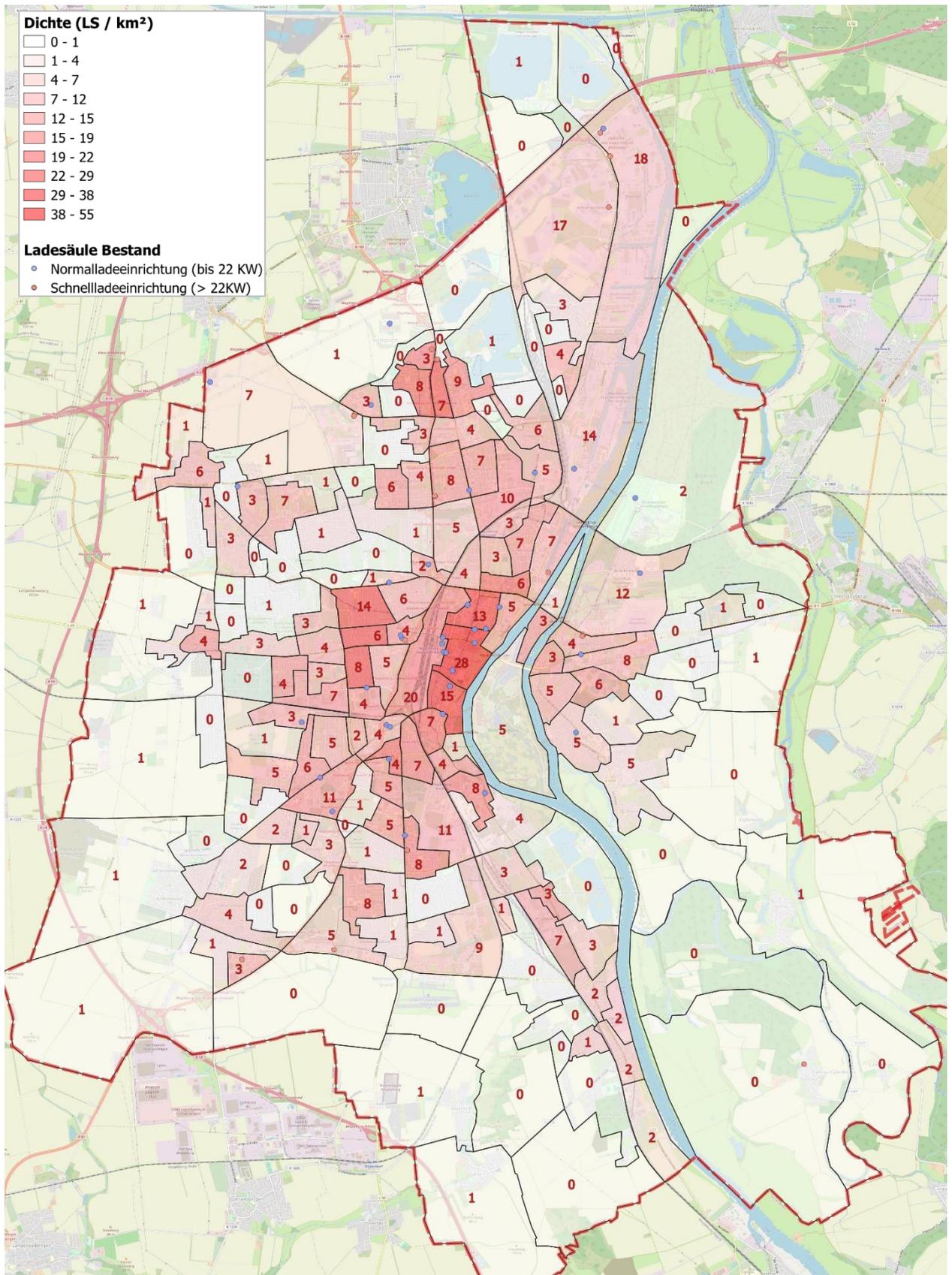


Abb. 36 Ladesäulenbedarfe und -dichte für 2030 (Gesamtbedarf: 623 Einheiten, Elektrifizierungsquote: 14,2%)

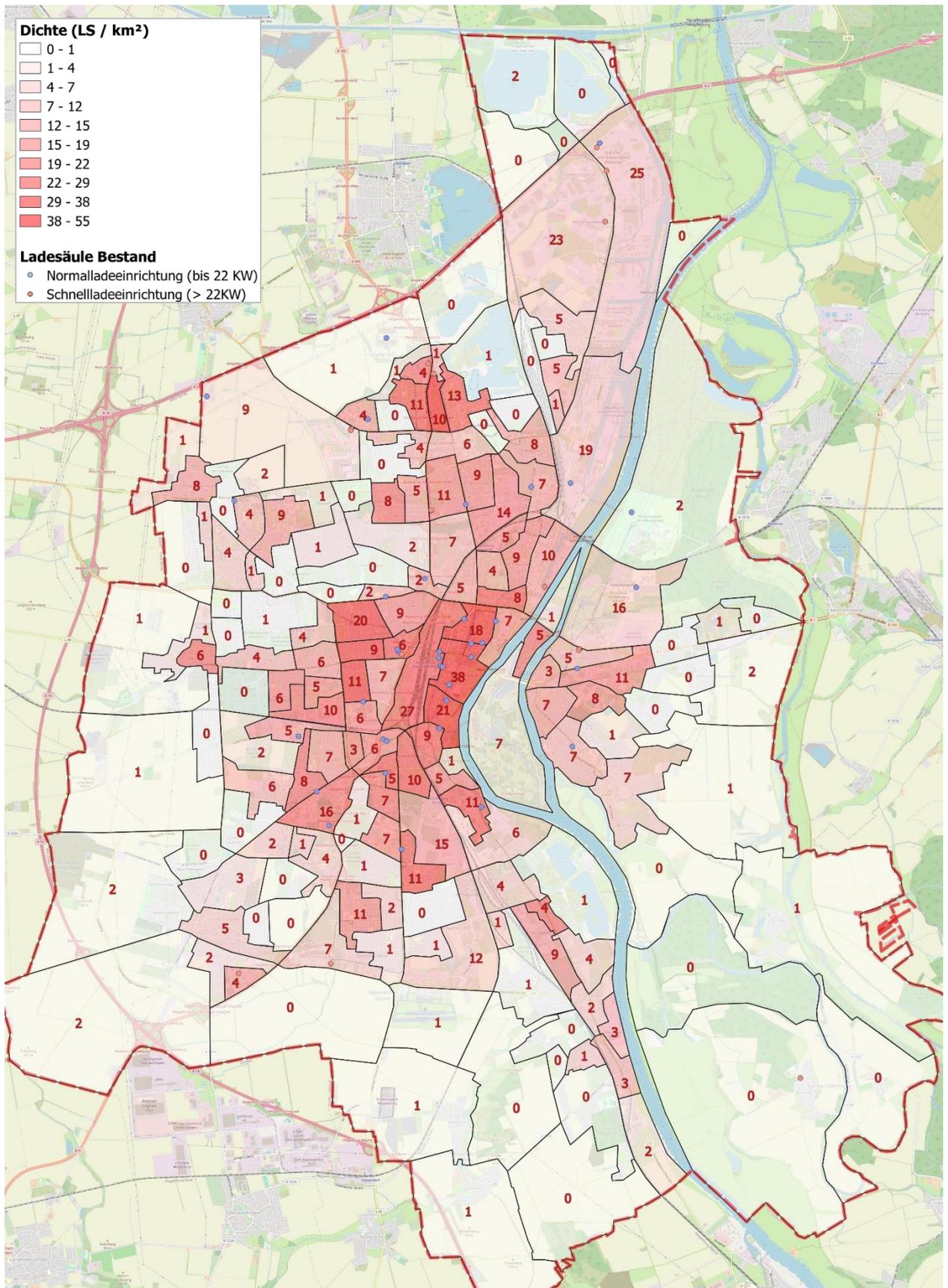


Abb. 37 Ladesäulenbedarfe und -dichte für 2035 (Gesamtbedarf: 852 Einheiten, Elektrifizierungsquote: 19,5%)

In Abb. 38 sind für einzelne statistische Bezirke die Ladesäulenbedarfe nach den unterschiedlichen Ladearten aufgeteilt. Die Karte (hier verwendeter Zeithorizont bis 2035) stellt nur einen Ausschnitt dar und soll bei der weiteren Umsetzungsplanung helfen. Wenn die Ladeart hinter jedem Bedarf bekannt ist, können bei der konkreten Standortsuche bzw. -planung wesentliche Erkenntnisse miteinfließen. Zum Beispiel ist für das Rathausviertel ein Bedarf von insgesamt 38 Ladesäulen ausgewiesen. Rechnerisch entfallen 18 Einheiten auf die Kategorie „Parkplätze“. Dieser Richtwert kann also verwendet werden um die Elektrifizierungsangebote in Parkgaragen sukzessive voranzutreiben.

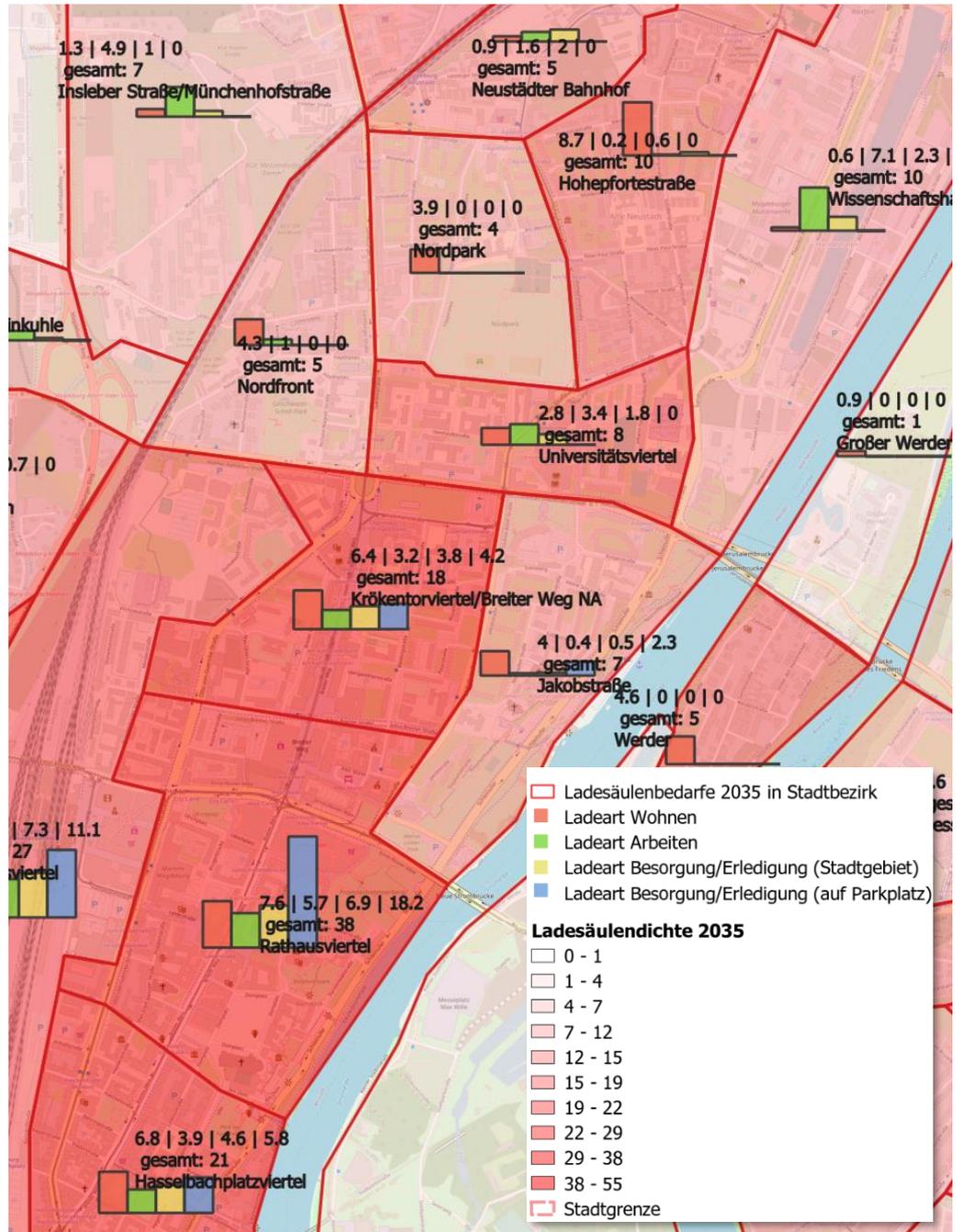


Abb. 38 Ladesäulenbedarfe nach Stadtbezirk und Ladeart mit Darstellung der Ladesäulendichte (Ausschnitt)

6.3 Standortvorschläge Ladesäulen

Auf Basis der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Herleitung der Bedarfszahlen an Ladeinfrastruktur, sind konkrete Standortvorschläge bzw. Suchbereiche aufzuzeigen. In enger Zusammenarbeit zwischen Stadtverwaltung und Gutachter konnten für die vier Zeithorizonte (2025, 2030 und 2035) jeweils eine Standortkarte entwickelt werden, die für jeden statistischen Bezirk auf Basis der errechneten Realbedarfe (Bedarfswert minus Bestandwert) konkrete Standortvorschläge aufzeigt (vgl. Abb. 40). In Abhängigkeit der städtebaulichen Gegebenheiten und der konkreten Ladearten wurden Standorte innerhalb der Straßenräume ausgewiesen (Längs-, Senkrecht und Schrägparken) oder Vorschläge für Parkgaragen bzw. Parkplätze aufgegriffen. Für jeden Standort wurde ausgewiesen, ob sich dieser im privaten Raum oder im öffentlichen Raum befindet. Die Zielgrößen wurden für die Standorte im öffentlichen Raum ermittelt, da hier auch die Handhabe hinsichtlich einer Umsetzung obliegt. Die Standorte für die notwendige Ladeinfrastruktur zur Elektrifizierung der kommunalen Flotten wurden in Kapitel 4.3 dargestellt.

Das Standortkonzept wurde mit dem Stromnetzbetreiber Netze Magdeburg GmbH abgestimmt. Hier wurden die kurzfristig umzusetzenden Standorte vom Netzbetreiber vorgeprüft. Von 67 Standorten war das Ergebnis der Vorprüfung für 54 Standorte positiv, für 12 Standorte besteht noch ein erhöhter Prüfbedarf bei der Umsetzung und für einen Standort ergibt sich ein erhöhter Aufwand zur Ertüchtigung des Netzanschlusses. Für die Standorte, die mittelfristig umgesetzt werden sollen, ist eine separate Prüfung zu gegebener Zeit erforderlich. Die entsprechenden Einschätzungen zu den Standorten sowie weitere Meta-Informationen lassen sich in der im Anhang 5 befindlichen Standortliste entnehmen.

Mit dem zugrunde liegenden Ansatz „mindestens ein Standort pro statistischen Bezirk“ wird nach Einschätzung des Gutachters und der Verwaltung eine ausreichende flächenhafte Versorgung bei gleichzeitiger Konzentration auf möglichst wenige Standorte erreicht. Die Konzentration mehrerer Ladesäulen auf wenige Standorte erhöht für die Nutzenden die Wahrscheinlichkeit, auch bei einer hohen Auslastung noch einen freien Ladepunkt zu finden, ohne dafür erst weitere Standorte aufsuchen zu müssen. Zudem sollte im Sinne der nicht zu vernachlässigen Förderung der anderen Verkehrsträger gelten, dass der Weg zur Ladesäule nicht kürzer als der Weg zur nächsten Haltestelle des ÖPNV sein muss. Abb. 39 zeigt, welche Gebiete im Umkreis von 600 m um eine Ladesäule liegen. Dieser Radius wurde gewählt, da er als weiteste zumutbare Entfernung für den Zugang zu ÖPNV-Haltestellen im Nahverkehrsplan der Landeshauptstadt Magdeburg ab 2018 enthalten ist. Sofern in einzelnen statistischen Bezirken kein ausreichend großer Parkplatz zur Konzentration der benötigten Ladesäulen vorhanden ist, wurden die Ladesäulen auf mehrere Parkplätze verteilt.

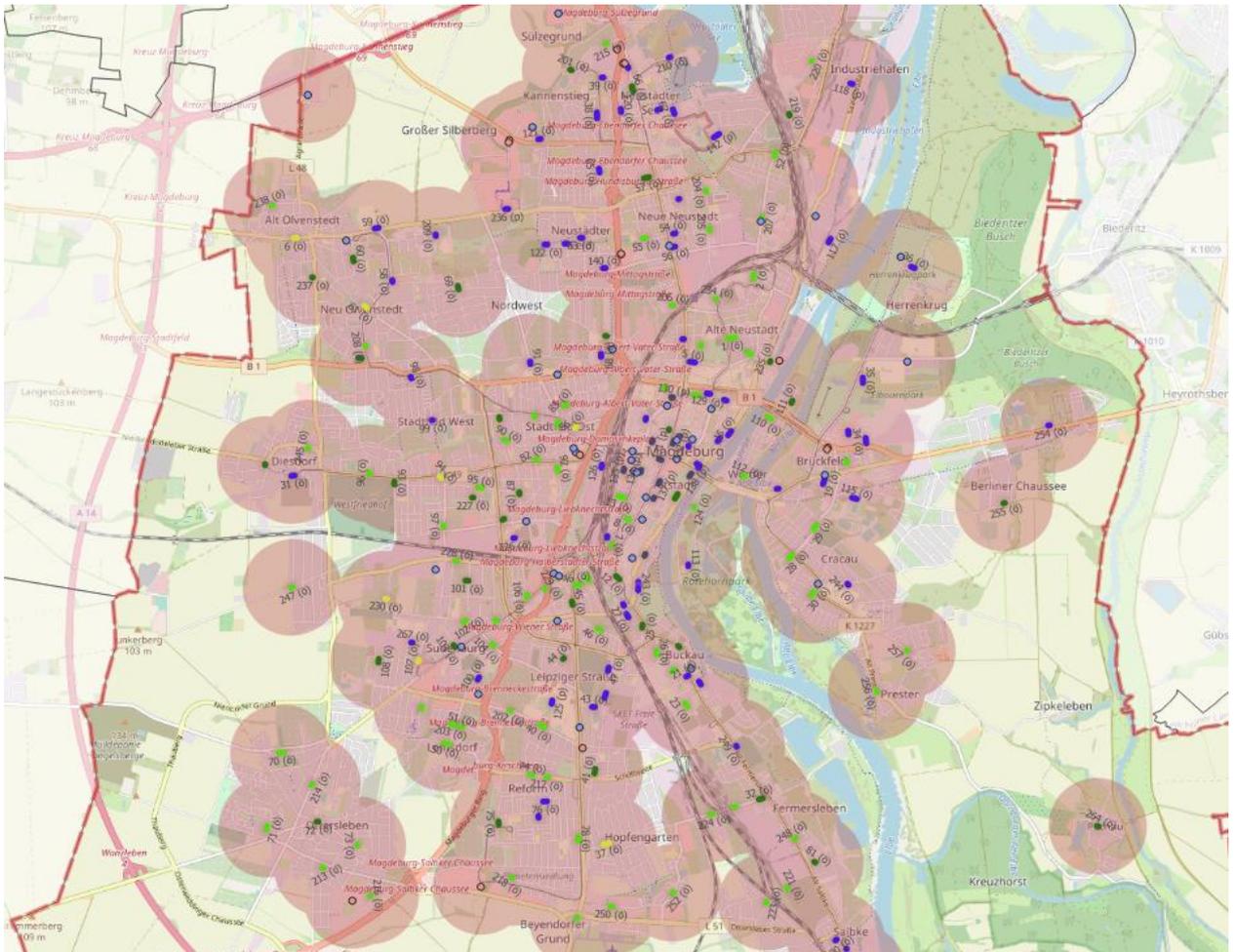


Abb. 39 Abdeckung des Stadtgebietes durch die Standortvorschläge für die LIS in der LH Magdeburg unter Berücksichtigung eines 600 m Radius kongruent zum ÖPNV

Mit dem vorliegenden Standortkonzept können nun die in der Gestaltungsrichtlinie skizzierten Schritte durchgeführt und unternommen werden (vgl. Kapitel 7).



Abb. 40 Darstellung möglicher Ladesäulenstandorte mit Darstellung der Ladesäulenbedarfe bis 2025 (Ausschnitt) – vollständige Karten im Anhang 1-4.

Im Rahmen des Standortkonzeptes wurde nicht untersucht, ob oder in welcher Form die Landeshauptstadt Magdeburg die vorgeschlagenen Standorte an privatwirtschaftliche Ladeinfrastrukturbetreiber vermarkten oder selbst betreiben sollte. Da auf mittelfristige Sicht die Landeshauptstadt nicht sämtliche Ladeinfrastruktur selbst betreiben kann, wird

vorgeschlagen, dass nach Bestätigung des hier vorliegenden Standortkonzepts die Verwaltung diese Standorte aktiv an potenzielle insbesondere privatwirtschaftliche Ladeinfrastrukturbetreiber vermarktet.

Gleichwohl im Standortkonzept die aus Sicht des Gutachters und der Verwaltung am besten geeigneten Standorte für Ladeinfrastruktur aufgeführt sind, soll privatwirtschaftlichen Akteuren, welche an anderen Standorten Ladeinfrastruktur errichten und betreiben wollen, dies nicht verboten werden. Für Interessenten, welche an im Konzept enthaltenen Standorten Ladeinfrastruktur betreiben wollen, entsteht jedoch geringerer Prüfaufwand, da ein Teil der erforderlichen Prüfschritte für diese Standorte bereits erfolgt ist.

Die erforderlichen Ladeinfrastruktur für die kommunale Flotte ist nicht Teil des Standortkonzeptes, sondern separat in Kapitel 4.3 aufgeführt, da diese Ladepunkte nicht zwangsläufig öffentlich zugängliche Ladepunkte darstellen.

7 Umsetzungshinweise Gestaltungsrichtlinie

7.1 Inhalte Richtlinie

7.1.1 PKW

Zielsetzung, Rahmenbedingungen

Die Gestaltungsrichtlinie hat zum Ziel, dass bei der Umsetzung von Ladesäulen im öffentlichen Raum grundlegende einheitliche Standards eingehalten werden und die Ladesäulen den allgemeinen Kriterien der

- guten Bedienbarkeit
- Sichtbarkeit
- städtebaulichen Integration
- Barrierefreiheit

Rechnung tragen.

Die Gestaltungsrichtlinie wirkt zunächst auf die Regelung bei der Umsetzung von Standorten im öffentlichen Raum. Diese entfaltet im privaten Raum rechtlich zwar keine verbindliche Wirkung – kann aber für private Betreiber auch als hilfreiches Hinweispapier bei der Ausführung von Ladeinfrastruktur in der Landeshauptstadt Magdeburg dienen.

Die Gestaltungsrichtlinie gibt Hinweise zu generellen Ausführungsfragen. Dabei können nicht alle Sonderfälle dargestellt werden. Ohnehin ist bei der Umsetzung von Ladeinfrastruktur die Prüfung eines jeden Standorts durch die verantwortlichen Akteure erforderlich. Die Anwendung der Gestaltungsrichtlinie kann hier zu einer beschleunigten Umsetzung von der kommunalen Infrastruktur führen, da die zu berücksichtigenden Kriterien bekannt und bei der Planung berücksichtigt werden können.

In einem idealisierten Standardverfahren (vgl. Abb. 41) greift die Gestaltungsrichtlinie genau dann ein, wenn ein konkreter identifizierter Suchraum im öffentlichen Raum zur Verfügung steht und der Betreiber eine konkrete Umsetzungsanfrage formuliert. Dabei kann der potentielle Betreiber mit einem konkreten Standortvorschlag auf die Stadt zukommen und (je nach Ausweisung im Standortkonzept) die Umsetzung erfragen oder die Stadt kann einem Betreiber ohne konkreten Standortwunsch entsprechende Vorschläge unterbreiten. Sind einzelne Kriterien der Gestaltungsrichtlinie nicht erfüllbar, sind eine Umplanung oder das Verschieben des Standorts erforderlich. Nach Bestätigung des avisierten Standorts können die weiteren Schritte zur Umsetzung (Erstellung des Lastenheftes, Klärung der Finanzierung (oder Förderung) und Beschaffung) bis zum Einbau der Ladeeinheit erfolgen.

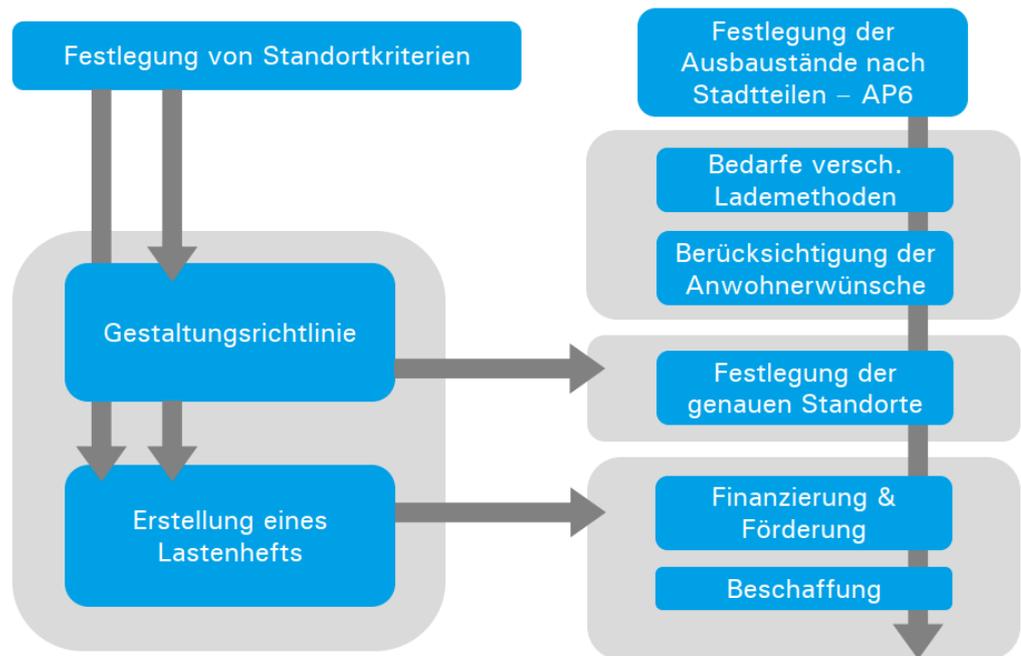


Abb. 41 idealisiertes Standardverfahren zur Umsetzung eines Ladesäulenstandortes

Steuerung Umsetzungsprozess

Der Gutachter empfiehlt, dass für einen kontinuierlichen Arbeitsprozess zur Errichtung der städtischen Ladeinfrastruktur einem Akteur die entsprechenden Kompetenzen zugeschrieben werden, der den Genehmigungsprozess moderiert und zwischen den Genehmigungsbehörden und Betreibern vermittelt und einen zügigen Arbeitsprozess gewährt.

Gestaltungsgrundsätze

Nachfolgend werden grundlegende Gestaltungsgrundsätze erörtert, die in Zusammenarbeit mit verschiedenen Beteiligten der Verwaltung erarbeitet wurden.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

- Die Errichtung von Ladesäulen in Denkmalbereichen oder in unmittelbarer Umgebung zu Baudenkmalen bedürfen gem. § 14 Abs. 1 DenkmSchG LSA in jedem Fall einer denkmalrechtlichen Genehmigung durch die Untere Denkmalschutzbehörde. Das vorliegende Konzept ersetzt nicht das denkmalrechtliche Genehmigungsverfahren. Maßnahmen nach § 14 Abs. 1 DenkmSchG LSA unterliegen einer Einzelfallentscheidung; Abweichungen von der Gestaltungsrichtlinie sind auf Grund denkmalrechtlicher Belange möglich.
- Die Beeinträchtigung der städtebaulichen Gestalt in Erhaltungssatzungsgebieten (nach § 172 BauGB) sollte ausgeschlossen werden.

Stadtgestalterische und freiraumplanerische Vorgaben

- Die Größe und die Farbgebung sind im Einklang mit dem städtebaulichen Maßstab zu wählen.
- Es ist zu prüfen, inwieweit das Ladeangebot in bestehender Infrastruktur integriert bzw. mit dieser kombiniert werden kann. (Die Integration in die Straßenbeleuchtung ist kurz- bis mittelfristig in der LH Magdeburg nicht möglich).
- Für einen erhöhten Wiedererkennungswert (corporate design) und eine gute Sichtbarkeit sind folgende Farbschemen zu verwenden:
 - Standardfarbe: vorzugsweise DB 702, alternativ nach Abstimmung Shadow Grey (MACcal 9889-145)
 - Weitere mögliche Farbe außerhalb von denkmalgeschützten Bereichen: Türkis/Petrol (MACcal 9849-17) ebenfalls nach Abstimmung
- Die Ladesäulen sollten von ihrer Kubatur so kompakt wie möglich gestaltet werden. Sie sind auf das erforderliche Mindestmaß zu reduzieren.
- Beschriftungen im Sinne der eigenen Firmenwerbung, Aufforderungen, z.B. Sprüche, sind in zurückhaltender Farbgebung (entsättigte Farbtöne) und auf maximal 5% der Gesamtfläche der Ladesäule möglich.

konkrete technische Anforderungen

- Die Ladeeinheit darf nicht als Werbeträger genutzt werden (lediglich eine kleinere Firmenkennung ist möglich).
- Es ist eine kratz- und vandalismussichere Herstellung zu wählen (z.B. Edelstahl).
- Der Betreiber verpflichtet sich zur Instandhaltung der Ladeeinheit; das heißt, die Überprüfung der Funktionalität sowie die Beseitigung von Reinigungsmängeln.
- Es ist ein genügender Abstand zu Einbauten zu gewähren (z.B. zu Briefkästen, Werbetafeln oder vergleichbaren Einbauten). Dieser beträgt mindestens 1,50 m bzw. das in den aktuell geltenden Normen wie DIN 18040-1 festgelegte Maß.
- Der Kronendurchmesser von Bäumen ist freizuhalten.
- In Abstimmung mit dem Netzbetreiber (Netze Magdeburg) ist im Vorfeld ein vorhandener Netzanschluss zu überprüfen.
- Für die im Standortkonzept enthaltenen zeitnah umzusetzenden Standorte erfolgte eine Vorabprüfung bezüglich der Anschlussmöglichkeit

an das Stromnetz durch die Netze Magdeburg GmbH. Die Ergebnisse sind in Anlage 5 dokumentiert. Für später umzusetzende Standorte sowie Standorte, welche nicht im Standortkonzept enthalten sind, muss diese Prüfung noch erfolgen.

- Damit die Ladeeinheit kommunizieren kann, ist ein entsprechender Datenanschluss bzw. Mobilfunkempfang erforderlich.
- Die Eindeutigkeit der Eigentumsverhältnisse am Aufstellort ist darzulegen.
- Erforderliche Anschlusskästen für z. B. Hausanschlüsse sind möglichst in die Ladesäule zu integrieren.
- Als Anprallschutz für die Ladesäule können (im Regelfall) zwei Poller dienen. Diese sind so zu setzen, dass die Barrierefreiheit nicht beeinträchtigt wird. Andere Anprallschutzelemente sind aus Gründen der Barrierefreiheit und aus stadtgestalterischen Gründen nicht zulässig.

Räumliche Abgrenzung im Straßenraum

Bei der konkreten Umsetzung einer Ladesäule im Straßenraum ist zu beachten, dass die Ladeinfrastruktur grundsätzlich auf Flächen untergebracht werden soll, die eindeutig der Pkw-Nutzung zuzuordnen sind; das heißt innerhalb der Fahrbahnfläche bzw. innerhalb der auf der Fahrbahn zugeordneten Parkfläche (vgl. Abb. 42). Dadurch soll verhindert werden, dass der ohnehin schon häufig eng bemessene städtische Seitenraum (für den Fuß- und Radverkehr) in Städten nicht zusätzlich eingeschränkt und Engstellen erzeugt werden. Außerdem kann so das Risiko minimiert werden, dass das Kabel über den Seitenraum geführt wird und eine Stolperfalle für Passant*innen darstellt.

Die Ziele zum Ausbau der kommunalen Infrastruktur dürfen den Zielen zur Förderung der Umweltverbundes (Fuß-, Radverkehr, ÖPNV) nicht entgegenstehen. Die Idealtypischen Entwurfssituationen können Abb. 49 und Abb. 50 entnommen werden.

Vom Grundsatz der Verortung der Ladesäule innerhalb der Fahrbahn kann abgewichen werden, wenn im Gehwegbereich eine ausreichend breite Seitenbahn (technischer Seitenstreifen) mit bereits vorhandenen Ausstattungselementen wie Straßenbeleuchtung, Fahrradbügel, Stromkästen, Bäumen vorhanden ist. In diesem Fall können die Ladesäulen in diesen Bereich integriert werden. Hierbei sind die jeweils betroffenen Belange wie Baumschutz und Mindestabstände zu Radwegen usw. zu berücksichtigen. Insbesondere ist die Barrierefreiheit zu gewährleisten. Hierzu ist die Behindertenbeauftragte der LH Magdeburg zu beteiligen.

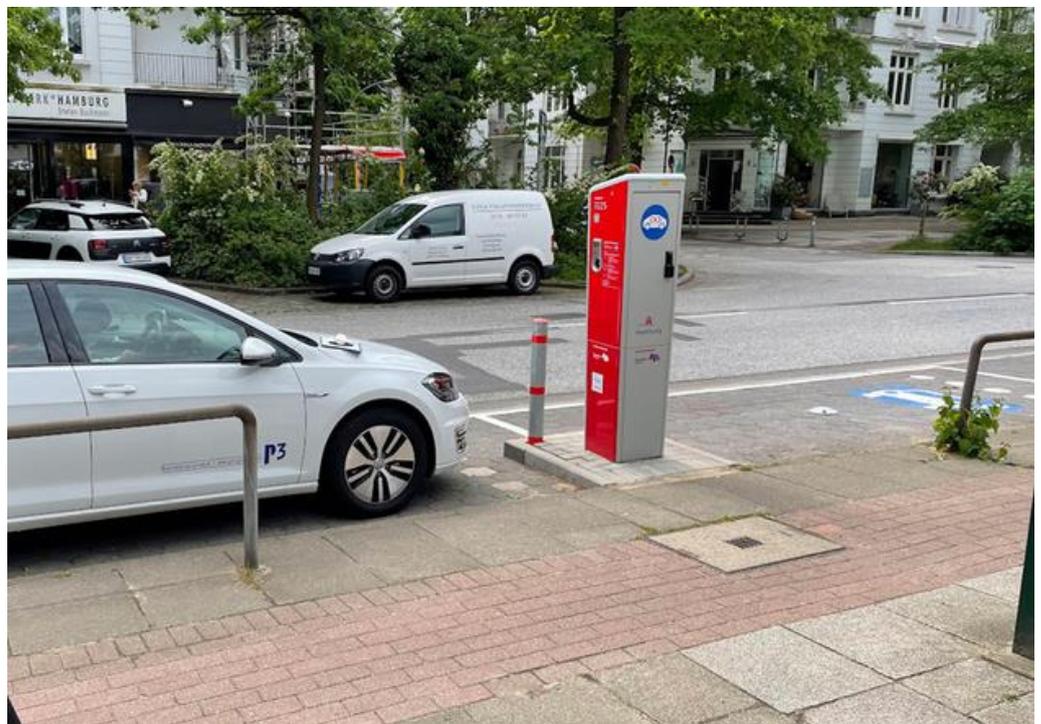


Abb. 42 Anordnung Ladesäulen auf der Fahrbahn (Beispiel Hamburg),
Quelle: Fraunhofer IAO)

Oberflächen

Sofern die Ladesäule nicht ohnehin auf festem Untergrund geplant ist (z.B. Asphalt oder Pflaster), ist zu berücksichtigen, dass die Infrastruktur nicht auf unbefestigten Flächen untergebracht werden soll, da das Betreten dieser Flächen durch mobilitätseingeschränkte Person ein zusätzliches Hindernis darstellt und dies nicht im Einklang mit den Zielen der Barrierefreiheit steht. Abb. 43 zeigt ein Negativbeispiel auf, in dem die Benutzung der Ladeeinheit durch die Oberflächenbeschaffenheit und die Anordnung im öffentlichen Raum deutlich erschwert wird.



Abb. 43 Negativbeispiel: Ladesäule auf unbefestigter Oberfläche (Schotter), Bildquelle: Markt Manching

Barrierefreiheit

Bei der Planung und Umsetzung von Ladeinfrastruktur sind die planerischen Leitlinien und Grundsätze der Barrierefreiheit zu berücksichtigen. Wichtiges Ziel ist, dass mobilitätseingeschränkte Personen bei der Nutzung von Ladeinfrastruktur nicht benachteiligt werden dürfen.

Zunächst sind folgende technische Eigenschaften bei der Planung zu berücksichtigen:

- Um eine vollumfängliche Bedienbarkeit zu gewährleisten, soll die Höhe der Bedienelemente 85 cm nicht überschreiten (in Abb. 45 ist das Bedienelement deutlich höher angebracht).

- Zusätzlich ist bei der Bedienbarkeit zu berücksichtigen, dass die Ladesäule (für Personen, die auf einen Rollstuhl angewiesen sind) unterfahrbar ist (vgl. Ladesäule in Abb. 44).
- Das Display, die Ladekabel (bzw. die Steckerleisten) und alle Bedienelemente (u. a. EC-Kartenterminal) müssen barrierefrei erreichbar sein, auch wenn andere Stellplätze, welche der Ladesäule zugeordnet sind, besetzt sind und ggf. Kabel zwischen den hier stehenden Fahrzeugen und der Ladesäule liegen. U. a. folgende Varianten sind denkbar:
 - Wenn Display, Ladekabel und Bedienelemente auf verschiedenen Seiten der Ladesäule angebracht sind, muss die Ladesäule in einer Breite von mindestens 1 m, besser 1,20 m mit einem Rollstuhl umfahrbar sein.
 - Wenn Display, Ladekabel und Bedienelemente auf der gleichen Seite der Ladesäule angebracht sind, dürfen die Kabel nicht auf der Seite des Displays und den Bedienelementen zum Liegen kommen. Zudem dürfen alle der genannten Elemente nur auf einer Höhe von 85 cm bis maximal 105 cm angebracht sein, sodass sie auch für Personen im Rollstuhl erreichbar sind.
- Der Bodenbelag im Umfeld der Ladesäule muss befestigt und eben sein. Unebene Beläge wie Rasengittersteine sind nicht zulässig.
- Die Bedienung über eine Mobilfunkanwendung (Smartphone-App) kann ein zusätzliches Angebot darstellen, sie ersetzt jedoch nicht die Anforderungen an ein barrierefreies Display und barrierefreie Bedienelemente.
- An Standorten, wo mehrere Ladesäulen angeboten werden, sollen Ladesäulen-Modelle, die sich in ihrer Nutzung durch mobilitätseingeschränkte Personen als besonders geeignet herausgestellt haben, eingesetzt und die geeignetste Lageposition (z.B. hinsichtlich der Entfernung zur Nutzung) erhalten.
- Grundsätzlich kann ein Stellplatz an dem eine Ladesäule angeordnet ist auch als Behindertenstellplatz ausgewiesen werden, obwohl ein Doppelausweisung rechtlich grundsätzlich nicht vorgesehen ist.
- Bei der konkreten Standortwahl von Ladesäulen ist zu berücksichtigen, dass die Ladesäulen in der Nähe von Bordsteinabsenkungen angeordnet werden, sodass der Weg zum Seitenraum möglichst kurzgehalten wird. Ist eine Verschiebung des Standorts nicht möglich, ist die Herstellung einer Bordsteinabsenkung zu überprüfen.
- Sofern eine DIN oder eine vergleichbare Norm zu einem späteren Zeitpunkt weitere Details zur Barrierefreiheit von Ladesäulen regeln sollte, ist diese Norm anzuwenden.



Abb. 44 Ladesäule mit berücksichtigten Anforderungen für die Barrierefreiheit (Bildquelle: Günther Spelsberg GmbH + Co. KG)



Abb. 45 Ladesäule mit weniger berücksichtigten Anforderungen für die Barrierefreiheit (Bildquelle: www.nullbarriere.de)

Derzeit sind die Erfahrungen hinsichtlich der barrierefreien Umsetzung von Ladesäulen noch begrenzt. Es ist vorgesehen, dass in enger Abstimmung mit der kommunalen Behindertenbeauftragten konkrete Praxiserfahrungen aufgenommen und ausgewertet werden, mit dem Ziel, dass die Gestaltungsrichtlinie hinsichtlich der Belange der Barrierefreiheit sukzessive weiterentwickelt werden kann.

Markierungen

Die Umsetzung eindeutiger Markierungen zur Kenntlichmachung von Stellplätzen mit Ladeinfrastruktur ist bezüglich der eindeutigen Erkennbarkeit bzw. Unverwechselbarkeit wesentlich. Zusätzlich sind flächige Markierungen stadtbildprägend und dementsprechend auch gestalterisch relevant. Bei der Markierung von Stellplätzen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Jeder Stellplatz im öffentlichen Raum, der einer Ladeeinheit zugeordnet ist, ist zu markieren.
- Bei der Markierung soll das StVO-konforme „E-Auto-Piktogramm“ verwendet und in weißer Farbe ausgeführt werden (vgl. Abb. 46, Beispiel Beckum). Ist der Untergrund für die weiße Markierung zu hell, ist der Untergrund so vorzubereiten, dass ein ausreichender Kontrast vorhanden ist.
- In der LH Magdeburg sollen keine flächigen Markierungen (im Sinne einer vollen Einfärbung) verwendet werden (s. Hamburger Beispiel in nachfolgender Abb.), da sie eine signifikante Wirkung auf das Stadtbild ausüben.



Abb. 46 Verschiedene Ausführungen von Markierungen eines Stellplatzes mit „E-Auto-Piktogramm“ (Quelle: eigene Abbildungen)

Beschilderung

Bei der Beschilderung von Stellplätzen mit Ladesäulen gibt es viele mögliche Ausführungen und Kombinationsmöglichkeiten. Oberstes Ziel ist es, dass eine möglichst eindeutige Lesart der Nutzungsmöglichkeit bzw. -einschränkung hervorgeht. Zusätzlich ist dem „Schilderwald“ vorzubeugen, der sich ebenfalls negativ auf das Stadtbild auswirkt.

Im Kern sind folgende Grundsätze bei der Beschilderung von Stellplätzen mit Ladeinfrastruktur zu berücksichtigen:

- In der LH Magdeburg gibt es eine Willensbekundung zur Verfolgung einer „Positiv-Beschilderung“. Das heißt, dass prinzipiell keine Verbote, sondern Gebote beschildert werden sollen (vgl. Abb. 47). Dementsprechend sind Stellplätze mit Ladesäulen mit dem Schild VZ 314 und dem StVO-konformen Zusatztext „Elektrofahrzeuge während des Ladevorgangs“ zu versehen.
- Diese Stellplätze dürfen von einem Elektrofahrzeug allerdings nur für die Zeit des Ladevorgangs frei verwendet werden. Dadurch soll E-Fahrzeughaltern die Möglichkeit gegeben werden, mit einem tatsächlichen Ladebedarf Angebote zu finden. Es soll davon abgesehen werden, dass pauschal allen E-Fahrzeughaltern das Parken (auch ohne Ladevorgang) frei ermöglicht werden kann.



Abb. 47 mögliche Beschilderungsvarianten zur Ausweisung von Stellplätzen für E-Fahrzeuge während des Ladevorgangs

- In den innerstädtischen Lagen mit vielen Nutzungsansprüchen soll mit drei zeitlich abgestuften Ebenen gearbeitet werden (2 Stunden, 3 Stunden und 4 Stunden – jeweils mit Parkscheibe). Die Zeitbereiche orientieren sich dabei an den drei Parkraumbewirtschaftungszonen des erweiterten Innenstadtbereichs. Die zeitliche Begrenzung ist wegen der Innenstadtlagen mit vielen Nutzungsansprüchen und somit einer höheren Wertigkeit zu begründen. Zusätzlich kann dadurch die

Wechselrate erhöht und das Ziel der Wirtschaftlichkeit kann für den Betreiber schneller in den Fokus rücken. Außerdem werden die Stellplätze mit den innenstadtnahen Lagen zumeist ohnehin zum Zwischenladen genutzt.



Abb. 48 positive Beschilderung für Elektrofahrzeuge während des Ladevorgangs mit zeitlicher Eingrenzung mittels Parkscheibe innerhalb der Parkraumbewirtschaftungszone

- In Wohngebieten bzw. in Gebieten mit primärer Wohnnutzung soll grundsätzlich keine zeitliche Begrenzung der Nutzung vorgesehen werden. Den Anwohner*innen soll ermöglicht werden, das E-Fahrzeug in einem Zug vollzuladen und dabei bei Bedarf auch das nächtliche Zeitfenster vollumfänglich nutzen zu können.
- Grundsätzlich ist zu empfehlen, die richtige Nutzung und die Beachtung der Beschilderungsinhalte zu überprüfen und ggf. zu sanktionieren, so dass Nutzer*innen auch mit der Durchsetzung der vorherrschenden Regelungen rechnen und sich ein regelkonformes Verhalten aneignen.

Entwurfssituationen

Nachfolgend sind zwei idealtypische Entwurfssituationen für die Ausführungen von je zwei Stellplätzen mit einem Ladesäulenzugang (Abb. 49 mit Längsaufstellung und Abb. 50 mit Senkrechtaufstellung) dargestellt. Aus Gründen der effizienten Nutzung ist anzustreben, dass Ladesäulen immer mindestens von zwei E-Fahrzeugen parallel nutzbar sind. Auf Parkplätzen kann unter Umständen auch die gleichzeitige Nutzung durch vier E-Fahrzeuge in Frage kommen, sofern die Ladesäule zwischen zwei Parkspuren angeordnet werden kann. Dies stellt aber einen seltenen Fall dar. Sofern an einer Ladesäule mehr als 2 Ladepunkte berücksichtigt sind, geht dies häufig auf das gewünschte Angebot an verschiedenen Ladesteckertypen zurück – ein Laden von mehr als 2 Fahrzeugen gleichzeitig aber nicht vorgesehen ist.

Unabhängig der Aufstellung sind die nachfolgend dargestellten Entwurfselemente zu einzubringen:

- Ladesäule (ohne angeschlagenes Kabel)
- Sicherer Anprallschutz (z.B. in Form von Pollern)
- StVO-konformes Piktogramm als Markierung
- je nach Standort passende Beschilderung, die den Stellplatzbereich eindeutig eingrenzt (unter Berücksichtigung von Pfeilsymbolen)

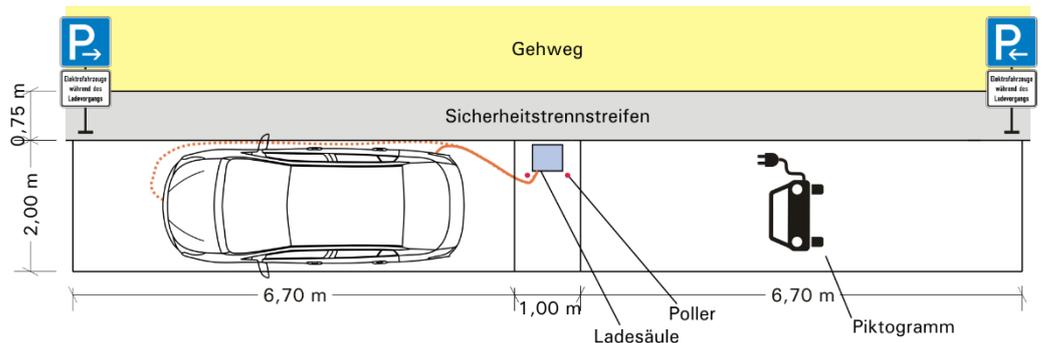


Abb. 49 Entwurfssituation Ausweisung Stellplätze mit Lademöglichkeit in Längsaufstellung

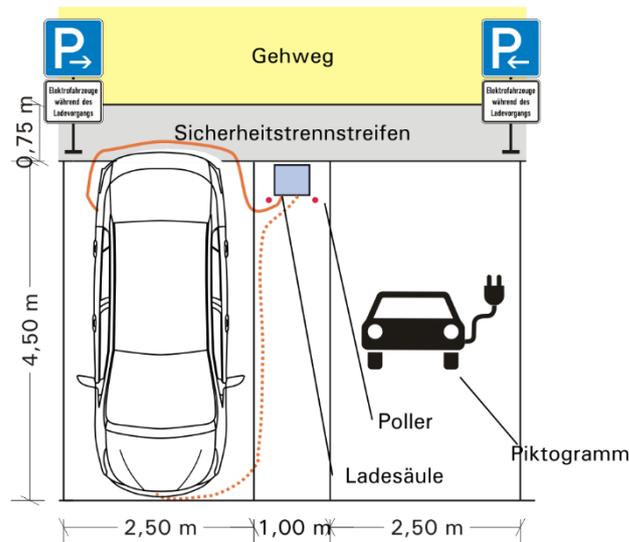


Abb. 50 Entwurfssituation Ausweisung Stellplätze mit Lademöglichkeit in Senkrechtaufstellung

Bei anderen Aufstellungen (z.B. Diagonalparken) ist innerhalb einer Einzel-fallprüfung zu untersuchen, inwieweit die allgemeinen Kriterien der Gestaltungskriterien erfüllt werden.

7.1.2 E-Bikes

Der Absatz von E-Bikes ist innerhalb der letzten zehn Jahren exponentiell angestiegen. Der E-Bike-Boom bietet Radfahrenden die Möglichkeit, Distanzen und Steigungen innerhalb kürzerer Zeit und mit geringerer Anstrengung zu überwinden. Die große Beliebtheit hängt auch damit zusammen, dass der Ladeprozess sehr unkompliziert ist und bequem zu Hause (mit Benutzung eines Schuko-Steckers) durchgeführt werden kann. Dementsprechend ist der Aufbau einer E-Bike-Ladeinfrastruktur weniger als obli-gatorische Infrastruktur im öffentlichen Raum zu verstehen, sondern viel-mehr als eine zusätzliche Serviceleistung

Zielsetzung und Aufgabe Errichtung Ladeinfrastruktur

Folgende Zielsetzung und Aufgaben verfolgt die Errichtung einer Ladeinf-rastruktur für E-Bikes:

- Die Errichtung der Ladeinfrastruktur für E-Bikes soll diese noch stärker ins Blickfeld des öffentlichen Lebens bringen und den Umweltverbund stärken.
- Eine Ladeinfrastruktur soll einen Anreiz zu einer sorgenfreien, komfor-tablen E-Bike-Nutzung setzen.
- Nutzer*innen können Standzeiten (z.B. beim Einkaufen) zum Zwischen-laden nutzen.
- Da das Laden im Alltagsradverkehr nur vereinzelt notwendig ist (Ak-kukapazitäten von E-Bikes haben in der Regel bis zu 100 km Reichweite

bei einer mittleren Tagfahrleistung von maximal 30 km), ist grundsätzlich eine größere Nachfrage im touristischen Bereich erwartbar und ein größerer Fokus in diesen Bereich zu legen.

- Zur Stärkung des Radverkehrs und somit auch des Umweltverbundes sollte das Laden in allen Fällen kostenfrei sein.

Technische Aspekte

Auf folgende technische Aspekte ist hinzuweisen:

- Aufgrund der vergleichsweise geringen übertragenen Energiemengen (250-500 Wh) reicht die unkomplizierte Verwendung eines herkömmlicher Hausstromanschluss (über Schuko-Stecker).
- Da kein standardisiertes Steckersystem bei E-Bike-Akkus vorhanden ist, muss das Ladekabel in der Regel vom Nutzer gestellt werden. In einigen Fällen ermöglichen Systeme bestimmter Anbieter die Kompatibilität mit verschiedenen Steckertypen bzw. es werden verschiedene Steckertypen an der Ladeeinheit angeboten. In diesen Fällen muss der Nutzer das eigene Ladekabel nicht selbst mitbringen.
- Größere Ladeeinheiten können mit weiteren sinnvollen Funktionen kombiniert werden (z.B. mit Schließfächern, USB-Anschlüssen, Luftpumpen, o.Ä.).
- Beim Laden ist ein sicherer Schutz vor Regen nur mit entsprechendem Witterungsschutz gegeben (z.B. in einem Ladeschrank oder an einem überdachten Stellplatz) und sollte bei der Umsetzung berücksichtigt werden.

Mögliche Ausführungen

Nachfolgend werden verschiedene Modelle dargestellt, die unterschiedliche Standards und Ausführungen beschreiben und somit auch bestimmte Vor- und/oder Nachteile mit sich bringen. Die Liste stellt nur eine Auswahl an möglichen Modellen dar und ist nicht abschließend.

- Die „einfache“ Ladestation



Abb. 51 Die „einfache“ Ladestation (links: Flensburg; rechts: Freiburg)

- Der Ladeschrank mit Schließfach (alleinstehend oder an Hauswand fixiert). Eine solche E-Bike-Ladestation wurde im Januar 2022 vor der Stadtbibliothek im Breiten Weg in Magdeburg in Betrieb genommen (siehe mittleres Bild)



Quelle: eigene Abbildung



Quelle: LH Magdeburg



Quelle: eigene Abbildung

Abb. 52 Der Ladeschrank mit Schließfach (links: Hannover, Mitte: Magdeburg, rechts: München)



Quelle: eigene Abbildung

Abb. 53 Ladeschrank an Hauswand fixiert (Hildesheim)

- Die Wall-Box (an Hauswand fixiert)



Quelle: eigene Abbildung

Abb. 54 Die Wall-Box mit Fixierung an Hauswand (Lingen)

– Kombinierte Systeme



Abb. 55 kombiniertes System (Firma EWR, Quelle: www.ewr.de)



Abb. 56 kombiniertes System (Firma Q-Rack; Quelle: www.elektrofahrrad24.de)

Akteure und Betreiber

- Die Beispiele zeigen ein breites Spektrum an Betreibern von Lademöglichkeiten für E-Bikes (Stadtwerke, Netzbetreiber, Einzelhändler, Betreiber von Einkaufszentren). Kommunale Akteure machen (deutschlandweit) eher einen geringeren Anteil aus.
- Es ist anzustreben, dass verschiedene Akteure als Betreiber eingebunden werden können, sodass ein entsprechendes Angebotspektrum geschaffen werden kann.
- Die Aktivitäten privater Akteure sind zu würdigen. Regulierungen und Anforderungen zur Aufstellung von Ladeinfrastruktur für E-Bikes sollten überschaubar gehalten werden, damit ein Investment überhaupt stattfindet. Da das Laden kostenfrei sein soll, wird ein Akteur nur investieren, wenn durch die Ladeinfrastruktur z.B. eine höhere Kundenfrequenz erwartbar ist und ein „return of invest“ (Stichwort Wirtschaftlichkeit) erwartbar ist.

Standortempfehlungen

- In Nähe der Ladeeinheiten soll sich eine angemessene Anzahl an sicheren (witterungsgeschützten) Abstellmöglichkeiten befinden.
- Der Standort ist gut sichtbar, in Nähe von frequenzbringenden Nutzungen zu positionieren, wo eine höhere Nachfrage erwartbar ist, z.B.:
 - entlang touristischer Radrouten in Kombination mit Abstellanlagen
 - In Kombination mit größeren Fahrradabstellanlagen (B&R-Angebote an Bahnhöfen: z.B. Integrationsmöglichkeit am geplanten Fahrradparkhaus Konrad-Adenauer-Platz am Hauptbahnhof)
 - an Mobilitätsstationen (vgl. 7.2)
 - In Kombination mit Einzelhandel oder Nutzungen mit hoher Besucherfrequenz
- Der Standort darf keine Flächen im Seitenraum (Fuß- und oder Radwege) maßgeblich einschränken. Das heißt, es ist ein Mindestabstand von 0,50 m bzw. das in den aktuell geltenden Normen festgelegte Maß einzuhalten.

System und Sicherheit

- Je nach Standortanforderung sind Ladesysteme zu wählen, bei denen der Missbrauch bzw. die Zweckentfremdung weitestgehend ausgeschlossen werden kann (hier ist z.B. die Stromentnahme nur bei „geschlossenen Systemen“ möglich). Das Laden elektrischer Kleingeräte wie Smartphones kann und sollte zumindest bei Ladeschränken nicht zwingend unterbunden werden.

- Sofern an einem Standort die „soziale Kontrolle“ ausgeübt oder die Freigabe von Ladestrom z.B. mit den Öffnungszeiten eines Betriebes gekoppelt werden kann, sollten die höchsten Sicherheitsstandards nicht zwingend erforderlich sein.
- Gegebenenfalls kann die Aufstellung eines dynamischen Katalogs helfen, in dem präferierte Systeme gelistet werden und solche, die (in Kombination mit bestimmten Standortanforderungen) tendenziell eher ausgeschlossen werden sollen. So können potentiellen Betreibern unter Umständen andere Alternativen vorgeschlagen werden.
- Bei allen im öffentlichen Raum verwendeten Systemen sind die technischen Mindestanforderungen zu erfüllen (Nutzerschutz / Ausschluss von Fehlfunktionen) und auf entsprechende Zertifizierungen zu achten.

Gestaltung

Die nachfolgenden Gestaltungskriterien lehnen sich an die Maßgaben aus den für Pkw-Ladesäulen an (vgl. Kapitel 7.1.1):

- Kongruent zu den Empfehlungen für Pkw-Ladesäulen ist (wenn möglich) ein einheitliches Erscheinungsbild zu verwenden (ähnliches Farbbild), sodass ein entsprechender Wiedererkennungswert geschaffen wird.
- In Gebieten mit „hohen Anforderungen des Denkmalschutzes“ sind neutrale Farben zu wählen (z.B. ein Grauton), die das Stadtbild nicht maßgeblich beeinträchtigen.
- Wenn sich entsprechende Möglichkeiten am Standort ergeben, ist es anzustreben, die Ladeinfrastruktur in bestehenden Infrastrukturen (z.B. in vorhandenem Stadtmobiliar) zu integrieren.

Betrieb

- Es ist (vertraglich) zu regeln, dass der Betreiber auch für die Instandhaltung und Aufrechterhaltung des Betriebs verantwortlich ist. Dazu ist zum Beispiel die Erfassung entsprechender Kontaktdaten erforderlich.

7.2 Mobilitätsstationen

Die Integration von Mobilitätsstationen kann neben der Förderung einer klimaneutraleren Mobilität auch einen Beitrag zur Entwicklung der städtischen E-Mobilität einbringen. Mobilitätsstationen werden bereits in vielen Großstädten erfolgreich eingesetzt. Eine Mobilitätsstation setzt voraus, dass an einer Örtlichkeit mindestens zwei Verkehrsträger miteinander verknüpft werden. Häufig wird dabei auf den Einsatz von Sharing-Anbietern (Car- oder Bikes-Sharing) gesetzt (vgl. Beispiele aus Abb. 57).



Beispiel München (Münchener Freiheit)



Beispiel Dresden (Pirnaischer Platz)

Abb. 57 Beispiele Mobilitätsstationen

Ganz konkret können Mobilitätsstationen dazu beitragen, dass die Multi- und Intermodalität von Verkehrsteilnehmenden verbessert werden kann. Multimodalität beschreibt die Möglichkeit, überhaupt auf eine möglichst breite Verkehrsmittelauswahl zurückgreifen zu können. Die Intermodalität beschreibt hingegen die Fähigkeit, einzelne Verkehrsmittel auf dem Alltagsweg miteinander verknüpfen zu können (vgl. Schaubild in Abb. 58).

Mobilitätsstationen können dabei in der Quantität und Qualität ihrer Ausstattung modular ganz unterschiedlich ausgestattet werden. So ist die „kleinste Mobilitätsstation“ z.B. die einfache Verknüpfung einer Bushaltestelle mit einer Radabstellanlage. Mobilitätsstationen in einer breiten Ausführung vereinen z.B. sämtliche Verkehrsträger und bieten obendrein noch weitere Möglichkeiten zur Informationseinholung oder zur Buchung von Tickets. Eine Verknüpfung zum ÖPNV (Bus- oder Bahn) sollte idealerweise ein Mindestattribut einer Station darstellen. Die Ausstattung einer Mobilitätsstation sollte sich immer an den umgebenden Nutzungsarten orientieren und ein dort nutzbares und (potentiell) nachgefragtes Angebot bereithalten. Die Integration von Ladeinfrastruktur innerhalb einer Mobilitätsstation kann das Angebotsspektrum noch weiter ergänzen, sodass E-Auto- oder auch Car-Sharing-Nutzer (sofern E-Fahrzeuge in der Flotte angeboten werden) wesentlich profitieren können.

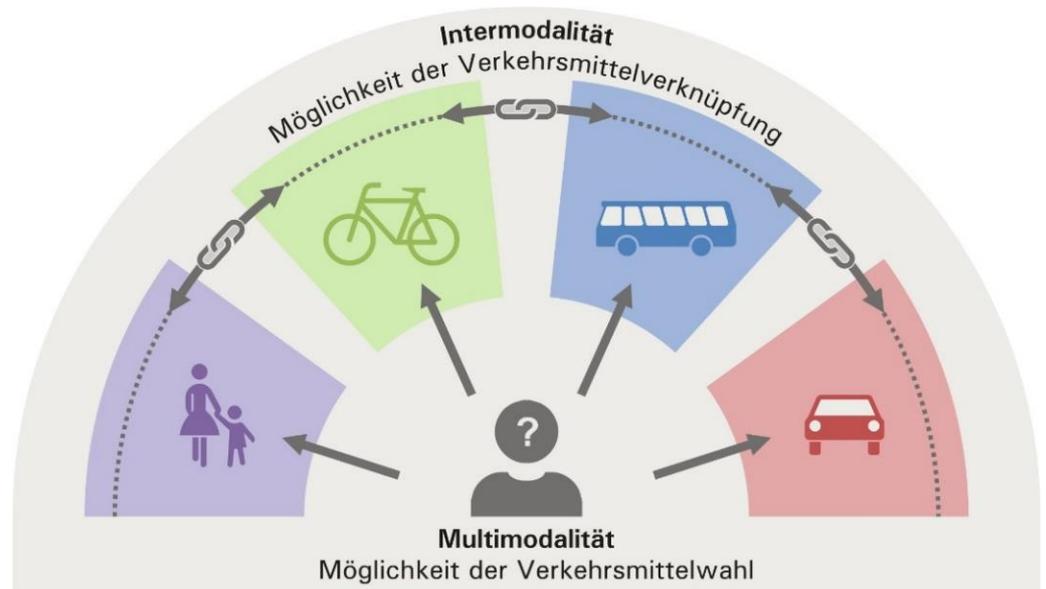


Abb. 58 Mobilitätsstationen können Multi- und Intermodalität fördern

Für die Landeshauptstadt Magdeburg wurden im Rahmen des vorliegenden Elektromobilitätskonzeptes verschiedene Suchräume definiert, wo die Etablierung einer Mobilitätsstation funktional zielführend sein könnte. Hier wurden Suchräume für mögliche Standorte sowohl im Innenstadtbereich als auch im Umfeld des inneren Kernbereichs definiert. Wesentliches Kriterium war hier die Nähe zu Angeboten des ÖPNV (vorzugsweise ein Straßenbahnhof) vgl. Abb. 59.

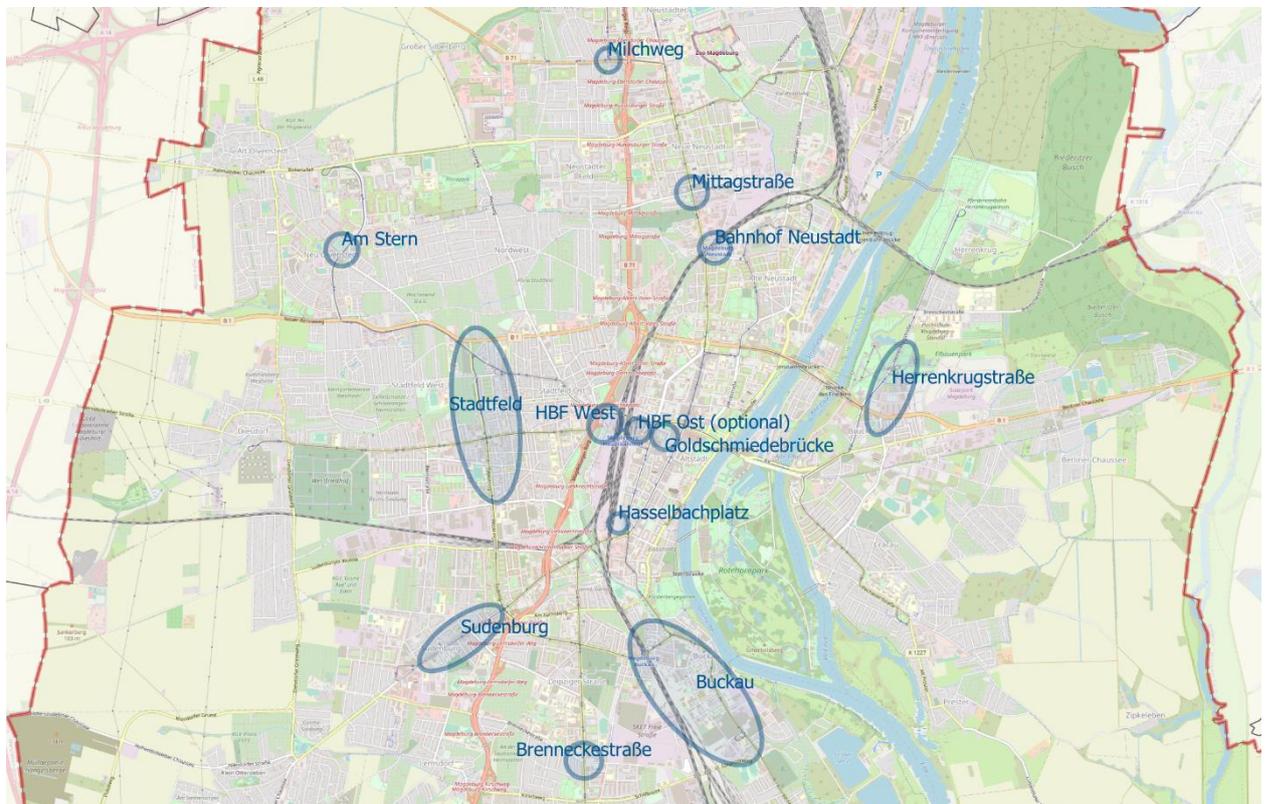


Abb. 59 Suchräume Mobilitätsstationen

Für den Suchraum Brenneckestraße wurde ein Entwurfskonzept als Beispiel für eine mögliche Ausführung einer Mobilitätsstation aufgetragen. Diese ist verortet auf einer der Landeshauptstadt gehörenden Stellplatzfläche an der Salbker Straße und befindet sich in direkter fußläufiger Nähe zur Straßenbahnhaltestelle Brenneckestraße. Hier wurde aufgezeigt, wie die ledigliche Nutzung durch Stellplätze durch weitere Angebote ergänzt werden kann. Neben der „klassischen Ausstattung“ mit Car- und Bikesharing-Angeboten wurde auch aufgezeigt, wie ergänzende Angebote wie Lastenräder, eine Bike-Repair-Station, ein E-Scooter-Abstellbereich und natürlich die Integration von E-Ladeinfrastruktur (hier 2 Ladesäulen mit bis zu 4 gleichzeitig nutzbaren Ladepunkten) Mobilitätsstationen zu einem breiten Angebotspool für alternative Mobilitätsangebote machen können.

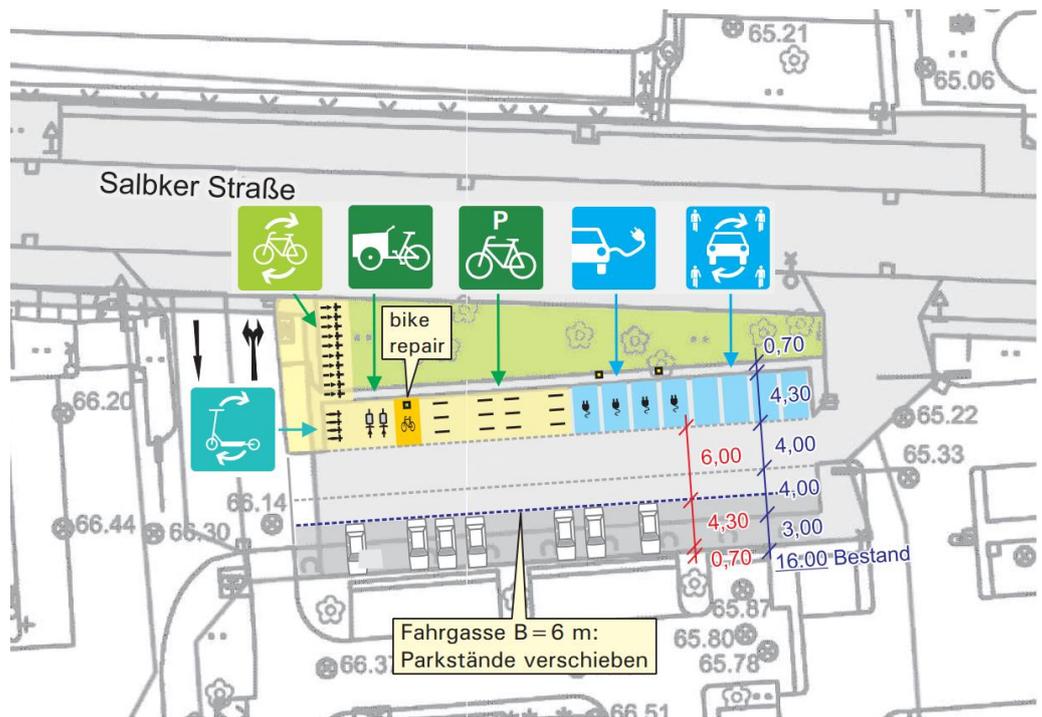


Abb. 60 Entwurfskonzept Mobilitätsstation im Bereich Brenneckestraße

8 Elektrifizierung Fahrzeuge Städtischer Abfallwirtschaftsbetrieb (SAB)

Neben der Elektrifizierung des Personenkraftverkehrs und des ÖPNVs verfügen Abfallwirtschaftsbetriebe über eine nicht unerhebliche Fahrzeugflotte mit einem entsprechend hohen Energiebedarf. Dementsprechend sind auch hier grundlegend Potentiale der Elektrifizierung vorhanden. Dabei ist die Zielsetzung, dass die Einsatzfahrzeuge sauberer werden und der Anteil an Fahrzeugen, die entsprechende Abgasnormen übersteigen, sukzessive durch umweltfreundlichere und stadtverträglichere Fahrzeuge zu ersetzen. Hier wurde bereits auf Basis der europäischen „Clean-Vehicles-Directive“ (CVD) mit dem SaubFahrzeugBeschG der nationale Rechtsrahmen umgesetzt. Die gleiche Gesetzesgrundlage regelt auch die Anforderungen an die Fahrzeuge zur Personenbeförderung im ÖPNV. Das entscheidende Kriterium ist hier nicht die Antriebsart, sondern die Menge der Emissionen, die ein Fahrzeug ausstößt. Dementsprechend ist natürlich auch der Einsatz verschiedener Technologien möglich (z.B. Hybrid-Technik, reine E-Fahrzeuge und Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb bzw. Brennstoffzellentechnik).

In der LH Magdeburg übernimmt der Städtische Abfallwirtschaftsbetrieb (kurz: SAB) die Aufgabe der kommunalen Abfallentsorgung.

8.1 Flotte, Erfahrungen und Vorbereitungen

Der SAB verfügt insgesamt über eine Flotte von 132 Fahrzeugen (Stand 31.12.2021). In Bezug auf die generellen Fahrzeugklassen sind:

- 31 Fahrzeuge (23%) in der Fahrzeugklasse N1 (bis 3,5t zulGG²¹),
- 35 Fahrzeuge (27%) in der Klasse N2 (bis 12t zulGG) und
- 66 Fahrzeuge (50%) in der Fahrzeugklasse N3 (>12t zulGG)

im Einsatz. Aufgrund der vielfältigen Anforderungen verfügt die Fahrzeugflotte über eine hohe Diversität und ist geprägt durch viele Spezial- bzw. Sonderfahrzeuge.

Fünf der Fahrzeuge (alle in Fahrzeugklasse N1) verfügen bereits über einen E-Antrieb. Hier sind 4 vollelektrische Pkw und 1 Elektro-Kleinkehrmaschine im Einsatz. Das zeigt, dass der SAB bisher erste Umsetzungsschritte bei der Elektrifizierung der eigenen Flotte unternommen hat.

Anders als bei den elektrisch betriebenen Pkw zeigt sich insbesondere bei den Sonderfahrzeugen (hier z.B. bei der Elektro-Kleinkehrmaschine), dass die Technologie und die Marktreife noch am Anfang der Möglichkeiten sind. Obgleich der Vorteile durch deutlich geringere Lärmemissionswerte bei der Straßenreinigung zeigt sich, dass die Ausfallquoten relativ hoch sind und die Fahrzeuge eine hohe Wartungsintensität erfordern. Ein nicht zuverlässiges Fahrzeug führt in einem städtischen Betrieb wie der Größe

²¹ zulässiges Gesamtgewicht

des SAB schnell zu einer Nicht-Wirtschaftlichkeit, da Ersatzfahrzeuge vorgehalten werden müssen und Reparaturen häufig nicht in der eigenen Werkstatt (wegen fehlendem Fachpersonal) durchgeführt werden können. Zusätzlich sorgen Reichweiteschwankungen des Akkus zu Problemen bei der entsprechenden Einsatzplanung.



Abb. 61 voll-elektrisch betriebene Kleinkehrmaschine der SAB
(Quelle: LH Magdeburg)

Im März 2022 hat der SAB einen Dienstleister beauftragt, der den Energiebedarf auf verschiedenen Müllsammeltouren im Stadtgebiet an 9 Sammeltagen ermittelt hat. Hier kam ein Standard-Testfahrzeug mit den relevanten Messtechniken zum Einsatz. So konnte simuliert werden, wie hoch der Energiebedarf eines elektrisch angetriebenen Fahrzeuges ist. Mithilfe dieser Daten kann der SAB bewerten, welche Fahrzeugausstattung bei einer entsprechend eingesetzten Fahrzeugtechnik in Abhängigkeit der Routen erforderlich sein sollte.

8.2 Standorte

Insgesamt verfügt der SAB über 4 Hauptstandorte (vgl. Abb. 63). In welchen Quantitäten sich die einzelnen Fahrzeuge (und Fahrzeugklassen) auf die einzelnen Standorte aufteilen, kann der nachfolgenden Abb. 62 entnommen werden.

Anzahl von Fahrzeugklasse je Standort	N1	N2	N3	Summe
Betriebshof Sternstraße 13	8	5	29	42
Rothenseer Straße 77	20	24	27	71
Containerabfuhr		8	17	25
Straßenreinigung/WD	17	16	10	43
Werkstatt	3			3
Behälterhof Liebkechtstraße 82		5	2	7
Deponie Hängelsberge - Königstraße 96	3	1	8	12
Summe	31	35	66	132

Abb. 62 Übersicht Fahrzeuge (nach Klassen) je Standort
(Stand: Dezember 2021)

Insgesamt verteilen sich die Standorte nahezu im gesamten Stadtgebiet der LH Magdeburg. Der Behälterhof Liebkechtstraße und die Deponie Hängelsberge (Königstraße) sind hinsichtlich der Anzahl der dort zur Verfügung stehenden Fahrzeuge (mit 7 und 12) die Standorte mit der geringsten Bedeutung. Der Großteil der Fahrzeuge verteilt sich auf die zwei Hauptstandorte an der Rothenseer Straße und der Sternstraße.

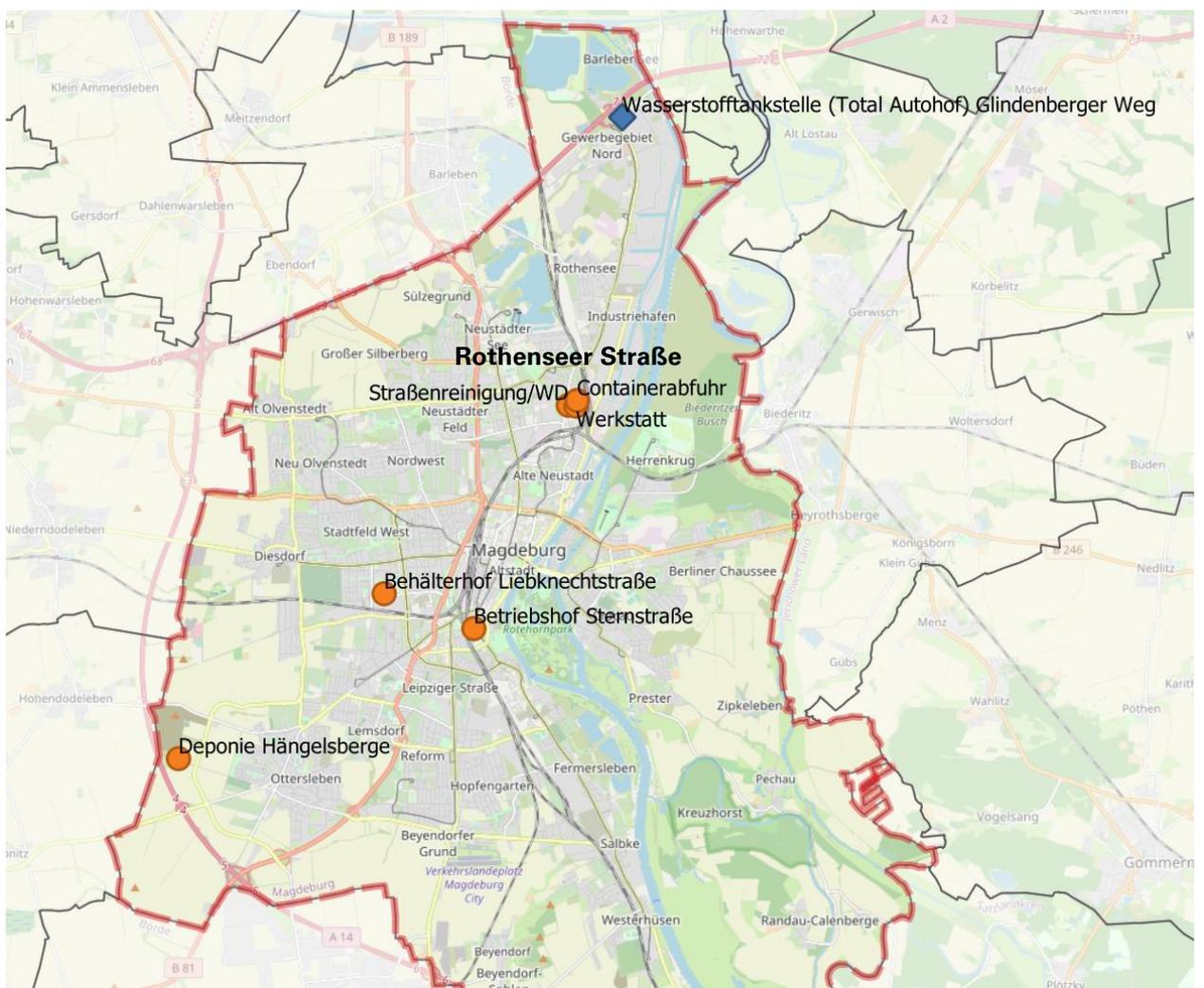


Abb. 63 Standorte SAB und Lage Wasserstofftankstelle

Hinsichtlich eines möglichen Einsatzes von Fahrzeugen mit einer Wasserstoff- bzw. Brennstoffzellentechnologie ist die bislang einzige Wasserstoff-tankstelle in LH Magdeburg im Glindenberger Weg nahe der Bundesautobahn A2 eingetragen.

In Vorbereitung auf eine mögliche Einrichtung einer stationären Ladeinfrastruktur an den verschiedenen Standorten wurde vom SAB ein Fachbüro beauftragt, das die vorhandene Anschlussleistung im Bestandsnetz (in Abstimmung mit dem Netzbetreiber) je Standort ermittelt hat. Die SAB-Standorte verfügen nach Aussage der Auswertungsergebnisse noch über folgenden Anschlussleistungen (Stand: September/Okttober 2021):

- Rothenseer Straße: 150 kW,
- Sternstraße (Hauptverwaltung): 50 kW
- Liebknechtstraße (Behälterhof): 90 kW
- Deponie Hängelsberge: 60 kW

Entsprechend der hier dargestellten Leistungen kann ohne weitere Ertüchtigungen im städtischen Stromnetz auf die hier dargestellten Stromleistungen zurückgegriffen werden. Inwieweit welche Ladeleistungen mit einer entsprechenden Ladeeinheit entnommen werden können, ist im Rahmen der Projektkonkretisierungen zu prüfen und mit dem Netzbetreiber (Netze Magdeburg) abzustimmen.

8.3 Gesetzliche Anforderungen

Gemäß des in Deutschland geltenden SaubFahrzeugBeschG²² (das aus der EU-Richtlinie „Clean-Vehicles-Directive“ [CVD] abgeleitet wurde) muss bei der Neuanschaffung von Fahrzeugen darauf geachtet werden, dass Emissionsgrenzwerte eingehalten werden. Diese können letztlich nur durch Fahrzeuge mit einem Alternativantrieb unterschritten werden. Das hier beschriebene Gesetz bezieht sich zunächst nur auf die Neubeschaffung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen (also die Klassen N2 und N3) sowie auf Busse (der Klasse M3, relevant für den ÖPNV). Dabei werden Mindestziele an sauberen Fahrzeuganteilen bei der Neuanschaffung gefordert, die je Beschaffungszeitraum gestaffelt wurden²³:

- Zeitraum **August 2021 bis Dezember 2025:**
10% saubere Fahrzeuge der Klassen **N2 und N3**
- Zeitraum **Januar 2026 bis Dezember 2030:**
15% saubere Fahrzeuge der Klassen **N2 und N3**

²² Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge (Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz - SaubFahrzeugBeschG), gültig ab dem 15.06.2021

²³ dargestellt sind hier nur die Anteile für den SAB relevanten Fahrzeugklassen N2 und N3

Gerade dort, wo viele Sonderfahrzeuge zum Einsatz kommen (wie bei z.B. bei Abfallwirtschaftsbetrieben), können zwar die Fahrzeugklassen in Abhängigkeit der zulässigen Gesamtgewichtsklassen definiert werden, allerdings stellt sich die Fahrzeugbeschaffung deutlich erschwert dar. Denn viele solcher Fahrzeuge sind Sonder- oder Spezialanfertigungen, die nicht ohne weiteres mit einem alternativen Antrieb verfügbar sind. Für diesen Fall definiert der Gesetzgeber also eine Gesamtheit an Fahrzeugtypen, die (trotz passender Gewichtsklasse) vom Anwendungsbereich des o.g. Gesetzes ausgeschlossen werden:

Nach § 4 SaubFahrzeugBeschG sind spezielle Fahrzeugarten vom Anwendungsbereich des Gesetzes ausgeschlossen. Hierzu gehören [...] bestimmte vierrädrige Fahrzeuge, Kettenfahrzeuge sowie Fahrzeuge mit eigenem Antrieb, die speziell für die Verrichtung von Arbeiten und nicht zur Güter- oder Personenbeförderung geeignet, konstruiert und gebaut wurden. Zu diesen Fahrzeugen gehören insbesondere Straßeninstandhaltungsfahrzeuge, Fahrzeuge für Winterdienste (beispielsweise als Schneepflug) sowie Reinigungs- und Pflegedienste (beispielsweise Kehrmaschinen) mit dem Schwerpunkt bei der Arbeitsverrichtung²⁴.

Dementsprechend beziehen sich die gesetzlichen Anforderungen also nur auf den Teil neu anzuschaffender Fahrzeuge, die in ihrem Primärzweck Güter sammeln und transportieren (also Fahrzeuge insbesondere im Bereich der Abfallsammlung und -entsorgung), nicht auf Fahrzeuge, welche die oben beschriebene Arbeit verrichten. Nach Einschätzung des Gutachters erfüllen derzeit 83 Fahrzeuge (63%) der gesamten Flotte (132 Fahrzeuge) die Bedingungen, für die bei einer Neubeschaffung die gesetzlichen geforderten Anteile gelten würden.

8.4 Zielsetzungen

In seinem Investitionsplan hat der SAB zunächst für die Jahre bis 2025 definiert, in welchen Bereichen Fahrzeuge neu beschafft werden sollen. Die Anzahl beläuft sich auf rd. 50 Fahrzeuge bis einschließlich 2025 (vgl. Abb. 64). Nach Einschätzung des Gutachters erfüllen rd. 25 Fahrzeuge die Kriterien, auf die das SaubFahrzeugBeschG Anwendung finden würde. Bei einer linearen Hochrechnung des Fahrzeugbedarfs ergeben sich in den Jahren zwischen 2026 und 2030 insgesamt 32 relevante Fahrzeuge. Auf Basis der gesetzlichen Grundlagen muss bis 2025 für 3 neu beschaffte Fahrzeuge nachgewiesen werden, dass die Kriterien für saubere Fahrzeuge erfüllt werden. Im zweiten Zeitraum (2026-2030) beläuft sich die Anzahl auf insgesamt 5 Fahrzeuge. In diesem Zeitraum bedeutet das, dass im Mittel jedes Jahr ein sauberes Nutzfahrzeug angeschafft werden muss.

²⁴ BMVI: FAQ zur Umsetzung der Clean Vehicles Directive (CVD) in Deutschland: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/clean-vehicles-directive-faq.html> (Abruf: 30.05.2022)

	Anzahl neu zu beschaffender Fahrzeuge	
	bis 2025	2026 - 2030 (hochgerechnet)
Alle Fahrzeuge	50	63
gesetzlich relevanter Anteil (50%)	25	32
Anzahl saubere Fahrzeuge bei 10% bis 2025	3	
Minimalanteil von 15% bis 2030		5

Abb. 64 Anzahl neu zu beschaffender Fahrzeuge auf Basis des SAB Investitionsplans

Der SAB hat bereits speziellere Fahrzeugtypen aus den Bereichen Abfallentsorgung und Abfallsammlung präqualifiziert, für die der Einsatz als „sauberes Fahrzeug“ mit einem alternativen Antrieb in Frage kommen und für die ein Einsatzszenario abbildbar wäre:

- Abrollkipper (vorzugsweise Elektroantrieb)
- Abrollkipper [32t]
- Pressfahrzeug Restabfall
- Pressfahrzeug Bioabfall
- LKW-Absetzkipper

Die hier dargestellten Planungen zur Investition in neue Fahrzeuge werden jährlich fortgeschrieben und den neuen Anforderungen aus Betrieb und Technik laufend angepasst. Dementsprechend sind die hier dargestellten Berechnungshorizonte nicht als „harte Linien“, sondern als grobe Orientierungswerte zu verstehen.

8.5 Herausforderungen

Für einen Abfallwirtschaftsbetrieb in der Größenordnung wie dem SAB ergeben sich (auch) hinsichtlich der geltenden gesetzlichen Anforderungen verschiedene Herausforderungsbereiche, die im Folgenden kurz skizziert werden.

Einzuschlagender Technologiepfad

Im Einsatzbereich der im Abfallwirtschaftsbereich eingesetzten Spezialfahrzeuge gibt es derzeit im Wesentlichen (ähnlich wie im busbetriebenen ÖPNV) zwei Technologiepfade, die ernsthaft verfolgt werden könnten.

Zunächst gibt es hier die Kategorie von Fahrzeugen mit einem einfachen E-Antrieb, wo ein im Fahrzeug verbauter Akku die notwendige Energie liefert. Das Laden muss dann in den Pausenzeiten auf dem Betriebshof zwischen den Einsätzen erfolgen und kann mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand (unter Berücksichtigung der vorhandenen Anschlussleistungen an den Betriebshöfen) umgesetzt werden.

Der andere Pfad beschreibt den Einsatz der Brennstoffzelle (vgl. Erläuterungen in Kapitel 3.3). Hier liefert der Wasserstoff die Energie, der einen Akku im Fahrzeug zwischenlädt und die entsprechenden Antriebsmotoren

mit Energie versorgt. Der Vorteil hier ist, dass der Ladevorgang deutlich schneller erfolgen kann, dafür aber eine entsprechende Infrastruktur zum Nachfüllen des Wasserstoffs erforderlich ist. Derzeit steht im Stadtgebiet der LH Magdeburg (nur) eine Wasserstofftankstelle zur Verfügung (vgl. Abb. 63), die hinsichtlich der SAB-Standorte nicht ideal im Stadtgebiet verortet ist. Sofern die Ladeinfrastruktur für Wasserstoff im Stadtgebiet erweitert werden würde, wären deutlich größere Einsatzmöglichkeiten dieser Technik darstellbar.

Dadurch, dass viele technologische Rahmenbedingungen noch nicht absehbar sind, muss der SAB aufgrund der jeweils hohen Investitionskosten technologieoffen agieren und kann sich hier noch nicht festlegen. Das Ziel ist, mit dem Einsatz einzelner Fahrzeuge mit einem Alternativantrieb Erfahrungen zu sammeln und so sukzessive die eigene Flotte mit einem passenden System umzurüsten. Um überhaupt einzelne Fahrzeugtypen in der Flotte aufnehmen und testen zu können, ist die Partizipation an den aufgelegten Förderprogrammen unabdingbar, da nur so die hohen Investitionskosten abgedeckt werden können.

Förderprogramme

Zuletzt wurde in 2021 die „Förderrichtlinie für Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben“ aufgelegt, durch welche die Antragsteller bis zu 80% der Investitionskosten fördern lassen konnten²⁵. Der erste Förderaufruf lief bis zum 27. September 2021, in 2022 gibt es aber wieder Möglichkeiten für eine weitere Antragstellung. Der SAB stellte im Rahmen der vergangenen Förderwelle ebenfalls einen Antrag für Fördermittel für ein Wasserstoffbetriebenes Müllfahrzeug. Dieser Förderantrag wurde aber mangels Priorisierung abgelehnt. Hier hat sich gezeigt, dass Antragsteller mit höheren Fördersummen Vorteile haben, da sie anteilig mehr CO₂ einsparen können und in dem Wettbewerbsverfahren bevorzugt behandelt werden. Der SAB verfolgt das Ziel, beim nächsten Förderaufruf in 2022 berücksichtigt zu werden. Das Bundesministerium für Verkehr und Digitales (BDMV) stellt dabei bis 2024 insgesamt 1,6 Milliarden Euro für die Förderung klimafreundlicher Nutzfahrzeuge zur Verfügung. Über die Fahrzeugbeschaffung hinaus bestehen noch weitere Herausforderungen.

Vorbereitung Fahrzeugumstellung und Personal

Bei neuen Fahrzeugtypen innerhalb der Flotte besteht auch die Notwendigkeit, diese zu warten und betriebsbereit zu halten. Aufgrund der technisch neuen Anforderungen bedarf es auch eines entsprechenden Werkstattpersonals, das in diesem Bereich ausgebildet ist und Wartungen (auch kurzfristig) ausführen kann. Neben der Herausforderung, überhaupt entsprechendes technisches Personal zu finden, kommen dann personelle Anforderungen mit Spezialkenntnissen hinzu. Zusätzlich werden auch personelle Ressourcen und Kenntnisse benötigt, dass Förderanträge

²⁵ <https://www.klimafreundliche-nutzfahrzeuge.de/foerderung/foerderrichtlinie/> Abruf: 30.05.2022

zielführend gestellt und betriebskonzeptionelle Rahmenbedingungen zum Aufbau einer klimafreundlicheren Fahrzeugflotte gefasst werden können.

9 Maßnahmenkonzept

9.1 Maßnahmen und Kosten

Nachfolgend werden die konkreten Maßnahmen aufgeführt, die sich unter Berücksichtigung der Anforderungen aus den einzelnen Bearbeitungspaketen ergeben. Dabei werden insgesamt 5 verschiedene, voneinander abgrenzbare Bereiche beschrieben:

1. Elektrifizierung kommunale Flotte (*ohne Berücksichtigung von Kosten*)
2. ÖPNV
3. Öffentliche Ladeinfrastruktur
4. Saubere Fahrzeuge SAB
5. Begleitende Maßnahmen

Die einzelnen Maßnahmenpakete beschreiben insgesamt unterschiedliche Wirkungstiefen. Wo zum Beispiel im Bereich der Öffentlichen Ladeinfrastruktur konkrete Kennziffern genannt werden, sind die Maßnahmen im ÖPNV als vorkehrende Maßnahmen zu verstehen, die notwendige Handlungsschritte zur vorbereitenden Elektrifizierung der Flotte beschreiben.

Sofern entsprechende Informationen verfügbar waren, wurden einzelne Maßnahmen mit Kostenansätzen versehen. Neben einer konkreten Beschreibung der Maßnahmen wird auch das Ziel- bzw. Bezugsjahr genannt, wenn vorhanden, bekannte Fördermöglichkeiten und die entsprechende Priorität, die primär an den zeitlichen Umsetzungshorizont geknüpft ist.

Je nach Annahmen anzusetzender Rahmenbedingungen kann ein Kostenrahmen im Zeitraum zwischen 2024 und 2035 abgeschätzt werden. Die größte Variable ist der Aspekt, mit welchem Anteil die Landeshaupt selbst in die Ladesäuleninfrastruktur investiert. Hier werden drei Szenarien beschrieben. Da derzeit viele private Akteure in die öffentlich zugängliche Infrastruktur investieren, wird das Eintreten von Szenario 1 als das Wahrscheinlichste bewertet.

- Szenario 1 (minimal): Benötigte Mittel aller genannten Maßnahmen, sofern die LH Magdeburg bis 2025 in 40% und bis 2035 in 25% der Ladeinfrastrukturkosten im öffentlichen (zugänglichen) Raum investiert:
jährliche durchschnittliche Kosten: 285.000 EUR
- Szenario 2 (maximal): Benötigte Mittel aller genannten Maßnahmen, sofern die LH Magdeburg bis 2035 jegliche Ladeinfrastrukturkosten im öffentlichen (zugänglichen) Raum selbst übernimmt:
jährliche durchschnittliche Kosten: 616.900 EUR
- Szenario 3 (Förderung): Benötigte Mittel aller genannten Maßnahmen, sofern die LH Magdeburg bis 2035 jegliche Ladeinfrastrukturkosten im öffentlichen (zugänglichen) Raum selbst übernimmt und im Rahmen der derzeitigen Förderrichtlinie durch das BMVD bis zu 60% der Kosten (investiv, im Bereich der kommunalen Ladeinfrastruktur) fördern lässt:

jährliche durchschnittliche Kosten: 337.300 EUR

In der nachfolgenden Tabelle sind die jährlichen Kosten auf Basis der Maßnahmenbeschreibungen und deren Umsetzungshorizont einem jeden einzelnen Haushaltsjahr zugeordnet. Bei den Kostenermittlungen handelt es sich um Grobschätzungen, die sich an bekannte Kenngrößen orientieren.

Haushaltsjahr	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
2024	723.500 €	1.147.000 €	722.800 €
2025	1.083.500 €	1.507.000 €	1.082.800 €
2026	338.800 €	725.200 €	416.100 €
2027	248.800 €	635.200 €	326.100 €
2028	288.800 €	675.200 €	366.100 €
2029	288.800 €	675.200 €	366.100 €
2030	288.800 €	675.200 €	366.100 €
2031	199.800 €	440.600 €	248.200 €
2032	199.800 €	440.600 €	248.200 €
2033	199.800 €	440.600 €	248.200 €
2034	199.800 €	440.600 €	248.200 €
2035	199.800 €	440.600 €	248.200 €
Summe ermittelter Kosten	4.260.000 €	8.243.000 €	4.887.100 €
jährlicher Durchschnitt	355.000 €	686.900 €	407.300 €

Abb. 65 Zu erwartende Kosten je Szenario und Haushaltsjahr

Maßnahmenpaket	Inhalt	Beschreibung	Bezugsjahr	Kosten je Einheit	Kostenschätzung	Fördermöglichkeiten	Priorität
1	Elektrifizierung kommunale Fahrzeugflotte						
1.1	Ladeinfrastruktur	Errichtung der kommunalen Ladeinfrastrukturen innerhalb der kommunalen Betriebshöfe. Für die zu elektrifizierenden PKW sind Ladeleistungen von < 22 kW ausreichend (da lange nächtliche Standzeiten erwartbar)				aktuelle Förderprogramme des Landes, Bundes und der EU prüfen	
1.1.1	Stufe 1 (1./2. Etappe) (60 Ladepunkte) 50% Elektrofahrzeuge	Für die Errichtung ist eine Ladeeinrichtung (Wallbox) und ein Netzanschluss vorzusehen. (Kosten beinhalten Hardware, Baukosten und Netzanschlusskosten)	bis 2027	k.A.	k.A.		hoch
1.1.2	Stufe 2 (3./4. Etappe) (50 Ladepunkte) 90% Elektrofahrzeuge		bis 2035	k.A.	k.A.		mittel
1.1.3	Errichtung weiterer notwendiger Infrastrukturmaßnahmen	Je nach Standortanforderung und Ladeleistung ist z.B. die Errichtung von Trafostationen oder Lademanagementsystemen erforderlich (Kostenannahme: für 20% aller Ladepunkte werden weitere Infrastrukturkosten benötigt)	begleitend				hoch
1.2	Anschaffung Fahrzeuge	Es wird angenommen, dass sukzessive alle Flottenfahrzeuge ins Leasing überführt werden				aktuelle Förderprogramme des Landes, Bundes und der EU prüfen	
1.2.1	1. Etappe (30 Fahrzeuge) ~ 25% Elektrofahrzeuge	Berücksichtigung möglicher Mehrkosten für Leasing von 30 E-Fahrzeugen	bis 2024	k.A.	k.A.		hoch
1.2.2	2. Etappe (30 Fahrzeuge) ~ 50% Elektrofahrzeuge	Berücksichtigung möglicher Mehrkosten für Leasing von 30 E-Fahrzeugen	bis 2027	k.A.	k.A.		hoch
1.2.3	3. Etappe (30 Fahrzeuge) ~ 75% Elektrofahrzeuge	Berücksichtigung Kosten für Leasing von 30 E-Fahrzeugen	bis 2030	k.A.	k.A.		mittel
1.2.4	4. Etappe (20 Fahrzeuge) ~ 90% Elektrofahrzeuge	Berücksichtigung Kosten für Leasing von 20 E-Fahrzeugen	bis 2035	k.A.	k.A.		mittel

Maßnahmenpaket	Inhalt	Beschreibung	Bezugsjahr	Kosten je Einheit	Kostenschätzung	Fördermöglichkeiten	Priorität
1.3	Anschaffung Pedelecs	Durch Anschaffung von 5 Dienstpedelecs kann 1 Kfz substituiert werden					
1.3.1	Stufe 1 (10 Pedelecs)	Anschaffung Dienst-Pedelec	bis 2027	k.A.	k.A.		hoch
1.3.2	Stufe 2 (10 Pedelecs)	Anschaffung Dienst-Pedelec	bis 2035	k.A.	k.A.		mittel
1.4	Prüfung kommunales Car-Sharing	Es ist zu prüfen, inwieweit die Etablierung eines kommunalen (dezernatsübergreifenden) Car-Sharings durchführbar und zielführend ist	bis 2024				
				k.A.	k.A.		mittel

Maßnahmenpaket	Inhalt	Beschreibung	Bezugsjahr	Kosten je Einheit	Kostenschätzung	Fördermöglichkeiten	Priorität
2	ÖPNV						
2.1	Erstellung Gesamtkonzept mit Betriebskonzept	Erstellung eines Gesamtkonzeptes (inklusive Betriebskonzept), das über mögliche Einsatzgebiete von e-betriebenen Bussen hinausgeht. Berücksichtigt werden sollen allgemeine Anforderungen (wie Topographie oder Kundenwünsche) aber auch auch konkrete Kriterien wie Werkstätten, Ladeinfrastrukturen und Bedarf von Fachpersonal, das in einer genauen Kosten-Nutzen-Analyse mündet. Dabei sind verschiedene Zeithorizonte zu entwickeln.	bis 2025/2026 (vor Ersatz der in 2021 beschafften Fahrzeuge)				
				100.000 €	100.000 €		hoch
2.2	Pilotprojekte mit alternativen Antrieben (nach Beispiel des abgeschlossenen Projektes zur Elektrifizierung der Buslinie 73)	Ziel ist der Einsatz von Testfahrzeugen (mit E-Antrieb oder alternativen Technologien), mit dem Ziel, die Stadtgesellschaft für das Thema zu sensibilisieren. Dabei ist die mediale Begleitung zur Vermittlung von Zielen und Technologien wichtig. (Berücksichtigung: Kosten Bus mit Brennstoffzellentechnologie mit 200.000 EUR Förderung)	kontinuierlich (Kostenposition 2025)				
				600.000 €	400.000 €	Förderungen durch Bundes- oder Landesprogramme	mittel

Maßnahmenpaket	Inhalt	Beschreibung	Bezugsjahr	Kosten je Einheit	Kostenschätzung	Fördermöglichkeiten	Priorität
3	Öffentliche Ladeinfrastruktur						
3.1	Errichtung Ladesäulen (Normalladen 22kW)	Kosten beinhalten Hardware Ladesäule, Baukosten und Netzanschlusskosten: Szenario 1 (obere Zeile): Annahme, dass der Anteil der neuen Ladesäulen durch kommunale Investitionen bis 2025 bei 40 % liegt, danach verringert sich der Anteil auf 25 %. Szenario 2 (untere Zeile): Annahme, dass sämtliche Ladeinfrastruktur durch kommunale Investitionen entstehen					
3.1.1	Stufe 1 (2025) 255 Ladesäulen (Bestand: 53 neu: 202)	Errichtung 51 neue Ladesäulen als kommunaler Betreiber (40%) Errichtung 128 neue Ladesäulen als kommunaler Betreiber (100%)	bis 2025	7.000 €	567.000 € 1.414.000 €		hoch
3.1.2	Stufe 2 (2030) 623 Ladesäulen (Bestand: 255 neu: 368)	Errichtung 92 neue Ladesäulen als kommunaler Betreiber (25%) Errichtung 368 neue Ladesäulen als kommunaler Betreiber (100%)	bis 2030	7.000 €	644.000 € 2.576.000 €		mittel
3.1.3	Stufe 3 (2035) 852 Ladesäulen (Bestand: 623 neu: 229)	Errichtung 57 neue Ladesäulen als kommunaler Betreiber (25%) Errichtung 229 neue Ladesäulen als kommunaler Betreiber (100%)	bis 2035	7.000 €	399.000 € 1.603.000 €		mittel
3.2	Errichtung Schnellladesäulen (> 22 kW)	Errichtung von mindestens 5 Schnellladestandorten / Ladeparks, wo gebündelt schnelles Laden möglich ist. Es ist angestrebt den Betrieb durch private Betreiber zu organisieren; der Standort ist bei Anfrage abzustimmen (Kosten: ggf. sind Teile der Netzanschlusskosten anteilig (50 %) zu übernehmen um Betreiber für Betrieb zu gewinnen)	kontinuierlich bis 2030	80.000 €	200.000 €		hoch
3.3	Fortschreibung Standortkonzept	Um sich verändernde Rahmenbedingungen aufzunehmen ist anzustreben, dass das Standortkonzept fortgeschrieben bzw. aktualisiert wird	ca. 2025	50.000 €	50.000 €		mittel
3.4	Erstellung Vergabe- bzw. Betreiberkonzept für öffentliche Ladeinfrastruktur	Vergabe- bzw. Betreiberkonzept zur Fixierung von Verantwortlichkeiten von Akteuren und Arbeitsprozessen	in 2024	50.000 €	50.000 €		hoch

Maßnahmenpaket	Inhalt	Beschreibung	Bezugsjahr	Kosten je Einheit	Kosten-schätzung	Förder-möglichkeiten	Priorität
4	Saubere Fahrzeuge SAB						
4.1	Einreichung Förderantrag	Einreichung eines Förderantrags für zunächst 3 Fahrzeuge der Klasse (N2 oder N3) im Rahmen „Förderrichtlinie für Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben“ um Investitionskosten bis zu 80% einzusparen (Ziel: keine Mehrkosten gegenüber konventionellen Fahrzeugtypen) Kostenabschätzung auf Basis maximaler Förderung)	bis 2025				
				600.000 €	360.000 €	Fördermöglichkeiten durch die BMVD	hoch
4.2	Recherche einzusetzender Technologie	Gemäß dem Stand der Technik, der vorhandenen Infrastruktur im Stadtgebiet der LH MD und der ersten Erfahrungen mit alternativen Antrieben ist der sukzessive Umbau der Flotte vorzubereiten (Kosten Gutachten)	2024				
				50.000 €	50.000 €		mittel
5	Begleitende Maßnahmen						
5.1	Kampagnen und Information E-Mobilität	In regelmäßigen Kampagnen durch die Stadt ist auf das Thema aufmerksam zu machen und eine kommunikative Schnittstelle für Interessierte bereitzustellen (z.B. Wünsche von Anwohnern)	kontinuierlich				
				50.000 €	600.000 €		hoch
5.2	Mobilitätsbotschafter	Einsatz von hohen kommunalen Beamten als Botschafter für die Elektromobilität (z.B. durch E-Autos und E-Bikes)	kontinuierlich				
				keine Kosten	- €		mittel
5.3	Ingenieursstelle "Elektromobilität"	Schaffung einer Ingenieursstelle zur Betreuung der vielfältigen Themen rund um die Entwicklung der kommunalen Elektromobilität	kontinuierlich				
				70.000 €	840.000 €		hoch

9.2 Einflussnahme der LH Magdeburg auf Dritte

9.2.1 Schienenverkehr

Aus Sicht der Landeshauptstadt wäre es wünschenswert und im Sinne eines vollständigen Verzichts auf fossile Energieträger notwendig, auch den Eisenbahnverkehr vollständig zu elektrifizieren. Dies betrifft sowohl den Personen- als auch den Güterverkehr auf den Eisenbahnstrecken

- Magdeburg – Haldensleben – Wolfsburg
- Magdeburg – Halberstadt – Thale / Goslar / Blankenburg
- Magdeburg – Güsten – Aschersleben / Sangerhausen
- Halle – Könnern – Bernburg – Calbe (Saale) Ost mit Zugdurchläufen nach Magdeburg.

Da die Zuständigkeit hierfür bei der Deutschen Bahn AG (DB AG) liegt, wird die Landeshauptstadt Magdeburg immer wieder an die DB AG als auch den Bund, das Land Sachsen-Anhalt, die Nahverkehrsservice Sachsen-Anhalt GmbH (NASA) appellieren, entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

9.2.2 Straßengüter- und Fernbusverkehr

Im Jahr 2022 werden noch nahezu 100% dieser Verkehre mit fossilen Energien betrieben. Insofern befürwortet die LH Magdeburg Forschungen und Förderprogramme insbesondere des Bundes, um diese Verkehre langfristig ebenso auf erneuerbare Energien umzustellen.

9.3 Weiterführende Empfehlungen zur Umsetzung

Bezugnehmend auf die hier aufgeführten Maßnahmen werden aus gutachterlicher Sicht noch weiterführende Empfehlungen zur Umsetzung der im E-Mobilitätskonzept verankerten Inhalte gegeben:

1. Integratives Planungsverständnis vorleben

Der Aufbau der E-Mobilität kann viel mehr sein als eine reine Antriebswende. Sie beschreibt einen zentralen Baustein einer integrativ gestalteten Verkehrswende, gerade mit dem Ziel einer klimagerechteren und stadtverträglicheren Mobilität. Nur wenn die Gesamtheit aller städtischen Mobilitätsangebote gemeinsam gedacht und gegenseitige Wechselwirkungen berücksichtigt werden, kann den übergeordneten politisch festgesetzten Zielsetzungen Rechnung getragen werden. Gerade dort, wo im direkten kommunalen Einflussbereich (z.B. die eigene Flotte oder das Mobilitätsverhalten der Mitarbeiter*innen) diese Überzeugungen vorgelebt und umgesetzt werden, kann die gelebte Authentizität auch auf andere Bereiche oder Akteure ihre Strahlkraft entfalten.

2. Das kommunale Rollenverständnis definieren und festigen

Gerade im Bereich der E-Mobilität treffen die verschiedensten Verantwortungs- und Anforderungsbereiche aufeinander. Wie in Kapitel 1 beschrieben, tritt die Kommune hier in verschiedenen Funktionen auf; sei es als Gestalter, Genehmigungsbehörde, Impulsgeber oder auch als Betreiber

und Nutzer. Hier ist also besonders entscheidend, dass wesentliche Rollen nicht „unbesetzt“ bleiben. Es gilt, Rahmenbedingungen zu schaffen, dass die beschriebenen Zielsetzungen in den einzelnen Bereichen unter kommunaler Regie (durchaus mit Zuhilfenahme Externer) auch umgesetzt werden können.

3. Verkehrspolitische Mandate stärken

Gerade dort, wo verkehrspolitisch relevante Verantwortlichkeiten in Händen von externen Akteuren bzw. privatwirtschaftlich geführten Gesellschaften (z.B. Tochtergesellschaften) liegen, ist entscheidend, dass deren Mandate hinsichtlich der vorgegebenen Zielsetzung gestärkt werden. Bei der Umsetzung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur liegen zentrale Aufgabenbereiche bei den (zumindest teils) kommunalen Betrieben (wie zum Beispiel Netze Magdeburg GmbH, die Städtischen Werke Magdeburg GmbH & Co. KG oder die Magdeburger Verkehrsbetriebe GmbH & Co. KG). Mit einem entsprechenden verkehrspolitisch vergebenen Mandat (das unter Umständen die Bereitstellung zusätzlicher Ressourcen beinhaltet) können diese Akteure wesentlich zu einem zügigen Aufbau der benötigten Infrastruktur beitragen. Da diese Unternehmen weitestgehend wirtschaftlichen Zwängen unterworfen sind, sind hier nur Investments zu erwarten, die einen entsprechenden Business-Case darstellen oder finanziell abgesichert sind.

4. Kommunale personelle Ressourcen schaffen oder freisetzen

Die Erstellung eines kommunalen Elektromobilitätskonzeptes ist eine zentrale Aufgabe, die sich zunächst im Bereich der Verkehrsplanung verorten lässt. Nach dem Prozess der Aufstellung beginnt die Umsetzung der darin enthaltenen Maßnahmen. In der Regel erfordert die Maßnahmenumsetzung einen deutlich höheren und zeitlich intensiveren Ressourceneinsatz als die Konzepterstellung. Da sich im Bereich der Elektromobilität verschiedene Zuständigkeiten und Themenbereiche überschneiden (u.a. zwischen Tiefbau, Stadtgestaltung, Versorgungsnetze und Wirtschaftsförderung), ergibt sich hier ein hoher Koordinierungsbedarf. Es gilt, diese personellen Ressourcen in der eigenen Verantwortlichkeit zu schaffen, freizusetzen oder einzelne Verantwortungsbereiche an Dritte zu delegieren (zum Beispiel um den Bereich des kontinuierlichen Aufbaus der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur zu sichern). Um hier einen zukünftigen Handlungsspielraum zu ermöglichen und die Zielsetzungen zu erreichen, wurde im Maßnahmenkonzept die Schaffung einer Ingenieursstelle vorgeschlagen, zunächst mit einer Laufzeit bis 2035.

5. Vergabe- bzw. Betreiberkonzept für Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum

Gutachterlich wird empfohlen, ein Vergabe- bzw. Betreiberkonzept für die vorgesehene Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum zu erstellen. In diesem werden die Rollen verschiedener Akteure definiert und die entsprechenden (sich wiederholenden) Arbeitsprozesse (z.B. bei externen Anfragen zum Betrieb von Ladeinfrastruktur) beschrieben und definiert. Es ist empfehlenswert, das Vergabe- und Betreiberkonzept in enger Abstimmung mit den beteiligten Akteuren (Planungsämter, Netzbetreiber, etc.) zu

entwickeln und vor dem Hintergrund der Zielsetzungen ggf. auf Ressourcenengpässe hinzuweisen und politisch darauf zu reagieren.

6. Trends verfolgen und Konzepte aktualisieren

Die Elektromobilität ist (noch) durch eine hohe Veränderungsdynamik gekennzeichnet, da viele technische Neuerungen viele Auswirkungen auf die dahinterstehende Infrastruktur haben. Zusätzlich passen sich Gesellschaften neuen Begebenheiten an (z.B. Reaktionen auf Preissteigerungen) und erlernen neue Verhaltensweisen in der Mobilität. Dementsprechend ist die Fortschreibung des Elektromobilitätskonzeptes empfohlen (z.B. im Jahre 2025). Hier ist zunächst die Überprüfung der Quantitäten (Anzahl an benötigter Ladeinfrastruktur) durchzuführen, neue technische Entwicklungen und gesellschaftliche (Mobilitäts-)Trends zu berücksichtigen.

10 Öffentlichkeitsbeteiligung

Im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes wurde ein Beteiligungsprozess von Bürger*innen der Landeshauptstadt Magdeburg durchgeführt. Aufgrund der pandemischen Lage konnte kein umfangreiches Beteiligungsforum durchgeführt werden. Allerdings konnte im Rahmen der durchgeführten „Woche der Mobilität“ im September 2021 der Startschuss für eine breit angelegte Online-Beteiligung gegeben werden. Dort konnten unterschiedliche Betreiber elektrifizierter Fahrzeuge zur Ausstellung gewonnen werden (vgl. Abb. 66). Zusätzlich wurden die Teilnehmer*innen in einem Impulsvortrag über das Ziel und den Inhalt des Elektromobilitätskonzeptes informiert und zum Mitmachen bei der Umfrage motiviert.



Abb. 66 Startschuss der Online-Beteiligung im Rahmen der „Woche der Mobilität“

10.1 Beteiligungsmethodik

Die Magdeburger Bürger*innen hatten über 6 Wochen (zwischen dem 20.09. und 02.11.2021) die Möglichkeit an der Online-Beteiligung teilzunehmen. Über verschiedene Kanäle wurde die Umfrage verbreitet und mit einem überschaubaren Handzettel bzw. Informationsplakat die Hintergründe erläutert (vgl. Abb. 67).

Elektromobilitätskonzept Landeshauptstadt Magdeburg



Die LH Magdeburg erarbeitet derzeit mit dem Büro SHP Ingenieure aus Hannover ein Elektromobilitätskonzept, in dem wichtige Weichen für die Elektromobilität der Zukunft gestellt werden. Die wichtigsten Themenfelder und Fakten, die im Konzept ausgearbeitet werden, sind hier für Sie zusammengestellt.

Prognosen und Bedarfe Ladeinfrastruktur

Wenn bis zum Jahr 2030 6 Mio. Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen unterwegs sind, bedeutet das einen Bedarf von über 300.000 Ladesäulen im öffentlichen Raum. Bei gleicher Dynamik ist für die LH Magdeburg bis 2030 ein Bedarf zwischen 500 und 700 Ladesäulen zu prognostizieren; heute sind rd. 40 öffentlich zugängliche Ladesäulen vorhanden.



Standortkonzept

Mit einem Standortkonzept sollen Suchräume definiert werden, wo zukünftig die öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur (zum Normal- und Schnellladen) vorortet wird. Zum Beispiel in der Nähe von Einkaufsmöglichkeiten oder Geschosswohnungsbau. In der Umfrage (s. unten) haben Sie ganz konkret die Möglichkeit, Ihre Wunschstandorte zu benennen.

Gestaltungsrichtlinie

Mit Hilfe einer Gestaltungsrichtlinie werden einheitliche Standards zum Ausbau der Ladeinfrastruktur festgelegt. Das ist wichtig, damit die Nutzbarkeit gewährleistet ist (auch für mobilitätseingeschränkte Personen), der Fuß- und Radverkehr nicht behindert wird und Aspekte der Stadtgestaltung berücksichtigt bleiben (z. B. Denkmalschutz).



E-Mobilität weitergedacht...

... heißt, dass wir thematisch über den Tellerrand schauen. Im Rahmen des Konzeptes wird überlegt, welche Rahmenbedingungen notwendig sind, damit die Elektromobilität auch in anderen Sektoren (wie zum Beispiel im ÖPNV und in der Abfallwirtschaft [SAB]) implementiert und ausgebaut werden kann. Erste Pilotversuche wurden bereits gestartet.

Ihre Mitarbeit...

...ist uns bei der Erarbeitung des Konzeptes sehr wichtig. Dabei wollen wir Ihre Meinungen, Ansichten aber auch Fragen und Zweifel berücksichtigen. Deshalb laden wir Sie herzlich dazu ein, an der Online-Befragung teilzunehmen. Entweder über den angegebenen Link oder bequem mit Ihrem Smartphone per QR-Code: (<http://www.jetzt-mitmachen.de/elmo-md>)




gefördert durch
 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
 SHP Ingenieure

Rückfragen zur Umfrage?
 Herr Siezling (LH MD): 0391 / 540 53 52
 Herr Groß (SHP Ing.): 0511 / 35 84 487

Abb. 67 Informationsplakat im Rahmen der Bürgerbeteiligung

Während des Befragungszeitraums wurden insgesamt 1.026 vollständige Fragebögen ausgefüllt. Die Ergebnisse der Befragung sind in den nachfolgenden Kapiteln erläutert. 68 % der Teilnehmenden waren männlich, 30 % weiblich, bei 2%, die keine Angabe zum eigenen Geschlecht machten. Rund die Hälfte der teilnehmenden Personen (470) haben gültige Standortwünsche (bis zu 3 Vorschläge) abgegeben (vgl. Kapitel 10.6). Lediglich 72 Teilnehmer*innen haben (teilweise deutlich) mehr als die 3 zulässigen Standortwünsche abgegeben. Diese Stimmen wurden nicht berücksichtigt. Insgesamt sind 1.009 Standortnennungen (bereinigt) miteingeflossen.

10.2 Personenbezogene Daten

Im Rahmen der Umfrage wurden verschiedene personenbezogene Daten erfragt, die z.B. auch Erkenntnisse zur Wohnsituation sammeln. Dadurch können kombinierte Fragestellungen erarbeitet werden und gesonderte Zusammenhänge herausgearbeitet werden (vgl. Kapitel 10.5).

Wie alt sind Sie?

Die größte Gruppe der Teilnehmer*innen war zwischen 36 und 45 Jahren alt (27%). Auch die benachbarten Altersgruppen jeweils zehn Jahre jünger bzw. älter konnten noch beträchtliche Anteile (23 bzw. 19%) erzielen. Die sowohl jüngste Gruppe zwischen 16 und 25 Jahren als auch die Gruppen der Senioren konnten mit dem Thema der Umfrage weniger stark erreicht werden.

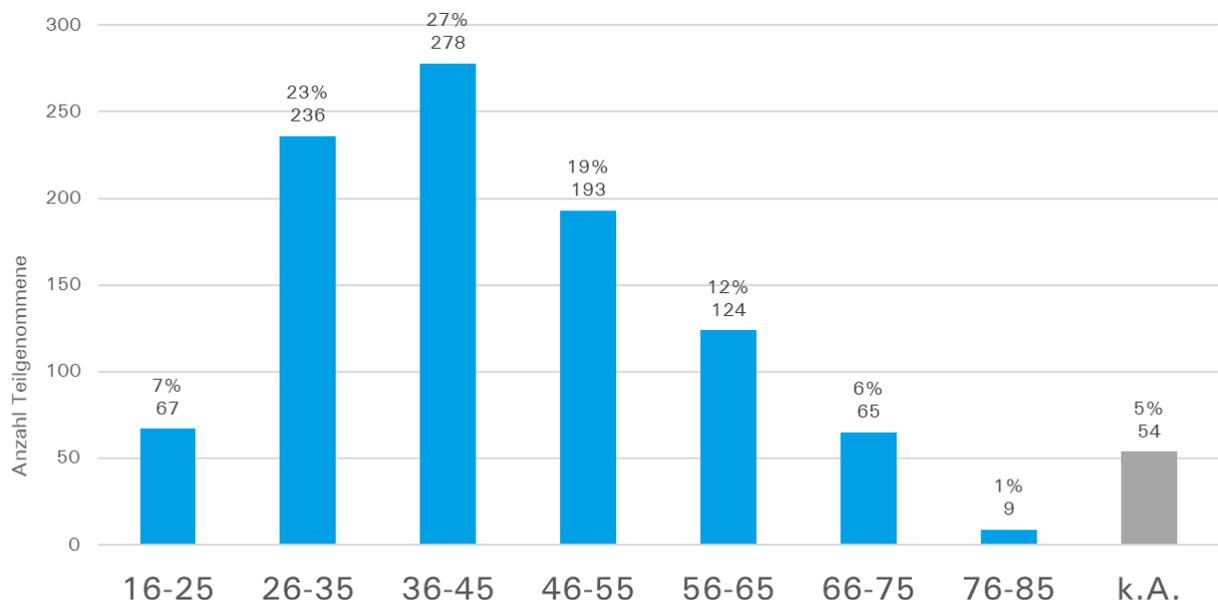


Abb. 68 Alter Teilnehmer*innen (N=1.026)

Mit welchem Verkehrsmittel sind Sie im Alltag überwiegend unterwegs?

Als das überwiegend genutzte Alltags-Verkehrsmittel wurde mit 70% der Nennungen der Pkw genannt, 54% nannten das Fahrrad bzw. E-Bike und 37% das zu Fuß gehen. Lediglich 24% der Teilnehmer*innen gaben an, dass sie den ÖPNV / die Bahn regelmäßig nutzen. Die Verteilung der Verkehrsmodi findet ungefähr Anlehnung an ein typisches Verkehrsmittelverhalten einer Stadt, wengleich der Rad-Anteil verhältnismäßig hoch ist.

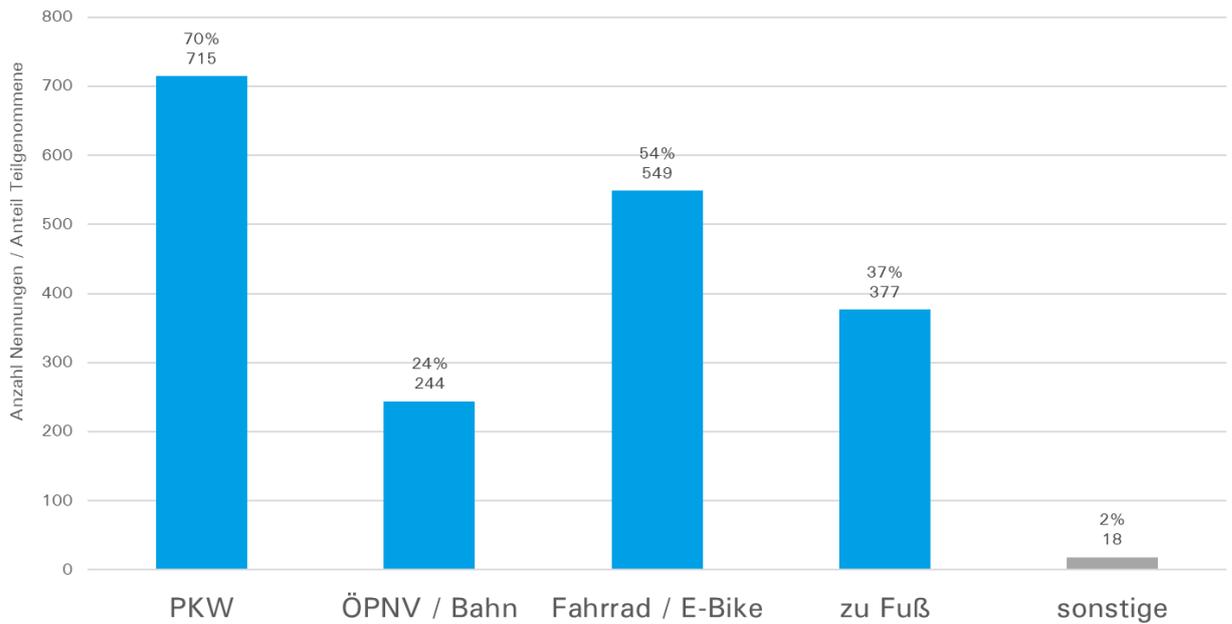


Abb. 69 Verkehrsmittelwahlverhalten (N=1.903 / 1.026 Teilnehmer*innen)

Wie ist ihre Wohnsituation?

Bei der Angabe der Wohnsituation gaben 58% der Teilnehmer*innen an, dass Sie in einem Mehrfamilienhaus wohnen, 39% der Teilnehmer*innen, dass Sie in einem Einfamilien-, Reihenhaus oder in einer Doppelhaushälfte wohnen. Lediglich 4% machten diesbezüglich keine Angabe.

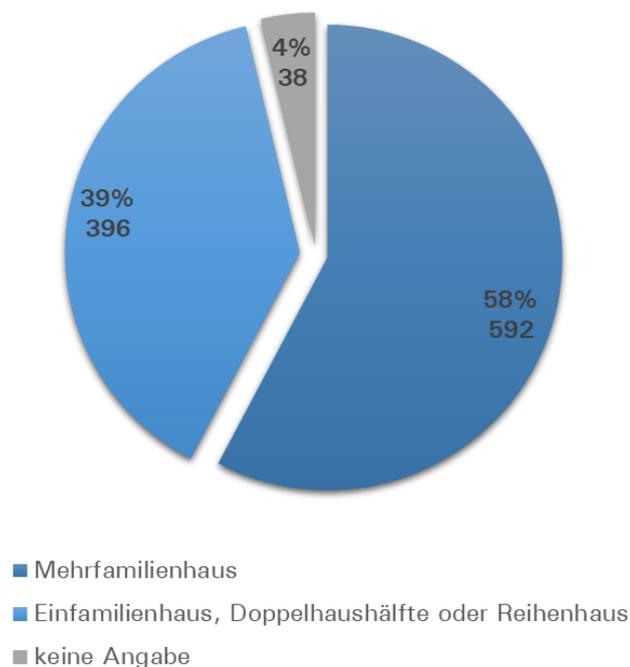


Abb. 70 Beschreibung eigene Wohnsituation (N=1.026)

Steht Ihnen ein eigener Stellplatz zur Verfügung?

Obwohl der Großteil der Teilnehmer*innen in einem Mehrfamilienhaus lebt, hat rd. zwei Drittel dieser Zugriff auf einen eigenen Stellplatz. Das übrige Drittel der Teilnehmer*innen verneinte diese Frage.

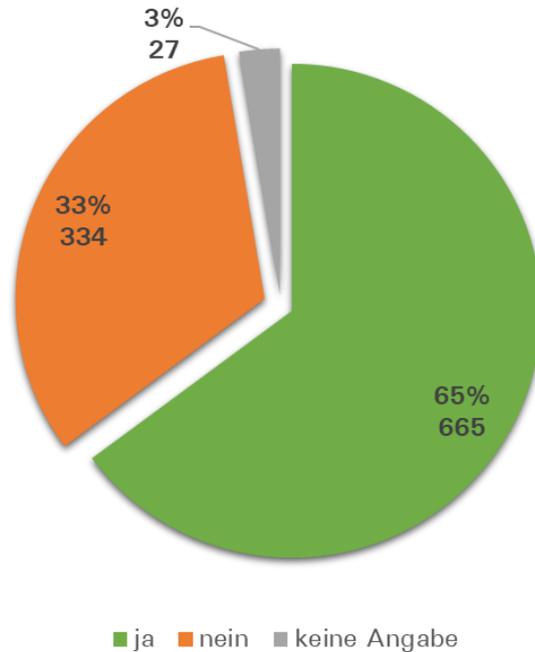


Abb. 71 Beschreibung Stellplatzverfügbarkeit (N=1.026)

Der allergrößte Anteil der Teilnehmer*innen (86%) ist wohnhaft im Magdeburger Stadtgebiet. Lediglich 8% der Beteiligten kamen aus umliegenden Gemeinden. 6% machten bzgl. des eigenen Wohnorts keine Angabe (vgl. Abb. 72). Die Verteilung auf die einzelnen Magdeburger Stadtteile ist durchaus heterogen, was zeigt, dass Personen aus verschiedenen Ortsteilen für die Umfrage gewonnen werden konnten.

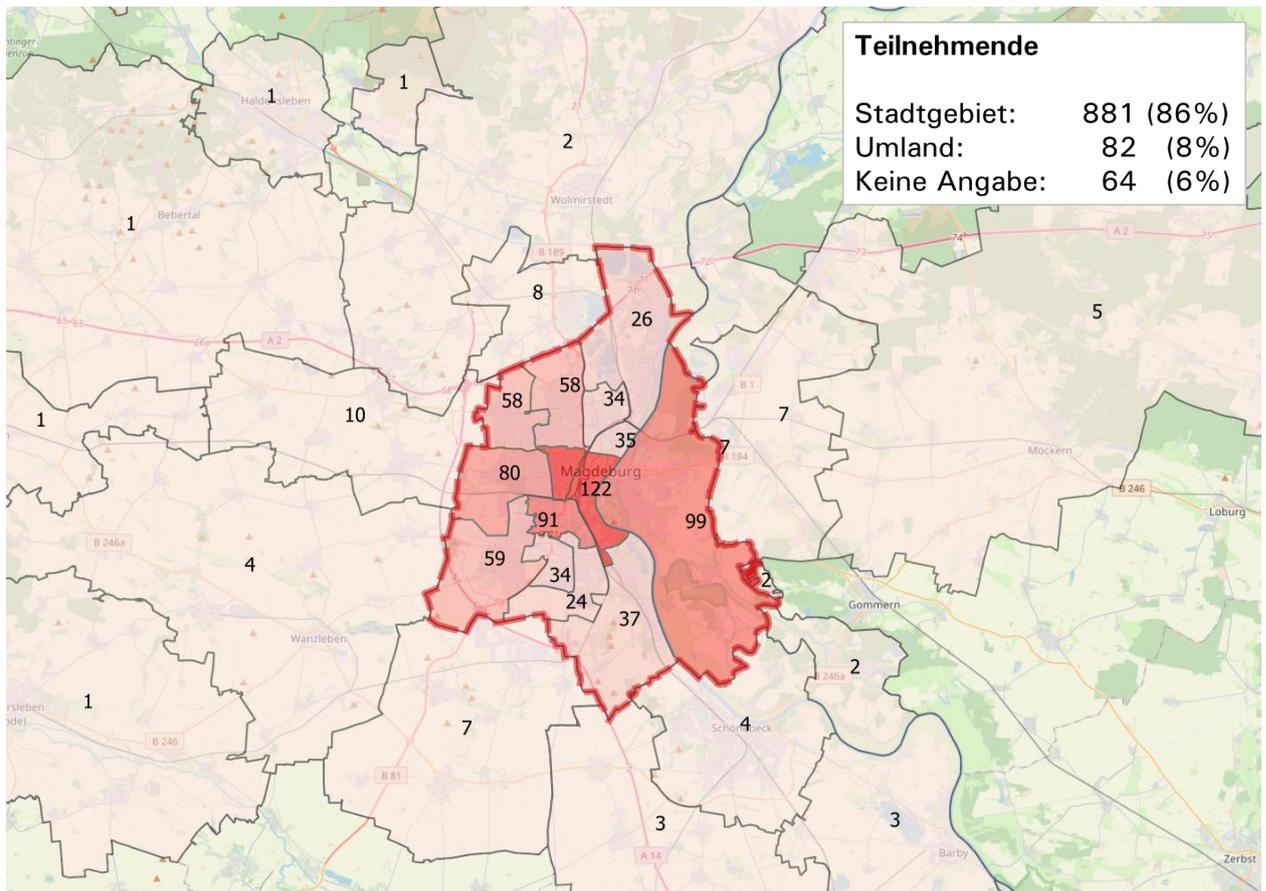


Abb. 72 PLZ-Gebiete Teilnehmer*innen

10.3 Kernaussagen Umfrage

Nachfolgend sind die Kernaussagen der Umfrage aus den 4 Kernbereichen zusammengestellt. Diese Zusammenfassung hilft, einen schnellen Überblick über die zentralen Aussagen der Umfrage zu erhalten. In Kapitel 0 werden die Inhalte detaillierter erläutert.

E-Mobilität aus Gesellschaftsschicht



- Die Mehrheit der Teilnehmer*innen sieht in der E-Mobilität einen wesentlichen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz
- Die Ausstattung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur wird als lückenhaft bzw. nicht ausreichend wahrgenommen
- Die Hälfte der Teilnehmer*innen wünscht, dass die Stadt mehr Ressourcen in die E-Mobilität investiert

E-Mobilität persönlich



- Die Personengruppe, die bereits ein E-Fahrzeug fährt oder eine Anschaffung plant, ist leicht größer als die, die weiter mit einem Verbrenner fahren möchten

- Die E-Auto-affinen Teilnehmenden, möchten vorzugsweise zu Hause aber auch am Arbeitsplatz oder bei Erledigungen laden
- Wesentliche Gründe für die Nicht-Nutzung von E-Autos sind Anschaffungspreis, die nicht-ausreichende LIS und die geringeren Reichweiten

E-Bike-Kultur



- Knapp die Hälfte der Teilnehmer*innen möchte kein E-Bike nutzen/besitzen – etwa ein Fünftel benutzt bereits eines
- Größtenteils möchten E-Bike-Nutzer zu Hause oder an der Arbeitsstelle laden (größere Anteile als bei E-Auto-Nutzern), nur knapp jeder Dritte erwähnte überhaupt den Wunsch Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum

Zukunft der E-Mobilität



- Bei den Teilnehmer*innen wurde am häufigsten der quantitative und qualitative Ausbau des ÖPNV genannt, um weniger Verbrenner-Kfz zu fahren
- Losgelöst von der persönlichen Investitionsbereitschaft würden zwei Drittel der Beteiligten batterie- oder wasserstoff-elektrische Antriebe bevorzugen
- Jeder Dritte nannte den ÖPNV-Bereich, wo noch die stärksten Entwicklungsmöglichkeiten gesehen werden

10.4 Inhalte Online-Befragung

Wie stark kann die Elektromobilität Ihrer Ansicht nach einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz leisten? (Frage 1)

Fast genau die Hälfte aller Teilnehmer*innen sieht, dass die Elektromobilität einen hohen oder sogar sehr hohen Beitrag zum Umweltschutz leisten kann (vgl. Abb. 73). Nur etwa jeder Zehnte sieht in der Elektromobilität keinen Beitrag. 17% der Teilnehmer*innen zumindest einen geringen. Es ist festzuhalten, dass innerhalb dieser Kategorie das Zutrauen hinsichtlich eines Beitrages zum Umweltschutz durch die E-Mobilität größer ist als die Skepsis.

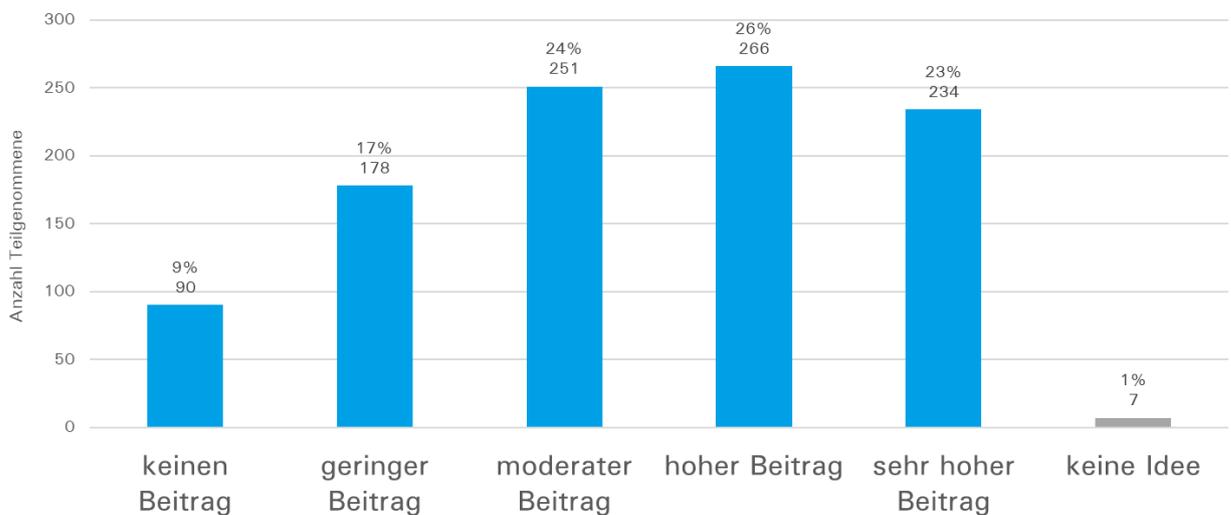


Abb. 73 Beitrag Klimaschutz durch die E-Mobilität (N=1.026)

Wie zufrieden sind Sie mit der bisherigen Ausstattung der städtischen E-Ladesäuleninfrastruktur? (Frage 2)

Hier fällt auf, dass die Ausstattung mit einer ausreichenden E-Ladesäuleninfrastruktur von mehr als der Hälfte der Teilnehmer*innen (53%) als nicht zufriedenstellend bewertet wird (vgl. Abb. 74), 18% empfinden dies nur teilweise. Allerdings ist festzuhalten, dass in etwa jeder 4. Teilnehmer*innen das Angebot nicht zu bewerten vermag. Dies kann daran liegen, dass die Person von diesem Angebot nicht abhängig ist oder auch, dass die vorhandenen Angebote bisweilen noch nicht aufgefallen sind.

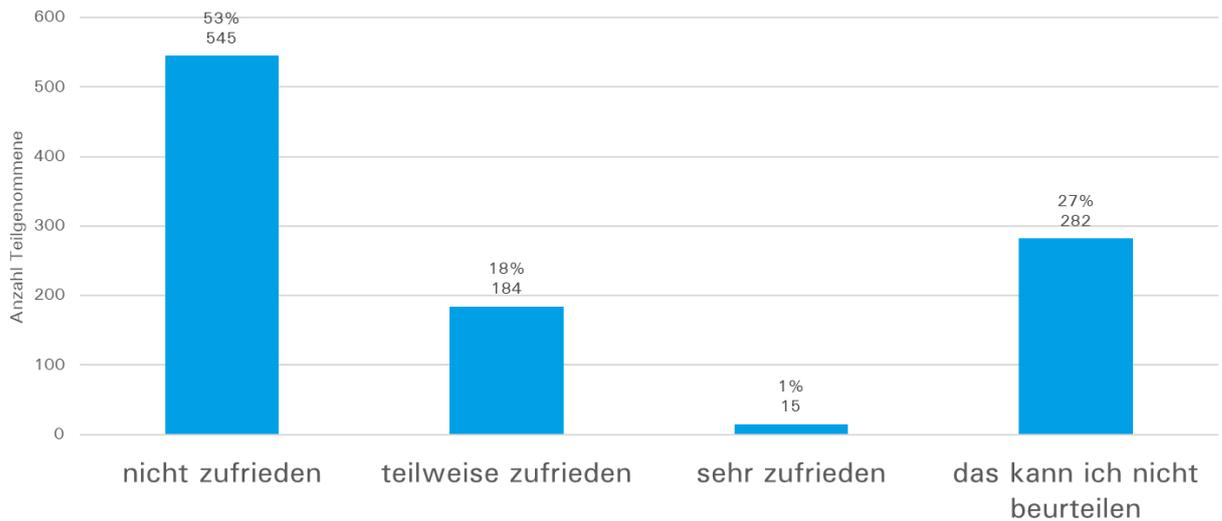


Abb. 74 Zufriedenheit Ausstattung mit städtischer Ladeinfrastruktur (N=1.026)

Sollte die Landeshauptstadt Magdeburg eher mehr (ggf. zulasten anderer Projekte) oder eher weniger Ressourcen für den Ausbau der Elektromobilität verwenden? (Frage 3)

Aufbauend auf Frage 2 meinen also auch 60% der Teilnehmer*innen (vgl. Abb. 75), dass etwas bzw. sehr viel mehr Ressourcen zum Ausbau der Elektromobilität investiert werden sollte. Ein in etwa ähnlich großer Anteil an Personen, der bereits in Frage 1 keinen Beitrag zum Umweltschutz gesehen hat, meint auch, dass gar kein oder ein geringerer Ressourceneinsatz für den Ausbau der Elektromobilität erfolgen sollte. Gegebenenfalls ist hier ein inhaltlicher Zusammenhang zu vermuten.

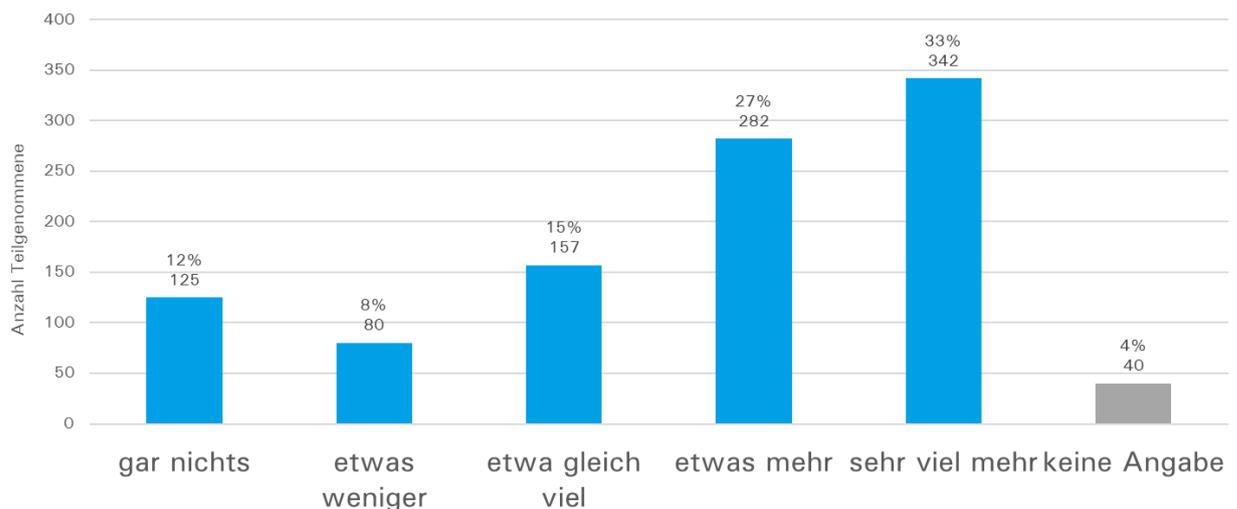


Abb. 75 Ressourceneinsatz für den Ausbau Elektromobilität (N=1.026)

Planen sie die Anschaffung oder das Leasing eines e-betriebenen Kraftfahrzeugs? (Frage 4)

Bei Frage 4 ergibt sich ein diverses Meinungsbild. Wo rd. ein Drittel der Teilnehmer*innen bereits ein E-Fahrzeug gebraucht oder die Anschaffung bzw. ein Leasing plant, verneint ca. ein Viertel der Teilnehmer*innen diese Fragestellung, da weiterhin die Nutzung eines Fahrzeugs mit Verbrenner präferiert wird. Nur 13% verneinen die Frage, weil sie mit Verkehrsträgern des Umweltverbundes unterwegs sein möchten. Etwa ein knappes Drittel aller Teilnehmer*innen ist sich in dieser Frage nicht sicher bzw. hat keine Angabe gemacht. Dies deutet darauf hin, dass in der Gesellschaft teilweise noch eine größere Ungewissheit herrscht und die Meinungsbildung – auch bzgl. der eigenen Präferenzen – noch nicht abgeschlossen ist.

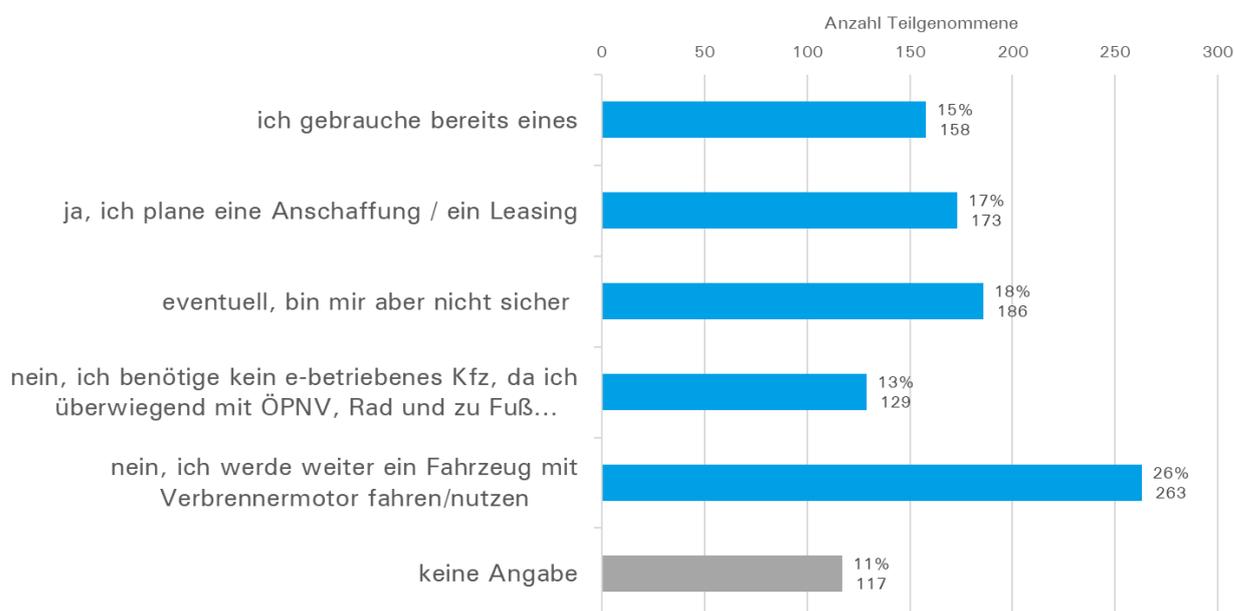


Abb. 76 Anschaffungswunsch E-Fahrzeug (N=1.026)

Wenn Sie bereits ein e-betriebenes Kraftfahrzeug nutzen oder die Anschaffung bzw. ein Leasing planen, wo möchten Sie es vorrangig laden? (Frage 5)

Zwei Drittel (67%) aller Teilnehmer*innen gaben an, dass sie vorrangig gerne zu Hause (in eigener Verantwortung) laden möchten (vgl. Abb. 77). Zusätzlich möchten knapp die Hälfte aller Teilnehmer*innen gerne auch am Arbeitsplatz bzw. beim Einkaufen und sonstigen Erledigungen die Möglichkeiten zum Laden wahrnehmen. Das Laden auf öffentlichen Parkplätzen oder unterwegs an Tankstellen bzw. Ladeparks ist gut einem Viertel der Teilnehmer*innen von Bedeutung. Die Präferenzen bei den Ladearten schlägt sich auch bei der Erarbeitung der Standortkonzeptes nieder. Hier wurden die verschiedenen Ladearten zu vergleichbaren Anteilen in Anschlag gebracht (vgl. Abb. 32).

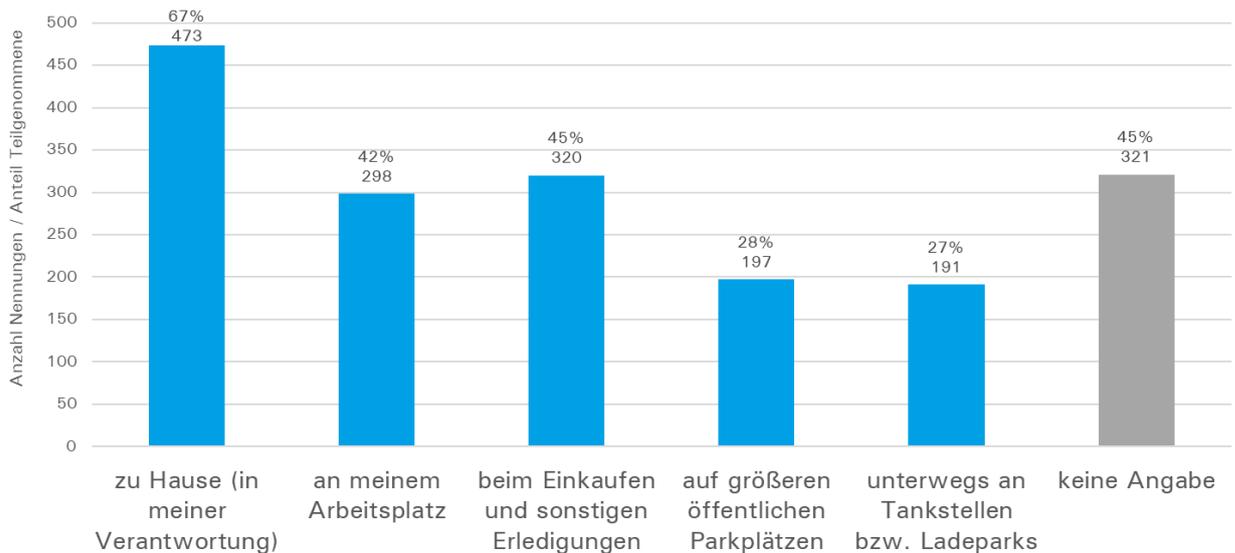


Abb. 77 Vorrangiger Ort zum Laden (N=1.800 / 708 Teilnehmer*innen)

Wenn Sie weiterhin ein Fahrzeug mit Verbrennermotor fahren möchten: Was hält Sie von der Nutzung / dem Gebrauch eines E-Fahrzeuges ab? (Frage 6)

Die Gründe, weshalb die Teilnehmer*innen vom Gebrauch eines E-Fahrzeuges abgehalten werden (bzw. weiterhin einen Verbrenner nutzen möchten) sind vielschichtig (vgl. Abb. 78 und Abb. 79). Die am häufigsten genannten Gründe sind eine unzureichende Ladeinfrastruktur (58%), die Höhe des Anschaffungspreises (51%), verhältnismäßig geringe Reichweiten (49%) und die Tatsache nicht von der Technologie überzeugt zu sein (35%). Zusätzlich gibt es weitere 159 Nennungen mit weiteren Gründen.

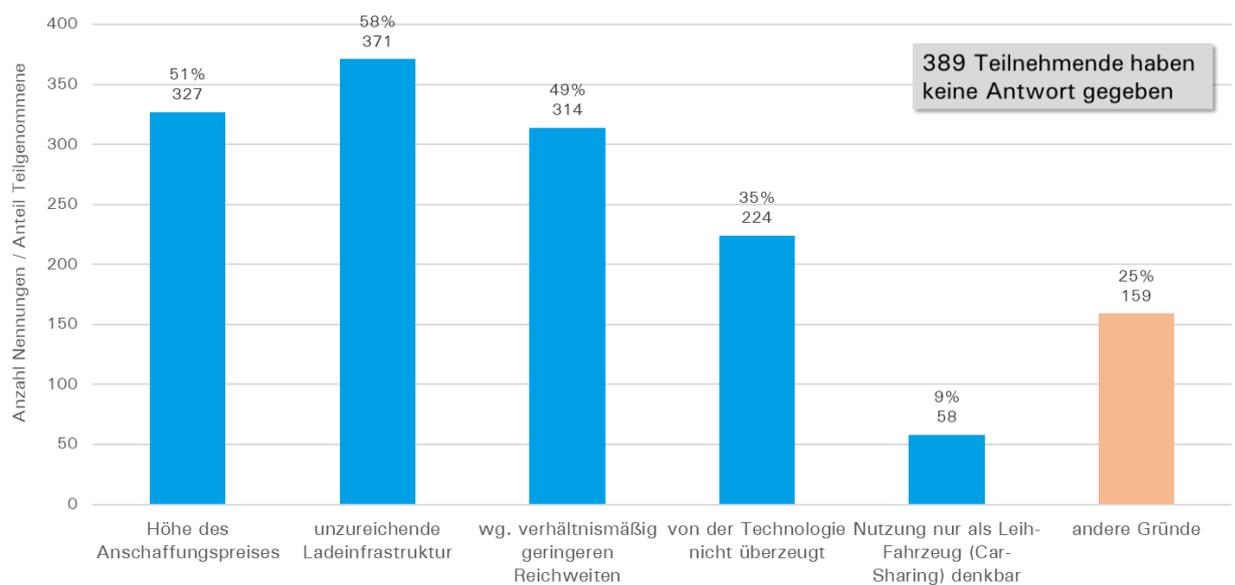


Abb. 78 Gründe gegen die Nutzung eines E-Fahrzeuges (N=1.453 / 637 Teilnehmer*innen)

Die hier bedeutendsten sind Umweltgründe (38 Nennungen), auch vor dem Hintergrund der benötigten Rohstoffe bei der Produktion von Akkus und der teilweise damit einhergehenden sozialen Ungerechtigkeit (8 Nennungen). Auch das Thema der (teils noch problematischen) Entsorgung der Batterien wurde genannt (7 Nennungen). Zusätzlich möchten einige Nutzer Ressourcen sparen durch die Weiternutzung des eigenen Kfz (10 Nennungen).



Abb. 79 andere Gründe gegen die Nutzung eines E-Fahrzeuges (Freitext kategorisiert (N=125))

Des Weiteren gibt es Zweifel, ob überhaupt eine ausreichende Ladeinfrastruktur für Personen in Stadtgebieten mit Mehrfamilienhausbesatz aufgebaut werden kann (10 Nennungen).

Insgesamt zeigt sich, dass die Gründe, die gegen die Nutzung eines E-Autos sprechen, sehr vielschichtig sind. Dies darf auch als Hinweis darauf verstanden werden, dass die Elektromobilität zukünftig (je nach Angebot auf dem Markt) als eine wichtige, aber nicht als die alleinige Antriebstechnologie im Individualverkehr angenommen werden wird.

Besitzen bzw. nutzen Sie bereits ein E-Bike? (Frage 7)

Bei der Frage nach dem Besitz bzw. der Nutzung eines E-Bikes zeigt sich, dass dies auf ca. ein Fünftel aller Teilnehmer*innen (18%) zutrifft, und 23% sich die Nutzung vorstellen könnten, aber noch unsicher sind. 12% der Teilnehmer*innen planen aber eine Anschaffung oder auch die Wahrnehmung eines Leasing-Angebots. Für 46% der Teilnehmer*innen kommt eine E-Bike-Nutzung nicht in Frage. Vergleichbar mit der Antwortverteilung aus Frage 4, wo etwa die Hälfte der Teilnehmer*innen positiv auf die Nutzung bzw. den Anschaffungswunsch reagierten, zeigt sich aber hier, dass die Teilnehmer*innen eine klare Meinung vertreten. Nur 1% machte

keine Angabe, bei Frage 4 lag dieser Wert bei 11%. Dieser Sachverhalt zeigt, dass die Meinungen zur E-Bike-Nutzung schon deutlich gefestigter sind. Dies mag auch damit zusammenhängen, dass der Alltagsgebrauch eines E-Bikes deutlich weniger komplex ist und insgesamt weniger Konsequenzen nach sich zieht.

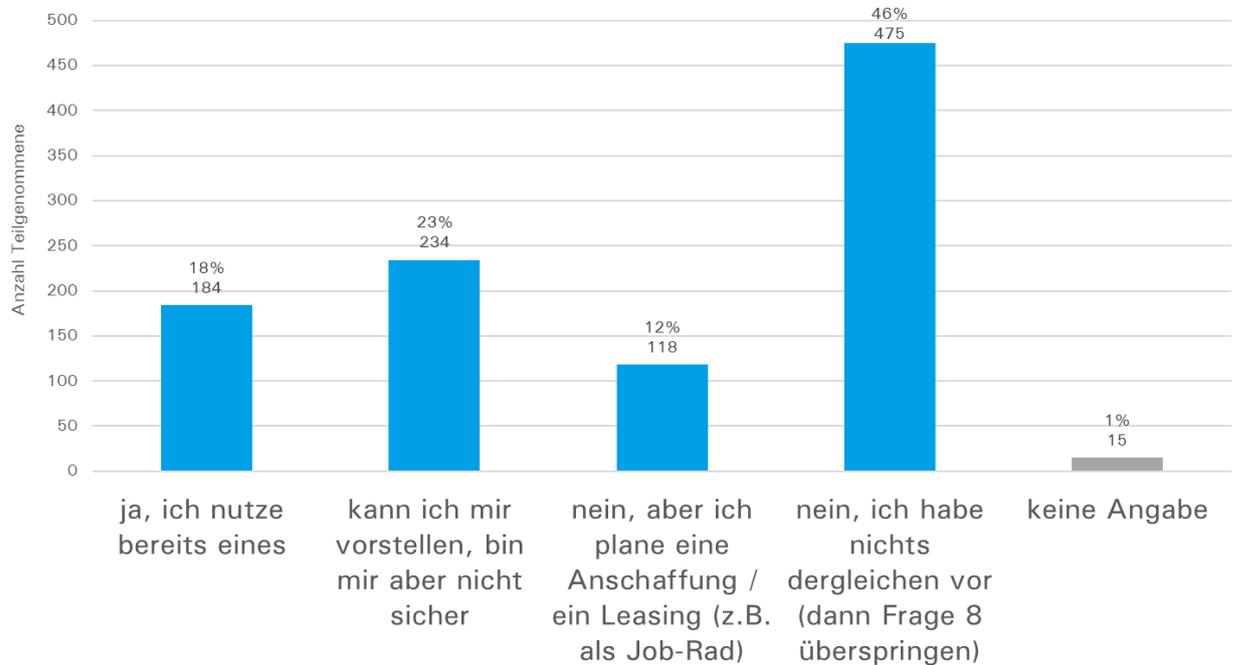


Abb. 80 E-Bike-Besitz bzw. Nutzung (N=1.026)

Wenn Sie bereits ein E-Bike nutzen oder die Anschaffung planen, wo möchten Sie es vorrangig laden? (Frage 8)

Mit deutlichem Abstand zeigt sich, dass der bevorzugte Ladeplatz zum Wiederaufladen des Akkus das eigene Zuhause ist (72% der Nennungen), gefolgt von 41% der Nennungen, die auch am Arbeitsplatz laden wollen würden (vgl. Abb. 81). Konträr zu den Wunschladeorten für elektrisch betriebene Pkw zeigt sich im E-Bike-Sektor, dass das Laden an öffentlichen Orten deutlich weniger wichtig ist. Nur jede 5. bis 6. Person, die ein E-Bike nutzt bzw. die Anschaffung plant, möchte auch vordringlich z.B. während des Einkaufens laden können. Das zeigt auch, dass der Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur für E-Bikes eher ein optionales und kein obligatorisches Angebot darstellt.

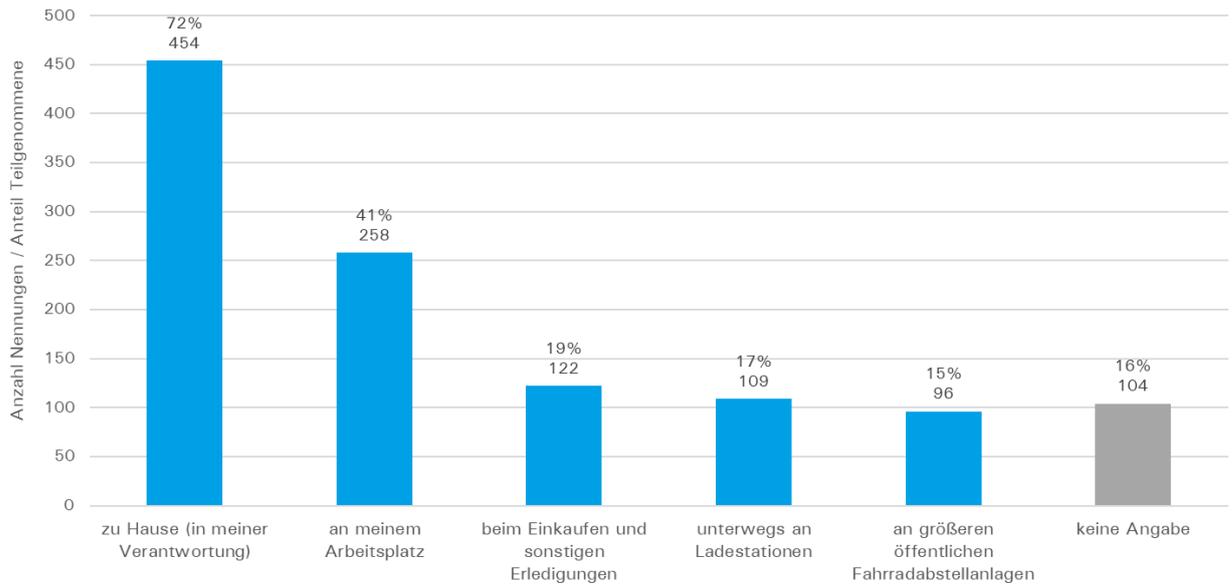


Abb. 81 Vorrangiger Ladeort E-Bike (N=1.143 / 633 Teilnehmer*innen)

Welches Verkehrsmittel müsste Ihnen zur Verfügung stehen, damit Sie weniger mit einem Verbrenner-PKW fahren? (Frage 9)

Bei der Frage, welches Verkehrsmittel den Teilnehmer*innen (mit entsprechendem Zugang) zur Verfügung stehen müsste, dass sie weniger Verbrenner-Pkw fahren würden, zeigt deutlich, dass die Hälfte der Teilnehmer*innen umweltfreundliche Angebote im ÖPNV nannte. Lediglich ein Drittel der Teilnehmer*innen nannten hier das Elektroauto, 23% das Elektrofahrrad und 17% das Elektrolastenrad. In etwa jeder Fünfte gab an, dass er weiter Pkw mit Verbrenner fahren möchte.

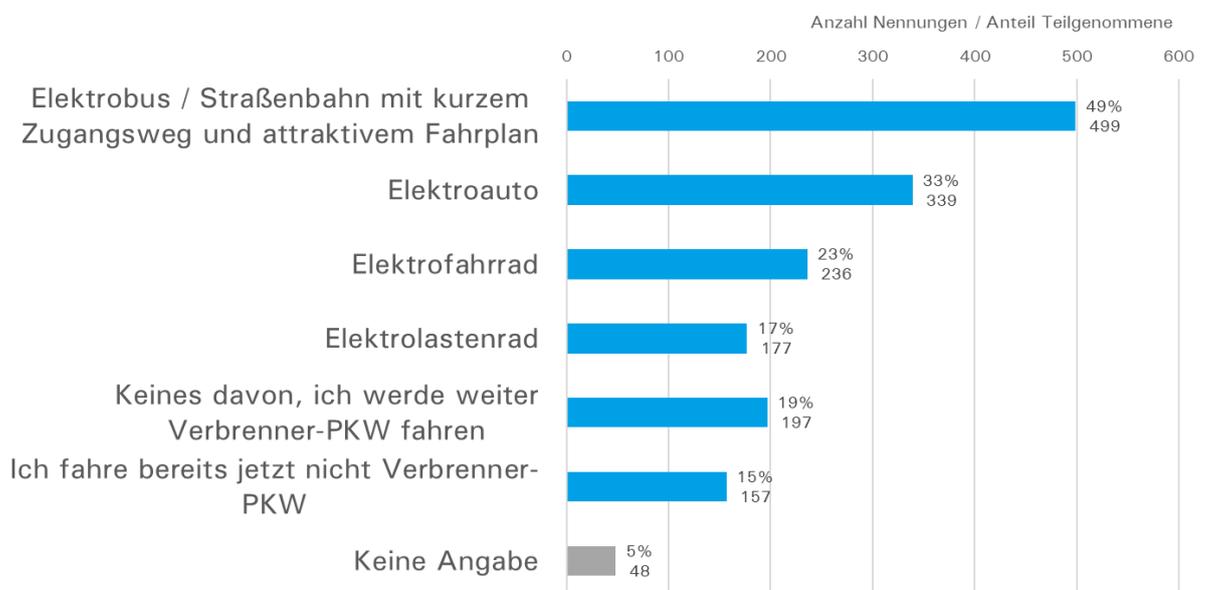


Abb. 82 notwendiges zur Verfügung stehendes Verkehrsmittel zur Vermeidung der Nutzung eines Verbrenner-Pkw (N=1.653 / 1.026 Teilnehmer*innen)

Diese Befragung zeigt, dass das Verkehrsmittelwahlverhalten außerhalb der Nutzung des Verbrenner-Pkw durchaus vielschichtig ist, aber insbesondere ein qualitativ hochwertiger und umweltfreundlicher ÖPNV als Rückgrat des städtischen Verkehrsmittelangebots von großer Bedeutung ist. Ganz unabhängig der Diskussion um den Ausbau der individuellen Elektromobilität zeigt sich, dass der ÖPNV in Magdeburg eine wesentliche Aufgabe zu erfüllen hat und die bestehende Angebotsqualität als (noch) nicht ausreichend wahrgenommen wird. Damit wird die Grundsatzentscheidung des Stadtrats aus dem Jahr 1999 zum Bau der 2. Nord-Süd-Verbindung der Straßenbahn im Nachhinein als richtig bestätigt und es zeigt sich, dass nach wie vor Investitionsbedarf zum weiteren Ausbau des ÖPNV-Netzes besteht.

Wenn Sie ein Carsharing-Fahrzeug nutzen oder Ihnen ein Dienstfahrzeug zur Verfügung gestellt würde, für welche Antriebsart würden Sie sich bevorzugt entscheiden? (Frage 10)

Sofern die Teilnehmer*innen ein Fahrzeug zur Verfügung gestellt bekommen würden (z.B. als Car-Sharing- oder Dienstfahrzeug), würden sich 40% für einen batterie-elektrischen Antrieb, 25% mit wasserstoff-elektrischen Antrieb und lediglich 15% für ein Fahrzeug mit Verbrennermotor entscheiden. 13% der Teilnehmer*innen ist die Antriebstechnologie nicht wichtig. Das Ergebnis zeigt, dass grundsätzlich eine große Offenheit gegenüber den neueren Antriebstechnologien vorhanden ist, sofern die Nutzungshürden (wie zum Beispiel das Laden) im Kern nicht selbst überwunden werden müssen.

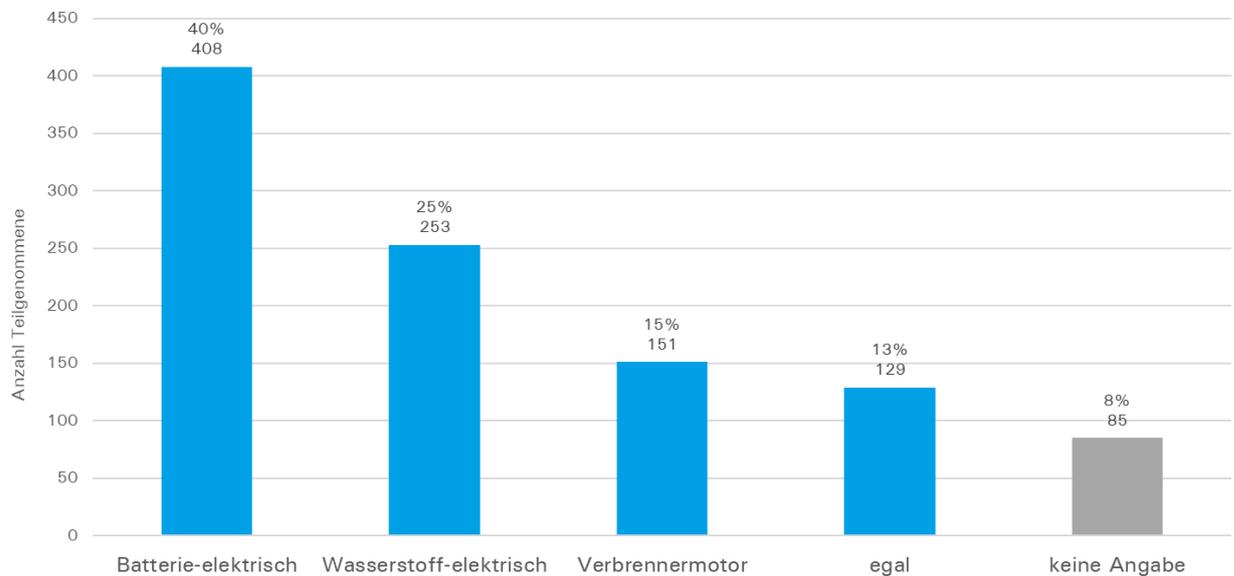


Abb. 83 favorisierte Antriebstechnologie bei zur Verfügung gestelltem Fahrzeug (N=1.026)

In welchem Bereich bzw. welchen Bereichen sehen Sie die stärksten Entwicklungspotentiale für die Elektromobilität in der LH Magdeburg? (Frage 11)

Die stärksten sektoralen Entwicklungspotentiale sahen die Teilnehmer*innen im Bereich des ÖPNV (62% der Nennungen). Dieser hohe Wert liegt vermutlich darin begründet, dass gerade im Busverkehr noch keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich klimafreundlicherer Antriebstechnologien beobachtet werden. 40% nannten den Güter- und Warenverkehr, mit der Erwartung, dass im Logistik-Sektor noch entsprechendes Potential vorhanden ist. Nach wie vor werden die KEP-Verkehre²⁶ in ihrer Tendenz zunehmen und belasten die Innenstädte und sensiblen Wohnbereiche zusehends. Hier kann der Einsatz kleinerer Fahrzeugeinheiten mit einem elektronischen Antrieb viel bewirken. Etwa eine/einer von drei Teilnehmer*innen sehen im Bereich des Radverkehrs bzw. im Kraftfahrzeugsektor noch weitere Potentiale, die gehoben werden sollten. Dass der Großteil der Befragten hier keine stärkeren Entwicklungspotentiale mehr erwartet, hängt womöglich damit zusammen, dass die eingesetzten Technologien (E-Autos und E-Bikes bzw. Pedelecs) bekannt sind und im Alltag beobachtet werden können.

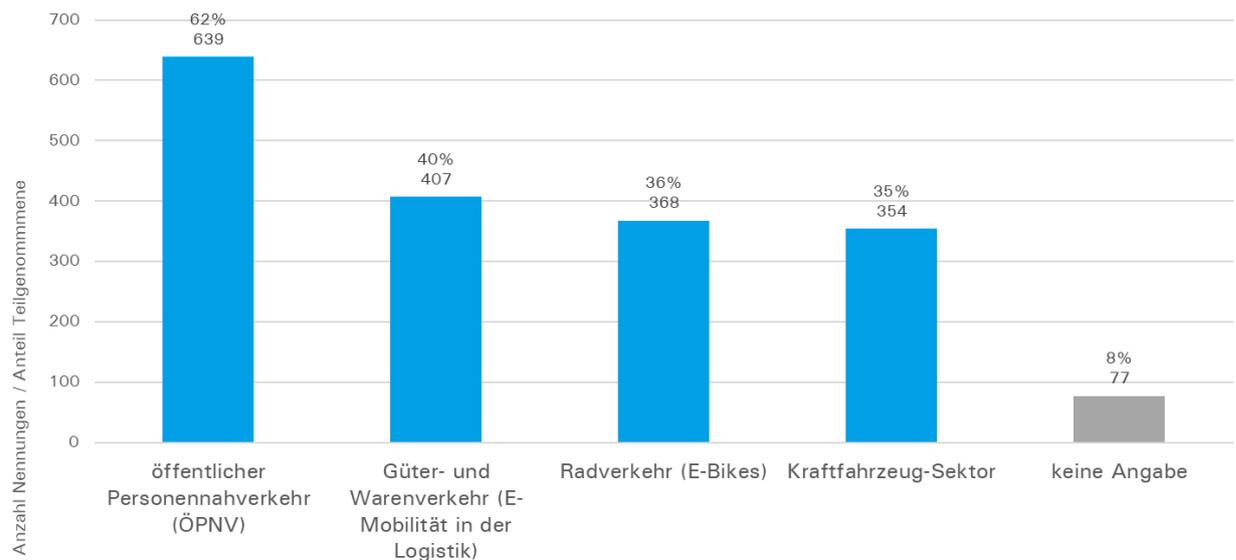


Abb. 84 Wahrgenommene Entwicklungspotentiale für die Elektromobilität in der LH Magdeburg (N=1.845 / 1.026 Teilnehmer*innen)

Am Ende der Befragung wurden die Teilnehmer*innen in einer offenen Fragestellung gebeten noch weitere Hinweise bzgl. der Elektromobilität in der LH Magdeburg zu geben. Die einzelnen Nennungen wurden geclustert und entsprechend ihrer Kernaussagen in Abb. 85 dargestellt.

Die meisten Einzelnennungen gab es hinsichtlich des Wunsches nach besserer Radinfrastruktur (61 Nennungen). Gerade Nutzer*innen von Pedelecs haben höhere Anforderungen an die Infrastruktur, da in der Regel

²⁶ Kurier-Express-Paket

schneller gefahren wird und dementsprechend ein höherer Wunsch nach Sicherheit besteht. Zusätzlich steigt bei der Nutzung von höherpreisigen Fahrrädern auch der Wunsch nach entsprechend sicheren Radabstellanlagen. In 44 Nennungen wurde der Wunsch nach dem Ausbau der kommunalen Ladeinfrastruktur noch einmal verstärkt ausgedrückt. Insbesondere Wünschen sich Personen aus Gebieten mit Mehrfamilienhausbesatz eine entsprechende Bereitstellung von Ladeinfrastruktur (31 Nennungen). Erstaunlich ist auch, dass eine insgesamt hohe Zahl von Nennungen (43) abgegeben worden ist, aus denen hervorgeht, dass nach Meinung der vieler Teilnehmer*innen die Mobilität in der LH Magdeburg für das Erreichen der Ziele der Verkehrswende ganzheitlicher betrachtet und umgesetzt werden sollte. Bei dem Thema Bezahlung und Preise gab es 27 Nennungen, in denen der Wunsch nach erschwinglicheren Ladekosten geäußert und ebenfalls der Einsatz von praktikableren Bezahlssystemen gefordert wurde (12 Nennungen). In 25 Nennungen wurde noch einmal deutlich, dass der qualitative Ausbau des ÖPNV als wesentlicher Teil des städtischen Mobilitätsangebots gewünscht wird. Ebenfalls gab es 26 Nennungen in denen der Wunsch geäußert wurde, dass mehr Investitionen und eine größere Fokussierung auf die Wasserstofftechnologie erfolgen sollen, womöglich mit dem Wunsch dahinter, dass das Alltagsverhalten beim Tanken von Wasserstoff noch stärker dem Tanken von herkömmlichen Treibstoffen ähnelt. In mehreren weiteren Nennungen (39 Nennungen in drei Kategorien) wurden ökologische und sozioökologische Bedenken hinsichtlich der Herstellung und Entsorgung der benötigten Batterien geäußert. Weitere genannte Themenschwerpunkte hinsichtlich der E-Mobilität mit einer geringeren Anzahl an Nennungen, wie z.B. der Wunsch des Angebots von Ökostrom an den Ladesäulen, sind der Abb. 85 zu entnehmen.

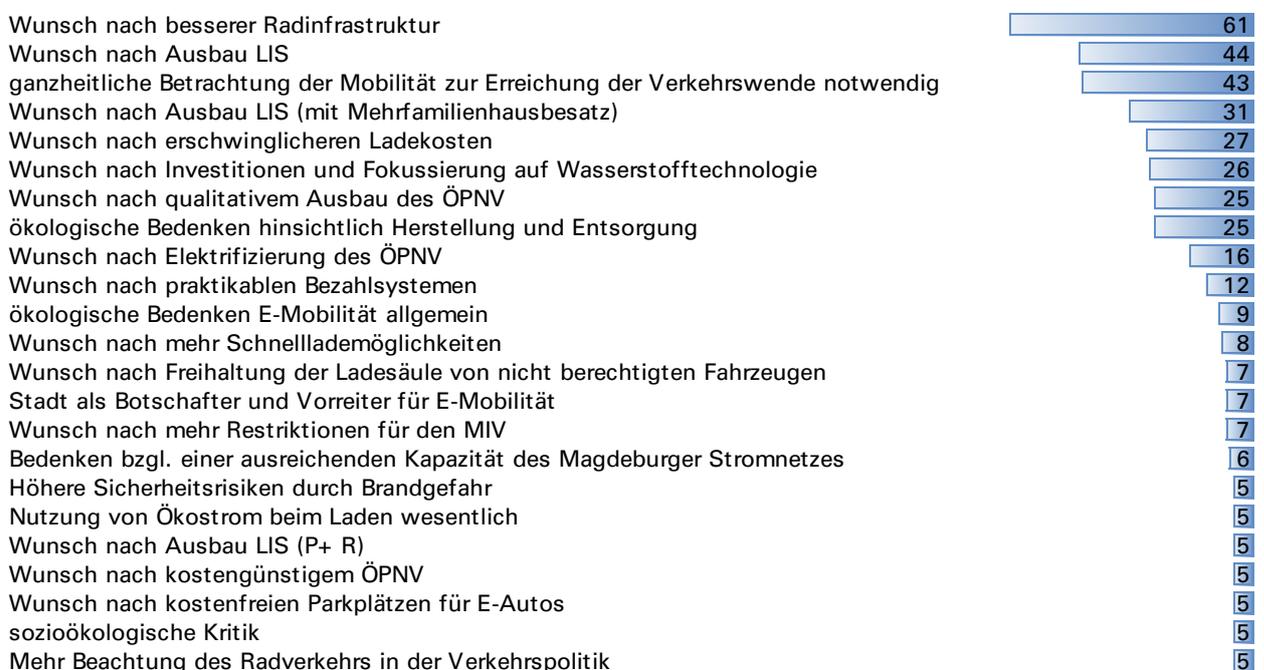


Abb. 85 Weitere Anmerkungen (kategorisierter Freitext ab fünf Nennungen) hinsichtlich der Elektromobilität in Magdeburg (N=504 Nennungen / 373 Teilnehmer*innen)

10.5 Kombinierte Fragestellungen

Mit der erhobenen Datenbasis aus der Online-Befragung lassen sich kombinierte Fragestellungen generieren, die noch einmal einen tiefergehenden Erkenntnisgewinn aus identifizierten Zusammenhängen ermöglichen. So kann zum Beispiel untersucht werden, wie einzelne Personengruppen (z.B. in Abhängigkeit der Wohnsituation) auf einzelnen Fragestellungen unterschiedlich geantwortet haben.

Zum Beispiel kann in Abb. 86 ein klarer Zusammenhang zwischen der geplanten Anschaffung bzw. der Nutzung eines E-Fahrzeuges und der Wohnsituation festgestellt werden. Die Personengruppen, die bereits ein E-Fahrzeug gebrauchen, leben zu 58% in einem Einfamilien-, Doppel- oder Reihenhaus, 41% hingegen in einem Mehrfamilienhaus. Ebenfalls interessant ist, dass 53% der Teilnehmer*innen, die in Mehrfamilienhäusern leben eine Anschaffung oder ein Leasing planen, dies aber „nur“ durch 45% der Teilnehmer*innen, die in einem Einfamilien-, Doppel- oder Reihenhaus leben, bestätigt wurde. Hier liegen die Anteile also wesentlich dichter beieinander. Deutlicher ist die Aufteilung bei der Aussage, ob die Teilnehmer*innen weiter mit einem Fahrzeug mit Verbrenner-Motor unterwegs sein möchten und keinen „Umstieg“ planen. Dies trifft auf 60% der Teilnehmer*innen, die in einem Mehrfamilienhaus wohnen zu und nur auf 35% der Teilnehmer*innen in einer Wohnsituation, die das Abstellen und Laden auf eigenem Grund ermöglicht. Dieser Zusammenhang zeigt deutlich, dass für Personen in Mehrfamilienhäusern wesentlich höhere Nutzungshürden vorhanden sind. Es gilt, die durch verschiedene Wohnsituationen bestehende Hürden so zu minimieren, dass einzelne Personengruppen nicht wesentlich benachteiligt sind.

Anzahl von Frage 6.1 Wohnsituation (form)	Spaltenbeschriftungen	
	Einfamilienhaus, Doppelhaushälfte oder Reihenhaus	Mehrfamilienhaus
Zeilenbeschriftungen		
ich gebrauche bereits eines	58%	41%
ja, ich plane eine Anschaffung / ein Leasing eventuell, bin mir aber nicht sicher	45%	53%
nein, ich werde weiter ein Fahrzeug mit Verbrennermotor fahren/nutzen	35%	60%
Gesamtergebnis	43%	54%

Abb. 86 Zusammenhang von geplanter Anschaffung eines E-Fahrzeuges und der Wohnsituation

Dieser aufgedeckte Zusammenhang wird noch einmal in der Frage nach einem verfügbaren Kfz-Stellplatz (vgl. Abb. 87) verdeutlicht. 85% der Teilnehmer*innen, die bereits ein E-Fahrzeug gebrauchen, verfügen auch über einen eigenen Stellplatz. Der Anteil ohne eigenen Stellplatz ist mit 14% wesentlich geringer und zeigt in diesem Bereich eine der zentralen Nutzungshürden auf.

Anzahl von Frage 6.2 Kfz-Stellplatz (form) Zeilenbeschriftungen	Spaltenbeschriftungen	
	ja	nein
ich gebrauche bereits eines	85%	14%
ja, ich plane eine Anschaffung / ein Leasing	68%	30%
eventuell, bin mir aber nicht sicher	66%	33%
nein, ich werde weiter ein Fahrzeug mit Verbrennermotor fahren/nutzen	65%	32%
Gesamtergebnis	70%	28%

Abb. 87 Zusammenhang von geplanter Anschaffung eines E-Fahrzeuges und der Stellplatzverfügbarkeit

Ebenfalls ist interessant, dass 60% der Teilnehmer*innen, die bereits ein E-Auto nutzen sehr zufrieden sind mit der vorhandenen Ladeinfrastruktur, 32% sind dies nicht. Bei der Gruppe, die eine Anschaffung oder ein Leasing planen, ist hinsichtlich der Bewertung der vorhandenen Ladeinfrastruktur durchaus (was die ähnlichen Bewertungsanteile zeigen) eine größere Streuung erkennbar. Hier zeigt sich, dass schlichtweg die praktische Alltagserfahrung fehlt. Die Personengruppe, die sich durchaus eine Anschaffung vorstellen kann aber noch unsicher ist, zeigt deutlich, dass diese Thematik aus Sicht der zweiten Reihe noch nicht beurteilbar scheint.

Anzahl von Frage 1.2 Zufriedenheit Zeilenbeschriftungen	Spaltenbeschriftungen		
	ich gebrauche bereits eines	ja, ich plane eine Anschaffung / ein Leasing	eventuell, bin mir aber nicht sicher
sehr zufrieden	60%	20%	20%
teilweise zufrieden	43%	24%	33%
nicht zufrieden	32%	37%	32%
das kann ich nicht beurteilen	2%	34%	65%
Gesamtergebnis	31%	33%	36%

Abb. 88 Zusammenhang von Zufriedenheit mit der Ladeinfrastruktur und (geplanter) Aktivität der Nutzung eines E-Fahrzeuges

Die in diesem Unterkapitel getätigten Auswertungen zeigen, dass hinsichtlich des Ausbaus der E-Mobilität der Fokus insbesondere auf die Personengruppe in Mehrfamilienhäusern gelegt werden muss; denn die Auswertungen zeigen hier deutlich den bestehenden Standortnachteil, wengleich ein großes Potential vorhanden ist. Hier sind z.B. Akteure wie Wohnbaugenossenschaften gefragt, Angebote in Parkgaragen anzubieten und Lademöglichkeiten nachzurüsten. Dort wo das Abstellen und Laden des Fahrzeuges aufgrund der vorhandenen Baustruktur nur im öffentlichen Straßenraum möglich ist (z.B. in Gründerzeitvierteln) ist beim Aufbau der Ladeinfrastruktur zu berücksichtigen, dass gebündelte Angebote geschaffen werden (vgl. Kapitel 6).

10.6 Standortwünsche Ladesäulen

Im Rahmen des online durchgeführten Beteiligungsprozesses wurden mit einem kartografischen Tool die Standortwünsche der Teilnehmer*innen erfasst. Dabei wurden gut 1.000 Nennungen berücksichtigt; jede/jeder Teilnehmer*in hatte dabei die Möglichkeit bis zu 3 Standortnennungen abzugeben.

In Abb. 89 lässt sich das Ergebnis erfassen. Mittels einer „Heat-Map“-Darstellung wurde jede Einzelnennung erfasst. Räumliche Überlagerungen von einzelnen Nennungen werden in einer intensiveren Farbe dargestellt.

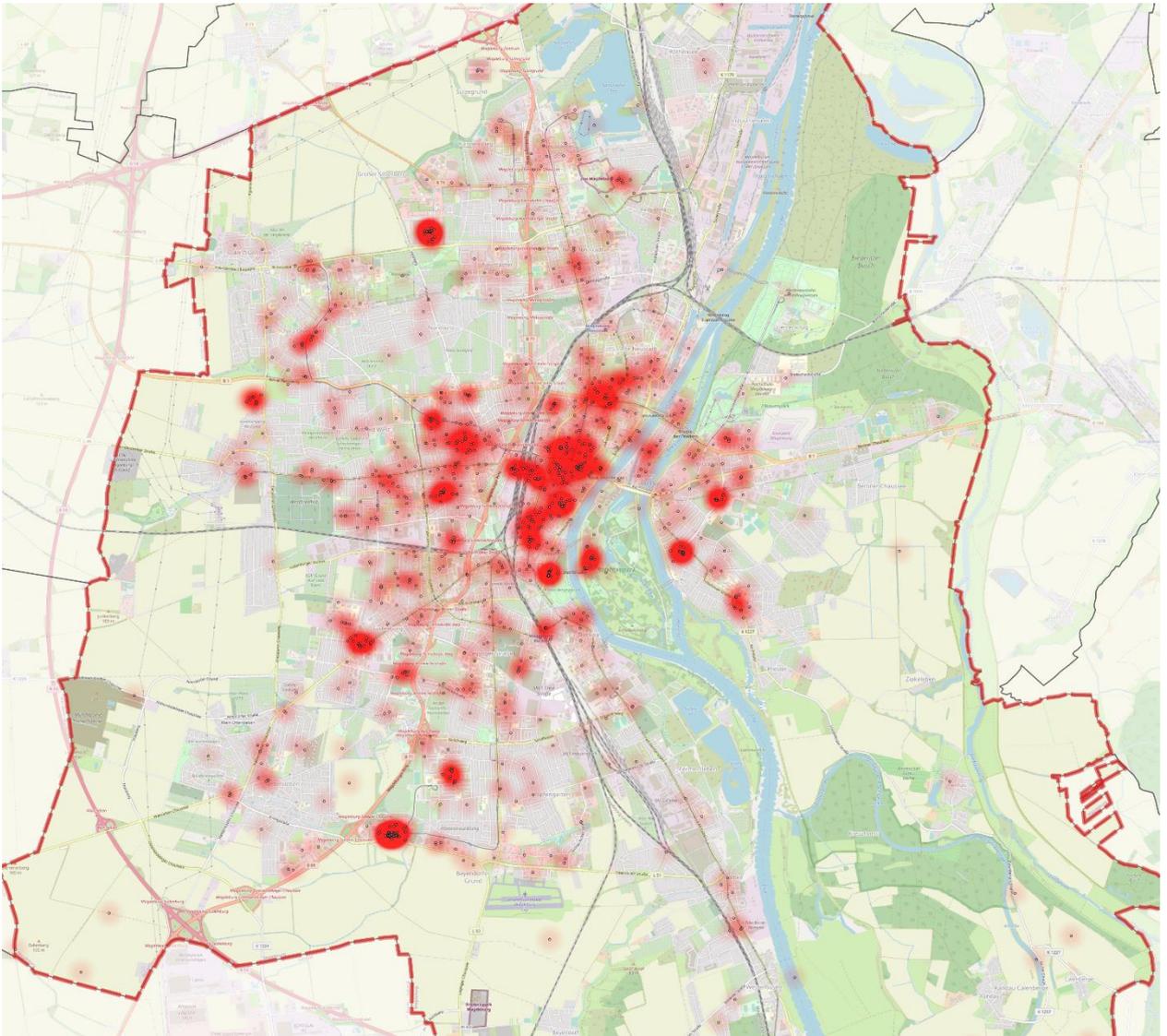


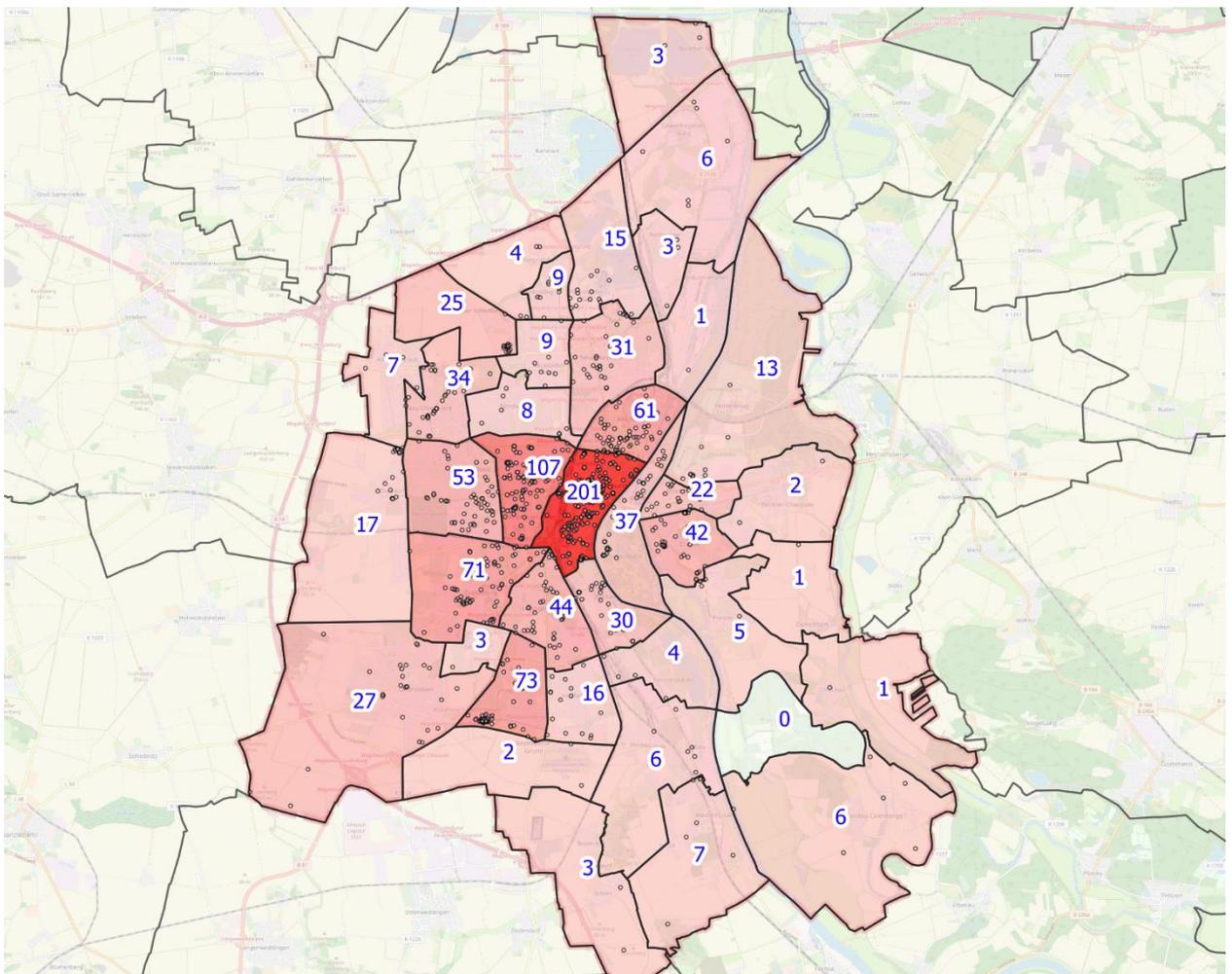
Abb. 89 Heatmap der Standortwünsche für Ladeinfrastruktur (je mehr Überlagerungen von Wünschen desto kontrastreicher)

Es zeigt sich, dass viele Standortwünsche im zentralen Magdeburger Innenstadtbereich verortet sind. Hier ist also der Wunsch von (potentiellen) Nutzer*innen erkennbar, dass gerade während Erledigungen und Einkäufen die Zeit für das Zwischenladen genutzt werden will.

Punktkumulationen außerhalb des Zentrums sind insbesondere an Orten mit Versorgungsfunktionen verortet, z.B. an Nahversorgungszentren, Supermärkten oder Veranstaltungsorten. Standortwünsche im Umgriff des Zentrums, die vermehrt über die vielen Wohnquartiere verteilt sind zeigen hier eine stärkere räumliche Heterogenität aber gleichermaßen die Notwendigkeit, auch hier ein flächendeckendes Angebotsnetz zu schaffen.

In Abb. 90 ist die Anzahl der Standortwünsche je Stadtteil dargestellt und die Quantität in einer entsprechenden farblichen Abstufung unterteilt. Folgende Stadtteile haben hier die meisten kumulierten Standortwünsche (in Klammern) erhalten:

1. Altstadt (201)
2. Stadtfeld Ost (107)
3. Reform (73)
4. Sudenburg (71)
5. Alte Neustadt (61)
6. Stadtfeld West (53)
7. Leipziger Straße (44)
8. Cracau (42)
9. Werder (37)
10. Neu Olvenstedt (34)



11 Weitergehende Hinweise

Die hier dargestellten Inhalte zum Elektromobilitätskonzept und die getätigten Prognosen basieren auf dem heute bekannten Kenntnisstand. Die Elektromobilität befindet sich derzeit in einem schnelllebigen Entwicklungsfeld, wo nicht nur technologische Neuerungen und Innovationen an der Tagesordnung stehen, sondern auch (verkehrs-)politische Rahmenbedingungen auf europäischer oder nationaler Ebene die Dynamik (z.B. hinsichtlich des Hochlaufs) maßgeblich beeinflussen. Dementsprechend müssen die mittel- und langfristigen Prognosen (auf nationaler sowie lokaler Ebene) an den tatsächlichen zukünftigen Entwicklungspfaden und Trends überprüft werden. Je nach technischer oder politischer Notwendigkeit gilt es, das Konzept in einigen Jahren fortzuschreiben. Zum Beispiel ist die verwendete Methodik zur Erarbeitung des Standortkonzepts zu überprüfen und ggf. an das sich durchsetzende Nutzerverhalten anzupassen; genauso die Prognosen zu den Bedarfszahlen für die zukünftige Ladeinfrastruktur.

Dort wo sich im privaten Individualverkehr zunächst die batterieelektrische Antriebsphilosophie durchgesetzt hat, ist im Bereich der Nutzfahrzeuge (z.B. Abfallwirtschaftsbetriebe) und Personenbeförderung (ÖPNV, Omnibusverkehr) noch kein eindeutiger Trend erkennbar. Hier deutet sich zum Beispiel für die bisweilen noch komplexere Brennstoffzellentechnologie ein potentiell skalierbares Einsatzfeld ab. In diesen Bereichen sind insbesondere die Erfahrungen durch ressourcenstärkere Metropolen und Städte zu beobachten und für die eigenen Investitionspläne zu verwerten.

Grundsätzlich ist es von wesentlicher Bedeutung die Elektromobilität nicht nur im Rahmen einer „Antriebswende“ zu denken, sondern diese anhand der Zielsetzungen einer „Verkehrswende“ zu entwickeln und umzusetzen.