

## Elektromobilitätskonzept Schwabach



**Auftraggeber:**

Stadt Schwabach

Amt für Stadtplanung und Bauordnung

Albrecht-Achilles-Straße 6/8

91126 Schwabach

**Auftragnehmer:**

Institut Stadt | Mobilität | Energie GmbH

Rotenwaldstraße 18

70197 Stuttgart

## IMPRESSUM

# ISME

Institut Stadt | Mobilität | Energie

Institut Stadt | Mobilität | Energie GmbH

Rotenwaldstraße 18

70197 Stuttgart

Telefon: +49 (0)711 65 69 90 14

Mail: [info@i-sme.de](mailto:info@i-sme.de)

### Autoren:

Karsten Hager

Kristina Lutterbeck

24.01.2019

## Inhalt

Abkürzungsverzeichnis .....	1
Zusammenfassung.....	2
Einleitung.....	3
1. Stand der Technik .....	4
1.1. Typen von Elektrofahrzeugen.....	5
1.2. Ladeinfrastruktur.....	6
1.3. IT-gestützte Abrechnungssysteme .....	6
2. Grundlagendaten.....	8
2.1. Analyse potentieller Ladesäulenstandorte in Schwabach.....	8
2.1.1. Identifizieren von Points of Interest (POIs).....	8
2.1.2. Unterteilung der Wohnungsbautypologien .....	9
2.1.3. Evaluationsschema .....	11
3. Bedarfsanalyse für ein Versorgungsnetz Elektromobilität im Stadtgebiet.....	13
3.1. Abschätzung des Bedarfs.....	13
3.2. Szenario 2025 .....	15
3.3. Standortvalidierung .....	16
3.3.1. Priorisierung von Standortvorschlägen und Ausbaustufen.....	16
3.3.2. Mikrostandorte / Umlaufverfahren.....	16
3.4. Die Standorte.....	17
3.4.1. Bestehende und von Betreibern geplante Standorte .....	17
3.4.2. Geplante Standorte (1. Ausbaustufe) .....	19
3.4.3. Geplante Standorte (2. Ausbaustufe) .....	22
3.4.4. Weitere geprüfte Standorte.....	23
3.5. Verortung von E-Bike-Ladestationen .....	24
4. Empfehlungen für den Aufbau eines Ladeinfrastrukturnetzes.....	25
4.1. Technische Standardisierung .....	25
4.2. Vergaberechtliche Rahmenbedingungen.....	28
4.3. Elektromobilitätsgesetz - EmoG.....	28
4.4. Betreibermodelle für Ladeinfrastruktur.....	29
5. Kostenkalkulation einzelner Kostenposten.....	31
5.1. Fördermöglichkeiten .....	32
5.2. Investitionsprogramme.....	32
6. Weitere Schritte .....	33
6.1. Detailplanung.....	33

6.2. Weitere Umsetzungsschritte.....	33
6.3. Weitere rechtliche Hinweise.....	34
7. Fazit .....	36
Literaturverzeichnis .....	37

## Abbildungen

Abbildung 1: Points of Interest und Potentialräume .....	9
Abbildung 2: Wohnungstypologien .....	10
Abbildung 3: Wohnungstypologien und weitere Potentialräume .....	11
Abbildung 4: Kriterienkatalog zur Bewertung potentieller Ladesäulenstandorte .....	12
Abbildung 5: Herleitung Elektrifizierungsquoten für die Ausbaustufen 1-2 .....	14
Abbildung 6: Übersicht über die Standorte von Ladeinfrastruktur (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 15) .....	15
Abbildung 7: Auslastung der bestehenden Ladesäulen (Ladevorgänge im Zeitraum 30.06.2018-30.07.2018), der Parkplatz am Ostanger war zu diesem Zeitpunkt noch nicht realisiert .....	17
Abbildung 8: Übersichtskarte 1. Ausbaustufe .....	21
Abbildung 9: Übersichtskarte 2. Ausbaustufe .....	23

## Tabellen

Tabelle 1: LIS-Bedarfsermittlung für die Ausbaustufen 1-2 .....	14
Tabelle 2: Empfehlungen für ein Lastenheft für Ladesäulen .....	26
Tabelle 3: Schätzung der Netto-Kosten der öffentlich-zugänglichen Ladeinfrastruktur für 2020 (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 12) .....	31

## Abkürzungsverzeichnis

AC – Wechselstrom (engl. alternating current)

BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

DC – Gleichstrom (engl. direct current)

EmoG – Elektromobilitätsgesetz

EU – Europäische Union

ISME – Institut Stadt | Mobilität | Energie

LIS – Ladeinfrastruktur

NEFZ – Neuer Europäischer Fahrzyklus

NOW - Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

NPE – Nationale Plattform Elektromobilität

ÖPNV – Öffentlicher Personennahverkehr

## Zusammenfassung

Elektromobilität ist bereits heute in der Goldschlägerstadt Schwabach im Stadtbild deutlich sichtbar. Ende 2018 stehen bereits **acht Ladesäulen** im öffentlichen Raum zur Verfügung; darüber hinaus besitzt Schwabach vergleichsweise hohe Steigerungsraten bei der Zulassung von Elektrofahrzeugen in Bayern. Dies sind gute Voraussetzungen, um den wachsenden Anforderungen des Markthochlaufs der Elektromobilität gerecht zu werden.

Im Rahmen einer Bedarfsanalyse für ein zukunftsfähiges Versorgungsnetz Elektromobilität in Schwabach wurden auf Basis statistischer Kennzahlen der Stadt Schwabach sowie aktueller wissenschaftlicher Studien zum Markthochlauf der Elektromobilität für die **Zeithorizonte 2021-23 und 2025-28 insgesamt 23 bzw. 39 notwendige öffentlich-zugängliche Ladesäulen** ermittelt.

Um diese Zahl an notwendigen Ladesäulen zu erreichen, wurden potenzielle **bedarfsgerechte Standorte** für Ladesäulen im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes Schwabach identifiziert und **mithilfe eines Umlaufverfahrens innerhalb der städtischen Verwaltung** bereits einer Vorprüfung unterzogen. Die Standorte wurden auf Basis der **Elektromobilen Quartierstypologie** ermittelt, die Analysen der Bausubstanz, verschiedene Frequenzbringer (POIs), Nutzerpräferenzen miteinander kombiniert und weitere Kriterien, die im Rahmen eines Evaluationschemas bewertet wurden.

Abschließend wurde **ein Vorschlag für Inhalte eines Lastenhefts für Ladesäulen** erarbeitet, das Mindestanforderungen zur Vergabe zukünftig zu installierenden Ladesäulen formuliert. Darüber hinaus wurde **ein verwaltungsinternes Umlaufverfahren** zur Planung und Sachverhaltsprüfungen von Ladeinfrastruktur **etabliert**. Die Stadt Schwabach wird somit im Zuge der Erarbeitung des Elektromobilitätskonzeptes die Weichen für die Zukunft stellen, um den notwendigen Ausbau der Elektromobilität in einem geordneten Rahmen vorantreiben zu können.



## Einleitung

Die Elektromobilität unterstützt die nachhaltige Gestaltung des Verkehrssektors bei gleichzeitiger langfristiger Gewährleistung nachhaltiger Individualmobilität. Im vergangenen Jahrzehnt wurden zahlreiche wissenschaftliche und praxisnahe Projekte durchgeführt, die politische, technische und soziale Lösungsansätze zu Fragestellungen der Elektromobilität präsentiert haben. Die politischer Ebene konzentriert sich derzeit darauf, die Elektromobilität „in der Fläche“ verfügbar zu machen, damit die europäischen und nationalen Umwelt- und Klimaschutzziele im Verkehrssektor langfristig eingehalten werden können.

Unter anderem aus diesem Grund hat das bayerische Staatsministerium des Innern für Bau und Verkehr im März 2018 entschieden, dass die Errichtung und der Betrieb von Ladeinfrastruktur in den gemeindlichen Aufgabenbereich fallen. Die Stadt Schwabach war im Jahr 2017 vorausschauend aktiv, als Fördermittel für die Erstellung eines Elektromobilitätskonzeptes beantragt wurden. Ein geordnetes technisches und organisatorisches Vorgehen bei der Förderung der Elektromobilität und deren Überwachung bzw. Durchsetzung wird mit dem vorliegenden Konzept initiiert.

Die Goldschlägerstadt Schwabach ist bereits über die Stadtwerke Schwabach im überregionalen Ladeverbund „Ladeverbund+“ (ehem. Franken+) integriert, der sich für einheitliche Betreiberstrukturen, Zugangsmedien und Abrechnungsvorgänge in der Metropolregion Nürnberg einsetzt. Dies ist aus Elektrofahrzeugnutzersicht zu begrüßen und unterstreicht die elektromobile Weitsicht Schwabachs.

## 1. Stand der Technik

In der aktuellen politischen Debatte rund um Fahrverbote für betroffene Innenstädte/Straßenabschnitte im Zuge zu hoher Stickoxidwerte wird die Elektromobilität als einer von mehreren Lösungsansätzen präsentiert. Die Vorteile dieser Antriebsart müssen allerdings differenziert nach Umwelteinwirkungen aus der Fahrzeugherstellung (hier v.a. der Batterien und ihrer Vorprodukte), ihrer Nutzung (hier v.a. nach den Emissionen CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Feinstaub in Abhängigkeit vom Primärenergieträger) sowie dem Recycling betrachtet werden.

Grundsätzlich ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz dann am besten, wenn der Strom zur Beladung von Elektrofahrzeugen regenerativ erzeugt wird. Im Vergleich mit einem Benziner ist das Elektrofahrzeug damit nach 25.000 km vorteilhaft, nach 30.000 km auch gegenüber einem Diesel-Fahrzeug. Auch beim heutigen deutschen Strommix besteht ein Vorteil im Vergleich mit Benzinern (ab 60.000 km). Im Vergleich mit einem Diesel-Fahrzeug ist das Elektrofahrzeug dann allerdings erst nach 125.000 km vorteilhaft<sup>1</sup>.

Bei der reinen Betrachtung lokaler Emissionen, sind Elektrofahrzeuge deutlich vorteilhaft, da sie lokal emissionsfrei unterwegs sind (BMUB, 2018, S. 13).

Elektrofahrzeuge weisen einen höheren Wirkungsgrad auf als Verbrennerfahrzeuge, allerdings benötigen sie eine höheren Gesamtrohstoffaufwand (BMUB, 2018, S. 15). Zentrales Anliegen einer hohen Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen muss es sein, ein effizientes Recyclingsystem für Batterien aufzubauen (Agora Verkehrswende, 2017, S. 8). Dies ist keine lokale oder regionale Aufgabe – sondern eine internationale Herausforderung, die v.a. nur unter Einbindung der relevanten Industrien erfolgen kann.

Die Brennstoffzelle in der Mobilität kann ihre Stärken nur bedingt im alltäglichen Verkehr mit dem Privat-Pkw ausspielen. Bei Sonderverkehren, Nutzfahrzeugen oder Gütertransporten ist hingegen die Brennstoffzelle durch ihre höhere Reichweite im Vorteil. Nachteilig ist allerdings der zurzeit noch vergleichsweise hohe Anschaffungspreis sowie die fehlende Tankinfrastruktur, weil hier permanente Energieaufwände betrieben werden müssen, um Wasserstoff mit Kühlung oder Druckspeicherung speichern zu können. Darüber hinaus ist die Modellpalette an Brennstoffzellenfahrzeugen noch nicht ausgereift genug.

Aus Gesichtspunkten des Umweltschutzes ist vor allem das individuelle Mobilitätsverhalten zu überdenken, ob manche Wege nicht auch mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt werden können. Generell wird es zukünftig keine dominierende Antriebstechnologie für alle Fahrtzwecke geben - sondern individuell zusammengestellte Wegeketten, die je nach Zweck mit unterschiedlichen Mobilitätsangeboten oder Antriebsformen zurückgelegt werden.

---

1

[https://www.ibp.fraunhofer.de/de/Presse\\_und\\_Medien/Forschung\\_im\\_Fokus\\_Uebersicht/Archiv/Juni\\_2016\\_Angepasst\\_mobil.html](https://www.ibp.fraunhofer.de/de/Presse_und_Medien/Forschung_im_Fokus_Uebersicht/Archiv/Juni_2016_Angepasst_mobil.html) (letzter Zugriff am 10.12.2018)

## 1.1. Typen von Elektrofahrzeugen

Auf dem deutschen Elektrofahrzeugmarkt ist mittlerweile mit 33 Modellen deutscher Hersteller und weitere 30 Modellen internationaler Hersteller eine große Auswahl an Elektrofahrzeugen mit unterschiedlichem Reichweitenangebot vorhanden. Sie lassen sich in Kleinwagen, Wagen der Kompaktklasse, Mittelklasse und Oberklasse, Geländewagen, Vans, leichte Nutzfahrzeuge und Sportwagen unterscheiden (Nationale Plattform Elektromobilität, 2018, S. 20-21).

Eines der meistverkauften Elektrofahrzeuge in Europa ist der Renault ZOE. Der zur Gruppe der Kleinwagen gehörende ZOE ist mit einer Höchstgeschwindigkeit von 135 Kilometer pro Stunde und einer Reichweite von maximal 400 Kilometer nach NEFZ ausgestattet. Das meistverkaufte Elektroauto der Welt ist zur Zeit der Nissan Leaf als Wagen der Kompaktklasse. Seit 2010 wurden über 280.000 Exemplare verkauft, eine Neuauflage mit einer Reichweite von maximal 380 Kilometer nach NEFZ ist seit 2017 erhältlich. Beide Elektrofahrzeugbestseller konnten in den aktuell erhältlichen Versionen ihre Reichweite deutlich steigern, um der weitverbreiteten Reichweitenangst aktiv entgegenzuwirken.

Elektrofahrzeuge weiterer Fahrzeugtypen sind z.B. der Audi E-Tron in der Geländewagenklasse, der ab Ende 2018 produziert werden soll. Als fünf-Sitzer konstruiert, soll eine Reichweite von 400 Kilometer möglich sein. Der Renault Kangoo (Maxi) Z.E. gehört zu der Gruppe der Vans, die sich vor allem an gewerbliche Nutzer richten. Sie sind mit ihrer begrenzten Reichweite von maximal 170 Kilometern nach NEFZ für den Stadtverkehr ausgelegt. Darüber hinaus werden in den kommenden Jahren vor allem auch weitere deutsche Modelle auf den Markt drängen. Das ist der Ankündigung großer deutscher Autobauer, Milliardenbeiträge in Elektromobilität und Digitalisierung investieren zu wollen, zu entnehmen.<sup>2</sup>

Der Fahrzeugbestand an Elektrofahrzeugen der Stadt Schwabach besteht zurzeit aus sechs Fahrzeugen<sup>3</sup>. Mit dem Umstieg auf elektrisch betriebene Fahrzeuge soll zur Entlastung der Schadstoffbilanz in der Stadt beigetragen werden. Seit 2014 verteilen die Mitarbeiter der Poststelle die Post zwischen den Verwaltungsgebäuden mit einem Renault Kangoo. Drei neue Smart fortwo stehen seit September 2018 für Dienstfahrten zur Verfügung. Davon steht einer für die Mitarbeiter des Referats 2 in der Nördlichen Ringstraße 2a-c bereit. Die anderen befinden sich für die Mitarbeiter des Stadtplanungsamtes und des Umweltschutzamtes in der Albrecht-Achilles-Straße. Darüber hinaus wurden für den Bestand der Stadtgärtnerei zwei Goupil G3 beschafft. Im zuvor zwei jährigen Testzeitraum, in dem ein Fahrzeug auf seine Alltagstauglichkeit geprüft wurde, konnte sich das schmale Fahrzeug mit der großen Ladefläche vor allem auf schmalen Wegen und bei schmalen Einfahrten bewähren. Jedes Elektroauto besitzt eine eigene Ladestation. Neben den Elektrofahrzeugen stehen fünf Dienst-Elektrofahrräder zur Verfügung, die von den Verwaltungsmitarbeitern vor allem für kurze Dienstwege genutzt werden.

---

<sup>2</sup> <https://t3n.de/news/elektroautos-deutschland-emobility-2018-694106/4/> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

<sup>3</sup>

<https://www.schwabach.de/de/wissenswertes/neuigkeiten/pressestelle/pressemitteilungen/6796-stadt-erweitert-elektro-fahrzeugfuhrpark.html> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

## 1.2. Ladeinfrastruktur

Grundsätzlich werden AC-Wallboxen (< 3,7 kW), AC-Ladesäulen (11-22 kW, in neueren Modellen bis 44 kW) sowie DC-Ladesäulen (> 50kW) unterschieden. Für öffentlich-zugängliche Ladesäulen, sollten aus Kosten-Nutzen-Sicht vorrangig AC-Ladesäulen mit 2 x 22kW Ladepunkten installiert werden. Öffentlich-zugängliche DC-Ladesäulen sind deutlich teurer (Tabelle 3) und somit kostenseitig für die öffentliche Hand nicht abzubilden. Darüber hinaus sind DC-Ladesäulen nur an solchen Orten notwendig, wo die Nutzungsszenarien nur kurze Zwischenladungen möglich machen. Dies ist an öffentlich-zugänglichen Orten i.d.R. nicht der Fall.

Am Markt sind viele verschiedene Produkte und Anbieter verfügbar, die bekanntesten Firmen sind Mennekes und ABL. Eine vollständige Auflistung von am Markt verfügbaren Lösungen spiegelt immer nur eine Momentaufnahme wider und wäre deshalb bereits am Tag des Konzeptbeschlusses veraltet. Aus diesem Grund wird auf eine umfangreiche Crowd-Plattform-Liste verwiesen, die regelmäßig von ihren Nutzern aktualisiert wird<sup>4</sup>.

Eine weitere Möglichkeit des Aufladens bietet die Induktionstechnik. Dabei wird mithilfe eines Magnetfeldes die Batterie des Fahrzeuges kabellos aufgeladen, sobald diese über einem Kontaktpunkt der Induktionsplattform optimal positioniert ist. Der größte Pluspunkt der induktiven Ladung ist der Nutzungskomfort; nachteilig sind die im Vergleich höheren Kosten in der Umsetzung sowie die damit verbundenen Tiefbauarbeiten, die die Attraktivität von induktiven Lademöglichkeiten im öffentlich-zugänglichen Raum verringern. Zudem können nur geringere Leistungen bis zu 22 kW mithilfe der Induktion übertragen werden (Nationale Plattform Elektromobilität, 2018, S. 38). In privat-zugängliche Garagen können induktive Ladespulen hingegen eine komfortable Lademöglichkeit bieten, für die öffentliche Hand spielt diese Technologie auf absehbare Zeit keine Rolle.

## 1.3. IT-gestützte Abrechnungssysteme

Eine der Vorgaben der Ladesäulenverordnung von 2016<sup>5</sup> ist der barrierefreie Zugang zur Ladesäule. Sowohl registrierte als auch nicht registrierte Kunden müssen Strom laden können.

Es lassen sich derzeit verschiedene Modelle zur Abrechnung des Stroms unterscheiden. Darunter fallen die kostenlose Abgabe, das zeitbasierte Modell, die Abrechnung nach tatsächlicher Anzahl der Kilowattstunden und ein Modell, bei denen der Ladestrom in Parkgebühren und anderen Pauschalen eingerechnet wird. Dabei werden von einigen Anbietern auch kombinierte Modelle eingesetzt, die für Nutzer weniger transparent sind.

Als Zahlungsmedien werden i.d.R. allgemein verfügbare Zahlungsmittel wie Kreditkarte, Paypal oder Lastschrift eingesetzt. Zugangsmedien können RFID-Karten, SMS, Smartphone-Apps oder QR-Codes sein, die eine eindeutige Zuordnung des Ladevorgangs zu einem Kunden ermöglichen. Der Kunde wird identifiziert und die

---

<sup>4</sup> [https://www.goingelectric.de/wiki/Station%C3%A4re\\_L%C3%B6sungen](https://www.goingelectric.de/wiki/Station%C3%A4re_L%C3%B6sungen) (letzter Zugriff am 10.12.2018)

<sup>5</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/lsv/BJNR045700016.html> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

abrechnungsrelevanten Daten werden an den Vertragspartner weitergegeben. Darüber hinaus ist es auch möglich, das Fahrzeug selbst als Zugangsmittel zu nutzen.

Eine weitere wichtige Rolle spielt hierbei die Eichrechtskonformität, die eine genaue Abrechnung des Stromverbrauchs für den Nutzer gewährleisten soll. Im AC-Bereich sind bereits Lösungen am Markt verfügbar, im DC-Bereich jedoch noch Mangelware. Eine besondere Lösung ist hierbei vom Berliner Unternehmen Ubitricity entwickelt worden – hier steckt der geeichte Zähler im Ladekabel und ermöglicht daher jederzeit eine eichrechtskonforme Ladung. Der Zähler schaltet das Kabel frei, sobald die Ladesteckdose erkannt wird. Ein solches System ist deutlich günstiger als Ladesäulen mit einer eigenen Abrechnungsfunktion. Es ist besonders in Tiefgaragen sinnvoll, bei denen die Ladesäulen keinem bestimmten Fahrzeug zugeordnet sind.

## 2. Grundlagendaten

### 2.1. Analyse potentieller Ladesäulenstandorte in Schwabach

Um den flächendeckenden und bedarfsgerechten Ausbau öffentlicher Ladeinfrastruktur voran zu treiben, hat sich bei der Erarbeitung früherer Forschungsprojekte der Schaufenster und Modellregionen Elektromobilität sowie der Erstellung von Elektromobilitätskonzepten des ISME vor allem für Städte mittlerer Größe der Ansatz eines strategischen Entwicklungskonzeptes bewährt. So kann herausgearbeitet werden, an welchen Standorten in Schwabach welche Ladetechnologie in welcher Stückzahl benötigt wird. Das ISME hat zwischen 2011 und 2014 mit der „Elektromobilen Quartierstypologie (QT)“ am Städtebau-Institut der Universität Stuttgart eine Methode erarbeitet und stetig weiterentwickelt, mit der die Verortung öffentlicher Ladeinfrastruktur konzeptionell, strategisch und transparent möglich ist. Ein solches Vorgehen zur Verteilung öffentlicher Ladeinfrastruktur ist notwendig, da gering ausgelastete Ladeinfrastruktur das Image der E-Mobilität in den Kommunen negativ beeinflussen kann. Während diesem im Folgenden beschriebenen Verfahren werden aus einem bestehenden Kriterienkatalog jene Kriterien ausgewählt und gewichtet, die für den jeweiligen räumlichen und sozialen Rahmen relevant sind.

#### 2.1.1. Identifizieren von Points of Interest (POIs)

In einem ersten Schritt wurde eine Einteilung der Bausubstanz vorgenommen. Hierbei wurden die Siedlungsflächen in Wohnbebauung und Sonderbauten unterteilt, um die jeweiligen Potentiale zur Errichtung öffentlicher und halböffentlicher Ladeinfrastruktur abschätzen zu können.

Aus den Gebieten mit Sonderbauten wurden die im Folgenden aufgelisteten Points of Interest (POIs) identifiziert, an denen mit hoher Besucherfrequenz zu rechnen ist (Braun, Herdtle, Schmid, Märker, & Rid, 2015, S. 19):

- Kliniken und Ärztezentren
- Versorgungsstätten mit guter verkehrlicher Anbindung und hohem Verkehrsaufkommen (z. B. Raststationen)
- Veranstaltungshallen, Kongresszentren, Sportstätten & -stadien
- Tourismus- und Freizeitzentren (Vergnügungsparks, Bäder, besondere Ausflugsziele)
- Bildungszentren: (Berufs-)Schulen, Hochschulen
- Knotenpunkte des öffentlichen Verkehrs (insbesondere Bahnhöfe)
- Park & Ride-Parkplätze
- großflächiger Einzelhandel in Gewerbegebieten (Einkaufszentren, Baumärkte, etc.)
- Andere Einzelhandelskonzentrationen (z. B. Shopping Malls, Nahversorgungszentren)

Diese Einteilung diene als Grundlage für das Identifizieren von Potentialräumen. Im gesamten Stadtgebiet konnten acht Potentialräume bestimmt werden, in deren Umkreis die Errichtung von Ladesäulen sinnvoll erscheint (Abbildung 1), da im Umkreis der Sonderbauten mit erhöhter Besucherfrequenz zu rechnen ist.

Auf Basis der oben beschriebenen Einteilung und den daraus resultierenden Nutzungsszenarien wurde zusätzlich eine Abschätzung der benötigten Ladeleistungen an den Standorten durchgeführt (z.B. geringere Ladeleistungen an Park&Ride-Parkplätzen, aufgrund der hohen Verweildauer an diesen Standorten; höhere Ladeleistungen an Einzelhandelskonzentrationen oder Parkplätzen für Durchreisende aufgrund der kürzeren Verweildauer).

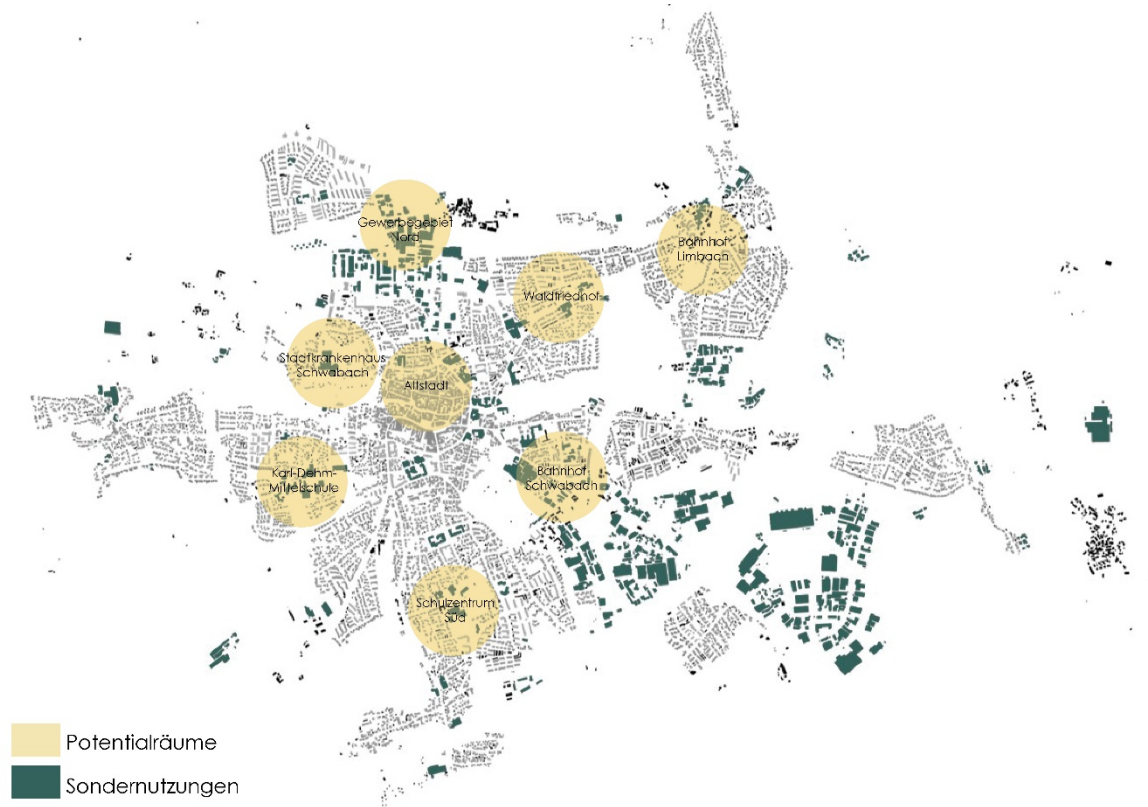


Abbildung 1: Points of Interest und Potentialräume

### 2.1.2. Unterteilung der Wohnungsbautypologien

Im nächsten Schritt wurden die Siedlungsflächen den gängigen Stadttypologien zugeordnet (Einfamilienhaus, Doppelhäuser, Mehrfamilienhäuser und Geschosswohnungsbau, s. Abbildung 2). Die räumliche Einteilung des Stadtgebietes dient zur Abschätzung der Potentiale und Anforderungen für die Elektromobilität der einzelnen Wohnungsbautypologien. Es lassen sich für jede Stadttypologie allgemeingültige Aussagen treffen, die eine weitere Verortung von Ladepunkten möglich machen. In Quartieren, die vor allem Einfamilienhäuser vorweisen, ist ein Bedarf an öffentlicher Infrastruktur kaum vorhanden. Eine hohe Anzahl privater Parkplätze (vor allem in Form von Garagen) ermöglicht eine Vielzahl privater Lademöglichkeiten. Den Empfehlungen der NPE zufolge werden 85% der Ladevorgänge zukünftig im privaten Bereich stattfinden (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 15). Lediglich 15% der Ladevorgänge fallen auf die öffentlichen und halböffentlichen Standorte. In Quartieren, die vorrangig von Mehrfamilienhäusern oder Geschosswohnungsbau geprägt sind, besteht aufgrund der Dichte ein erhöhtes Parkaufkommen auch entlang des Straßenraums. Private

Parkierungsmöglichkeiten stehen vor allem in älteren Quartieren nur vereinzelt zur Verfügung. In diesen Bereichen ist von einem erhöhten Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur auszugehen.

So konnten die zuvor ausgewählten acht Potentialräume durch sechs weitere erweitert werden, die eine sinnvolle Ergänzung im Stadtgefüge ausbilden. Abbildung 3 stellt das Stadtgebiet mit fünf Potentialräumen dar. Der sechste liegt im Wohngebiet Wolkersdorf.

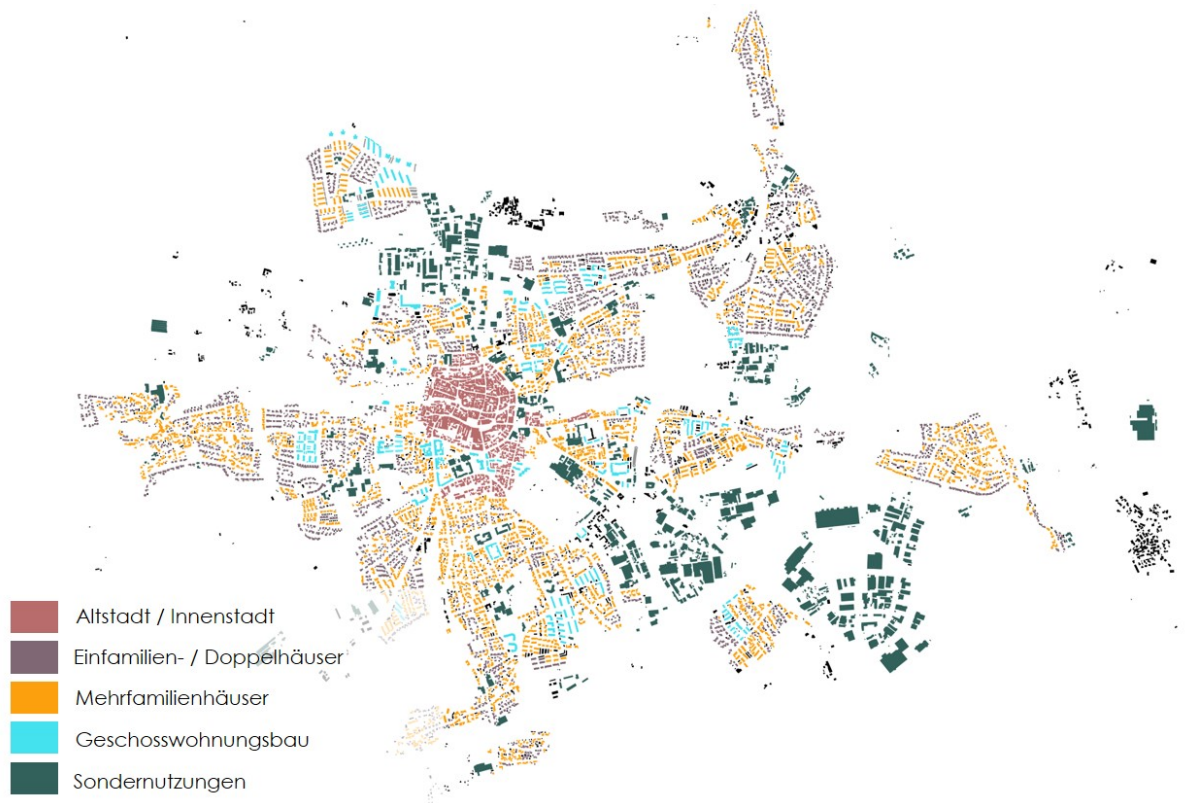


Abbildung 2: Wohnungstypologien



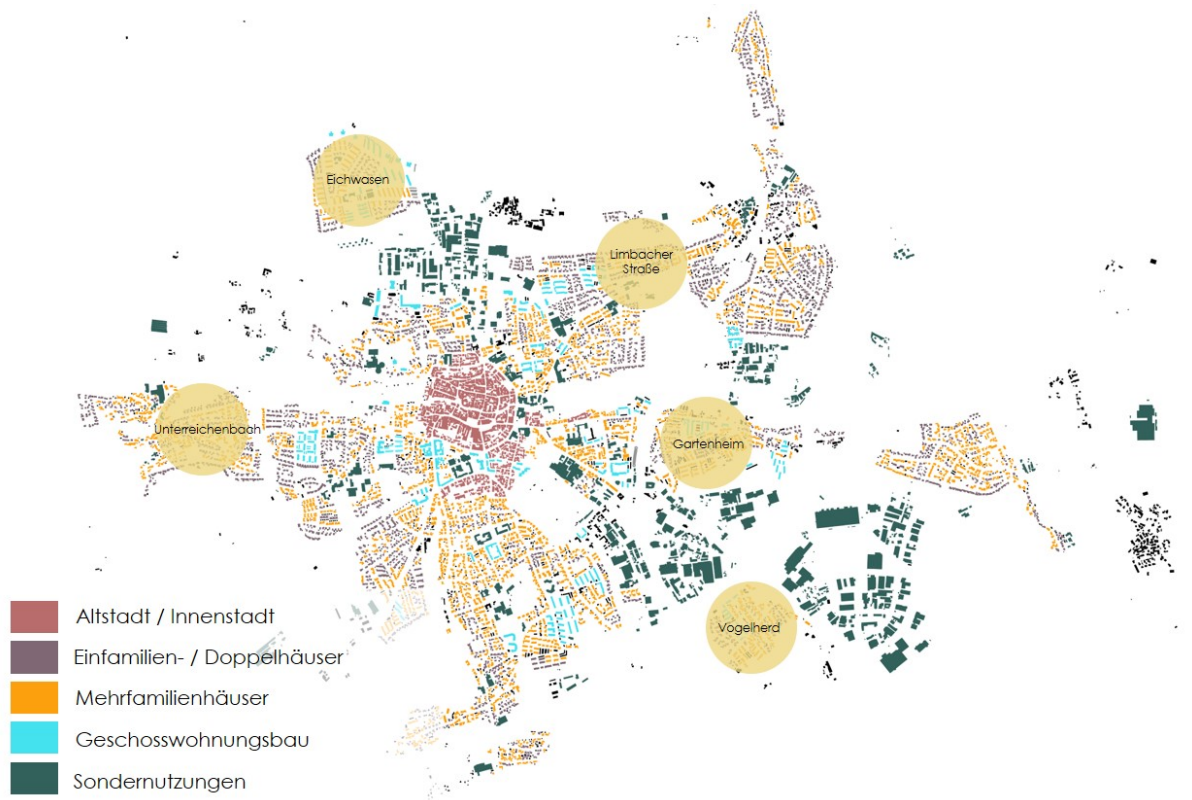


Abbildung 3: Wohnungstypologien und weitere Potentialräume

### 2.1.3. Evaluationsschema

Zeitgleich zur Erarbeitung der Standortvorschläge wurde ein Evaluationsschema entwickelt (Abbildung 4). Es enthält Kriterien, nach denen die zuvor erarbeiteten Vorschläge beurteilt wurden und die es ermöglichen, eine nachvollziehbare und begründete Beurteilung vorzunehmen. Das Schema beinhaltet unter anderem städtebauliche Kriterien, z.B. die Nutzungsmischung im Umfeld des Standortes und die qualitative Beeinträchtigung des öffentlichen Raumes. Ergänzend werden Aspekte der Intermodalität, Abschätzungen des Parkdrucks in der unmittelbaren Umgebung sowie zur Auslastung im Tagesverlauf berücksichtigt. Die Zufahrtsmöglichkeiten, die allgemeine Sichtbarkeit, sowie die potenzielle Besucherfrequenz (durch Nutzergruppenüberlagerung) stellen weitere wichtige Bewertungskriterien dar. Das Ergebnis der Standortvorschläge inklusive des Evaluationsschemas wurde je Standort in einem Steckbrief zusammengefasst. Alle Standortsteckbriefe sind gesammelt in einer separaten Datei im Anhang zu finden.

<b>Kriterium</b>	<b>Bewertung</b>
Zugangs-/Zufahrtsmöglichkeit, Auffindbarkeit vor Ort	
Allgemeine Sichtbarkeit	
Zugänglichkeit	
Besuchfrequenz potenzieller Nutzer (POIs etc.)	
Auslastung im Tagesverlauf	
Intermodalität - Kombination mit anderen Verkehrsträgern insbesondere ÖPNV	
Nutzungsmischung im Umfeld (Wohnen, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe)	
Nutzung durch Wohnumgebung (Dichte)	
Hochwertiger öffentlicher Raum?	
Abschätzung des Parkdrucks in der Umgebung	
Sichere Lage / Potenzielles Vandalismusrisiko	
Entfernung / Doppelung nächste LI	
Potenzielle Investoren zur Kostenunterstützung	
Möglicher Ansprechpartner	
Sonstiges	

Abbildung 4: Kriterienkatalog zur Bewertung potentieller Ladesäulenstandorte

## 3. Bedarfsanalyse für ein Versorgungsnetz Elektromobilität im Stadtgebiet

### 3.1. Abschätzung des Bedarfs

Für das Entwickeln von Szenarien hat das ISME ein Tool zur Abschätzung des Bedarfs von öffentlicher und halböffentlicher Ladeinfrastruktur der Stadt Schwabach erarbeitet. Darin werden unter anderem der Motorisierungsgrad, die Elektrifizierungsquote sowie Faktoren wie die Tageskilometer und der Verbrauch von Elektrofahrzeugen berücksichtigt.

Ein **Ladepunkt** ist die Bezeichnung für eine Lademöglichkeit bzw. einen Steckplatz; bei der standardisierten AC-Ladeinfrastruktur nach Ladesäulenverordnung (LSV)<sup>6</sup> ist dies der sogenannte Typ-2-Stecker mit gemeinhin 22 kW Ladeleistung, der heutzutage bei jedem Elektrofahrzeug verwendet werden kann.<sup>7</sup> An öffentlichen AC-Ladesäulen stehen meist zwei Stecker zur Verfügung, weshalb vereinfacht angenommen werden kann, dass **je öffentlicher Ladesäule zwei Ladepunkte** entstehen. Im halböffentlichen Bereich trifft dies bspw. bei Supermärkten zu, im Einzelhandel und der Gastronomie eher weniger. Hier können aufgrund geringerer Investitionsmöglichkeiten, geringer Nutzungsfrequenzen und vor allem aufgrund längerer Standzeiten mit sogenannten Lade- oder Wallboxen (Ladeleistungen von 3,7-11 kW, ebenfalls Typ-2-Stecker) deutlich preiswertere Lademöglichkeiten eingesetzt werden, die i.d.R. aber nur über einen Ladepunkt verfügen.

Grundlage zur Ermittlung von Ladeinfrastrukturbedarfen ist stets die Elektrifizierungsquote zu einem zukünftigen Zeitpunkt. Abbildung 5 zeigt eine Übersicht aktueller Studien mit Prognosen bis in das Jahr 2040. Für die Ausbaustrategie Schwabachs werden zwei Ausbauschritte vorgeschlagen:

- 1. Ausbaustufe mit LIS für eine Elektrifizierungsquote von 15%
- 2. Ausbaustufe mit LIS für eine Elektrifizierungsquote von 25%

---

<sup>6</sup> Im vorliegenden Konzept wird die Installation von sog. „Normalladepunkten“ mit der laut LSV §2 Abs. 8 maximalen Ladeleistung von 22 kW vorgeschlagen, online: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-ladeeinrichtungen-elektromobile-kabinettbeschluss.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-ladeeinrichtungen-elektromobile-kabinettbeschluss.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (letzter Zugriff am 10.12.2018)

<sup>7</sup> Hier ist anzumerken, dass bisher nur sehr wenige E-Fahrzeuge am Markt mit 22 kW laden können. Die meisten älteren E-Fahrzeuge laden langsamer, dabei stellen Ladepunkt und Fahrzeug automatisch die maximal mögliche Ladeleistung ein. Neue E-Fahrzeuge sind meist in der Lage, mit 22 kW zu laden.

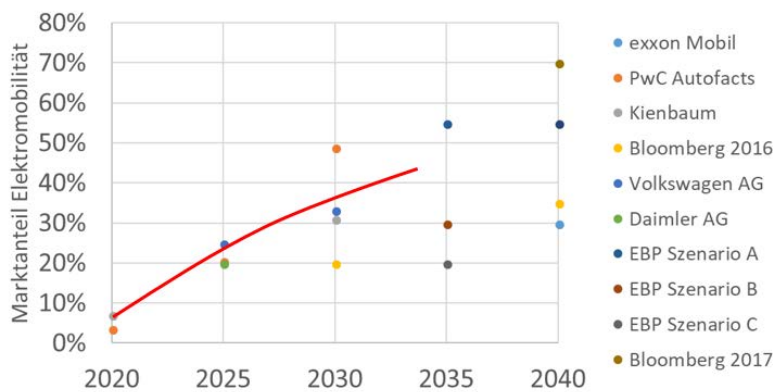


Abbildung 5: Herleitung Elektrifizierungsquoten für die Ausbaustufen 1-2<sup>8</sup>

Die Zeiträume, in denen diese Elektrifizierungsquoten erreicht werden, lassen sich anhand der roten Linie ablesen und sind zudem der folgenden Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Tabelle leitet Schritt für Schritt die Bedarfe an Ladepunkten (vorletzte Zeile) bzw. Ladestandorten (letzte Zeile) her. Ausgehend von den eingeführten Elektrifizierungsquoten, für deren Ladebedarfe öffentliche LIS vorgehalten werden soll und den Zeiträumen, in denen diese Quoten erreicht werden, wird ein Zeitpunkt bzw. Zeitraum für den LIS-Aufbau abgeleitet.

Tabelle 1: LIS-Bedarfsermittlung für die Ausbaustufen 1-2

Berechnungsschritt LIS-Bedarfsermittlung	Einheit	Ausbaustufe	
		1	2
Elektrifizierungsquote, deren Strombedarfe mit der jeweiligen Ausbaustufe versorgt werden sollen	%	15%	25%
Zeitraum, in der die Elektrifizierungsquote erreicht wird	Jahr	2021-2023	2025-2028
Zeitpunkt des LIS-Aufbaus	Jahr	2019	2023-2025
Einwohner Schwabach	Anzahl	41.500	42.300
Pkw in Schwabach (Motorisierungsgrad: 56%)	Anzahl	23.365	23.815
E-Fahrzeuge (grob gerundet)	Anzahl	3500	5950
Mittlere Pkw-Tagesfahrleistung	km/Tag	35	
Mittlerer Verbrauch E-Fzg (inkl. Ladeverlusten)	kWh/100 km	22	
Täglicher Strombedarf für E-Fahrzeuge	kWh/Tag	26.950	45.815
Anteil Ladevorgänge (halb-)öffentliche LIS	%	15%	
Täglicher Strombedarf (halb-)öffentliche LIS	kWh/Tag	4.043	6.872
Standardladeleistung (halb-)öffentliche LIS (AC)	kW	22	
Täglicher Ladezeitbedarf (halb-)öffentliche LIS	h/Tag	184	312
Mittlere zeitliche Nutzung je (halb-)öffentlichem Ladepunkt*	h/Tag	4	
<b>Benötigte (halb-)öffentliche AC-Ladepunkte</b>	<b>Anzahl</b>	<b>46</b>	<b>78</b>
<b>Maximal benötigte (halb-)öffentliche AC-Ladestandorte</b>	<b>Anzahl</b>	<b>23</b>	<b>39</b>

\* Erfahrungswert

Die konkreten Ladebedarfe errechnen sich auf Basis der Einwohnerzahl. Für die spätere Ausbaustufe wurde eine höhere Einwohnerzahl angenommen<sup>9</sup>. Aus dem Motorisierungsgrad (56% deutschlandweit) folgen die in Schwabach genutzten Pkw, deren Multiplikation mit der Elektrifizierungsquote zur Anzahl der E-Fahrzeuge führt. Die täglichen Strombedarfe dieser Elektrofahrzeuge ergeben sich aus der

<sup>8</sup> Eigene Darstellung. Die in der Abbildung genannten Studien stellen eine Auswahl konservativer und proaktiver wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Prognosen aus den letzten maximal 3 Jahren dar. Die verwendeten Studien sind im Literaturverzeichnis aufgeführt.

<sup>9</sup> <https://www.statistik.bayern.de/statistik/kreise/09565.pdf> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

durchschnittlichen Pkw-Tagesfahrleistung<sup>10</sup> sowie dem mittleren Verbrauch von Elektrofahrzeugen (Ergebnisse von Forschungsprojekten des ISME). Der Anteil des hiervon im öffentlichen Raum geladenen Stroms ergibt sich aus dem oben dargestellten Anteil von 15% am Gesamtstrombedarf (Abbildung 6).



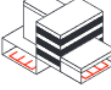
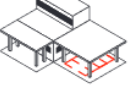


Verteilung Ladevorgänge	Privater Aufstellort 85%			Öffentlich zugänglicher Aufstellort 15%		
Typische Standorte für Ladeinfrastruktur						
	Einzel- / Doppelgarage bzw. Stellplatz beim Eigenheim	Parkplätze bzw. Tiefgarage von Wohnanlagen, Mehrfamilienhäusern, Wohnblocks	Firmenparkplätze / Flottenhöfe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

Abbildung 6: Übersicht über die Standorte von Ladeinfrastruktur (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 15)

Durch Division des Strombedarfs mit der Ladeleistung<sup>11</sup> ergibt sich der tägliche Ladezeitbedarf. Da sich Ladebedarfe nicht gleichmäßig über den Tag verteilen, sondern auf Stoßzeiten konzentrieren, muss abschließend die mittlere zeitliche Nutzung je Ladepunkt einbezogen werden. Der gewählte Wert von vier Stunden erscheint dabei gering, bei einer Ladesäule mit zwei Ladepunkten ergibt sich daraus allerdings eine täglich abgegebene Strommenge von 176 kWh<sup>12</sup>, was einen realistischen Wert darstellt. Zu beachten ist dabei auch, dass nicht jedes angeschlossene Fahrzeug zwangsläufig lädt. Häufig sind Fahrzeuge vollgeladen, der Einkauf oder die Erledigung aber noch nicht abgeschlossen. Für die erste Ausbaustufe ergeben sich für 2019 23 Standorte mit 46 Ladepunkten.

### 3.2. Szenario 2025

Aus dem oben beschriebenen ISME-Tool ergeben sich für die erste Ausbaustufe 23 und für die zweite Ausbaustufe 39 benötigte Ladesäulen in Schwabach.

Zu den acht bereits bestehenden Standorten in Schwabach, schlägt das ISME zwölf weitere Standorte vor, die in zwei unterschiedlichen Ausbaustufen umgesetzt werden sollten. Die Zeiträume der Ausbaustufen sind analog zu Tabelle 1 zu interpretieren. Für die beiden Ausbaustufen ergeben sich somit die Anzahl der Ladesäulen, die im optimalen Fall errichtet werden sollten. Damit werden Obergrenzen gesetzt, durch die eine Abdeckung des Stadtgebietes mit Ladesäulen gewährleistet werden kann. Die Anzahl der Ladesäulen ist nicht mit zu schaffenden Standorten gleichzusetzen. Es können beispielsweise an einem hoch frequentierten Standort auch mehrere Ladesäulen errichtet werden, um den notwendigen Bedarf zu decken. Die Zahlen sind auch diesbezüglich zu interpretieren, dass einerseits die Ladestandorte spätestens zu den Zeiträumen der Elektrifizierungsquote realisiert

<sup>10</sup> Mobilität in Deutschland 2017, online <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/mobilitaet-in-deutschland.html> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

<sup>11</sup> 22 kW Ladeleistung entsprechen einer geladenen Energiemenge 22 kWh/h

<sup>12</sup> Nebenrechnung: 2 Ladepunkte x 4 Ladestunden je Ladepunkt x 22 kW Ladeleistung

werden sollten, andererseits die Elektrifizierungsquote von 25% für den Zeitraum 2025-2028 nicht das Ende der Marktdurchdringung der Elektromobilität darstellt. Die Elektrifizierungsquote wird auch über 2028 weiter ansteigen, die notwendig vorzuhaltenden Bedarfe an (halb-)öffentlicher Ladeinfrastruktur sind dementsprechend fortzuschreiben.

### 3.3. Standortvalidierung

#### 3.3.1. Priorisierung von Standortvorschlägen und Ausbaustufen

Das Ergebnis des strategischen Entwicklungskonzeptes für die Errichtung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur beinhaltet im letzten Schritt die Priorisierung der Ladesäulen. Dabei werden den jeweiligen Standortvorschlägen die beschriebenen Ausbaustufen zugeordnet. Grundlage dieser Zuteilung bildet das Bewertungsschema der Steckbriefe (s. Kapitel 2.1.3.) Die einzelnen Kriterien werden in einem Abwägungsprozess gegenübergestellt. Defizite in einzelnen Kategorien, die Standortlage und der Abgleich mit den bereits bestehenden Standorten im Stadtgebiet können zu einer Zuordnung des jeweiligen Standortes zu einer späteren Ausbaustufe führen. Es wird empfohlen, diejenigen Standorte in einer ersten Umsetzungsphase zu realisieren, die der ersten Ausbaustufe zugeordnet wurden.

#### 3.3.2. Mikrostandorte / Umlaufverfahren

Nachdem der Standort für die Ladesäulen festgelegt wurde (Makrolage), galt es ihre genaue Position zu definieren (Mikrolage). Dabei ist auch zu bedenken, dass die Aufstellung jeder Ladesäule den öffentlichen Straßenraum optisch und funktionell verändern wird.

Für die exakte Positionierung der vorgeschlagenen Standorte sollte eine weitere Ortsbegehung mit allen beteiligten Akteuren (Netzbetreiber, Vertreter der betroffenen Verwaltungsfachämter, beispielsweise Tiefbau, Stadtplanung, Grünflächen) stattfinden. In der Diskussion können relevante und detaillierte Informationen über einzelne Standorte zu einer Verschiebung der exakten Position führen.

### 3.4. Die Standorte

Die einzelnen Steckbriefe der geprüften Standorte sind dem Anhang zu entnehmen und werden aus Gründen der Übersichtlichkeit und Lesbarkeit nicht direkt im Dokument verortet.

#### 3.4.1. Bestehende und von Betreibern geplante Standorte

In Schwabach wurden bereits an acht Standorten Ladesäulen errichtet, fünf im öffentlichen Raum und drei im halböffentlichen Raum, die jedoch öffentlich zugänglich sind. Da schlecht genutzte Ladeinfrastruktur das Image der E-Mobilität beeinträchtigen kann, wurde für diese Standorte eine Bestandsaufnahme erstellt. So konnten Defizite erkannt und gegebenenfalls Verbesserungsvorschläge der Mikrostandorte erarbeitet werden. Außerdem erfolgte ein Abgleich der bereits bestehenden mit den von ISME vorgeschlagenen Standorten. Für die bestehenden Standorte wurde im Zeitraum 30.06.2018 – 30.07.2018 eine Beobachtung der Ladevorgänge über die öffentlich zugängliche Plattform Plugsurfing vorgenommen. Der Standort Parkplatz am Ostanger wurde erst im Juli 2018 errichtet und taucht deswegen in der untenstehenden Grafik nicht auf.



Abbildung 7: Auslastung der bestehenden Ladesäulen (Ladevorgänge im Zeitraum 30.06.2018-30.07.2018), der Parkplatz am Ostanger war zu diesem Zeitpunkt noch nicht realisiert

#### Martin-Luther-Platz

Durch den Standort des Martin-Luther-Platzes wird das Stadtgebiet der Innenstadt gut abgedeckt. Die bisherige Auslastung mit durchschnittlich einem Ladevorgang pro Tag bestätigt die prominente Lage des Standortes. Der aktuelle Standort der Ladesäule führt jedoch dazu, dass das Laden zurzeit noch umständlich ist. Durch eine Verlegung der Ladesäulen im Zuge der Neugestaltung des Platzes an die

bisherige Stelle der Taxiplätze können die Zugänglichkeit sowie die Sichtbarkeit durch zusätzliche gut sichtbare Bodenmarkierungen verbessert werden.

#### Parkplatz Bismarckstraße

Am Standort Bismarckstraße wurde die Ladesäule inklusive gut sichtbarer Bodenmarkierungen auf einem großen Parkplatz errichtet. Durch die exakte Positionierung der Ladepunkte ist sie nicht direkt von der Bismarckstraße aus sichtbar. Deshalb wird empfohlen, ein Hinweisschild auf der Straße aufzustellen, das zusätzlich auf die Ladesäule aufmerksam macht. Die Ladesäule hatte im Untersuchungszeitraum mit 22 Ladevorgängen im Vergleich eine hohe Auslastung. Im Beschluss vom 09.07.2018 wurde festgelegt, dass Elektrofahrzeuge auf dem Parkplatz Bismarckstraße kostenlos parken dürfen. Eine entsprechende Beschilderung wurde angebracht.

#### Parkplatz Markgrafensaal

Die Ladesäule wurde hier an der Einfahrt auf den Parkplatz errichtet, weshalb sie von der Eisentrautstraße gut sichtbar ist. Im Umfeld befinden sich einige Points of Interest wie beispielsweise der Markgrafensaal (Veranstaltungshalle), zwei Verwaltungsstandorte, die Sparkasse und eine Postfiliale. Ihre Positionierung innerhalb des Stadtgebietes sowie die vorhandenen gut sichtbaren Bodenmarkierungen sind positive Aspekte dieses Standortes. Trotz dessen ist die Anzahl der Ladevorgänge mit zehn im Untersuchungszeitraum im mittleren Bereich. Eine Beschilderung wonach Elektrofahrzeuge auf dem Parkplatz Markgrafensaal kostenlos parken dürfen, wurde nach dem Beschluss vom 09.07.2018 angebracht.

#### Parkplatz am Ostanger

Im Juli 2018 wurde eine weitere Ladesäule auf dem Parkplatz am Ostanger realisiert. Sie befindet sich an derjenigen Ecke des Parkplatzes, die dem Kreisverkehr am nächsten liegt. Mit dem Aufstellen der Ladesäule wurde das Pflaster für zwei Parkplätze links und rechts von ihr angelegt. Die genaue Positionierung, führt dazu, dass die Ladesäule aufgrund des vorhandenen Gehölzes eingeschränkt sichtbar ist. Es wird empfohlen, zusätzlich ein Hinweisschild auf der Angerstraße aufzustellen.

#### Sitz der Stadtwerke

Das westliche Stadtgebiet wird durch die realisierte Ladesäule an den Stadtwerken und die Ladesäule auf dem Parkplatz des Krankenhauses gut abgedeckt. Trotz der Errichtung der Ladesäule im halböffentlichen Raum, ist eine öffentliche Nutzung möglich. Es liegt mit drei Ladevorgängen innerhalb 30 Tagen eine geringe Auslastung vor.

#### Krankenhaus Schwabach

An der Ecke Regelsbacher Straße / Auf der Reit wurde eine Ladesäule auf dem Parkplatz des Krankenhauses mit gut lesbarer Bodenmarkierung errichtet. Die eingeschränkte Sichtbarkeit kann durch das Verschieben des Altkleidercontainers verbessert werden. Das Aufstellen eines Hinweisschildes generiert weitere Aufmerksamkeit für die Ladesäule. Wie die Ladesäule am Standort Stadtwerke, hat



auch diese Ladesäule mit fünf Ladevorgängen im Untersuchungszeitraum eine geringe Auslastung.

#### EDEKA Nördlinger Straße

Die Lage der Ladesäule auf dem Parkplatz des EDEKA an der Nördlinger Straße ist positiv zu bewerten, da dadurch das südliche Stadtgebiet abgedeckt werden kann. Außerdem ist die Positionierung für die Nutzergruppe der Durchreisenden gut geeignet. Obwohl die Ladesäule im halböffentlichen Raum errichtet wurde, ist sie dem Nutzerkreis öffentlich zugänglich. Die Kombination von Ladetechnik und Photovoltaik ist positiv zu bewerten. Auch bei diesem Standort wird das Aufstellen eines Hinweisschildes empfohlen, da die Ladesäule nicht vom Straßenraum aus, sondern erst bei der Einfahrt auf den Parkplatz sichtbar wird.

#### Gewerbegebiet Falbenholz

Die im halböffentlichen Raum auf dem Parkplatz des ORO Einkaufszentrums errichtete Ladesäule ist öffentlich zugänglich. Aufgrund der Mikrolage inmitten des großen Parkplatzes, wird auch hier das zusätzliche Aufstellen eines Hinweisschildes auf „Am Fabelholzweg“ empfohlen. Der verkehrsgünstig gelegene Standort (in der Nähe der A6) ist vor dem Hintergrund einer hohen Auslastung von durchschnittlich einem Ladevorgang pro Tag positiv zu bewerten.

### 3.4.2. Geplante Standorte (1. Ausbaustufe)

Für die Standorte der 1. Ausbaustufe wird eine Realisierung ab 2019 vorgeschlagen. Das ISME schlägt hierzu insgesamt sieben Standorte vor, die sich durch ihre Lage und Ausprägungen für eine zeitnahe Realisierung besonders eignen. Sie sind unterteilt in vier öffentliche und drei halböffentliche Standorte.

Eine Errichtung von Ladesäulen auf Parkplätzen ist nur möglich, wenn mehr Parkplätze vorhanden sind als per Stellplatznachweis gefordert. Alternativ müsste auf eine Beschilderung Parken nur während des Ladevorgangs verzichtet werden.

#### Schwabach Bahnhof

Die Errichtung einer Ladesäule an prominenter Stelle des Schwabacher Bahnhofs würde aufgrund des zu erwartenden hohen Nutzeraufkommens zu einer hohen Auslastung der Ladesäule führen. Der Standort als Mobilitätsknotenpunkt vereint Busanbindung sowie die Anbindung an den Regional- und überregionale Verkehre und bietet somit eine Vielzahl an Nutzungsszenarien.

Zunächst wurde das P+R Parkhaus als ein möglicher Standort für die Ladeinfrastruktur vorgeschlagen. Die Prüfung der Stadtwerke hat jedoch ergeben, dass ein derartiger Standort unwirtschaftlich wäre. Als Mikrostandort werden daher zwei der Schrägparkplätze an der Bahnhofsstraße vorgeschlagen. Die Ladesäule wäre hier präsent im Straßenraum verortet und so bei der Einfahrt zum Bahnhof direkt sichtbar. Eine Abstimmung mit den angrenzenden Nutzungen müsste erfolgen. Jedoch werden die Parkplätze langfristig ggf. für eine Abbiegespur oder eine Bushaltestelle benötigt. Als Alternative könnte die Ladesäule auf einem der Parkplätze vor dem Kiosk (Gelände der Deutschen Bahn) mit hoher Sichtbarkeit errichtet werden. Hier

bestehen jedoch Nutzungskonflikte, da die Kurzzeitparkplätze für den Kiosk und das Abholen und Bringen von Bahnreisenden notwendig sind. Eine Zustimmung der DB Station & Service ist notwendig. Die technische Prüfung der beiden Alternativstandorte durch die Stadtwerke steht zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch aus.

#### Umfeld Limbach Bahnhof

Als weiteren prominenten Standort mit zu erwartendem hohem Nutzeraufkommen wird ein Standort in der Nähe des Limbacher Bahnhof vorgeschlagen, durch den die Abdeckung des nordöstlichen Stadtgebietes gewährleistet werden kann. Die Intermodalität in Form von Bus- und S-Bahnanbindung ist ein positiver Faktor. Im Umfeld des Bahnhofs Limbach muss noch ein geeigneter Standort gefunden werden, bei dem gewährleistet ist, dass die Ladesäule von einer der Hauptverkehrsstraßen aus gut zu erreichen und gut zu sehen ist. Hier käme auch ein Standort auf privaten Flächen in Frage, sofern die Zugänglichkeit für Nutzer gewährleistet ist (halböffentlicher Standort).

#### Umfeld Wolfram-von-Eschenbach-Gymnasium

Das Wolfram-von-Eschenbach-Gymnasium liegt im südlichen Stadtgebiet. Hier kann mit erhöhtem Nutzeraufkommen gerechnet werden, da der Einfluss der Schule über Schwabach hinaus geht. Die gute Sichtbarkeit und Übersichtlichkeit gehören zu den weiteren positiven Aspekten des Standortes. Eine Integration in den Schulunterricht wäre möglich, um das Thema Elektromobilität bereits früh in den Fokus der Jugendlichen zu rücken. Zur genauen Abstimmung des Mikrostandortes muss die Schulleitung miteinbezogen werden. Die Parkplätze gegenüber der Schule sind öffentlich gewidmet.

#### Umfeld Schulen Nürnberger Straße

Nördlich der Innenstadt ist die Christian-Maar-Schule verortet, in deren Umgebung sich außerdem die Johannes-Kern-Mittelschule sowie daran angrenzend eine Sportstätte befindet. Die Kombination aus mehreren POIs kann zu einer hohen Auslastung führen. Im Umfeld der Christian-Maar-Schule muss noch ein geeigneter Standort gefunden werden, bei dem gewährleistet ist, dass die Ladesäule von einer der Hauptverkehrsstraßen aus gut zu erreichen und gut zu sehen ist. Hier käme auch ein Standort auf privaten Flächen in Frage, sofern die Zugänglichkeit für Nutzer gewährleistet ist (halböffentlicher Standort).

#### Umfeld Karl-Dehm-Mittelschule

Der Standort des Parkplatzes der Karl-Dehm-Mittelschule deckt das Stadtgebiet in südwestlicher Richtung ab. Ein weiterer Standort im westlichen Stadtgebiet an der Reichenbacher Straße wurde nach Prüfung aufgrund fehlender POIs und öffentlicher Parkplätze verworfen. Die sich an diesem Standort befindenden Schulen sowie die Sportstätten auf der gegenüberliegenden Straßenseite und die Tennisplätze in der weiteren Umgebung sind Anziehungspunkte. Während des Unterrichts und vor allem während (Sport-)Veranstaltungen ist an diesem Standort mit einem erhöhten Parkdruck zu rechnen. Ein möglicher Alternativstandort wären z.B. zwei Parkplätze an der Albrecht-Dürer-Straße, die jedoch noch zu prüfen wären.

## Einzelhandelszentrum Am Pointgraben

In der Nürnberger Straße am Ortseingang von Schwabach schlägt ISME die Errichtung einer Ladesäule vor. Vor allem für Durchreisende ist dieser Standort an der Bundesstraße 2 gut zu erreichen. Die gute Übersichtlichkeit und gute Sichtbarkeit kann zu einer erhöhten Aufmerksamkeit gegenüber dem Thema Elektromobilität und somit auch zu einer potenziell hohen Auslastung führen. Hier käme auch ein Standort auf privaten Flächen in Frage, sofern die Zugänglichkeit für Nutzer gewährleistet ist (halböffentlicher Standort).

## Einkaufszentrum Rother Straße

Die Errichtung einer Ladesäule im Umfeld der Einzelhandelsbetriebe an der Rother Straße verknüpft viele in der unmittelbaren Umgebung verorteten POIs miteinander. Darüber hinaus bereitet an diesem Standort die technische Realisierbarkeit keine Bedenken. Die hohe Frequenz an Besuchern lässt die Realisierung dieses Standortes öffentlichkeitswirksam erscheinen. Hier käme auch ein Standort auf privaten Flächen in Frage, sofern die Zugänglichkeit für Nutzer gewährleistet ist (halböffentlicher Standort) und eine gute Sichtbarkeit von der Bundesstraße gewährleistet ist.

Abbildung 8 gibt eine abschließende Übersicht über die Standorte der 1. Ausbaustufe.



Abbildung 8: Übersichtskarte 1. Ausbaustufe

### 3.4.3. Geplante Standorte (2. Ausbaustufe)

Es wird empfohlen, fünf weitere Standorte in einer 2. Ausbaustufe zu realisieren, deren Umsetzung für die Jahre 2023-2025 vorgesehen ist. Alle vorgeschlagenen Standorte sind öffentlich-zugänglich. Die ausgewählten Standorte ergänzen das Netz der Ladeinfrastruktur Schwabachs aus bereits bestehenden Ladesäulen und den geplanten Standorten der 1. Ausbaustufe, um möglichen Versorgungslücken in den nachfolgenden Jahren entgegenzuwirken.

#### Eichwasen

Die Errichtung einer Ladesäule an der Wilhelm-Dümmeler-Straße führt zu einer Abdeckung des nordwestlich des Stadtkerns gelegenen Wohngebietes Eichwasen. Im Zentrum entlang der Wilhelm-Dümmeler-Straße befinden sich mit Einzelhandelseinrichtungen, einem Bäcker, sowie einer Bank und Praxen, einige Points of Interest, die zu einer hohen Frequenz an Nutzern führen wird. Die hohe Sichtbarkeit im Straßenraum ist ein weiterer positiver Faktor des Standortes.

#### Wolkersdorfer Hauptstraße

Der Standort an der Sparkasse in Wolkersdorf ist verkehrsgünstig an der Bundesstraße 2 gelegen. Durch die Nähe zur Haltestelle Wolkersdorf Mitte besteht zudem eine gute Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr. Durch die Nähe des Standortes zu einem Kinder- und Jugendtreff, Banken, Läden sowie einzelnen Restaurants kommt es zu einer erhöhten Frequenz an Nutzern. Des Weiteren ist eine Ladesäule an diesem Standort für die Nutzergruppe der Durchreisenden interessant.

#### Waldfriedhof

Als Ergänzung zum Standort Limbach Bahnhof schlägt das ISME auf dem Parkplatz des Waldfriedhofs eine weitere Ladesäule vor. So kann die Abdeckung des östlichen Stadtgebiets gewährleistet werden. Eine Positionierung der Ladesäule am Eingang des Parkplatzes, würde zu einer hohen Übersichtlichkeit führen. Als weiteren positiven Aspekt des Standortes ist die Vielzahl an öffentlichen Parkplätzen zu nennen. Eine Realisierung des Standortes ist nur in Abstimmung mit der Friedhofsverwaltung möglich. Die Prüfung durch die Stadtwerke hat ergeben, dass eine Zuleitung die Straße queren müsste, was kostenintensiv ist. Im Zuge eines zukünftigen Straßenausbaus in diesem Abschnitt der Limbacher Straße könnten entsprechende Leitungen verlegt werden. Wann dies möglich ist, steht derzeit jedoch noch nicht fest.

#### Im Vogelherd

Das Wohngebiet Vogelherd kann durch die Errichtung einer Ladesäule entlang der Straße Im Vogelherd auf den Längsparkplätzen abgedeckt werden. Durch die Nähe zur Bushaltestelle kann eine gute Busanbindung gewährleistet werden. Bei der Einfahrt in das Wohngebiet wird die Ladesäule direkt sichtbar.

#### Penzendorfer Straße (Gartenheim)

Durch die Errichtung einer Ladesäule an der Penzendorfer Straße kann das umgebende Wohngebiet gut abgedeckt werden. Die Bushaltestelle Schwabach

Gartenheim sowie vereinzelte Restaurants sind in der Nähe. Eine Ladesäule wäre im Straßenraum gut sichtbar.

Abbildung 9 stellt eine abschließende Übersicht über die Standorte der 2. Ausbaustufe dar.



Abbildung 9: Übersichtskarte 2. Ausbaustufe

### 3.4.4. Weitere geprüfte Standorte

Es wurden zwei weitere Standorte in den Wohngebieten Unterreichenbach und Wolkersdorf geprüft. Die Nutzung im Umfeld besteht hier fast überwiegend aus Wohnbebauung, die sich vor allem aus Einfamilien-/Doppelhäusern und Mehrfamilienhäusern zusammensetzen. Aufgrund dessen und der Tatsache, dass wenig Points of Interests in der Umgebung vorhanden sind, besteht nur eine geringe Notwendigkeit für das Aufstellen einer öffentlichen Lademöglichkeit.

#### Unterreichenbach

Im westlichen Stadtgebiet Unterreichenbach hat das ISME an der Reichenbacher Straße die Errichtung einer weiteren Ladesäule überprüft. Ein derartiger Standort wurde aufgrund fehlenden Points of Interest in der Nähe sowie fehlender öffentlicher Parkplätze verworfen. Der Standort im Umfeld der Karl-Dehm-Mittelschule gewinnt damit für die Abdeckung des westlichen Stadtgebietes an Bedeutung; weil dieser Standort aufgrund der Flächenzugehörigkeit als Gemeinbedarfsfläche nicht realisiert werden kann, muss in diesem Bereich nach weiteren Alternativen gesucht werden (z.B. im Bereich der Albrecht-Dürer-Straße).

### Tuchergasse (Wolkersdorf)

Als alternativer Standort zur Wolkersdorfer Hauptstraße wurde die Errichtung einer Ladesäule in der Tuchergasse geprüft. Da wenig Points of Interests in der Nähe und somit auch kaum Nutzungsszenarien möglich sind, wurde dieser Standort nach der Prüfung verworfen.

### 3.5. Verortung von E-Bike-Ladestationen

Bei E-Bike-Ladestationen empfiehlt sich die Verortung ähnlich zu den Kfz-Ladestationen an prominenten Bereichen im Stadtgefüge. Die Konzentration auf Bereiche entlang von Radwegen (Alltagsradwege genauso wie touristische Radweg) wird empfohlen. Ladestationen können dabei nicht nur an Standorten bereits bestehender Radstellablagen gebaut werden, sondern auch an anderen Standorten, an denen sich Ankettmöglichkeiten befinden. Des Weiteren sind Standorte sinnvoll, an denen auch ohne Abstell-/Ankettmöglichkeiten Fahrräder abgestellt werden.

Als konkrete Standorte sind nicht nur Arbeitsplätze sinnvoll, da zu Hause und am Arbeitsplatz überwiegend geladen wird. Es werden öffentliche Einrichtungen und insbesondere Gastronomieeinrichtungen, vor allem im Bereich von Fußgängerzonen, vorgeschlagen. Ein weiterer wichtiger Aspekt sind touristische Ziele wie beispielsweise wichtige Sehenswürdigkeiten, Museen und Theater, bei denen mit einem erhöhten Besucheraufkommen zu rechnen ist.

Wenn sich an besonders attraktiven Standorten keine Stromleitung befindet, sollte darüber nachgedacht werden, eine Leitung dorthin zu legen. Aufgrund des geringen Strombedarfs von E-Bike-Akkus ist es auch möglich, Ladestationen in Straßenbeleuchtungsanlagen zu installieren.

E-Bikes können entweder an Ladestationen laden, an denen die Akkus demontiert oder nicht demontiert werden. So gibt es Ladestationen, bei denen die Akkus über ein Kabel mit einer Steckdose verbunden werden, und es gibt Ladestationen, bei denen die Akkus in Boxen oder Schließfächern verstaut werden, welche entweder mechanisch oder elektronisch zu verriegeln sind. Die Demontage von Akkus ist im Hinblick auf Vandalismus und Diebstahl die empfohlene Variante.

Gegenüber herkömmlichen Fahrrädern haben E-Bikes den Vorteil, dass weitere Strecken und Steigungen ohne größere Anstrengung zurückgelegt werden können. Ein Anreiz zum vermehrten Umstieg vom MIV auf den Radverkehr wäre ein Ausbau bzw. eine Verbesserung der Radwege.

## 4. Empfehlungen für den Aufbau eines Ladeinfrastrukturnetzes

### 4.1. Technische Standardisierung

Das Ladeinfrastrukturnetz der Stadt Schwabach sollte auf einheitlichen Vorgaben und verwendeten Techniken basieren, um sowohl für die Stadt eine einheitliche Pflege und Struktur des Netzes gewährleisten, als auch für die Elektrofahrzeugnutzer eine einheitliche Bedienung vorweisen zu können. Darüber hinaus sind Ladesäulen nicht unbedeutende Investitionen, die vor Wetter und Vandalismus geschützt werden müssen – gleichzeitig müssen aber auch technische Standards für eine sichere Nutzung durch Menschen sichergestellt werden.

Tabelle 2 dient als Grundlage von Empfehlungen zur Erstellung eines Lastenheftes an Anforderungen für die Errichtung öffentlich-zugänglicher AC-Ladeinfrastruktur. Diese umfasst 21 Punkte, die betriebliche und technische Kriterien enthalten. Zudem wird auf zu berücksichtigende Normen und Vorschriften verwiesen. Eine umfassende Zusammenstellung ist in der aktuellen Normungs-Roadmap Elektromobilität 2020 zu finden (Nationale Plattform Elektromobilität, 2018). Tabelle 2 ist keine abschließende Empfehlung eines Lastenheftes, sondern soll als umfangreiche auf Recherchen und Praxiserfahrungen basierende Diskussionsgrundlage dienen. Es besteht die Möglichkeit, weitere Punkte hinzuzufügen, andere Punkte zu entfernen oder auch eine Gewichtung der Kriterien vorzunehmen.

Darüber hinaus ist es möglich, weitere technische Leistungsverzeichnisse zur Lieferung von AC-Ladesäulen anderer Kommunen einzusehen und darin enthaltene Kriterien bzgl. der Aufnahme in das Lastenheft der Stadt Schwabach zu prüfen.

Tabelle 2: Empfehlungen für ein Lastenheft für Ladesäulen

Nr.	Kriterium	Kurzbeschreibung	Begründung
1	Leistung	2x22 kW AC	Ladeleistung im besten Kosten-Nutzen-Verhältnis im öffentlichen Raum
2	Steckertyp	Typ 2	Steckertyp mit der größten Marktdurchdringung bei E-Fzg.
3	Zugänglichkeit	Rund um die Uhr zugänglich (24 Stunden am Tag, 7 Tage die Woche)	Öffentlich zugängliche Ladesäulen sollten durchgehend erreichbar sein und prioritär umgesetzt werden
4	Zugangsmedien	Mehrere Zugangsmedien zulassen (z.B: SMS, RFID, Apps)	Diskriminierungsfreie Zugänge ermöglichen
5	Branding	Verwendung des vom Auftraggeber vorzugebenden Brandings	Schaffung einer Marke; Wiedererkennungsmerkmal
6	Betriebsgarantie bei jeder Wetterlage	Temperaturbereich von -25° bis +40°	Gewährleistung eines wetterunabhängigen Betriebs
7	Backend	Verwendung des Backends des Ladeverbunds+	Kompatibilität des in der näheren Umgebung etabliertesten Ladesystems
8	Transparenz der Ladepunkte	Einbindung des Ladezustands der Ladepunkte in digitaler Form	Nutzern frühzeitig anzeigen, ob Ladepunkte belegt oder frei sind
9	Metering	Eichrechtliche Auslegung der Ladepunkte gewährleisten	Eichrechtliche Abrechnung der Ladevorgänge ermöglichen
10	Störungshotline	Im Störfall ist eine 24/7 zugängliche Hotline erreichbar	unmittelbare Reaktionszeit im Störfall ermöglichen
11	Display	(Farbige) Ladestandsanzeige mit aktueller Ladeleistung	Benutzerfreundlichkeit und Transparenz der Ladevorgänge
12	Datenauswertung	Speicherung der Ladedaten für mind. 14 Tage	Überprüfung der Ladesäulennutzung -> Grundlage für weiteren Ausbau des Versorgungsnetzes E-Mobilität
13	Bauliche Sicherheit	Anfahrtsschutz, Schutz vor Vandalismus	Resiliente Ladesäulen verbauen, um Ausfälle oder Beschädigungen zu vermeiden
14	Technische Sicherheit	Korrosionsschutz, Überspannungs- und Blitzschutz	Gewährleistung der Sicherheit
15	Garantie/ Gewährleistung	Defekte schnellstmöglich beheben	Softwaredefekte sind innerhalb von 2 Werktagen zu beheben, bei Hardwaredefekten max. 6 Wochen
16	Bodenkenn-	Einheitliche Markierung für exklusive	Einheitlich für Schwabach, zu empfehlen sind flächige



	zeichnung	Ladestellplätze	Markierungen und eine positive Beschilderung
17	Sondernutzungs- erlaubnis	Eine Sondernutzungserlaubnis der Stadt Schwabach ist einzuholen	-
18	Analoge Bedienungsanleitung	Strukturierte und bebilderte Nutzungsanleitung der Ladesäule	Niederschwelliger Zugang für alle potenziellen Nutzer schaffen
19	Netzanschlussprüfung	Sicherstellung der Funktionalität des Niederspannungsnetzes	Vermeidung von Lastspitzen oder Stromengpässen
20	Verpflichtung der Berücksichtigung der LSV	Gesetzliche Vorgaben berücksichtigen	Der Anbieter verpflichtet sich, alle Anforderungen der LSV umzusetzen
21	Normen und Richtlinien	Technische Vorgaben berücksichtigen	Empfehlungen der deutschen Normungsroadmap Elektromobilität 2020 befolgen <sup>13</sup> : Kapitel 3-5 – kabelgebundenes Laden

---

<sup>13</sup> [https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2018/11/NormungsRoadmap\\_Elektromobilitaet\\_2020\\_bf.pdf](https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2018/11/NormungsRoadmap_Elektromobilitaet_2020_bf.pdf) (letzter Zugriff am 10.12.2018)

## 4.2. Vergaberechtliche Rahmenbedingungen

Nach der Identifikation potenziell geeigneter Flächen für den Aufbau der Ladeinfrastruktur, kann die Stadt Schwabach ein Interessensbekundungsverfahren für die Errichtung und den Betrieb der Ladesäulen durchführen. In diesem werden die jeweiligen Standorte mit ihren Spezifika aufgeführt (s. Steckbriefe) und Vorgaben analog der Empfehlungen für ein Lastenheft getroffen werden (s. Kapitel 4.1, Tabelle 2). Nach Abschluss des Interessensbekundungsverfahrens kann eine abschließende Entscheidung bzgl. einer Vergabe zur Errichtung der Ladesäulen getroffen werden.

## 4.3. Elektromobilitätsgesetz - EmoG

Das EmoG hatte bei seiner Einführung im Juni 2015 das Ziel, Maßnahmen zur Bevorrechtigung von elektrischen Fahrzeugen im Straßenverkehr zu ermöglichen und somit einen Beitrag zur Verringerung umweltschädlicher Emissionen zu leisten. Folgende Sachverhalte werden durch das EmoG definiert<sup>14</sup>:

- Die zu privilegierenden Fahrzeuge
- Eine eindeutige Kennzeichnung über das Nummernschild (Kennzeichenendung E)
- Park- und Halterregelungen
- Nutzung von Sonderfahrspuren, z.B. Busspuren
- Aufhebung von Zusatzverboten

Von besonderer Wichtigkeit für Elektrofahrzeugnutzer ist die Sicherstellung von Lademöglichkeiten, an denen zuverlässig Strom geladen werden kann. Eine eindeutige Markierung dieser exklusiven Stellplätze an Ladesäulen ist von enormer Bedeutung, um das Risiko falschparkender Fahrzeuge an diesen Stellplätzen zu verringern. Eine bundesweit einheitliche Vorgabe für die Markierung existiert nicht. Das generelle Abschleppen von Falschparkern auf nach EmoG-gekennzeichneten Stellplätzen ist erlaubt, die Umsetzung von Abschleppvorgängen unterliegt allerdings dem jeweiligen Landesrecht – auf die Stadt Schwabach bezogen heißt dies, dass die polizeilichen Beamten im Vollzugsdienst zuständig sind. Die Verhältnismäßigkeit eines Abschleppvorgangs obliegt dem lokalen Vollzugsdienst.

Im Sommer 2018 wurde zudem die erste turnusmäßige Evaluation des EmoG veröffentlicht<sup>15</sup>. Diese erhält einen Überblick an bereits gesammelten Erfahrungen sowie Handlungsempfehlungen an den Gesetzgeber. Dazu zählt beispielsweise eine Empfehlung zur eindeutigen Markierung „zur Ausweisung von Stellplätzen an Ladeinfrastrukturen sollte den Kommunen die bundeseinheitliche blaue flächige Bodenmarkierung empfohlen und durch eine Anpassung der StVO ermöglicht werden“ (Harendt, Doser, Dietrich, Mayer, & Erling, 2018, S. V/VI). Dies verringert Fehlbelegungen durch Falschparker.

---

<sup>14</sup> <https://www.gesetze-im-internet.de/emog/EmoG.pdf> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

<sup>15</sup>

[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/emog\\_bericht\\_2018\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emog_bericht_2018_bf.pdf) (letzter Zugriff am 10.12.2018)

#### 4.4. Betreibermodelle für Ladeinfrastruktur

Die Stadt Schwabach sollte in Eigenregie keine Ladeinfrastruktur betreiben, da damit ein vielschichtiger großer Aufwand (technisch, rechtlich, finanziell und organisatorisch) verbunden ist und zudem neue Fachkenntnisse in die Verwaltung integriert werden müssten. Sinnvoll wäre ein Betrieb der Ladeinfrastruktur über die Stadtwerke Schwabach. Zudem ist die Ladeinfrastruktur bereits im überregionalen Verbund der Metropolregion Nürnberg „Ladeverbund+“ integriert. Aus Sicht der Schwabacher Bürger, die vorrangig die Ladesäulen im Stadtgebiet nutzen und auch zukünftig nutzen werden, könnten, durch die Installation weiterer Zugangsmedien / Abrechnungsmethoden über denen des Ladeverbundes+ hinaus, zusätzliche Nutzungshemmnisse entstehen.

Es wird davon ausgegangen, dass in den nächsten Jahren ca. 85% der Ladevorgänge an privat-zugänglichen Standorten stattfinden werden, bei denen das Wohnumfeld sowie vor allem auch Firmenparkplätze miteinbezogen sind (Abbildung 6). Hier ergeben sich die Möglichkeiten des Zuhause-Ladens sowie des Ladens beim Arbeitgeber. Das Laden auf privatem Firmengelände ist sowohl für eine Elektrifizierung von Flotten, als auch für Arbeitnehmer, die mit Elektrofahrzeugen zum Arbeitgeber kommen, von enormer Wichtigkeit.

Die restlichen 15% der Ladevorgänge werden an öffentlich zugänglichen Standorten stattfinden, beispielsweise auf öffentlichen Parkplätzen und im öffentlichen Straßenraum, sowie an Autobahnen und Einkaufszentren. Einen öffentlichen Standort definiert, dass er zu jeder Tages- und Nachtzeit öffentlich zugänglich ist, also ohne Einschränkungen genutzt werden kann. Die Standorte im halböffentlichen Raum liegen meist auf Privatgrund, können aber durch die Betreiber der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, indem beispielsweise die Ladesäule auf einem Parkplatz eines Einkaufszentrums den Kunden auch jederzeit (auch außerhalb der Öffnungszeiten) zum Laden zur Verfügung gestellt wird. Ob ein Parkplatz öffentlich zugänglich ist, bestimmt sich nach den konkreten Verhältnissen des Einzelfalls. Wenn der Verfügungsberechtigte, meist der Eigentümer, über den Parkplatz im Grunde jedermann den Zutritt gewährt, handelt es sich um einen öffentlich zugänglichen Parkplatz. Dies kann bei Kundenparkplätzen, Hotel- und Restaurantparkplätzen der Fall sein. Parkhäusern kommt aufgrund von differenzierten Zugangs- und Bezahlungsmöglichkeiten eine Sonderrolle zu. An öffentlich zugänglichen Parkhäusern können zusammen mit den jeweiligen Parkhausbetreibern Konzepte entwickelt werden, nach den zu definierten Öffnungszeiten der Zugang nutzerspezifisch geregelt wird. Dies kann beispielsweise ermöglichen, dass die Parkieranlage nachts für Anwohner oder rund um die Uhr für eCarsharing genutzt wird. Hierbei müssen sowohl technische (beispielsweise Einfahrtsschranken) als auch regulatorische Hemmnisse (zum Beispiel Haftungsfragen) berücksichtigt werden. Dasselbe gilt für P&R-Parkplätze und, mit Abstrichen, auch für Firmenparkplätze. Der Arbeitgeber schafft dafür die Möglichkeit, dass auch seine Kunden an der Ladesäule ihr Elektrofahrzeug laden können.

Für die Kategorie des Tourismus sind Standorte mit überregionaler Bekanntheit wie Schlösser oder Burgen von Bedeutung. Darüber hinaus können Museen und weitere Sehenswürdigkeiten wichtige zusätzliche Orte sein. Touristische Standorte können sich durch die Bereitstellung von Lademöglichkeiten (für Fahrzeuge und Fahrräder)

als zusätzliches Angebot für ihre Besucher voneinander abheben. Elektrofahrzeuge können in diesem Bereich insbesondere auch für Tagesausflüge oder spezielle Events genutzt werden. Durch begleitende Marketingmaßnahmen kann zusätzlich das Image der Stadt positiv beeinflusst werden. Angebote, die Vergünstigungen durch Kombinationsmöglichkeiten oder Rabatte zulassen, können gerade für Touristen attraktiv sein und diese in die Stadt ziehen. Mögliche Kooperationen zwischen touristischen Akteuren und Mobilitätspartnern können im weiteren Verlauf zu Synergien führen, aus denen sich neue Geschäftsmodelle entwickeln können.

## 5. Kostenkalkulation einzelner Kostenposten

Durchschnittliche Netto-Investitionskosten für smarte Ladeboxen belaufen sich auf ca. 2.200 EUR mit laufenden jährlichen Netto-Kosten zwischen 500 und 1.000 EUR. Für AC-Ladesäulen belaufen sich die durchschnittlichen Kosten auf ca. 10.000 EUR, mit laufenden jährlichen Kosten zwischen 750 und 1.500 EUR. DC-Ladesäulen benötigen aufgrund des verwendeten Gleichstroms den größten Invest: dieser ist auf ca. 35.000 EUR zu schätzen. Die laufenden jährlichen Kosten befinden sich im Rahmen von 1.500 und 3.000 EUR. Eine genauere Auflistung der einzelnen Kostenposten in Hardware, Montage und Netzanschlusskosten, ist der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 3: Schätzung der Netto-Kosten der öffentlich-zugänglichen Ladeinfrastruktur für 2020 (Nationale Plattform Elektromobilität, 2015, S. 12)

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 € <sup>1</sup>	700 €	5.000 €	2.500 €	25.000 €	15.000 €
Netzanschlusskosten	0–2.000 €	0–2.000 €	2.000 €	2.000 €	5.000 € <sup>2</sup>	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 €
<b>Gesamte Investition (CAPEX)</b>	<b>2.200 €</b>	<b>1.700 €</b>	<b>10.000 €</b>	<b>7.500 €</b>	<b>35.000 €<sup>3</sup></b>	<b>24.000 €</b>
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					
<b>Laufende Kosten (€/a) OPEX</b>	<b>1.000 €</b>	<b>500 €</b>	<b>1.500 €</b>	<b>750 €</b>	<b>3.000 €</b>	<b>1.500 €</b>

<sup>1</sup> Ohne Kommunikation/Energiemanagement/Abrechnungsmöglichkeit ab ca. 500 €

<sup>2</sup> Erste Kostenschätzungen für Netzanschluss für 3x150kW und entsprechend 630kVA inklusive Investition in Trafostation ergeben 150.000 €

<sup>3</sup> Aktuelle Förderprojekte haben gezeigt, dass die Errichtungskosten für DC-Ladesäulen je nach Standort zwischen 20.000€ und 30.000€ liegen. Im Einzelfall können jedoch auch die Errichtungskosten deutlich höher sein.

## 5.1. Fördermöglichkeiten

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Kapitels des Elektromobilitätskonzeptes (29.11.2018) sind folgende Fördermöglichkeiten für öffentlich-zugängliche Ladeinfrastruktur aktuell verfügbar:

Bundesförderung:

Die Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur des BMVI unterstützt den Aufbau öffentlich-zugänglicher Ladeinfrastruktur. Die Laufzeit der Förderrichtlinie endet am **31.12.2020**. Aktuell läuft der dritte Förderaufruf, der bis zum **21.2.2019** geöffnet ist. Die Förderhöhe variiert je beantragter Ladeleistung. Details zum Förderverfahren sind der Website der NOW zu entnehmen<sup>16</sup>.

Landesförderung:

Der Freistaat Bayern fördert ebenfalls den Aufbau von öffentlich-zugänglicher Ladeinfrastruktur. Die Laufzeit des Förderprogramms „Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Energie und Technologie endet zum **31.12.2020**<sup>17</sup>. Zurzeit ist kein Förderaufruf offen und es sind keine öffentlichen Informationen bekannt, wann ein neuer Förderaufruf gestartet wird. Von einer grundsätzlichen Veröffentlichung zusätzlicher Förderaufrufe ist auszugehen.

Die Veröffentlichung weiterer zusätzlicher Bundes- und/oder Landesförderprogramme sind prinzipiell möglich, eine Garantie für diese besteht allerdings nicht. Aus diesem Grund wird empfohlen, dass die Stadt Schwabach in den beiden o.g. Förderprogrammen weitere Ladeinfrastruktur beantragt.

## 5.2. Investitionsprogramme

Da 85% der Ladevorgänge im privat-zugänglichem Raum stattfinden, ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur im privaten Raum für den Durchbruch der Elektromobilität unverzichtbar. Die Stadt Schwabach besitzt hier die Möglichkeit, Ihre Bürger bei der Umsetzung zu unterstützen. Dies kann einerseits monetär über die Initiierung eines eigenen städtischen Förderprogramms, andererseits über die Bereitstellung von Informationen und Ansprechpartnern für die technische Umsetzung innerhalb Schwabachs adressiert werden.

---

<sup>16</sup> <https://www.now-gmbh.de/de/bundesfoerderung-ladeinfrastruktur/foerderrichtlinie-foerderaufrufe> (Zugriff am 29.11.2018)

<sup>17</sup> <http://www.elektromobilitaet-bayern.de/foerderung> (Zugriff am 29.11.2018)

## 6. Weitere Schritte

### 6.1. Detailplanung

Das Ergebnis des Elektromobilitätskonzeptes enthält Standortvorschläge zum Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur, die in zwei Ausbaustufen unterteilt sind. In einem nächsten Schritt müssen, im Rahmen eines verwaltungsinternen Umlaufverfahrens, die für die Installation der Ladeinfrastruktur notwendig zu beteiligenden Ämter (Liegenschaftsamt, Stadtplanungsamt (Verkehrsplanung, Bauleitplanung und Städtebau, Stadtbild, Denkmalschutz, Bauordnung), Straßenverkehrsamt, Baubetriebsamt und das Bauverwaltungsamt) Stellung zu den geplanten Aufstellstandorten nehmen und ggf. Bedenken äußern und diese begründen. Eine Formularvorlage für das verwaltungsinterne Umlaufverfahren wurde während der Projektlaufzeit erarbeitet und liegt der zuständigen Stelle im Amt für Stadtplanung und Bauordnung der Stadt Schwabach vor. Während der Projektlaufzeit wurden die bereits zu dieser Zeit identifizierten Standorte durch ein solches Verfahren geprüft, jedoch hat die Prüfung nicht die Gesamtheit der letztendlich vorgeschlagenen Standorte umfasst.

Darauf aufbauend muss eine Ortsbegehung mit den relevanten Ämtern und Institutionen (beispielsweise Vertretern des Tiefbaus, Liegenschaften, Grünflächenamt, Stadtwerke, Schulen) erfolgen. Diese kann Einfluss auf die bereits zuvor festgelegte Mikrolage jedes Standortes haben. In der Diskussion können relevante und detaillierte Informationen über einzelne Standorte zu einer Verschiebung der exakten Position führen.

Die Vorschläge zum Aufbau halböffentlicher Ladeinfrastruktur sind je Standort mit dem dortigen Grundstückseigentümer und Betreiber des Geländes abzuklären. Hierbei sollte aktiv auf die Akteure (z.B. dem Betreiber der jeweiligen Märkte bzw. Nutzungen) zugegangen werden.

Nach Prüfung durch das Umlaufverfahren und die anschließende Ortsbegehung wird empfohlen, im Anschluss diejenigen Standorte in einer ersten Umsetzungsphase zu realisieren, die der ersten Ausbaustufe zugeordnet wurden.

### 6.2. Weitere Umsetzungsschritte

Vorhandenen Nutzungshemmnissen der Bevölkerung der Stadt Schwabach gegenüber Elektromobilität kann durch gezielte Informationssysteme in weiteren Umsetzungsschritten entgegengewirkt werden. Dies zielt darauf ab, den zukünftigen Nutzern den Zugang zur Elektromobilität als innovativem, nachhaltigem und spaßbringendem Mobilitätsangebot niederschwellig zu vermitteln und attraktiv zu gestalten.

Zielgruppenspezifische Informationssysteme haben dabei eine hohe Relevanz zur Förderung der Akzeptanz neuer Mobilitätsformen. Der Umstieg des Einzelnen von konventionellen Verbrennerfahrzeugen auf Elektrofahrzeuge setzt Kenntnis dieser technologischen Alternative zur Meinungsbildung und zugleich die Herausbildung einer Nutzungsbereitschaft voraus. Hierzu könnten Informationspakete zur Elektromobilität zum einen zur allgemeinen Information der Bevölkerung dienen, zum anderen kann so Unsicherheit, die im Umgang mit der neuen Technologie entsteht, durch eine detaillierte und übersichtliche Nutzungsanleitung abgebaut werden. Zu

einem souveränen Umgang mit neuen Mobilitätsangeboten bieten sich Aktionstage/-wochen zum Ausprobieren an. Auch die Nutzung von E-Carsharing Angeboten kann als Anreiz zur zukünftigen Nutzung von Elektromobilität gesehen werden. Da das Mobilitätsverhalten stark von Routinen abhängig ist, und dementsprechend neue nachhaltige Mobilitätsangebote nur dann akzeptiert werden, wenn altes, routiniertes Verhalten aufgebrochen werden kann, können im weiteren Verlauf verhaltensändernde Maßnahmen fokussiert werden, die zum Ziel haben, sowohl die Kommunikation als auch Information zu fördern.

Für Unternehmen kann eine Beratung zum Thema betriebliches Mobilitätsmanagement durchgeführt werden, die bspw. sowohl die Aspekte Ladeinfrastruktur und Private Pkw- & Pedelec-Nutzung für Mitarbeiter beinhaltet, als auch einen ÖPNV-Zuschuss in Form des Jobtickets. Weitere Aspekte können das Jobrad und Radabstellanlagen sowie beispielsweise das Bereitstellen von Duschen und Waschräumen sein. Außerdem ist eine gesonderte Ansprache von Unternehmen mit zuverlässig planbaren Routenverläufen und -längen, aber grundsätzlich hohen Laufleistungen, wie zum Beispiel Pflegediensten, zu empfehlen, da bei diesen Einsatzzwecken die Vorteile der Elektromobilität besonders zur Geltung kommen.

### 6.3. Weitere rechtliche Hinweise

Die mit der Elektromobilität anvertrauten städtischen Ämter der Stadt Schwabach sollten über die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen des EmoG, sowohl in der Planung, als auch im Vollzug aufgeklärt werden (Kapitel 4.1.). Vorgaben der Ladesäulenverordnung sind ebenfalls in Kapitel 4 behandelt.

Aus rechtlicher Sicht ist zudem auf zwei weitere, aktuelle Gesetzesvorhaben hinzuweisen, die Elektromobilität in Kürze betreffen werden:

Am 09.07.2018 wurde die EU-Richtlinie 2018/844<sup>18</sup> beschlossen, die innerhalb von 20 Monaten in nationales Recht umgesetzt werden muss. Die Richtlinie besagt u.a., dass bei Neubauten und bedeutenden Renovierungen von Wohngebäuden „mit mehr als zehn Stellplätzen jeder Stellplatz mit Leitungsinfrastruktur, nämlich den Schutzrohren für Elektrokabel vorgehalten werden müssen, um für eine spätere Errichtung von Ladepunkten zu ermöglichen“. Vergleichbare Vorgaben werden für gewerbliche Bauvorhaben getätigt. Wann diese Richtlinie in nationales Recht umgesetzt wird, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschließend beantwortet werden.

Ebenso wird zurzeit im Bundesrat ein „Diskussionsentwurf eines Gesetzes zur Förderung von Barrierefreiheit und Elektromobilität im Miet- und Wohnungseigentumsrecht“<sup>19</sup> beraten. Dieser sieht eine Erleichterung für Mieter vor, die sich ein Elektrofahrzeug angeschafft haben und eine Lademöglichkeit für dieses

---

<sup>18</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&qid=1542005974796&from=EN> (letzter Zugriff am 10.12.2018)

<sup>19</sup> [https://www.bmjv.de/SharedDocs/Gesetzgebungsverfahren/Dokumente/Diskussionsentwurf\\_BMJV\\_Reform\\_WEG.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmjv.de/SharedDocs/Gesetzgebungsverfahren/Dokumente/Diskussionsentwurf_BMJV_Reform_WEG.pdf?__blob=publicationFile&v=2) (letzter Zugriff am 10.12.2018)



in einer Garage in Gemeinschaftseigentum etablieren wollen. Aktuell ist dies nur bei einstimmigem Beschluss der Eigentumsgemeinschaft möglich. Von einer positiven Beratung und Beschlussfassung des Diskussionsentwurfs ist aus zu gehen, ein genauer Umsetzungszeitraum kann zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes nicht genannt werden. Sollte dieser Beschluss getätigt werden, ist eine der größten Hürden für die Umsetzung privat-zugänglicher Ladeinfrastruktur genommen worden.

## 7. Fazit

Elektromobilität stellt den Automobilssektor vor Herausforderungen: sie ist ein unverzichtbarer Bestandteil einer nachhaltigeren Mobilität, zeichnet sich verantwortlich für technische Nachbesserungen, etabliert sich als ein zuständigkeitsübergreifendes Verwaltungsgebiet und dient dazu, auch das eigene Mobilitätsverhalten zu hinterfragen – sie ist also ein Querschnittsthema der gesellschaftlichen Entwicklung. Bis alle die Elektromobilität betreffenden gesellschaftlichen Auswirkungen verstetigt wurden, werden noch einige Jahre vergehen.

Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Markthochlaufs der Elektromobilität ist eine Prognose der Elektrifizierungsquote des Kfz-Bestandes für die kommenden Jahre und die daraus folgende Anzahl an benötigten AC-Ladestandorten unverzichtbar. Die Stadt Schwabach sollte hier proaktiv auf die Entwicklungen des Marktes agieren. Für die erste Ausbaustufe, mit einer **Elektrifizierungsquote von 15%**, die zwischen 2021 und 2023 erreicht wird, werden insgesamt **maximal 23 (halb-)öffentliche AC-Ladestandorte** benötigt. Für die zweite Ausbaustufe, mit einer **Elektrifizierungsquote von 25%**, die zwischen 2025 und 2028 erreicht wird, werden insgesamt **maximal 39 (halb-)öffentliche AC-Ladestandorte** benötigt. Eine Elektrifizierungsquote von 25% stellt keinesfalls die Endstufe der elektromobilen Marktentwicklung dar – ein **Ausbau über die Zieljahre der Prognose** hinaus wird selbstverständlich benötigt.

Um bereits heute eine breite gesellschaftliche Akzeptanz für Elektromobilität zu erreichen, ist ein **bedarfsgerechter Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur notwendig**, um ein Grundgerüst an Ladeinfrastruktur zur Steigerung der Marktdurchdringung der Elektromobilität bereit zu halten. Dabei ist die Nutzerperspektive von zentraler Bedeutung, um die Auslastung der Ladeinfrastruktur geeignet prognostizieren zu können – ungenutzte Ladeinfrastruktur beeinträchtigt die öffentliche Akzeptanz der Elektromobilität. Die Elektromobile Quartierstypologie und die im Projekt angelegten Standortsteckbriefe bieten eine transparente und begründete Entscheidungsgrundlage für Ladeinfrastrukturstandorte. Insgesamt wurden 20 Standorte vorgeschlagen und deren Vorprüfungsprozesse begonnen. Diese dienen als Grundlage zur Erfüllung der o.g. Prognose – für die Dimensionierung der einzelnen Standorte ist ein regelmäßiges Monitoring der Auslastung der bereits realisierten Standorte zwingend notwendig, um betreffende Standorte mit weiteren Ladepunkten nachzurüsten.

Aus diesem Grund war es ein zentraler Baustein des Elektromobilitätskonzeptes Schwabach, auch die verwaltungsinternen Genehmigungs- und Begutachtungsprozesse für Ladeinfrastruktur zukunftsfähig zu gestalten. **Die Etablierung eines Umlaufverfahrens** (s. Kapitel 6.1) konnte in der Projektlaufzeit ebenso abgeschlossen werden wie die **Erarbeitung eines Lastenheftes für Ladesäulen** (s. Kapitel 4.1). Weiterhin sollte bei allen zukünftigen Bau- und Renovierungsvorhaben im Stadtgebiet Schwabachs Elektromobilität mitberücksichtigt werden, sodass Schwabach vollumfänglich für die elektromobile Zukunft gewappnet ist.

## Literaturverzeichnis

- Agora Verkehrswende. (2017). *Strategien für die nachhaltige Rohstoffversorgung der Elektromobilität*. Von [https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/Nachhaltige\\_Rohstoffversorgung\\_Elektromobilitaet/Agora\\_Verkehrswende\\_Synthesepapier\\_WEB.pdf](https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/Nachhaltige_Rohstoffversorgung_Elektromobilitaet/Agora_Verkehrswende_Synthesepapier_WEB.pdf) abgerufen
- BloombergNEF. (2016). *Electric Vehicle Outlook*. Von <https://about.bnef.com/blog/electric-vehicles-to-be-35-of-global-new-car-sales-by-2040/> abgerufen
- BloombergNEF. (2017). *Electric Vehicle Outlook 2017*. Von [https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF\\_EVO\\_2017\\_ExecutiveSummary.pdf](https://data.bloomberglp.com/bnef/sites/14/2017/07/BNEF_EVO_2017_ExecutiveSummary.pdf) abgerufen
- BloombergNEF. (2018). *Electric Vehicle Outlook*. Von <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/> abgerufen
- BMUB. (Juli 2018). *Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? Eine ganzheitliche Bilanz*. Von [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/elektroautos_bf.pdf) abgerufen
- Braun, A., Herdtle, C., Schmid, M., Märker, F., & Rid, W. (2015). *EMIS-Toolbox für Elektromobilität in Mittelstädten*. Stuttgart: Forschungsgruppe Stadt | Mobilität | Energie.
- de Haan, P., Bianchetti, R., Rosser, S., & Frantz, H. (2018). *EBP-Grundlagen: Szenarien der Elektromobilität in Deutschland*. Von [https://www.ebp.ch/sites/default/files/unterthema/uploads/2018-04-20\\_EBP\\_D\\_EmobSzen\\_PKW\\_2018\\_0.pdf](https://www.ebp.ch/sites/default/files/unterthema/uploads/2018-04-20_EBP_D_EmobSzen_PKW_2018_0.pdf) abgerufen
- ExxonMobil. (2018). *Energieprognose Deutschland 2018-2040*. Von [https://cdn.exxonmobil.com/~media/germany/files/energieprognose/exxonmobil\\_energieprognose\\_2018.pdf](https://cdn.exxonmobil.com/~media/germany/files/energieprognose/exxonmobil_energieprognose_2018.pdf) abgerufen
- Harendt, B., Doser, J., Dietrich, N., Mayer, C., & Erling, U. (2018). *Elektromobilitätsgesetz - Berichterstattung 2018*. Von [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/emog\\_bericht\\_2018\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emog_bericht_2018_bf.pdf) abgerufen
- Nationale Plattform Elektromobilität. (2015). *Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland - Statusbericht und Handlungsempfehlungen, AG 3 - Ladeinfrastruktur und Netzintegration*. Berlin.
- Nationale Plattform Elektromobilität. (2018). *Die deutsche Normungsroadmap Elektromobilität 2020*. Von [https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2018/11/NormungsRoadmap\\_Elektromobilitaet\\_2020\\_bf.pdf](https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/wp-content/uploads/2018/11/NormungsRoadmap_Elektromobilitaet_2020_bf.pdf) abgerufen
- Nationale Plattform Elektromobilität. (2018). *Fortschrittsbericht 2018 - Markthochlaufphase*. Von <http://nationale-plattform->

elektromobilitaet.de/fileadmin/user\_upload/Redaktion/NPE\_Fortschrittsbericht\_2018\_barrierefrei.pdf abgerufen

PWC Autofacts. (2016). *Mit Elektrifizierung und Verbrennungsmotoren auf dem Weg in die Zukunft der Mobilität*. Von

<https://www.pwc.at/de/publikationen/branchen-und-wirtschaftsstudien/autofacts-2016.pdf> abgerufen

Schulz, D. (Hrsg.). (2016). *Metastudie Elektromobilität*. Von

<https://www.stromnetz.hamburg/ueber-uns/innovationen/e-mobility/metastudie-elektromobilitaet-helmut-schmidt-universitaet/> abgerufen