

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN  
Institut für Verkehrswissenschaften  
Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik

GUSSHAUSSTRASSE 30/231  
A-1040 WIEN  
TEL (+43-1) 588 01-23100  
FAX (+43-1) 588 01-23199

# Hochlaufzahlen E-Autos in der Metropolenregion Wien

## Zusammenfassung

### Auftraggeber:

Wien Energie GmbH

### Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Dr. Paul Pfaffenbichler

Dipl.-Ing. Tadej Brezina

Mag. Dr. Günter Emberger

Wien, Februar 2018



---

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>HOCHLAUFZAHLEN E-AUTOS IN DER METROPOLENREGION WIEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>2 HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER E-PKW-FLOTTE .....</b>	<b>3</b>
<b>3 PROGNOSEN AUS DER LITERATUR .....</b>	<b>4</b>
<b>4 SZENARIEN HOCHLAUFZAHLEN METROPOLENREGION WIEN .....</b>	<b>5</b>
<b>5 INTERNATIONALE ERFAHRUNGEN .....</b>	<b>7</b>
5.1 NORWEGEN .....	7
5.2 DEUTSCHLAND.....	9
<b>6 ABSCHÄTZUNG DES POTENTIALS FÜR LADESTATIONEN .....</b>	<b>11</b>
<b>7 LADEVERHALTEN.....</b>	<b>14</b>
<b>8 BEISPIEL DETAILANALYSE WIEN OTTAKRING .....</b>	<b>17</b>
<b>9 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>	<b>21</b>
<b>10 LITERATUR.....</b>	<b>21</b>
<b>11 ABKÜRZUNGEN.....</b>	<b>23</b>

# 1 Einleitung

Im Rahmen der zwei Studien „Hochlaufzahlen E-Autos in der Metropolregion Wien“ und „Aktualisierung der Prognose der Entwicklung der Zahl der E-Pkws aus dem Projekt Hochlaufzahlen E-Autos in der Metropolregion Wien“ untersuchte das Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien 2016-2017 im Auftrag der Wien Energie GmbH die Entwicklung der Zahl der zugelassenen Elektroautos in der Metropolregion Wien. Ziel der Studien war es, durch eine Verknüpfung von Prognosen der Marktdurchdringung mit einer Modellierung der Pendlerverflechtungen den Bedarf an Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum bis 2030 zu bestimmen.

Aufbauend auf einem in mehreren nationalen und internationalen Projekten verwendeten Flottenmodell wurde die Entwicklung der Anzahl der in der Stadt Wien und ihrem Einzugsgebiet zugelassenen E-Autos für verschiedene Szenarien in Jahresschritten bis 2030 bestimmt. Den Ausgangspunkt bildeten dabei die Ergebnisse der Projekte SOL<sup>1</sup>, COMPETT<sup>2</sup> und URBEM<sup>3</sup>. Als grundsätzliche räumliche Einheit für die durchgeführten Analysen wurde die Ebene der österreichischen Bezirke gewählt. Um die Nachfrage nach Ladeinfrastruktur räumlich adäquat abschätzen zu können, war für das Gebiet der Stadt Wien eine vertiefende Betrachtung unterhalb der Bezirksebene notwendig. Die Ergebnisse der Prognosen wurden daher in Wien, soweit die verfügbaren Daten dies erlauben, auf die Zählbezirks- und Baublockebene heruntergebrochen. Die potentielle Nachfrage nach Ladestationen wurde differenziert nach Bebauungsdichte, „Points of Interest“<sup>4</sup> sowie verfügbaren Stellplätzen im öffentlichen Raum und in Garagen abgeschätzt.

Neben den klassischen Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Markterfolgs von E-Autos (direkte Förderungen, technische Reife, TCO BEV/ICE, etc.) wurden auch die aktuellen Entwicklungen im Bereich Anreize/Incentives (Stichwort: Nationaler Strategierahmen „Saubere Energie im Verkehr“) berücksichtigt. Ein weiterer zu untersuchender Punkt waren die Effekte, welche von Ladestationen im öffentlichen Raum – vor allem die zusätzliche Errichtung solcher – zu erwarten ist. Zudem wurden auch sogenannte „weichen Faktoren“ wie Zielgruppen, Bewusstsein, etc. in die Untersuchungen mit einbezogen. Vor allem ladestationsseitig wurde konkret auf die Kundenanforderungen eingegangen. Zentrale Fragen waren hier:

---

<sup>1</sup> <http://akademie.oesterreichsenergie.at/artikeldetails/kategorie/forschungsprojekte.31/artikel/sol---studie-fuer-die-organisation-der-zukuenftigen-ladeninfrastruktur-fuer-e-fahrzeuge-in-oesterreich-notwendige-anzahl-und-wirtschaftliche-standorte.html>, Zugriff 5.10.2016

<sup>2</sup> [http://electromobility-plus.eu/wp-content/uploads/COMPETT\\_poster.pdf](http://electromobility-plus.eu/wp-content/uploads/COMPETT_poster.pdf), Zugriff 15.01.2018

<sup>3</sup> <http://urbem.tuwien.ac.at/home/>, Zugriff 5.10.2016

<sup>4</sup> Unter einem „Point of Interest“ werden i.A. punkthafte Geobjekte in Navigationssystemen oder Routenplanern verstanden, die für die NutzerInnen von besonderem Interesse sein können. „Points of Interest“ können nach verschiedenen Themengebieten eingeteilt werden. Mögliche Themengebiete sind z.B. täglicher Bedarf, reisespezifische Bedürfnisse, Anlaufstellen in dringenden Situationen oder touristische Attraktionen und Freizeitangebote. Beispiele für „Points of Interest“ sind Einzelhandel, Gastronomie, Unterkünfte, Tankstellen, Bankautomaten, Parkhäuser, Autowerkstätten, Apotheken, Krankenhäuser, Kinos, Sportstadien oder Museen.

- der Anteil an Ladungen im privaten/öffentlichen Bereich (insb. für welche Zahl der NutzerInnen würden öffentliche Ladestellen in Wien als Primärstellplatz fungieren),
- der Anteil an Ladungen bis 3,7 kW / 11 kW / Schnellladungen,
- der durchschnittliche Ladestand, mit dem E-Autos Ladestellen anfahren und der
- Einfluss von Pendlerströmen auf die Nachfrage (Welche Korridore können hier innerhalb Wiens identifiziert werden? Welche Rolle spielen dabei P&R-Anlagen?).

## 2 Historische Entwicklung der E-Pkw-Flotte

Die Zahl der in **Österreich** zugelassenen batterieelektrischen Pkws stieg im Zeitraum 2007 bis 2017 von etwas mehr als 100 Stück auf rund 14.600 Stück an<sup>5</sup>. Das entspricht im Jahr 2017 einem Anteil von rund 0,3 % und einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von rund 60 Prozent. Ab dem Jahr 2011 waren zudem Plug-In-Hybride auf dem österreichischen Markt verfügbar. Bis zum Jahr 2017 stieg die Zahl der in Österreich zugelassenen Plug-In-Hybride auf knapp 4.000 Stück an. Gemeinsam erreichen rein elektrische Pkws und Plug-In-Hybride damit einen Anteil von knapp 0,4 %.

In **Wien** stieg die Zahl der zugelassenen batterieelektrischen Pkws im Zeitraum 2007 bis 2017 von 17 auf knapp 1.700 Stück an<sup>6</sup>. Das entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von knapp unter 60 Prozent. Die Zahl der in Wien zugelassenen Plug-In-Hybride stieg von 2 Stück im Jahr 2011 auf 215 im Jahr 2015 an.

Im **Bundesländervergleich** lagen 2016 Vorarlberg und Salzburg mit rund 4,0 bzw. 2,8 zugelassenen batterieelektrischen Pkws je 1.000 Pkws an der Spitze. Wien lag mit rund 1,3 batterieelektrischen Pkws je 1.000 Pkws knapp hinter dem Bundesland Kärnten. Wien liegt damit an vorletzter Stelle. Nur im Burgenland ist der Anteil mit rund 1,0 batterieelektrischen Pkws je 1.000 Pkws. noch niedriger.

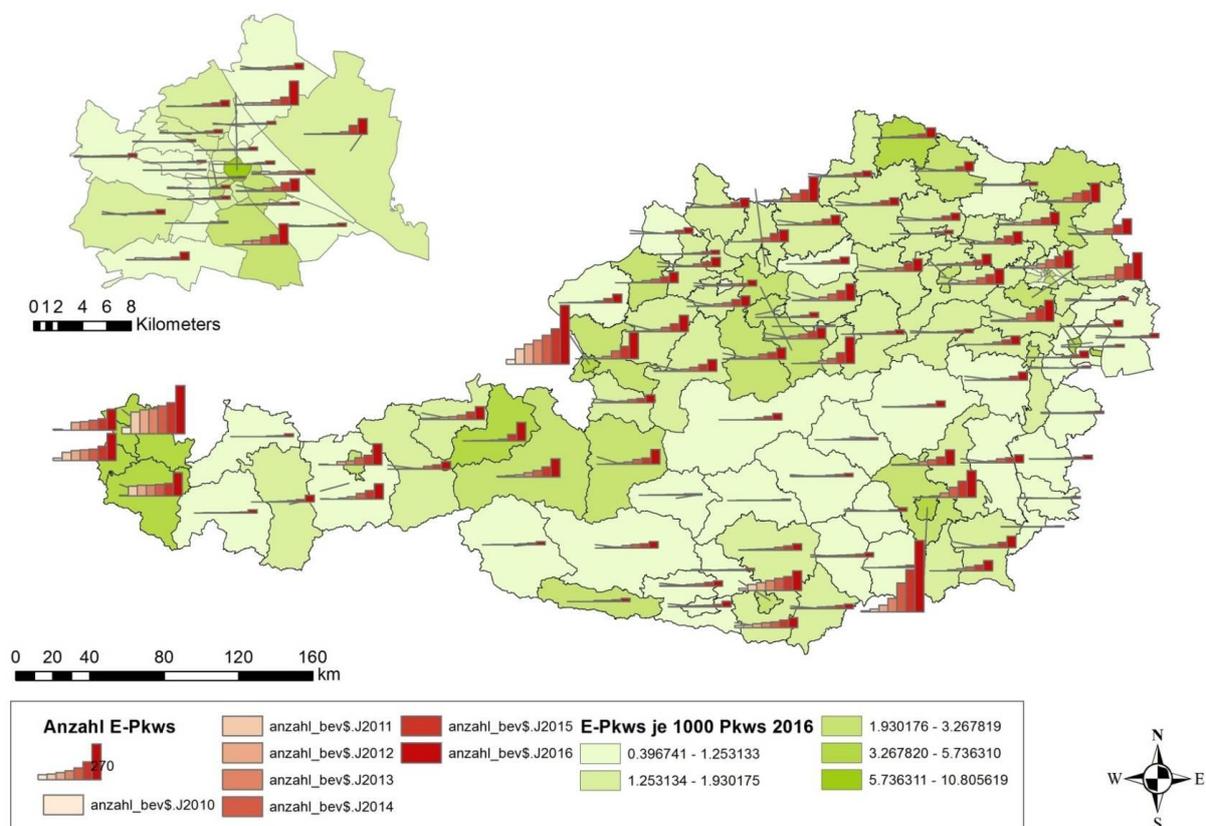
Ab dem Jahr 2014 war in jedem österreichischen **Bezirk** zumindest ein batterieelektrischer Pkw zugelassen. Von 2010 bis 2013 war der Bezirk Bregenz jener mit dem höchsten Bestand batterieelektrischer Pkws. Im Jahr 2014 wurde Bregenz von Salzburg (Stadt) und Graz (Stadt) überholt. Im Jahr 2015 waren in Graz insgesamt etwas mehr als 300 batterieelektrische Pkws zum Verkehr zugelassen. Schlusslichter waren im Jahr 2014 Güssing mit einem batterieelektrischen Pkw und im Jahr 2015 Waidhofen an der Ybbs (Stadt) mit vier batterieelektrischen Pkws. Die Wiener Gemeindebezirke liegen über den gesamten betrachteten Zeitraum kontinuierlich im unteren Drittel der Bandbreite. Der Durchschnitt der Wiener Gemeindebezirke liegt relativ konstant bei etwa der Hälfte des österreichischen Durchschnitts. Bezogen auf Wien waren im Jahr 2015 in Favoriten die meisten und in der Josefstadt die wenigsten batterieelektrischen Pkws zugelassen (71 bzw. 5

---

<sup>5</sup> Quelle: Statistik Austria, Kfz-Bestand, [http://statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](http://statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html) und [http://www.austrian-mobile-power.at/amp/AMP\\_Factsheets/Austrian\\_Mobile\\_Power\\_Factsheet\\_03\\_Monats- Jahreszulassungen\\_E-Pkw\\_OEsterreich.pdf](http://www.austrian-mobile-power.at/amp/AMP_Factsheets/Austrian_Mobile_Power_Factsheet_03_Monats- Jahreszulassungen_E-Pkw_OEsterreich.pdf), Zugriff: 19.1.2018

<sup>6</sup> Quelle: Statistik Austria, Kfz-Statistik. Tabelle Vorläufiger Pkw-Bestand am 30.06.2017 nach Kraftstoffarten bzw. Energiequelle, Neuzulassungen nach Kraftstoffarten (Elektro, Benzin/Hybrid und Diesel/Hybrid) und Meldestellen Jänner bis Dezember 2015 und 2016 sowie Jänner bis Juni 2017 und Kfz-Bestand am 31.12. der Jahre 2010 bis 2016 nach Meldestellen und Fahrzeugarten.

Fahrzeuge). Deutlich erkennbar sind in der bezirksweisen Betrachtung die Effekte der E-Mobilitätsregionen in Vorarlberg, Klagenfurt, Salzburg und Graz. Besonders gering ist die Verbreitung batterieelektrischer Pkws in Teilen Wiens, im Burgenland, der Mur-Mürz-Furche und Teilen Tirols (Abbildung 1).



Quelle: Sonderauswertung Kfz-Bestand 2010-2015, Statistik Austria, Auswertung und Hochrechnung der Zahl der Neuzulassungen Jänner-Oktober 2016

Abbildung 1: Zeitlich-räumliche Entwicklung der Anzahl der E-Pkws nach Bezirk 2010-2016

### 3 Prognosen aus der Literatur

Als Grundlage und Vorbereitung der Entwicklung der Szenarien für Hochlaufzahlen elektrischer Pkws in der Metropolenregion Wien wurden verschiedene, aus der Literatur verfügbare Prognosen analysiert. Ziel war es dabei, die Qualität der Prognosen anhand der seit ihrer Erstellung beobachteten Entwicklungen zu überprüfen und zu bewerten. Ausgewertet wurden:

- fünf Studien, welche von der Österreichischen Energieagentur und dem Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien auf Basis des System Dynamics basierten Modells SERAPIS durchgeführt wurden (Pfaffenbichler, et al., 2009), (Renner, et al., 2010), (Pfaffenbichler, et al., 2011), (Pfaffenbichler, et al., 2012), (Fearnley, et al., 2015),
- eine Studie der Energy Economics Group der TU Wien (Haas, et al., 2009) sowie
- zwei Studien des österreichischen Umweltbundesamts (Pötscher, et al., 2010), (Pötscher, 2015).

Nur drei der ausgewerteten Studien enthalten eine explizite Prognose der Entwicklung der Anzahl der E-Pkws auf der räumlichen Ebene der Stadt Wien.

In der **österreichweiten Prognose der Anzahl der batterieelektrisch angetriebenen Pkws** wurden die realen eingetretenen Entwicklungen in den meisten Fällen deutlich überschätzt. Nur in den Projekten Markt\_Emob und VEÖ Visionen 2050 gab es einige Szenarien, in denen die realen Entwicklungen deutlich unterschätzt wurden. Die beste Übereinstimmung erzielten die Prognosen des Projekts COMPETT<sup>7</sup>.

In der **österreichweiten Prognose der Anzahl der Plug-In-elektrischen Pkws** wurden die realen Entwicklungen in einer Studie des österreichischen Umweltbundesamts aus dem Jahr 2010 deutlich überschätzt. Eine Studie des österreichischen Umweltbundesamts aus dem Jahr 2015 unterschätzt dagegen die realen Entwicklungen. Vor allem stimmt hier das Verhältnis batterieelektrische Pkws zu Plug-In-Hybriden nicht mit der beobachteten Realität überein. Die beste Übereinstimmung erzielten wiederum die Prognosen des Projekts COMPETT<sup>7</sup>.

Im Projekt SOL wurde die Zahl der **in Wien zugelassenen batterieelektrisch angetriebenen Pkws** deutlich unterschätzt. Im Projekt Emob Wien wurden sieben verschiedene Szenarien untersucht. In vier Szenarien wurde die Anzahl der E-Pkws deutlich überschätzt, in drei Szenarien deutlich unterschätzt. Die beste Übereinstimmung erzielten auch hier die Prognosen des Projekts COMPETT<sup>7</sup>.

Der Vergleich der untersuchten Prognosen mit den seit ihrer Erstellung beobachteten Entwicklungen zeigt, dass die Ergebnisse des Projekts COMPETT die beste Übereinstimmung erzielten. Die Methodik und die Annahmen des Projekts COMPETT bilden daher Ausgangspunkt für die Entwicklung der Szenarien der Hochlaufzahlen elektrischer Pkws in der Metropolenregion Wien.

#### 4 Szenarien der Hochlaufzahlen in der Metropolenregion Wien

Ausgehend von den Ergebnissen der Literaturstudie über Prognosen bezüglich des E-Pkw-Marktanteils wurden aktualisierte und maßgeschneiderte Szenarien des E-Pkw-Hochlaufs in der Metropolenregion Wien abgeleitet. Dazu wurde ein Methodenmix aus einer Trendfortschreibung mit Hilfe von logistischen Wachstumsmodellen und einem dynamischen Fahrzeugflotten- und Antriebstechnologiemodell verwendet.

In logistischen Wachstumsmodellen ist die Veränderung des Bestands sowohl proportional zu einem Restbestand, d.h. der Differenz zwischen einem Ziel- oder Sättigungswert und dem vorhandenen Bestand, als auch proportional zum vorhandenen Bestand. Liegt der vorhandene Bestand deutlich unter dem Sättigungswert, dann kommt es zuerst zu einem exponentiellen Wachstum. Später verlangsamt sich das Wachstum und kommt bei starker Annäherung an den Sättigungswert schließlich zum Erliegen. Liegen Daten einer historischen Zeitreihe vor, dann können die Parameter eines logistischen Wachstumsmodells unter der Voraussetzung der Annahme eines Sättigungswerts aus zwei Zeitpunkten berechnet werden. Logistische Wachstumsmodelle sind gut dafür geeignet aktuelle Trends verschiedenster Wachstumsprozesse fortzuschreiben.

---

<sup>7</sup> Es ist anzumerken, dass das Projekt COMPETT unter allen Studien auch über den längsten Kalibrierungszeitraum verfügt.

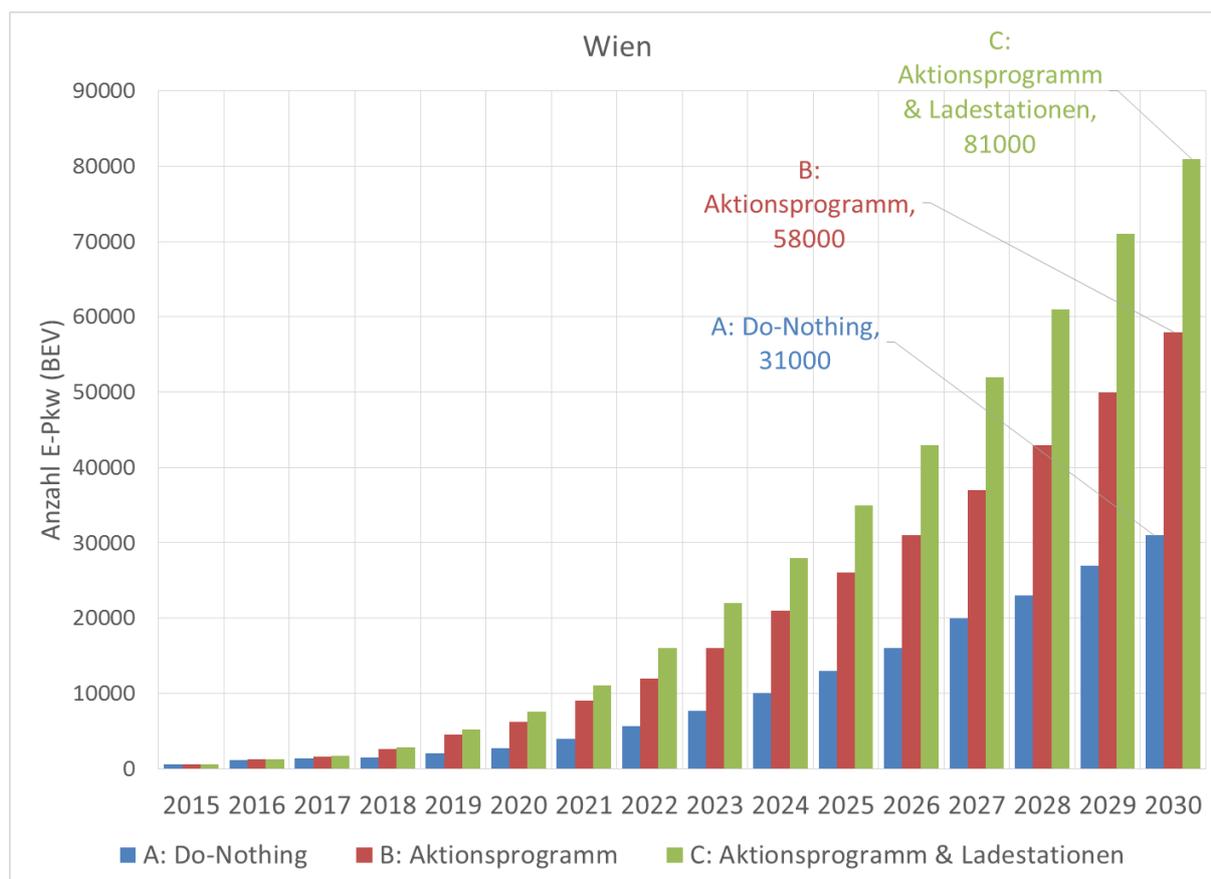
Das maßnahmensensitive dynamische Fahrzeugflotten- und Antriebstechnologiemodell verwendet die Grundprinzipien und Methoden aus System Dynamics (Forrester, 1969), (Forrester, 1973), (Sterman, 2000). Das Modell bildet die Entwicklung der Gesamtzahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge und den jeweiligen Anteil der drei Antriebstechnologien konventionelle Verbrennungskraftmaschine (inkl. Hybrid), Plug-In-Hybrid (inkl. Range-Extender) und batterieelektrischer Antrieb in Jahresschritten bis zum Erreichen eines vordefinierten Zeithorizonts ab. Für die in jedem Zeitschritt jeweils neu angeschafften Kfz wird die Wahrscheinlichkeit der Wahl einer der drei Antriebstechnologien auf Basis eines Random Utility Theory Ansatzes, d.h. konkret mit einem multinomialen LOGIT-Modell, durchgeführt. Die Wahrscheinlichkeit der Auswahl einer Antriebstechnologie entspricht dabei der Exponentialfunktion des Nutzens der Antriebstechnologie gebrochen durch die Summe der Exponentialfunktionen des Nutzens über alle verfügbaren Alternativen. Zentrales Element ist dabei der Nutzen der Antriebstechnologie. Dieser hängt in der aktuellen Version des Modells von den Investitionskosten, den Betriebskosten, der Marken- und Modellvielfalt, der Dichte der Ladestationen, der Reichweite und Zeiteinsparungen durch Ausnahmen (Busspur, Parkplatz, etc.) ab.

Ein Vergleich der Ergebnisse der logistischen Wachstumsmodelle mit den Ergebnissen des Projekts COMPETT zeigt, dass dessen Szenarien die gegenwärtigen Trends zum Teil deutlich unterschätzen (Fearnley, et al., 2015). Es war daher nicht möglich diese direkt zur Abschätzung des E-Pkw-Hochlaufs der Region Wien zu nutzen. Zudem war es notwendig, das Ende November 2016 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, dem Ministerium für ein lebenswertes Österreich und Österreichs Autoimporteuren vorgestellte Aktionspaket zur Förderung der Elektromobilität zu berücksichtigen (BMVIT, et al., 2016). Dieses sieht als wichtigste Maßnahme für die Jahre 2017 und 2018 eine Förderung des Kaufs privater batterieelektrisch betriebener Pkws mit 4.000,- Euro vor. Plug-In-Hybride werden mit 1.500,- Euro gefördert. Private E-Ladeinfrastruktur wird mit 200,- Euro gefördert, öffentlich zugängliche Schnellladestationen mit bis zu 10.000,- Euro. Auf Basis dieser neuen Förderungen wurden deshalb aktualisierte und modifizierte Modellrechnungen durchgeführt. Konkret wurden dabei die drei folgenden Szenarien untersucht:

- A: Einstellung der Förderung der E-Mobilität durch die Verkehrs- und Umweltpolitik ab 2016 („Do-Nothing“),
- B: Umsetzung des Aktionspakets zur Förderung der Elektromobilität („Aktionspaket“) und
- C: Umsetzung des Aktionspakets zur Förderung der Elektromobilität plus einem forcierten Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Wien („Aktionspaket & Ladeinfrastruktur“).

Die Zahl der in Wien zugelassenen reinen E-Pkws steigt je nach Szenario auf rund 2.700 bis 7.500 im Jahr 2020 bzw. auf rund 31.000 bis 81.000 im Jahr 2030 an (Abbildung 2). Im Vergleich zur völligen politischen Inaktivität erhöht sich die Zahl der in Wien zugelassenen E-Pkws durch das Aktionspaket um rund 130 Prozent (2020) bzw. um rund 90 Prozent (2030). Das entspricht zusätzlichen 3.500 (2020) bzw. 27.000 (2030) Fahrzeugen. Durch das Aktionspaket in Kombination mit der forcierten Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur erhöht sich die Zahl der in Wien zugelassenen E-Pkws im Vergleich zur politischen Inaktivität um rund 180 Prozent (2020) bzw. um rund 160 Prozent (2030). Das entspricht zusätzlichen 4.800 (2020) bzw. 50.000 (2030) Fahrzeugen.

Zur Überprüfung der Plausibilität der Ergebnisse des maßnahmensensitiven Modells wurden diese mit den Ergebnissen der auf Daten der Jahre 2010 bis 2017 basierenden, möglichen logistischen Wachstumsmodelle verglichen. Die Übereinstimmung der beiden Modellansätze kann als sehr gut bezeichnet werden. Die Ergebnisse des Szenarios „Do-Nothing“ liegen knapp unterhalb der Bandbreite der Ergebnisse der logistischen Wachstumsmodelle. Das Szenario „Aktionspaket“ liegt etwas unterhalb des mittleren Trends der logistischen Wachstumsmodelle. Das Szenario „Aktionspaket+“ liegt am oberen Rand der Bandbreite der Ergebnisse der logistischen Wachstumsmodelle. Die durchgeführten Prognosen der E-Pkw-Hochlaufzahlen in der Metropolitanregion Wien können daher als robust und gut abgesichert eingestuft werden.



Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 2: Szenarien der Hochlaufzahlen reiner E-Pkws Wien 2015-2030

## 5 Internationale Erfahrungen

Im Rahmen einer Literaturstudie wurden die Erfahrungen hinsichtlich des notwendigen Angebots und der potentiellen Nachfrage nach Ladeinfrastruktur in Norwegen und Deutschland analysiert.

### 5.1 Norwegen

**Norwegen** ist weltweit führend, was die Marktdurchdringung Plug-In elektrischer Kraftfahrzeuge betrifft. Im September 2016 wurde dort der Meilenstein von 100.000 zugelassenen Plug-In elektrischen Kraftfahrzeugen erreicht (EAFO, 2016). Damit verfügen derzeit rund 4 Prozent der in Norwegen zum Verkehr zugelassenen Pkws über einen Plug-In elektrischen Antrieb. In Österreich waren im Vergleich dazu Ende 2017 nur rund 0,4 Prozent der zugelassenen Pkws Plug-In-Hybride

oder batterieelektrisch angetriebene Pkws<sup>8</sup>. Der Marktanteil Plug-In elektrischer Kraftfahrzeuge liegt in Norwegen derzeit bei rund 29 Prozent, der Marktanteil batterieelektrischer Antriebe bei 15 Prozent.

Im Jahr 2013 waren in Norwegen knapp über 4.000 Ladestationen für Normalladung und 127 Stationen für Schnellladung installiert (Figenbaum, et al., 2013). Aus einer im Auftrag von Transnova durchgeführten Studie wurde für Norwegen ein Zielwert von 1 Schnellladestation je 250 batterieelektrisch betriebenen Pkws abgeleitet. Demnach hätte im Jahr 2013 ein Bedarf von nur 81 Schnellladestationen bestanden. Mit installierten 127 Schnellladestationen eilt die Infrastrukturentwicklung der Marktentwicklung um einige Jahre voraus.

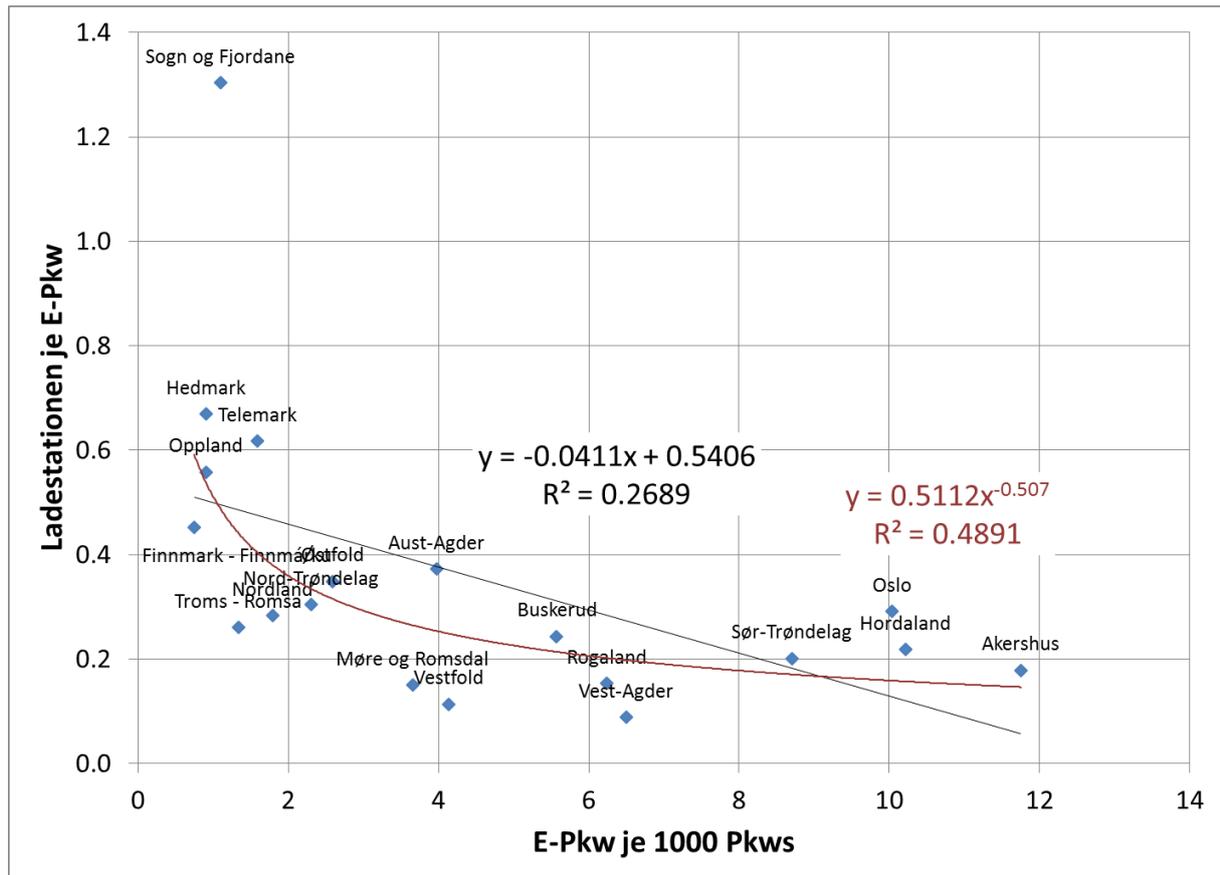
Sowohl der Anteil der E-Pkws an der Gesamtflotte als auch die Dichte der Ladestationen je EinwohnerIn erreichen in der Metropolenregion Oslo und Akershus die höchsten Werte. Bezogen auf die Anzahl der E-Pkws ist die Ladestationsdichte in der Metropolenregion Oslo und Akershus dagegen unterdurchschnittlich. Mit mehr als einer Ladestation je E-Pkw ist hier der Bezirk Sogn og Fjordane ein klarer Ausreißer nach oben.

Zwischen der regionsweisen Anzahl der E-Pkws je 1000 Pkws und der Anzahl der Ladestationen je 1000 EinwohnerInnen besteht eine signifikante positive lineare Korrelation. D.h. je höher der Anteil der E-Pkws an der Gesamtflotte ist, umso höher ist die Anzahl der Ladestationen je Kopf.

Zwischen der Anzahl der E-Pkws je 1000 Pkws und der Anzahl der Ladestationen je E-Pkw besteht dagegen eine negative lineare Korrelation (Abbildung 3). D.h. je höher der Anteil der E-Pkws an der Gesamtflotte ist, umso niedriger ist die Anzahl der Ladestationen je E-Pkw. Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  der linearen Regression von 0,2689 bedeutet, dass nur rund 27 Prozent der Variabilität der Anzahl der Ladestationen je E-Pkw durch den Anteil der E-Pkws an der Gesamtflotte erklärt werden kann. Mit einer Potenzfunktion wird ein deutlich besseres Bestimmtheitsmaß erzielt. Bezirke mit niedrigerem E-Pkw-Anteil haben höhere auf die E-Pkw-Anzahl bezogene Ladestationsdichten als solche mit höherem E-Pkw-Anteil. Ab einem Anteil von rund fünf E-Pkws je 1000 Pkws scheint bei 0,2 Ladestationen je E-Pkw eine Art Sättigung einzutreten. Diese Ergebnisse können dahingehend interpretiert werden, dass bei niedrigen E-Pkw-Anteilen eine gewisse Vorleistung der öffentlichen Hand in die Infrastruktur notwendig ist.

---

<sup>8</sup> Quelle: Statistik Austria, Kfz-Bestand, [http://statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](http://statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html) und [http://www.austrian-mobile-power.at/amp/AMP\\_Factsheets/Austrian\\_Mobile\\_Power\\_Factsheet\\_03\\_Monats- Jahreszulassungen\\_E-Pkw\\_OEsterreich.pdf](http://www.austrian-mobile-power.at/amp/AMP_Factsheets/Austrian_Mobile_Power_Factsheet_03_Monats- Jahreszulassungen_E-Pkw_OEsterreich.pdf), Zugriff: 19.1.2018



Quelle: (Figenbaum, et al., 2013) und <https://www.ssb.no/en/transport-og-reiseliv>, Zugriff: 11.11.2016  
Abbildung 3: Zusammenhang Anzahl E-Pkws je 1000 Pkws und Ladestationen je E-Pkw nach Bezirk – Norwegen 2013

## 5.2 Deutschland

In **Deutschland** wurden mehrere von der öffentlichen Hand finanzierte Forschungsprojekte zum Thema Aufbau eines effizienten Ladenetzes durchgeführt (BMVI, 2014), (Stadt Hamburg, 2014), (Brost, 2016), (Brost, et al., 2016a), (Brost, et al., 2016b). Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die bedarfsgerechte und nutzerorientierte Positionierung von Schnellladeinfrastruktur in Metropolen und entlang der sie verbindenden Achsen gelegt. Eines der Ziele war dabei die Errichtung von insgesamt 600 Schnellladesäulen bis Mitte 2017. Im Rahmen dieses Projektverbundes wurde vom Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen ein Standortfindungsmodell für elektrische Ladeinfrastruktur entwickelt. Dieses nutzt Methoden und Datenstrukturen, welche ähnlich zu üblichen Verfahrensweisen aus dem Bereich der Verkehrsmodellierung sind, dazu, um einerseits den Ladebedarf für Elektromobilität zu bestimmen und andererseits daraus die in Standortpotentiale für elektrische Ladeinfrastruktur abzuleiten. Das grundlegende Vorgehen ist dabei wie folgt:

- Ausgehend von der Ebene der NutzerInnen wird aus deren Mobilitätsverhalten ein Grundpotential ermittelt.
- Mit Hilfe der Verknüpfung der Informationen über die Verkehrsverflechtung des Straßennetzes, der Verbreitung von elektrischen Fahrzeugen sowie der Ladeinfrastruktur wird aus dem Grundpotential das Gesamtpotential gebildet.

- Im dritten Schritt werden die unterschiedlichen NutzerInnengruppen und deren Fahrprofile sowie zellspezifischen „Points of Interest“ (Orte besonderen Interesses, z. B. Einkaufsmöglichkeit, Restaurant, Bahnhof, Fitnesscenter) mit Informationen über die notwendige Reichweite oder auch Aufenthaltsdauer überlagert.
- Durch eine Ergänzung mit Daten zur Verfügbarkeit von Elektrofahrzeugen, eine Fahrzeugbesitzmodellierung und -prognose, sowie der Einbeziehung vorhandener Ladeinfrastruktur wird das Potential für mögliche Ladevorgänge bestimmt.
- Darauf aufbauend wird in Abhängigkeit von der benötigten Ladeleistung ein zellspezifischer Bedarf an Ladepunkten berechnet.
- Aufgrund einer Einschätzung bezüglich der maximalen Anzahl der zu realisierenden Ladepunkte je Standort, die ohne größeren Investitionsaufwand in die Stromnetze möglich sind, wird überprüft, ob die vorhandene elektrische Kapazität ausreicht
- Abschließend wird das auf der Ebene der Stadtquartiere bzw. Straßenzüge berechnete Potential auf ein deutschlandweites Gitternetz mit der Kantenlänge von 250 Meter umgelegt. Damit wird vor Ort eine detaillierte Mikrostandortplanung ermöglicht.

Im Masterplan zur Weiterentwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Hamburg wurde eine ähnliche Methodik der Bedarfsermittlung beschrieben und angewendet. Bereits im Jahr 2010 wurden im Rahmen der ersten Phase des Ladeinfrastrukturaufbaus Kriterien für eine Standortbewertung und -auswahl entwickelt und in der Praxis angewendet. Die Kriterien für eine Standortbewertung und -auswahl haben sich bewährt und sollen in ihren Grundzügen auch weiterhin beibehalten werden. Methodisch werden ausgewählte Bewertungsparameter in einer Matrix zusammengefasst und einheitlich für alle als mögliche Standorte identifizierten Flächen zur Anwendung gebracht. Zum Teil handelt es sich dabei um Ausschlusskriterien (z.B. Verstöße gegen Schutznormen wie Denkmalschutz oder Grünanlagenverordnung, Verstöße gegen geltendes Planungsrecht oder straßenverkehrsbehördliche Anordnungen bzw. unüberwindbare, technisch bedingte Probleme). Anhand der weiteren in der Matrix enthaltenen relativen Kriterien sind die verfügbaren Flächen vollumfänglich einer Bewertung zu unterziehen. Die relativen Kriterien können unterschiedlich gewichtet werden. Dabei wird sowohl die Nutzerperspektive als auch die Anbieterperspektive (Stadt, Energieversorgungsunternehmen, Betreiberunternehmen) berücksichtigt.

Tabelle 1: Matrix zur Bewertung der Eignung von Standorten für die öffentliche Ladeinfrastruktur

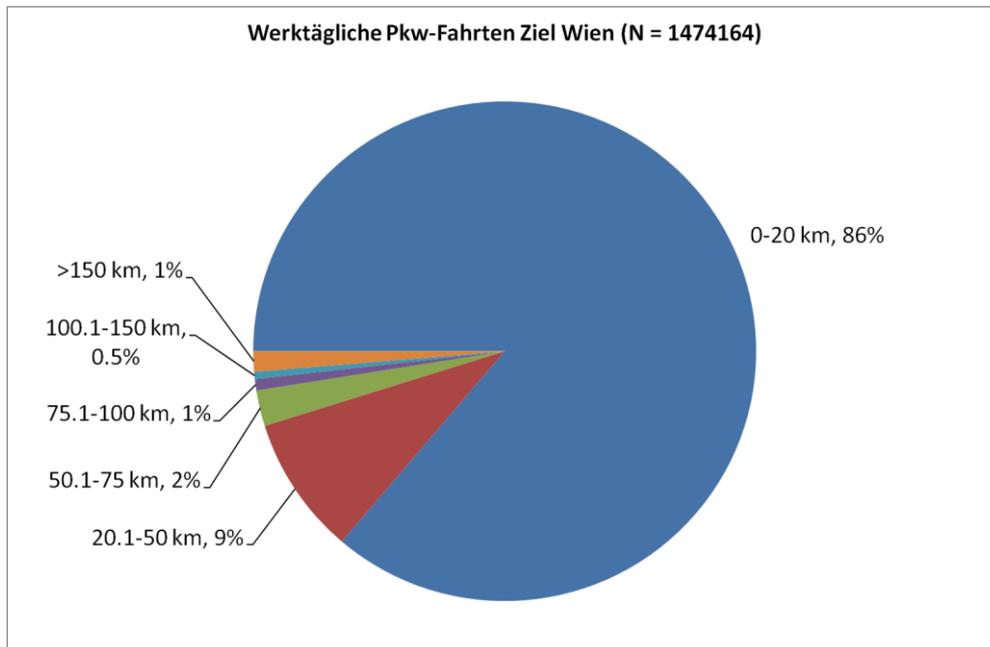
Grundsätzliche Standorteignung (Ausschlusskriterien)		ja	nein	
Hinderungsgründe in Hinblick auf ...				
A.1.	... die Verfügbarkeit der Fläche			
A.2.	... die bauliche und technische Eignung der Fläche (Größe, Zugang, erforderliche Leitungslänge, etc.)			
A.3.	... städtebauliche Belange			
rechtliche Hinderungsgründe in Hinblick auf ...				
A.4.	... den Status der Fläche (in der Bauleitplanung)			
A.5.	... spezielle Schutznormen (Denkmalschutz, Naturschutz, GrünflächenVO, BinnenalsterVO)			
Relative Standorteignung				
	... aus Anbieterperspektive	50%	Bewertung 1-5	Ergebnis
B.1	geringer baulicher Aufwand	10%		
B.2	geringer elektrotechnischer Aufwand	10%		
B.3	geringer Aufwand Verwaltungsverfahren	5%		
B.4	Attraktivität/Repräsentativität der Lage, Wahrnehmbarkeit für die Öffentlichkeit	20%		
B.5	Erweiterbarkeit	5%		
	... aus Nutzerperspektive	50%	Bewertung 1-5	Ergebnis
C.1.	Erreichbarkeit, Erkennbarkeit, Zugänglichkeit	10%		
C.2.	Attraktivität als Ladestandort/Zentralität	25%		
C.3.	Verknüpfung zum ÖV und anderen Formen des Umweltverbundes	10%		
C.4.	geringer Parkdruck durch andere Fahrzeuge	5%		
<b>Gesamtpunktzahl</b>				

Quelle: (Stadt Hamburg, 2014 S. 34)

## 6 Abschätzung des Potentials für Ladestationen

Für die Verortung der potentiellen zukünftigen Nachfrage nach Ladestationen wurde eine fünfstufige Methode entwickelt und angewendet. Im ersten Schritt wird die räumliche Verteilung der Zahl der Pkw-Fahrten mit Ziel in Wien auf Basis der Quell-Ziel-Matrizen eines Verkehrsumlegungsmodells der Region Wien bestimmt. Im zweiten Schritt wird die zukünftige räumliche Verteilung des E-Pkw-Anteils an den Quellen dieser Pkw-Fahrten für 2020 und 2030 abgeschätzt. Durch eine Verschneidung der Ergebnisse der beiden ersten Schritte wird im dritten Schritt die räumliche Verteilung des E-Pkw-Zielverkehrs auf Zählbezirksebene bestimmt. Durch eine Überlagerung des so bestimmten E-Pkw-Zielpotentials mit räumlichen Informationen zur Flächennutzung erfolgt im vierten Schritt eine weitere räumliche Differenzierung innerhalb der Zählbezirke. Abschließend wird im fünften Schritt eine Bewertungsmatrix auf die konkret verfügbaren Standortflächen angewendet.

Laut Modellrechnungen werden an einem durchschnittlichen Werktag knapp 1,5 Millionen Pkw-Fahrten mit einem Ziel innerhalb Wiens absolviert. Nicht ganz 15 Prozent dieser Wege sind länger als 20 Kilometer (Abbildung 4). Analysen des Ladeverhaltens zeigen zwar, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Länge eines Weges und der Wahrscheinlichkeit des Aufladens besteht. Allerdings zeigen diese Analysen auch, dass Wege mit Längen unter 20 Kilometer für das potentielle Aufladen nicht gänzlich vernachlässigt werden können.



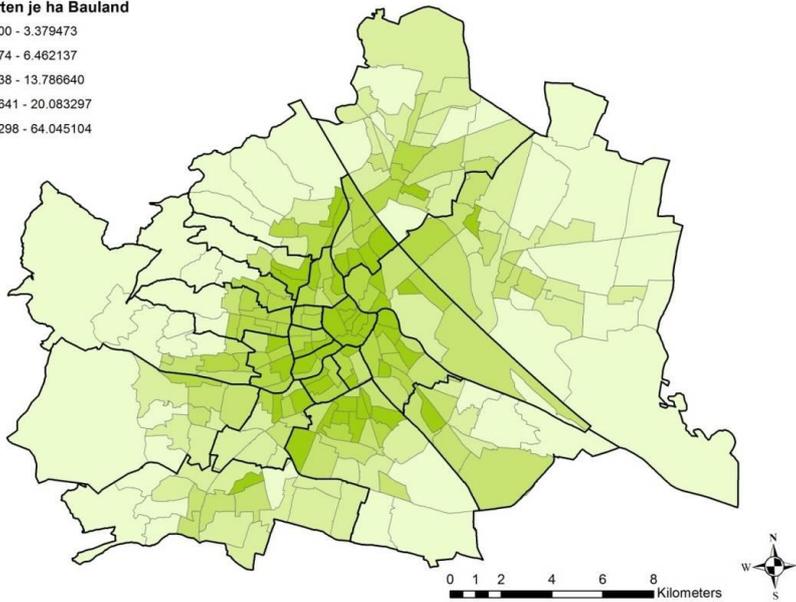
Quelle: eigene Auswertung Pkw Quell-Ziel-Matrizen VISUM Österreich und VISUM Wien  
 Abbildung 4: Anteil der Pkw-Fahrten nach Weglängenklassen

Die räumliche Verteilung des Zielpotentials auf Bezirke und Zählbezirke ist natürlich nicht unabhängig von deren Größe. Besonders viele Pkw-Fahrten haben ihr Ziel in den großen Flächenbezirken. Andere Einflussgrößen sind das Angebot an Arbeitsplätzen und das Verkehrsangebot. Der erste Bezirk ist mit seiner hohen Anzahl an Arbeitsplätzen z.B. ein klarer Einpendlerbezirk und damit potentieller Standort für Ladeinfrastruktur. Abbildung 5 zeigt die für das Jahr 2030 abgeschätzte Dichte der E-Pkw-Fahrten mit Ziel in einem der Wiener Zählbezirke bezogen auf die Baulandfläche in Form einer Choroplethenkarte<sup>9</sup>. Je dunkler die Farbe desto höher ist die prognostizierte Zahl der E-Pkw-Fahrten je Hektar Bauland und damit die potentielle Nachfrage nach Ladestationen.

Mit Hilfe von Flächennutzungsdaten und Daten über „Points of Interest“ kann die räumliche Verteilung der Potentiale weiter verfeinert werden. Abbildung 6 zeigt anhand des Beispiels des 1. Wiener Gemeindebezirks „Innere Stadt“ die Überlagerung der zählbezirksweise prognostizierten Zahl der E-Pkw-Fahrten mit Flächennutzungsdaten und „Points of Interest“.

<sup>9</sup> Eine Choroplethenkarte (auch Flächenwertstufenkarte) ist eine thematische Karte, in welcher voneinander abgegrenzte Gebiete (z.B. Gemeinden, Bezirke, etc.) im Verhältnis der Verteilungsdichte eines thematischen Objekts (z.B. Motorisierungsgrad, Bevölkerungsdichte, etc.) eingefärbt, schattiert oder schraffiert werden.

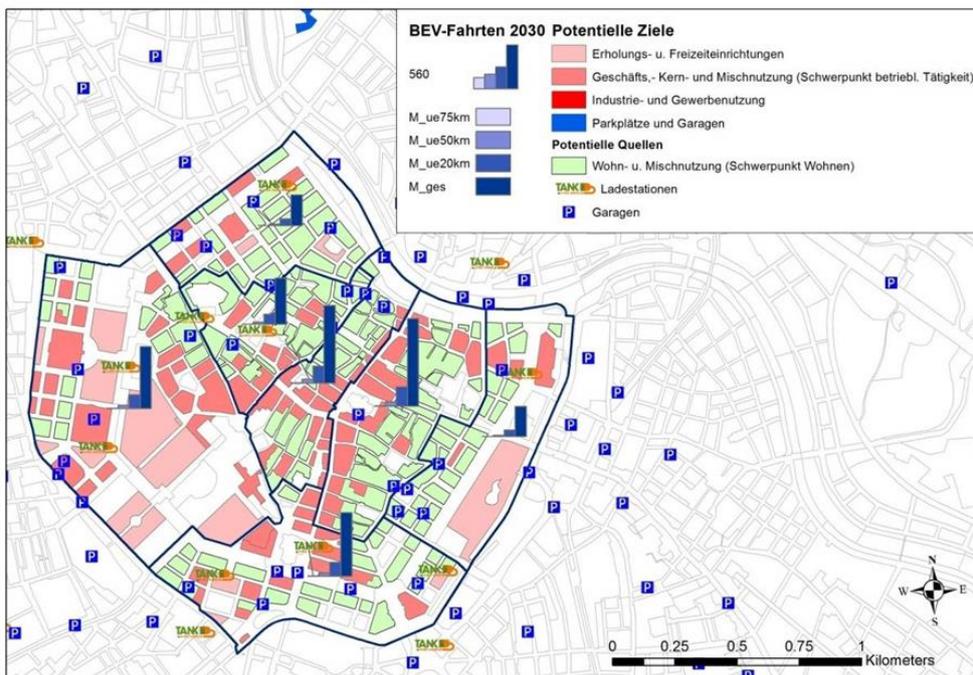
2030 - gesamt  
E-Pkw-Fahrten je ha Bauland



Quelle: eigene Auswertung Pkw Quell-Ziel-Matrizen VISUM Österreich und VISUM Wien;

Realnutzungskartierung 2014, Open Government Data, Stadt Wien, [www.data.gv.at](http://www.data.gv.at)

Abbildung 5: Anzahl der werktäglichen E-Pkw-Fahrten mit Ziel in einem Wiener Zählbezirk je Hektar Bauland im Jahr 2030



Legende: M\_ges = mittlere Gesamtzahl der E-Pkw-Zielfahrten, M\_ue20km = mittlere Zahl der E-Pkw-Zielfahrten über 20 km, M\_ue50km = mittlere Zahl der E-Pkw-Zielfahrten über 50 km, M\_ue75km = mittlere Zahl der E-Pkw-Zielfahrten über 75 km

Quelle: eigene Auswertung Pkw Quell-Ziel-Matrizen VISUM Österreich und VISUM Wien;

Realnutzungskartierung 2014 und Garagen 2014, Open Government Data, Stadt Wien, [www.data.gv.at](http://www.data.gv.at)

Abbildung 6: Durchschnittliche Anzahl der im Jahr 2030 zu erwartenden E-Pkw-Zielfahrten nach Entfernungsklasse und Flächennutzungsdaten – Wien „Innere Stadt“

## 7 Ladeverhalten

Für die Mehrheit der möglichen Nutzergruppen hat öffentliches Laden, zumindest derzeit, vor allem eine komplementäre Funktion (Stadt Hamburg, 2014). Dies trifft vor allem auf **private Haushalte mit privater Park- und Lademöglichkeit, Wirtschaftsunternehmen, konventionelles Carsharing und kommunale Flotten** zu. **Private Haushalte ohne private Park- und Lademöglichkeit** sind dagegen auf öffentliche Ladeinfrastruktur am Wohnort und komplementär am Zielort angewiesen. Überwiegend öffentliches Laden unter Nutzung von Gleichstrom-Ladeinfrastruktur ist für **(Free Floating) Carsharing** und das **Taxigewerbe** notwendig.

Die Mehrheit der E-Pkw-FahrerInnen nutzt nur wenige verschiedene Ladepunkte. In einer niederländischen Studie nutzt knapp die Hälfte der beobachteten LadekarteninhaberInnen nur einen einzigen Ladepunkt (Spoelstra, 2014). Rund drei Viertel nutzen nicht mehr als drei verschiedene Ladepunkte. Nur rund vier Prozent nutzen mehr als zehn verschiedene Ladepunkte.

Das Aufladen eines heutigen, durchschnittlichen E-Pkws von einem Ladezustand von 20 Prozent auf 80 Prozent dauert je nach Art des Ladepunkts von fünf Minuten (50 kW Gleichstrom) bis sechs Stunden (einphasig, Wechselstrom) (Tabelle 2). Die Auswertungen verschiedener Quellen von Beobachtungen des realen Ladeverhaltens zeigen allerdings, dass dieser Anwendungsfall nur selten relevant ist (Corchero Garcia, 2015), (Pfaffenbichler, et al., 2016). Lediglich in rund drei bis sieben Prozent der beobachteten Ladevorgänge lag der Ausgangszustand bei 20 oder weniger Prozent (Abbildung 7). Im Durchschnitt wurde in den ausgewerteten Quellen bei einer Restkapazität von rund 50 bis 60 Prozent wieder aufgeladen.

Tabelle 2: Ladedauer verschiedener Typen von Ladepunkten

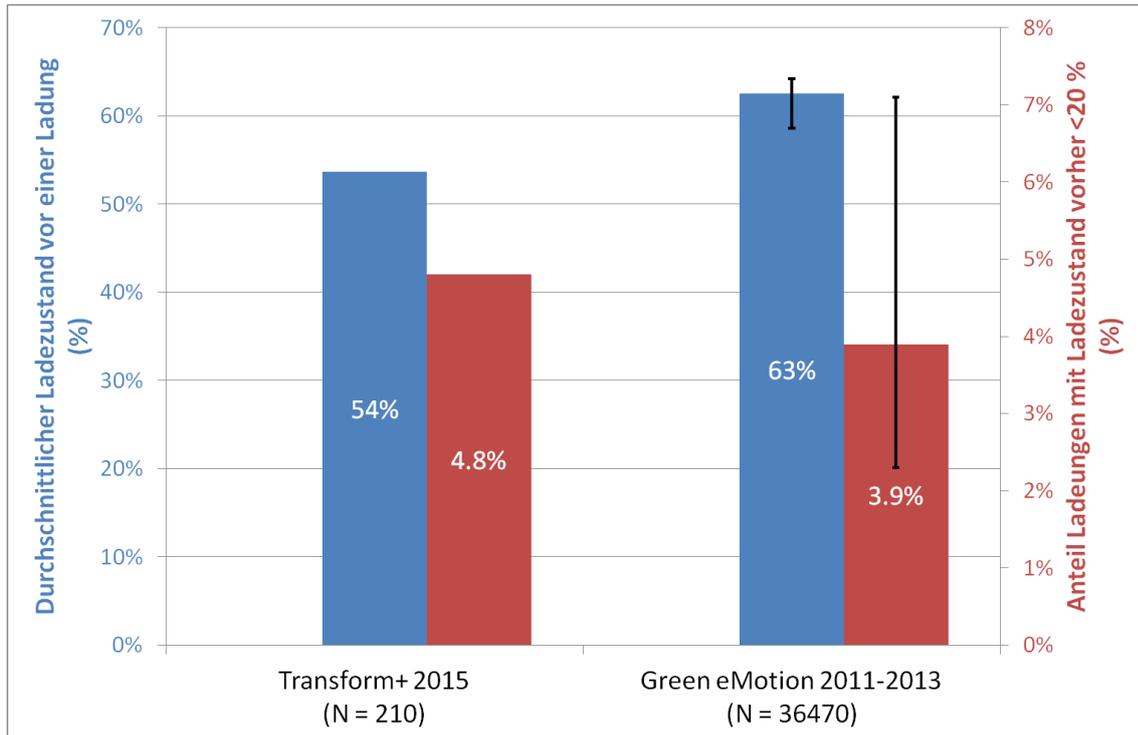
Typ Ladepunkt	AC Ladesäule		DC Ladestation	
	einphasig	dreiphasig, 22 kW	20 kW	50 kW
Ladedauer (20->80 %)	2-6 h	1 h	20-45 min	5-20 min

Legende: AC = Wechselstrom, DC = Gleichstrom

Quelle: (Stadt Hamburg, 2014)

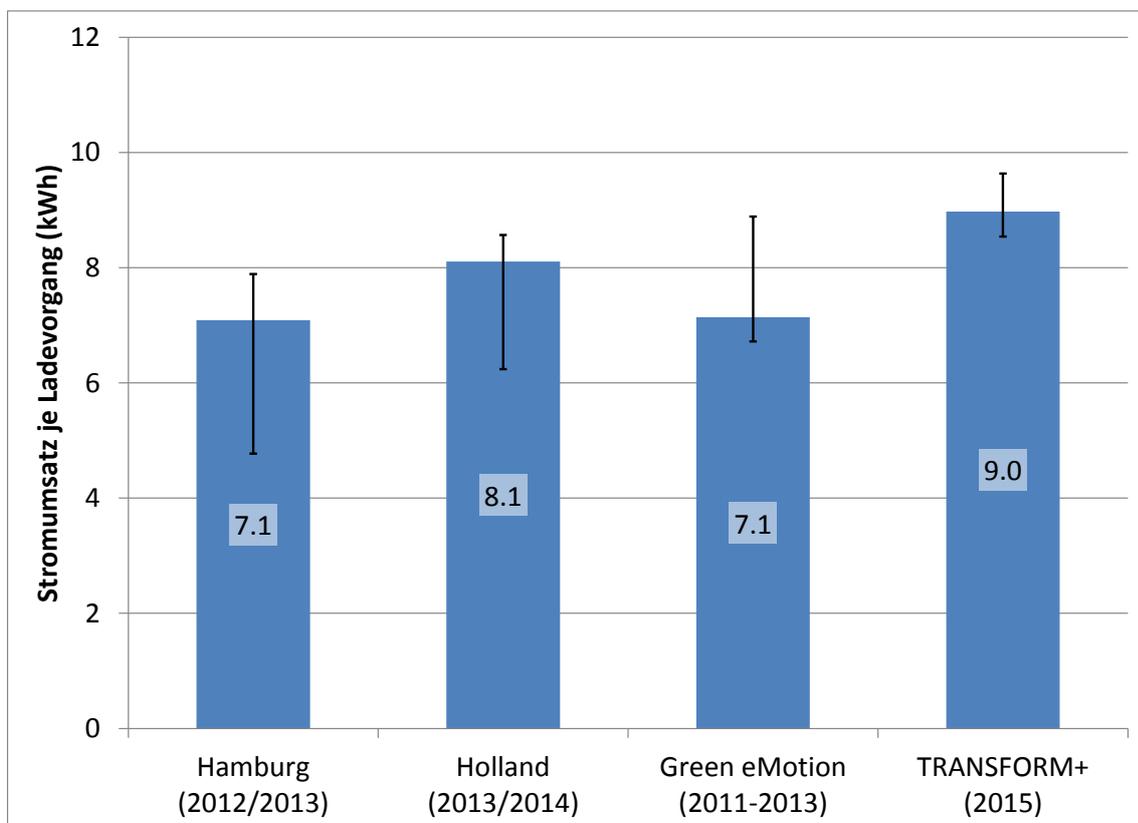
Ein relativ hoher Anteil der beobachteten Ladevorgänge hatte eine durch zeitliche Einschränkungen bedingte verhältnismäßig kurze Ladedauer und damit einen relativ geringen Stromumsatz. Aus den Beobachtungen kann abgeleitet werden, dass viele E-Pkw-FahrerInnen eine Strategie verfolgen, immer dann zu laden, wenn die Möglichkeit dazu besteht und nicht erst dann, wenn die verbleibende Batteriekapazität niedrig ist.

Je nach Ladestationstyp, Nutzungsart und Quelle variiert der beobachtete Stromumsatz in einem Bereich von knapp fünf bis knapp zehn Kilowattstunden je Ladevorgang (Abbildung 8). Der durchschnittliche Stromumsatz je Ladevorgang scheint relativ robust im Bereich von sieben bis acht Kilowattstunden zu liegen.



Quelle: eigene Berechnungen nach (Corchero Garcia, 2015), (Pfaffenbichler, et al., 2016)

Abbildung 7: Vergleich des durchschnittlichen Ladezustands vor dem Aufladen und des Anteils der Ladungen mit einem Ausgangsladezustand von weniger als 20 Prozent

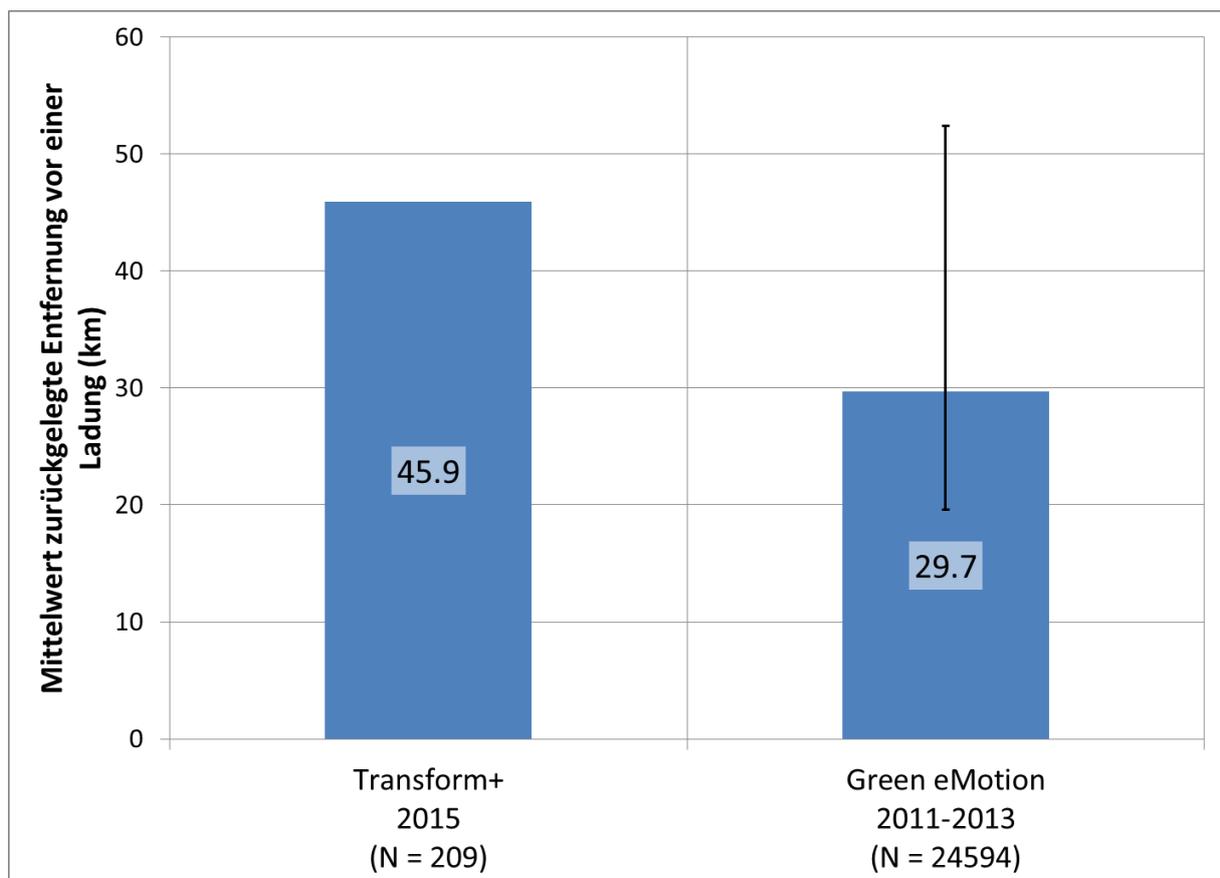


Quelle: eigene Berechnungen nach (Spoelstra, 2014), (Stadt Hamburg, 2014), (Corchero Garcia, 2015), (Pfaffenbichler, et al., 2016)

Abbildung 8: Vergleich des Stromumsatzes je Ladevorgang nach verschiedenen Quellen

Die in den verschiedenen Quellen beobachteten durchschnittlichen Aufenthaltsdauern am Ladepunkt liegen je nach Ladeleistung im Bereich von etwa vier bis acht Stunden. Ein wichtiger Indikator für die effiziente Nutzung der Ladeinfrastruktur ist das Verhältnis Anschluss- bzw. Aufenthaltsdauer zu Ladedauer. In einer Quelle wird berichtet, dass von durchschnittlich knapp fünf Stunden Anschlussdauer im Durchschnitt nur während knapp zweieinhalb Stunden wirklich geladen wurde (Corchero Garcia, 2015). D.h. während mehr als der Hälfte der Zeit ist die Ladestation für andere NutzerInnen blockiert, ohne dass wirklich geladen wird. Aus den Daten einer anderen Quelle lässt sich Folgendes ableiten (Spoelstra, 2014). Bei Ladepunkten mit 2,3 kW war die durchschnittliche beobachtete Transaktionsdauer nur um rund fünf Prozent länger als die für den durchschnittlichen Stromumsatz notwendige. Bei den anderen Ladepunkttypen mit höherer Leistung ist die durchschnittliche beobachtete Transaktionsdauer dagegen um das Vier- bis Elffache höher als die für den durchschnittlichen Stromumsatz notwendige Dauer. In rund 92 Prozent der Transaktionen waren die Fahrzeuge bis zu dreimal länger am Ladepunkt angeschlossen, als theoretisch für eine vollständige Ladung notwendig ist.

Je nach Nutzungsart liegt die zwischen zwei Ladevorgängen zurückgelegte Entfernung im Bereich von rund 20 bis 50 Kilometern. Insgesamt liegt die durchschnittliche Entfernung mit großer Wahrscheinlichkeit im Bereich rund 30 bis 40 Kilometern. Sie liegt damit deutlich unter den selbst bei schlechten Rahmenbedingungen im Realbetrieb erzielbaren Reichweiten.



Quelle: eigene Berechnungen nach (Corchero Garcia, 2015) und (Pfaffenbichler, et al., 2016)

Abbildung 9: Vergleich der zwischen zwei Ladungen durchschnittlich zurückgelegten Entfernungen

---

## 8 Beispiel Detailanalyse Wien Ottakring

Die in den vorangegangenen Kapiteln entwickelte und beschriebene Methodik zur Bestimmung potentieller Standorte von Ladepunkten wurde beispielhaft auf den 16. Wiener Gemeindebezirk Ottakring angewendet. Der Bezirk Ottakring ist in insgesamt zehn Zählbezirke aufgeteilt. Im Jahr 2030 ergeben die Berechnungen das höchste Potential von knapp 700 E-Pkw-Zielfahrten je Werktag für den Zählbezirk Neulerchenfeld, das niedrigste Potential ergibt sich mit rund 180 E-Pkw-Zielfahrten je Werktag für den Zählbezirk Wilhelminenspital.

Die Analyse der „Points of Interest“ weist für Ottakring keine absolut zwingenden Potentialkonzentrationen auf. Für die einzelnen Zählbezirke ergeben die Analysen folgende Ergebnisse.

Im Zählbezirk **Neulerchenfeld** ist keine eindeutige Konzentration von besonders geeigneten Zielen mit langer Aufenthaltsdauer auszumachen. Die wichtigsten „Points of Interest“ sind mit Sicherheit der Brunnen- und der Yppenmarkt. Sowohl in der Ottakringer Straße als auch der Thaliastraße befinden sich zahlreiche Geschäftslokale, welche „Points of Interest“ mit zumindest einer gewissen Aufenthaltsdauer darstellen

Ein relevanter „Point of Interest“ des Zählbezirks **Wilhelminenstraße** ist die Hoferfiliale in der Heigerleinstraße 41 mit eigenem Parkplatz. Weitere mögliche „Points of Interest“ mit einer ausreichenden Aufenthaltsdauer sind Filialen der Handelskette Billa, die tierärztliche Ordinationsgemeinschaft Wattgasse oder das Haus der Barmherzigkeit in der Seeböckgasse.

Mögliche relevante „Points of Interest“ des Zählbezirks **Herbststraße-Vorortelinie** sind die Park & Ride Anlage Ottakring, der Sportplatz Red Star Penzing, der Merkurmarkt an der Spetterbrücke oder die HTL Ottakring. Daneben gibt es noch einige Filialen verschiedener Handelskatten, die eventuell als Standorte für Ladestationen in Frage kämen.

Der größte, wenn auch saisonabhängige „Point of Interest“ im Zählbezirk **Sandleiten** ist das Kongressbad. Weitere „Points of Interest“ mit einer möglichen Eignung als Ladestationsstandort sind der Interspar Markt, die Sport und Fun Halle sowie der kika Möbelmarkt und der Firmenstandort der Gesellschaft für Signalanlagen (GESIG) in der Sandleitengasse, das Trainingszentrum des Wiener Sportklub in der Erdbrustgasse sowie die Hofer Filiale in der Odoakergasse.

Im Zählbezirk **Joachimsthaler-Platz** sind mit Ausnahme einiger Geschäftslokale keine „Points of Interest“ zu finden, welche sich offensichtlich als Ladestationsstandorte anbieten würden.

Bedeutendster „Point of Interest“ des Zählbezirks **Alt-Ottakring** ist mit Sicherheit die Ottakringer Brauerei. Sie ist sowohl Ziel für die Beschäftigten als auch Kunden des Brauerei Shops. Ein weiterer möglicher geeigneter „Point of Interest“ ist die Billa Filiale in der Ottakringer Straße.

Im Zählbezirk **Richard-Wagner-Platz** gibt es abseits der Thaliastraße kaum auffällige „Points of Interest“. Mögliche geeignete „Points of Interest“ sind das Bundesgymnasium Schuhmeierplatz, das Amtshaus am Richard Wagner Platz oder der Indoorspielplatz Seversaal.

Relevante „Points of Interest“ im Zählbezirk **Ludo-Hartmann-Platz** sind die Bayer Austria GmbH in der Herbststraße und die Volkshochschule Ottakring Ecke Koppstraße Neumayrgasse.

Relevante „Points of Interest“ des Zählbezirks **Wilhelminenberg** sind der Friedhof Ottakring, das Konrad Lorenz Institut für vergleichende Verhaltensforschung und das Austria Trend Hotel Schloss Wilhelminenberg.

Relevante „Points of Interest“ des Zählbezirks **Wilhelminenspital** sind das Wilhelminenspital sowie saisonal das Ottakringer Bad.

Hinsichtlich der potentiellen E-Pkw-Zielfahrten liegt der Zählbezirk **Sandleiten** mit knapp unter 500 Fahrten je Werktag an vierter Stelle. Da der Zählbezirk Sandleiten im Vergleich mit den anderen Zählbezirken über stärker ausgeprägte „Points of Interest“ verfügt, wurde er als Fallstudie zur Demonstration der Anwendung der Bewertungsmatrix ausgewählt. Konkret liegt eine Häufung potentieller Ziele von E-Pkw-Fahrten im Zentrum des Zählbezirks im Bereich Sandleitengasse – Seeböckgasse vor (Abbildung 10). Dort befinden sich ein Interspar Markt, die Sport and Fun Halle, der kika Möbelmarkt und der Hofer Markt als wichtige Ziele sowohl für Kunden- als auch Mitarbeiterverkehr. Die Firmen GESIG und Photonic sind zudem Ziele für Mitarbeiterverkehr.

Zur konkreten Bewertung potentieller Standortflächen wurde der Bereich rund um den kika Möbelmarkt ausgewählt. Gründe dafür sind einerseits die hohe Kundenfrequenz und die aufgrund des Warenangebots hohe Wahrscheinlichkeit der Notwendigkeit eines Transports mit dem Pkw sowie andererseits die Position innerhalb einer Häufung mehrerer „Points of Interest“. Der Bereich rund um den kika Möbelmarkt lässt sich in sechs mögliche Flächen für einen Ladestationsstandort im öffentlichen Raum unterteilen. In der **Seeböckgasse** zwei durch die Einfahrt in die kika Parkgarage unterteilte Flächen für Schrägparker zur Verfügung. In der **Odoakergasse** steht entlang der gesamten Gebäudefront eine Fläche für Längsparker zur Verfügung. In der **Wögingergasse** stehen durch eine Ladebucht getrennt eine Fläche für Schrägparker und eine Fläche für Längsparker. In der **Sandleitengasse** steht schlussendlich eine durch Baumscheiben unterbrochene Fläche für Schrägparker zur Verfügung.

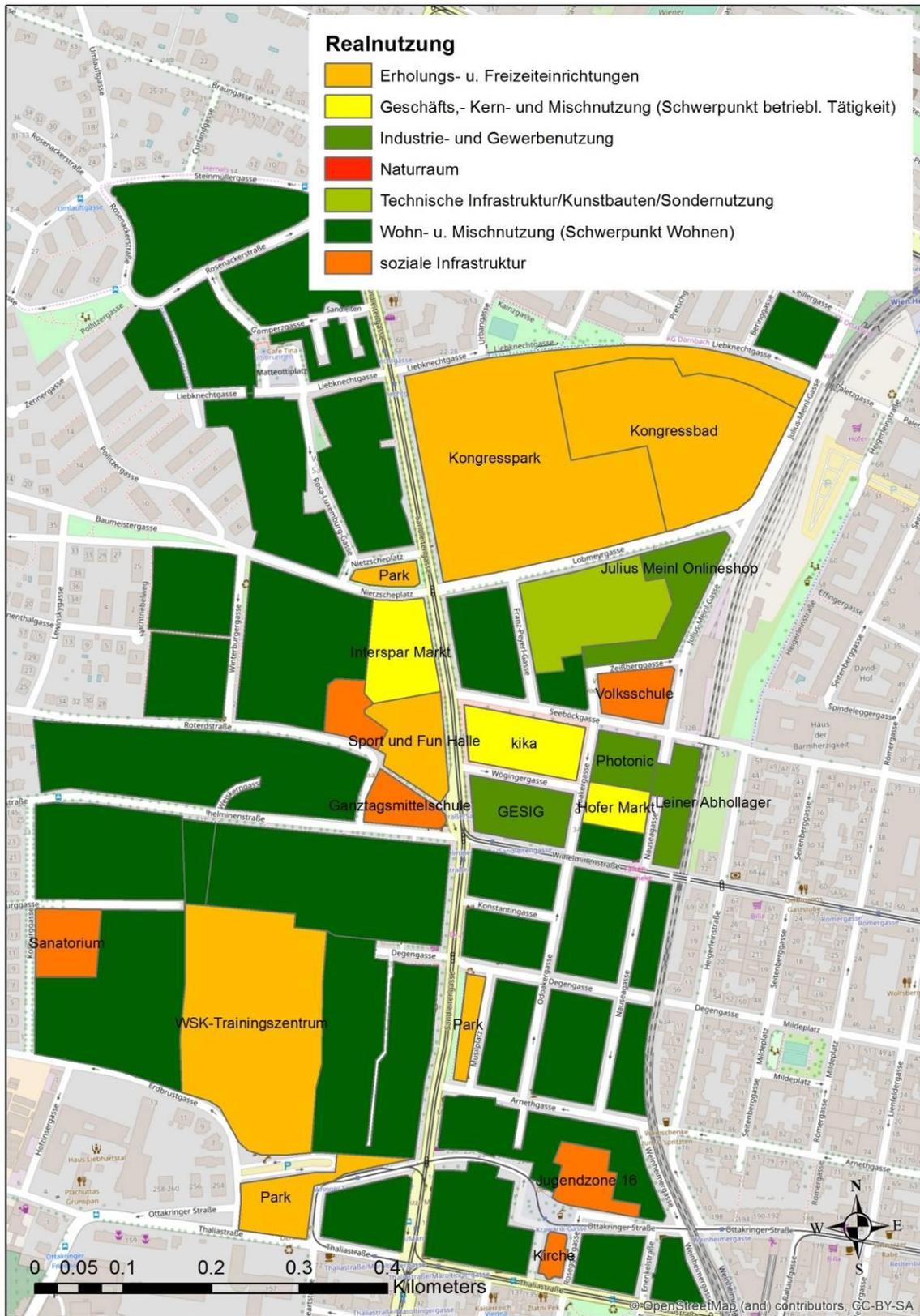


Abbildung 10: Detailanalyse Realnutzungskartierung Ottakring - Zählbezirk 1606 - Sandleiten

**Anmerkung:** Die Bewertung der möglichen Standorte dient der Illustration der Methodik. Die Gewichtungen und Bewertungen beruhen auf der subjektiven Einschätzung der Autoren und spiegeln nicht die Meinung der verantwortlichen Magistratsabteilungen wieder! Für eine Bewertung in einer realen Standortentscheidung wäre es notwendig, derzeit fehlende Daten über die bauliche und technische Eignung der Flächen sowie den baulichen und elektrotechnischen Aufwand im Detail zu erheben. Weiters müsste die Gewichtung der Einzelkomponenten der Bewertungsmatrix diskutiert und akkordiert werden. Derzeit wird z.B. angenommen, dass die Anbieter- und NutzerInnenperspektive gleichgewichtet bewertet werden.

Auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 5 (sehr gut) erreicht die Fläche in der **Sandleitengasse** mit einer gewichteten Bewertung von 3,7 den Höchstwert (Tabelle 3). Die beiden Flächen in der **Wögingergasse** erreichen eine Bewertung von 3,1 bzw. 2,7. Die Fläche in der **Odoakergasse** erreicht eine Bewertung von 2,7 Punkten. Die beiden Flächen **Seeböckgasse** kommen auf 2,8 bzw. 2,4 Punkte.

Tabelle 3: Gewichtete Bewertungsmatrix Zählbezirk 1606 kika Wien Ottakring

Nr.	1606_kika_1a	1606_kika_1b	1606_kika_2	1606_kika_3a	1606_kika_3b	1606_kika_4
Bezeichnung	Seeböckg.	Seeböckg.	Odoakerg.	Wögingerg.	Wögingerg.	Sandleiteng.
<b>Grundsätzliche Standorteignung (Ausschlusskriterien )</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>planerische Hinderungsgründe im Hinblick auf...</b>						
A.1. ... die Verfügbarkeit der Fläche	-	-	-	-	-	-
A.2. ... die bauliche und technische Eignung der Fläche (Größe, Zugang, erforderliche Leitungslänge, etc.)	-	-	-	-	-	-
A.3. ... städtebauliche Belange	-	-	-	-	-	-
<b>rechtliche Hinderungsgründe im Hinblick auf...</b>						
A.4. ... den Status der Fläche (in der Bauleitplanung)	-	-	-	-	-	-
A.5. ... spezielle Schutznormen (Denkmalschutz, Naturschutz, etc.)	-	-	-	-	-	-
<b>Relative Standorteignung</b>	<b>Bewertung 1-5</b>					
<b>... aus Anbieterperspektive</b>						
B.1. geringer baulicher Aufwand	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
B.2. geringer elektrotechnischer Aufwand	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
B.3. geringer Aufwand Verwaltungsverfahren	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
B.4. Attraktivität/Repräsentativität der Lage, Wahrnehmbarkeit für die Öffentlichkeit	0.40	0.20	0.20	0.40	0.20	0.80
B.5. Erweiterbarkeit	0.20	0.05	0.15	0.20	0.05	0.20
<b>... aus NutzerInnenperspektive</b>						
C.1. Erreichbarkeit, Erkennbarkeit, Zugänglichkeit	0.30	0.30	0.20	0.30	0.30	0.50
C.2. Attraktivität als Ladestandort/Zentralität	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00
C.3. Verknüpfung zum ÖV und anderen Formen des Umweltverbunds	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20	0.30
C.4. geringer Parkdruck durch andere Fahrzeuge	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
<b>Gesamtpunktzahl</b>	<b>2.75</b>	<b>2.40</b>	<b>2.65</b>	<b>3.10</b>	<b>2.65</b>	<b>3.70</b>

Legende:

Bewertung: 1 = sehr schlecht, 5 = sehr gut

## 9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Rahmen der hier zusammengefassten Projekte entwickelte der Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik des Instituts für Verkehrswissenschaften der TU Wien im Auftrag der Wien Energie GmbH eine Methodik zur Bestimmung und Verortung der zukünftigen Nachfrage nach Ladestationen im öffentlichen und halböffentlichen Raum. Ausgangspunkt der Methode ist eine auf der Analyse historischer Daten beruhende Prognose der Marktdurchdringung elektrisch angetriebener Pkws. Durch eine Überlagerung mit Ergebnissen eines Verkehrsumlegungsmodells kann der zukünftige E-Pkw-Zielverkehr auf Zählbezirksebene geschätzt werden. Mit Hilfe räumlicher Informationen zur Flächennutzung erfolgt eine weitere Differenzierung innerhalb der Zählbezirke. In Anlehnung an eine von der Stadt Hamburg entwickelte Methode wurde eine Bewertungsmatrix zur Beurteilung konkret verfügbarer Standortflächen definiert. Exemplarisch wurde die entwickelte Methode anhand des Zählbezirks „Sandliten“ im 16. Wiener Gemeindebezirk „Ottakring“ durchexerziert.

Für die Prognose der Marktdurchdringung elektrischer Pkws wurden drei unterschiedliche Szenarien definiert: die Einstellung der Förderung der E-Mobilität durch die Verkehrs- und Umweltpolitik ab 2016 (A: „Do-Nothing“), die Umsetzung des Aktionspakets zur Förderung der Elektromobilität (B: „Aktionspaket“) und die Umsetzung des Aktionspakets zur Förderung der Elektromobilität plus einem forcierten Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Wien (C: „Aktionspaket & Ladeinfrastruktur“). Im Szenario A steigt die Zahl der rein elektrisch angetriebenen Pkws in Wien bis 2030 von rund 1.700 Stück auf rund 31.000 Stück an. Dieser Wert entspricht rund 4 Prozent der Wiener Pkw-Flotte. Im Szenario B steigt die Zahl der E-Pkws bis 2030 auf rund 58.000 Stück, was einem Anteil an der Gesamtflotte von rund 7 Prozent entspricht. Der Effekt des Aktionspakets sind also rund 27.000 zusätzliche E-Pkws in Wien. Die zusätzlichen Investitionen in Ladeinfrastruktur erhöhen die Anzahl der Wiener E-Pkws 2030 um nochmals rund 23.000 Stück auf insgesamt 81.000 Stück. Das entspricht einem Flottenanteil von rund 10 Prozent.

## 10 Literatur

**BMVI. 2014.** *Öffentliche Ladeinfrastruktur für Städte, Kommunen und Versorger.* Berlin : Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hg.).

**BMVIT, BMLFUW und Österreichs Autoimporteure. 2016.** *Aktionspaket zur Förderung der Elektromobilität.* Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Ministerium für ein lebenswertes Österreich, Österreichs Autoimporteure.

**Brost, W. 2016.** *Standortfindungsmodell für elektrische Ladeinfrastruktur - Projektbeschreibung und Modellierungsmethodik.* Stuttgart: 7. Pegasus Jahrestagung, 30. September 2016

**Brost, W. und Funke, T. 2016a.** *SLAM – Schnellladenetz für Achsen und Metropolen.* München : DVWG Jahresverkehrskongress 2016: "Elektromobilität - aktuelle Chancen und Risiken der Umsetzung".

**Brost, W., et al. 2016b.** *Standortfindungsmodell für elektrische Ladeinfrastruktur - Projektbeschreibung und Modellierungsmethodik.* Kaiseresch, DE: 1. Netzwerktreffen - Elektromobilität Rheinland-Pfalz, 16. Mai 2016.

- Corchero Garcia, C. 2015.** *European electric vehicle fleet: driving and charging behaviors*. Tenerife, ES: X Congreso de la Asociación Española para la Economía Energética.
- EAFO. 2016.** *EAFO Newsletter - November 2016*. European Alternative Fuel Observatory (EAFO).
- Fearnley, N., et al. 2015.** *E-vehicle policies and incentives – assessment and recommendations, COMPETT Deliverable 5*. Oslo: TOI.
- Figenbaum, E. und Kolbenstvedt, M. 2013.** *Electromobility in Norway - experiences and opportunities with Electric vehicles*. Oslo: TØI, 2013. TØI report 1281.
- Forrester, J.W. 1969.** *Industrial Dynamics*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- . **1973.** *Urban Dynamics*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- Haas, R., et al. 2009.** *Entwicklung von Szenarien der Verbreitung von PKW mit teil- und voll-elektrifiziertem Antriebsstrang unter verschiedenen politischen Rahmenbedingungen - Endbericht Projekt ELEKTRA*. Wien: Technische Universität Wien, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Energy Economics Group.
- Pfaffenbichler, P., et al. 2009.** *Pre-Feasibility-Studie zu „Markteinführung Elektromobilität in Österreich“*. Wien: Österreichische Energieagentur, im Auftrag von Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit).
- Pfaffenbichler, P., et al. 2012.** *SOL Studie für die Organisation der zukünftigen Ladeninfrastruktur für E-Fahrzeuge in Österreich - Notwendige Anzahl und wirtschaftliche Standorte*. Wien: Österreichs Energie.
- Pfaffenbichler, P., et al. 2016.** *Transform+ Deliverable 4b.3 Dokumentation der Pilotanwendungen*. Wien.
- Pfaffenbichler, P., Krutak, R. und Renner, S. 2011.** *Modelling the development of vehicle fleets with alternative propulsion technologies*. Belambra Presqu'île de Giens, France: ecee Summer Study.
- Pötscher, F. 2015.** *Szenarien zur Entwicklung der Elektromobilität in Österreich - Bis 2020 und Vorschau 2030*. Wien: Umweltbundesamt.
- Pötscher, F., Winter, R. und Lichtblau, G. 2010.** *Elektromobilität in Österreich - Szenario 2020 und 2050*. Wien: Umweltbundesamt.
- Renner, S., et al. 2010.** *Visionen 2050 - Identifikation von existierenden und möglichen zukünftigen Treibern des Stromverbrauchs und von strukturellen Veränderungen bei der Stromnachfrage in Österreich bis 2050*. Wien: Österreichische Energieagentur im Auftrag von Österreichs Energie.
- Spoelstra, J. C. 2014.** *Charging behaviour of Dutch EV drivers - A study into the charging behaviour of Dutch EV drivers and factors that influence this behaviour*. Utrecht, NL: Master Thesis, Utrecht University.
- Stadt Hamburg. 2014.** *Masterplan zur Weiterentwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Hamburg*. Hamburg.
- Sterman, J. D. 2000.** *Business Dynamics - Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. McGraw-Hill Higher Education.

## 11 Abkürzungen

AC .....	Alternating Current (Wechselstrom)
BEV .....	Battery Electric Vehicle (batterieelektrisch betriebenes Kraftfahrzeug)
DC .....	Direct Current (Gleichstrom)
GESIG .....	Gesellschaft für Signalanlagen
HTL.....	Höhere Technische Lehranstalt (berufsbildende höhere Schule)
ICE.....	Internal Combustion Engine (Verbrennungskraftmaschine)
kW.....	Kilowatt (Einheit der Leistung)
kWh .....	Kilowattstunde (Einheit der Energie)
P&R.....	Park & Ride
RWTH.....	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
SERAPIS.....	<u>S</u> imulating the <u>E</u> mergence of <u>R</u> elevant <u>A</u> lternative <u>P</u> ropulsion technologies in the car and motorcycle fleet <u>I</u> ncluding energy <u>S</u> upply
TCO .....	Total Cost of Ownership (Gesamtheit der Kosten einer Investition, die über ihren kompletten Lebenszyklus hinweg anfallen)