



LADEINFRASTRUKTURKONZEPT DER STADT WOLFSBURG

RAHMENBEDINGUNGEN UND ZIELE ZUM
WEITEREN AUSBAU



Herausgeber: Stadt Wolfsburg
Der Oberbürgermeister
Referat Strategische Planung, Stadtentwicklung, Statistik
Porschestraße 49
38440 Wolfsburg

www.wolfsburg.de/stadtentwicklung

Autoren: Noreen E. Werner
André Müller- le Plat

Stand: November 2016

Nachdruck: auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe gestattet



AUSZUG AUS DER ELEKTROMOBILITÄTS-STRATEGIE DER STADT WOLFSBURG

Handlungsfeld Ladeinfrastruktur. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur trägt in vielerlei Hinsicht zur Diffusion von Elektromobilität bei. Dazu gehören die Reichweitenverlängerung, die Sensibilisierung für Elektromobilität in der Bevölkerung, die Schaffung psychologischer Effekte der Versorgungssicherheit und die wirtschaftliche Tragfähigkeit bei der Errichtung an aufkommensstarken Standorten (Fornahl et al. 2011). Der Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur ist bisher durch die Organisation auf kommunaler bzw. regionaler Ebene sowie durch Fördermittel gekennzeichnet (siehe Rahmenprojekt „SLAM“). Auch wenn es perspektivisch nicht Aufgabe der Kommunen im Rahmen ihrer Daseinsvorsorge sein dürfte für eine flächendeckende Ladeinfrastruktur zu sorgen, kommt den Gebietskörperschaften als Adressat von Förderprogrammen sowie aufgrund stadtplanerischer und ordnungsrechtlicher Befugnisse gegenwärtig doch eine wichtige Rolle zu. Generell wird die Mehrheit der an öffentlichen und halböffentlichen Standorten zugänglichen Ladestationen von Energieversorgern betrieben. Der Ladestrom ist dabei meist kostenlos verfügbar. Das mittelfristige Ziel besteht allerdings darin, tragfähige wirtschaftliche Geschäftsmodelle für den Betrieb der Ladeinfrastruktur zu entwickeln. Darüber hinaus wird auch der Aufbau von sog. Wallboxen für das Laden zu Hause unterstützt, da 85 % (NPE 2015) bis 95 % (VDE 2015) der potenziellen Nutzer Elektrofahrzeuge zu Hause oder am Arbeitsplatz laden wollen.

Handlungsfeld Abrechnungs- und Betreiberkonzept. Das Handlungsfeld zielt auf die Verbesserung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit von elektromobilen Dienstleistungen und alternative Abrechnungs- und Betriebsmodelle im Allgemeinen. Perspektivisch stellt der Bezug speziell auf ein Abrechnungs- und Betreiberkonzept für die Ladeinfrastruktur ein strategisch wichtiges kommunales Handlungsfeld dar¹. Die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Ladeinfrastruktur richtet sich nach der Auslastung und technischen Tragfähigkeit der Ladestationen. Für die Akzeptanz bei den Nutzern sind sichere und einfach zu bedienende Ladestationen zu errichten. Um eine nutzerzentrierte Energielieferung und Abrechnung zu erreichen, müssen der Nutzer und das Fahrzeug identifiziert werden. Zur Verrechnung der Netznutzungsgebühr ist zudem die Identifikation der Ladesäule erforderlich. Laut VDE (2015) steht im öffentlichen Be-

¹ Abrechnungs- und Betreiberkonzepte werden auch in den anderen Handlungsfeldern zukünftig einen wirtschaftlichen Beitrag zur Diffusion von Elektromobilität leisten (z. B. e-Sharingangebote, kommunale e-Flotte, etc.).

reich zwar eine entsprechende Netzinfrastruktur zur Verfügung, aber es fehlen ausreichend Ladeanschlüsse. Im privaten Bereich ist eine separate Abrechnung und Kostenaufteilung des Ladestroms (z. B. in Mehrfamilienhäusern, Betriebsparkplätzen) bislang nicht möglich. Mit den verschiedenen Abrechnungsmodellen (Abrechnung pro Kilowattstunde, Pauschalpreis, Flatrate, etc.) und IKT-Lösungen der LIS-Betreiber entstand deutschlandweit eine Reihe von Insellösungen, die überwiegend nur nach Abschluss von Verträgen mit dem LIS-Betreiber oder Dritten genutzt werden können. Eine Normung und Standardisierung auf Bundesebene erscheint für die Akzeptanz und Diffusion von Elektromobilität von zentraler Bedeutung zu sein.

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
TABELLENVERZEICHNIS	IX
ZUSAMMENFASSUNG	10
1 EINLEITUNG	13
2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND METHODISCHES VORGEHEN BEI DER BEDARFSERMITTLUNG	14
2.1 Begriffsbestimmung	14
2.2 Methodisches Vorgehen bei der Bedarfsermittlung	15
3 BEDARFSERMITTLUNG LADEINFRASTRUKTUR FÜR WOLFSBURG	16
3.1 Bisheriger Ladeinfrastrukturaufbau	16
3.2 Entwicklung von Fahrzeugbestand und Ladeinfrastrukturbedarf bis 2025	16
3.3 Entwicklung der bisherigen Auslastung	19
4 LADETECHNIK UND KOSTEN	19
4.1 Ladetechnik	19
4.2 Kosten	22
4.3 Empfehlung zu Ladetechnik und Kosten	23
5 BETREIBERMODELLE UND ZUGANGSKONZEPTE	23
5.1 Betreibermodelle	23
5.2 Zugangskonzept	27
5.3 Empfehlung Betreibermodelle und Zugangskonzepte	28
6 STANDORTKONZEPT	30
6.1 Bedarfsermittlung nach Flächenkategorien	30
6.2 Generelle räumliche Bedarfsermittlung	31
6.3 Besondere räumliche Bedarfsermittlung (Standortanalyse).....	34
6.4 Qualitätskriterien für Investoren beim Aufbau der Ladeinfrastruktur in Wolfsburg	36
6.5 Standortbewertung.....	37
6.6 Empfehlungen im Überblick	38
7 LADEINFRASTRUKTUR IN WOHNGEBIETEN UND DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT	41
7.1 Voraussetzungen zum Aufbau im Überblick.....	41
7.2 Vorüberlegungen im Einzelnen	41
7.2.1 Anzahl notwendiger Ladesäulen	41
7.2.2 Weitere Stellplatzanforderungen	42

7.2.3	Einflussnahme seitens der Kommune.....	43
7.2.4	Anforderungen seitens der Energieversorgung.....	44
7.2.5	Zusätzliche Kosten und Anforderungen	44
7.2.6	Abrechnungsmodelle	44
7.2.7	Basiskennzahlen Ladesäulen	46
LITERATUR.....		47
MELDEBOGEN FÜR DIE INSTALLATION ODER AUßERBETRIEBNAHME VON LADEINFRASTRUKTUR FÜR ELEKTROFAHRZEUGE IN DER STADT WOLFSBURG		49

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Verteilung der Ladestandorte im Stadtgebiet	17
Abbildung 2: Pkw-Bestand in Wolfsburg 2015 und 2025	17
Abbildung 3: Anschlusstypen für Elektrofahrzeuge im Massenmarkt.....	21
Abbildung 4: Kosten- und Leistungsdaten der Ladetechnik	22
Abbildung 5: Funktionsweise des Ein-Lieferanten-Modells	24
Abbildung 6: Funktionsweise des Bereitstellungsmodells	25
Abbildung 7: Funktionsweise des Durchleitungsmodells	26
Abbildung 8: Matrix zur Einordnung der Zugangs- und Betreibermodelle	27
Abbildung 9: Übersicht über Standorttypen und prognostizierte Bedarfe für Wolfsburg	32
Abbildung 10: Standortpotenziale für Ladeinfrastruktur aus der Überlagerung von Einwohnerzahlen, Einzelhandelsstandorten und Infrastruktur	33
Abbildung 11: Bewertungsmatrix zur Prüfung potenzieller Ladestandorte	39

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bestand und Ausbaubedarf LIS	17
Tabelle 2: Auslastung der Wolfsburger Ladeinfrastruktur im Bestand 2015/2016	18
Tabelle 3: Einflussnahme beim Aufbau von Ladeinfrastruktur	31
Tabelle 4: Zielerreichungsgrade ausgewählter Nahversorgungszentren in Wolfsburg	36
Tabelle 5: Zusammenfassung der Empfehlungen zum Ausbau der Ladeinfrastruktur	40

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ladeinfrastrukturkonzept beschreibt Rahmenbedingungen und Ziele für eine bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur (LIS) in Wolfsburg im Zeitraum 2016 bis 2025 und gibt praktische Hilfestellungen bei der Ausbauplanung für die unterschiedlichen Akteure. Gegenstand der Betrachtung ist die Ladeinfrastruktur für den motorisierten Individualverkehr (MIV), der gegenwärtig einen Großteil der verkehrsbedingten Belastungen in Wolfsburg verursacht. Das Ziel der Stadt Wolfsburg besteht u.a. deshalb darin, Elektromobilität zu fördern. Als Voraussetzung zur Diffusion von Elektromobilität wird die Schaffung einer bedarfsgerechten privaten wie (halb-)öffentlichen Ladeinfrastruktur angesehen.

Aufgrund der Zielsetzung der Stadt Wolfsburg bis 2025 einen Anteil an Elektro- und Hybridfahrzeugen am gesamten Pkw-Zulassungsbestand von 50 % (ca. 77.000 Fahrzeuge) zu erreichen, entsteht bei der Annahme eines Verhältnisses von einem Ladepunkt pro zehn e-Fahrzeuge (1:10) rechnerisch ein Gesamtbedarf von etwa 7.700 Ladepunkten im Stadtgebiet. 85 % des Bedarfs entstehen im privaten Raum (zu Hause, beim Arbeitgeber oder auf privaten Stellplätzen), die übrigen 15 % im halböffentlichen und öffentlichen Raum. Da für das Laden zu Hause und auch überwiegend beim Arbeitgeber eher ein Verhältnis von 1:1 angenommen werden muss, wird der Ladepunktebedarf im privaten Bereich wesentlich höher ausfallen. Während sich hier die privaten Eigentümer bzw. Arbeitgeber mehrheitlich selbst um die entsprechende Ladeinfrastruktur kümmern werden, sind im halböffentlichen und öffentlichen Bereich wirtschaftliche Betreibermodelle und Ausbaukonzepte gefordert.

Dabei gilt es für Wolfsburg eine bedarfsgerechte (halb-)öffentliche Ladeinfrastruktur aufzubauen, die hinsichtlich einer einheitlichen Anschlussstechnik sowie einfacher und interoperabler Zugangs- und Abrechnungsmöglichkeit einen vom Nutzer akzeptierten und für den Betreiber wirtschaftlichen Betrieb ermöglicht. In Bezug auf die Anschlussstechnik sind seit Juni 2016 verpflichtende Standards durch den Gesetzgeber zugunsten des Angebotes von langsameren AC-Laden (Typ 2) und für schnelleres DC-Laden (CCS) definiert worden (LSV 2016). In einem nächsten Schritt soll das Angebot eines Direktzugangs- und Bezahlsystems (ad hoc) verpflichtend werden, um Zugang und Abrechnung an der Ladesäule ohne vorherige Vertragsbindung und Einsatz eines bestimmten Zugangsmediums zu ermöglichen. In Wolfsburg soll der Zugang zu den Ladesäulen auch über gängige Roamingplattformen möglich sein. In Kombination beider Varianten (ad hoc und Roaming) kann eine Zugangs- und

50% Elektrofahrzeuge im Zulassungsbestand und rund 7.700 Ladepunkte

Ladeinfrastrukturbedarfe unterscheiden sich nach öffentlichem, halböffentlichem und privaten Raum

Nötig sind interoperable Zugangs- und Abrechnungssysteme im europäischen Maßstab

Abrechnungslösung mit hoher räumlicher und technischer Interoperabilität etabliert werden. Für Parkhäuser, in denen überwiegend kostengünstigere Wallboxen, in der Regel ohne Internetanbindung, vorhanden sind, sollen der Zugang und die Abrechnung über das Parkticket eine wirtschaftliche Alternative bieten. Auf öffentlichen Flächen im Eigentum der Stadt können regulatorische Maßnahmen zugunsten eines zielgerichteten Ladeinfrastrukturaufbaus angewendet werden. Für private sowie halböffentliche Flächen, für die in der Stadt keine eigene Rechtsetzung oder bestehende Regelungen angewendet werden kann, können über Ansprache und Kooperationen Anreize zugunsten von Ladeinfrastruktur im Wohnungsbau oder auf Flächen von Handel und Gewerbe geschaffen werden. Um diese Möglichkeiten zur Anwendung zu bringen und die Verfahren zu unterstützen, wird ein Standortkonzept mit einer für alle identifizierten Flächen einheitlich anwendbaren Bewertungsmatrix bereitgestellt. Die Bewertungsmatrix ermöglicht den Vergleich der Standorte, wodurch die zum Aufbau geeigneten Standorte nach deren Priorität und unter Angaben der geeigneten Ladetechnik und Kosten geordnet werden können. Dadurch kann die Planung beschleunigt und ein möglicher finanzieller Mitteleinsatz besser gesteuert werden. Ein weiterer Fokus wird auf die Wohnbauoffensive Wolfsburgs und den Aufbau der Ladeinfrastruktur in Neubaugebieten gelegt.

Zusammenfassend sind für das Konzept folgende Zielsetzungen beim Aufbau eines bedarfsgerechten Ladesäulennetzes bis 2025 wesentlich:

Qualitätskriterien für Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum

- Bedarfsgerechter Ladeinfrastrukturausbau im gesamten Stadtgebiet
 - Priorität 1: Halböffentlicher Raum
 - Priorität 2: Öffentlicher Raum
 - flankierend dazu privater Raum
- Zugänglichkeit zu Ladesäulen jederzeit und für Jedermann
- Einheitliche Standards für die Anschlusstechnik (Steckertypen Typ 2/ CCS entsprechend der LSV)
- Hoher Grad an Interoperabilität der Zugangs- und Abrechnungssysteme mindestens in bundesweitem Rahmen, idealerweise in europäischem Rahmen
- Vorhalten eines Direktzugangs- und Bezahlsystems ohne vorherige Vertragsbindung mit anbieterspezifischem Zugangsmedium für alle Ladesäulen (entspricht LSV)
- Ausschließliche Verwendung von Strom aus regenerativen Quellen
- Stadtbildverträglichkeit

- Meldung neu errichteter Ladepunkte im öffentlichen und halböffentlichen Raum an zentraler Stelle in der Stadtverwaltung Wolfsburg

Das Konzept wird flankierend zur Elektromobilitätsstrategie der Stadt Wolfsburg platziert und unterstützt als Arbeitshilfe kommunale Stellen und Projektpartner bei der Steuerung eines stadtweiten Ladeinfrastrukturaufbaus. Es soll auch Investoren und Infrastrukturbetreibern als Hilfestellung bzw. als Grundlage für Kooperationen zwischen dem Konzern Stadt und externen Investoren dienen.

1 EINLEITUNG

Die Stadt Wolfsburg hat sich das Ziel gesetzt, Elektromobilität in einem umfassenden und integrierten Ansatz zu fördern. Bis 2025 soll Wolfsburg Modell- und Referenzstadt für Elektromobilität werden (Stadt Wolfsburg 2016). Die Steuerung des Ladeinfrastrukturausbaus ist Teil einer klima- und stadtverträglichen Mobilität und trägt insgesamt zu den energie- und klimapolitischen Zielen bei. Auch kommt der Stadt eine wesentliche Rolle als Planungs- und Genehmigungsbehörde zu, wobei Querschnittsbereiche der Elektromobilität wie Verkehr, Bauen, Wohnen oder Digitalisierung tangiert werden. Somit können Kommunen entscheidenden Einfluss auf eine stadtweite und nutzerorientierte Entwicklung von Elektromobilität nehmen.

Wolfsburg als eine Modell- und Referenzstadt für Elektromobilität in einem integrierten Ansatz

Das vorliegende Konzept beschreibt die Rahmenbedingungen, Ziele und Maßnahmen für einen bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur (LIS) im gesamten Stadtgebiet von Wolfsburg. Dabei wird der Personenindividualverkehr betrachtet, der gegenwärtig als motorisierter Individualverkehr (MIV) für einen Großteil der verkehrsbedingten Belastungen in Wolfsburg verantwortlich ist.

Rahmenbedingungen, Ziele und Maßnahmen für den Ausbau der Ladeinfrastruktur

Zur Einschätzung des weiteren Vorgehens im Rahmen der Ladeinfrastrukturförderung erfolgt zunächst eine Erläuterung zum räumlichen Einflussbereich des Ladeinfrastrukturkonzepts. Anschließend wird das methodische Vorgehen zur Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an Lademöglichkeiten erläutert und eine Bedarfseinschätzung vorgenommen. Im Anschluss daran werden unterschiedliche Ladetechniken, Kosten, Betreibermodelle und Zugangskonzepte beschrieben sowie Empfehlungen für Wolfsburg ausgesprochen. Das folgende Standortkonzept gibt einen Überblick über besonders geeignete Standorte zum Aufbau von Ladepunkten im öffentlichen und halböffentlichen Raum und differenziert dabei nach Standorten für das schnelle und langsame Laden. Zum Abschluss werden generelle Empfehlungen und Anforderungen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Wohngebieten zusammenfassend dargestellt.

2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND METHODISCHES VORGEHEN BEI DER BEDARFSERMITTLUNG

2.1 Begriffsbestimmung

Das Ladeinfrastrukturkonzept der Stadt Wolfsburg sieht einen bedarfsgerechten Aufbau von Lademöglichkeiten im gesamten Stadtgebiet vor. Das Konzept kann direkt Bezug und Einfluss auf die Errichtung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum nehmen. Im Gegensatz dazu besitzt das Konzept auf die Errichtung von Lademöglichkeiten im halböffentlichen und privaten Raum nur einen begrenzten, empfehlenden Charakter.

Als öffentlicher Raum (auch öffentlicher Bereich) werden im Ladeinfrastrukturkonzept Räume bezeichnet, die aus einer öffentlichen Verkehrs- oder Grünfläche und angrenzenden privaten oder öffentlichen Gebäuden bestehen. Voraussetzung ist, dass die Fläche einer Gemeinde oder einer Körperschaft des öffentlichen Rechts gehört, der Öffentlichkeit uneingeschränkt zugänglich ist und von der Gemeinde bewirtschaftet und unterhalten wird. Im Allgemeinen fallen öffentliche Verkehrsflächen für Fußgänger, Fahrrad- und Kraftfahrzeugverkehr, aber auch Parkanlagen und öffentlich zugängliche Plätze darunter.

Öffentlicher Raum

Halböffentliche Räume befinden sich auf privatem Grund, können allerdings von einem unbestimmten oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbar Personenkreis und/oder unter zeitlicher Einschränkung genutzt werden. Dazu zählen z. B. Parkhäuser, Parkplätze von Einzelhandelsstandorten und Supermärkte.

Halböffentlicher Raum

Private Räume besitzen keine allgemeine Zugangsmöglichkeit für die Öffentlichkeit und können daher nur sehr eingeschränkt im Ladeinfrastrukturkonzept berücksichtigt werden.

Privater Raum

(vgl. Sauthoff 2010, Beckers et al. 2011, Reinke 2014)

2.2 Methodisches Vorgehen bei der Bedarfsermittlung

Um die notwendigen Schritte zum Ladeinfrastrukturausbau in der Stadt Wolfsburg ableiten zu können, ist zunächst eine Bestandsanalyse vorzunehmen. Anschließend erfolgt die Ermittlung des zukünftigen Bedarfs an Ladeinfrastruktur über alle Flächenkategorien anhand verschiedener Datenquellen. Sie teilen sich auf in die Ermittlung der absoluten Bedarfszahl an Ladeinfrastruktur analog zur Entwicklung des Elektrofahrzeugbestandes sowie der Auslastung bisheriger Standorte und von Raumtypologien.

Methodik zur Bedarfsermittlung

Für die Ermittlung des Bedarfs an zukünftiger Ladeinfrastruktur (absoluter Bedarf) analog zum 50 %-Ziel wird die Entwicklung des e-Fahrzeugbestandes dem empfohlenen Verhältnis von Ladepunkt zu Fahrzeug von 1:10 gegenübergestellt (NPE 2015). Dabei werden die amtlichen Zulassungszahlen für Personenkraftwagen (Pkw) bis 3,5 Tonnen (t) in der Stadt Wolfsburg zum 01.01.2015 berücksichtigt (KBA 2015). Entsprechend der Zielstellungen der Stadt Wolfsburg soll der Anteil an hybrid- und batterieelektrischen Pkw am gesamten Pkw-Bestand bis 3,5 t bis zum Jahr 2025 auf 50 % anwachsen. Für die weitere Bedarfsberechnung wird angenommen, dass 85 % der Ladevorgänge im privaten Raum und 15 % im (halb-)öffentlichen Raum durchgeführt werden (NPE 2015).

Die Ermittlung von Auslastungszahlen der Standorte liefert Hinweise, ob Fahrzeugbestand und Ladeinfrastrukturangebot in einem hinreichenden Verhältnis stehen. Dabei muss auch die Art der Nutzung eines Standortes berücksichtigt werden (öffentlich oder privat, Tag oder Nacht). Die Auslastungszahlen der Ladepunkte liefern Aussagen über die Abgabemengen an Strom pro Monat und Jahr sowie über die, entweder real gemessenen oder bilanziell, durchgeführten Ladevorgänge. Neben der Ermittlung der Auslastung der eigenen Ladesäulen, hat die Stadt Wolfsburg im August 2016 weitere Ladeinfrastrukturbetreiber im Stadtgebiet auf freiwilliger Basis nach Auslastungsdaten über die AC- und DC-Ladepunkte pro Standort befragt. Diese stichprobenartigen Resultate liefern zusammen mit der prognostizierten absoluten Bedarfszahl Hinweise auf mögliche Infrastrukturbedarfe.

Ermittlung der Auslastung bestehender Ladeinfrastruktur

Zudem können Raumtypologien und Erreichbarkeitsanalysen Hinweise auf geeignete Standorte zum Aufbau von Ladeinfrastruktur geben. Mithilfe dieser Methoden lassen sich auch Aussagen zur geeigneten Ladetechnik treffen. Aufkommensstarke Standorte mit hoher Fluktuation im öffentlichen oder halböffentlichen Raum sprechen eher für Schnellladetechniken. Parkhäuser in der Innenstadt, Parkflächen beim Arbeitgeber oder in Wohnquartieren kommen dagegen mit einer langsameren Ladetechnik aus (vgl. Kap. 4).

3 BEDARFSERMITTLUNG LADEINFRASTRUKTUR FÜR WOLFSBURG

3.1 Bisheriger Ladeinfrastrukturaufbau

Insgesamt stehen in der Stadt Wolfsburg derzeit 72 Ladepunkte an 17 Standorten im öffentlichen und halböffentlichen Raum zum kabelgebundenen Laden zur Verfügung (Abbildung 1). Darunter befinden sich sieben DC-Ladepunkte, die zur Schnellladung genutzt werden können und 65 AC-Ladepunkte (inkl. Wallboxen). Die Ladestandorte konzentrieren sich im Innenstadtbereich auf verkehrsaufkommensstarke Standorte, die sich hauptsächlich auf Arbeits- und Besucherverkehr beziehen (z. B. Bahnhöfe, Behörden). Bislang wurden die Quellorte des Verkehrs (Wohngebiete) oder andere Zielorte, wie z. B. Einkaufstandorte weniger stark berücksichtigt.

Status der Ladeinfrastruktur in
Wolfsburg

Grundsätzlich bilden die vorhandenen Ladesäulen die gängigen Anschlusstypen ab, überwiegend Schuko und Typ 2 sowie CCS, sodass die am Markt verfügbaren Elektro- oder Plug-in-Hybridfahrzeuge geladen werden können. Allerdings gibt es derzeit in der Stadt Wolfsburg kein einheitliches Betreiber- und Abrechnungskonzept. Der Strom steht in der Regel kostenlos zur Verfügung. Neben einem diskriminierungsfreien Zugang ohne Authentifizierung können andere Ladesäulen nur mit Hilfe einer RFID-Karte genutzt werden. Das Roaming-Verfahren, bei dem Nutzer auf einer Plattform registriert sein müssen, wird an einigen Standorten ebenso eingesetzt wie der Zugang zu halböffentlichen Standorten, die das Lösen eines Parktickets erfordern. Die Ladesäulen sind untereinander nicht interoperabel.

3.2 Entwicklung von Fahrzeugbestand und Ladeinfrastrukturbedarf bis 2025

In Wolfsburg sind zum Stichtag 01.01.2015 insgesamt 140.663 Pkw zugelassen (KBA 2015). Dies entspricht einer Pkw-Besitzquote von 1,1 Fahrzeugen pro Einwohner. Darunter sind 405 Hybridfahrzeuge und 495 batterieelektrische Fahrzeuge gemeldet.

Unter Annahme einer prognostizierten Steigerung der Einwohnerzahl und einem gleichbleibenden Verhältnis von Fahrzeug zu Einwohner steigt der Pkw-Bestand in Wolfsburg bis 2025 auf ca. 154.000 Pkw an. Die Anzahl an hybrid- und batterieelektrischen Fahrzeugen würde bei ca. 77.000 Pkw liegen (Abbildung 2). Bei einem Verhältnis von Ladepunkt zu Fahrzeug von 1:10 entsteht im öffentlichen und halböffentlichen Raum ein geschätzter Bedarf an 1.150 Ladepunkten (15 %) bis zum Jahr 2025 (Tabelle 1). Der weit

Ausbaubedarf bis 2025

größere Ausbaubedarf von mindestens 6.550 Ladepunkten (Verhältnis 1:10 bei 85 %) entsteht im privaten Bereich, bei Arbeitgebern oder in Wohnquartieren. Die unterschiedlichen Bedarfsprofile der Standorte entscheiden dabei über die Art der eingesetzten Ladetechnik und Ladeleistung sowie über die Investitionsbedarfe (vgl. Kap. 4).



Abbildung 1: Verteilung der Ladestandorte im Stadtgebiet

Quelle: Stadt Wolfsburg 2016

Tabelle 1: Bestand und Ausbaubedarf LIS

Ladepunkte im Verhältnis 1:10	72	7.692
davon privat	k. A.	6.538
davon (halb-) öffentlich	72	1.154

Quelle: Eigene Darstellung

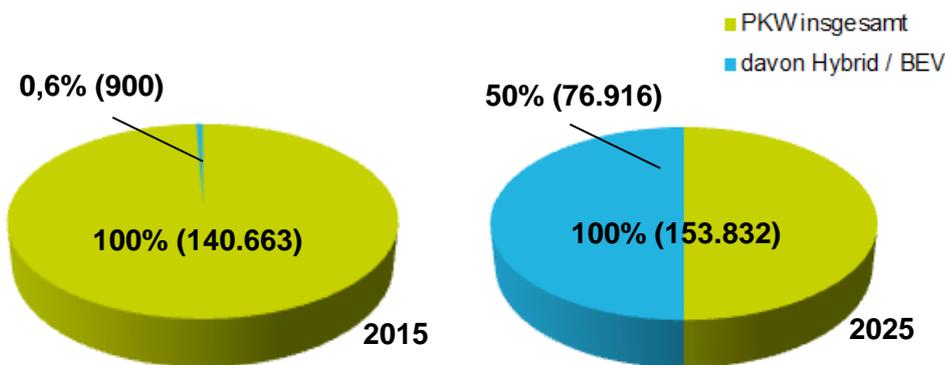


Abbildung 2: Pkw-Bestand in Wolfsburg 2015 und 2025

Quelle: Eigene Darstellung

BEDARFSERMITTLUNG LADEINFRASTRUKTUR FÜR WOLFSBURG

Tabelle 2: Auslastung der Wolfsburger Ladeinfrastruktur im Bestand 2015/2016

Raumtyp	Standort	Ladepunkte			Verbrauch kWh/p.a.	Ø Anzahl LV/Ladepk t. in 2015*	Ø Anzahl LV/Ladepk t. in 2016*
		AC	DC	Σ			
halb-öffentlich	e-Mobility-Station, Braunschweiger Str. 10	9	1	10	> 20.000	193	161
halb-öffentlich	Autostadt Kurzzeitparkplatz, Stadtbrücke	6		6	> 15.000	242	202
öffentlich	Rathausstraße	3	1	4		69	k. A.
halb-öffentlich	Autohaus, Heinrich-Nordhoff-Str. 119	4	1	5	< 1.000	14	9
öffentlich	Poststraße	1	1	2		26	k. A.
öffentlich	Otto-Wels-Platz	1	1	2		18	k. A.
halb-öffentlich	LSW, Hinterm Hagen 13	2		2		10	19
halb-öffentlich	Forum Autovision, Major-Hirst-Straße 11	2		2		k. A.	35
öffentlich	Tiefgarage Hauptbahnhof, Willy Brandt Platz 6	16		16		1	1
halb-öffentlich	Atelier Cafe, An der St. Annenkirche 2	2		2		keine Angaben	
öffentlich	Techno Forum, Wolfsburger Landstraße 22	1	1	2		keine Angaben	
halb-öffentlich	Achter Elektronik AG, Wolfsburger Landstraße 2	4		4	keine Angaben		
halb-öffentlich	Gewerbe-Akademie Wolfsburg, Benzstraße 1	2		2	keine Angaben		
halb-öffentlich	T-Systems Business Services GmbH, Alessandro-Volta-Straße 11	2		2	keine Angaben		
öffentlich	eCube Wolfsburg, Heinrich-Nordhoff-Str./Willy-Brandt-Platz	5	1	6	keine Angaben		
öffentlich	Bahnhof Fallersleben, Bahnhofsstr.	2		2	keine Angaben		
halb-öffentlich	Ostfalia Hochschule, Kleiststraße 14-16, im Innenhof des Gebäudes A	3		3	keine Angaben		
Summe		65	7	72			

* Durchschnittliche Anzahl an Ladevorgängen (LV) pro Ladepunkt (Ladepkt.) unter Annahme einer AC-Ladeleistung von 3,7 kW pro Stunde unter Berücksichtigung der Höchstparkdauer in Wolfsburg auf öffentlichen Parkflächen von 3 Stunden = 11 kWh pro Ladevorgang.

Quelle: Eigene Darstellung

3.3 Entwicklung der bisherigen Auslastung

Die Auswertung der Betreiberabfragen zu Abgabemengen an Strom pro Ladepunkt liefert Aussagen zur Auslastung von Ladestandorten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Daten nicht für die gesamte Ladeinfrastruktur in Wolfsburg sowie z. T. nicht kontinuierlich im Jahreszeitraum erhoben werden konnten. Dabei spielt eine Rolle, ob die Ladesäule mit einem eigenen Stromzähler ausgestattet ist. Bei der Mehrheit der Wallboxen geschieht dies nicht. Darüber hinaus existieren Standorte, die aufgrund eines bestimmten Nutzerkreises (z. B. durch Carsharing) höher frequentiert werden als andere. Das ist bei der Aussagekraft hinsichtlich allgemeiner Bedarfe an Lademöglichkeiten zu berücksichtigen. Die Tabelle 2 zeigt alle öffentlichen und halböffentlichen Ladeinfrastrukturstandorte im Stadtgebiet von Wolfsburg, die Anzahl der örtlichen Ladepunkte sowie – soweit vorhanden – deren Auslastung in Bezug auf den jährlichen Verbrauch und die durchschnittliche Anzahl an Ladevorgängen für die Jahre 2015 und 2016. Aufgrund der Grunddaten handelt es sich um bilanzierte Werte. Die Tabelle zeigt, dass die Anzahl der Ladevorgänge in den Jahren 2015 und 2016 nahezu gleich ist. Für das Jahr 2016 wurden Daten bis Oktober berücksichtigt. Darüber hinaus fällt auf, dass die Ladeinfrastruktur nicht ausgelastet ist, was ggf. mit der örtlichen Kennzeichnung und Sichtbarkeit, der Zugänglichkeit des Standortes, dem Abrechnungs- und Zugangskonzept oder mit der Anzahl an Elektrofahrzeugen in Zusammenhang stehen kann. Auch durch die verwendete Lade- und Anschlusstechnik können Zugangshürden entstehen.

Auslastung der Ladeinfrastruktur vom Standort abhängig

4 LADETECHNIK UND KOSTEN

Bei der Wahl einer geeigneten Ladeinfrastruktur sind verschiedene Determinanten der Ladetechnik, der Investitions- und Betriebskosten, Standardisierung und Betreiberpflichten, Netzkapazitäten sowie die Frage nach Zugangs-, Abrechnungs- und Betreiberlösungen zu berücksichtigen.

4.1 Ladetechnik

Für das Laden von Elektrofahrzeugen kommen unterschiedliche Systemlösungen mit unterschiedlichen Anschlussstandards, Ladeleistungen und Stromarten zum Einsatz. Die im internationalen Massenmarkt angebotenen Elektrofahrzeuge werden derzeit ausschließlich per Ladekabel (konduktives Laden) mit Strom versorgt. Das kontaktlose Laden (induktives Laden) befindet sich noch in der Erprobungsphase. Im Folgenden wird auf das Laden mittels gängiger Steckverbindungen eingegangen. Den unterschiedlichen Techniken im internationalen Vergleich ist es geschuldet, dass ver-

stärkt auf die Standardisierung der Ladetechnik gesetzt wird, sowohl seitens der Industrie als auch des Gesetzgebers. In Deutschland und Europa kommen in der Regel der Typ 2 (AC) und CCS (DC) als Standard zum Einsatz. Seit Juni 2016 schreibt die „Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile“ (kurz Ladesäulenverordnung – LSV) Anzeigepflichten gegenüber der Bundesnetzagentur (BNetzA) sowie technische Standards für den Betrieb von Ladeinfrastruktur vor. An öffentlich zugänglichen AC-Ladepunkten mit einer Leistung von 3,7 bis 22 Kilowatt (kW) muss mindestens die Verfügbarkeit eines Typ 2-Standards gewährleistet sein. Bei Schnellladesäulen ab einer Leistung von 22 kW ist mindestens ein CCS-Ladepunkt (Combo 2) vorzuhalten. Darüber hinaus können weitere Standards wie z. B. CHAdeMO angeboten werden. Zudem müssen Betreiber öffentlich zugänglicher Ladepunkte mit Frist von vier Wochen im Voraus den Aufbau oder einen Betreiberwechsel bei der BNetzA anzeigen. Außerbetriebnahmen sind unverzüglich anzuzeigen (LSV 2016).

Ladestandard in Deutschland und Europa Typ 2 und CCS

Die Wahl eines AC- oder DC-Systems (Abbildung 3) hat in erster Linie Auswirkungen auf die Ladedauer eines Fahrzeuges. Wechselstromsysteme (AC) liefern Leistungen bis etwa 43 kW. Gleichstromsysteme (DC) erreichen Ladeleistungen von heute 50 bis 100 kW, künftig auch bis 350 kW. Eine entsprechende Kompatibilität des Fahrzeuges vorausgesetzt, lässt sich mit hohen Ladeleistungen die Ladedauer pro Kilowattstunde (kWh) erheblich verkürzen. So reicht die Spanne der Ladezeiten von etwa 8 Stunden an der Haussteckdose (Schuko) bis zu wenigen Minuten bei DC-Ladestationen. Abhängig ist die Ladezeit dabei von der erreichbaren Ladeleistung fahrzeug- und ladesäulenseitig (kW) und der Batteriekapazität im Fahrzeug (kWh). Die Akkus der meisten eingesetzten Elektroautos verfügen heute über Kapazitäten um 30 kWh und meist darunter liegenden Ladeleistungen. Über einen Ladepunkt mit 22 kW könnte ein Fahrzeug mit einer 22 kWh fassenden Batterie und einer gleichstarken Ladeleistung in einer Stunde voll geladen werden. Diesen Standard erreicht bislang nur eine kleine Anzahl an Herstellern (Renault, BMW, Smart, Mitsubishi, VW).

Ladezeit ist abhängig von der Technik in Ladesäule und Fahrzeug

Allerdings gehen Weiterentwicklungen der Fahrzeugmodelle mit erhöhten Batteriekapazitäten einher. Diese sind bereits heute am Markt erhältlich (bis 100 kWh), wenn auch (noch) ausschließlich im Premiumsegment. Kurzfristig dürften sich aber Kapazitäten bis 60 kWh etablieren (Lessner 2016).

Die Entwicklungen hin zu höheren Batteriekapazitäten werden sich auch auf die Nachfrage nach leistungsfähigerer Ladeinfrastruktur (bis zu 150 kW) und damit auf die Kosten beim Aufbau derselben auswirken und zwar nicht nur in Bezug auf die Investitions- und Betriebskosten, sondern auch auf die Anpassung der lokalen Verteilnetze. Je mehr Ladestationen es in einem Netzabschnitt gibt und je höher deren Ladeleistungen sind, desto mehr Netzkapazitäten müssen vorgehalten werden. Gegebenenfalls kann das Nachrüsten mittels Trafo nötig werden. Untersuchungen des Projekts „Smart Mobility in Thüringen“ haben gezeigt, dass insbesondere das vermehrt gleichzeitig auftretende, einphasige Laden am Ende von Netzen zu Netzinstabilitäten führen kann. Als netzverträglicher hat sich dreiphasiges Laden bis 22 kW (400 V, 32 A) erwiesen (Lessner 2016). Ein Großteil der am Markt verfügbaren Elektrofahrzeuge lädt einphasig und nur wenige Modelle können dreiphasig geladen bzw. auf Wunsch nachgerüstet werden. Diese Fragen sollten im Zuge der Aufbauplanung frühzeitig mit dem Verteilnetzbetreiber geklärt werden.

Anpassung der Netzkapazitäten

Typ 1 (AC)	Typ 2 (AC)	CCS (AC/DC)	CHAdeMO (DC)
			
<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsbereich: USA Kontakte: zwei Kontakte (Außenleiter/Nullleiter L1 und L2/N), ein Schutzleiter (PE) und zwei Signalkontakte (Control Pilot und Proximity Pilot) Ladeströme: 13A – 32A (einphasig) Ausgelegt für 10.000 Steckzyklen 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsbereich: Europa Kontakte: drei Kontakte (Außenleiter L1, L2 und L3), einen Kontakt für den Nullleiter (N), ein Schutzleiter (PE) und zwei Signalkontakte (Control Pilot und Proximity Pilot) Ladestrom: 13A – 63A (einphasig und dreiphasig) Ladeleistung: bis 43kW 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsbereich: Europa Kontakte: oberhalb: wie der Typ 2 Stecker unterhalb: 2 zusätzliche Kontakte für den Gleichstrom Ladestrom: bis 200A (DC), 13A – 63A (AC – einphasig/ dreiphasig) Allein in Zusammenarbeit mit deutschen Automobilhersteller entwickelt worden 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsbereich: Japan/Europa/Amerika Ladestrom: 125 A (nur DC) Max. elektrische Leistung: 62,5 kW Von japanisch/französischer Seite eingeführter Standard (2010) Nicht kompatibel mit dem Typ 1 und Typ 2 Stecker

Abbildung 3: Anschlussypen für Elektrofahrzeuge im Massenmarkt

Quelle: Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014

4.2 Kosten

An aufkommensstarken Standorten mit hoher Fluktuation im öffentlichen oder halböffentlichen Raum, etwa an Autobahnen oder in Stadtzentren, werden häufig Schnellladesäulen mit mehreren Anschlussstypen, sog. DC-Multicharger verwendet. Sie ermöglichen das schnelle Abwickeln von Ladevorgängen mit unterschiedlichen Anschlussstypen, binden aber auch das höchste Investitionsvolumen der derzeit verfügbaren Ladetechnik. AC-Ladepunkte mit 22 kW finden häufig Verwendung in Innenstädten oder auf sonstigen öffentlichen oder halböffentlichen Flächen. Die Ladeleistung genügt vielen Standortanforderungen und das Investitionsvolumen ist deutlich geringer. Ladepunkte mit geringerer Ladeleistung, wie z. B. Wallboxen oder andere Ladepunkte mit 3,7 bis < 22 kW, sind eine günstigere Variante für den öffentlichen oder halböffentlichen Raum, eignen sich aber eher für Standorte mit längerer Verweildauer wie etwa Parkhäuser, Parkflächen bei Arbeitgebern, Stellplätzen am Wohnstandort. Abbildung 4 stellt die üblichen Ladetechniken sowie deren Kosten- und Leistungsdaten gegenüber.

Kosten der Ladetechnik

Ladetechnik	Smarte Ladebox		Ladesäule		Ladesäule	
Spannungstyp	AC		AC		DC	
Smart Meter und Energiemanagement	Ja		Ja		Ja	
Ladepunkt	1		2		1	
Ladeleistung (kW)	> 3,7 kW		11 oder 22		50	
	2015	Prognose 2020	2015	Prognose 2020	2015	Prognose 2020
Hardware komplett, inkl. Kommunikation und Smart Meter	1.200 € ¹	700 €	5.000 €	2.500 €	25.000 €	15.000 €
Netzanschlusskosten	0–2.000 €	0–2.000 €	2.000 €	2.000 €	5.000 € ²	5.000 €
Genehmigung/ Planung/ Standortsuche	500 €	500 €	1.000 €	1.000 €	1.500 €	1.500 €
Montage/ Baukosten/ Beschilderung	500 €	500 €	2.000 €	2.000 €	3.500 €	3.500 €
Gesamte Investition (CAPEX)	2.200 €	1.700 €	10.000 €	7.500 €	35.000 €³	24.000 €
Sondernutzung	Beispiel Ausschreibung Berlin: 180 €					
Hotline, Wartungs-, Entstörungskosten	Marktübliche Wartungsverträge/ Erfahrungen aus Ladesäulenbetrieb					
Kommunikationskosten	Marktübliche Mobilfunkverträge/ Erfahrungen aus Ladesäulenbetrieb					
Vertragsmanagement/ Abrechnung	Annahme: ½ bis 1 Mitarbeiter					
IT-System	Nach Eigenaufwand bzw. Marktangebot					
Laufende Kosten (€/a) OPEX	1.000 €	500 €	1.500 €	750 €	3.000 €	1.500 €

Abbildung 4: Kosten- und Leistungsdaten der Ladetechnik

Quelle: NPE 2015

4.3 Empfehlung zu Ladetechnik und Kosten

Die Frage nach den zu verwendenden Anschlusstypen beim Aufbau von Ladeinfrastruktur wird durch die Ladesäulenverordnung (LSV) des Gesetzgebers beantwortet. Auf die Frage, welcher Ladepunkt für welchen Standort geeignet ist, liefert Kapitel 6 Antworten. Damit verknüpft sind auch unterschiedlich hohe Kosten. In jedem Fall sollten die örtlichen Netzkapazitäten des Gebäudes bzw. des Netzes mit dem Verteilnetzbetreiber abgestimmt werden. Reichen die lokalen Verteilnetzkapazitäten für die angestrebte Ladeinfrastruktur nicht aus, muss ggf. eine Trafostation nachgerüstet werden, was die Investitionskosten deutlich erhöht.

Empfehlungen

5 BETREIBERMODELLE UND ZUGANGSKONZEPTE

Die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Ladeinfrastruktur richtet sich nach der Auslastung und technischen Tragfähigkeit der Ladestationen. Um eine nutzerzentrierte Energielieferung und Abrechnung zu erreichen, müssen der Nutzer, das Fahrzeug und die Ladesäule identifiziert werden. Das weitere Ziel sollte darin bestehen, allen Nutzern einen diskriminierungsfreien Zugang zur öffentlichen Ladeinfrastruktur zu erlauben. Dem entsprechend müssen Zugangs- und Betreibermodelle gefunden werden, die das an allen vorhandenen Ladestationen ermöglichen. Mit den verschiedenen Abrechnungsmodellen (Abrechnung pro Kilowattstunde, Pauschalpreis, Flatrate, etc.) und IKT-Lösungen der Ladeinfrastrukturbetreiber entstand deutschlandweit eine Reihe von Insellösungen. Derzeit wird an Empfehlungen für ein bundesweit interoperables Ladeinfrastrukturangebot gearbeitet.

Bedienerfreundliche und interoperable Ladeinfrastruktur für alle Nutzer

5.1 Betreibermodelle

Generell lassen sich vier Betreibermodelle unterscheiden, die gleichzeitig die Kompatibilität des Systems charakterisieren. Dazu gehören das Ein-Lieferantenmodell, das Roaming- bzw. Bereitstellungsmodell, das Durchleitungsmodell sowie das Betreibermodell Park & Charge. Diese werden im Folgenden kurz beschrieben sowie deren Vor- und Nachteile aufgezeigt.

Ein-Lieferanten-Modell. Beim Ein-Lieferanten-Modell gibt es einen Stromlieferanten pro Ladeinfrastruktur (Abbildung 5). Der Kunde besitzt die Wahlmöglichkeit eine bestimmte Ladesäule auszuwählen, kann aber nicht zwischen unterschiedlichen Stromlieferanten wählen. Die Netzwerke untereinander sind inkompatibel. Dem entsprechend muss der Kunde für jede Ladesäule das dazugehörige Zugangsmedium bereithalten.



Abbildung 5: Funktionsweise des Ein-Lieferanten-Modells

Quelle: Eigene Darstellung

Bereitstellungsmodell. Beim Bereitstellungs- oder Roamingmodell gibt es ebenfalls einen Stromlieferanten pro Ladeinfrastruktur (Abbildung 6). Durch die Verbindung der Ladeinfrastruktur mit Backend-Anbindung und Plattform (z. B. Hubeject/Intercharge, Ladenez) können auch Kunden fremder Lieferanten die Ladesäule nutzen, ohne ein direktes Vertragsverhältnis mit dem Betreiber der Ladesäule oder dem ladesäulenbezogenen Stromlieferanten einzugehen. Dazu vernetzen sich auf den Roaming-Plattformen Fahrzeughersteller, Energielieferanten und Ladeinfrastrukturanbieter, z. T. innerhalb des europäischen Raums. Den Nutzern der Ladestationen bieten die Plattformen ein anbieterübergreifendes Authentifizierungs- und Abrechnungsverfahren an, sei es per App auf dem Smartphone oder per RFID-Karte. Hiermit verbunden kann auch das Angebot eines Direktzugangs- und Bezahlsystems (ad hoc-Laden) sein. Diesen erheblichen Erleichterungen bei Zugang und

Abrechnung stehen in der Regel erhöhte Kosten für die einmalige Abgabe des Stroms gegenüber.

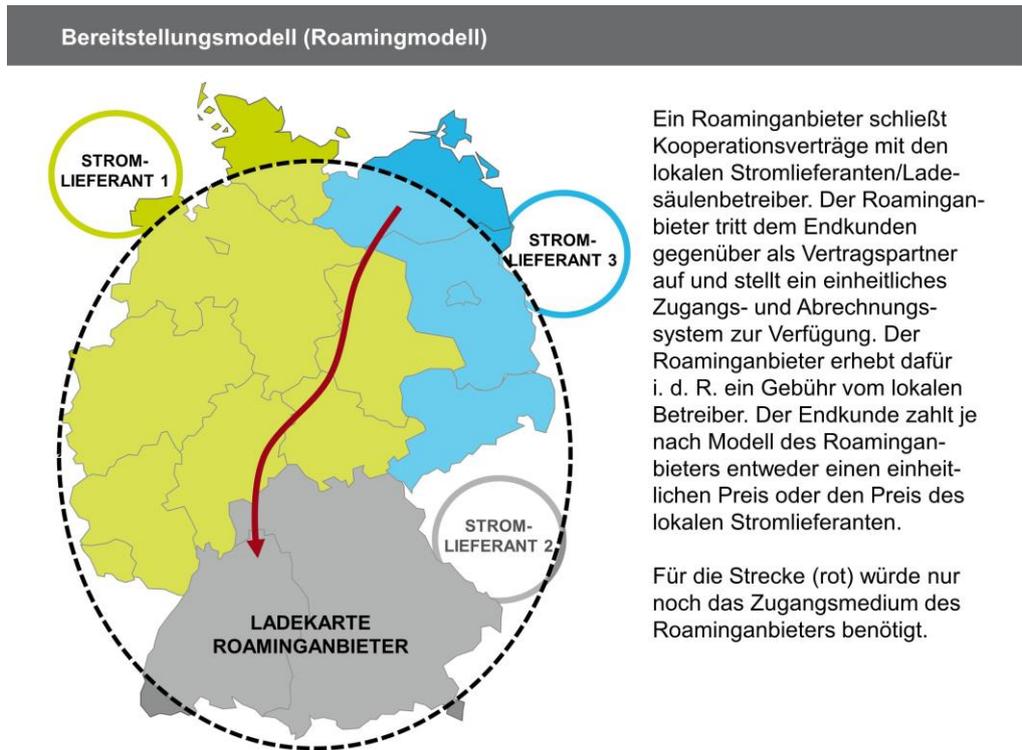


Abbildung 6: Funktionsweise des Bereitstellungsmodells

Quelle: Eigene Darstellung

Durchleitungsmodell. Beim Durchleitungsmodell hat jeder Energielieferant die Möglichkeit über die Ladeinfrastruktur Strom anzubieten und zu vertreiben. Der Kunde hat unabhängig vom Ladeinfrastrukturbetreiber die Wahlfreiheit zwischen Tarifen, Energieversorgern und Ladesäule. Jedem Nutzer würde ein diskriminierungsfreier Zugang zu den Netzen gewährleistet. Um den Strom nutzerspezifisch abrechnen zu können, ist zumeist eine RFID-Karte und ein mobiler Zählpunkt notwendig. Darüber hinaus muss das stromliefernde Unternehmen einen Lieferantenrahmenvertrag mit dem Verteilnetzbetreiber schließen und entsprechende Tarife für Ladestrom bereitstellen (Bürgerschaft Hamburg 2014). Das Durchleitungsmodell ist allerdings derzeit nicht am Markt etabliert, da die Systembereitstellungskosten (Einrichtung jeweiliger Zählpunkte, Etablierung von Standards) kein wirtschaftliches Modell erlauben (Abbildung 7).

Durchleitungsmodell



Der Endkunde schließt einen Vertrag mit einem Stromlieferanten für den Ladestrom. Das kann auch der Hausstromlieferant sein. Es ist nun möglich, dass dieser Stromlieferant Strom an jeder beliebigen Ladesäule zu seinen Tarifen und mit seinem Zugangs- und Abrechnungssystem anbieten kann. Vergleichbar ist dies mit dem System einer Kreditkarte der eigenen Hausbank, das ein weltweites Abheben von Bargeld zu den Konditionen der Hausbank ermöglicht.

Der Endkunde benötigt nur noch das Zugangsmedium „seines“ Stromlieferanten und kann an jeder beliebigen Ladesäule mit dessen Tarif und dessen Abrechnungssystem laden.

Abbildung 7: Funktionsweise des Durchleitungsmodells

Quelle: Eigene Darstellung

Modell Park & Charge. Hierbei befinden sich die Ladestationen im halböffentlichen Raum (Parkflächen, Parkhäuser), wodurch rechtliche Unsicherheiten in Bezug auf die Errichtung der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum umgangen werden können. Für die jeweiligen Ladesäulen gibt es einen Stromlieferanten. Der Kunde zahlt für das Laden des Elektrofahrzeuges die normale Parkgebühr. Damit wird zusätzlich ein Anreiz zur effizienten Nutzung der Parkflächen geschaffen. Es ist möglich, Lade- und Parkzeiten Mittels einer Gebühr zu verbinden und pauschal abzurechnen. Das Parken und Laden werden zusammen am Parkscheinautomaten bezahlt.

Modell Ad hoc-Laden. Ohne eine vorherige Vertragsbindung mit einem Roaminganbieter kann der Kunde per digitaler Authentifizierung mittels Smartphone oder über eine Website sowie mittels gängiger Zahlungsmittel wie EC-/Kreditkarte oder PayPal laden. Neue gesetzliche Regelungen (Erweiterung der LSV) machen das Angebot von ad hoc- Ladelösungen für die Ladesäulen im Sinne des Konzeptes im öffentlich zugänglichen Raum künftig zur Pflicht.

5.2 Zugangskonzept

Bei der Wahl des Zugangskonzeptes ist aus Nutzersicht einerseits ein diskriminierungsfreier Zugang wünschenswert, also die Möglichkeit, jederzeit an jeder Ladesäule laden zu können, unabhängig davon wer diese betreibt oder den Strom liefert. Andererseits sollte zusätzlich das Bezahlungssystem einfach und möglichst einheitlich gestaltet sein, ohne Zwang zu einer vorherigen vertraglichen Bindung an einen Anbieter, eine bestimmte Bezahlungsmöglichkeit oder ein bestimmtes Bezahlmedium. Flankierend sollte die Information über den Standort, die angebotene Ladetechnik, die Ladekosten und der Status der Säule über IKT-Lösungen (z. B. App, Website) bereitgestellt werden können. Ein einheitlicher Zugang sollte in einem möglichst großen räumlichen Ausschnitt gewährleistet werden. Mit steigenden Reichweiten der Elektrofahrzeuge wird es umso wichtiger, dass der Zugang und das Abrechnen überregional, idealerweise europaweit, einfach und interoperabel möglich sind.

Diskriminierungsfreier Zugang

Bereitstellung von Informationen über IKT-Lösungen

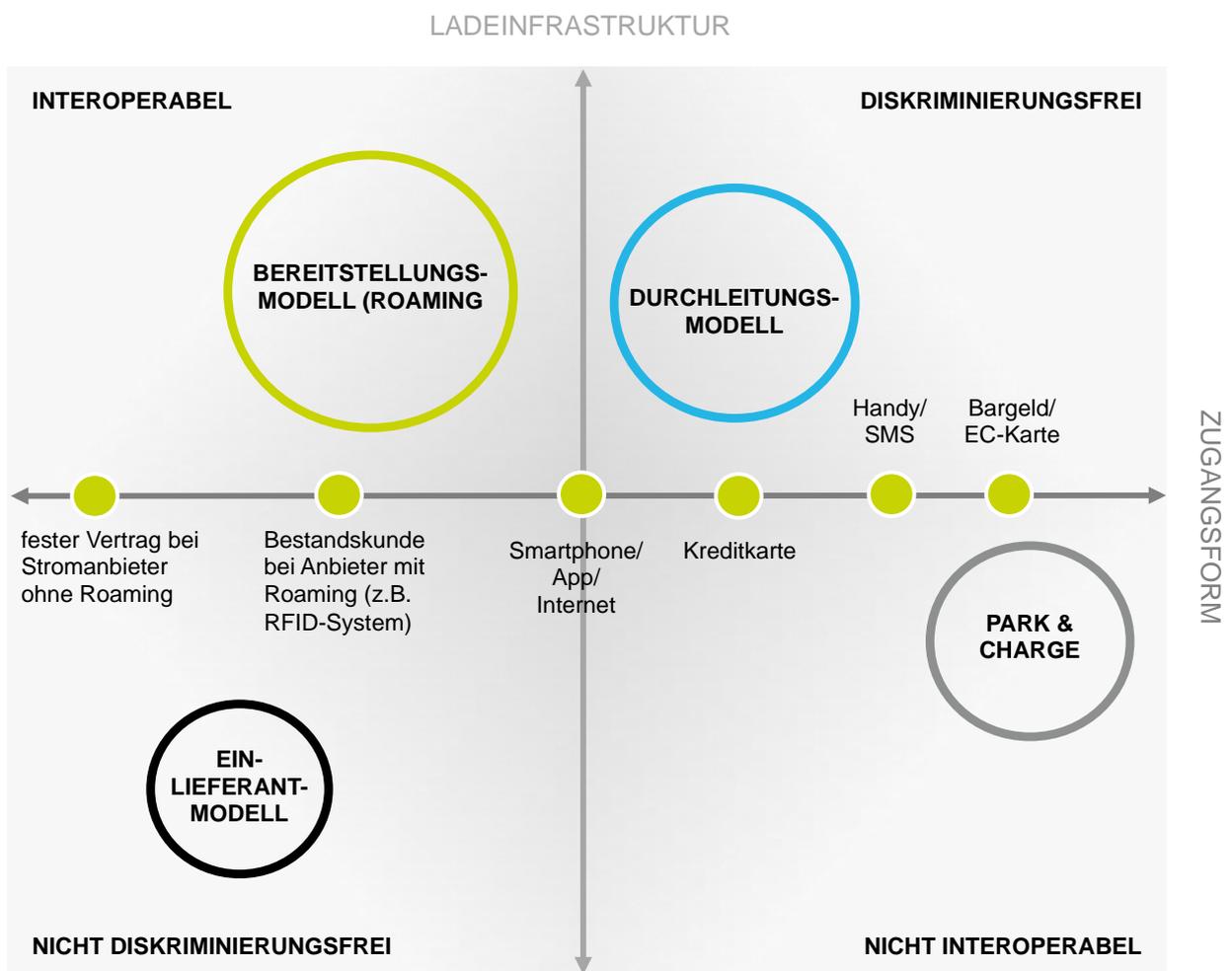


Abbildung 8: Matrix zur Einordnung der Zugangs- und Betreibermodelle

Quelle: Eigene Darstellung

Alle Systeme, die keinen direkten Bezahlvorgang ohne Backend-System an der Ladesäule vorsehen, benötigen eine individuelle Authentifizierung des Nutzers, z. B. per RFID-Karte, per Handy/Telefon, App, SMS, Hotline oder per Ladekabel mit integrierter Kommunikationsmöglichkeit (Powerline Communication/„plug and charge“). Diesen Zugangsarten gehen entweder vorher geschlossene Verträge zwischen Elektromobilitätsnutzer und Mobilitätsanbieter für die Abrechnung einher (z. B. mit Roamingplattformen) oder sie sind ad hoc möglich (z. B. über Bezahldienste mittels Smartphone, Website, Kreditkarte oder PayPal). In Wolfsburg kommen ebenfalls unterschiedliche Systeme zum Einsatz, von der RFID-Karte der LSW über die Zugangslösungen des eCube-Systems per App bis hin zu einem barrierefreien Zugang ohne Zugangsmedium und kostenloser Stromabgabe.

5.3 Empfehlung Betreibermodelle und Zugangskonzepte

Die Matrix (Abbildung 8) zeigt die Einordnung der vorgestellten Betreibermodelle mit Blick auf die Interoperabilität der Ladeinfrastruktur und den Grad der Diskriminierungsfreiheit beim Zugang zur Ladesäule. Die Betreibermodelle lassen sich entsprechend zuordnen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Interoperabilität der Ladesäulen nur teilweise von der technischen Umsetzbarkeit an der Ladesäule abhängig ist, sondern eher vom Betreiber der Säule und dem Betriebskonzept.

Empfehlungen

Demnach ist das Durchleitungsmodell durch eine starke Interoperabilität der Ladesäulen und einem diskriminierungsfreien Zugang gekennzeichnet. Das Park & Charge-Modell kann als vollkommen diskriminierungsfrei bezeichnet werden, wobei üblicherweise eine Kommunikation zwischen den Ladesäulen nicht möglich ist. Das Ein-Lieferanten-Modell ist aufgrund des beschränkten Zugangs zur Säule (Vertragsabschluss) nicht diskriminierungsfrei. Zudem sind die Ladesäulen nur in wenigen Fällen miteinander vernetzt. Beim Bereitstellungsmodell müssen die Ladesäulen interoperabel sein. Der Zugang kann allerdings durch den notwendigen Abschluss von Verträgen beschränkt werden.

In der Stadt Wolfsburg soll ein Großteil der öffentlichen Ladeinfrastruktur durch Investoren betrieben werden. Dabei soll es einen offenen Marktzugang für alle Unternehmen geben, die investitions- und umsetzungsbereit sind und deren Errichtungs- und Betreiberkonzept den von der Stadt definierten Qualitätskriterien entspricht (Kap. 6.1). Mit Blick auf die Ziele im Sinne dieses Konzeptes sollen Anbieter dem Kunden einen diskriminierungsfreien, einfachen und interoperablen Zugang ermöglichen. Entsprechend neuer rechtlicher Regelungen (LSV) sollen Anbieter daher eine Direktzugangs- und

Offener Marktzugang für Wolfsburg

Bezahlungsmöglichkeit anbieten. Damit wird gewährleistet, dass in Wolfsburg jederzeit unabhängig von bestimmten Mobilitätsanbietern geladen werden kann und es sichert die Kompatibilität in die Region.

Zusätzlich können die Ladesäulen die gängigen Roamingplattformen abbilden, um die Interoperabilität weiter zu erhöhen und für bestimmte Anwendungsfälle und Kunden eine Alternative anzubieten. In Kombination beider Varianten kann eine Zugangs- und Abrechnungslösung mit hoher Interoperabilität innerhalb des europäischen Raums in Wolfsburg etabliert werden. Für Parkhäuser, in denen überwiegend kostengünstige Wallboxen, z. T. ohne Internetanbindung, vorhanden sind, werden Zugang und Abrechnung über das Parkticket empfohlen (Modell Park & Charge).

6 STANDORTKONZEPT

Ziel des Standortkonzeptes ist es, räumlich differenzierte Datengrundlagen zum künftigen Bedarf an Ladeinfrastruktur im Wolfsburger Stadtgebiet bereitzustellen. Darauf aufbauend sollen identifizierte Potenzialflächen weiter auf ihre Eignung als Ladeinfrastrukturstandort mittels einer einheitlichen und anwendungsorientierten Matrix bewertet werden können.

6.1 Bedarfsermittlung nach Flächenkategorien

Für die Darstellung der Bedarfe an Ladeinfrastruktur erfolgt zunächst eine Betrachtung über die Flächenkategorien privat, halböffentlich und öffentlich (Abbildung 9). Daran bemessen sich maßgeblich die kommunalen Instrumente der Einfluss- und Regelungsmöglichkeiten und die Handlungserfordernisse weiterer Akteure (Tabelle 3).

Private Flächen ohne öffentlichen Zugang entziehen sich bei der Ladeinfrastrukturplanung weitestgehend dem Einfluss der Stadt, haben aber dergestalt Relevanz, dass im privaten Raum der überwiegende Anteil an Ladebedarfen des Stadtgebietes entsteht (85 %). Hier können Beratungsangebote der Stadt ggf. in Kooperation mit EVUs in Form von weiteren Dienstleistungen oder Produkten (Ladestromtarifen, Vertrieb von Wallboxen) helfen, signifikante Ladepunktzahlen im privaten Raum zu generieren.

Halböffentliche Flächen, z. B. Kundenparkplätze von Handel und Gewerbe, können durch eigene Rechtsetzung oder Anwendung bestehender Regelungen durch die Stadt Wolfsburg nicht erfasst werden. Gleichwohl ist im Zuge der Zielsetzungen des Konzeptes darauf zu achten, dass Ladeinfrastruktur interoperabel im Stadtgebiet gestaltet wird. Neben verpflichtenden Regelungen für alle Ladeinfrastrukturbetreiber, etwa über die LSV, sollten private bzw. gewerbliche Ladeinfrastrukturbetreiber über Ansprachen oder Angebote der Stadt zum stadtseinheitlichen Ladeinfrastrukturaufbau bewegt werden. Eine intensive Kommunikation und Kooperation ist hierfür notwendig. Mit dieser wichtigen Gruppe von Akteuren können Einzelhandelszentren oder Tankstellen als geeignete Standorte für den Aufbau von Lademöglichkeiten gewonnen werden.

Ladeinfrastrukturbedarf nach Flächenkategorien

Kommunale Einflussmöglichkeiten

Tabelle 3: Einflussnahme beim Aufbau von Ladeinfrastruktur

Standorttyp	Kommunale Instrumente
<p>Privat</p> <p>Keine Zugangsmöglichkeit für die Öffentlichkeit (z. B. Privatgrundstück)</p>	<p>Beratungsangebote und Förderprogramme der Kommunen, Energieversorger, Energieagenturen; Vereinbarungen in Kauf- und Mietverträgen</p>
<p>Halböffentlich</p> <p>Private oder öffentliche Fläche mit beschränktem (u. a. zeitlich) Zugang (z. B. Kundenparkplatz, Parkhäuser)</p>	<p>Kooperationen, Projekte und Anreize mit Handel- und Gewerbe schaffen; Förderprogramm der Kommune; Parkraumbewirtschaftung im Rahmen von Elektromobilität</p>
<p>Öffentlich</p> <p>Fläche, die dem Gemeingebrauch unterliegt (z. B. Straßenraum)</p>	<p>Integration in Rahmenplanung in Form von Eckpunkten, Satzungen (Stellplatzkonzept); Ausweisung von Gemeinflächen im Flächennutzungsplan, Berücksichtigung im Bauleitplan, Bebauungsplan, städtebaulichen Verträgen</p>

Quelle: Eigene Darstellung

Die größten rechtlichen Einflussmöglichkeiten zugunsten eines Ladeinfrastrukturaufbaus im Sinne des Konzeptes bestehen auf öffentlichen Flächen. Jedoch gibt es aufgrund der beschränkten Verfügbarkeit öffentlicher Flächen zahlreiche Nutzungskonkurrenzen, sodass eine Abwägung der Verhältnismäßigkeit und des Interessenausgleichs notwendig ist und stets im Einzelfall zu bewerten ist. Zudem wird geschätzt, dass nur etwa 2 % des Ladebedarfs im öffentlichen Raum abgedeckt werden muss.

6.2 Generelle räumliche Bedarfsermittlung

Um über die Flächenkategorien hinaus differenzierte Aussagen über die generellen Ladeinfrastrukturbedarfe im Stadtgebiet von Wolfsburg treffen zu können, wurde eine kleinräumige Untersuchung durchgeführt. Daten zu Einzelhandelsstandorten, Infrastrukturstandorten², Wohnbaublöcken und die Anzahl der Einwohner wurden zueinander in Relation gesetzt. Einzelhandelsstandorte, Infrastrukturstandorte und Einwohnerzahlen wurden sowohl punktuell als auch mit einem jeweiligen Umkreis von 20x20 m gewertet. Umso höher die punktuellen oder radialen Überschneidungen, desto höher der generelle Bedarf an Ladeinfrastruktur innerhalb eines kleinen räumlichen Ausschnitts (Baublock). Die Ergebnisse werden in einer Karte dargestellt (Abbildung 10). Ein hoher zu erwartender Bedarf

Kleinräumige Untersuchung zur Ermittlung des Standortpotenzials

² Als Infrastrukturstandort wurden gewertet: Altenheime, Behörden und Verwaltungen, Bildungseinrichtungen, Dienstleistungseinrichtungen, Gesundheitseinrichtungen, Grünanlagen, Kindertagesstätten, Kirchen, Kultureinrichtungen, Postdienstleistungen, Radverkehrsanlagen, Schulen, soziale Einrichtungen, Sport- und Freizeitanlagen, Tourismusangebote, Verkehrsinfrastrukturen.

an Ladeinfrastrukturstandorten (Standortpotenzial) in einem Bau-block wird in der Karte rot abgebildet, geringere Potenziale sind gelb bzw. grün abgestuft.

Bedarfsprognose	AC-Laden		DC-Laden		AC/DC-Laden	
	85 %		13 %		2 %	
Standorttypen	Heimstellplatz	Unternehmensgelände	Parkhäuser	Fernverkehr	Wohnort	Öffentliche Stellen
	 eigene Garage, Stellplatz	 Parkplätze beim Arbeitgeber	 Kundenparkplatz (Handel, Gewerbe)	 Rastplatz, Autohof, Tankstelle	 Straßenrand	 Öffentliche Parkplätze
Besitzfläche für Ladestationen	privat		privat	privat, öffentlich	öffentlich	

Abbildung 9: Übersicht über Standorttypen und prognostizierte Bedarfe für Wolfsburg

Quelle: Eigene Darstellung nach NPE 2014

Die Abbildung 10 zeigt, dass sich Ladeinfrastrukturbedarfe vor allem in der Kernstadt, in Fallersleben und Vorsfelde konzentrieren. Darüber hinaus gibt es einzelne Standorte, die aufgrund einer hohen Dichte an Einwohnern oder aufgrund einer Dichte an Einzelhandelsbetrieben hohe Ladebedarfe erwarten lassen. Im Innenstadtbereich können hohe Bedarfe entstehen, da Wohn- und Gewerbestandorte nah beieinander liegen. Neben den Parkanlagen ist auch eine erhöhte Anzahl an Laternenparkern in den Wohngebieten zu erwarten. Im zentralen Versorgungsbereich von Fallersleben ist ebenso, wie im Innstadtbereich, eine hohe Konzentration von Einwohnern, Einzelhandels- und Infrastrukturstandorten vorhanden. Im Versorgungsbereich von Fallersleben ist insbesondere die Konzentration von Einzelhandels- und Infrastrukturstandorten für erhöhte Ladebedarfe verantwortlich.

Bedarfe vor allem in der Kernstadt, Fallersleben und Vorsfelde sowie in dicht besiedelten Wohngebieten

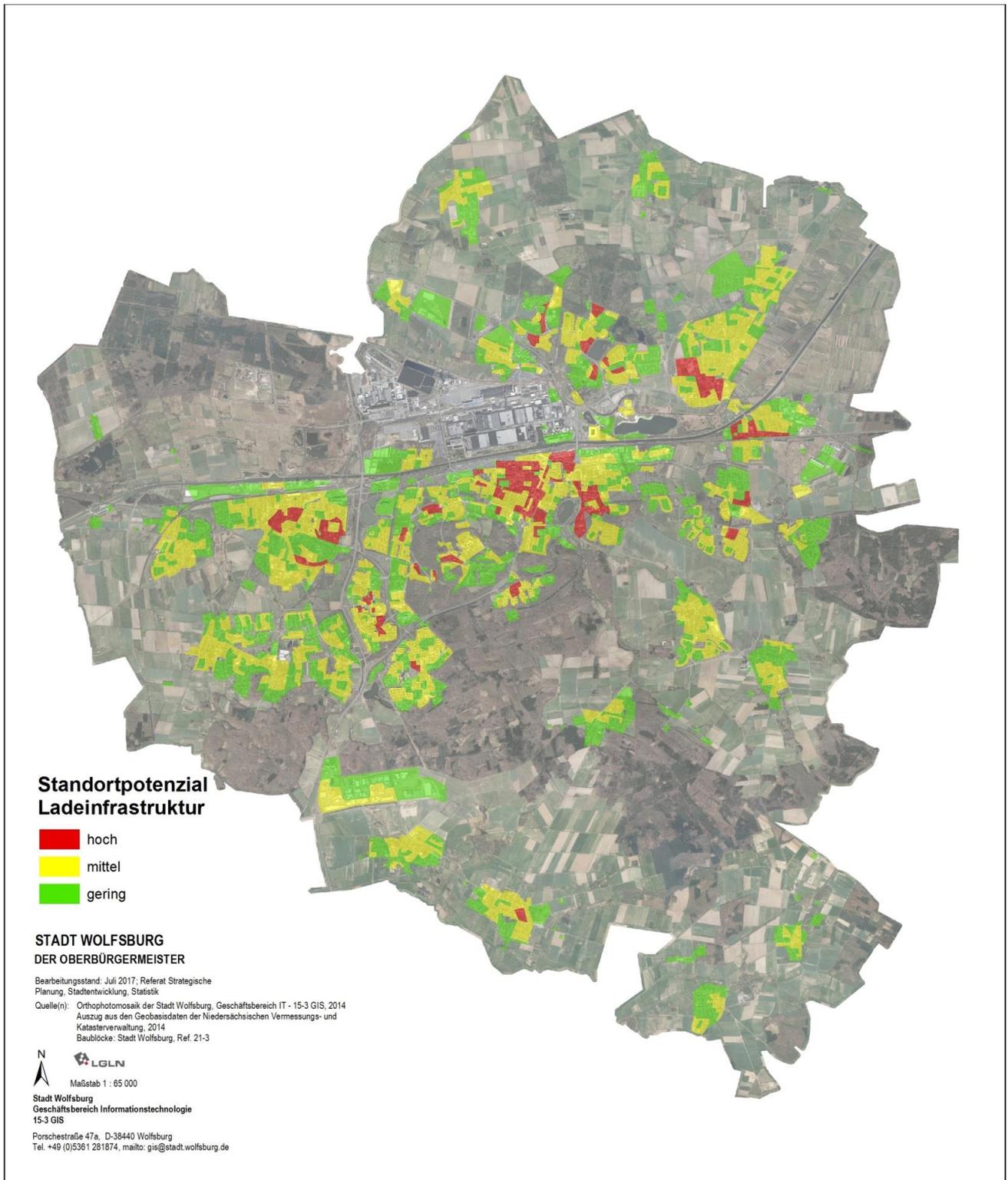


Abbildung 10: Standortpotenziale für Ladeinfrastruktur aus der Überlagerung von Einwohnerzahlen, Einzelhandelsstandorten und Infrastruktur

Quelle: Stadt Wolfsburg 2017

6.3 Besondere räumliche Bedarfsermittlung (Standortanalyse)

Im Anschluss an das generelle Standortpotenzial wurde eine weitere Differenzierung nach AC- und DC-Standorten durchgeführt. Für den Bedarf beim AC-Laden wurden sieben Standortfaktoren definiert, die die Nutzerbedürfnisse an einem Ladepunkt beschreiben:

Standortanalyse nach AC- und DC-Laden

1. Kombination von Laden und Aktivitäten (Dual use)
2. Integration in das tägliche Verhalten (Verhaltenskompatibilität)
3. Erreichbarkeit
4. Sichtbarkeit
5. Verlässlichkeit
6. Sicherheit
7. Intermodalität

Für das DC-Laden wurden vier Standortfaktoren berücksichtigt:

1. Dual Use
2. Erreichbarkeit
3. Sichtbarkeit
4. Sicherheit.

Die Unterscheidung ergibt sich aus den unterschiedlichen Nutzerbedürfnissen beim langsamen und schnellen Laden. Für das DC-Laden ist eine schnelle Erreichbarkeit des Ladepunkts von Hauptverkehrsachsen wichtig. Die Möglichkeit vom Ladestandort aus auf ein anderes Verkehrsmittel umzusteigen, ist hingegen weniger relevant, da die Verweildauer am Standort beim schnellen Laden nur gering ist.

Für die punktuellen und radialen Standortdaten zu Einzelhandelsstandorten, Nahversorgungszentren und Einwohnerzahlen auf kleinräumiger Ebene wurden die jeweiligen Ausprägungen ermittelt. Die Werte bilden den Standortfaktor. Je höher sein Wert, desto höher ist die Eignung als Ladeinfrastrukturstandort. Der Zielerreichungsgrad bildet sich aus der Summe der Standortfaktoren und erlaubt einen Vergleich der Standorte untereinander. Standorte, die sich aufgrund eines hohen Zielerreichungsgrades in besonderem Maße als Ladeinfrastrukturstandorte eignen, wurden einer eingehenden Bewertung unterzogen. Zu diesen besonders geeigneten Standorten zählen Nahversorgungszentren, größere Parkplatzanlagen und Umspannwerke.

Die direkte Nähe zu Umspannwerken eignet sich besonders für Ladestandorte mit mehreren leistungsstarken DC-Ladepunkten (Tankstellenprinzip). An Umspannwerken stehen die nötigen Leistungsmengen bereit, es sind in der Regel keine langen Kabelwege und umfangreiche Tiefbauarbeiten nötig. Zudem liegen Umspannwerke häufig an in gut erreichbaren Randlagen mit günstiger Flächenverfügbarkeit.

Umspannwerke für das DC-Laden geeignet

Nahversorgungszentren bieten aufgrund der Verfügbarkeit an Parkflächen eine gute verkehrliche Erreichbarkeit. Durch den zusätzlichen Nutzen, das Laden mit einem Einkauf zu verbinden, sind Standorte zur Nahversorgung sowohl für das AC- wie für das DC-Laden interessant. Die folgende Tabelle 4 zeigt das Potenzial verschiedener zentraler Nahversorgungsstandorte in Wolfsburg in Bezug auf die Ausprägung der Standortfaktoren beim DC-Laden. Die Standorte wurden geordnet nach dem höchsten Zielerreichungsgrad.

Nahversorgungszentren für AC- und DC-Laden geeignet

Parkhäuser und Tiefgaragen bieten je nach Nutzung und Parkdauer Anwendungsfälle für das AC- oder das DC-Laden. In Kombination aus AC- Wallbox und einem Abrechnungssystem aus kombiniertem Park- und Ladeticket lassen sich günstige Ladelösungen realisieren.

Parkhäuser- und Tiefgaragen für AC- und DC-Laden geeignet

Insgesamt erlaubt die vorliegende Datenbasis eine räumlich differenzierte Übersicht über die AC- und DC-Ladebedarfe im gesamten Stadtgebiet. Die Grundlage kann sowohl für zahlreiche Planungen der Stadt als auch für den Umgang mit Investorenanfragen für Ladeinfrastruktur verwendet werden.

Tabelle 4: Zielerreichungsgrade ausgewählter Nahversorgungszentren in Wolfsburg

Standort	Standortfaktor- Nutzwert				Zielerreichungs- grad
	Dual Use	Erreichbar- keit	Sichtbar- keit	Sicherheit	
Hansaplatz	↑	↑	→	→	↑
Hehlinger Str.	↑	↑	→	→	↑
Dörmling-Center	→	↑	→	→	↑
Mörser Str.	↑	→	→	→	→
Gerta- Overbeck-Ring	→	↑	→	→	→
Laagbergstr.	→	↑	↑	→	→
Detmeroder Markt	→	→	→	→	→
Westhagen EKZ	→	→	→	→	→
Schlesierweg	→	→	→	→	↓
Schachtweg	↑	→	→	↓	↓

Quelle: Eigene Darstellung

6.4 Qualitätskriterien für Investoren beim Aufbau der Ladeinfrastruktur in Wolfsburg

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur in der Stadt Wolfsburg soll grundsätzlich durch Investoren erfolgen, die mit einem tragfähigen Geschäftsmodell den langfristigen und bedarfsgerechten Betrieb von Ladeinfrastruktur im gesamten Stadtgebiet ermöglichen. Für den öffentlichen Raum kann das in Wolfsburg unter Beachtung folgender Qualitätskriterien erfolgen:

- Es werden Anschlusstypen gem. Ladesäulenverordnung verwendet.
- Die Zugänglichkeit zu Ladesäulen ist jederzeit und für Jedermann zu gewährleisten.

Qualitätskriterien für Investoren

- Ein Direktzugangs- und Bezahlsystem wird an allen Ladepunkten vorgehalten (EC-Karte, Smartphone, o.ä.). Zusätzliche Angebote über Roamingplattformen sind wünschenswert.
- An den Ladepunkten soll ausschließlich Strom aus regenerativen Quellen verwendet werden.
- Die Ladesäulen sollen stadtbildverträglich errichtet werden (Abstimmung im Rahmen der Sondernutzungserlaubnis für den öffentlichen Raum).
- Eine zentrale Stelle in der Stadtverwaltung Wolfsburg wird über Standort, Anschlusstyp, Ladeleistung und Zugangsmodell bei der Errichtung neuer oder der Deinstallation bestehender Ladepunkte im öffentlichen und halböffentlichen Raum informiert (Vordruck siehe Anlage).

6.5 Standortbewertung

Sind Potenzialflächen identifiziert, soll die folgende Bewertungsmatrix helfen, die Eignung eines Standortes weiter zu konkretisieren. Dazu wurde auf die in der Modellregion Hamburg erfolgreich erprobte Bewertungssystematik zurückgegriffen und Ergänzungen vorgenommen. Damit stehen einheitliche und operationalisierbare Bewertungsmaßstäbe zur Verfügung, mit deren Hilfe die grundsätzliche Eignung von Standorten nachvollziehbar analysiert werden kann (Abbildung 11).

Bewertungsmatrix zur Eignungsprüfung eines Standortes

Schritt 1: Ausschlussverfahren der Standorteignung

Demnach wird für die grundsätzliche Entscheidung, ob sich ein Standort für den Aufbau von Ladeinfrastruktur eignet, im Sinne eines Ausschlussverfahrens ein Ja-/Nein-Schema zur Bewertung verwendet. Darüber hinaus werden beim anschließenden Vergleichsverfahren die Kriterien zur Prüfung der Standorteignung mit einer Punkteskala bewertet. Die Ergebnisse werden für die Auswahl der Ladestandorte und die Reihenfolge ihrer Realisierung herangezogen (Bürgerschaft Hamburg 2014). Als grundsätzliche Hinderungsgründe beim Ausschlussverfahren (A1 bis A5) werden die Kriterien in Hinblick auf folgende Aspekte bewertet:

- die Flächenverfügbarkeit (Besitzverhältnisse, Nutzungsverträge, Flächennutzungsplan, Nutzungsrechte),
- ihre baulich-technische Eignung (Zugang, mangelnde Größe oder Unverträglichkeit mit baulichen oder (elektro-) technischen Anforderungen, fehlende Netzanschlüsse,...),
- die städtebauliche Eignung (Stadtbildverträglichkeit),
- den Status der Fläche im Rahmen der Bauleitplanung (rechtliche Hinderungsgründe)
- sowie spezielle Schutznormen (Denkmalschutz, Naturschutz, GrünflächenVO)

Sofern ein Hinderungsgrund zur Errichtung der Ladeinfrastruktur an diesem Standort vorliegt, der nicht oder nur mit einem unverhältnismäßigem Aufwand behoben werden kann, ist eine weitere Prüfung anhand des Vergleichsverfahrens (B1 bis C4) nicht notwendig. Das Prüfverfahren ist mit einem negativen Ausgang abgeschlossen. Sollten die Prüffaktoren positiv beantwortet werden, kann mit dem Vergleichsverfahren der Standorteignung fortgefahren werden. Hierbei wird zwischen einer Anbieter- und einer Nutzerperspektive unterschieden, die in der Bewertung des Ergebnisses unterschiedliches Gewicht haben. Aus Sicht der Stadt Wolfsburg ist eine stärkere Gewichtung der Nutzerperspektive sinnvoll. In der Kategorie B werden mit einer Punkteskala von 1 (schlecht) bis 5 (sehr gut) aus anbieterseitiger Perspektive der Erschließungsaufwand, der elektrotechnische Aufwand zum Anschluss der Ladesäulen, der Aufwand zur Durchführung des notwendigen Verfahrens (Genehmigung), die Lage und Sichtbarkeit des Standortes für die Öffentlichkeit sowie die Erweiterbarkeit des Standortes bewertet.

Kategorie C wird mit Hilfe der Punkteskala aus nutzerseitiger Perspektive die Erreichbarkeit, Erkennbarkeit und Zugänglichkeit des Ladestandortes, die Attraktivität, Zentralität und das Umfeld (Nähe zu Nahversorgung, Sicherheit, etc.), die Verknüpfung mit anderen Mobilitätsangeboten (z. B. ÖV-Angebot, Bike- und Carsharing, etc.) sowie der Parkdruck durch andere Fahrzeuge (Frequentierung, Falschparker) bewertet. Die vergebenen Punkte werden jeweils mit dem Multiplikator verrechnet und am Ende eine Gesamtpunktzahl gebildet.

6.6 Empfehlungen im Überblick

Die folgende Tabelle 5 fasst die Empfehlungen im Ladeinfrastrukturkonzept der Stadt Wolfsburg im Zeithorizont 2016 bis 2025 zusammen. In der Tabelle wird zwischen öffentlichen, halböffentlichen und privaten Flächen unterschieden. Entsprechend der vorangegangenen Überlegungen werden für das gesamte Stadtgebiet von Wolfsburg bis zu 15 % des zukünftigen Bedarfs an Ladepunkten im öffentlichen und halböffentlichen Straßenraum zu errichten sein. Da an diesen Standorten von längeren, mehrstündigen Parkzeiten (Nachtparken, Einkauf in der Innenstadt, etc.) ausgegangen werden kann, wird eine überwiegende Errichtung von AC-Ladepunkten mit bis zu 22 kW empfohlen. Der Zugang und die Abrechnung sollten über Park & Charge Modelle, mit einem Direktzugang und über das Roamingverfahren erfolgen. Um beim gleichzeitigen Laden die Netzstabilität zu erhalten, sollten möglichst intelligente Ladesäulen/Wallboxen, die dreiphasiges Laden ermöglichen, eingesetzt werden.

Schritt 2: Vergleichsverfahren der Standorteignung

Errichtung von AC-Ladepunkten beim mehrstündigen Parken über Nacht oder beim Einkauf in der Innenstadt

Bewertungsmatrix Standorte für Ladeinfrastruktur in Wolfsburg					
Vorprüfung (Ausschlusskriterien)					
Existieren Hinderungsgründe mit Blick auf...			ja	nein	
A1	...die Verfügbarkeit der Fläche				
A2	...bauliche oder techn. Belange der Fläche				
A3	... die städtebauliche Eignung				
A4	...den Status der Fläche				
A5	...spezielle Schutznormen				

Standorteignung						
Anbieterperspektive mit 40% Gewichtung			Multiplikator	Bewertung 1- 5	Ergebnis	
B1	Geringer baulicher Aufwand			10		
B2	Geringer elektrotechnischer Aufwand			10		
B3	Geringer Aufwand Verwaltungsverfahren			5		
B4	Attraktivität/Repräsentativität der Lage/ Wahrnehmbarkeit			10		
B5	Erweiterbarkeit des Standortes			5		
Nutzerperspektive mit 60% Gewichtung			Multiplikator	Bewertung 1- 5	Ergebnis	
C1	Erreichbarkeit, Erkennbarkeit, Zugänglichkeit			15		
C2	Attraktivität als Ladestandort, Zentralität, Umfeld			20		
C3	Verknüpfung mit anderen Mobilitätsangeboten			15		
C4	Geringer Parkdruck durch andere Fahrzeuge			10		

Gesamtpunktezahl			

Abbildung 11: Bewertungsmatrix zur Prüfung potenzieller Ladestandorte

Quelle: Eigene Darstellung nach Bürgerschaft Hamburg 2014

Der Großteil der bedarfsgerecht aufzubauenden DC-Ladepunkte mit öffentlichem Zugang sollte im halböffentlichen Raum verfolgt werden. Dazu gehören Parkflächen an Bundesfernstraßen und hochfrequentierten Bundesstraßen. Der Zugang und die Abrechnung erfolgen möglichst über ein Direktbezahlssystem und unter Einsatz des Roamingverfahrens. Auf Parkflächen von Handel und Gewerbe mit Standzeiten bis zu 2 Stunden (z. B. an Einzelhandelsagglomerationen) wird die Errichtung von DC-Ladepunkten oder AC-Ladepunkten empfohlen. In Parkhäusern der Innenstadt oder in Bahnhofsnähe erscheint aufgrund der Parkdauer der Einsatz von (möglichst intelligenten) Wallboxen ausreichend zu sein. In beiden Fällen sollten Park & Charge-Lösungen und ggf. Roaminglösungen eingesetzt werden. Die Mehrzahl der Lademöglichkeiten sollte aufgrund der Parkdauer auf privaten Flächen geschaffen werden. Dazu zählen private Stellplätze am Wohnort, in Garagen, Tiefgaragen sowie auf Außenstellplätzen. Darüber hinaus wird das Laden beim Arbeitgeber an Bedeutung zunehmen. Aufgrund der geringen Zugriffsmöglichkeit der Kommune auf private Flächen kann auf Errichtung, Betrieb und Zugang in diesem Bereich nur eingeschränkt Einfluss genommen werden. Die Bandbreite der Umsetzungsmöglichkeiten kann frei gewählt werden. Weiterführend hierzu werden im folgenden Kapitel 7 die Errichtung von Ladepunkten in der Wohnungswirtschaft, notwendige Voraussetzungen zum Aufbau und Empfehlungen für die Umsetzung kursorisch behandelt.

DC-Ladepunkte an Bundesfernstraßen, Bundesstraßen und an Standorten mit kurzer Verweildauer

85 % der Ladepunkte auf privaten Flächen (Arbeitgeber, private Stellplätze)

Tabelle 5: Zusammenfassung der Empfehlungen zum Ausbau der Ladeinfrastruktur

Flächenkategorie	Nutzungsbeispiele	Bedarf Ladepunkte 2025	Ladetechnik	Ladeeinheit	Ladeleistung	Betreiber- und Zugangsmodell
Öffentliche Fläche (2 %)	Öffentlicher Straßenraum	173*	AC/DC CCS	Ladesäule, Wallbox, (aufgeständert), Laterne	3,7 bis > 50 kW	Park&Charge, Ad hoc, Roaming
	Öffentlicher Straßenraum (Wohngebiete)		AC/DC	Ladesäule, Wallbox (aufgeständert), Laternenladen	ab 3,7 kW	Park&Charge, Ad hoc, Roaming
	öffentliche Parkflächen (Innenstadt)		AC/DC	Ladesäule	ab 22 kW	Park&Charge, Ad hoc, Roaming
Halböffentliche Fläche (13 %)	Parkflächen von Handel und Gewerbe, Parkhäuser	981*	AC/DC CCS	Multicharger, Ladesäule, Wallbox	3,7 bis 50 kW	Park&Charge, Roaming, Ad hoc
	an Fern- und Bundesstraßen (hochfrequentiert)		DC	Ladesäule (Multicharger)	ab 50 kW	Roaming, Ad hoc
	Parkflächen von Handel und Gewerbe		AC/DC	Ladesäule	ab 22 kW	Park&Charge, Roaming, Ad hoc
	Parkhäuser in Innenstädten, an Bahnhöfen, etc.		AC	Wallbox	3,7 kW	Park&Charge, Roaming
Private Fläche (85 %)	Private Stellflächen in Wohngebieten, beim Arbeitgeber	6.538*	AC	Ladesäule, Wallbox (aufgeständert), Wallbox	3,7 bis 22 kW	Ein-Lieferanten-Modell, Roaming, Durchleitungsmodell, Park&Charge
	Private Stellplätze in Tiefgaragen		AC	Wallbox	ab 3,7 kW	Durchleitungsmodell, Ein-Lieferanten-Modell, Park&Charge
	Private Außenstellplätze		AC	Ladesäule, Wallbox (aufgeständert)	3,7 bis 22 kW	Durchleitungsmodell, Ein-Lieferanten-Modell, Park&Charge
	Stellplätze beim Arbeitgeber		AC	Wallbox (aufgeständert), Ladesäule	3,7 bis 22 kW	Durchleitungsmodell, Ein-Lieferanten-Modell, Park&Charge, Roaming
* Rechnerischer Wert aus dem Verhältnis des e-Fahrzeugbestandes von 50% 2025 zum Ladesäulenbedarf (10:1)						

Quelle: Eigene Darstellung

7 LADEINFRASTRUKTUR IN WOHNGEBIETEN UND DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die folgenden Angaben und Empfehlungen beruhen auf dem Leitfaden zur Ladeinfrastruktur, der von Vertretern aus den Arbeitsgruppen der NPE und Verbänden verfasst wurde (GGEMO 2013). Darüber hinaus fließen Positionen des VDA (2015) und Ergebnisse aus einer Studie zu den Herausforderungen für die Wohnungswirtschaft ein (Clausnitzer et al. 2012).

7.1 Voraussetzungen zum Aufbau im Überblick

Für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Wohngebieten sollten folgende Voraussetzungen bedacht und geschaffen werden, die in den anschließenden Kapiteln ausführlich behandelt werden:

Voraussetzungen für Ladepunkte in Wohngebieten

1. vorausschauende Planung und Errichtung in geeigneter Anzahl (privat und öffentlich)
2. Abgrenzung des Wohngebiets und Klärung der Stellplatzanforderungen (Privatgrundstücke oder öffentliche Flächen)
3. Ermittlung der Anzahl notwendiger Ladesäulen
4. Festlegung der Art der Ladesäule und Leistung
5. Berücksichtigung von Leerrohren oder Verkabelung (bei Neubau bereits im Erschließungskonzept)
6. Berücksichtigung energieseitiger Bestimmungen (Netzanschluss, Verteiler, Lastenmanagement)
7. Festlegung auf ein Abrechnungs- und Betreiberkonzept (Installation, Betrieb, Abrechnung)

7.2 Vorüberlegungen im Einzelnen

7.2.1 Anzahl notwendiger Ladesäulen

Zur Ermittlung der Anzahl notwendiger Ladesäulen und Ladepunkte in einem Wohngebiet ist zunächst das Wohngebiet abzugrenzen. Auf Basis der geplanten oder bestehenden Wohneinheiten kann die geschätzte Anzahl an Personenkraftwagen und eine geschätzte Anzahl an Elektrofahrzeugen und Pedelecs pro Wohneinheit festgelegt werden. Folgende Faktoren nehmen dabei Einfluss auf die verfügbare Anzahl und Ausstattung der Stellplätze:

Ermittlung der Anzahl notwendiger Ladepunkte

- Anzahl der Pkw pro Haushalt
- Anzahl der Pedelecs pro Haushalt
- Ein- oder Mehrfamilienhaus
- Stadt oder ländlich geprägter Raum
- Bestand oder Neubau

7.2.2 Weitere Stellplatzanforderungen

Vor der Festlegung geeigneter Standorte sind weitere Stellplatzanforderungen in Hinblick auf die Bauherren, Architekten und Elektroinstallateure zu berücksichtigen. Beispielsweise sollte eine Markierung, Signalisierung oder Reservierung der Stellflächen zur Vermeidung von Falschparkern erfolgen. Im Bereich von Stellflächen der Wohnungswirtschaft können somit z. B. Bügel zur zeitweisen Absperrung notwendig sein. Außerdem sollte ausreichend Platz für Trafostationen und deren zukünftige Vergrößerung bereits im Flächenkonzept vorgesehen werden. Darüber hinaus sind folgende Punkte bei der Aufstellung der Ladestationen vorab zu klären:

Erfüllung der Stellplatzanforderungen

- Art der Aufstellung der Ladestation (freistehend, Wallbox)
- Kabelführung zur Vermeidung von Stolperfallen
- Beschaffenheit der Anbindung (Fundament, Wandstärke)
- ausreichend Beleuchtung
- Einpassung in Umgebung (Design, Farbgebung, Größe)
- Schutzmaßnahmen (Zugriff auf Technik durch Dritte etc.)

Im Bereich von Neu- und Umbauarbeiten kann Elektromobilität auch ohne konkrete Umsetzungspläne durch das Vorhalten einer ausreichenden Anzahl an Leerrohren in einem geeigneten Durchmesser oder ein Kabel in einem geeigneten Querschnitt berücksichtigt werden. Darüber hinaus sollten natürlich je nach Stellplatz entsprechende Stellflächen vorhanden sein bzw. auch nachträglich zur weiteren Errichtung geschaffen werden können. Die Größe der Verkabelung ist wiederum abhängig von der Ladeleistung. Folgende Anforderungen stehen dabei zur Diskussion:

- ausreichende Anzahl Leerrohre in geeignetem Durchmesser oder Kabel in geeignetem Querschnitt berücksichtigen – abhängig von Ladeleistung
- 1-phasiges AC-Laden von 3,7 kW (230 V, 16 A) bis max. 4,6 kW möglich (üblich)
- 3-phasiges (empfehlenswert) AC-Laden z. B. mit 3x16 A (11 kW), 3x32 A (22 kW) oder mit bis zu 3x63 A (44 kW)
- 3-phasiges DC-Laden mit 3x125 A AC-Anschluss (bis zu 86 kW) oder mehr
- Platzreserven in den Verteilern vorsehen
- Sicherung bei der Stromversorgung und Lastenmanagement notwendig
- bei großen Liegenschaften: Abwägung direkte Mieter-/Eigentümer-Verrechnungsmessung
- optional: Installation, Betrieb, Abrechnung durch Dienstleister

7.2.3 Einflussnahme seitens der Kommune

Aus kommunaler Sicht besteht die Einflussmöglichkeit zur Errichtung von Ladepunkten im privaten und halböffentlichen Raum in der Berücksichtigung von Maßnahmen zu alternativen Mobilitätskonzepten in der Rahmenplanung. Darin werden Eckpunkte zur Mobilität im Quartier aufgenommen, die dann als Leitlinien für die weitere Bauplanung gelten. Beispielsweise könnten Gemeinbedarfsflächen für Mobilitätspunkte, Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum, Vorgaben für private Grundstücke sowie ein Stellplatzkonzept integriert werden. Das Stellplatzkonzept bietet zudem die Möglichkeit Vorgaben an Grundstückseigentümer zu formulieren, die eine Errichtung von Ladepunkten je nach Anzahl an Stellplätzen vorsieht (z. B. ab 10 Stellplätzen, mind. 25 % mit Stromzuleitung für Ladepunkte).

Kommunaler Einfluss in der Rahmenplanung

Die Instrumente der Bauleitplanung sind der für das gesamte Stadtgebiet geltende Flächennutzungsplan (vorbereitender Bauleitplan) und der Bebauungsplan (verbindlicher Bauleitplan), der für bestimmte abgegrenzte Bereiche innerhalb der Stadt aufgestellt wird. Die Aufstellung dieser Pläne erfolgt in aufeinander abgestimmten Schritten bis zur Rechtskraft. Auf die Aufstellung von Bauleitplänen und städtebaulichen Satzungen besteht kein Rechtsanspruch. Hierüber können allein die politischen Gremien und letztlich der Rat der Stadt entscheiden.

Bei der Aufstellung des Flächennutzungsplans können und werden bereits Anlagen zur Energieerzeugung und Speicherung sowie Gemeinflächen für Mobilitätspunkte und Ladestationen ausgewiesen. Bei der Aufstellung des Bebauungsplans ist wiederum der Flächennutzungsplan zu berücksichtigen. Im Bebauungsplan sind u. a. Belange der Mobilität unter Berücksichtigung einer auf Vermeidung und Verringerung von Verkehr ausgerichteten städtebaulichen Entwicklung (§ 1 Abs. 6 Nr. 9 BauGB) zu beachten. Darüber hinaus sind die von der Stadt Wolfsburg beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzepte oder sonstigen Planungen zu tangieren (z. B. Verkehrskonzept, im Rahmenplan beschlossenes Mobilitätskonzept, Ladeinfrastrukturkonzept, etc.).

Des Weiteren bietet der städtebauliche Vertrag die Möglichkeit auf den Ausbau der Ladeinfrastruktur im halböffentlichen und privaten Raum Einfluss zu nehmen. Hierbei handelt es sich um ein Werkzeug zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft (z. B. Investoren), das bei Nichterfüllung die öffentliche Hand dazu befähigt, Schadenersatzforderungen zu stellen. Darüber hinaus können Vereinbarungen zu Kosten, z. B. für die Erschließung und Folgekosten bei der Errichtung der Ladeinfrastruktur getroffen werden.

7.2.4 Anforderungen seitens der Energieversorgung

Die örtlichen Energieversorger sind aufgrund folgender Anforderungen in den Aufbau der Ladestationen einzubeziehen:

- Anschluss Netz an öffentliches Verteilernetz (VDE AR N 4102)
- Anschlussschränke im Freien am Niederspannungsnetz für Anschluss von ortsfesten Schalt- und Steuerschränken, Zähleranschlusssäulen, Telekommunikationsanlagen
- intelligenter Elektrizitätszähler bei separater Messung und Abrechnung der Energiemenge notwendig
- eigener Verteilerstromkreis mit eigener Absicherung und Fehlerstrom-Schutzeinrichtung notwendig
- Strombezug bei einer Anschlussleistung von über 12 kW zustimmungspflichtig durch Netzbetreiber

7.2.5 Zusätzliche Kosten und Anforderungen

Beim Aufbau Ladeinfrastruktur kommen im Neubau zu den Stellplatzkosten die entsprechenden Zusatzkosten durch die Ladesäule hinzu. Der Stromverbrauch und Abrechnung muss geregelt werden, was wiederum abhängig vom Betreiber der Ladestationen ist bzw. ob sich die Ladestationen im öffentlichen, halböffentlichen oder privaten Raum befinden. Die Ladestationen sollten daher in Hinblick auf die technische Notwendigkeit und auf mögliche Abrechnungssysteme hin ausgewählt und angewendet werden.

Zusatzkosten im Neubau

Beispielsweise sind Abrechnungssysteme in der Wohnungswirtschaft weniger aufwendig umzusetzen, da eine nutzerzentrierte Abrechnung leichter erfolgen kann. In vermieteten Garagen, für Stellplätze in Tiefgaragen und auch für einen Großteil der Stellplätze im Freien ist es möglich, mit einem Aufwand, der nur maximal ein Viertel des Aufwands für Ladesäulen im öffentlichen Raum beträgt, eine Ladeinfrastruktur zu schaffen.

Abrechnungssysteme in der Wohnungswirtschaft

Gebäudeseitig sollte die Integration von Ladestationen/Wallboxen in ein Energie- bzw. Lastmanagement zur sinnvollen Einbindung in eine eventuelle Stromerzeugung (Photovoltaik/Speicher) sowie zur Vermeidung von Überbeanspruchungen des Hausnetzes geprüft werden. Zur Steuerbarkeit müssen intelligente Ladestationen/Wallboxen verwendet werden.

Integration in Energie- und Lastmanagement

7.2.6 Abrechnungsmodelle

In Bezug auf die Umsetzung des städtischen Abrechnungs- und Betreiberkonzeptes sind die Hinweise in den vorangegangenen Ka-

piteln zu berücksichtigen. Zum Ausbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur im Rahmen wohnungswirtschaftlicher Belange sind Eigentums- und nutzungsrechtliche Modelle in hohem Maße abhängig von der „Kultur“ der Wohnungswirtschaft. Grundsätzlich sollten die Wohnungsbaugesellschaften allerdings nur die Installation der Ladesäulen (nicht Betrieb) übernehmen. Es wird lediglich empfohlen bei einer anzunehmenden geringen Nutzerzahl die Stromabrechnung mit einem einfachen Schätzverfahren, mit Zwischenzählern oder mit der Installation von individuellen Hauptzählern je Nutzer durchzuführen. Erfolgt der Betrieb der Ladesäulen durch einen externen Anbieter, sind andere Abrechnungsmodelle in die Betrachtung einzubeziehen.

Externe Betreiber für Ladesäulen in Wohngebäuden

Dann sollten die „Energie-Dienstleister“ im Gebäude oder auf dem Gelände den Ladestrom anbieten und mit jedem einzelnen Kunden individuell abrechnen. Bei größeren Energiemengen lohnen sich spezielle Tarife der Energielieferanten. Durch den Einsatz abschaltbarer Zählpunkte besteht die Möglichkeit zur Einsparung von Netzentgelten.

Beim Ausbau der Ladeinfrastruktur im Rahmen der Wohnungswirtschaft bestehen allerdings noch Hürden im Bau-, Miet- und Eigentumsrecht, die bislang keine entsprechenden rechtlichen Regelungen beinhalten:

Hürden im Bau-, Miet- und Eigentumsrecht

- fehlende Unterstützung bei der Einrichtung von Wandladestationen (Wallbox) an Tiefgaragenstellplätzen, Stellplätzen im Gemeinschaftseigentum oder sonstigen Mietparkplätzen, in Garagen oder Tiefgaragen
- ggf. ist Hausanschluss zu verstärken, separate Zuleitung zu installieren
- Anschluss stellt eine Erweiterung der bestehenden elektrischen Anlagen dar
- Lastenmanagement empfehlenswert bei Gebäuden mit mehreren Anschlussnutzern (Mehrfamilienhaus), um Überdimensionierung des Netzanschlusses und der Elektroinstallation zu vermeiden

7.2.7 Basiskennzahlen Ladesäulen

Folgende Basiskennzahlen sollten zum objektiven Vergleich zum Aufbau der Ladesäulen eingeholt werden:

- Einmalkosten einer öffentlichen Ladesäule inkl. Installation [Euro]
- Abschreibung Kosten einer Ladesäule
- Lebensdauer der Ladesäulen [Jahre]
- Laufende Kosten Ladesäule (Platz- und Grundstückmiete, Wartung, Pflege, Reparatur, Hotline, Abrechnungssystem, Steuerabgaben etc.) [Euro p.a.]
- Anzahl Autos pro Ladesäule
- Autos pro Lade-Steckdose
- Maximale Leistung Lade-Steckdose [kW]
- Leistung Ladesteckdose [kW/h]
- Durchschnittliche Ladezeit [h/Tag]
- Haltezeit an der Ladesäule [h]

LITERATUR

Beckers, T., Reinke, J., Bruchmann, C., Gizzi, F., Hoffrichter, A. & Jäkel, K. (2011): Elektromobilität und Infrastruktur - Ökonomische Analyse von Organisations- und Betreibermodellen, Aufbau- und Finanzierungsstrategien sowie Regulierungsfragen. Abschlussbericht zu dem Forschungsvorhaben „EM-Infra“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Berlin. <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb12/723680876.pdf>

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2014) (Hrsg.): Masterplan Ladeinfrastruktur und Stellungnahme des Senats zum Ersuchen der Bürgerschaft vom 11. Dezember 2013 „An Erfolge anknüpfenden und Elektromobilität weiterentwickeln“. Drucksache 20/10267.

<http://www.hamburg.de/contentblob/4479262/.../data/masterplan-ladeinfrastruktur.pdf>

Clausnitzer, K.-D., Gabriel, J. & Buchmann, M. (2012): Elektromobilität und Wohnungswirtschaft. Abschlussbericht. Bremen.

GGEMO (Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung) (2013) (Hrsg.): Technischer Leitfaden Ladeinfrastruktur. Berlin. https://www.vda.de/dam/vda/publications/Technischer_Leitfaden_Ladeinfrastruktur/1379664398_de_220996077.pdf

Lessner, A. (2016): Wenn Autos zu viel ziehen. E-Mobilität. In: ZfK (Zeitung für kommunale Wirtschaft), Nr. 7., 11.07.2016, S. 22. LSV – Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile (Ladesäulenverordnung - LSV) vom 09. März 2016.

NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) (2014) (Hrsg.): Fortschrittsbericht 2014. Bilanz der Marktvorbereitung. Berlin.

NPE (Nationale Plattform Elektromobilität) (2015) (Hrsg.): Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland – Statusbericht und Handlungsempfehlungen 2015. Berlin.

Sauthoff, M. (2010): Öffentliche Straßen: Straßenrecht – Straßenverkehrsrecht – Verkehrssicherungspflichten; 2. Auflage. München: Verlag C. H. Beck.

Stadt Wolfsburg (2016): E-Strategie Wolfsburg – Strategische Eckpunkte zur Weiterentwicklung der Stadt Wolfsburg auf dem Weg zu einer Modell- und Referenzstadt für Elektromobilität 2015 – 2025. Wolfsburg (unveröffentlicht)

VDA (Verband der Automobilindustrie) (2015): Ladeinfrastruktur-
Aufbau in Deutschland. Positionspapier. Berlin.

[https://www.vda.de/dam/vda/publications/VDA-Positionspapier-zur-Ladeinfrastruktur/VDA Positionspapier zur Ladeinfrastruktur.pdf](https://www.vda.de/dam/vda/publications/VDA-Positionspapier-zur-Ladeinfrastruktur/VDA%20Positionspapier%20zur%20Ladeinfrastruktur.pdf)

VDE (2015): E-Mobility: Ladeinfrastruktur (Smart Grid).

<https://www.vde.com/de/E-Mobility/Ladeinfrastruktur/Seiten/default.aspx>

(Stand: 2015-07-10) (Zugriff: 2015-08-10)

MELDEBOGEN FÜR DIE INSTALLATION ODER AUßERBETRIEBNAHME VON LADEINFRASTRUKTUR FÜR ELEKTROFAHRZEUGE IN DER STADT WOLFSBURG

Installation (I) / Außerbetrieb- nahme (A)	Typ und An- zahl Ladeein- heit	Standortadresse	Technische Daten je Ladepunkt	Zugangsmedium	Abrechnungsart	Zugänglichkeit	Betreiber
I	1x Ladesäule	Musterstraße 1 38440 Wolfsburg	1x AC 22kW 400V 32A und 1x DC 20kW 500V 165A	RFID Ladenetz und Hsubject	Roaming Ladenetz und Hsubject	24 Std. / 7 Tg.	Musterfirma GmbH Musterstraße 1 38440 Wolfs- burg Tel. 05361 123456

Beispiel



BEEINDRUCKEND JUNG

WOLFSBURG