



## „Lade-Infrastrukturkonzept für Elektrofahrzeuge und Pedelecs für das Stadtgebiet Remscheid“

- Abschlussbericht -

Förderkennzeichen 03 EMK 3054



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Projektträger:



**Bietergemeinschaft:**



**Stadt- und Verkehrsplanungsbüro Kaulen (SVK)**

---

Inhaber: Dr. phil. Dipl.-Ing. Ralf Kaulen  
Deliusstraße 2  
52064 Aachen  
Telefon: 0241 / 33 444  
Telefax: 0241 / 33 445  
info@svk-kaulen.de  
www.svk-kaulen.de



---

Dr. Claudia Brasse  
Horbellerstraße 19  
50858 Köln  
Telefon: 02234-979120-85  
claudia.brassed@claudia-brasse.de  
www.claudia-brasse.de

**Aachen/ Köln, 18. März 2021**

## Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Anlass und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
1.1	Die Stadt Remscheid	1
1.2	Strategische Förderung der Elektromobilität	2
1.3	Strategie der Stadt Remscheid und Aufgabenstellung	2
<b>2</b>	<b>Projekthalt und Methodik</b>	<b>4</b>
2.1	Projektansatz	4
2.1.1	Laden im öffentlichen Raum	4
2.1.2	Koordination und Vernetzung von Angeboten	5
2.2	Vorgehensweise	5
2.2.1	Arbeitspakete	6
<b>3</b>	<b>Ladeinfrastrukturkonzept für Remscheid</b>	<b>7</b>
3.1	Einleitung: Politischer Rahmen in Deutschland, Stand der Technik und Trends in der Elektromobilität	7
3.1.1	Politischer und gesellschaftlicher Rahmen: Klimaschutzziele und Verkehrswende in Deutschland	8
3.1.1.1	Pariser Klimaschutzabkommen	8
3.1.1.2	Klimaziele und aktueller Status in Deutschland	8
3.1.1.3	Emissionsziele im Verkehr	9
3.1.1.4	Mobilitätswende	11
3.1.1.5	Trends im Verkehr: Mobilitätsverhalten im Wandel	12
3.1.1.6	Synergien des öffentlichen Verkehrs und des Radverkehrs nutzen – Multimodalen Verkehr (elektrisch) gestalten	13
3.1.1.7	Die Rolle der Automobilindustrie in Deutschland	15
3.1.1.8	Strategien der Automobilhersteller	16
3.1.2	Elektromobilitätsziele in Deutschland	17
3.1.2.1	Ziele für Elektrofahrzeuge	17
3.1.2.2	Ladeinfrastruktur-Bedarf	17
3.1.3	Politische Maßnahmen in Deutschland	18
3.1.3.1	Kaufprämie für Elektrofahrzeuge	18

---

3.1.3.2	NRW Landesförderung für Elektronutzfahrzeuge	19
3.1.3.3	Steuervorteile von Elektrofahrzeugen	19
3.1.3.4	Investitionsförderung für öffentliche Lade-Infrastruktur	20
3.1.3.5	Status des Ladesäulenprogramms	21
3.1.3.6	NRW Landesförderung für Ladeinfrastruktur	22
3.1.4	Marktentwicklung der Elektromobilität	23
3.1.4.1	Aktueller Bestand der Elektrofahrzeuge	23
3.1.4.2	Marktwachstum – Ausblick	24
3.1.5	Fahrzeug-Trends in der Elektromobilität	25
3.1.5.1	Batterierpreis-Entwicklung	25
3.1.5.2	Trend Reichweite	26
3.1.5.3	Trend Schnellladen	27
3.1.5.4	EV versus PHEV	29
3.1.5.5	Ökobilanz-Vergleich	30
3.1.5.6	Kostenanalyse	32
3.1.5.7	Entwicklung der Modellvielfalt	34
3.1.6	Entwicklung der Ladeinfrastruktur	37
3.1.6.1	Aktueller Status der Ladeinfrastruktur in Deutschland	37
3.1.6.2	Bedarfsentwicklung	39
3.1.6.3	Technische Standards für Ladeinfrastruktur	41
3.1.6.4	Netzintegration	43
3.1.6.5	Marktstruktur und Geschäftsmodelle	45
3.1.7	Alternative Wasserstoffantrieb	46
3.1.7.1	Status von Markt und Technik von Brennstoffzellen-PKW im Vergleich zu Elektroautos allgemein	46
3.1.7.2	Wasserstoffautos heute	47
3.1.7.3	Wasserstoff Potenzial	47
3.1.7.4	Wasserstoff für Nutzfahrzeuge	48
3.1.7.5	Technischer Vergleich: Wasserstoff – Batterie-Antrieb	48
3.2	PESTEL Analyse für die Stadt Remscheid	50
3.2.1	Kontext Megatrends	50
3.2.2	Politische Einflussfaktoren	51

---

---

3.2.2.1	Klimaschutzziele Nordrhein-Westfalen	51
3.2.2.2	Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Remscheid	52
3.2.3	Wirtschaftliche Einflussfaktoren	53
3.2.3.1	Kaufprämien für Elektrofahrzeuge und sonstige Anreize	53
3.2.3.2	Förderung für Errichtung von Ladeinfrastruktur	54
3.2.4	Sozio-kulturelle Einflussfaktoren	55
3.2.5	Technologische Einflussfaktoren	58
3.2.6	Ökologische und geografische Einflussfaktoren	59
3.2.7	Rechtliche Einflussfaktoren	60
3.2.8	Zusammenfassung der relevanten PESTEL Einflussfaktoren für Remscheid	61
3.3	Bestands- und CO <sub>2</sub> -Analyse	63
3.3.1	Bestandsaufnahme und -analyse	63
3.3.2	CO <sub>2</sub> -Analyse und Potentialabschätzung	71
3.3.2.1	Erfassung ortsspezifischer Verkehrsdaten	71
3.3.2.2	Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz	72
3.3.2.3	Potentialanalyse	73
3.3.3	SWOT-Analyse	77
3.4	Technische Spezifikation der Ladeinfrastruktur	84
3.4.1	Relevante Lade-Standards und Produkte für Remscheid	84
3.4.2	Kriterien zur Technik-Auswahl	85
3.4.3	Energiekonzept	88
3.4.3.1	Reichweiten-Gewinn an öffentlichen POI-Standorten bei POI-Ladezeiten	88
3.4.3.2	Energiebedarf an öffentlichen POI-Standorten abhängig von Ladezeiten	89
3.5	Standortfindung für Ladeinfrastruktur	91
3.5.1	Analytische Grundlagen der Standortfindung	92
3.5.2	Potenzialermittlung und -analyse	92
3.5.2.1	Bevölkerungsverteilung (Demographie)	92
3.5.2.2	Soziodemographische Merkmale	94
3.5.2.3	Verkehrliche Merkmale	98
3.5.3	Ermittlung des Ausbaubedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur	101
3.5.3.1	Plausibilisierung des Bedarfs an Ladeinfrastruktur	104

---

---

3.5.4	Vorauswahl von Standorten in Remscheid	104
3.5.4.1	Laden am Wohnstandort/ Arbeitsort	104
3.5.4.2	Ableitung des Ladebedarfs für typische POI	105
3.5.4.3	Bewertung der POI im Hinblick auf Ladeinfrastruktur	106
3.5.4.4	Differenzierung der Standorte	108
3.5.4.5	Workshop „Elektromobilität in Remscheid“	111
3.5.5	Modulare Detailplanung (Konzept)	114
3.5.5.1	Ziele des Flächenkonzepts	115
3.5.5.2	Einzelkomponenten	115
3.5.5.3	Flächenbedarf	120
3.5.5.4	Multimodalität	124
3.5.6	Standortplanung für Ladeinfrastruktur (ausgewählte Standorte)	127
3.5.6.1	Kriterien für die Planung der Ladeinfrastruktur	127
3.5.6.2	Detailplanung	129
3.5.6.3	Ladeinfrastruktur für Pedelecs und E-Bikes	144
3.6	Wirkungsanalyse	146
<b>4</b>	<b>Fazit</b>	<b>150</b>
<b>5</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis und Glossar</b>	<b>154</b>
<b>6</b>	<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>158</b>
<b>7</b>	<b>Anlagen</b>	<b>164</b>

#### **Hinweis:**

*Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern in diesem Bericht die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter.*

*Die verkürzte Sprachform ist keinesfalls eine Geschlechterdiskriminierung oder eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes sondern hat nur redaktionelle Gründe und beinhaltet keine Wertung.*

---



## Hinweis der Autoren

Das Projekt wurde im Zeitraum Juli 2019 bis Ende Juni 2020 durchgeführt. Es gliedert sich in zwei Abschnitte:

**Phase 1:** Marktanalyse und Analyse der spezifischen Situation der Stadt Remscheid, Konzepterstellung – Juli 2019 bis Dezember 2019

- Eine Standortbestimmung und die Zielsetzung wurden im Projektteam bestehend aus Vertretern der Stadt Remscheid, EWR Remscheid und den Gutachtern gemeinschaftlich erarbeitet. Der Zeitrahmen und Anzahl der Standorte sowie Ladepunkte wurden festgelegt. Nach abgestimmten Kriterien wurde eine Standortanalyse durchgeführt und ergab die Priorisierung für die erste Installationsphase.
- Die Analyse der Marktsituation und des Stands der Technik erfolgte im zweiten Halbjahr 2019. Die Dokumentation berücksichtigt den Status zum Zeitpunkt der Abgabe des Zwischenberichts zum 31.12.2019 und die Datenlage bis Oktober 2019, sofern nicht anders angegeben.

**Phase 2:** Standortbestimmung und Detailplanung – Januar 2020 bis Juni 2020

- Im Februar 2020 wurde in einem Workshop mit Vertretern der relevanten Gremien und der Stadtbezirke in Remscheid das Konzept vorgestellt und in einer offenen Abfrage ohne Standortvorgaben die Meinung der Teilnehmer eingeholt.
- Im Anschluss wurden die Standorte abgeglichen und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten, wie z.B. Parkflächen und Strom-Netzanschluss, im Arbeitskreis priorisiert. Im Folgenden wurden die Standorte im Detail vermessen und geplant. Die Standortpläne sind Teil des vorliegenden Gutachtens.

Der Abschluss-Bericht wird nach abschließender Abstimmung der Details im Oktober 2020 vorgelegt.

In dem Zusammenhang ist Folgendes zu aktuellen Entwicklungen anzumerken:

Der Markthochlauf der Elektromobilität hat sich in den vergangenen Monaten – wie erwartet – dynamisch beschleunigt. Insbesondere die zum Jahreswechsel 2019/2020 eingeführten Marktanreize wie Kaufprämien und Steuererleichterungen für als Dienstwagen genutzte Elektrofahrzeuge und Plug-In Hybride sind ursächlich dafür zu nennen.

Im Jahr 2020 hat die Covid-19-Pandemie ebenso wie die unmittelbar getroffenen Maßnahmen zur Eindämmung enorme Auswirkungen auf das gesellschaftliche Leben und die Wirtschaft des Landes. Auch aktuell im Oktober beeinflusst diese Krise täglich Entscheidungen auf allen Ebenen. Die weiteren Auswirkungen sind in Gänze noch nicht abzusehen.

Insbesondere das von der Bundesregierung im Sommer verabschiedete Konjunkturpaket hat mit weiterreichenden und zusätzlichen Fördermaßnahmen derzeit eine günstige Auswirkung auf die Zulassungszahlen von Elektrofahrzeugen.

Das Projektteam ist sich einig darin, dass die jüngsten Entwicklungen das entwickelte Konzept grundsätzlich nicht in Frage stellen. Es sieht Szenarien vor und basiert auf dem modularen Ansatz,



---

an verschiedenen Standorten auch sukzessive zu investieren und Ladeinfrastruktur nach Bedarf zu implementieren. Anpassungen sind in der Umsetzungsphase auf Basis der tatsächlichen Marktentwicklung jederzeit möglich. Entwicklungen im ersten Halbjahr 2020 sind in die Planung für 2021 eingeflossen, sofern sie nicht bis dahin abgeschlossen war. In den nächsten Jahren wird die Installation weiterer öffentlicher Ladepunkte dem Bedarf in Remscheid angepasst werden.

Insbesondere Änderungen in den Förderrahmenbedingungen für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur sind hier nicht mehr dokumentiert aber umfassend bekannt. Der Bericht gibt diesbezüglich den Stand von Ende 2019 wieder.

## I. Kurzfassung

Das Ziel der Stadt Remscheid ist eine strategische Förderung der Elektromobilität, die systematisch aufgebaut werden soll. Dies ist von Bedeutung, da die gesamte Mobilität einem Wandel unterliegt und sich den stets veränderten Rahmenbedingungen anpassen muss. Die Stadt Remscheid beabsichtigt mit dem vorliegenden Ladeinfrastrukturkonzept im Rahmen ihrer gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie ihren Beitrag zur Energie- und Verkehrswende zu leisten sowie die Schadstoff- und Lärmemissionen in der Stadt nachhaltig zu senken.

Aufgabe dieser Studie ist die Darstellung der Rolle der Elektromobilität in kurz- und langfristiger Perspektive im Allgemeinen und das Aufzeigen der Perspektiven für die Stadt Remscheid im Besonderen. Ladeinfrastruktur, insbesondere öffentlich zugängliche, ist eine wichtige Grundlage für die erfolgreiche Marktdurchdringung von Elektrofahrzeugen. Daher werden im Rahmen einer systematischen und standortspezifischen Analyse und einem ergänzenden Dialog mit ausgewählten Stakeholdern geeignete Standorte für Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum identifiziert.

Zu Beginn des Elektromobilitätskonzeptes wird der politische Rahmen in Deutschland aufgezeigt sowie der Stand der Technik und die Trends in der Elektromobilität wiedergegeben. Darüber hinaus werden die Bezüge des Themas „Elektromobilität“ zum Klima- und Umweltschutz hergestellt und erläutert, wie eine Transformation im Verkehrssektor zum Erreichen der Klimaziele beitragen kann.

Viele Automobilhersteller haben engagierte Elektromobilitäts-Strategien, die eindrucksvoll durch die Investitionen belegt werden, die sowohl in Forschung und Entwicklung als auch in die Produktion fließen. Dadurch konnte sich der Absatz von Elektro-Pkw in vielen Ländern, darunter auch Deutschland, in den letzten Jahren sehr positiv entwickeln. Das übergeordnete Ziel ist es den Klimawandel zu bremsen, indem der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf maximal 1,5 Grad im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter begrenzt wird. Für den Verkehrssektor bedeutet dies in Deutschland konkret, dass die Emissionen bis 2030 um rund 42 % gesenkt werden müssen. Wunsch und Wirklichkeit liegen vor allem in diesem bedeutenden Sektor noch weit auseinander. Durch den steigenden Druck auf die Automobil-Hersteller durch Klimaschutzabkommen und drohende Strafzahlungen sind diese dazu gezwungen ihr Portfolio im Bereich der Elektromobilität auszubauen.

Die Umstellung auf Elektromobilität im Bereich des Kraftfahrzeugverkehrs kann aber die vielfältigen Probleme mittelfristig nicht vollständig lösen. Flächenkonkurrenzen im Straßenraum und Verkehrsprobleme wie Stau sowie Parkraumknappheit beispielsweise werden durch elektrisch betriebene Kraftfahrzeuge nicht gelöst. Daher ist es umso wichtiger, dass Verkehr als Gesamtsystem betrachtet und über den „Tellerrand“ hinaus geschaut wird. Die Mobilität muss heute nachhaltiger gestaltet werden, um die Herausforderungen der Zukunft meistern zu können. Multimodale Nahverkehrsangebote ermöglichen einen Zugewinn an Flexibilität und Diversität und fördern saubere Luft.

Im Jahr 2008 hat die „Nationale Plattform für Elektromobilität“ bestimmt, dass Deutschland Leitmarkt und -anbieter für Elektromobilität weltweit werden soll. Die große Tradition und Bedeutung (Ökonomie) der Automobilindustrie in Deutschland tragen allerdings ihren Teil dazu bei, dass die



Transformation hin zu einer elektrobasierter Mobilität deutlich langsamer verläuft als in anderen Ländern.

Die aktuellen Prämien/ Boni, die Käufer von Elektrofahrzeugen sowohl von der öffentlichen Hand (Bundesministerium) als auch vom Automobilhersteller erhalten, sollen nicht nur zu einem wirtschaftlichen Aufschwung während der gegenwärtigen Pandemie führen, sondern ebenfalls zum Erreichen der gesteckten Ziele (Verkauf von 1 Mio. Elektrofahrzeuge bis 2022) beitragen. Darüber hinaus gibt es Steuervorteile für bis Ende 2020 neu zugelassene Elektrofahrzeuge.

Teil des Marktanreizprogramms ist auch die Förderung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Seit Anfang 2017 wird im Rahmen des Förderprogramms der Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur durch eine anteilige Finanzierung der Investitionskosten gefördert. Mit dem Programm will die Bundesregierung den Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Schnelllade- und Normalladestationen initiieren.

Prognosen zufolge kann spätestens 2021 bereits mit Marktanteilen von 10% und mehr gerechnet werden. Es steigt nicht nur das Interesse bei den Kunden, sondern Fördermöglichkeiten und Boni erhöhen zudem die Kaufbereitschaft. Insbesondere auf der Angebotsseite wird es eine deutliche Zunahme an Angeboten geben.

Im Folgenden wird zudem ein Ökobilanz-Vergleich vorgenommen, um zu belegen, dass die Klimabilanz bzw. der „ökologische Fußabdruck“ von Elektroautos nicht per se schlechter ist als der von Autos mit Verbrennungsmotoren. Studien belegen, dass ein Kompaktfahrzeug mit Elektromotor unter vergleichbaren Bedingungen schon heute oftmals im Vorteil ist und dieser mit der Zeit noch weiter zunimmt. Eine Kostenanalyse zeigt zudem, dass Elektroautos im Rahmen einer Gesamtkostenbetrachtung bereits heute Vorteile gegenüber herkömmlichen Pkw haben können. Dies resultiert nicht nur aus den Steuervorteilen, sondern auch aus den geringeren Unterhaltskosten (u.a. Werkstattkosten) von Elektrofahrzeugen gegenüber Pkw mit Verbrennungsmotoren.

Weiterhin wird auf die dynamische Entwicklung bezüglich der Ladeinfrastruktur in Deutschland eingegangen. Es wird dargelegt, wie der aktuelle Stand bezüglich des Aufbaus der Ladeinfrastruktur in Deutschland ist und wie die zukünftige Entwicklung zur Abdeckung des Bedarfs erfolgen müsste. Weiterhin werden die unterschiedlichen technischen Standards beschrieben und ein Ausblick vorgenommen, wie zukünftig Elektrofahrzeuge geladen werden. Es folgt ein Ausblick in die zukünftige Netzintegration von Ladeinfrastruktur sowie in das Thema „Wasserstoffantriebe“. Bei Letzterem zeigt sich, dass der Gesamtwirkungsgrad aus Strom für den Batterieantrieb doppelt so hoch ist wie bei einem Brennstoffzellenantrieb. Dies bedeutet, dass weiterer technischer Fortschritt erforderlich ist, um Wasserstoffantriebe für Pkw attraktiver zu machen.

Im folgenden Kapitel werden im Rahmen einer PESTEL-Analyse relevante Einflussfaktoren zur Bewertung der Situation im Hinblick auf benötigte öffentliche Ladeinfrastruktur für die Stadt Remscheid identifiziert und detailliert beschrieben. Das politische Umfeld und die ökologischen Vorteile von Elektromobilität im Vergleich zu herkömmlichem verbrennungsmotorischem Individualverkehr sind die Hauptmotivatoren. Darüber hinaus ist die TCO-Wirtschaftlichkeit (Gesamtkostenbetrachtung) für Elektroautos teilweise bereits gegeben und eine Preisparität ist in Aussicht. Darüber hinaus spielen die Sensibilisierung der Menschen in Bezug auf Klima- und Umweltschutz eine größer werdende Rolle, wenn es um die Förderung von



Elektromobilität geht. Immer mehr Menschen engagieren sich für eine umweltfreundlichere Lebensweise und streben diese auch selbst an.

Die nahezu lokale Emissionsfreiheit durch Elektromobilität und die damit einhergehende Verbesserung der Luft- und Lebensqualität sind große Vorteile dieser Technologie, die mittlerweile ausgereift und bezahlbar geworden ist. Weiterhin konnten die Ladetechnologie sowie deren Standardisierung weiterentwickelt werden. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen sind nur bedingt verlässlich und hilfreich und die gesetzten Ziele erschweren zudem oftmals Investitionsentscheidungen.

Im Folgenden wird eine Bestandsaufnahme und -analyse mit Bezug zur Elektromobilität in der Stadt Remscheid vorgenommen. Im Rahmen dieser erfolgt eine Auswertung und Aufbereitung vorliegender Untersuchungen und Daten zur Mobilität und zum Verkehr. Der Schwerpunkt bei der Analyse liegt auf nachhaltiger Mobilität (v.a. Radverkehr und Elektromobilität). Hierzu wurden unter anderem die zahlreichen Konzepte und Untersuchungen, die zur Weiterentwicklung der Stadt Remscheid ausgearbeitet wurden, analysiert.

Darauf aufbauend wird eine CO<sub>2</sub>-Bilanz (Ist-Analyse) für den Verkehrssektor in der Stadt Remscheid für das Jahr 2019 erstellt. Hierbei werden sämtliche Verkehrsarten (außer Flug- und Güterverkehr) berücksichtigt, die später für die Erstellung des Maßnahmenkonzeptes relevant und hilfreich sind. Für den Verkehrssektor in der Stadt Remscheid wurde ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von **111.403 Tonnen** für das Jahr 2019 ermittelt.

Die auf Grundlage der vorgenommenen Bestandsaufnahme und -analyse erstellte SWOT-Analyse zeigt, dass die Stadt Remscheid über die notwendigen personellen Ressourcen verfügt und bereits eine Bündelung von Aktivitäten im Klimaschutz vorliegt. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren zahlreiche Projekte initiiert und umgesetzt sowie Konzepte erstellt, auf denen gegenwärtige und zukünftige Planungen aufbauen können.

Bevor die Standortfindung für Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid vorgenommen wird, werden die technischen Spezifikationen für den Aufbau des Ladenetzes ausgearbeitet und beschrieben. Es zeigt sich, dass für die erste Ausbaustufe bis 2022 Infrastruktur nach derzeitigem Stand der Technik installiert werden sollte. Dies bedeutet, dass vorwiegend Ladesäulen mit 22 kW AC-Lademöglichkeiten und nur an ausgewählten Standorten ggf. 50 kW DC-Lademöglichkeiten angeboten werden sollten. Für die Erweiterung nach 2022 ist dies ggf. zu differenzieren und >100 kW DC eine sinnvolle Ergänzung.

Im anschließenden Kapitel erfolgt die Standortfindung für die Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet von Remscheid. Das vorliegende Konzept beschreibt den Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge für die Stadt Remscheid quantitativ und qualitativ. Es wird ein Mengenbedarf für Ladepunkte für den Zeitraum 2020 - 2030 ermittelt. Nach der Recherche und Aufbereitung analytischer Grundlagen für die Standortfindung wird eine Potentialanalyse erstellt, um den Bedarf an Ladeinfrastruktur für die Stadt Remscheid abschätzen zu können. Daraufhin folgt eine Vorauswahl von grundsätzlich geeigneten Standorten für den Aufbau von Ladeinfrastruktur. Im Anschluss wird diese anhand definierter Kriterien feinjustiert. Außerdem wurde ein Workshop zum Thema „Elektromobilität in Remscheid“, bei dem die Standortfindung im Fokus stand. Die Ergebnisse dieses Workshops fließen in die finale Standortfindung ein.



---

Abschließend werden die standortbedingten Kriterien für die Planung der Ladeinfrastruktur definiert und es erfolgt eine Detailplanung für ausgewählte Standorte mit hoher Umsetzungspriorität. An diesen 13 Standorten wird in einer ersten Ausbaustufe öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge aufgebaut.

Die abschließende Wirkungsanalyse legt dar, dass mit dem Ausbau der Elektromobilität und der damit einhergehenden Reduktion von Schadstoff- und Lärmemissionen die Lebensqualität in der Stadt Remscheid erhöht werden kann. Die angestrebte Mobilitätswende trägt somit maßgeblich zum Klima- und Immissionsschutz bei.



# 1 Anlass und Aufgabenstellung

## 1.1 Die Stadt Remscheid

Remscheid ist eine kreisfreie Großstadt im Regierungsbezirk Düsseldorf und nach Wuppertal, Leverkusen, Solingen und Bergisch Gladbach die fünftgrößte Stadt des Bergischen Landes.

Sie ist Teil der Metropolregion Rhein-Ruhr und des Bergischen Städtedreiecks. Außerdem ist Remscheid als Mittelzentrum in NRW klassifiziert.

Mit etwas über 110.000 Einwohnern ist Remscheid die kleinste kreisfreie Großstadt in NRW.

### Geografische Lage

Die Stadt liegt auf den Höhen des Bergischen Landes im Innern des großen Wupperbogens und ist umgeben von Eschbach, Wupper und Morsbach. Remscheid liegt östlich von Solingen und südlich von Wuppertal. Diese beiden Städte sind die beiden Nächstgrößeren in unmittelbarer Nachbarschaft.

### Verkehr

Die Stadt Remscheid ist über die Bundesautobahn A 1 (Abfahrt Remscheid und Abfahrt RS-Lennep/RS-Lüttringhausen Süd) an das deutsche Autobahnnetz angeschlossen.

Remscheid ist seit 1868 über die Bahnstrecke Wuppertal-Oberbarmen–Solingen zu erreichen, die derzeit von der S-Bahn-Linie S 7 „Der Müngstener“ von Wuppertal Hauptbahnhof (W-Elberfeld) nach Solingen Hauptbahnhof (SG-Ohligs) befahren wird. Im Stadtgebiet gibt es vier Haltepunkte: Lüttringhausen, Lennep, Remscheid Hauptbahnhof und Remscheid-Güldenwerth. Die nächstgelegenen Fernverkehrsbahnhöfe befinden sich in Wuppertal und Solingen.

Den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) bedienen Buslinien der Stadtwerke Remscheid GmbH. Der wichtigste Bushaltepunkt ist der Friedrich-Ebert-Platz in der Remscheider Innenstadt. Von hier aus verkehren Busse in alle Stadtteile und angrenzende Städte wie Wuppertal, Köln und Solingen. Alle Verkehrsmittel in Remscheid sind zu einheitlichen Preisen innerhalb des Verkehrsverbunds Rhein-Ruhr (VRR) zu benutzen. Bei Fahrten in Richtung Süden gilt seit 1. Januar 2005 einheitlich der Tarif des Verkehrsverbundes Rhein-Sieg.

Der seit 2004 existierende 1. Bürgerbusverein Remscheid e. V. fährt, ausschließlich mit ehrenamtlichen Kräften, einige Außenbezirke wie Grund, Prangerkotten und Spelsberg an. Seine Fahrgastzahlen sind im Jahre 2012 bis auf fast 12.000 gestiegen.

16 Fahrten in der Woche verkehrt der Fernbus am Bahnhof Lennep auf der Route Euskirchen – Bonn – Flughafen Köln – Leverkusen – Remscheid – Wuppertal – Braunschweig – Berlin.

Die internationalen Flughäfen Düsseldorf und Köln/Bonn, sowie der Regionalflughafen in Dortmund sind mit dem PKW oder der Bahn in 45 bis 60 Minuten erreichbar.



## **Radverkehr**

In Remscheid existiert eine Vielzahl von Radrouten. Immer mehr Radwege werden auf ehemaligen Eisenbahnstrecken gebaut. Durch die Trasse von Lennep nach Bergisch Born ergeben sich dort Anschlüsse zum Oberbergischen und in Richtung Wermelskirchen.

## **1.2 Strategische Förderung der Elektromobilität**

Das Ziel der Stadt Remscheid ist eine strategische Förderung der Elektromobilität, die systematisch aufgebaut werden soll. Dies ist von Bedeutung, da die gesamte Mobilität einem Wandel unterliegt und sich den stets veränderten Rahmenbedingungen anpassen muss. Eine vollständige Potentialabschöpfung kann aber nur erreicht werden, wenn diese Arbeiten zielgruppenspezifisch und systematisch umgesetzt werden.

Eine effektive und kostengünstige Förderung von Elektromobilität ist nur dann von Erfolg gekrönt, wenn sie systematisch und konsequent vollzogen wird. Hier bedarf es des Zusammenspiels aller verhaltensprägenden Faktoren, indem diese sowohl in ein Gesamtentwicklungskonzept als auch in ein kommunales Gesamtmobilitätskonzept integriert werden.

Diese Vorgehensweise soll nun in der Stadt Remscheid verfolgt werden. Das vorliegende „Konzept für die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und Pedelecs für das Stadtgebiet Remscheid“ stellt einen Baustein dafür dar. Die Verzahnung mit anderen Konzepten und Umsetzungsplänen erfolgt durch koordinierende Funktionen der Stadt.

## **1.3 Strategie der Stadt Remscheid und Aufgabenstellung**

Die Stadt Remscheid möchte mit einem zu entwickelnden Ladeinfrastrukturkonzept im Rahmen ihrer gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie ihren Beitrag zur Energie- und Verkehrswende leisten und den CO<sub>2</sub> Ausstoß sowie NO<sub>x</sub>- und Feinstaubemissionen in der Stadt nachhaltig senken.

Hierzu trägt auch das im Jahr 2019 für die Stadt Remscheid erarbeitete Radverkehrskonzept bei. Darin enthaltene Maßnahmen zur innerstädtischen Optimierung des Radverkehrs wurden teilweise bereits umgesetzt.

Aufgabe dieser Studie ist die Darstellung der Rolle der Elektromobilität in kurz- und langfristiger Perspektive im Allgemeinen und das Aufzeigen der Perspektiven für die Stadt Remscheid im Besonderen. Ladeinfrastruktur, insbesondere auch im öffentlichen Raum und für jedermann zugänglich, ist ein Schlüssel für die erfolgreiche Marktdurchdringung von elektrischen Antrieben. In dem Zusammenhang werden Chancen und Risiken, Gestaltungsmöglichkeiten und realistische Handlungsoptionen für alle beteiligten Stakeholder: Bürgerinnen- und Bürger (Eigentümer, Mieter, mobile Menschen), Unternehmen (Unternehmer, Kunden, Mitarbeiter), kommunale und gewerbliche Flottenbetreiber und Stellflächen- bzw. Standortbetreiber im öffentlichen und halböffentlichen Raum erörtert.

Das Projektteam setzt sich zusammen aus Vertretern der Stadtverwaltung (des Umweltamts der Stadt Remscheid), der EWR GmbH und den Auftragnehmern.



Als Ergebnis wird ein Konzept für die öffentliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und Pedelecs für das Stadtgebiet Remscheid entwickelt. Dieser Bericht dokumentiert die Ergebnisse.

Parallel dazu erweitert die EWR GmbH kontinuierlich ihr Angebot für Ladeinfrastruktur für Privatpersonen und Unternehmen.

## 2 Projektinhalt und Methodik

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur ist ein essentieller Baustein der Elektromobilität und maßgeblich trägt zur Verbreitung der „neuen“ Antriebstechnologie bei. Dazu gehören die Reichweitenverlängerung, die Sensibilisierung für Elektromobilität in der Bevölkerung, die Schaffung psychologischer Effekte der Versorgungssicherheit und die wirtschaftliche Tragfähigkeit bei der Errichtung an aufkommensstarken Standorten (z.B. Bahnhöfe, Einkaufszentren).

Der Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur ist bisher durch die Organisation auf kommunaler bzw. regionaler Ebene sowie durch Fördermittel gekennzeichnet. Perspektivisch gesehen wird es aller Voraussicht nach nicht Aufgabe der Kommunen im Rahmen ihrer Daseinsvorsorge sein für eine flächendeckende Ladeinfrastruktur zu sorgen. Den Gebietskörperschaften als Adressat von Förderprogrammen sowie aufgrund stadtplanerischer und ordnungsrechtlicher Befugnisse kommt gegenwärtig dennoch eine wichtige Rolle zu. Generell wird die Mehrheit der an öffentlichen und halböffentlichen Standorten zugänglichen Ladestationen von Energieversorgern betrieben. Der Ladestrom ist dabei meist kostenlos verfügbar. Das mittelfristige Ziel besteht allerdings darin tragfähige wirtschaftliche Geschäftsmodelle für den Betrieb der Ladeinfrastruktur zu entwickeln. Darüber hinaus wird auch der Aufbau von sog. Wallboxen für das Laden zu Hause unterstützt, da 85 % (NPE 2015) bis 95 % (VDE 2015) der potenziellen Nutzer Elektrofahrzeuge zu Hause oder am Arbeitsplatz laden wollen.

### 2.1 Projektansatz

Betrachtet man also über die kommunale Daseinsfürsorge hinaus die Herausforderungen der künftigen Mobilitäts- und Verkehrsplanung ganzheitlich, lassen sich kommunale und privatwirtschaftliche Interessen synergistisch miteinander vernetzen. Möglicherweise finden sich in Public-Private-Partnership Ansätzen Lösungen, die allen Stakeholdern dienen und wirtschaftlich für alle Beteiligten Vorteile generieren.

Während der Projektlaufzeit seit Sommer 2019 wurden vom Projektpartner EWR und ortsansässigen Unternehmen Partnerschaften initiiert und teilweise bereits umgesetzt. Sie sind nicht weiter Bestandteil des Standort-Konzepts, fließen aber stets in die Betrachtungen ein.

#### 2.1.1 Laden im öffentlichen Raum

Geeignete Standorte für Laden im öffentlichen Raum zu identifizieren, ist Inhalt des Projektauftrags. Das Ergebnis wird in diesem Bericht dokumentiert. Es ist das Resultat aus einer systematischen und Standort-spezifischen Analyse und dem Dialog mit ausgewählten Stakeholdern.

Aus Kundensicht sind ebenso Ladeangebote auf öffentlichen Flächen wie öffentlich zugängliche Ladestationen, die sich auf privatem Grund befinden und von privaten Investoren errichtet werden, relevant. Ein Unterschied in der Akzeptanz kann aus der Ausstattung, der Zugänglichkeit, Preisen und Abrechnungssystematik entstehen. Es wäre deshalb wünschenswert, möglichst barrierefreie Angebote im Stadtgebiet zu etablieren, so dass sämtliche Hardware von allen Interessenten genutzt werden kann.



### **2.1.2 Koordination und Vernetzung von Angeboten**

Vielfach wird für privatwirtschaftliche Angebote, die öffentlich und diskriminierungsfrei zugänglich sind, von „Destination Charging“ gesprochen. Der Ansatz dabei ist: ich lade, wenn ich halte oder parke, z.B. beim Einkaufen (Aldi, Lidl, McDonalds, Parkhäuser und Stellflächen in den Innenstädten oder Einkaufszentren, in der Nähe von Kino, Theater, Sportstätten usw.). Über die Errichtung dieser Art von Ladeinfrastruktur wird der lokale Netzbetreiber und Stadtwerkpartner in der Regel informiert, wenn die Entscheidung gefallen und die Investition getätigt ist. Eine städteplanerisch strategische Abdeckung lässt sich damit schwer vereinbaren. Eingebunden werden die kommunalen Instanzen hingegen, wenn beispielsweise Krankenhäuser, Schwimmbäder usw. entsprechende Mittel einfordern für die Aufwertung ihrer Standorte.

So entsteht möglicherweise Wettbewerb um die Autostromkunden. Andererseits ergeben sich beispielsweise für den lokalen Energieversorger neue Geschäftspotenziale mit bürgernahen Angeboten und einer Vernetzung verschiedener Services, die die Unternehmen allein nicht bieten können. Neue und IT-basierte Geschäftsmodelle können hier Brücken schlagen und Wertschöpfung schaffen.

Aus Kundensicht besteht eindeutig der Wunsch nach einfachem Zugang und einheitlichen Abrechnungen von Dienstleistungen in der Stadt.

Die Integration von Mobilitätsangeboten im öffentlichen Raum und einheitliche Buchung und Abrechnung über Apps zur komfortablen Nutzung durch die Kunden und als Kundenbindungswerkzeug wären z.B. denkbar. Dies kann beispielsweise das Laden von Elektrofahrzeugen und Pedelecs beinhalten, den öffentlichen Nahverkehr, Carsharing Angebote, Parken und weiteres. Die Errichtung von Mobilitätsstationen mit Informationsangeboten und Services an neuralgischen Verkehrs-Knotenpunkten trägt diesem Bedürfnis Rechnung und leistet einen Beitrag zur Entwicklung zu einer Smart City.

Die vorliegende Studie bewertet die öffentlichen Standorte und Potenziale und spricht Empfehlungen für Standorte aus. Im Projektteam und mit Stakeholdern gemeinsam identifizierte Standorte werden detailliert geplant. Die Methodik wird in den jeweiligen Kapiteln im Detail beschrieben.

Die Koordination mit privatwirtschaftlichen Aktivitäten und Angebote an z.B. ortsansässige Unternehmen erfolgt über Arbeitskreise mit Beteiligung von EWR und der Stadt Remscheid bzw. durch die EWR.

## **2.2 Vorgehensweise**

Wir schlagen einen möglichst pragmatischen Ansatz für die künftige Entwicklung und Ausgestaltung der elektromobilen Zukunft in Remscheid mit leicht umsetzbaren und modularen Maßnahmen vor, die sich multiplizieren und ergänzen lassen mit den sich entwickelnden Bedürfnissen beim Markt-Hochlauf.

Die exemplarische Ausgestaltung einzelner Projektideen mit hohem Potenzial zur Multiplikation/zum Roll-Out in der Stadt und darüber hinaus kann darüber hinaus die örtliche Wertschöpfung unterstützen.

Es waren deshalb vier Arbeitspakete vorgesehen; die ersten beiden beantworten den Wunsch der Stadt Remscheid nach einem Lade-Infrastrukturkonzept. Dabei wird zudem ein Augenmerk auf dem Konzept der Mobilstationen und ihrer möglichen Ausgestaltung liegen. Das Stadt- und Verkehrsplanungsbüro Kaulen bringt die hierfür erforderliche Expertise und Erfahrung mit ergänzt um das Knowhow von Claudia Brasse Consulting zu Technologien und Markt der Elektromobilität. Die in Kapitel 2.1.2 genannten Trends werden adressiert.

Während der Projektarbeit wurden alle relevanten Trends vorgestellt und diskutiert sowie ihre Relevanz und Auswirkungen eingeordnet. Sie dienen als Grundlage für die Analyse für den Standort Remscheid und die lokale Potenzial- und Standortanalyse.

Das dritte Arbeitspaket wurde optional angeboten. Der Projektpartner EWR hat bereits entsprechende Initiativen begründet und umgesetzt. Dieses Arbeitspaket wurde im Projekt nicht bearbeitet.

Die für den Ladeinfrastruktur-Aufbau verfügbaren Fördermittel wurden identifiziert und dokumentiert.

### **2.2.1 Arbeitspakete**

1. Allgemeine Darstellung der Marktsituation und künftiger Entwicklung der Elektromobilität im Hinblick auf politische Ziele, gesellschaftliche Entwicklung und Bedürfnisse der Kunden, Marktangebote (Produkte und Dienstleistungen), Technologien, Infrastruktur-Integration und Netzauswirkungen, Beiträge zu Klimaschutz und Energiewende
2. Potenzial- und Standortanalyse für öffentliches Laden → Handlungsempfehlungen und Maßnahmenplan, Kostenschätzung für die Stadt Remscheid
3. Potenzialanalyse für gewerbliche und industrielle Projekte → Entwicklungspotenziale für die relevanten Marktteilnehmer
4. Anreize und Förderrahmenbedingungen dazu

### **3 Ladeinfrastrukturkonzept für Remscheid**

#### **3.1 Einleitung: Politischer Rahmen in Deutschland, Stand der Technik und Trends in der Elektromobilität**

<sup>1</sup>2017 haben sich in Deutschland die Verkaufszahlen von Elektroautos gegenüber dem Vorjahr verdoppelt. Mittlerweile machen reine Elektrofahrzeuge und Plug-In Hybride je etwa die Hälfte der Zulassungen aus. Das Marktwachstum beschleunigt sich jetzt dynamisch. Auch wenn die Neuzulassungen heute noch bei ca. 1-2% liegen, kann ab 2020 mit Anteilen von 10 % und mehr gerechnet werden. Alle Hersteller haben engagierte Elektromobilitätsstrategien, die eindrucksvoll durch die Investitionen belegt werden, die sowohl in Forschung und Entwicklung als auch in die Produktion fließen. Ab 2020 gelten neue CO<sub>2</sub>-Grenzwerte in der EU und noch nicht alle Hersteller können mit Ihren Flottenverbräuchen die Ziele erreichen, so dass drastische Strafzahlungen drohen. Schon deshalb werden Elektroautos ab 2020 zu attraktiven Konditionen auf den Markt kommen. Experten rechnen mit Preisparität zwischen 2020 und 2025.

Zudem haben sich nationale Regierungen in Europa bereits auf einen Ausstieg aus verbrennungsmotorischen Antrieben festgelegt. 2025, 2030 und 2040 sind in verschiedenen Ländern perspektivisch gesetzt. Lokal gibt es jedoch bereits früher Einschränkungen für Verbrennungsmotoren – Einfahrverbote in Städte, wie in London oder italienischen Städten, sowie beispielsweise die Sperrung einzelner Straßen in Deutschland für Euro 4 Diesel Fahrzeuge bereits in 2019.

Elektroautos leisten einen Beitrag zur Verkehrs- und Energiewende und schaffen lokal sauberere Luft, indem sie weder CO<sub>2</sub> noch NO<sub>x</sub> oder Feinstaub aus der Verbrennung fossiler Treibstoffe emittieren.

In diesem Kapitel wird ein Einblick in die Motivation zur Beförderung der Elektromobilität aus klimapolitischer Sicht gegeben. Allgemeine Trends im Individualverkehr und die Herausforderungen zur Umsetzung von Konzepten zur Mobilität der Zukunft werden beschrieben. Der Status und Trends im Markt für Elektromobilität und die benötigte Infrastruktur werden erläutert.

Im Anschluss werden diese allgemeinen Rahmenbedingungen ausgewertet und ganz konkret die für die Stadt Remscheid relevanten Faktoren in einer PESTEL Analyse identifiziert (siehe 3.2). Die Bewertung der aus der Bestandsaufnahme für Remscheid zum Status Quo und an den Rahmenbedingungen gespiegelten Ergebnisse erfolgt in einer SWOT-Analyse (siehe 3.3.3).

---

<sup>1</sup> Der Vorliegende Bericht gibt den Stand-der-Technik und der Marktentwicklung zum Jahresende 2019 wieder. Aktuelle Entwicklungen werden in Fußnoten ergänzt oder kommentiert.

### 3.1.1 Politischer und gesellschaftlicher Rahmen: Klimaschutzziele und Verkehrswende in Deutschland

#### 3.1.1.1 Pariser Klimaschutzabkommen

Das Ziel des Abkommens von 2015 ist es, den Klimawandel zu bremsen indem der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf maximal 1,5 Grad Erwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter begrenzt wird. Dieses Ziel soll durch nationale Klimaschutzpläne (INDC - *Intended Nationally Determined Contributions*) erreicht werden. Der Scheitelpunkt der Treibhausgasemissionen soll so bald wie möglich erreicht werden. Des Weiteren sind die Mitgliedsstaaten dazu verpflichtet, alle fünf Jahre gemeinsam strengere Ziele festzulegen, wenn dies erforderlich ist. Außerdem müssen sie sich gegenseitig und der Öffentlichkeit gegenüber Bericht erstatten darüber, welche Fortschritte sie erreicht haben. Die Mitgliedsstaaten werden aufgefordert, ihre Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel zu erhöhen und den Entwicklungsländern weiterhin und in größerem Umfang internationale Unterstützung für die Klimaanpassung zukommen zu lassen.

#### 3.1.1.2 Klimaziele und aktueller Status in Deutschland

Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohle haben noch immer einen hohen Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland (19,4%, und 9,4% Steinkohle) und sieht sich enorm steigendem gesellschaftlichem Druck ausgesetzt (siehe [1]). Die Politik reagiert mit einer Exit-Strategie: der Braunkohleausstieg bis 2038 wurde beschlossen (Atomausstieg 2022).

Das Pariser Klimaschutzabkommen zwingt auch Deutschland, Ziele und Maßnahmen anzupassen. Der „Klimaschutzplan 2050“ formuliert Umweltrichtlinien, Meilensteine 2030 und den Weg zur Klimaneutralität. Der Verkehrssektor muss die Emissionen bis 2030 um 42% senken. Obwohl alle Sektoren ehrgeizige Ziele haben, liegt der Verkehrssektor am Weitesten hinter dem Plan zurück (fast 60% hinter Ziel). (siehe Abbildung 1, [2])

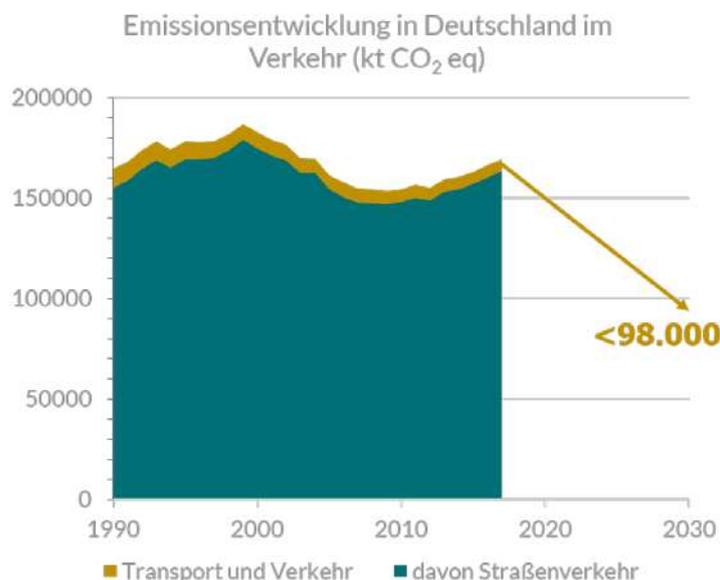


Abbildung 1: Emissionsentwicklung in

Deutschland im Verkehr

Der spezifische Primär-Energieverbrauch in Verkehr und Transport ist seit 2005 um 10% gesunken, aber das Verkehrsaufkommen hat sich vervierfacht. Personen-Fahrzeuge (Autos und Motorräder) haben einen Anteil von 76% an den Emissionen individueller Mobilität und ~60% an den Emissionen des gesamten Verkehrs. (Abbildung 2, neue Berechnungsformel ab 2017, \*vorläufige Zahlen, [3])

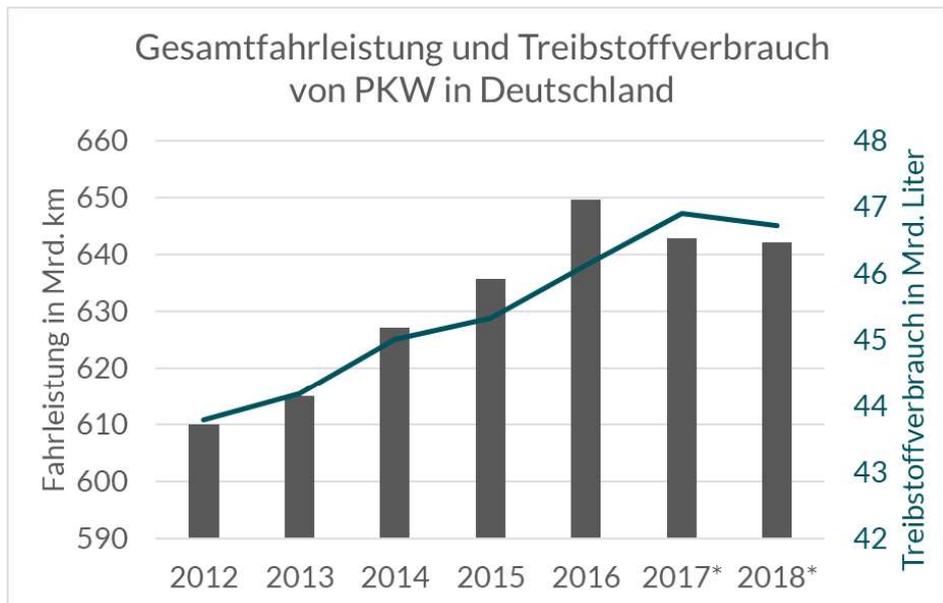


Abbildung 2: Gesamtfahrleistung und Treibstoffverbrauch von PKW in Deutschland

Individual- und Automobilverkehr ist noch immer im Wachstum. Effizienzsteigerung in der Fahrzeugentwicklung wird durch deren zunehmendes Gewicht und den Trend zu größeren Fahrzeugen, insbesondere SUVs, und durch steigende Fahrleistungen insgesamt, überkompensiert.

Insgesamt betrachtet war Deutschland lange ein Vorreiter der Energiewende, vor allem in erneuerbarer Energie-Erzeugung, der Begriff „Energiewende“ wurde sogar in den englischen Sprachgebrauch übernommen. Heute fällt Deutschland jedoch hinter die eigenen Ziele und im globalen Vergleich zurück.

### 3.1.1.3 Emissionsziele im Verkehr

Die EU-Mitgliedsstaaten haben beschlossen, Emissionsziele getrennt für Sektoren einzuführen. Das Verkehrssektor-Ziel für 2020 ist maximal 95 g CO<sub>2</sub>/km pro Kfz im Durchschnitt der Flotte. Grenzwertüberschreitungen werden mit Strafzahlungen geahndet.

Die Emissions-Ziele für Europa nach 2020 wurden zuletzt weiter verschärft. Im Dezember 2018 haben die EU-Mitgliedsstaaten und das Europäische Parlament zugestimmt, die Emissionsreduktion auf 37,5% bis 2030 basierend auf Daten von 2021 zu erhöhen. Mit dieser neuen CO<sub>2</sub>-Regulierung wird die EU die einzige Region weltweit mit neuen verpflichtenden CO<sub>2</sub>-Zielen für PKW bis zum Jahr 2030. Für 2030 ist das Ziel somit 59g CO<sub>2</sub>/km. Für 2025 wurde ein „Zwischenziel“ von 82g CO<sub>2</sub>/km festgelegt (siehe [4]).

Die EU hat darüber hinaus Ziele für EV/PHEV-Verkaufsanteile gesetzt. Diese betragen 15% an PKW Verkäufen im Jahr 2025 und 35% Anteil im Jahr 2030.

Aus Sicht der Studie von PA Consulting Ende 2018 sind für die Automobilhersteller massive Strafzahlungen zu erwarten ab 2021 (bspw. bis zu 1,4 Milliarden € für VW). Dies geht aus einer Prognose der Verkaufszahlen im Vergleich zu den vorgegebenen individuellen Flotten-Emissionszielen für 2021 hervor (siehe Abbildung 3, [7]).

Dies erklärt unter anderem die massiven Investitionen in die Elektromobilität, die z.B. VW in den kommenden Jahren mit 30 Milliarden € tätigen wird (>90 Milliarden € insgesamt für CASE Strategie und Transformation zum Mobilitätsanbieter)

CAR MAKER	DEVIATION IN 2021* (g CO <sub>2</sub> /km)	PENALTY 2021* (in million €)	PENALTY 2021* in % of EBIT in 2017
Volvo	-13.0		
Toyota	-8.0		
Renault-Nissan-Mitsubishi	-2.7		
Honda	-1.1		
Jaguar-Land-Rover	-0.5		
Daimler	1.8	190	1%
BMW	2.0	200	2%
Hyundai-Kia	2.1	300	5%
PSA	2.6	600	20%
Mazda	3.2	75	8%
Volkswagen	3.8	1400	10%
Ford	4.4	430	10%
Fiat-Chrysler (FCA)	6.7	700	10%

Figure 5. CO<sub>2</sub> performance and penalties expected

Abbildung 3: Status der Automobilhersteller im Vergleich zu den individuellen Emissionszielen und drohende Strafzahlungen

Durch den steigenden Druck auf die Automobilhersteller durch Klimaschutzabkommen und drohende Strafzahlungen (95 € pro verkauftes Fahrzeug für jedes zusätzliche g CO<sub>2</sub> zu viel) sind diese dazu gezwungen, ihr Elektromobilitäts-Portfolio auszubauen. Durch eine zunehmende Produktpalette, mehr Konkurrenz und Förderung des Staates wird der Kauf eines E Autos für den Kunden nach und nach attraktiver. In Einzelfällen sind Elektroautos bereits heute kostengünstiger

als vergleichbare Modelle mit Verbrennungsmotor (in einer Vollkostenanalyse). Die Marktpreise reflektieren jedoch nicht die noch immer deutlich höheren Herstellkosten aufgrund neuer Technologie und geringer Volumina. Zudem werden von deutschen Herstellern vorwiegend Premiumfahrzeuge angeboten.

### 3.1.1.4 Mobilitätswende

Mittlerweile ist deutlich erkennbar, dass alle Akteure ihre Strategien an dem neuen Verständnis zur Mobilitätswende ausrichten, wonach die Verkehrswende die Energiewende zum Erreichen von Klimazielen ergänzt (siehe Abbildung 4, [6]).



Abbildung 4: Mobilitätswende verbindet Verkehrs- und Energiewende

Der politische Druck steigt auch durch Maßnahmen in Nachbarländern: Europäische Regierungen kündigen Diesel und Benzin-Ausstiegspläne an. Norwegen möchte bereits 2025 frei von Diesel und Benzin sein, wohingegen die Frist der Niederlande und Irlands bis 2030 und die Großbritanniens bis 2035 und Frankreichs bis 2040 gelten. Auf territorialen Gebieten treten Verkaufs-Verbote schon früher ein.

Zuletzt hat sich das Klima von Seiten der Bevölkerung aufgeheizt: die „Fridays for Future“ Bewegung rüttelt seit dem 20. August 2018 die Öffentlichkeit mit der Botschaft „handelt endlich!“ auf. Sie fordert, den Abbau und die Subventionierung fossiler Rohstoffe zu stoppen, die Investitionen in erneuerbare Energieerzeugung zu erhöhen, den ÖPNV auszubauen und das Wahlrecht mit 16 Jahren einzuführen. Mit diesen Maßnahmen soll die Belastung der Umwelt rapide gemildert werden, indem mehr Menschen den ÖPNV nutzen können, oder die Belastung durch Braun- und Steinkohleförderung entfällt (siehe [8]).

Die Demonstrationen der „Fridays for Future“- Aktivisten sind in Schweden gestartet und werden nun global abgehalten. Junge Menschen fördern die Wahrnehmung von Klimawandel und den notwendigen und dringenden Handlungsbedarf.

Die Wahlen zum Europaparlament im Mai 2019 haben sehr hohe und unerwartete Ergebnisse für grüne Politiker in allen Ländern, insbesondere in Deutschland ergeben und können zum Teil als Erfolg der Aktivisten gewertet werden.

### 3.1.1.5 Trends im Verkehr: Mobilitätsverhalten im Wandel

Weltweit zeichnet sich ein Wandel der energetischen Rahmenbedingungen (PeakOil etc.) ab. Die Mobilitätskosten besonders für den motorisierten Individualverkehr steigen kontinuierlich an. Lärm und Abgasemissionen sind zudem ernst zu nehmende Gesundheitsrisiken, die sich eine schrumpfende Gesellschaft nicht mehr leisten kann. Zudem ist der öffentliche Raum begrenzt, dem Kfz-Verkehr wurden über Jahre bevorzugt Flächen zugesprochen, welche aufgrund des hohen und weiterwachsenden Verkehrsaufkommens schon heute oftmals nicht mehr ausreichen.

Auch in der Bevölkerung kann ein Wertewandel beobachtet werden. Bewegung und Gesundheit im Alltag werden immer wichtiger (Generation LOHAS – *Lifestyle of Health and Sustainability*). Der Lebensstil wird umweltbewusster, die Bedeutung des Kfz im Eigentum tritt als Statussymbol dagegen zurück und der öffentliche Raum der Städte als Aufenthaltsraum spielt wieder eine größere Rolle.

Der demographische Wandel stellt eine besondere Herausforderung an die Mobilität der Zukunft dar. Der Zugang zum öffentlichen Leben und Versorgungseinrichtungen muss für alle Altersgruppen unabhängig vom Einkommen und unter Berücksichtigung von körperlichen Fähigkeiten erhalten bleiben.

Dies wird zukünftig eine zunehmende Veränderung des Mobilitätsverhaltens im Alltagsverkehr zur Folge haben.

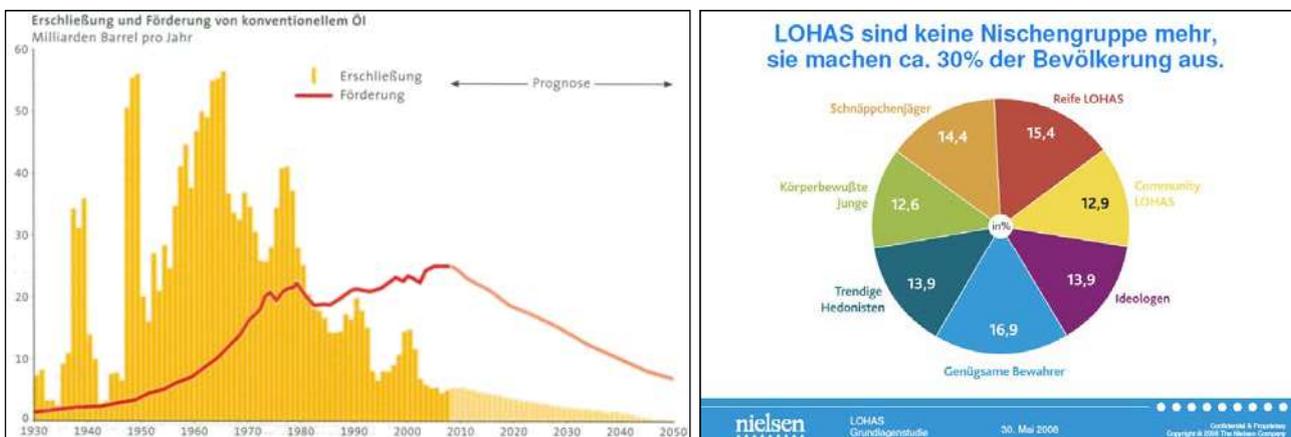


Abbildung 5: Wandel der Rahmenbedingungen. Links: Peak Oil, Erschließung und Förderung von Erdöl; rechts: steigendes Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung

Die Umstellung auf Elektromobilität im Bereich des Kfz-Verkehrs kann diese Probleme mittelfristig nicht vollständig lösen. Die hohen Kosten führen dazu, dass der Wandel zur Elektromobilität im Kfz-Verkehr noch Jahre dauern wird. Flächenkonkurrenzen bleiben bestehen, denn Elektrofahrzeuge bleiben in ihren Dimensionen dem Kfz ähnlich. Für den Alltagsverkehr ist es daher wichtig, Alternativen zum motorisierten Individualverkehr (MIV) zu etablieren, um für die unterschiedlichen Wegearten und Wegelängen ein entsprechendes Angebot an Verkehrsmitteln (MIV, Fahrrad, ÖPNV, etc.) zu schaffen. Dabei soll die neue Mobilität umwelt-, ressourcen- und flächenschonend (nachhaltige Mobilität) umgesetzt werden.

Das Fahrrad stellt bereits heute insbesondere auf kurzen Wegstrecken eine Alternative zum MIV dar. Der Wertewandel in der Bevölkerung und die hohen Mobilitätskosten führten in den letzten Jahren zu einem regelrechten Fahrradboom, der das Fahrrad auch als Trend- und Statussymbol etablierte. Zudem wachsen der Aktionsradius und die Zielgruppen des Fahrrades aufgrund der Entwicklungen der Fahrradtechnologie. Mit Pedelecs und E-Bikes werden auch Entfernungen über fünf Kilometern Länge sowie Strecken in topographisch anspruchsvollen Gebieten für den Radverkehr zunehmend interessant. Die Beförderung von Lasten mittels Cargo-Bikes und Fahrradanhängern wird ebenfalls erleichtert. Während die Verkaufszahlen von E-Bikes ständig neue Rekorde erreichen und E-Bikes bereits zum Straßenbild gehören, nimmt die Entwicklung im Bereich der Lastenfahrräder erst ihren Beginn.

### 3.1.1.6 Synergien des öffentlichen Verkehrs und des Radverkehrs nutzen – Multimodalen Verkehr (elektrisch) gestalten

Doch nicht nur als vollständiger Ersatz sondern auch als Ergänzung zu anderen Verkehrsmitteln ist das Fahrrad sinnvoll. Ziel muss es sein, dass die Vorteile des Fußgänger-, Fahrrad und Öffentlichen Verkehrs genutzt und kombiniert werden, so dass in Städten ein selbsterklärendes multimodales Mobilitätssystem geschaffen wird, das eine echte Alternative zum motorisierten Individualverkehr darstellt. Das Auto als Verkehrsmittel soll dabei nicht komplett verdrängt werden, unnötige Fahrten jedoch vermieden werden und Alternativen zum Autobesitz angeboten werden. Die Einbindung von Carsharing-Angeboten in multimodale Systeme ist ebenfalls anzustreben.

Vor diesem Hintergrund muss daher gezielt der Aufbau eines multimodalen Mobilitätssystems angestrebt werden, der sich auf folgenden Einzelkomponenten zusammensetzt:

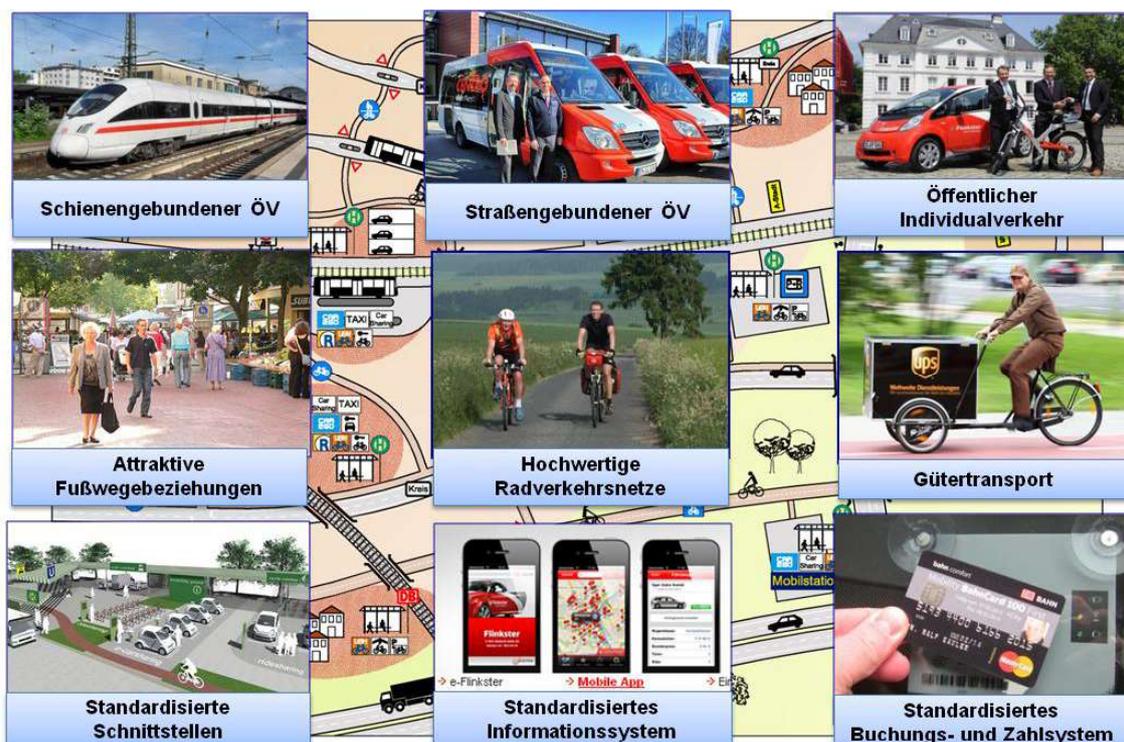


Abbildung 6: Einzelkomponenten eines selbsterklärenden multimodalen Mobilitätssystems

Diese Einzelbausteine des multimodalen Mobilitätssystems müssen im Folgenden individuell auf die Siedlungs- und Bevölkerungsstruktur von Städten und Kommunen angepasst werden, so dass hier ein Gesamtmobilitätssystem mit dem Rückgrat der Nahmobilität konzipiert wird.

Vor diesem Hintergrund muss daher gezielt auch über den Ausbau von Infrastrukturelementen wie weiterer Ladeinfrastruktur und Mobilstationen nachgedacht werden, um auf diese Weise ein multimodales Verkehrssystem aufzubauen. Eine enge Abstimmung mit Nachbarkommunen und Landkreisen ist aus diesem Grund anzustreben.

Damit wird auch dem Ziel Rechnung getragen, eine systematische und effektive Elektromobilität in der Stadt zu realisieren.

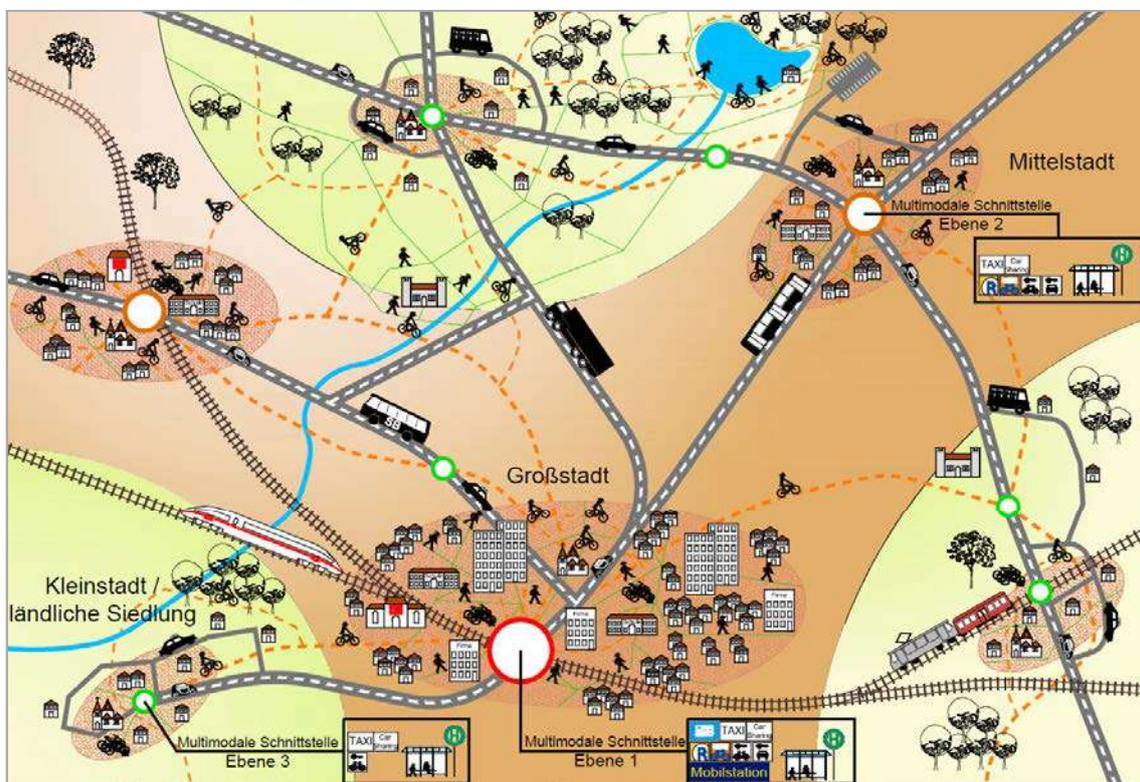


Abbildung 7: Idealtypischer Entwurf eines regionalen Nahmobilitätssystems/ multimodalen Mobilitätssystems

### 3.1.1.7 Die Rolle der Automobilindustrie in Deutschland

Die Deutschen kaufen die meisten Autos in Europa: ca. 3,5 Millionen PKW pro Jahr, 22 % des Gesamtabsatzvolumens, siehe Abbildung 8, [9].

Die Automobilindustrie ist in Deutschland ein wichtiger Pfeiler der Gesellschaft. Ca. 450 Mrd. € Umsatz wird durch die Automobil und -zulieferer-Produktion jährlich erwirtschaftet. Das ist ca. drei Mal so viel, wie im Vergleich zu Frankreich, dem zweitgrößten Hersteller-Land in Europa. Für 2019 wird eine Fahrzeugproduktion von 6,3 Millionen erwartet. Die Exportquote beträgt 65%, davon ca. 2/3 innerhalb Europas.

835.000 Beschäftigte in der Automobilindustrie und >300.000 in der Zulieferindustrie tragen ~1/4 zum gesamten Produktionsumsatz in Deutschland bei, ~1,8 Millionen Arbeitsplätze hängen damit direkt oder indirekt an der Automobilindustrie. [10]

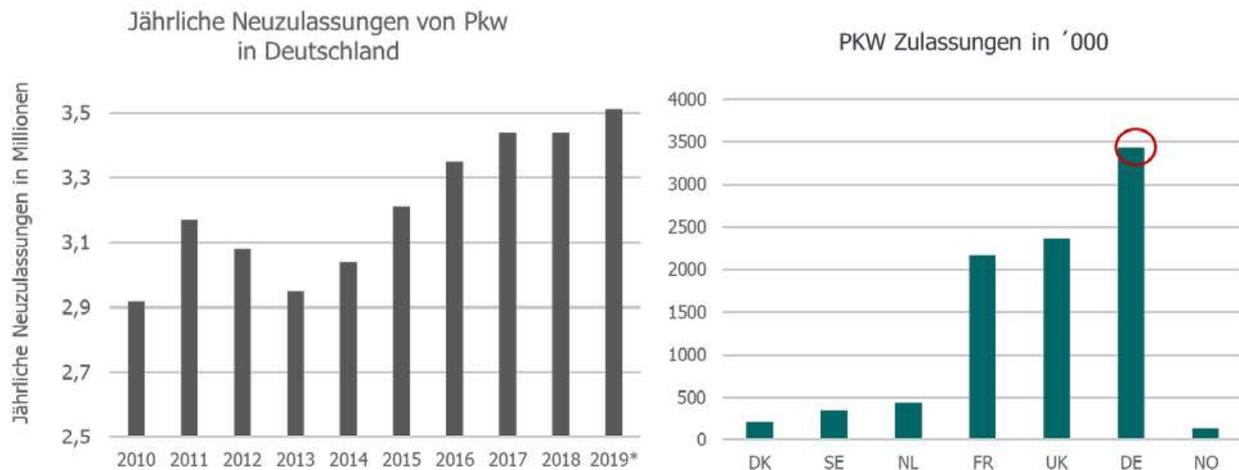


Abbildung 8: Jährliche Neuzulassungen von PKW in Deutschland und im europäischen Vergleich

Eine Studie hat 2015 ermittelt, dass 457.000 Angestellte direkt und 163.100 Angestellte indirekt von einem Verkaufsverbot für ICE-Fahrzeuge (*internal combustion engine*-Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, z.B. Benzin oder Diesel) betroffen wären (z.B. im Jahr 2030, wie damals diskutiert). 48 Mrd. € Bruttoumsatz wäre bedroht (~10%). [10]

In keinem anderen europäischen Land hat die Automobilindustrie eine solche Stellung. Dies erklärt möglicherweise, weshalb in Deutschland die Transformation zur Elektromobilität bisher deutlich langsamer verläuft als anderswo.

### 3.1.1.8 Strategien der Automobilhersteller

Durch die Digitalisierung werden ganz neue Konzepte und Geschäftsmodelle ermöglicht und die Zukunft der Mobilität ist „CASE“ – *connected* (vernetzt), *automated* (automatisiert oder autonom), *shared* (Teilhabe, Carsharing) und *electric* (elektrisch). Alle Automobilhersteller richten ihre Entwicklung nach diesen Schwerpunkten aus und transformieren sich weg von Produktherstellern hin zu Mobilitätsanbietern und damit Dienstleistern.

Für diese Neuorientierung gibt es mannigfaltige Motive. Für die ersten beiden Punkte treibt die „*Vision Zero*“ die Entwicklung an. „*Vision Zero*“ strebt „Null Unfälle“ an und bezeichnet verschiedene Ansätze, Unfälle und Verletzungen sowie Erkrankungen des Menschen zu verhindern (siehe [24]). Das Ziel der Automobilhersteller ist es, die Fahrzeuginsassen im Falle eines Unfalls einer geringeren Gefährdung auszusetzen und Null Todesfälle beklagen zu müssen.

Effizienz ist ebenfalls eine Motivation für die Neuorientierung: weniger Staus durch flüssigeren Verkehr, Reduktion des Parkplatzsuchverkehrs und natürlich Energieeffizienz und Emissionsreduktion.

Zuletzt sind ebenfalls neue Geschäftsmodelle ein Motiv zur Neuorientierung. Transportdienstleistungen, *Carsharing* (die organisierte gemeinschaftliche Nutzung eines oder mehrerer Automobile auf der Grundlage einer Rahmenvereinbarung (siehe [25])), *ride sharing* (die gemeinsame Nutzung eines Fahrzeug für den Transport von Personen von einem Ort zum anderen (siehe [26])), *valet parking* (das Parken von Kundenfahrzeugen wird gegen eine Gebühr übernommen (siehe [27])) etc. und Services und Verkaufsangebote für Passagiere sind dabei wichtige Motive für neue Geschäftsmodelle.

### 3.1.2 Elektromobilitätsziele in Deutschland

Deutschland soll Leitmarkt und -anbieter für Elektromobilität weltweit werden. So hat es die „Nationale Plattform für Elektromobilität“ – ein Gremium und Arbeitskreis aus Vertretern aller betroffenen Wirtschaftszweige und involvierten Forschungs- und Entwicklungs-Institutionen 2008 bestimmt. Außerdem soll Technologie-Führerschaft in der Wertschöpfungskette von Batterien bis zu Web-basierten Dienstleistungen rund um das Thema E-Mobilität erreicht werden.

Im Folgenden wird auf die Ziele für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur näher eingegangen.

#### 3.1.2.1 Ziele für Elektrofahrzeuge

Für 2022 ist das Flottenziel ein Anteil von 1 Millionen Elektrofahrzeugen auf den deutschen Straßen. Dieses Ziel war ehemals für 2020 gesetzt worden, dies wurde allerdings frühzeitig revidiert. Zudem wurde es dahingehend angepasst, dass zunächst das Ziel für reine Elektrofahrzeuge (EV) galt und heute Plug-In Elektrofahrzeuge (PHEV) mitgezählt werden.

Die globale Marktentwicklung wird auf 15 bis 25% EV-Registrierungen bis 2025 anwachsen.

Für Deutschland bedeutet dies umgerechnet einen Bestand von zwei bis drei Millionen EV / PHEV und einen Marktanteil von 4 bis 6,5%. Der Zielkorridor für 2030 ist definiert mit 7 bis 10,5 Millionen EV / PHEV. Die NPM (Nationale Plattform für Mobilität) hat diese Ziele im „Mittleren Szenario“ bzw. im „Pro – EV Szenario“ festgelegt. (siehe Tabelle 1 und Abbildung 9, [11])

Die Industrie erachtet das als ambitioniert, aber möglich. Dies würde Zulassungsquoten von 40 bis 45% nach 2025 oder entsprechend 55 bis 60% bedeuten. 2030 würden weiterhin 50% aller Neuzulassungen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor sein.

Mit diesen Zielen würden in 2030 erhebliche Reduktionen der Treibhausgasemissionen erreicht (15-23 Millionen Tonnen gegenüber 2015), die nationalen Ziele würden dennoch nicht erreicht. Zudem werden steigender Mobilitätsbedarf und Gesamtfahrleistung weiter mit mehr als sechs Prozent Wachstum pro Jahr vorausgesagt. Das bedeutet, dass weitere Maßnahmen erforderlich sein werden.

	2022	2025	2030
„mittleres Szenario“	1 Million	2 Millionen	7 Millionen
„pro-EV Szenario“		3 Millionen	10,5 Millionen

Tabelle 1: Markthochlaufszennarien und nationale Ziele für EV/PHEV Flotte im Bestand

#### 3.1.2.2 Ladeinfrastruktur-Bedarf

Für die Versorgung von 1 Millionen EV werden 70.000 öffentliche Normal-Ladepunkte (AC <= 22kW) und 7.100 Schnell-Ladepunkte (DC) benötigt. Außerdem werden ca. 1 Millionen private Ladepunkte für 1 Millionen EV / PHEV für 2022 gebraucht. [11]

Für 2025 ergibt sich für das mittlere Szenario ein Bedarf von 145.000 öffentlichen AC und DC Ladepunkten. Bei einem Pro-EV-Szenario hingegen würde ein Bedarf von 210.000 öffentlichen AC und DC Ladepunkten anfallen.

Die Entwicklung von Ladeinfrastruktur und EV Bestand wird in Abbildung 9 illustriert.

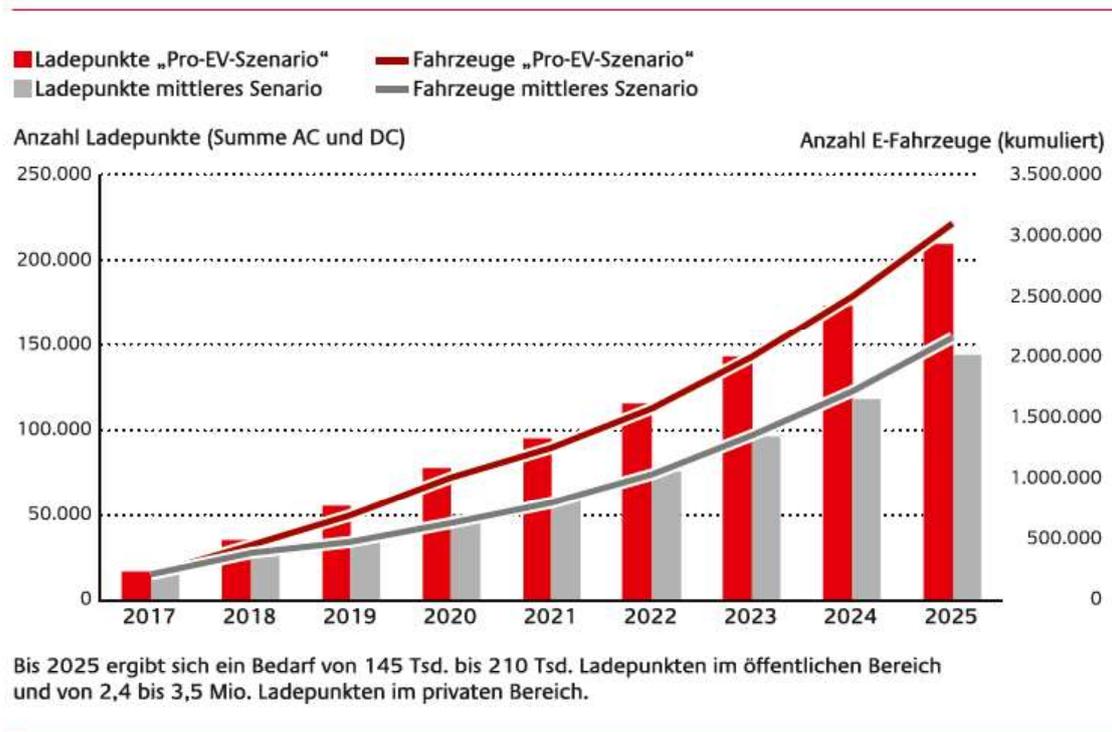


Abbildung 9: Ziele für Deutschland in zwei Szenarien für Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur bis 2025

Der private Ladebedarf für 2025 wird je nach Szenario auf 2,4 bis 3,5 Millionen Ladepunkte geschätzt. Dafür bedarf es noch erheblicher Maßnahmen, bspw. Änderungen im Wohnungseigentumsgesetz (WEG), um private Investitionen zu ermöglichen bzw. zu erleichtern.

### 3.1.3 Politische Maßnahmen in Deutschland

Am 18. Mai 2016 hat das Bundeskabinett ein Marktanreizprogramm für die Elektromobilität beschlossen.[12] Die wesentlichen Maßnahmen werden hier vorgestellt.<sup>2</sup>

#### 3.1.3.1 Kaufprämie für Elektrofahrzeuge

<sup>2</sup> Berichtsstand Dezember 2019. Im Sommer 2020 wurde ein Konjunkturpaket verabschiedet, das weitere Maßnahmen für die Förderung der Elektromobilität enthält.

Ein Förderprogramm bezuschusst den Kauf eines EV/PHEV/FCV mit einem Bonus. Dieser wird zur Hälfte vom BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) und zur Hälfte vom Automobilhersteller zur Verfügung gestellt.

Bis zum April 2019 wurden insgesamt nur 113.993 Anträge registriert (das Budget bis Juni 2019 hatte eine Deckung von bis zu 300.000 Anträgen, also ist das Programm deutlich hinter dem Plan). Es gab 74.906 Anträge für EV, 39.027 Anträge für PHEV und 60 für FCEV.<sup>3</sup> Die Zahlen steigen an, allerdings ist das Modellangebot noch nicht ausreichend und die Lieferzeiten sind derzeit sehr lang.

Das Programm wurde 2016 eingeführt und sollte bis 2019 terminiert sein. Es wurde jetzt bis Ende 2025 verlängert (siehe [15]). Der zugehörige Gesetzentwurf wurde am 29.11.2019 im Bundesrat beschlossen. Der Bund stellt 2,09 Millionen € bereit. Die Förderung läuft bis Ende 2025 oder bis das Budget aufgebraucht ist.

Der sogenannte Umweltbonus wurde von 4.000 € ursprünglich erhöht und beträgt jetzt 6.000 € für Elektrofahrzeuge mit einem Netto-Listenpreis von weniger als 40.000 € und 5.000 € für bis zu 65.000 € Netto-Listenpreis. Bei PHEV beträgt der Bonus jetzt 4.500 € bis zu einem Netto-Listenpreis von 40.000 Euro und 3.750 € bis zu einem Netto-Listenpreis von 65.000 €. <sup>4</sup>

### **3.1.3.2 NRW Landesförderung für Elektronutzfahrzeuge**

Nordrhein-Westfalen hat im Februar 2019 eine zusätzliche Kaufprämie für Unternehmen eingeführt, um die Anschaffung von Elektrofahrzeugen anzuschieben. Rund 6.000 E-Fahrzeuge sind gefördert worden. Mit der Erhöhung des Umweltbonus des Bundes fällt die Förderung von NRW für PKW jetzt weg, um Doppelförderung zu vermeiden. Eine Förderung von Elektronutzfahrzeugen ab 2,3 Tonnen in Höhe von 8.000 € bleibt aber bestehen. Ebenso kann bei guter Bonität eine Finanzierung zum Nullzinssatz bei der NRW.BANK für Elektroautos erlangt werden.[16]

### **3.1.3.3 Steuervorteile von Elektrofahrzeugen**

Elektrofahrzeuge sind für 10 Jahre von der KfZ-Steuer befreit. Dies gilt für Fahrzeuge mit einer Erstzulassung bis einschließlich 31.12.2020. (E-Kennzeichen)

Kostenfrei zur Verfügung gestellter Ladestrom am Arbeitsplatz ist nicht steuerpflichtig im Sinne der Besteuerung als geldwerter Vorteil für Angestellte. Dies war zunächst bis Ende 2020 gültig und ist nun bis Ende 2030 verlängert worden.

Die Begünstigung bei Steuern auf den privaten Nutzungsanteil von EV-Dienstwagen im Vergleich zur 1 Prozent-Regelung für herkömmliche PKW wurde ebenfalls verlängert bis 2030, nun in zwei Stufen gestaltet: Von 2022 bis 2024 werden nur Elektro- und Hybridfahrzeuge begünstigt, die eine

---

<sup>3</sup> Bis zum Stichtag 30. September 2020 sind bei der Behörde seit der Einführung des Umweltbonus insgesamt 284.482 Anträge auf die Kaufprämie eingegangen, davon 176.298 für Batterie-elektrische Fahrzeuge, 108.015 für Plug-In-Hybride und 169 für Brennstoffzellen-Fahrzeuge.[13]

<sup>4</sup> Zum 1.07.2020 wurde der Bonus erneut angepasst und im Rahmen des Konjunkturpakets umbenannt in Innovationsprämie. Sie beträgt derzeit 9.000 € für EV bis 40.000 € Nettolistenpreis, bzw. 7.500 € bis 65.000 € und 6.750 € bzw. 5.625 € analog für PHEV.



Mindestreichweite mit reinem Elektroantrieb von 60 km oder einen maximalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 50 g/km haben, im Zeitraum von 2025 bis 2030 steigt die erforderliche rein elektrische Mindestreichweite auf 80 km.

Wie beim Umweltbonus werden günstigere Modelle stärker gefördert. Elektroautos mit einem Brutto-Listenpreis bis maximal 40.000 € werden mit 0,25 Prozent als geldwerter Vorteil steuerlich angesetzt. Für alle anderen sind 0,5 Prozent des Brutto-Listenpreises steuerlich anzusetzen. Das gilt für eine Anschaffung vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2031, auch rückwirkend.

Diese Maßnahmen können einen deutlichen Hebel zur Absatzsteigerung bedeuten, sobald das Fahrzeugangebot steigt und Lieferzeiten verkürzt werden. Der VW Passat beispielsweise ist zu 84 Prozent von Firmen zugelassen, für den VW Golf sind es 72 Prozent. Modelle deutscher Autohersteller haben einen hohen Anteil an den Firmenfahrzeugen. Sobald entsprechende EV/PHEV angeboten werden, wird dieses Segment durch solche Regierungsprogramme zusätzlich gestärkt.

Für Unternehmen wird zusätzlich die Sonderabschreibung von einmalig 50 Prozent der Anschaffungskosten von 2020 bis 2030 auf elektrische Lieferfahrzeuge kleiner und mittlerer Größe attraktiv. Dies gilt auch für E-Lastenfahräder mit 1 Kubikmeter Mindest-Transportvolumen und einer Nutzlast von mindestens 150 Kilogramm.

#### **3.1.3.4 Investitionsförderung für öffentliche Lade-Infrastruktur**

Teil des Marktanzreizprogramms ist auch die Förderung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Seit Anfang 2017 wird im Rahmen des Förderprogramms der Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur durch eine anteilige Finanzierung der Investitionskosten gefördert. Mit dem Programm will die Bundesregierung den Aufbau eines flächendeckenden Netzes von Schnelllade- und Normalladestationen initiieren. Ziel ist der Aufbau von zusätzlich mindestens 15.000 Ladesäulen bis 2020. Die Bundesregierung stellt dafür 300 Millionen € von 2017 bis 2020 bereit (siehe [12]). Unterstützt werden sowohl private Investoren als auch Städte und Gemeinden. Auch die EU verpflichtet die Mitgliedstaaten in ihrer Richtlinie über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (*Alternative Fuels Infrastructure Directive* - AFID) auf der Grundlage eines durch jeden Mitgliedstaat bis November 2016 zu erarbeitenden Nationalen Strategierahmens (NSR) zu einem flächendeckenden und ausgewogenen Aufbau an Ladeinfrastruktur.

Um diese Ziele einzuhalten, werden sowohl national als auch regional Wirtschaftsförderprogramme und Maßnahmen durchgeführt. Ein Förderprogramm ist beispielsweise das regionale Wirtschaftsförderprogramm in NRW, welches Förderangebote sowohl für gewerbliche Wirtschaft als auch Vorhaben im Bereich der wirtschaftsnahen Infrastruktur anbietet (siehe [14]).

Im BMVI Programm werden 10.000 Normal-Ladepunkte ( $\leq 22\text{kW}$ ) und 5.000 Schnell-Ladepunkte ( $>22\text{kW}$ ) gefördert. Die Förderung von Projektkosten (inklusive Hardware-Beschaffung, Netzanschluss, Installation) beträgt bis zu 40 Prozent. Die Voraussetzungen sind öffentlich zugängliche Ladepunkte, erneuerbare Energie-Versorgung und Konformität mit der LSV (Ladesäulenverordnung).[54]

Abbildung 10:  
Ausbau öffentlich  
zugängliche  
Ladeinfrastruktur

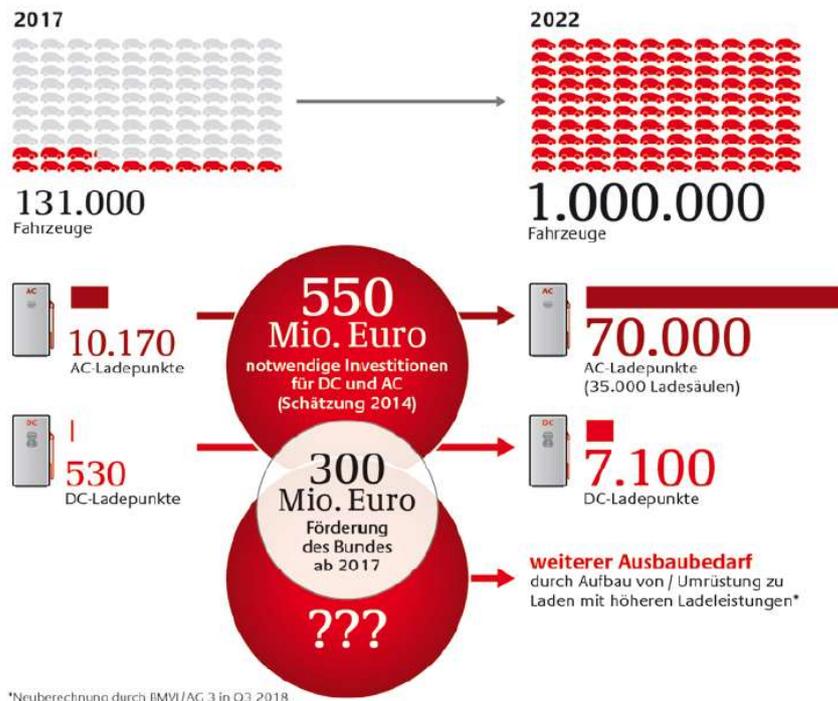


Abbildung 10: Prognose Ladeinfrastrukturausbau-Bedarf

### 3.1.3.5 Status des Ladesäulenprogramms

Dieses Programm, mit dem Ziel insgesamt 70.000 öffentliche normal-Ladepunkte (LP) (AC ≤ 22kW) und 7.100 öffentliche Schnell-LP (DC >22kW) zu schaffen, soll die nötige Infrastruktur für einen Bestand von 1 Millionen EV/PHEV im Jahr 2022 bereitstellen.

Der Status der ersten zwei Förderaufrufe ist wie folgt: 3.000 Anträge bis Mitte November 2018; 15.803 Ladepunkte (LP), die bewilligt wurden (davon 13.473 normales Laden und 2.330 schnelles Laden). Dies korrespondiert mit 76 Millionen € Förderung und führt zu mehr als einer Verdoppelung der damaligen Kapazität.

Bis Februar 2019 sind 1.248 Anträge im dritten Aufruf für 5.000 Ladepunkte eingegangen. Dies entspricht 118 Millionen € Förderung. Insgesamt beläuft sich der Antrags-Wert damit auf 194 Millionen € (65 Prozent des Budgets). 50 Prozent des Budgets wurde bereits bewilligt (März 2019, Bericht der Nationalen Plattform für Mobilität/ NPM).

Am 19. August 2019 hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) seinen vierten Aufruf zur Förderung des Aufbaus von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur veröffentlicht. Anträge müssen bis zum 30. Oktober 2019 eingereicht werden. Das Budget beträgt 100 Millionen € für 5.000 plus 5.000 LPs.

Am 18.11.2019 hat das Bundeskabinett den Masterplan Ladeinfrastruktur beschlossen. Demnach soll der Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur weiter beschleunigt werden. In den nächsten zwei Jahren sollen 50.000 öffentliche Ladepunkte entstehen - bis 2022 sollen die Autobauer hierzu 15.000 öffentliche Ladepunkte beisteuern. Zusätzlich werden 2020 erstmals 50 Millionen Euro für private



Lademöglichkeiten zur Verfügung stehen. Zudem sollen verstärkt Ladepunkte auf Kundenparkplätzen gefördert werden, ein Aufruf hierzu soll im Frühjahr 2020 starten. Das Problem bei den Kundenparkplätzen ist bislang die Zugänglichkeit: Voraussetzung für eine Förderung ist, dass die Ladesäule 24/7 nutzbar ist – viele Kundenparkplätze sind aber außerhalb der Öffnungszeiten geschlossen.[20]<sup>56</sup>

### **3.1.3.6 NRW Landesförderung für Ladeinfrastruktur**

Die Landesregierung will im Rahmen ihres Förderprogramms „Emissionsarme Mobilität“ die Erweiterung von Ladeinfrastrukturangeboten fördern. Für den Sommer 2020 sind Zuschüsse für Wallboxen und Ladesäulen geplant sowie die Unterstützung zur Nutzung intelligenter Ladeinfrastruktur, die Einbindung in das Stromnetz und die ortsnahe und klimafreundliche Erzeugung des benötigten Ladestroms. So sollen künftig auch Batteriespeicher gefördert werden.[16]<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Im Oktober 2020 wurde die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur unter dem Dach der bundeseigenen NOW GmbH vom BMVI offiziell eröffnet. Sie soll bei Planung und Förderung des Ausbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur neue Wege gehen und die Umsetzung des Masterplans Ladeinfrastruktur koordinieren. [17]

<sup>6</sup> Im November 2020 startet das Förderprogramm für private Ladeinfrastruktur, in dem Privatleute für eine intelligente Wallbox, die mit Grünstrom betrieben wird, bis zu 900 € Förderung erhalten können. Das Förderprojekt mit einem Gesamtbudget von 200 Millionen Euro soll über die KfW abgewickelt werden.[18]

<sup>7</sup> Die NRW Landesregierung hat bis Ende November die Fördersätze erhöht.[19]

### 3.1.4 Marktentwicklung der Elektromobilität

#### 3.1.4.1 Aktueller Bestand der Elektrofahrzeuge

Alternative Antriebe haben noch keinen signifikanten Anteil am Fahrzeugbestand in Deutschland (siehe Abbildung 11, [21])

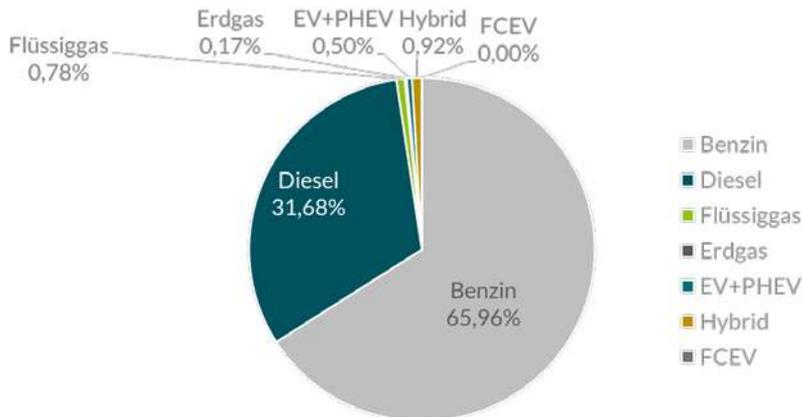


Abbildung 11: PKW Bestand in Deutschland, Stand 31.12.2019

Das Niveau ist mit <1% noch niedrig aber der „*Tipping Point*“, der sogenannte Kipppunkt, ist überwunden: Der Einstieg in ein beschleunigtes Wachstum von Elektromobilität ist zu beobachten.

Global wurden knapp 1,2 Millionen im Jahr 2017 und 2,1 Millionen EV/PHEV im Jahr 2018 verkauft. Dies entspricht einem Zuwachs von 75 Prozent. In 2019 hat sich der Zuwachs mit 9 % auf 2,3 Millionen stark verlangsamt. Im globalen Vergleich stellt sich das Marktwachstum in Europa und Deutschland in 2019 jedoch deutlich positiver dar.

2017 haben sich die Zulassungszahlen in Deutschland im Vergleich zum Vorjahr erstmalig mit 25.056 neuzugelassenen EV plus 29.436 PHEV verdoppelt (siehe [22]). Mit knapp 55.000 war die Zahl jedoch absolut gesehen noch sehr niedrig. Zum 01.01.2019 waren in Deutschland 150.172 EV/PHEV zugelassen. Die Neuzulassungen liegen noch bei einem sehr geringen Anteil von ca. 1-2%. Im Zeitverlauf ist jedoch zu erkennen, dass das EV-/PHEV-Wachstum mittlerweile das Wachstum bei Hybriden übersteigt (siehe Abbildung 12, EV+PHEV Darstellung auf der linken Achse, Hybrid auf der rechten Achse, absolute Flottengröße ca. Faktor 2).[23] Heute kann man somit einen dynamischen exponentiellen Anstieg beim Wachstum ausmachen. Im Jahr 2019 wurde in Deutschland die „100.000-Marke“ überschritten: 63.281 Elektrofahrzeuge und 45.348 Plug-In Hybride wurden zugelassen.

Prognosen zufolge kann ab 2020, spätestens 2021 bereits mit Marktanteilen von 10% und mehr gerechnet werden. Nicht nur steigt das Interesse bei den Kunden und Fördermöglichkeiten und Boni erhöhen die Kaufbereitschaft. Insbesondere auf der Angebotsseite wird es eine deutliche Zunahme an Angeboten geben. Die Modellvielfalt steigt enorm. Alle Automobil-Hersteller haben engagierte Elektromobilitätsstrategien, die eindrucksvoll durch die Investitionen belegt werden, die sowohl in

Forschung und Entwicklung als auch in die Produktion fließen. Erst Anfang November 2019 hat Volkswagen die Fertigung für den ID.3 in Zwickau angefahren.<sup>8</sup>

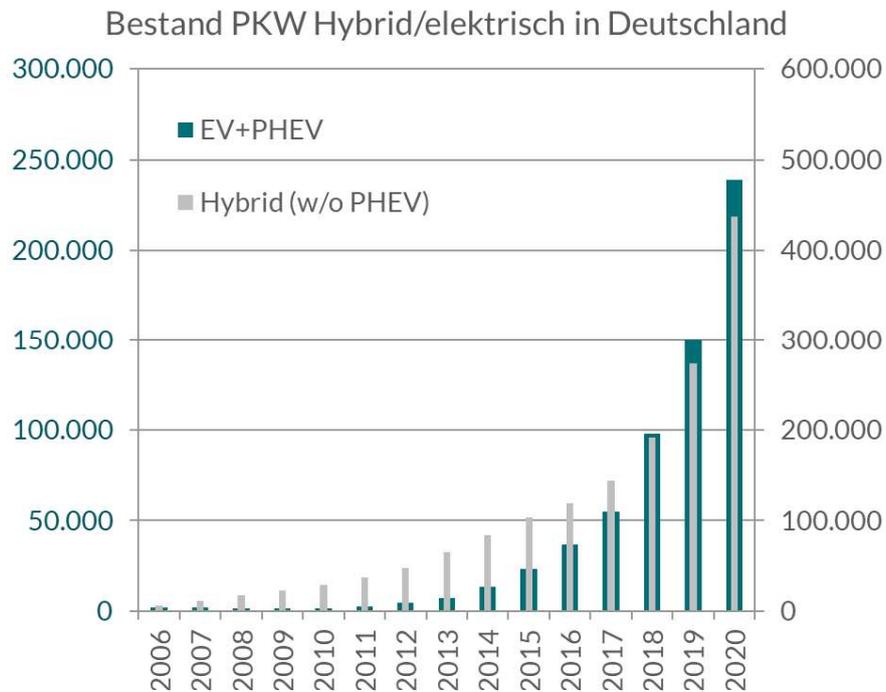


Abbildung 12: Entwicklung des EV Bestands in Deutschland, jeweils per 01.01. des Jahres

Ab 2020 gelten neue CO<sub>2</sub>-Grenzwerte in der EU und noch nicht alle Hersteller können mit Ihren Flottenverbräuchen die Ziele erreichen, es drohen drastische Strafzahlungen. Schon deshalb werden Elektroautos ab 2020 zu attraktiven Konditionen auf den Markt kommen.

### 3.1.4.2 Marktwachstum – Ausblick

Abbildung 13 zeigt eine Projektion der Entwicklung für Elektrofahrzeuge (EV+PHEV) im Bestand in Deutschland, wie sie sich aus den nationalen Zielen ableitet. [83]

<sup>8</sup> Anfang September 2020 wurden die ersten ID.3 an Privatkunden ausgeliefert.

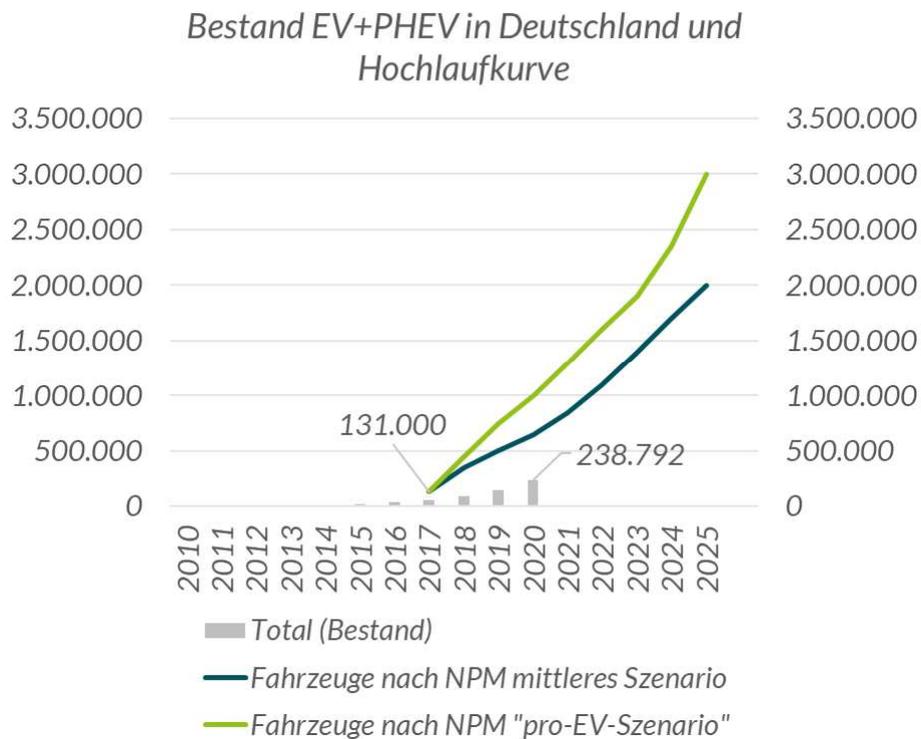


Abbildung 13: Ableitung des Markthochlaufs Elektromobilität aus nationalen Zielen

### 3.1.5 Fahrzeug-Trends in der Elektromobilität

Parallele Entwicklungen und Technologieschübe in vielen kritischen Anwendungsbereichen konvergieren und ermöglichen so den angestrebten Markthochlauf der Elektromobilität. Als Ergebnis steigt die Modellvielfalt und Preise sinken durch Massenfertigung.

#### 3.1.5.1 Batteriepreis-Entwicklung

In den letzten 10 Jahren hat sich der durchschnittliche Preis für Li-Ionen Zellen halbiert und nähert sich auch aufgrund der Volumensteigerung einem attraktiven Niveau.

Der Preis pro kWh für Li-Ionen Zellen (Energiespeicherkapazität als Maß) ist seit 2001 drastisch gesunken. Wo dieser 2001 noch bei ca. 1000 Dollar pro Kilowattstunde Kapazität war, ist er 2018 bei ca. 200 Dollar pro Kilowattstunde Kapazität angelangt. [84]



Abbildung 14: Durchschnittliche Zellpreise und Kobaltpreis der letzten 10 Jahre

Dennoch werden in den kommenden Jahren des rasanten Wachstums die Rohstoffverfügbarkeit, Rohstoffpreise und Produktionskapazitäten entscheidenden Einfluss auf die Preise von Batterien haben. Enorme Investitionen sind in den kommenden Jahren erforderlich, um den weltweiten Bedarf nach Rohstoffen zu decken. Die Weiterentwicklung der Technologie und Komponenten sind unerlässlich. Beispielsweise ist anzustreben, den Kobalt-Anteil in den Kathodenmaterialien für Li-Ionen Zellen zu reduzieren. Der Kobaltpreis unterliegt erheblichen Schwankungen, seit 2016 war erneut ein starker Anstieg zu beobachten. Wo der Kobaltpreis 2001 noch bei ca. 22 Dollar pro Kilogramm lag, notierte er 2018 bereits bei 72 Dollar pro Kilogramm. Je weniger Reserven zur Verfügung stehen, desto teurer wird Kobalt werden.<sup>9</sup> (siehe Abbildung 14)

Kobalt wird vorwiegend im Kongo unter nicht immer ethisch anerkannten Bedingungen abgebaut. China hat sich den Zugang umfassend gesichert. Hier spielen wesentlich global-politische Einflüsse eine Rolle bei der Beschaffung kritischer Rohstoffe.

### 3.1.5.2 Trend Reichweite

Sinkende Batteriepreise und steigende Energiedichte der Batterien erlauben größere Batterien und damit eine höhere Reichweite.

Waren vor 10 Jahren Elektrofahrzeuge mit maximal 100-150 km Reichweite auf dem Markt, so ist heute 300-400 km Reichweite der Standard für Elektrofahrzeuge mit heute vorwiegend 40kWh Batterie-Kapazität. Künftig wird es zunehmend auch Modelle in der Klasse von 60 und 100 kWh geben. Damit werden alle PKW-Segmente mit Elektroantrieben angeboten. Abbildung 15 zeigt, wie für die verschiedenen Segmente Reichweite und Batteriegröße zusammenhängen – die Blasengröße beschreibt die Batteriekapazität. [85]

<sup>9</sup> Der Kobalt-Preis durchlief in 2018 ein Maximum. Seit Anfang 2019 schwankt der Kobalt-Preis zwischen 30 und 35 \$/kg

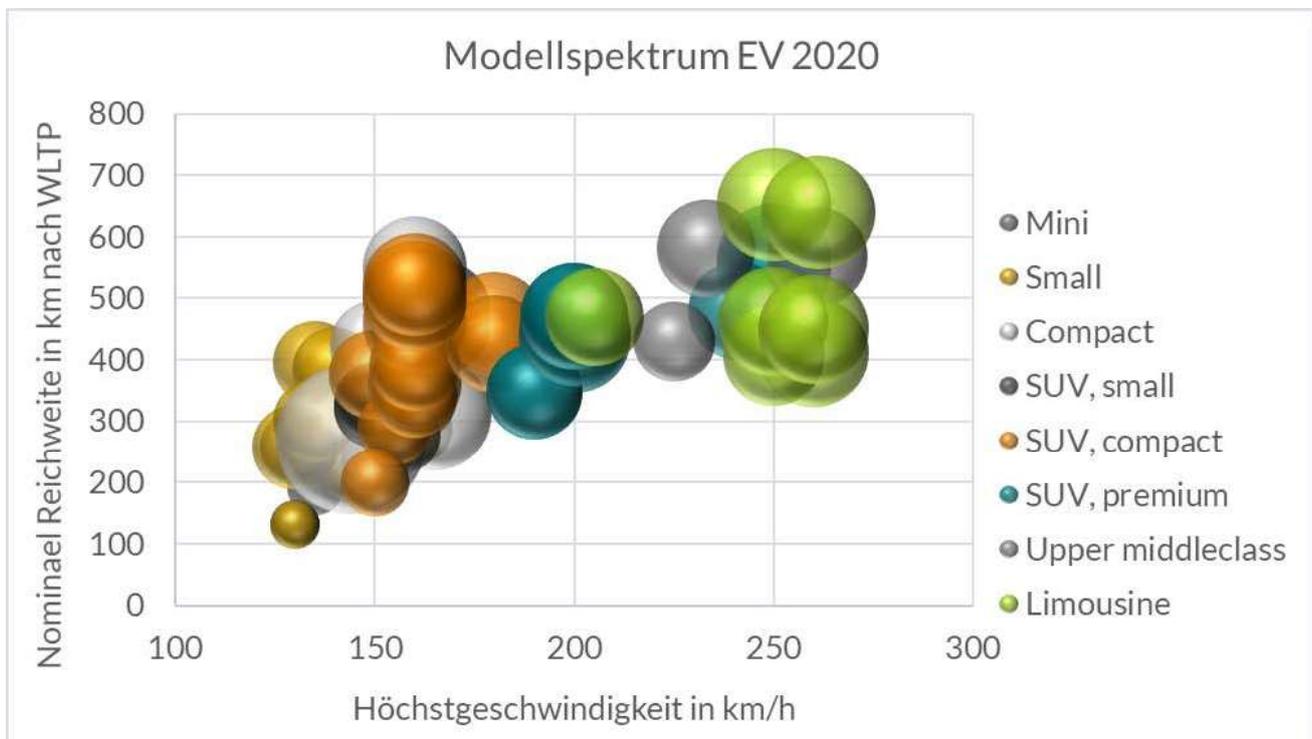


Abbildung 15: EV-Modellspektrum nach PKW-Segmenten nach Reichweite und Batteriegröße (repräsentiert durch Blasengröße)

Kleinfahrzeuge mit einer Batteriekapazität von maximal 25 kWh und eine Reichweite von bis zu 200km sind heute kaum noch im Angebot. Mittlerweile wird das Kompaktsegment stark gestärkt mit einer mittleren Reichweite. Diese Fahrzeuge haben dann eine Batteriekapazität von ca. 40 kWh und eine Reichweite von bis zu 300km im Realbetrieb, das bedeutet in der Regel 350-450 km nominale Reichweite (Herstellerangaben nach WLTP Zyklus – diese sind in der Abbildung dargestellt). Mittelklasse Fahrzeuge haben Batteriekapazitäten von 40 bis 80 kWh. 40 kWh große Batterien ermöglichen eine Reichweite von bis zu 200km und 80 kWh große Batterien mehr als 500 km Reichweite – stark abhängig jedoch vom Fahrzeuggewicht und Design (SUV haben z.B. Nachteile gegenüber Sportwagen aufgrund der schlechteren Aerodynamik). 60 kWh große Batterien für eine Reichweite bis zu 300km sind ebenfalls bereits im Angebot. Premiumfahrzeuge werden mit Batteriegrößen von 80 kWh und maximal 300 km Reichweite und mehr als 100 kWh und mehr als 500 km Reichweite angeboten.

### 3.1.5.3 Trend Schnellladen

Höhere Batteriekapazitäten erfordern höhere Ladeleistung. Schnellladen wird mit zunehmender Batteriegröße deshalb immer wichtiger. DC-Laden mit Leistungen von 50 – 150 – 350 kW wird angeboten werden (müssen).

Aus dem Grund haben sich die Automobilhersteller wie Audi, BMW, Daimler, Ford, Porsche und VW mit Stromanbietern zu einem Joint Venture zusammengeschlossen. In der Allianz Ionity GmbH baut das Konsortium europaweit 400 Schnellladestandorte mit bis zu 350kW Leistung an durchschnittlich sechs Ladepunkten pro Standort bis Ende 2020 auf. [86]



Abbildung 16: Ionity GmbH und seine Gesellschafter

Damit wird die Ladeinfrastruktur Europas gefördert und Fernreisen enorm erleichtert.

Der Verein CharIn vertritt diese und weitere Mitglieder und treibt die Entwicklung des Ladestandards CCS voran, der europaweit DC-Laden vereinheitlicht und dafür sorgt, dass Ladeinfrastruktur und Fahrzeuge kompatibel miteinander sind – Stichwort „Interoperabilität“. Abbildung 17 verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen Reichweite, Batteriegröße und erforderlicher Ladeleistung für verschiedene Anwendungsfälle. [87]

### Current and future EV passenger car market segments

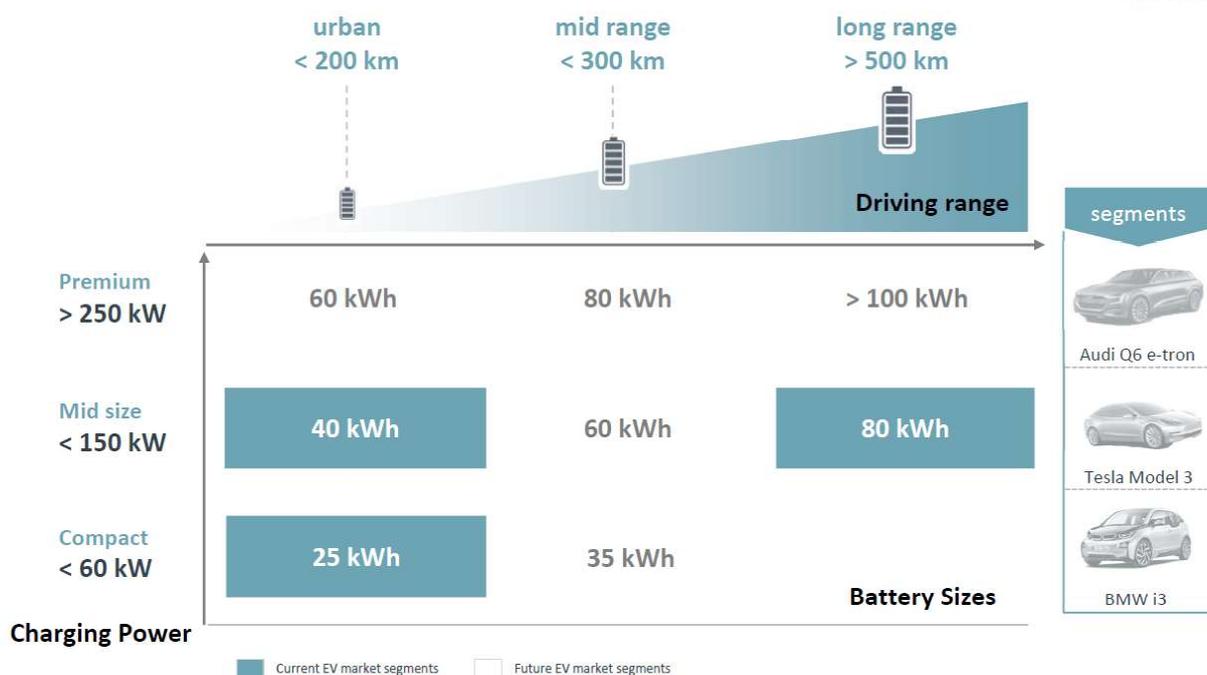


Abbildung 17: Schnellladen - Wegbereiter für Fernreisen

### 3.1.5.4 EV versus PHEV

EV steht für *Electric Vehicle* und bezeichnet Elektroautos, welche ausschließlich mit Elektrizität aus einer Batterie angetrieben werden, manchmal auch als BEV bezeichnet (*Battery Electric Vehicle*). PHEV hingegen steht für *Plug-In Hybrid Electric Vehicle* und bezeichnet die Hybridautos, welche sowohl einen Verbrennungsmotor als auch einen Elektromotor haben. Diese haben meist eine elektrische Reichweite von bis zu 50 Kilometer.

Sowohl EV als auch PHEV verfügen über ein System, welches erlaubt beim Bremsen Energie zurückzugewinnen. Dabei wird die kinetische Energie beim Bremsen, die bei herkömmlichen Autos in reine Wärme- und Reibungsenergie umgewandelt würde, in elektrische Energie umgewandelt, welche die Batterie wieder lädt. Dadurch werden PHEV und EV im Vergleich zu herkömmlichen Verbrennern noch effizienter.

Der Nutzen von PHEV für das Klima ist jedoch umstritten. In der Regel ist der Verbrennungsmotor kleiner dimensioniert als in einem reinen ICE Fahrzeug und wird im rein verbrennungs-motorischen Betrieb nicht im optimalen Betriebsbereich betrieben, was zu verhältnismäßig höheren spezifischen Emissionen führt. Nicht immer wird die Batterie vom Nutzer aufgeladen, um maximal vom elektrischen Antrieb zu profitieren.

Andererseits lässt sich ein PHEV ohne Reichweitenangst nutzen. Viele sehen dies deshalb als Brückentechnologie an oder auch als geeigneten Einstieg in die Elektromobilität. Da Innovationen typischerweise in höherpreisigen Produkten eingeführt werden bevor günstigere Massenprodukte davon profitieren können und deutsche Hersteller stark im Premiumsegment positioniert sind, hat das Konzept PHEV in Deutschland (noch) eine Sonderstellung.

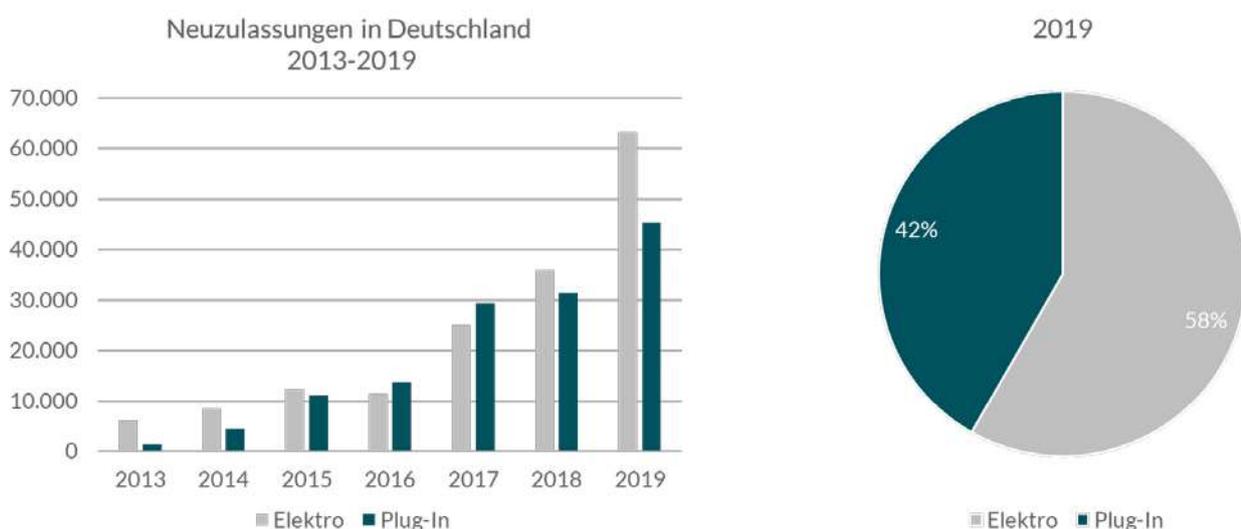


Abbildung 18: Entwicklung der Zulassungszahlen für EV und PHEV im Vergleich

Seit 2018 steigen die Zulassungszahlen für EV im Verhältnis stärker an. In 2019 ist der PHEV-Anteil auf 42% gesunken.<sup>10</sup> Ein möglicher Grund ist die zunehmend bessere Verfügbarkeit von EV Modellen. Zudem fördert die Regierung EV stärker als PHEV. Es ist damit zu rechnen, dass künftig Auflagen und technische Lösungen eingeführt werden, damit PHEV innerstädtisch elektrisch fahren (Stichwort *geofencing*).

### 3.1.5.5 Ökobilanz-Vergleich

In den letzten Jahren sind Elektroautos immer wieder hinterfragt und auch verdammt worden mit der Begründung, ihre Klimabilanz bzw. ihr ökologischer Fußabdruck sei noch schlechter als der von herkömmlichen Autos, weil die Batterieherstellung bereits einen enormen „CO<sub>2</sub>-Rucksack“ mitbringt, der über die gesamte Laufzeit nicht wieder kompensiert werden kann. Dies ist so nicht richtig.

Betrachtet man ein Kompaktfahrzeug unter vergleichbaren Bedingungen ist schon heute ein Elektrofahrzeug im Vorteil und dieser nimmt mit der Zeit weiter zu.

Viele der zuvor veröffentlichten Berechnungen haben unvollständige Daten zugrunde gelegt oder „Äpfel mit Birnen“ verglichen. Da insbesondere die Batterieherstellung und die der einzelnen Komponenten in der gesamten Wertschöpfungskette bei allen Herstellern streng vertraulich behandelt werden, liegen nach wie vor nur sehr unzureichende Informationen vor. Die in den ersten Veröffentlichungen 2017 und 2018 angenommenen Werte waren nicht repräsentativ. Zudem wurde häufig ein Tesla Model S mit einer überdurchschnittlich großen Batterie mit effizienten Verbrennern der Kompaktklasse verglichen. Man sollte bei solchen Vergleichen jedoch ähnliche Fahrzeuge aus demselben Segment heranziehen.

Mitte 2019 nun hat Agora Verkehrswende eine Metastudie veröffentlicht, die nach unserer Auffassung ein realistisches Bild der Situation zeichnet.[77] Sie wird auch vom Bundesumweltministerium und anderen Entscheidungsgremien verwertet. Die Studie berücksichtigt alle Emissionen über die Wertschöpfungskette und rechnet sie in CO<sub>2</sub> Äquivalente um. Damit erhält man eine vergleichbare Größe für die verschiedenen Fahrzeugtypen.

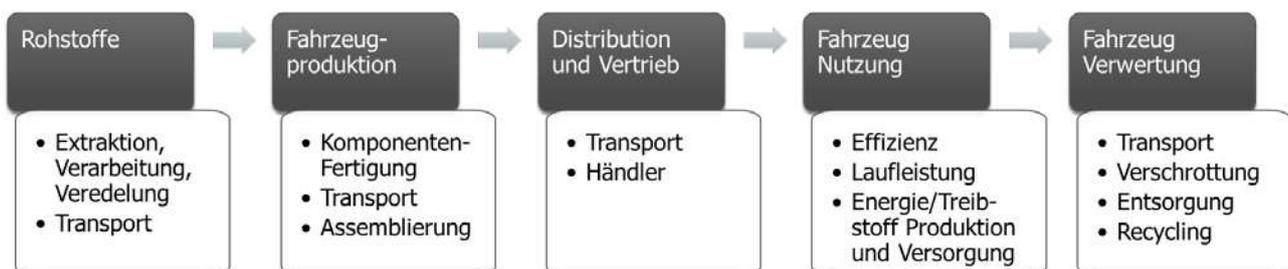


Abbildung 19: Wertschöpfungskette und Lebenszyklus eines Fahrzeugs

In Szenario-Betrachtungen werden Einflussgrößen variiert wie beispielsweise der Energiemix sowohl in der Herstellung als auch der Nutzungs-Phase, der sich im Laufe der fortschreitenden

<sup>10</sup> In 2020 steigt der PHEV Anteil wieder auf derzeit ca. 50% (Stand Zulassungszahlen 01-09/2020) als Effekt der Vorteile bei der Dienstwagenbesteuerung. Die Verkaufszahlen reagieren sensibel auf staatliche Förderinstrumente.

Energiewende positiv entwickelt für die Stromerzeugung, jedoch eher gleich bleibt für fossile Brennstoffe. Die Studie zeigt auch auf, wie sich mit der fortschreitenden Entwicklung der Batterieherstellung der Energieverbrauch mindern lässt, die Effizienz steigt und alternative Rohstoffe weiter die Gesamtklimabilanz verbessern.

Die Metastudie kommt zusammenfassend zu folgenden Erkenntnissen:

- In allen untersuchten Fällen hat das Elektroauto über den gesamten Lebensweg einen Klimavorteil gegenüber dem Verbrenner.
- Der Klimavorteil des Elektroautos wächst, wenn der Ausbau der Erneuerbaren im Rahmen der Energiewende forciert wird; denn die Antriebsenergie ist die wichtigste Einflussgröße auf die Klimabilanz.
- Mit den Fortschritten bei der Batterieentwicklung insbesondere durch effizientere Fertigungsprozesse, höhere Energiedichte, verbesserte Zellchemie und CO<sub>2</sub>-ärmeren Strom bei der Herstellung kann die Klimabilanz der Batterie in den kommenden Jahren mindestens halbiert werden.
- Die Batteriezell-Fertigung auf Basis eines möglichst hohen Anteils Erneuerbarer Energien, kann europäischen Ländern einen Standortvorteil verschaffen.
- Mehr Transparenz zur Klimabilanz der Batterien ist Voraussetzung, um weitere Verbesserungspotenziale über den gesamten Lebensweg erschließen zu können.

### 3.1.5.6 Kostenanalyse

Für Elektrofahrzeuge wird Preisparität mit herkömmlichen PKW für 2020-25 avisiert, manche sagen 2022-25. Das bedeutet, dass die Kosten eines vergleichbaren Elektroautos die eines herkömmlichen Autos, beispielsweise mit Benzinantrieb, unterschreiten werden.

Die Herstellkosten sind heute noch deutlich höher, u.a. wegen der noch geringen Stückzahlen. Der Endkundenpreis reflektiert nicht direkt die Kosten bei der Neueinführung von Modellen und Technologien. Aus heutiger Sicht sind EV auch in der Anschaffung in der Regel noch teurer als vergleichbare herkömmliche PKW. Bei einer Gesamtkostenbetrachtung (TCO – *Total cost of ownership*) können sich jedoch bereits Vorteile ergeben. Dies hängt beispielsweise von der jährlichen Fahrleistung ab. Exemplarisch wird ein Kostenvergleich mit Durchschnittswerten (Fahrleistung, Energiekosten) und Herstellerangaben (Effizienz, Listenpreis) durchgeführt. Es wird deutlich wie Verkaufs-Rabatte und Förderung durch Boni sowie Steuererleichterungen die Rechnung derzeit beeinflussen. <sup>11</sup>

Für die Gesamtkostenanalyse werden als vergleichbare Modelle der VW Golf 1.5 TSI ACT OPF Highline (siehe [29]) und der VW e Golf (siehe [30]) verwendet. Mit 30.340 € ist der herkömmliche Golf gelistet, wo hingegen der e-Golf einen Grundpreis von 33.955 € hat (Stand Februar 2020). Mit einer maximalen Leistung von 100kW, also 136PS bei 3.000U/min und einem maximalen Drehmoment von 290Nm ist der e Golf marginal stärker als der herkömmliche Golf mit einer Leistung von 96kW, also 130PS bei 5.000U/min und einem maximalen Drehmoment von 200Nm bei 1.400U/min.

Der e-Golf ist in der Anschaffung um 3.615 € teurer als der Benziner (gemessen am Basis-Listenpreis). Mit der Umweltprämie von 6.000 € (3.000 € vom Hersteller und 3.000 € vom BMVI, siehe 3.1.3) für Elektroautos liegt der e-Golf bereits um 2.385 € unter dem Vergleichsfahrzeug.

Berücksichtigt man noch die Ausstattungsunterschiede, ist der e-Golf sogar um 3.710 € günstiger in der Anschaffung. Der e-Golf verfügt bereits serienmäßig sowohl über eine Notruf Funktion (320 €), als auch über ein Navigationssystem (1.005 €). Diese Funktionen müssten bei dem Benziner Golf dazu bestellt werden.

Soll das Elektroauto zuhause einigermaßen schnell und vor allem sicher geladen werden, sollte eine Wallbox verwendet werden. Diese kann Kosten in Höhe von 500 – 2.500 € verursachen (siehe [33]). Nach dieser Berechnung wäre selbst bei konservativer Rechnung für eine Wallbox-Installation der e-Golf noch im Vorteil bei den Anschaffungskosten (1.210 € Vorteil).

---

<sup>11</sup> Anmerkung: Die dargestellte Vergleichsrechnung wurde Ende 2019 durchgeführt. Sie zeigt exemplarisch auf, wodurch sich Vorteile in einer Vollkostenrechnung ergeben können trotz höherer initialer Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen. Seitdem wurden die Förderbeiträge weiter erhöht. Die Modellwahl „Golf“ beruht darauf, dass dies das einzige Fahrzeug am Markt war, von dem vergleichbar Ausstattungsvarianten angeboten wurden. Der e-Golf wurde seitdem durch den ID.3 von Volkswagen abgelöst – dies ist jedoch ein auf einer neuen technischen Plattform entwickeltes Fahrzeug, das es ausschließlich als EV gibt.



Abbildung 20: Kostenvergleich VW Golf 1.5 TSI ACT OPF und VW e-Golf  
- Anschaffungspreis

Die Akkukapazität des e-Golf beträgt 35,8 kWh, somit hat dieser bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 13,2 kWh/100km (NEFZ) eine Reichweite von ca. 387 km. Der Golf 1.5 TSI hingegen kommt bei einem Tankvolumen von 50 Litern und einem kombinierten Verbrauch von 5,1l/100km auf eine Reichweite von ca. 850 km (NEFZ). Benzin kostet im Durchschnitt (Stand Oktober 2019) 143,9 Cents (siehe [31]). Strom hingegen kostet im Durchschnitt (Stand Oktober 2019) 30,5 Cents pro kWh (siehe [32], Haushaltsstrompreis). Steuerlich ist der e-Golf im Vorteil, da er für 10 Jahre komplett von der Kfz-Steuer befreit ist. Für einen Golf 1.5 TSI hingegen muss man im Jahr 118 € Kfz-Steuern bezahlen.

Bei einer durchschnittlichen individuellen Fahrleistung von 14.920 Kilometern im Jahr, verbraucht der Golf ca. 1.095 € an Benzin. Der e-Golf hingegen verbraucht lediglich ca. 601 € an Strom für dieselbe Fahrleistung (siehe [34]). Die Intervalle, in denen ein Elektroauto gewartet werden muss, sind außerdem sehr viel länger als bei einem Auto mit Verbrennungsmotor. Wohingegen ein Benziner fast jährlich gewartet werden muss, hat Tesla beispielsweise die Wartung für ihre Elektroautos ganz abgeschafft. Werkstattkosten des Golf TSI betragen ca. 63 € im Monat. Die 63 € setzen sich zusammen aus 18 € für Wartungen und Inspektionen, 23 € für Reparaturen und 22 € für Reifensätze. Bei den neueren Elektroautos fallen nach Angaben des ADAC bisher lediglich Werkstattkosten in Höhe von 48 € an (siehe [35]). Berechnet man nun die jährlichen Kosten für Betrieb, Werkstatt, Steuer und Versicherung und berücksichtigt den Wertverlust, so spart man mit einem e-Golf fast 570 € pro Jahr. Auf fünf Jahre gerechnet wäre das ein Vorteil von >2.800 €.

Auf km-Kosten umgerechnet beträgt der Unterschied 4 ct und absolut gesehen 46 ct/km für den e-Golf und 50 ct/km für den Benziner.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> In einer Vergleichsrechnung mit Kosten und Boni nach dem Stand Oktober 2020 würden die Vorteile deutlicher zugunsten von Elektrofahrzeugen ausfallen.

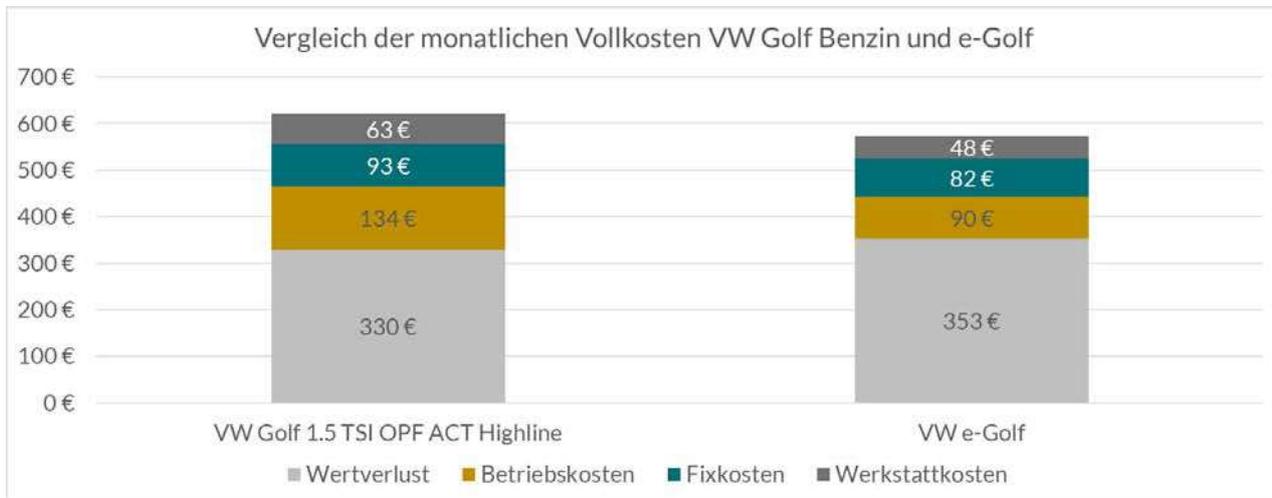


Abbildung 21: Kostenvergleich VW Golf 1.5 TSI ACT OPF und VW e-Golf - Betriebskosten

Der e-Golf hatte 2018 eine Produktionskapazität von 13.735 Autos. Zwischenzeitlich hat VW die Produktionskapazität ausgebaut, um die Lieferzeiten zu verkürzen und ein ausreichendes Angebot zu schaffen. Im Jahr 2019 wurden von Januar bis inklusive September jedoch nur noch 4.486 e-Golf angemeldet. ([36], [37], [38]) Da zeichnet sich schon der Umstieg auf das Nachfolgemodell ID.3 ab, der bereits bestellt werden kann, die Auslieferung beginnt voraussichtlich Mitte 2020.

Die Produktion des neuen ID.3 Modell von Volkswagen ist am 4.11.2019 in Zwickau gestartet. Dieser soll einen Listenpreis von 30.000 € haben. Mit der neuen erhöhten Umweltprämie würde dieser lediglich 24.000 € in der Anschaffung kosten. Damit ist dieser bereits günstiger als die meisten vergleichbaren Autos mit Verbrennungsmotor.<sup>13</sup>

### 3.1.5.7 Entwicklung der Modellvielfalt

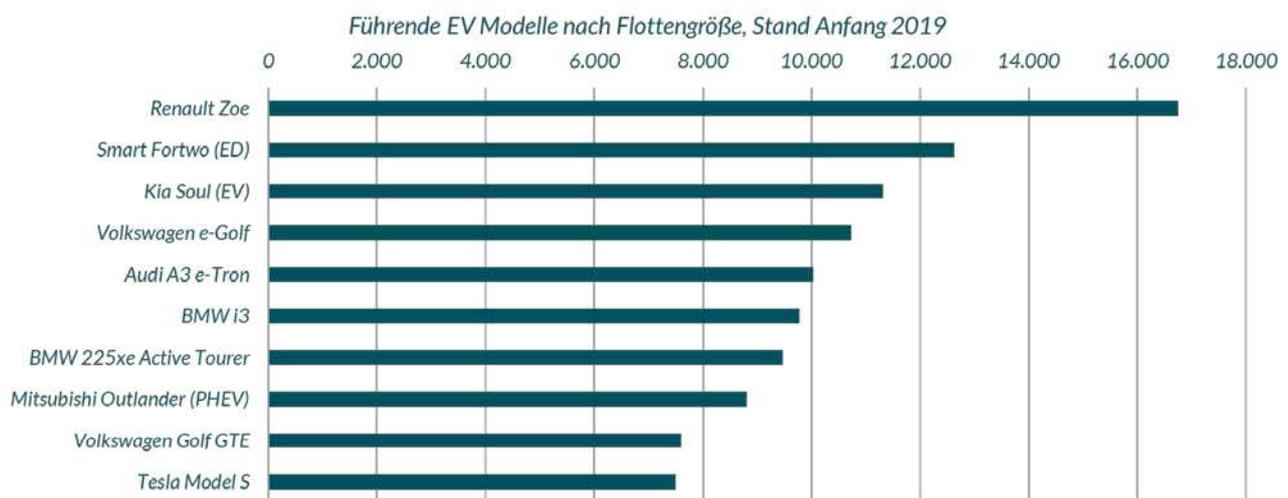
Bereits über 250 verschiedene Modelle sind Anfang 2019 weltweit erhältlich. In Deutschland sind es ca. 100 EV und PHEV Modelle. Es besteht also eine große Auswahl an Fahrzeugen für jedes Einsatzgebiet. Alle Segmente von Kleinwagen, Kompaktwagen, Limousinen, SUV, Transporter und Van sind verfügbar und Reichweiten bis 350+ km werden abgedeckt, z.T. werden dabei jedoch noch Einzelfahrzeuge und Neuvorstellungen gezählt. Der amerikanische Branchen-Informationdienst Bloomberg erwartet 120 reine EV weltweit 2020 in Serienfertigung und kommerziell erhältlich in relevanten Stückzahlen (Ausblick von Bloomberg in 2018, das Reichweitenspektrum ist

<sup>13</sup> Die frei erhältlichen ID.3 Modelle beginnen derzeit bei rund 35.600 €.[43]

voraussichtlich nach oben auszuweiten).[39] Nach 2020 steigt das Angebot voraussichtlich exponentiell an.<sup>1415</sup>

Alle Automobilhersteller haben umfassende Roadmaps für die kommenden Jahre vorgestellt. Bis 2025 werden alle ihre Modelle elektrifizieren und eine große Variantenvielfalt für EV sowie für PHEV anbieten. Es ist außerdem absehbar, dass neue Anbieter auf den Markt treten und neue Marken in Deutschland den traditionellen Herstellern Konkurrenz machen werden. Tesla ist nur das erste und prominenteste Beispiel, auch chinesische Automobilhersteller und weitere Anbieter aus anderen Branchen bereiten sich auf den Markteinstieg und Serienfertigung vor.

Anfang 2019 ist die Renault Zoe in Deutschland das führende Elektroauto gemessen an der Gesamtflotte (Abbildung 22). Und auch bei den Neuzulassungen in 2019 belegt Renault Zoe Platz 1. [40]



*Abbildung 22: EV-Bestand in Deutschland nach Modellen, Stand 01.01.2019*

Die Beliebtheit der Modelle variiert noch von einem zum anderen Monat und auch über die Jahre. , Das liegt daran, dass die Lieferzeiten je nach Modell stark variieren, regelmäßig neue Modelle eingeführt werden und laufende Modelle bereits in Folgegenerationen angeboten werden. Zudem ist zum Jahresende 2019 absehbar, dass die Förderbedingungen sich Anfang 2020 nochmals verbessern, was dazu führt, dass Neuzulassungen auf den Jahresanfang geschoben werden. Zur Illustration siehe Abbildung 23, die aufzeigt, wie sich jeweils die Top 10 der Zulassungszahlen in den Jahren verlagern.

<sup>14</sup> Im Oktober 2020 listet das BAFA 394 förderfähige EV, 1 FCEV und 295 PHEV, insgesamt 690 Modelle in Deutschland, dabei werden jedoch sämtliche Ausstattungsvarianten pro Modell einzeln aufgelistet, was zwischen 4 und 12 liegen kann. Auch ältere Modelle, die noch vereinzelt erhältlich bzw. förderfähig sind, aber durch Nachfolgemodelle abgelöst wurden, werden noch gezählt. Insofern ist es nach wie vor realistisch von einem Angebot von ca. 100 EV und PHEV Serienmodellen in Deutschland auszugehen.[41]

<sup>15</sup> Per Ende 2019 weist McKinsey in seiner Branchenstudie aus Juli 2020 insgesamt 230 EV und 103 PHEV als neue Modellangebote aus und eine Perspektive von 450 neuen Modellen bis 2022.[42]

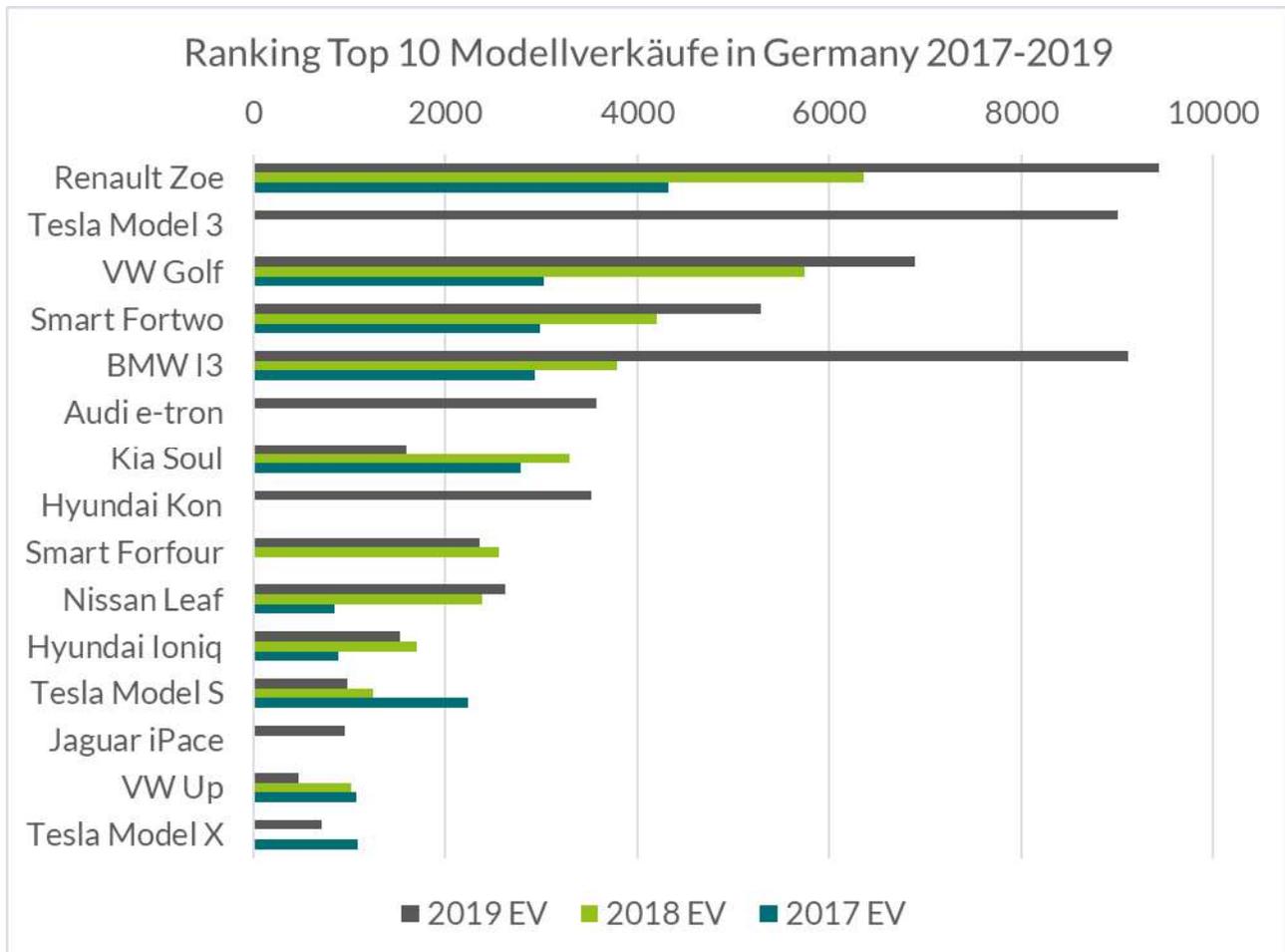


Abbildung 23: Auswertung der Top 10 EV von 201-2019

Tabelle 2 zeigt die Zunahme der Modellvielfalt der vergangenen drei Jahre auf. Das Angebot an PHEV ist deutlich fragmentierter als das EV-Segment. Dort entfallen über 90% aller Zulassungen noch auf die Top 10, von allen anderen werden jeweils nur geringe Stückzahlen abgesetzt. In 2018 machten die Top 10 PHEV lediglich 70% aller Zulassungen aus.

	2017	2018	2019
EV Zulassungen	25.056	36.062	63.281
PHEV Zulassungen	29.351	29.436	45.348
Modellanzahl EV	17	18	29
Modellanzahl PHEV	26	36	54

Tabelle 2: Entwicklung der EV und PHEV Modellvielfalt von 2017-2019

### 3.1.6 Entwicklung der Ladeinfrastruktur

#### 3.1.6.1 Aktueller Status der Ladeinfrastruktur in Deutschland

Nach Vorgaben der Europäischen Union soll die öffentliche Ladeinfrastruktur eine Abdeckung mit der Quote von einem Ladepunkt (LP) pro 10 Elektrofahrzeuge bieten.[45] Dieser Vorgabe folgt die Bundesregierung bis auf weiteres in ihren Programmen. Nach einer Berechnung des DLR wäre eine Quote von 1:14 ausreichend für eine flächendeckende Versorgung. Ein Monitoring-Programm wurde initiiert, das Installation und Bedarf fortlaufend analysiert und Anpassungen vornimmt, wenn nötig. In den nächsten 5 Jahren wird sich eine dynamische Entwicklung abzeichnen, die nur schwer vorhersehbar ist und so ist zu erwarten, dass diese Quote zeitweise über- und zeitweise unterschritten wird, wie es auch in den vergangenen Jahren der Fall war. Per 01.01.2019 war das Verhältnis zugelassener Elektrofahrzeuge zu öffentlichen Ladepunkten 10:1.[45]

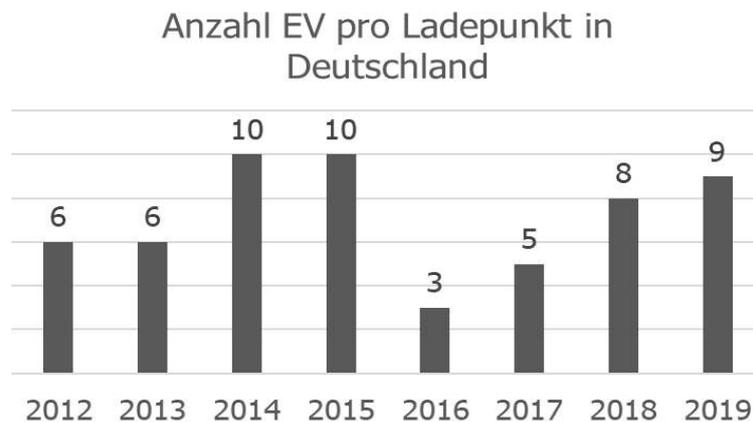


Abbildung 24: Entwicklung der Quote für EV:LP

Die meisten öffentlichen Ladesäulen sind in Parkhäusern, auf Parkplätzen oder an der Straße installiert. Man sieht anhand der Darstellung in Abbildung 25, dass darüber hinaus alle möglichen Standorte von allgemeinem Interesse (POI – *Point of Interest*) ausgestattet sind.[49]

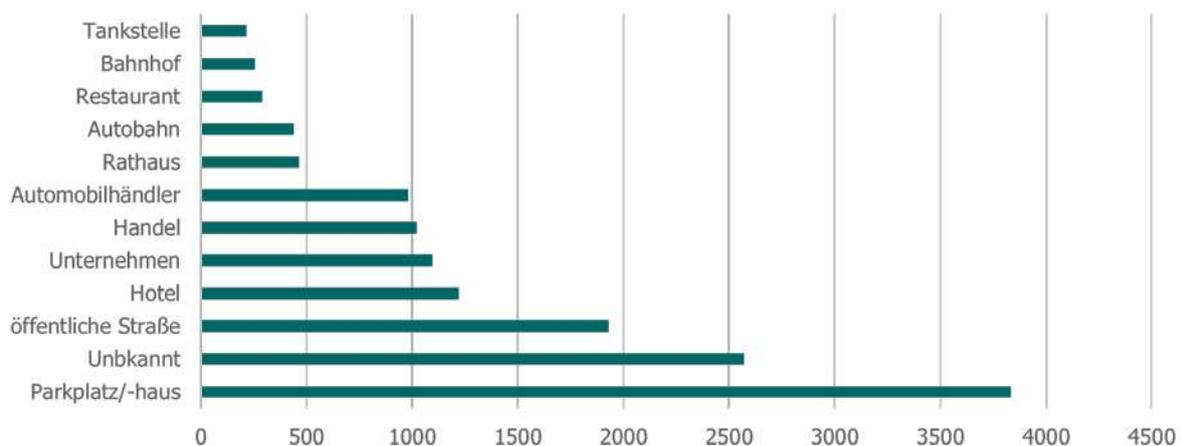


Abbildung 25: Lade-Installationen in Deutschland

Technologisch unterscheidet man im Wesentlichen zwischen AC (Wechselstrom) und DC (Gleichstrom) Laden – dies bezeichnet die Verbindung zwischen Ladestation und Fahrzeug. Vom Netz zur Ladestation liegt immer ein AC Anschluss, in der Regel auf der Niederspannungsebene.

Bisher sind die meisten öffentlichen Ladepunkte mit AC-Anschlüssen ausgestattet, siehe Abbildung 26.[51] AC Laden wird häufig auch als Normalladen bezeichnet und liefert bis zu 22kW Leistung. DC-Laden wird als Schnellladen bezeichnet und bietet als Standard 50kW Leistung. Wie in Kapitel 3.1.5.3 beschrieben ist ein Trend zu noch schnellerem DC-Laden zu beobachten (>100kW). Das bedeutet, dass sich die Entwicklung nicht unbedingt so fortschreiben lässt. Weitere Details zur Lade-Technologie siehe 3.1.6.3.

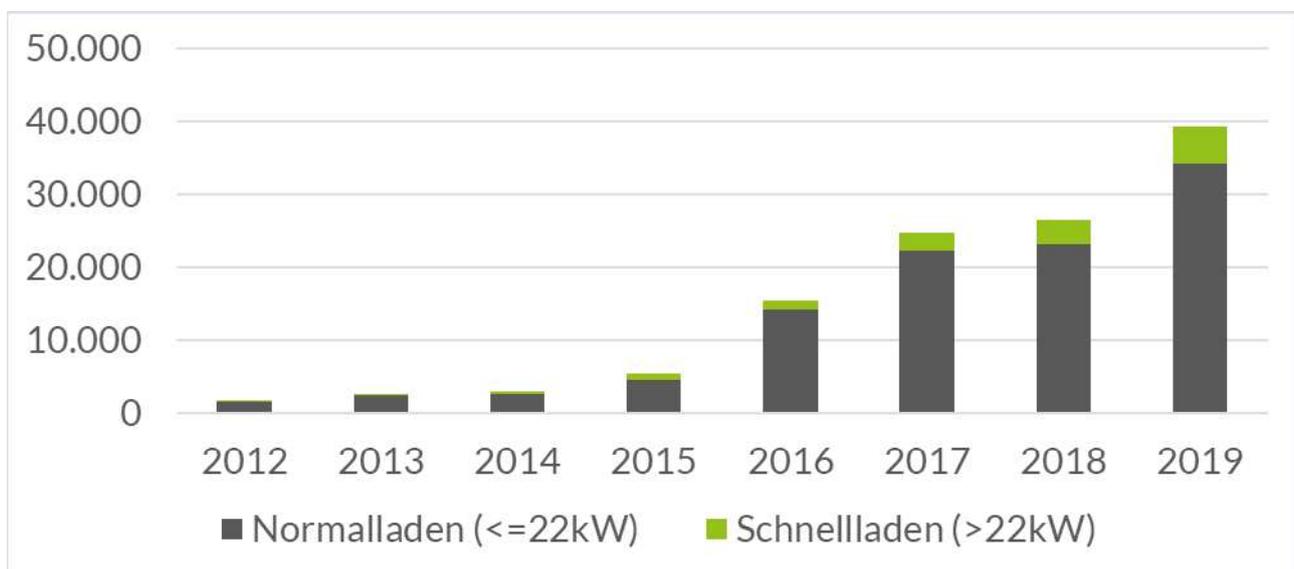


Abbildung 26: Entwicklung öffentlicher Ladeinfrastruktur nach Ladetechnologien in Deutschland

Regional ist die Verteilung der Ladeinfrastruktur relativ proportional zu Bevölkerungsdichte in den Bundesländern. Einige Ballungszentren stechen hervor. Diese waren bereits früh in Pilotprogramme eingebunden und damit durch frühe Investitionen bereits besser ausgestattet als andere Regionen oder Städte. Die zehn Städte mit den meisten Ladepunkten sind die folgenden:

Hamburg (882), Berlin (779), München (762), Stuttgart (389), Düsseldorf (211), Leipzig (168), Ingolstadt (148), Köln (141), Dortmund (125), Regensburg (101)

Am 31.03.2019 waren 17.400 Ladepunkte in der Datenbank des BDEW verzeichnet (16.100 per 01.01.2019). Von diesen sind ca. 12 Prozent Schnellladestationen.[50]

Andere Quellen berichten von mehr als 25.000 öffentlichen Ladepunkten. Die Dokumentation ist bisher nicht standardisiert oder verpflichtend, z.T. werden Ladestandort, Ladesäule und LP synonym verwendet; typischerweise gibt es jedoch zwei bis drei LP pro Standort (multi-charger mit verschiedenen Anschlüssen/Standards).

## Öffentlich zugängliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge

Ladepunkte je Bundesland  
Stand 31.3.2019

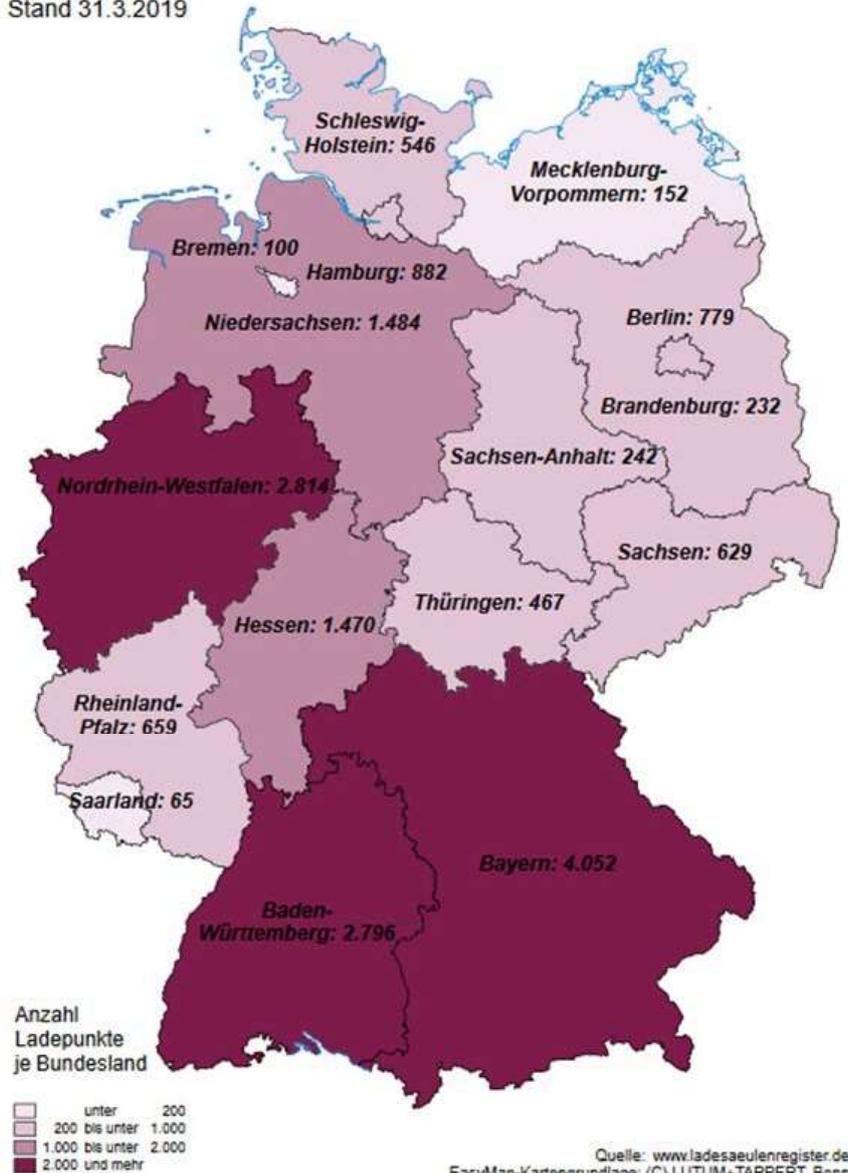


Abbildung 27: Ladesäulen-Dichte Landkarte

### 3.1.6.2 Bedarfsentwicklung

Die NPM hat den künftigen Bedarf für öffentliches Laden nach der oben genannten Quote von der angestrebten Entwicklung der Elektrofahrzeug-Flotte in Deutschland abgeleitet. Daraus ergibt sich das in Abbildung 28 gezeigte Szenario.[52]

Das Ziel sind 70.000 LP (AC) und 7.000 LP (DC Schnellladen) für im Jahr 2022 erwartete 1 Million EV. Für 2025 ist das Ziel in zwei Szenarien aufgeteilt: „pro-EV Szenario“ und „mittleres Szenario“. Daraus ergibt sich Bedarf von 145.000 oder 210.000 öffentlichen LP (AC und DC). Zusätzlich werden 2,4 oder 3,5 Millionen private LP benötigt.

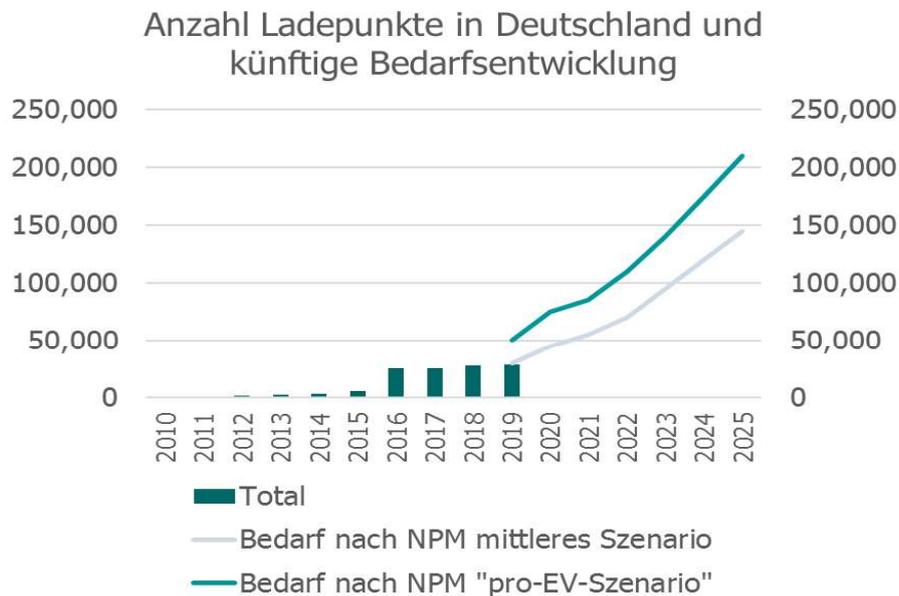


Abbildung 28: Anzahl Ladepunkte in Deutschland und künftige Bedarfsentwicklung

Bisher ist man von einem Anteil für öffentliches Laden von 15% insgesamt gegenüber 85% privatem Laden ausgegangen. Dazu zählte vom Verständnis das Laden beim Arbeitgeber mit 10%, das aber künftig deutlich zunehmen wird, so die Einschätzung. Auch öffentliches Laden wird für die Zukunft stärker gewichtet. Zum einen bekommen die Fahrzeuge mehr Reichweite und schnellere Ladeanschlüsse mit mehr Leistung. Damit können Langstrecken leichter bewältigt und zwischendurch mit einem Ladestopp innerhalb von 15-30 Minuten die Reichweite verlängert werden. Umgekehrt kann mit einem größeren Angebot an öffentlichem Laden auch die Anschaffung von EV attraktiv werden für Autofahrer, die nicht zuhause Laden können sondern auf die Infrastruktur angewiesen sind.

Dem wachsenden Bedarf durch private Investitionen auf Firmengelände oder beispielsweise durch die Wohnungswirtschaft für Mehrfamilienhäuser wird durch neue Förderprogramme Rechnung getragen. Mehr Informationen in der PESTEL Analyse: 3.2.3.2.

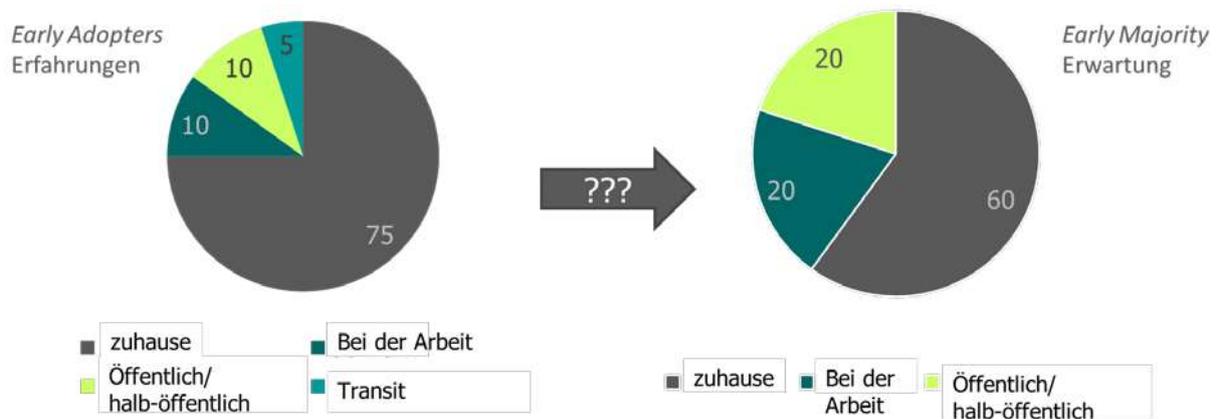


Abbildung 29: Verschiebung des Ladebedarfs mit dem Markthochlauf

### 3.1.6.3 Technische Standards für Ladeinfrastruktur

Die meisten Ladestationen in Deutschland bieten AC-Laden mit bis zu 22kW an. Je nach Fahrzeug und der maximal möglichen individuellen Ladeleistung und nach Batteriegröße dauert das Laden dann 2,5 bis 5 Stunden (von leer bis 80% der Kapazität), siehe Tabelle 3. Sie zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Ladestandards und die entsprechende Ladedauer für eine 50kWh Batterie. Abbildung 30 schlüsselt auf, wie die Leistungsverteilung in Deutschland ist und Abbildung 31 zeigt die Verbreitung der Anschlussarten nach Ladestecker-Typ.

In Deutschland haben sich der Typ-2 Stecker für AC Laden und der Combostecker – CCS Typ (*Combined Charging System*) durchgesetzt, siehe die Übersicht in Abbildung 32.[55] Manche Fahrzeuge erlauben Schnellladen mittels CHAdeMo Stecker und Protokoll, dies gilt vor allem für japanische Fahrzeuge. Um allen gerecht zu werden, wurden bisher Multicharger für DC Laden mit 50kW Leistung errichtet, die jeweils einen CCS, einen Chademo und einen AC-Anschluss haben. Die Vorgaben für öffentliche Ladeinfrastruktur in Deutschland finden sich in der Ladesäulenverordnung.[54]

Ladeleistung	Mittlere Ladezeit (50kWh Batterie)	Stecker-Typ und Ladestandard
AC 3.7kW	14 bis 15 Stunden	Typ 2
AC 11-22kW	2,5 bis 5 Stunden	Typ 2
DC 50kW	Ca. 1,5 Stunden	CCS Typ 2/Chademo
DC 150kW	Ca. 30 Minuten	CCS Typ 2/Chademo/Tesla
DC 350kW	Ca. 10 bis 20 Minuten	CCS Typ 2/Chademo/Tesla

Tabelle 3: Ladezeiten nach Leistung

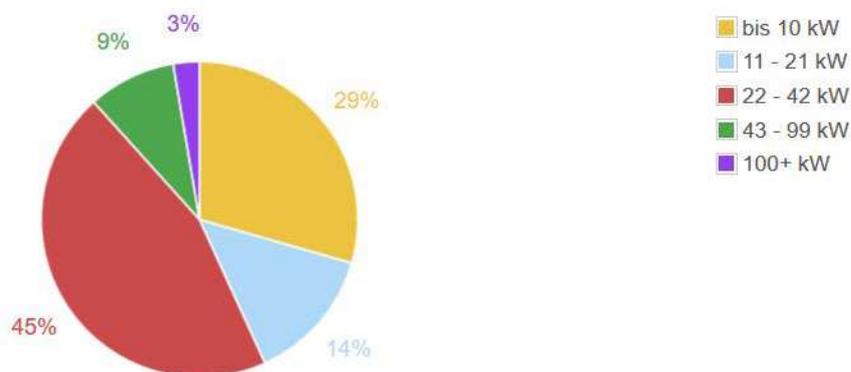


Abbildung 30: Installationsstatus nach Leistungsklasse

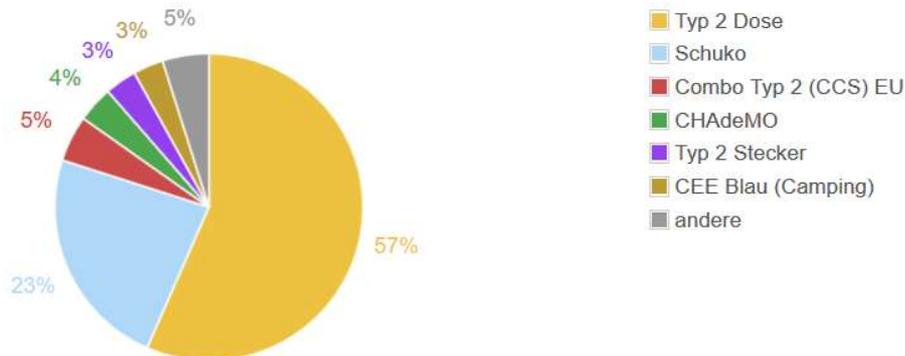


Abbildung 31: Installationsstatus nach Ladestecker Typ

Steckertypen	
	<p><b>Typ-1-Stecker</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• japanische Lösung (findet sich auch an entsprechenden Fahrzeugen in Europa)</li> <li>• nicht kommunikationsfähig</li> <li>• Leistung: bis 7,4 kW / bis 32 A</li> <li>• einphasig, nur AC-Ladung möglich</li> </ul>
	<p><b>Typ-2-Stecker</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von den europäischen Fahrzeugherstellern favorisiert</li> <li>• kommunikationsfähig</li> <li>• Leistung: bis 43,5 kW / bis 63 A</li> <li>• ein- bis dreiphasig, AC- und DC-Ladung möglich</li> </ul>
	<p><b>Combostecker</b> Combined Charging System (CCS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von den europäischen Herstellern als Standard favorisiert</li> <li>• kommunikationsfähig</li> <li>• Leistung: bis 170 kW / bis 200 A</li> <li>• Schnellladung via DC</li> </ul>
	<p><b>CHAdEMO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• von japanischen Herstellern favorisiert</li> <li>• kommunikationsfähig</li> <li>• Leistung: bis 62,5 kW / bis 200 A</li> <li>• Schnellladung via DC</li> </ul>

Abbildung 32: Steckertypen

Perspektivisch wird die Auslastung von öffentlicher Ladeinfrastruktur zunehmen, zugleich wird neben weiterhin standard-mäßigem AC 22kW laden auch mehr schnell geladen mit DC Anschluss, 50kW und mehr. Diese Funktion wird von den Herstellern als Zusatzoption angeboten, nur wenige Fahrzeug-Modelle können heute schneller als 50kW Laden. Mehr dazu siehe hier: 3.1.5.3. Für die hinzu kommenden Ladeanschlüsse bei Arbeitgebern oder in Mehrfamilienhäusern wird sich möglicherweise ein Standard von  $\leq 11$  kW durchsetzen. Tatsächlich wird bei längerer Verweildauer nicht mehr Leistung benötigt.

### 3.1.6.4 Netzintegration

Der Energieverbrauch eines Elektroautos ist spezifisch betrachtet verhältnismäßig hoch und kann in etwa dem Strombedarf eines 4-Personenhaushalts entsprechen. Ganzheitlich betrachtet fällt aber der Strombedarf für Elektrofahrzeuge in den kommenden Jahren noch nicht ins Gewicht. Mit ca. 1 TWh für <300,000 EV und ~ 3 TWh für 1 Million EV, d.h. voraussichtlich ab 2022, würde erst ca. 0,5% der Bruttostromerzeugung (heute ~600 TWh) für Elektromobilität verbraucht.

Kritischer zu sehen ist tatsächlich die mögliche punktuelle extreme Netzbelastung durch Lastspitzen. So können bestimmte Straßenzüge betroffen sein, in denen sich eine frühe und hohe EV-Durchdringung entwickelt. An Standorten mit mehreren Ladesäulen können bei hohem Gleichzeitigkeitsfaktor schnell die Grenzlasten erreicht werden. Ohne regelnden Eingriff entstehen dann möglicherweise unerwartet hohe Kosten für den Netzbetrieb oder die Absicherung hält der Last nicht stand und ein automatischer Lastabwurf führt zu ungeplanten Auswirkungen.

Mittelfristig ist deshalb für bestimmte Anwendungen netzdienliches Laden anzustreben. Abbildung 33 zeigt schematisch, wie dies Spitzenlasten senken bzw. Überlast vermeiden kann.[56] In einer Metastudie hat der VDE/FNN ermittelt, welche Auswirkungen sich auf das Netz abzeichnen in Abhängigkeit von der Marktdurchdringung.[64] Entsprechende Maßnahmen sind adressiert und befinden sich derzeit in Entwicklung. Eine Standardisierung des gesteuerten Ladens ist ebenso noch erforderlich wie der entsprechende Rechtsrahmen für solche Eingriffe und für Geschäftsmodelle.

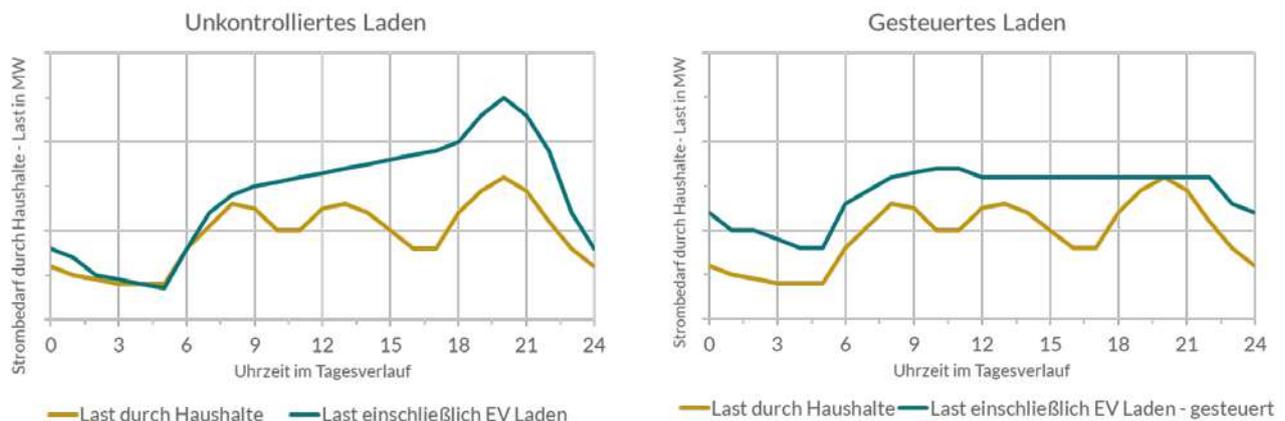


Abbildung 33: Schematische Darstellung von netzdienlichem, gesteuertem Laden

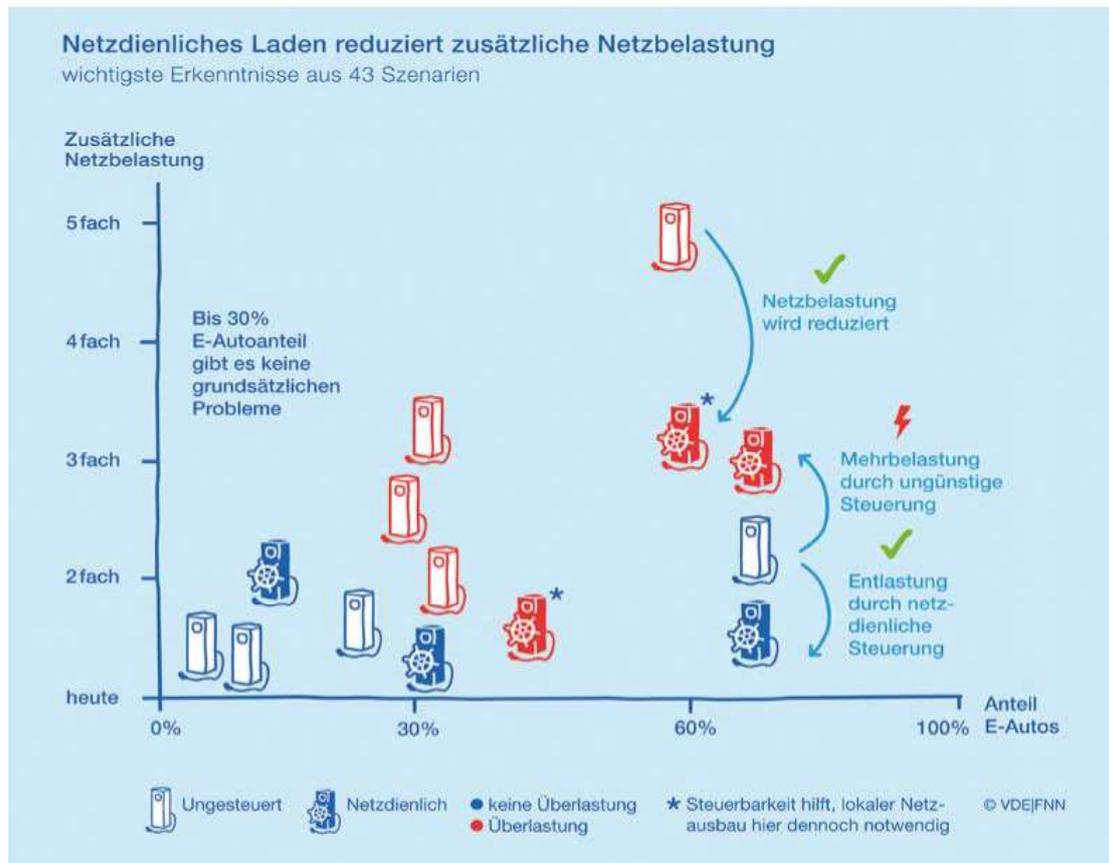


Abbildung 34: Netzauswirkungen von Laden und mögliche Maßnahmen

Die vielfach schon in der Öffentlichkeit diskutierten Themen *Vehicle-to-Grid* (V2G) und *Vehicle-to-Home* (V2H) Anwendungen, d.h. eine Rückspeisung von Energie aus Fahrzeugbatterien ins Netz oder in das lokale Haus-Energiesystem befindet sich technologisch gesehen noch in der Pilot Phase. Technisch machbar wäre dies schon, jedoch erfordert es zusätzliche Komponenten und damit Kosten auf der Fahrzeugseite ebenso wie auf der Hausinstallationsseite und der Ladeinfrastruktur. Heute ist noch nicht absehbar, wie ein mögliches Geschäftsmodell in die Wirtschaftlichkeit kommen kann und der regulatorische Rahmen ist nicht dafür geschaffen.

### 3.1.6.5 Marktstruktur und Geschäftsmodelle

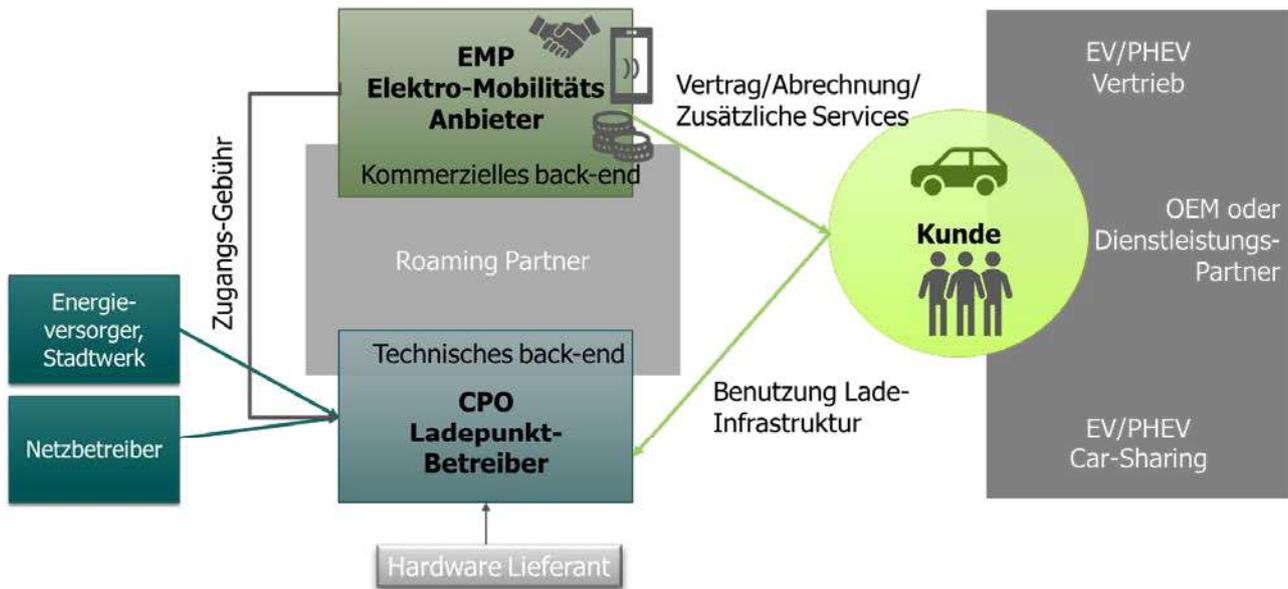


Abbildung 35: Marktstruktur und Geschäftsbeziehungen bei der Versorgung mit Ladeinfrastruktur

Rund um das Geschäft mit dem Angebot von Laden als Dienstleistung hat sich eine komplexe Wertschöpfungskette entwickelt. Der Endkunde kommt in der Regel in Kontakt mit einem Service-Dienstleister für Mobilitätsdienste, der über sein Ladeangebot seine Bedürfnisse abdeckt und den Zugang und die Abrechnung ermöglicht. Manchmal hat ein EV Fahrer auch mehrere Verträge. An der Ladesäule kommt er in Berührung mit der tatsächlichen Erbringung der Ladeleistung durch den Betreiber, den CPO (*Charge Point Operator*) und über das Bedienfeld und die Steckverbindung letztlich mit der Ladesäule. Im Fall eines Fehlers gibt es im Hintergrund 24/7 Hotline-Services und remote-Assistenz, die durch den CPO, durch den Hersteller selbst oder einen Dritten erbracht werden können.

Damit regional und Länder-übergreifend das Laden einfach wird, wurde ein Roaming-System entwickelt, über das alle Teilnehmer verbunden sind. Energieversorger und Netzbetreiber stellen die Infrastruktur für den CPO bereit und haben mit diesem direkte vertragliche Beziehungen. Vielfach sind Energieversorger selbst CPO.

Während der EMP (*Electromobility Provider*) im Wesentlichen über Dienstleistungsplattformen Transaktionen abwickelt, hat der CPO erhebliche Investitionen zu tätigen und den reibungslosen Service sicherzustellen. Da allein die Vergütung der Energie an den Kunden nur wenig Erlöspotenzial verspricht, sehen sich diese gezwungen, neue Geschäftsmodelle zu entwickeln, die darüber hinaus zusätzliche Einnahmequellen oder anderweitige kommerzielle Benefits erzeugen. Eine Möglichkeit ist beispielsweise die Koppelung an Parkgebühren.

### 3.1.7 Alternative Wasserstoffantrieb

Diese Studie behandelt die Ladeinfrastruktur für Batterie-elektrischen Individualverkehr. Die Informationen zum Status der Entwicklung von Wasserstoff als Energieträger im Verkehr dienen als ergänzende Information und zur Einordnung der Bedeutung von Ladeinfrastruktur für EV und PHEV in der Öffentlichkeit.

#### 3.1.7.1 Status von Markt und Technik von Brennstoffzellen-PKW im Vergleich zu Elektroautos allgemein

Häufig wird argumentiert, der Wasserstoffantrieb sei die bessere Technologie und Batterieantrieb nur eine Brückentechnologie für eine begrenzte Zeit. Tatsächlich jedoch gibt es keine grundsätzlich bessere oder schlechtere Technologie, da es immer auf die Betrachtungsweise und Kriterien ankommt, die miteinander verglichen werden. So hat jede Technologie in verschiedenen Aspekten Vor- und Nachteile die in verschiedenen Anwendungen zu unterschiedlichen Bewertungen von z.B. Praktikabilität, Wirtschaftlichkeit, Effizienz und Marktpotenzial führen.

Aus heutiger Sicht ist die Bedeutung von Wasserstoffantrieb für PKW und den Individualverkehr nur marginal. Aus den im Folgenden genannten Gründen wird auch in den nächsten 10 Jahren Batterie-Elektromobilität die beste Lösung für die individuelle Mobilität bleiben.

Technologische Produkt- und Fertigungsreife: Die technische Reife von insbesondere der Serienfertigung für batterieelektrische Fahrzeuge ist deutlich fortgeschrittener als jene für Wasserstoff-betriebene PKW.

Investitionen: die Investitionen der Automobilindustrie in Innovation und Fertigungskapazitäten für Serienautos mit Elektroantrieb übersteigt diejenigen für Brennstoffzellenfahrzeuge um ein Vielfaches. Mit steigenden Volumina sind die Kosten für EV bereits deutlich gesunken. Die Produkt- und Fertigungsreife spiegelt sich in der angebotenen Vielfalt der verschiedenen Modelle von EV für alle Bedürfnisse von einer Vielzahl von Automobil-Herstellern wieder. Dies ist nicht in gleichem Maße für Brennstoffzellen-PKW der Fall.

Verfügbarkeit des Energieträgers aus erneuerbaren Quellen: Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen ist eine Voraussetzung für nachhaltig grüne Wasserstoffmobilität. Hier ist die Technologie für die Erzeugung und Bereitstellung vor Ort, d.h. an der Tankstelle nicht marktreif. Derzeit wird Wasserstoff aus Erdgas gewonnen und mittels aufwendiger Logistik zu Tankstellen transportiert, was keine energetisch nachhaltige Energieversorgung für Brennstoffzellenfahrzeuge darstellt. Zudem ist der Gesamtwirkungsgrad aus Strom für den Batterieantrieb doppelt so hoch wie beim Brennstoffzellenantrieb (siehe Abbildung 36). Das bedeutet, dass weiterer technischer Fortschritt erforderlich ist, um Wasserstoffantriebe für PKW attraktiver zu machen.

Politische Unterstützung: Die politische Unterstützung sowie monetäre Anreize für EV/PHEV und der notwendige und fortschreitende Infrastrukturaufbau sind entscheidend und begünstigen klar den Batterieantrieb im Individualverkehr.

### 3.1.7.2 Wasserstoffautos heute

Der Wasserstoffantrieb ist noch nicht an demselben Punkt der Marktreife angekommen. Seit etwa 30 Jahren wird zwar am Wasserstoffantrieb gearbeitet – so präsentierte bereits 1994 Mercedes-Benz den NECAR1, das erste Brennstoffzellenauto der Welt, und hat bis heute fünf weitere Prototypen vorgestellt. Viele der technischen Hürden wurden bereits überwunden und die Effizienz der Brennstoffzelle enorm gesteigert. Der notwendige, teure Edelmetall-Anteil konnte deutlich reduziert, die Tanks verbessert werden, doch genau wie bei den ersten Elektrofahrzeugen sind die FCEV (Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge/*fuel cell electric vehicle*) noch extrem teuer. Innovative Technologie und niedrige Stückzahlen sind hierfür die Hauptgründe. Eine Großserienfertigung hat bisher kein Hersteller zeitnah geplant.

Gerade in Deutschland war man lange bei der Technologieentwicklung vorne dabei. Dennoch waren es asiatische Hersteller, die als erste ein Serienfahrzeug auf den Markt gebracht haben. Hierzulande sind der Hyundai Nexa und der Toyota Mirai erhältlich, seit Kurzem jeweils bereits in der zweiten Serienversion. Die Zulassungszahlen sind allerdings noch verschwindend gering: In 2019 wurden nur 112 Anträge auf den Umweltbonus für Brennstoffzellenfahrzeuge gestellt. Am 01.01.2020 sind in Deutschland 507 Brennstoffzellenfahrzeuge zugelassen.[57] Vom Hyundai Vorgängermodell ix35 sind seit 2013 nur 200 Stück verkauft worden.[58] Seit Ende 2018 ist auch der Mercedes GLC F-Cell erhältlich. Alle verfügbaren Brennstoffzellen-Autos sind SUV-Modelle bzw. der Mirai eine Limousine und wiegen um die 2 Tonnen. Sie haben eine reale Reichweite von 450-480 km im ADAC Test erreicht. Der Blick auf die Wasserstofftankstellen in Deutschland zeigt, dass es derzeit nur 82 gibt, im Laufe des Jahres 2020 sollen es 100 werden und bis 2023 sind 400 geplant.[59] Verglichen mit den Batterie-elektrischen Angeboten von heute ist die Reichweite der Wasserstoffautos also nicht mehr extrem höher, die angebotene Infrastruktur im Vergleich aber noch deutlich weniger ausgebaut. Ökologisch gesehen, sollte Wasserstoff aus erneuerbaren Energien möglichst vor Ort erzeugt werden. Lösungen dafür werden bereits in Pilotanlagen getestet, ein bezahlbarer Standard ist aber noch nicht in Sicht.

### 3.1.7.3 Wasserstoff Potenzial

Viele Hersteller engagieren sich in der Clean Energy Partnership oder der nationalen Wasserstoffallianz und in 2017 formierte sich während des World Economic Forum in Davos der internationale „*The Hydrogen Council*“, um mit vereinten Kräften Fortschritte zu erzielen. Auch die deutsche Regierung will ihre Förderung der alternativen Antriebe weiterhin technologieoffen halten. Ganz sicher bietet Wasserstoff als Energiespeicher großes Potenzial, wenn die Gewinnung aus erneuerbaren Energien erfolgt und industrie- und anwendungsübergreifend Synergien genutzt werden können (Sektorkopplung). Insbesondere für Schwerlastantriebe hat die Technologie Vorteile gegenüber Batteriespeichern. Aus heutiger Sicht ist die Gesellschaft jedoch von der sogenannten Wasserstoffwirtschaft noch weit entfernt. Die Elektromobilität ist da schon deutlich weiter. Die Automobilhersteller haben die Ampel auf Grün gestellt für Batterieantrieb und investieren enorm in Batterie-Fabriken, Produktionslinien für verschiedene Fahrzeugmodelle und die Weiterentwicklung der Technologie. Weltweit waren Investitionen von mehr als 300 Milliarden Euro bereits bis Anfang 2019 angekündigt.[60] Seitdem gibt es immer wieder neue Projekte und Pläne, viele werden sogar

nochmal beschleunigt. Für Brennstoffzellen-PKW ist nichts dergleichen zu vernehmen. Die Marktentwicklung ist schlichtweg viel langsamer als die der Elektromobilität.

#### **3.1.7.4 Wasserstoff für Nutzfahrzeuge**

Die politische Förderung von Wasserstoffantrieben konzentriert sich derzeit vorrangig noch auf Projekte im Stadium von Forschung und Entwicklung oder Demonstration. In der Anwendung gibt es dabei einen klaren Schwerpunkt auf Nutzfahrzeuge. Insbesondere Brennstoffzellen-Busse sind bereits im Einsatz. Bereits seit 2007 wird im Rahmen von HyCologne im Kölner Umland in verschiedenen Projekten der Wasserstoffantrieb im ÖPNV in Feldtests erprobt. Hierbei ist anzumerken, dass Wasserstoff am Standort Hürth aus der Industrieproduktion vor Ort zur Verfügung steht, wodurch strukturelle Standortvorteile genutzt werden konnten.[61] <sup>16</sup>

Wasserstoff kann auch in industriellen Prozessen als Energieträger eingesetzt werden. Dies wird insbesondere auch in NRW untersucht. Diesbezügliche Synergien und Sektorkopplung mit dem Verkehr können gegebenenfalls zum Tragen kommen. Bis zu Serienanwendungen wird es jedoch noch 10-15 Jahre Entwicklung erfordern. Ein Überblick über Projekte und Akteure findet sich im Netzwerk der Energieagentur NRW.[62]

#### **3.1.7.5 Technischer Vergleich: Wasserstoff – Batterie-Antrieb**

Alle strombasierten Antriebe müssen sich in ihrer jeweiligen Anwendung nach den Kriterien Energieverfügbarkeit und Energieeffizienz bewerten lassen. Systemisch betrachtet erfährt die Energieversorgung nur eine Akzeptanz, wenn sie nachhaltig, sicher und preiswert ist. Aus Verbrauchersicht bedeutet das im Sinne von Versorgungssicherheit ein flächendeckendes Netzwerk, einfacher Zugang und stete Verfügbarkeit des Treibstoffs, am besten 24/7 und möglichst ohne Wartezeit.

Wasserstoff tanken dauert etwa so lang wie ein konventioneller Tankvorgang. Allerdings muss Wasserstoff zunächst erzeugt und dann in der Brennstoffzelle in Strom umgewandelt werden, um den Elektromotor anzutreiben. Heute wird Wasserstoff noch weitgehend aus Erdgas gewonnen (sogenannter grauer Wasserstoff im Vergleich zu grünem Wasserstoff) und zur Tankstelle transportiert. Wird Wasserstoff mittels Elektrolyse aus Strom erzeugt und dies idealerweise an Ort und Stelle, so dass der aufwändige Transport entfallen kann, kann man die beiden Systeme strombasierter Antriebe im Hinblick auf ihre Effizienz vergleichen. Die Antriebseffizienz bestimmt dann den absoluten und relativen Verbrauch.

Beim Blick auf die Energiespeicherkapazität verschiedener Energieträger hat zunächst scheinbar Wasserstoff das größte Potenzial – allerdings nur in Bezug auf den Heizwert und die

---

<sup>16</sup> Im Sommer 2020 wurde vom Regionalverkehr Köln (RVK) bekannt gemacht, dass in Kürze auch in Meckenheim, Wermelskirchen, Bergisch Gladbach und im Rheinisch-Bergischen Kreis 35 neue Brennstoffzellenbusse ihren Betrieb aufnehmen werden, wofür auch in Wermelskirchen eine neue Wasserstoff-Tankstelle gebaut wird.[61]

massebezogene Energiedichte, die im Vergleich zu Benzin und Diesel dreimal so groß sind. Mit 39kWh/kg entspricht der Brennwert von 1 kg Wasserstoff dem von 3,3 Litern Benzin.

Wasserstoff hat als Gas im Vergleich zu den flüssigen Treibstoffen eine deutlich geringere Volumendichte. Diese ist abhängig vom Druck. Während Benzin 8760kWh Energie pro Kubikmeter enthält, ist im selben Volumen Wasserstoff bei Normaldruck nur 3kWh und bei 200 bar Druck 612kWh Energie gespeichert. Um ausreichend Wasserstoff für den Antrieb in Fahrzeugen zu speichern, sind Hochdruck-Tanks aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff entwickelt worden, um allen Sicherheitsanforderungen zu entsprechen. Heute ist der Stand der Technik ein 700 bar Tank mit 125 Litern Volumen, der 5 kg Wasserstoff speichert und ungefähr 125 kg wiegt. Der Brennwert entspricht etwa 22 Litern Benzin.

Der Systemwirkungsgrad eines Brennstoffzellenantriebs ist mit ca. 50% etwas besser als der eines Verbrennungsantriebs mit 35-40% (Serienhybrid) im besten Fall. Dies ist jedoch kein Vergleich zu einer Batterie, die Strom mit einem Wirkungsgrad von 97% speichern kann. Ein Elektrofahrzeug erreicht somit im Vergleich dazu auf Systemebene 87% Wirkungsgrad, wenn man noch 10% Verluste durch Umrichter und Elektromotor berücksichtigt, die auch beim Brennstoffzellenantrieb zu Buche schlagen. Geht man eine Ebene höher auf die systemische Ebene der Energiewirkungsgrade, so ist beim Vergleich der strombasierten Antriebe der Batterieantrieb mit 74% mehr als doppelt so effizient wie der Wasserstoff-Antrieb bei einer Gewinnung aus Strom durch Elektrolyse mit in Summe 38% Gesamtwirkungsgrad aus Strom.

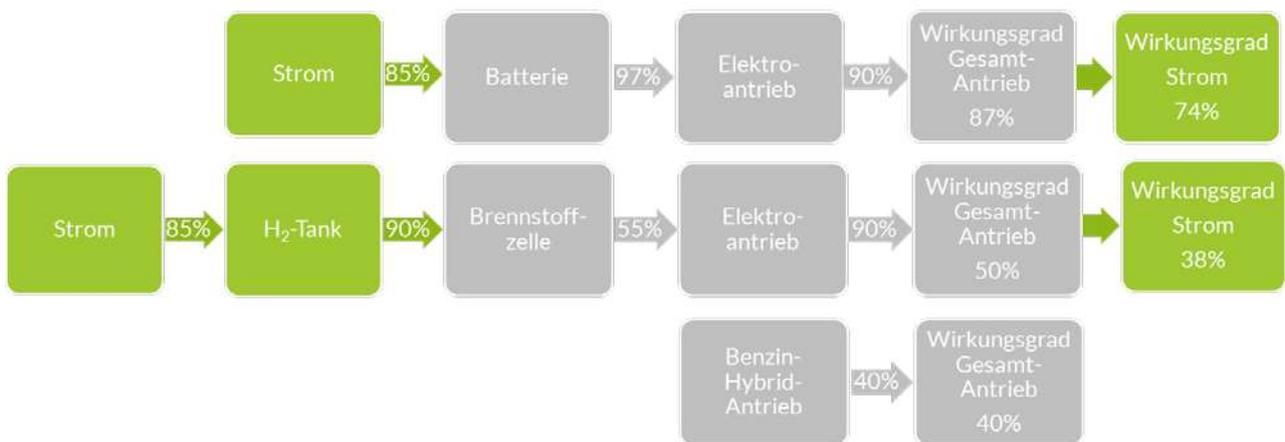


Abbildung 36: Wirkungsgradvergleich Wasserstoff- und Batterieantrieb

## 3.2 PESTEL Analyse für die Stadt Remscheid

Relevante Einflussfaktoren zur Bewertung der Situation im Hinblick auf benötigte öffentliche Ladeinfrastruktur für die Stadt Remscheid werden anhand einer PESTEL-Analyse<sup>17</sup> identifiziert und im Folgenden detailliert beschrieben. Das politische Umfeld und die ökologischen Vorteile von Elektromobilität im Vergleich zu herkömmlichem verbrennungs-motorischem Individualverkehr sind die Hauptmotivatoren. Insbesondere wird ein Augenmerk auf den aktuellen Stand der Technik, Trends und Ausblick auf die Elektromobilitäts-Branche und die Ladeinfrastruktur gelegt. Soziodemografische Aspekte und Mobilitätsanalysen werden für die Bedarfsermittlung zugrunde gelegt. Wirtschaftliche und Rechtliche Rahmenbedingungen werden als Entscheidungs-kritisch für Investitionen berücksichtigt.

### 3.2.1 Kontext Megatrends

Die Elektrifizierung von PKW-Antrieben ist ein Kernthema der Mobilitätswende, die wiederum die Verkehrswende und die Energiewende zusammenführt und die Schnittstellen der Sektorenkopplung in den Fokus stellt. Bei der Verwendung von elektrischen Antrieben geht es um die Sektoren Stromerzeugung und Verkehr.

Die Elektrifizierung wird hier als Kernthema identifiziert und ist motiviert durch **Dekarbonisierung** und **Elektromobilität** (dunkelgrün markiert). Laden und Netzintegration sind das verbindende Element zur Integration im Kontext der Sektorenkopplung.

Das Thema **Smart City** (grau markiert) gibt den Rahmen für die Mobilität der Zukunft vor: **Lebensqualität**, **Car Sharing** und die **Sharing Economy** als Konzept und **Multimodalität**, getrieben u.a. vom **Bike Boom** (e-Bike Boom) sind die zentralen Themen. Das Mobilitätsverhalten verändert sich Schritt für Schritt und die Variantenvielfalt der möglichen Verkehrsmittel steigt. Die Komplexität nimmt zu. Um den Bürgern die Multimodalität zu ermöglichen, sind Werkzeuge der **Digitalisierung** und **Konnektivität** unabdingbar (hellgrün markiert). Sie dienen als Wegbereiter. **Big Data**, **Smart Devices** und das **Internet der Dinge** ermöglichen in Zukunft einen reibungslosen Übergang und möglichst barrierefreien Zugang zu verschiedensten Verkehrsmitteln. Die **Telemetrie** liefert erforderliche Daten.

---

<sup>17</sup> Analyse zu politischen, wirtschaftlichen, sozio-kulturellen, technologischen, ökologischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf eine bestimmte Situation und Fragestellung (engl. *political, economic, social, technological, environmental, legal analysis*)

### 3.2.2 Politische Einflussfaktoren

Politisch relevante Faktoren, die bei dem Ausbau der Elektromobilität in Remscheid beachtet werden müssen, sind unter anderem übergeordnete politisch gesetzte Ziele wie in Kapitel 3.1.1 beschrieben. Dazu zählen die Klimaschutzziele des Pariser Abkommens sowie die Ziele für Deutschland für die Energiewende (bspw. Anteil Erneuerbarer Energie-Erzeugung, Ausstiegstermine für Energie-Erzeugung aus Atomkraft und Braunkohle), die europäischen Abgasemissionsziele und CO<sub>2</sub>-Flottenziele für die Automobilindustrie. Die konkreten Ziele für EV-Quoten und die Regierungsprogramme der Bundesregierung finden ebenfalls Anwendung. Dort sind auch die Ausbauziele für die Ladeinfrastruktur enthalten. Darüber hinaus gibt es Klimaschutzziele in Nordrhein-Westfalen und kommunale Ziele für Remscheid.

Die Wirtschaftsförderprogramme und -maßnahmen und Förderprogramme auf Bundesebene sowie diejenigen auf Landesebene nehmen ebenfalls politischen Einfluss. Letztere werden im Folgenden näher beschrieben, sind jedoch hauptsächlich als wirtschaftliche Einflussfaktoren wirksam.

Am Rande ist zu erwähnen, dass wegen der Bedeutung der Ladeinfrastruktur für den Erfolg der Elektromobilität die Möglichkeit, EV an privaten Ladeanschlüssen zu laden, erheblich ist (siehe 3.1.6.2). Dies wird in der folgenden Analyse zum Teil berücksichtigt, ist aber nicht zentraler Gegenstand für das hier entwickelte Konzept für öffentliche Ladeinfrastruktur. Auf politischer Ebene spielen in dem Zusammenhang europäische und nationale Vorgaben für Wohngebäude-Anschlüsse eine Rolle. Da die Regelungen noch nicht vollumfassend verabschiedet und auch bisher nicht ausreichend sind, könnten Engpässe dort in den kommenden Jahren Einflüsse auf den Bedarf für öffentliches Laden haben.

Drohende Fahrverbote für Dieselfahrzeuge, die gemäß Berichtsbeschluss seit 2018 möglich geworden sind, und auch steuerliche Anreize (beispielsweise Änderungen in der Besteuerung von Treibstoff) können sich unmittelbar auf die Entwicklung der Elektromobilität auswirken.

Zum Jahresbeginn 2013 wurde in der Stadt Remscheid eine Umweltzone eingerichtet. Der NO<sub>2</sub>-Grenzwert wird seit 2017 eingehalten.

Steuerliche Anreize für Dieseltreibstoff stehen zunehmend in der öffentlichen Kritik. Im Rahmen des aktuellen Klimaschutzprogramms der Bundesregierung und des Sofortprogramms Ladeinfrastruktur sind Elemente wie Anpassungen der Pendlerpauschale geplant; diese sind ggf. zu berücksichtigen, wenn sie final verabschiedet werden.

#### 3.2.2.1 Klimaschutzziele Nordrhein-Westfalen

Laut Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) wurden 2017 in NRW noch 275 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Die Ziele der Landesregierung Nordrhein-Westfalen legen für die Minderung der Treibhausgase bis 2020 mindestens 25 Prozent und bis 2050 80 Prozent Reduktion fest. Der Anteil des Stroms, der aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, soll bis 2030 bei 30 Prozent liegen.[65]

Nordrhein-Westfalen soll ein Vorreiter in Sachen Elektromobilität sein. Dazu wurde die Kampagne „NRW fährt vor“ gestartet.[66] Ziel ist es, dass rund ein Viertel der bundesweit zugelassenen

Elektrofahrzeuge in NRW fahren sollen. Zudem soll ein Großteil der benötigten Komponenten und Zuliefer-Teile in NRW entwickelt und gefertigt werden, damit die Wirtschaft weiter angekurbelt wird.

Zur Erreichung der Ziele hat NRW umfassende Förderung beschlossen und bereits umgesetzt: Programme in NRW beinhalten u.a. Kaufprämien für Elektrofahrzeuge, Unterstützung für die Installation von Ladeinfrastruktur und Zuschüsse für Beratungsleistungen. Die detaillierte Ausgestaltung wird in Kapitel 3.2.3 beschrieben.

### **3.2.2.2 Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Remscheid**

2013 wurde ein Integriertes Klimaschutzkonzept für Remscheid erstellt, dessen Umsetzung im Februar 2014 beschlossen wurde.

Gesetzte Ziele sind:

- Die örtlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen bis 2022 um 14 Prozent gegenüber 2011 und bis 2030 um 20 Prozent gesenkt werden.
- Der Strombedarf in Remscheid soll bis 2022 um 5 Prozent gesunken sein; eine Reduzierung um 10 Prozent bis 2030 wird angestrebt.
- Der Energiebedarf für Wärmenutzung in Haushalten in Remscheid soll bis 2022 um 15 Prozent und bis 2030 um 30 Prozent gesunken sein.
- Der Anteil erneuerbarer Wärmeerzeugung inklusive Abwärme-Nutzung am jeweiligen Wärmebedarf soll bis 2022 auf 5 Prozent und bis 2030 auf 10 Prozent gestiegen sein.
- Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung am Strombedarf soll bis 2022 auf 5 Prozent und bis 2030 auf 10 Prozent gestiegen sein.
- Unternehmen sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gewerbe um 20 Prozent bis 2022 absenken.
- Innerstädtisch sollen zehn Prozent aller Fahrten mit dem Auto bis 2022 durch das Fahrrad, oder ÖPNV ersetzt werden.
- Der Anteil des Kohlestroms soll kontinuierlich verringert werden.
- Außerdem soll es einen Ausbau der Beratungskapazitäten geben.

Zur Erreichung der genannten Ziele hat die Stadtverwaltung Remscheid eine Vielzahl an Maßnahmen und Projekten gestartet. Insbesondere wurde eine gesamtstädtische Mobilitätsstrategie mit 36 Maßnahmen am 05. Juli 2018 verabschiedet.[69]

In dem Rahmen ist beispielsweise geplant Elektrofahrzeuge für die kommunale Verwaltung anzuschaffen und am Standort der Stadtverwaltung Ladeinfrastruktur zu installieren.

Darüber hinaus erarbeitet die Stadtverwaltung gegenwärtig (09/2020) eine umfassende Nachhaltigkeitsstrategie.

### 3.2.3 Wirtschaftliche Einflussfaktoren

Die ökonomischen Einflussfaktoren für eine erfolgreiche Entwicklung der Elektromobilität in Remscheid sind von vielen Faktoren abhängig.

Grundsätzlich sind die Kosten für elektrische Mobilität, häufig gesehen im Verhältnis zu konventioneller Mobilität, entscheidend, wenn es um die Nutzerakzeptanz geht und die Einschätzung der künftigen Entwicklung im Hinblick auf Zulassungszahlen. Zur Ökonomie von Elektrofahrzeugen siehe Kapitel 3.1.5.6. Der mögliche Anstieg für Treibstoffkosten für konventionelle Antriebe wurde bereits im politischen Zusammenhang erwähnt (CO<sub>2</sub>-Preis, Steuer auf Benzin/Diesel).

Die Kaufbereitschaft der Bürger und die Motivation zum Umstieg auf Elektromobilität und damit das Potenzial für eine Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur werden unter sozio-ökonomischen Aspekten analysiert. Die Anreize zum Kauf von Elektrofahrzeugen werden in diesem Kapitel zusammengefasst (siehe 3.2.3.1). Dazu gehören Boni bei der Anschaffung und steuerliche Anreize. Künftig könnten immer mehr alternative vertriebliche Angebote eine Rolle spielen. Da sind bspw. der Trend vom Kaufen zum Benutzen (leasen, mieten, zeitweise oder gemeinschaftlich nutzen: *Sharing*) zu sehen oder neue Mobilitätsangebote und Dienstleistungen auf der Basis von Elektrofahrzeugen, wie *Ride Sharing* [26] oder „*People Mover*“-Konzepte (Personentransportmittel, oft für wenige Passagiere, wird vielfach im Zusammenhang mit autonomen Transportlösungen verwendet). Im Augenblick werden diese noch in Pilotprojekten erprobt und haben flächendeckend noch keine große Bedeutung.

Der Betrieb von Ladeinfrastruktur ist vielfach noch unwirtschaftlich. Entscheidend sind die Auslastung und Vergütung des Ladeangebots und die Kosten. Staatliche Förderprogramme senken die Hürden. Diese haben erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. In Kapitel 3.2.3.2 finden sich die Details dazu.

Für die öffentlich-zugängliche Ladeinfrastruktur, die auf privatem Grund von privaten Investoren errichtet wird, spielt die Wirtschaftskraft der Unternehmen eine Rolle - dies können überregionale Akteure sein oder lokal ansässige Betriebe. Eine entscheidende Bedeutung könnte künftig dem lokalen Handel und dem Handwerk zukommen.

Entscheidend für die öffentliche Wahrnehmung bleibt bis auf weiteres die öffentliche Ladeinfrastruktur. Genau diese adressiert vorliegende Studie.

#### 3.2.3.1 Kaufprämien für Elektrofahrzeuge und sonstige Anreize

Für den Kauf eines Elektrofahrzeuges erhält man im „Regierungsprogramm Elektromobilität“ einen Bonus von derzeit bis zu 9.000 € (aktualisiert: Stand Juli 2020). Die förderfähigen Fahrzeuge werden in einer Übersicht des BAFA gelistet.[70]

Darüber hinaus gibt es steuerliche Vorteile bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen. Siehe hierzu auch Kapitel 3.1.3.1 bis 3.1.3.3. Individuell können Kommunen nicht-monetäre Anreize umsetzen, wie beispielsweise vorteilhafte Park-Regelungen oder die Benutzung von Busspuren für Elektrofahrzeuge. Dies ist in Remscheid gegenwärtig nicht vorgesehen.



Die Berechtigungen für Förderung und Kaufprämien sind detailliert ausgestaltet und unterliegen häufigen Änderungen. Die für jeden Einzelfall gültigen Programme sind individuell und zum gegebenen Zeitpunkt zu prüfen.

### **3.2.3.2 Förderung für Errichtung von Ladeinfrastruktur**

Kommunen können sich bei der Umsetzungsberatung für Elektromobilität fördern lassen: Gefördert werden maximal 80 Prozent der Beratungskosten (maximal 24.000 Euro). Für nicht-öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur erhalten sie Zuschüsse: Für eine Wallbox werden bis zu 80 Prozent der Ausgaben übernommen (maximal 1.600 Euro), für eine Ladesäule werden ebenfalls bis zu 80 Prozent der Anschaffungskosten übernommen (maximal 4.800 Euro pro Ladepunkt).

Auch Unternehmen können eine Umsetzungsberatung für Elektromobilität fördern lassen mit maximal 50 Prozent der Beratungskosten (maximal 15.000 Euro). Für die Förderung von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur gilt: Ladesäulen für Handwerker und Unternehmen werden mit bis zu 50 Prozent der Ausgaben unterstützt (maximal 5.000 Euro pro Ladepunkt). Die Förderung von nicht öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur ist begrenzt auf bis zu 50 Prozent der Ausgaben für eine Wallbox (maximal 1.000 Euro). Für eine Ladesäule werden ebenfalls bis zu 50 Prozent der Kosten übernommen (maximal 3.000 Euro pro Ladepunkt).

Privatpersonen können Förderung für z.B. eine Wallbox beantragen: Hier übernimmt das Land NRW bis zu 50 Prozent der Kosten bis 1.000 Euro.

Alle genannten Förderprogramme und zugehörige Informationen, Links und Anträge finden sich hier unter [www.elektromobilitaet.nrw](http://www.elektromobilitaet.nrw) [66]. Die Informationen entsprechen dem Stand von März 2020. Die Berechtigungen für Förderung und Kaufprämien sind detailliert ausgestaltet und unterliegen häufigen Änderungen. Die für jeden Einzelfall gültigen Programme sind individuell und zum gegebenen Zeitpunkt zu prüfen.

### 3.2.4 Sozio-kulturelle Einflussfaktoren

Urbanisierung und steigende Bevölkerungsdichte sowie zunehmender individueller Mobilitätsbedarf sind allgemeine Trends. In Remscheid ist die Einwohnerzahl bis 2014 auf rund 111.000 Einwohner/innen gefallen und danach wieder kontinuierlich gestiegen. Im Jahr 2020 ist die Einwohnerzahl mit rund 114.000 wieder etwa auf dem Stand von 2010. Remscheid hat eine Bevölkerungsdichte von rund 1.500 Einwohner pro km<sup>2</sup> in einer urbanen Struktur. Die Bevölkerungsdichte in den Nachbarstädten Wuppertal und Solingen ist etwas höher (bis ~2.000 EW/km<sup>2</sup>), jedoch ist Remscheid nicht halb so dicht besiedelt wie Düsseldorf Stadt (nahezu 3.000 EW/km<sup>2</sup>).[71]

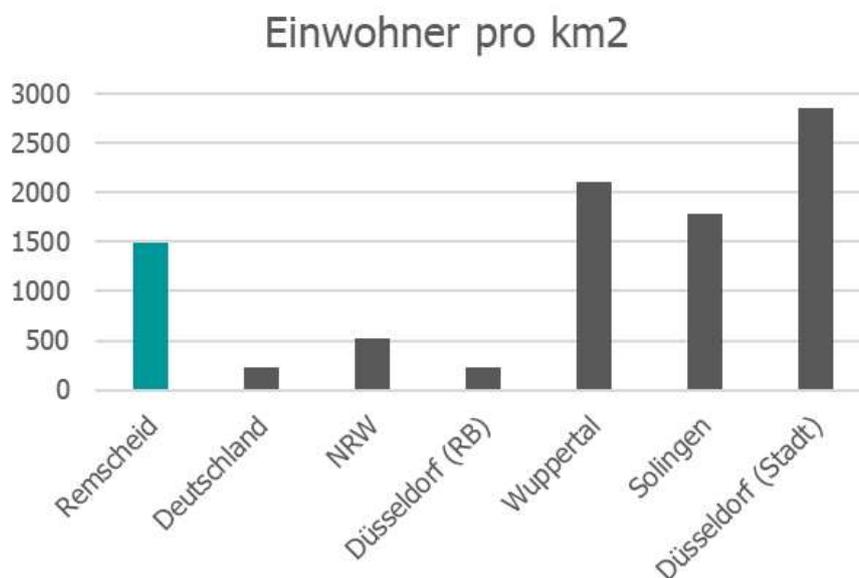


Abbildung 37: Bevölkerungsdichte in Remscheid im Vergleich

Die Arbeitslosenquote beträgt 7,1%, die Einzelhandels-relevante Kaufkraft beträgt 6.789 € je Einwohner und liegt damit mit einem Niveau von 97,7 unter dem Landesdurchschnitt (99,7) und dem Bundesdurchschnitt von 100. Das Einzelhandelsumsatzniveau liegt mit 102,6 jedoch über dem Bundesniveau von 100. (Alle Zahlen für 2018, [74]) Weitere spezifische Daten zu Wirtschaft, Mobilität und Pendlerstatistiken, Tourismus usw. werden im Rahmen der Konzeptentwicklung detailliert analysiert.

Ein gesteigertes Umwelt- und Klimabewusstsein lässt sich auch in Remscheid am steigenden Zuspruch für die Politik der Partei „Bündnis 90/ Die Grünen“ aus den letzten Wahlergebnissen ablesen: Mit 21,4 % wurde sie bei der Europawahl 2019 in der Stadt Remscheid zweitstärkste Partei. Bei der Bundestagswahl 2017 hatte sie einen Anteil von 7,22 % und bei der Landtagswahl 2017 von 5,2 % der Stimmen.[72]

Der Trend zur Autarkie bei der Stromversorgung, d.h. Strom-Eigenerzeugung mittels PV-Anlagen oder BHKW-Anlagen zuhause und der Selbstnutzung von Eigenstrom gegenüber Einspeisung oder Bezug aus dem Netz ist wenig auffällig in Remscheid. Die Sonnenausbeute ist aufgrund der

topografischen Lage und des lokalen Klimas nicht außerordentlich vorteilhaft für PV-Stromerzeugung.[73]

Durch den zunehmenden individuellen Mobilitätsbedarf, Urbanisierung und Individualisierung entwickelt sich ein Trend zur Autarkie. Immer weniger Autos werden privat gekauft, es gilt: Nutzen statt Besitzen. Die Akzeptanz neuer Geschäftsmodelle, wie beispielsweise Sharing-Angebote, lässt sich für Remscheid jedoch nicht bewerten, da bspw. Carsharing in Remscheid aktuell nicht angeboten wird.

Die Menschen sind für das Thema Elektromobilität sensibilisiert und wollen Nachhaltigkeit in der Fortbewegung. Trotzdem ist die Zahlungsbereitschaft begrenzt, da Zukunfts- und Technologieunsicherheiten vorhanden sind.

Geht man von der historischen Entwicklung und der gegenwärtigen Situation aus, so bleibt die Entwicklung des PKW-Bestandes im Verhältnis zur Bevölkerung in Remscheid in den letzten zehn Jahren auf einem konstanten Niveau. Die Fahrzeugdichte in der Stadt Remscheid beträgt 541 PKW pro 1.000 Einwohner (KBA 2019 und Stadt Remscheid 2019)<sup>18</sup> und liegt nahe dem bundesdeutschen Durchschnitt von 575 Pkw/ 1.000 Einwohner/innen. [47]

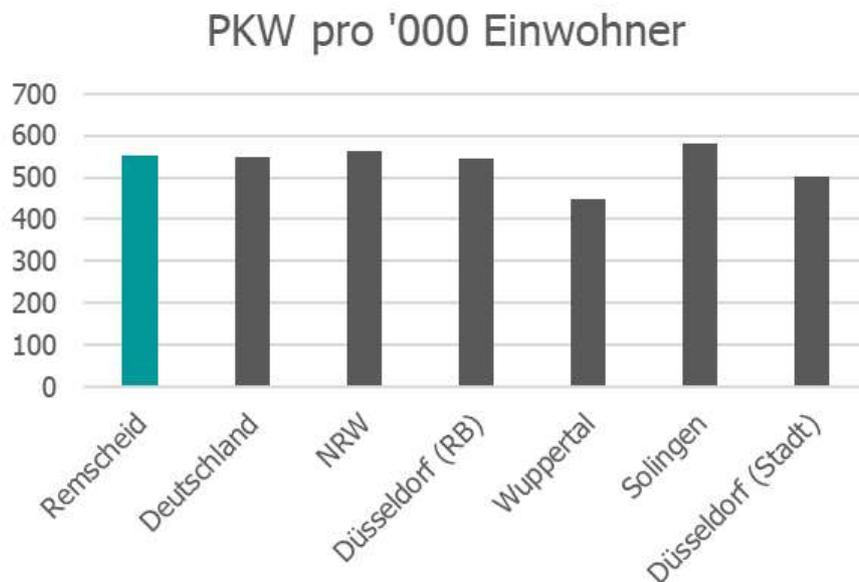


Abbildung 38: PKW-Dichte in Remscheid im Vergleich

Der Status Quo zum PKW-Bestand in Remscheid ist wie folgt:[47]

- Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2019 in Remscheid: 61.345.

<sup>18</sup> Kraftfahrtbundesamt (2019): Kfz-Bestand nach Gemeinden zum 01.01.2019 und Stadt Remscheid (2019): Informationen der Statistikstelle. Remscheider Einwohner/innen am 30. September 2019

- Das entspricht 86% des Gesamtbestands an Kraftfahrzeugen. Darunter 11% bei gewerblichen Haltern. 14% der Kraftfahrzeuge sind 5.292 Krafträder + 328 Sonstige Kfz einschließlich Busse + ~4400 LKW und Zugmaschinen
- Neuzulassungen pro Jahr: 3.687 PKW (2017).

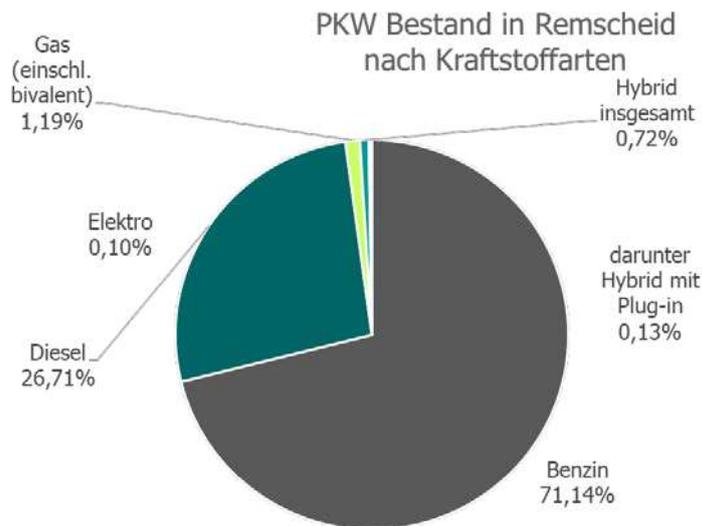


Abbildung 39: PKW Bestand in Remscheid

Elektrofahrzeuge (EV+PHEV, Bestand per 01.01.2019) sind im Vergleich leicht unterrepräsentiert in Remscheid, sowohl im bundesdeutschen Vergleich als auch insbesondere im Vergleich zu benachbarten Städten wie Solingen, Wuppertal und Düsseldorf.

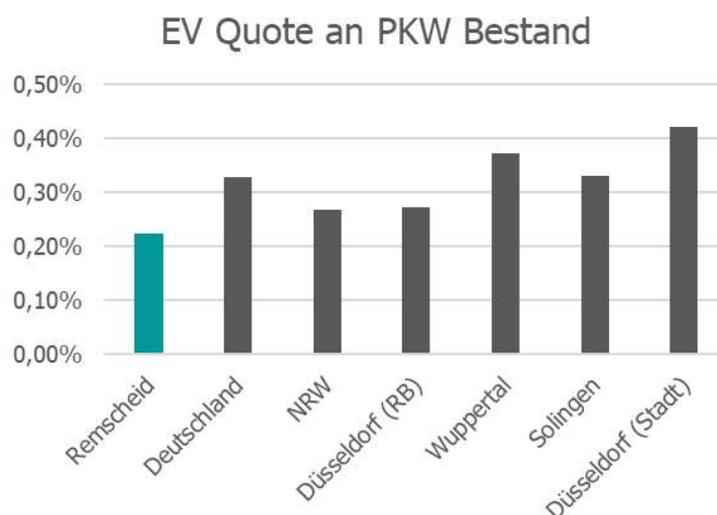


Abbildung 40: EV-Quote in Remscheid im Vergleich

Die Mobilität ist im Umbruch, die Art und Geschwindigkeit der Anpassung von Verhaltensweisen der Menschen auf neue Angebote ist nur schwer vorherzusagen. Eine Vielzahl an Studien und Umfragen

zur Akzeptanz von Elektromobilität, neuen Mobilitäts-Services, Carsharing, multimodaler Verkehrsnutzung liegen vor, dennoch bleiben Prognosen schwierig. In der Ausgestaltung zum Ausbau der Ladeinfrastruktur wird dem insbesondere Rechnung getragen durch die Berücksichtigung von modularen Ansätzen, die künftige Ergänzung und Erweiterung einer möglichen Erstausrüstung erlauben. In den kommenden Jahren wird ein dynamischer Umbruch in der Automobilindustrie mit neuen Produkten und Dienstleistungen für Mobilität das Nutzerverhalten beeinflussen. Dennoch bleibt auch bei hohen Neuzulassungszahlen für z.B. EV (25-30% bis 2025 avisiert) der Anteil von konventionellen Fahrzeugen im Bestand weiterhin hoch. Ob drastische Einschnitte wie Fahrverbote, höhere Kosten oder Steuern die Transformation eher beschleunigen als erwartet, kann heute nicht abgesehen werden.

***Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die Entwicklung bis 2025. Die Stadt Remscheid wird im Hinblick auf die Nutzerakzeptanz von Elektromobilität als eher moderat bis reaktiv eingeschätzt. Damit wird für die Geschwindigkeit der Marktdurchdringung eine durchschnittliche bzw. leicht unterdurchschnittliche Entwicklung angenommen.***

### **3.2.5 Technologische Einflussfaktoren**

EV-Technologie ist insbesondere durch die Li-Ionen-Batterieentwicklung und die weitere Entwicklung der elektrischen Antriebe technisch reif und bezahlbar geworden. Das Produktangebot der Automobilindustrie für Elektro- und Plug-In Hybrid-Fahrzeuge ist wesentlich gestiegen. Die Ladetechnologie ist entwickelt und die Standardisierung dieser weit fortgeschritten, wodurch die Ladeinfrastruktur wesentlich ausgebaut wird.

Die Kosten sind in den letzten Jahren deutlich gesunken und mit Anlauf der Massenproduktion von Elektrofahrzeugen in den nächsten Jahren werden die Volumina zu erheblicher Kostendegression führen. Preisparität zum Verbrenner wird zwischen 2020 und 2025 erwartet. Bis dahin werden Förderprogramme den Markthochlauf unterstützen.

Die Digitalisierung, bzw. die Vernetzung und Konnektivität dienen außerdem als Wegbereiter für weitere Geschäftsmodelle und neue Abwicklungsprozesse von Dienstleistungen und neuen Produkten. Die Entwicklung von *Smart Grid*, also intelligenten Stromnetzen ist ebenfalls ein essenzielles Thema für die Elektromobilität in Remscheid. In Zukunft entstehen Potenziale zur optimalen Ausnutzung von erneuerbar erzeugter Energie für Elektromobilität und zum Lastmanagement im Netz durch gesteuertes Laden oder die weitergehende Integration mittels V2G (Vehicle-to-Grid) und V2H (Vehicle-to-Home)-Technologie. Diese werden jedoch voraussichtlich vor 2025 keine entscheidende Rolle in der Fläche spielen und wären eher Gegenstand strategischer Betrachtungen auf Seiten des Netzbetreibers oder der Betreiber größerer Ladeparks.

Für den wirtschaftlichen Erfolg von öffentlicher Ladeinfrastruktur werden Digitalisierung und Konnektivität ebenfalls eine entscheidende Rolle spielen. Die Bündelung von Kundenangeboten für Laden in Kombination mit anderen Services oder Bonusprogrammen (Parken, Einkaufen, Freizeitangebote etc.) wird maßgeblich über Kundenbindung und Attraktivität von Lade-Angeboten entscheiden. Im Ökosystem „Laden“ werden neue Geschäftsmodelle entstehen oder vielmehr eine Kombination aus einer Vielzahl dessen, denn der Verkauf von Strom allein ist nicht kostendeckend.

Telemetrische Datenübertragung zur Routenführung zu Ladesäulen, Informationsübermittlung über deren Status (frei/belegt) und Preismodelle erlauben dem EV-Fahrer eine Optimierung seiner Route. Dazu können auch Verkehrsflussinformationen einfließen. Umgekehrt können die Betreiber durch Echtzeit-Daten-basierte Preismodelle und -informationen ggf. die Auslastung beeinflussen. Zum reibungslosen Ablauf erfordert dies entsprechende Mobilfunk-Netzabdeckung in Remscheid für die Datenübertragung.

Blockchain-Technologie kann solchen komplexen Systemen und insbesondere deren Abrechnung und damit neuen Geschäftsmodellen zum Durchbruch verhelfen.

### **3.2.6 Ökologische und geografische Einflussfaktoren**

Remscheid liegt auf den Höhen des Bergischen Landes im Innern des großen Wupperbogens, über den tief eingeschnittenen Tälern des Eschbachs, des Morsbaches und der Wupper und ihrer Seitentäler östlich von Solingen und südlich von Wuppertal, welche zugleich die beiden nächsten größeren Städte sind. Die kreisfreie Stadt Remscheid ist in ein dichtes Besiedlungsnetz am Rande der Metropolregion Rhein/Ruhr eingebettet und befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu Wuppertal und Solingen. Die drei Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal bilden das so genannte Bergische Städtedreieck.

Das Klima in Remscheid weist aufgrund der zentralen Lage in Deutschland und dem dort vorherrschenden gemäßigten Klima keine Besonderheiten auf. Es liegen keine extremen Standortbedingungen vor, die die Installation und den Betrieb von elektrischen Anlagen wie Ladesäulen, die nach gängigen Standards zertifiziert sind, erschweren oder verhindern. Bedingt durch den Steigungsregen ist Remscheid jedoch sehr stark von Niederschlägen betroffen. Die Niederschläge speisen hauptsächlich die vielen Bäche und Flüsse in der Mittelgebirgsregion.

Die spezifische bergige Topografie von Remscheid verdient jedoch ein besonderes Augenmerk: Remscheid erstreckt sich über 52 m ü. NN bis hin zu 378 m ü. NN (siehe Abbildung 41).[48] Dies ist möglicherweise eine Erklärung für eine sehr autofreundliche Stadt. Die Autobahnanbindung ist mit direktem Zugang zur A1 mit zwei Anschlüssen in der Stadt und einem am Stadtrand sehr gut. Eine direkte Zuganbindung in die nahegelegenen Metropolen ist hingegen nicht gegeben. Über den Schienenpersonennahverkehr können Wuppertal und Solingen erreicht werden, um dort umzusteigen. Die Notwendigkeit, ggf. sogar mehrfach umsteigen zu müssen, hält viele Pendler von der Nutzung des Schienennahverkehrs ab.

Steigungen wirken sich zudem auf den Treibstoffverbrauch von Kraftfahrzeugen negativ aus und bewirken damit lokal höhere Emissionen, sowohl auf den Lärm als auch auf die Schadstoffe bezogen.

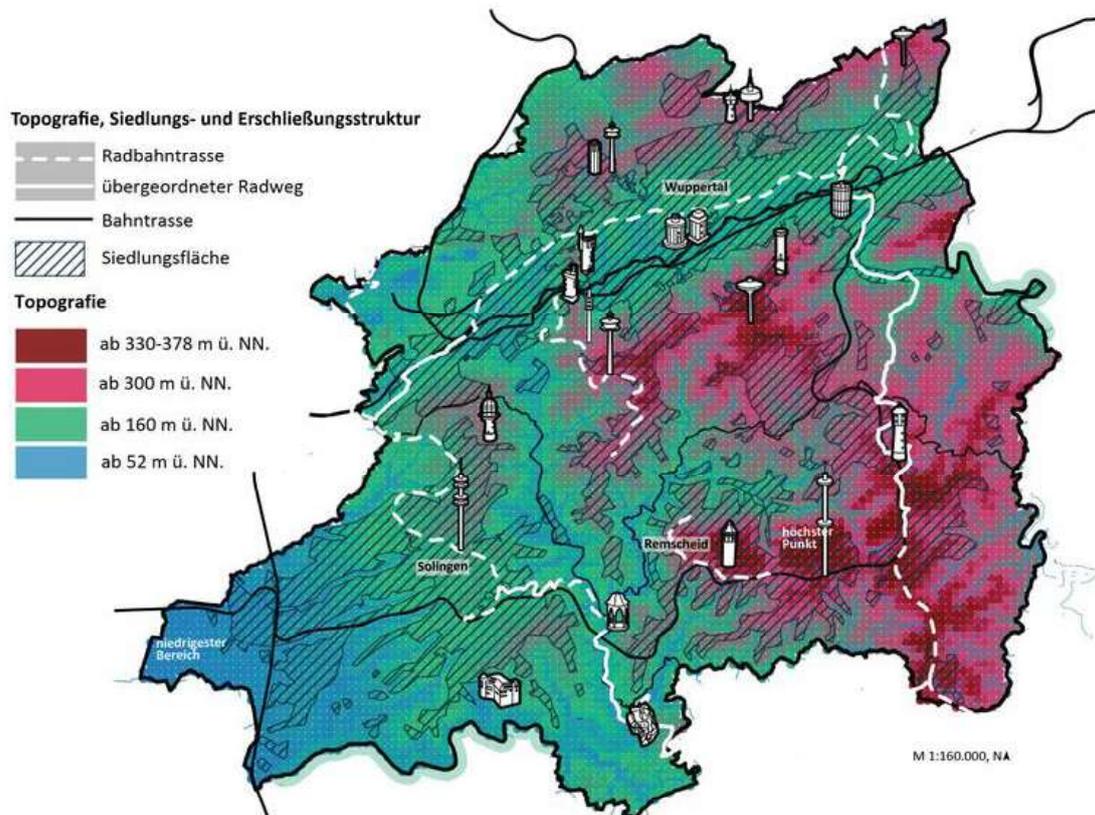


Abbildung 41: Topografie der Stadt Remscheid

Ökologisch hat die Elektromobilität einen sehr großen Einfluss, da lokal Emissionsfreiheit erreicht wird, die Luftqualität verbessert wird und die Lärmemissionen durch e-Mobilität deutlich verringert werden, was eine höhere Lebensqualität zur Folge hat.

Die ökologischen Aspekte der Elektromobilität sind am besten untersucht im Hinblick auf ihr lokales Emissionsminderungspotenzial. Dies wird im Rahmen der CO<sub>2</sub>-Analyse (Kapitel 3.3) berücksichtigt.

Ökologische Gefährdungen durch die Errichtung von Ladeinfrastruktur werden hier weitgehend ausgeschlossen, da in der Regel bestehende Infrastruktur (z.B. Parkplätze) neu ausgerüstet wird und nicht wesentlich zusätzliche Flächen erschlossen/versiegelt werden müssen. Die installierten Anlagen werden nach den Regeln der Technik entwickelt und damit mögliche Gefährdungspotenziale ausgeschlossen.

### 3.2.7 Rechtliche Einflussfaktoren

Die gesetzliche Lage ist zunehmend förderlich für EV. In Einzelfällen bestehen dennoch zum Teil unzureichend verlässliche Rahmenbedingungen, wodurch Investitions-Entscheidungen deutlich erschwert werden. Im Augenblick wird der Aufbau von Ladeinfrastruktur freien Marktkräften überlassen, jedoch mit staatlicher Unterstützung durch Förderung von Investitionen. Der Betrieb liegt außerhalb des regulierten Bereichs der Stromnetze. In welchem Maße die Infrastruktur Aufgaben der Daseinsfürsorge erfüllen muss oder ob eine reine Nachfrageorientierung sinnvoll ist, ist

umstritten. In der „Henne-Ei-Diskussion“ ist mittlerweile deutlich geworden, dass eine ausreichende Ladeinfrastruktur eine Voraussetzung für den Markthochlauf und die Marktdurchdringung von Elektromobilität ist. Wo die freien Marktkräfte nicht zu ausreichendem Ausbau führen, sieht die Bundesregierung ggf. einen Eingriff vor, zur staatlich (co-)finanzierten Ladeinfrastruktur - die genaue Ausgestaltung ist noch offen.

Das Laden zuhause und am Arbeitsplatz ist vorrangig von Bedeutung bei den individuellen Überlegungen zur Anschaffung von EV im Vergleich zu öffentlichem Laden. Gerade dafür sind die rechtlichen Rahmenbedingungen noch nicht förderlich, um private Investitionen insbesondere im urbanen Raum und in Mehrfamilienhäusern zu ermöglichen.

Rechtliche und regulatorische Faktoren, die zu berücksichtigen sind für die Installation und den Betrieb von Ladeinfrastruktur sind insbesondere folgende:

- Elektromobilitäts-Gesetz (EMobG)
- EU Direktive 2014/94/EU
- Preis Regulierung (PAngV)
- Mess- und Eichrecht/Eichverordnung (MCL, MessEV)
- PTB Regulierung (REA E-Mobilität)
- Ladesäulenverordnung LSV, Ladestandards nach DIN ISO, insbesondere ISO15118
- Technische Anschlussbedingungen TAB, NAV Netzanschlussverordnung
- DIN VDE 0100 Gebäudetechnik und -installationsvorschriften
- EEG - Erneuerbare-Energien-Gesetz, EnWG - Energiewirtschaftsgesetz, Stromsteuergesetz StromStG, StromNEV – Stromnetzentgeltverordnung
- Anlagenbetrieb – Arbeitsschutz/Arbeitssicherheit, Prüfung elektr. Anlagen DVGU A1 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), Elektrische Anlagensicherheit, Elektrofachkraft, Hochvolt Sicherheit
- ISMS (Information Security Management System)
- Smart Meter Gesetz
- Neue Verordnungen (z.B. Wohngebäude Richtlinie/Verordnung o.ä. gemäß EU Vorgaben Neubau, Stellplätze, Stromanschlüsse (2020ff)), Smart Meter-Regelungen
- Steuergesetze, Dienstwagenregelung: Berücksichtigung geldwerter Vorteil EV und bei der Abgabe von Ladestrom an Mitarbeiter

### **3.2.8 Zusammenfassung der relevanten PESTEL Einflussfaktoren für Remscheid**

Die wesentlichen Faktoren der PESTEL-Analyse, die für die Entwicklung des Lade-Infrastrukturkonzeptes für Elektrofahrzeuge und Pedelecs für das Stadtgebiet Remscheid entscheidend sind, sind hier nochmals zusammengefasst. Die spezifische Bewertung der Details für Remscheid erfolgt im Rahmen der SWOT Analyse (siehe Kapitel 3.3.3.)

### Politische Faktoren der Energie-/Verkehrswende

- Übergeordnete politische Ziele sind gesetzt: Klimaschutzziele, Dekarbonisierung, Pariser Abkommen, CO<sub>2</sub>-Emissionsziele Verkehr und auf nationaler Ebene die EE-Ausbauziele und die Emissionsziele für den Verkehr in Deutschland
- Fördermittel, Subventionen, Anreize, bspw. „e-Mobilitäts-Gesetz“, „Saubere Luft“ Programm, Ladesäulen-Programm, Elektro-Dienstwagenbesteuerung unterstützen den Markthochlauf Elektromobilität und die für die Ladeinfrastruktur gültigen Programme sind im Detail bekannt

### Ökonomische Faktoren

- Die TCO-Wirtschaftlichkeit für Elektroautos ist teilweise bereits gegeben, Preisparität für EV in Aussicht (2022-2025)
- Zinsen sind niedrig, was eigentlich förderlich für das Investitionsklima sein sollte, aber Investitions- und Planungsunsicherheit sowie Rezessions-Ängste stehen dem entgegen

### Sozio-kulturelle Faktoren

- Die Menschen sind sensibilisiert, sie wollen Nachhaltigkeit, ihre Zahlungsbereitschaft ist jedoch begrenzt, Zukunfts- und Technologieunsicherheit hemmen noch
- Unternehmensinitiativen und Marketing-Maßnahmen zu Ökologie tragen zur Mitarbeiterbindung und einem positiven Image bei

### Technologische Faktoren

- EV-Technologie ist reif und bezahlbar geworden: insbesondere durch die Li-Ionen Batterieentwicklung der letzten 10 Jahre
- Ladetechnologie ist entwickelt, die Standardisierung ist weit fortgeschritten, neue und bessere Lösungen werden auf den Weg gebracht, (ausreichend) öffentliche Ladeinfrastruktur ist weiterhin ein wichtiger Faktor aber zurzeit kein Engpass, dennoch muss der Ausbau konsequent vorangetrieben werden.
- Digitalisierung dient als Wegbereiter für neue Geschäftsmodelle

### Ökologische Faktoren

- Lokale Emissionsfreiheit, Verbesserung der Luftqualität, Reduktion von Lärmemissionen durch e-Mobilität

### Gesetzliche Faktoren

- Das eMobG ist förderlich für EV und unterstützt den Markthochlauf, neue Maßnahmen sind beschlossen und werden umgesetzt
- Im Energiesektor besteht künftig Handlungsbedarf bei Netzintegration, Laden in der Stadt (Laternenparker) und in Mehrfamilienhäusern
- Insgesamt noch unzureichend verlässliche Rahmenbedingungen und Ziele erschweren Investitionsentscheidungen

### 3.3 Bestands- und CO<sub>2</sub>-Analyse

#### 3.3.1 Bestandsaufnahme und -analyse

Im Rahmen der Bestandsaufnahme und -analyse erfolgte eine Auswertung und Aufbereitung vorliegender Untersuchungen und Daten zur Mobilität und zum Verkehr. Der Schwerpunkt bei der Analyse lag auf nachhaltiger Mobilität (v.a. Radverkehr) und der Elektromobilität.

Der Auftragnehmer nutzte hierfür die breite Datengrundlage der Stadt Remscheid, die ihm zur Verfügung gestellt wurde. Eine Vielzahl der Konzepte, Untersuchungen und Broschüren sind zudem auf der Internetseite für jedermann zugänglich.

#### Gesamtstädtische Mobilitätsstrategie der Stadt Remscheid

Im Rahmen der Aufstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes (IKSK) wurde die Ausarbeitung einer gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie als eine von mehreren Maßnahmen zum Klimaschutz definiert. Die Umsetzung der Strategie kann dabei helfen das Ziel der lokalen CO<sub>2</sub>-Reduktionen zu erreichen.

Das Primärziel der Mobilitätsstrategie ist es, die Mobilität in Remscheid klimafreundlicher zu gestalten. „Dazu sollen einerseits PKW-Fahrten vermieden und effizienter gestaltet werden, andererseits muss gleichzeitig ein Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs und des Schienenpersonennahverkehrs (ÖPNV und SPNV) sowie des Radverkehrs erfolgen. Die Stadt Remscheid wirkt damit den steigenden CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehrssektor infolge der in den vergangenen Jahren steigenden PKW-Zahlen entgegen. Die Umsetzung der Mobilitätsstrategie trägt ebenso zur Minderung anderer Umweltbelastungen wie z.B. der Luftreinhaltung und der Lärmbelastung bei.“[91]

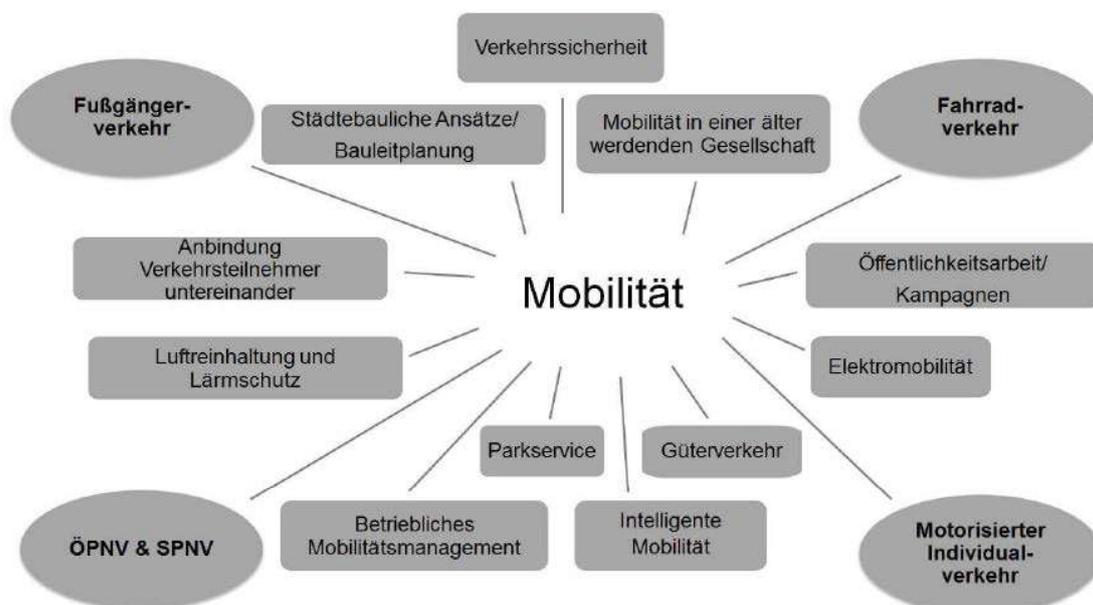


Abbildung 42: Betrachtete Themen bei der Erstellung der Mobilitätsstrategie [91]

Zentraler Bestandteil der gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie für die Stadt Remscheid stellt das Leitbild für eine klimafreundliche Mobilität dar. Dieses soll bei allen zukünftigen Entscheidungen im Bereich Mobilität und Verkehr eine einheitliche Orientierung geben. „Es stellt eine Zukunftsvision der Mobilität in den nächsten fünf bis zehn Jahren dar.“[91] Darüber hinaus beinhaltet sie 36 verkehrsmittelübergreifende Maßnahmen in den Handlungsfeldern Organisation und Rahmenbedingungen, motorisierter Individualverkehr (MIV), Nahmobilität sowie öffentlicher Personennahverkehr. Die Maßnahmen sollen zur Erreichung der Klimaschutzziele der Stadt Remscheid beitragen und sind zunächst auf einen Zeitraum von fünf Jahren ausgelegt.

Die Stadt Remscheid legt Wert darauf, dass die unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnisse der Remscheider Bevölkerung und der Unternehmen bei der Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsangebotes unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten berücksichtigt werden.[91]

- Die Lebensqualität hat sich durch umweltfreundliche Mobilität erhöht.
- Die Mobilitätswende in Remscheid trägt zum Klima- und Immissionsschutz bei.
- Die Mobilität ist für alle Einwohnerinnen und Einwohner gesichert.
- Es gibt einen respektvollen Umgang mit schwächeren Verkehrsteilnehmern.
- Die Barrierefreiheit ist bei allen Mobilitätsangeboten zu realisieren.
- Der Umweltverbund (Öffentlicher Personennahverkehr, Schienenpersonennahverkehr, Fuß- und Fahrradverkehr, Carsharing) mit einer verkehrsmittelübergreifenden Mobilität genießt hohe Priorität.
- Der Einsatz alternativer und innovativer Antriebe hat sich bei allen Verkehrsmitteln durchgesetzt.
- Der ÖPNV und der SPNV verbinden Remscheid direkt mit den Metropolen an Rhein und Ruhr und sind so attraktiv, dass sie auch städteübergreifend genutzt werden und eine bessere Alternative zum Autofahren darstellen. Remscheid verfügt darüber hinaus über eine sichere Anbindung an den Schienengüterverkehr.
- Die Aufenthaltsqualität für Fußgänger im Stadtraum genießt hohe Priorität.
- Alle Fuß- und Radwegeverbindungen sind sicher und in einem guten Zustand nutzbar. Sie verbinden die Stadtteile untereinander, sind an die Wegenetze der Nachbargemeinden angebunden und dienen neben Freizeitaktivitäten auch dem Pendlerverkehr.
- Alle wichtigen Punkte sind mit dem Fahrrad gut erreichbar und komfortable, diebstahlsichere Abstellmöglichkeiten sind vorhanden.
- Carsharing wird an mehreren Standorten in der Stadt verstärkt angeboten und genutzt.
- Paketdienste bündeln und koordinieren ihre Fahrten im Stadtgebiet.
- Die Stadtverwaltung, ihre Tochterunternehmen, die ansässigen Landesbehörden sowie die privatwirtschaftlichen Unternehmen vor Ort betreiben ein nachhaltiges Mobilitätsmanagement. Geschäftsreisen und private Arbeitswege werden umweltfreundlich organisiert.

Die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger stellte für die Mobilitätsstrategie einen zentralen Baustein dar. So waren die Meinungen und Anregungen der "Fachleute vor Ort" wichtige Impulsgeber für den Prozess. Die Bürgerinnen und Bürger erhielten die Möglichkeit die Mobilitätsstrategie durch eigene Ideen und Vorschläge aktiv mitzugestalten.[92]

Im Kapitel „Ausgangslage und Rahmenbedingungen“ wird unter anderem auf die Entwicklung der Kraftfahrzeugbestände (inkl. der Elektrofahrzeuge) eingegangen. Hier zeigt sich, dass trotz negativer Bevölkerungsentwicklung die Zahl der zugelassenen Kfz in den letzten Jahren stetig gestiegen ist. Im Jahr 2017 waren in Remscheid rund 60.000 PKW zugelassen. Sieben Jahre zuvor waren es „nur“ rund 60.000 PKW.[92] Aktuell sind in der kreisfreien Stadt 61.345 PKW zugelassen (01.01.2019).[47]

In der Stadt Remscheid waren Mitte 2019 lediglich 71 reine Elektrofahrzeuge und 77 Plug-In-Hybride zugelassen (30.06.2019).[104] Demgegenüber stehen bislang 20 öffentlich zugängliche Ladepunkte an neun Standorten im Stadtgebiet für die Aufladung dieser Fahrzeuge zur Verfügung. In diesem Zuge wurde zudem auf die Treibhausgas- und Stickoxid-Emissionen der einzelnen Verkehrsmittel eingegangen. Der PKW (142 g/ Pkm) belegt dabei den zweiten Platz bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen hinter dem Flugzeug (211 g/Pkm) und den dritten Platz (0,31 g/Pkm) bei den Stickoxid-Emissionen hinter dem Flugzeug (0,55 g/Pkm) und dem Linienbus (0,41 g/Pkm).[93] Aufgrund dieser Fakten ist es nicht zuletzt aus Gründen des Umwelt- und Klimaschutzes wichtig das Kfz-Verkehrsaufkommen deutlich zu reduzieren oder nachhaltiger zu gestalten. Eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs stellt sicherlich die effizienteste Methode dar, um die Luft- und Lärmschadstoffemissionen zu reduzieren. Weiterhin kann durch den Ersatz der konventionell betriebenen Kfz durch Kfz mit alternativen Antrieben zumindest der lokale Ausstoß von Schadstoffemissionen in den hochbelasteten Innenstädten vermieden werden. Damit im Gesamtsystem Schadstoffemissionen reduziert und die Umwelt geschont werden können, ist es wichtig, dass im bundesdeutschen Strom-Mix ein höherer Anteil an Energie aus erneuerbaren Energien gewonnen wird. Dies gilt zukünftig umso mehr, da durch die Elektromobilität eine Zunahme beim Strombedarf eintreten wird. Die Stadt Remscheid weist bereits heute einen umweltfreundlicheren Strom-Mix auf als dies für den Bundesdurchschnitt der Fall ist.

Andere fortschrittliche, nachhaltige Antriebstechnologien neben der Elektromobilität müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Diese werden allerdings im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Konzeptes nicht weiter berücksichtigt, da es um den Aufbau von Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Fahrzeuge geht.

Das Ziel für den Verkehrssektor in Remscheid wurde bereits im Integrierten Klimaschutzkonzept im Jahr 2014 festgehalten. Demnach sind 10 % der PKW-Fahrten bis 2022 auf das Fahrrad und den ÖPNV zu verlagern. Für die Mobilitätsstrategie, die einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung dieses Ziels leisten soll, ergeben sich dadurch folgende Unterziele:

- Reduzierung der Fahrten im MIV
- Verstärkter Einsatz emissionsarmer Fahrzeuge
- Förderung und Attraktivitätssteigerung des Fuß- und Fahrradverkehrs

- Förderung und Attraktivitätssteigerung des ÖPNV und SPNV

Die im Rahmen der Mobilitätsstrategie entwickelten Maßnahmen wurden vor dem Hintergrund dieser definierten Ziele ausgearbeitet. Das oben beschriebene Leitbild, das dieser Strategie vorangestellt bzw. übergeordnet ist, ist sowohl bei der Maßnahmenumsetzung als auch bei allen weiteren zukünftigen Entscheidungen und Handlungen im Verkehrssektor zu berücksichtigen.

Der Maßnahmenkatalog der gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie beinhaltet insgesamt 36 Maßnahmen aus den o.g. vier Handlungsfeldern. Hierunter sind auch Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität in Remscheid aufgeführt.

Die Maßnahme Nr. 11 zielt auf eine Bewerbung von Fahrzeugen mit alternativen, effizienten Antrieben ab. Es soll eine Informationskampagne gestartet werden, die auf die Einwohnerinnen und Einwohner sowie die ansässigen Unternehmen gerichtet ist und die den Umstieg auf verbrauchsärmere PKW bewirbt. Als Akteure sollen der Kfz-Handel und die EWR GmbH fungieren.

Unter der Bezeichnung „Ladeinfrastrukturkonzept für Elektromobilität“ wird die Maßnahme Nr. 15 gelistet. Hierbei geht es um die Ausschreibung des vorliegenden Ladeinfrastrukturkonzeptes. Das Ziel dieser Maßnahme ist die Erhöhung der Anzahl an Elektrofahrzeugen und E-Bikes durch Schaffung günstiger Rahmenbedingungen sowie die Verringerung des lokalen Schadstoffausstoßes (NO<sub>x</sub>, Feinstaub) und der Lärmemissionen bei Geschwindigkeiten unter 30 km/h.

Unter der Maßnahme Nr. 16 wird die Elektromobilität in Neubauplanungen berücksichtigt. Sie zielt darauf ab, dass bei der Planung und Erschließung von Neubaugebieten und singulären Neubauvorhaben die Belange der Elektromobilität berücksichtigt werden. Dies soll mit Hilfe von vorhabenbezogenen Konzepten erfolgen. Die Ziele der Maßnahme decken sich mit denen der Maßnahme Nr. 15.

Die Stadtverwaltung Remscheid möchte zukünftig im Themenfeld Elektromobilität Vorreiter und Vorbild zugleich sein und den Fuhrpark sukzessive auf umweltfreundliche Fahrzeuge mit alternativen Antrieben umstellen. Unter Berücksichtigung der technischen und finanziellen Rahmenbedingungen möchte die Stadtverwaltung bei Neu- und Ersatzbeschaffungen auf alternative Antriebe umsteigen. Sie möchte hiermit einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz in Remscheid leisten.

Die Umsetzung der gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie wurde vom Rat der Stadt Remscheid am 05. Juli 2018 vorbehaltlich der Verfügbarkeit der notwendigen Haushaltsmittel mit Änderungen beschlossen.

### **Verkehrsentwicklungsplan**

Erste Maßnahmen zur Förderung einer umweltfreundlichen Verkehrsentwicklung in Remscheid enthält bereits der Verkehrsentwicklungsplan (VEP) aus dem Jahr 1993. Ein zentrales Ziel dieses strategischen Handlungskonzeptes war es, den Kraftfahrzeugverkehr stadt- und umweltverträglich(er) zu gestalten. Der öffentliche Verkehr sollte als konkurrenzfähige Alternative zum MIV ausgebaut werden.

Das Flächenangebot für Fußgänger sowie das vorhandene Radwegenetz sollten ebenso erweitert

und Lärmimmissionen sowie Luftverunreinigungen möglichst gering gehalten werden. Insgesamt enthielt der Verkehrsentwicklungsplan 17 Maßnahmen aus den folgenden Bereichen:

- Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs
- Förderung des Rad- und Fußgängerverkehrs zur Verbesserung der Wohnumfeldqualität sowie zur umweltorientierten Weiterentwicklung des Straßennetzes
- Stadtverträgliche Neuordnung des ruhenden Verkehrs

### **Nahverkehrsplan**

Der Nahverkehrsplan aus dem Jahr 2007 stellt ein weiteres Planwerk dar, welches die Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs zum Ziel hat. Der ÖPNV wird hierbei als wichtiger Bestandteil einer Daseinsvorsorge angesehen und sollte daher für alle Bevölkerungsgruppen zugänglich sein. Darüber hinaus sollten neue Fahrgäste für den ÖPNV gewonnen und bereits ÖV-affine Personen zur intensiveren Nutzung bewogen werden.

Die Zahl der Fahrgäste im öffentlichen Personenverkehr in Remscheid (ohne SPNV) ist trotz der Erweiterung des Linienangebotes zwischen 2004 und 2016 um etwa 3 Millionen gesunken. Während im Jahr 2004 noch etwa 20,1 Millionen Fahrgäste den ÖPNV nutzten, waren dies im Jahr 2016 nur noch 16,8 Millionen. „Die Fahrtenhäufigkeit je Einwohner ist damit von 170 im Jahr 2004 auf eine Häufigkeit von 152 Fahrten im Jahr 2016 je Einwohner gesunken.“[91]

Diese Entwicklung ist zum einen auf die steigende Motorisierung der Bevölkerung zurückzuführen, die dazu führt, dass weniger Menschen auf den ÖPNV angewiesen sind (ÖV-Gebundene). Zum anderen liegt Remscheid am Rand des Verkehrsverbundes Rhein-Ruhr (VRR) und somit direkt an der Grenze zum Verkehrsverbund Rhein-Sieg (VRS). Die unterschiedlichen Tarifsysteme stellen ein zusätzliches Hindernis für die Nutzung des ÖPNV dar.

Im Rahmen des Konzeptes wurden daher aufbauend auf einer Analyse der Stadtstrukturen konkrete Handlungsansätze entwickelt. Der Nahverkehrsplan bildet die Grundlage für die Ausgestaltung des ÖPNV.

### **Radverkehrskonzept**

2019 wurde nach rund zweijähriger Bearbeitungszeit das umfassende Radverkehrskonzept für die Stadt Remscheid fertiggestellt. Bestandteile des Konzeptes waren unter anderem die Erarbeitung eines Radverkehrsnetzes, eine Bestandsaufnahme und -analyse der Infrastruktur sowie eines Maßnahmenkonzeptes.

Das Konzept berücksichtigt an verschiedenen Stellen auch die Entwicklung im Bereich der Pedelecs und E-bikes (Kapitel 3.5.6.3. Es wird unter anderem in den Bereichen Fahrradabstellanlagen, Mobilitätsstationen, Mobilitätsmanagement (Diensträder/ -pedelecs und private Elektrofahrräder) und Service-Einrichtungen (z.B. Lademöglichkeiten) Bezug auf die Elektrofahrräder genommen.

### **Integriertes Klimaschutzkonzept**

Mit dem integrierten Klimaschutzkonzept (IKSK) wurde ein Handlungsprogramm erstellt, das zur

Minderung der lokalen Treibhausgasemissionen beitragen soll und im Februar 2014 vom Rat der Stadt Remscheid beschlossen wurde. Das Konzept beinhaltet eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Jahr 2011, CO<sub>2</sub>-Einsparpotentiale u.a. im Bereich Verkehr, einen Maßnahmenkatalog mit konkreten Handlungsbeschreibungen und ein Controlling-Konzept. Hierbei sei zu erwähnen, dass die CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Ist-Zustand 2019 des vorliegenden Konzeptes mit den Ergebnissen der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Integrierten Klimaschutzkonzeptes (2017) relativ eng beieinander liegen und somit eine Vergleichbarkeit gegeben ist (siehe 3.3.2.2).

Das Konzept wurde unter Beteiligung der relevanten städtischen Dienststellen und externen Akteure statt. Darüber hinaus wurden die Bürgerinnen und Bürger der Stadt miteinbezogen. Als Ergebnis wurden rund 100 wirksame Maßnahmen ausgearbeitet, die zum Klimaschutz beitragen sollen. Für den Bereich Mobilität und Verkehr wurden 14 Maßnahmen definiert.

In der gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie werden diese Maßnahmen inhaltlich wieder aufgegriffen und an die aktuellen Rahmenbedingungen angepasst.

### Multimodalität

In der Stadt Remscheid stehen aktuell nur bedingt Bike- und Carsharing-Angebote zur Förderung von Inter- und Multimodalität zur Verfügung.

Aktuell gibt es lediglich ein Carsharing-Fahrzeug in Remscheid, so dass man keinesfalls von einem Carsharing-Angebot besprechen kann. Das Fahrzeug steht im Parkhaus Allee Center in der Daniel-Schürmann-Straße und wird von der Sharegroup GmbH angeboten.[94] Bis vor wenigen Jahren hatte das Autohaus Schönauen, das strategischer Partner des Anbieters Drive-Carsharing GmbH war, zwei Stationen in Remscheid betrieben.

Es steht aktuell kein Fahrradverleihsystem (z.B. Call a Bike oder nextbike) in der Stadt Remscheid zur Verfügung.

### Elektromobilität

Zum Jahresbeginn 2019 waren in der Stadt Remscheid 61 reine Elektrofahrzeuge und 77 Plug-In-Hybride in Remscheid zugelassen. Im Vorjahr waren es zum Vergleich 38 Elektrofahrzeuge und 41 Plug-In-Hybride.

Datum	Elektrofahrzeuge	Veränderung	Plug-In-Hybride	Veränderung
01.01.2017	25		17	
01.01.2018	38	+52,0 %	41	+141,2 %
01.01.2019	61	+60,5 %	77	+87,8 %

*Tabelle 4: Entwicklung der elektromobilen Kraftfahrzeugbestände in der Stadt Remscheid (Stadt Remscheid 2019)*

Der Entwicklung der Elektrofahrzeuge steht der Ausbau der Ladeinfrastruktur in Remscheid gegenüber. Derzeit stehen an den nachfolgend aufgeführten sieben Standorten jeweils eine AC-Ladesäule mit jeweils 2 Ladepunkten mit je 22 KW Leistung zur Verfügung.

- Friedrich-Ebert-Platz/ Busbahnhof

- Tiefgarage Theodor-Heuss-Platz
- Neuenkamperstraße, Gelände EWR GmbH/ Stadtwerke Remscheid GmbH
- Neuenkamperstraße, Möbel Knappstein
- Emil-Nohl-Straße, EWR GmbH
- Borner Straße, Autohaus Kaltenbach GmbH & Co. KG
- Olper Höhe, Elektro Bornewasser e.K.

Am Kia Autohaus Büsgen, Neuenkamperstraße ist eine 20kW Ladesäule mit Chademo und CCS Anschluss und zwei Ladepunkte öffentlich zugänglich.

Darüber hinaus stehen an der Autobahn A1 Schnellladesäulen:

- Autobahn Tank & Rast GmbH (Remscheid Ost): 4 DC Ladepunkte mit 350kW CCS Anschluss (High Power Charger)
- Autobahn Tank & Rast GmbH (Remscheid West): 1 Multicharger DC/AC (50kW Chademo, CCS, 43kW Typ2, 2 Ladepunkte (nicht im Remscheider Stadtgebiet)

Das bedeutet: formal gibt es an **neun Standorten 20 Ladepunkte im Stadtgebiet Remscheid**, Stand Januar 2020, davon zählen zehn Ladepunkte als „öffentlich“, weitere zehn sind öffentlich zugänglich, teilweise zeitbeschränkt, aber nicht auf öffentlichem Grund errichtet.[92]

Für die nachfolgend aufgeführten Standorte ist der Aufbau weiterer öffentlicher Ladesäulen in Vorbereitung.

- H2O- Sauna- und Badeparadies (drei Ladesäulen geplant)
- Thüringsberg, Nähe Röntgen-Museum
- Lüttringhausen, Gertenbachstraße

In der Stadt Remscheid stehen an drei Standorten außerdem Lademöglichkeiten für Akkus von Elektrofahrrädern zur Verfügung.

- H2O Sauna- und Badeparadies
- Marktplatz Lennep, Alter Markt
- Tennishalle und Restaurant Bornbacher Str. 11

### **Broschüre „Mobilität in Remscheid“**

Die Broschüre „Mobilität in Remscheid“ enthält viele Tipps für ein umweltfreundliches Mobilitätsverhalten der Bürgerinnen und Bürger Remscheids. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf dem Fuß- und Radverkehr, den beiden umweltfreundlichsten Fortbewegungsarten. Bei der Erläuterung und dem Vergleich der unterschiedlichen Verkehrsmittel steht der ökologische Aspekt (Emissionen, Ressourcen etc.) im Vordergrund.

Es werden aber auch zahlreiche Hinweise zur Elektromobilität, sowohl bei Kraftfahrzeugen als auch bei Fahrrädern, gegeben. Die Broschüre soll Anregungen geben, wie Alltagswege auch ohne den privaten PKW bewältigt werden können.

### **Aktionen und Kampagnen**

Die Stadt Remscheid ist im Bereich Klimaschutz und -anpassung seit einigen Jahren sehr aktiv. Die zahlreichen Konzepte und Strategien werden mit einer breiten Öffentlichkeitsarbeit begleitet. Hierzu zählen nicht nur Bürgerinformationsveranstaltungen und Workshops, sondern auch vielfältige Kampagnen zur Förderung des Umweltschutzes, zum Beispiel im Bereich „Mobilität und Verkehr“. Im Folgenden werden einige Aktionen und Kampagnen der Stadt Remscheid aufgeführt, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden.

- Europäische Mobilitätswoche 2019 – Aktionswoche rund um das Thema klimafreundliche Mobilität in Remscheid
- Kindermeilenkampagne – Kleine Klimaschützer unterwegs in Remscheid
- Kampagne STADTRADELN - Remscheid radelt 61.000 km für den Klimaschutz
- Aktionstag "Senioren in Bewegung" am 15.09.2018, Markt 13
- Seminar „Sonne im Tank“ – Vortrag und Besichtigung von Elektrofahrzeugen am 17. Mai 2018
- Aktionstage „Mobil in Remscheid“ – Buntes Mitmachprogramm auf dem Theodor-Heuss-Platz im Mai 2018

### **Aktivitäten mit Mobilitätsbezug**

Neben den zahlreichen Klimaschutz- und Mobilitäts-/Verkehrskonzepten sowie Aktivitäten und Kampagnen rund um diese Themen gibt es weitere Aktivitäten, die die Stadt Remscheid unter anderem zum Umwelt- und Klimaschutz durchführt.

- Einrichtung eines Parkleitsystems
- Förderung von Erdgasfahrzeugen mit einem Tankguthaben von 500kg Erdgas durch die EWR GmbH
- Vermittlung von Fahrgemeinschaften durch die Stadt Remscheid (Fachdienst Umwelt): System „Pendlernetz“ (2006 bis 2008) bzw. System „Pendlerportal“ (2013 bis 2015)
- Förderung von Elektrofahrzeugen mit einem Zuschuss von 100€ durch die EWR GmbH
- Errichtung der Balkan-Trasse, der Werkzeug-Trasse sowie der Trasse Wasserquintett für den Fahrradverkehr
- Herausgabe von Radwegkarten durch die Bergische Struktur- und Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH
- Organisation eines Arbeitskreises Radverkehr mit dem Ziel der Förderung des Radverkehrs durch die Stadt Remscheid (Fachdienst Stadtentwicklung, Wirtschaft und Liegenschaften)

- Empfehlungen für sichere Schulwege im Rahmen von Schulwegepläne für Grundschulen (abrufbar im Geoportal der Stadt Remscheid)
- Einrichtung von P+R-Parkplätzen mit ÖPNV-Anschluss
- Einrichtung einer Busbeschleunigung: Vorrangschaltungen an Lichtsignalanlagen und separate Spuren für den ÖPNV
- Angebot eines Anrufsammeltaxis
- Angebot eines Bürgerbusses
- Einrichtung einer Stadtwerke Remscheid-App für Fahrplanauskünfte und Ticketkauf
- Mobilitätsberatung der Stadtwerke Remscheid GmbH
- Maßnahmen zur Kundengewinnung/Bindung im ÖPNV durch die Stadtwerke Remscheid GmbH

Darüber hinaus beschäftigt sich die Stadtverwaltung u.a. im Rahmen des Projektes „Betriebliches Mobilitätsmanagement im Bergischen Städtedreieck - BMM HOCH DREI“ mit dem Mobilitätsmanagement. Im Rahmen der unterschiedlichen Handlungsfelder des Mobilitätsmanagements gibt es zahlreiche Möglichkeiten die Elektromobilität (z.B. Laden am Arbeitsplatz, Dienst-Pedelecs) zu fördern (siehe Kapitel 3.5.6 und 3.5.6.3).

### **3.3.2 CO<sub>2</sub>-Analyse und Potentialabschätzung**

#### **3.3.2.1 Erfassung ortsspezifischer Verkehrsdaten**

Als Grundlage für die Erstellung einer aktuellen CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Verkehrssektor in der Stadt Remscheid wurden zunächst Untersuchungen und Daten zur Mobilität zusammengetragen, aufbereitet und ausgewertet. Hierbei wurden sämtliche Verkehrsarten (außer Flug- und Güterverkehr) berücksichtigt, die später für die Erstellung des Maßnahmenkonzeptes relevant und hilfreich sind.

Die in der nachfolgend aufgeführten Tabelle enthaltenen Daten wurden der Ist-Analyse 2019 zugrunde gelegt. Die Strukturdaten bezüglich der Einwohnerinnen und Einwohner, der Arbeitsplätze und der Pendler, die von der Statistikstelle der Stadt Remscheid regelmäßig veröffentlicht werden, stammen aus den Jahren 2017 und 2019. Die Mobilitätskennwerte, die im Rahmen der bundesweit durchgeführten Mobilitätsbefragung „Mobilität in Deutschland“ erhoben wurden, sind aus dem Jahr 2017. Eine vertiefende Auswertung für die kreisfreie Stadt Remscheid wurde im Rahmen der MiD nicht durchgeführt. Die verwendeten Daten basieren daher auf den „allgemeinen“ Ergebnissen für das Land Nordrhein-Westfalen bzw. den definierten Raumtypen (Regiopole/ Großstadt).

Eine weitere wichtige Datengrundlage für die Erstellung einer solchen Bilanz sind umweltrelevante Daten einzelner Verkehrsmittel. Der vorliegenden CO<sub>2</sub>-Bilanz liegen Kennwerte des Umweltbundesamtes zugrunde, die mit Hilfe des Computerprogramms TREMOD ermittelt wurden. Das Umweltbundesamt hat zur Ermittlung und Aufbereitung von Informationen aus dem Verkehrsbereich das Computerprogramm TREMOD (Transport Emission Model) entwickeln lassen. Mit Hilfe dieses Modells sind aktuelle Aussagen beziehungsweise Trend- und Szenarienrechnungen möglich. TREMOD ist das vom Umweltbundesamt, den

Bundesministerien, dem Verband der Deutschen Automobilindustrie (VDA) sowie der Deutschen Bahn AG genutzte Experten-Modell zur Berechnung der Luftschadstoff und Klimagasemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland.

In TREMOD werden alle in Deutschland betriebenen Personenverkehrsarten (PKW, motorisierte Zweiräder, Busse, Bahnen, Flugzeuge) und Güterverkehrsarten (Lkw, Bahnen, Schiffe) ab dem Basisjahr 1960 in Jahresschritten bis zum Jahr 2030 erfasst (UBA 2018).

Die in der Tabelle aufgeführte Datengüte gibt Aufschluss über die Menge und Qualität der zur Verfügung gestellten Daten.

Bezeichnung	Datenquelle	Jahr	Datengüte
Einwohner	Stadt Remscheid	2019	A
Arbeitsplätze	Stadt Remscheid	2018	A
Pendler	Stadt Remscheid	2017	A
Mobilitätsraten	MiD 2017	2017	C
Modal Split (Verkehrsaufteilung)	MiD 2017	2017	C
Verkehrsaufteilung im ÖPV	Statistisches Bundesamt	2018	C
Wegelängen (MIV + ÖPV (Bus & Bahn))	MiD 2017	2018	C
Wegelängen (Flugverkehr)	Statistisches Bundesamt	2013	C
CO <sub>2</sub> -Emissionen (MIV außer Elektro-PKW, ÖV, Güter)	Umweltbundesamt (TREMOD 5.82)	2017	A
CO <sub>2</sub> -Emissionen (Elektro-PKW)	IAB Forschungsbericht	2018	C

*Tabelle 5: Datengrundlagen für die Ist-Analyse der CO<sub>2</sub>-Bilanz 2019*

### 3.3.2.2 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Nachdem die Datengrundlagen zusammengetragen und aufbereitet wurden, wurde eine CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Jahr 2019 (Ist-Analyse) erstellt. Dieser Bilanz liegen die im Kapitel 3.3.2.1 beschriebenen Daten zugrunde.

In einer vertiefenden Analyse wurde die CO<sub>2</sub>-Bilanz anhand ortsspezifischer Verkehrsdaten ergänzt. Hierzu wurden folgende zusätzliche Kennwerte herangezogen:

- Einwohnerzahl (Statistikstelle der Stadt Remscheid)
- Altersverteilung zur Ermittlung der Anzahl der über 18-jährigen (Bevölkerungsprognose für die Stadt Remscheid) [95]
- Anzahl der Arbeitsplätze (Stadt Remscheid 2018)
- Pendlerverkehre (Stadt Remscheid 2017)

- Mobilitätsraten (Anzahl der Wege pro Tag) (Mobilität in Deutschland 2017)
- Modal Split (Verkehrsmittelaufteilung) und Wegelängen (Mobilität in Deutschland 2017) und Statistisches Bundesamt 2013 (Differenzierung des öffentlichen Personenverkehrs)
- CO<sub>2</sub>-Emissionen der Fahrzeugarten (Umweltbundesamt 2017; TREMOD 5.82)
- Anteil an Elektro-PKW (Eigene Berechnungen auf Grundlage des Kraftfahrzeugbestandes in der Stadt Remscheid sowie den Zielen der Bundesregierung hinsichtlich des Bestandes an Elektrofahrzeugen in Deutschland; die Zielwerte wurden auf den Kraftfahrzeugbestand der Stadt Remscheid übertragen)

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz erfolgte für alle verkehrsbedingten Emissionen (außer Flugverkehr und öffentlicher Personenfernverkehr), die die Einwohnerinnen und Einwohner erzeugen und zwar unabhängig vom Erzeugungsort. Darüber hinaus wurde der Güterverkehr nicht in die Berechnung einbezogen, da dieser mit Konzepten zur Förderung nachhaltiger Personenmobilität nicht beeinflussbar ist.

Für die Berechnung wurden zunächst die durchschnittliche Anzahl der Wege pro Tag ermittelt, die die Einwohner/innen der Stadt Remscheid zurücklegen. Diese wurden über den Modal Split auf die Verkehrsmittel „Kfz“ und „ÖV“ umgelegt. Auf Basis der durchschnittlichen Wegelängen und der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte wurde hieraus der CO<sub>2</sub>-Ausstoß ermittelt.

Hieraus ergibt sich für den Verkehrssektor in der Stadt Remscheid ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von **111.403 Tonnen** für das Jahr 2019. In der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurden für das Jahr 2011 für den Verkehrssektor CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 108.703 Tonnen pro Jahr bilanziert.[83]

Die im Rahmen dieses Konzeptes angewandte Methodik unterscheidet sich von der des Umweltbundesamtes (UBA). Die Umweltbehörde der Bundesrepublik Deutschland folgt dem Verursacher- und Territorialprinzip. Ausgangspunkt der Bilanzierung in dem TREMOD-Modell ist der Verkehr innerhalb der Landesgrenzen Deutschlands (bzw. des definierten Untersuchungsgebietes). Damit werden die Emissionen bilanziert, die durch die im Inland erbrachten Fahrt- und Verkehrsleistungen entstehen.

Im Rahmen der Erarbeitung des Ladeinfrastrukturkonzeptes für Elektrofahrzeuge in Remscheid wurde der Fokus gezielt auf die verkehrsbedingten Emissionen gelegt, die die Einwohnerinnen und Einwohner der Stadt erzeugen, da mit den Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität - und allgemein nachhaltiger Mobilität - in erster Linie die ortsansässige Bevölkerung erreicht werden soll und kann. Auf externe Faktoren (z.B. Zunahme des Durchgangsverkehrs) kann die Stadt Remscheid nur bedingt Einfluss nehmen.

### 3.3.2.3 Potentialanalyse

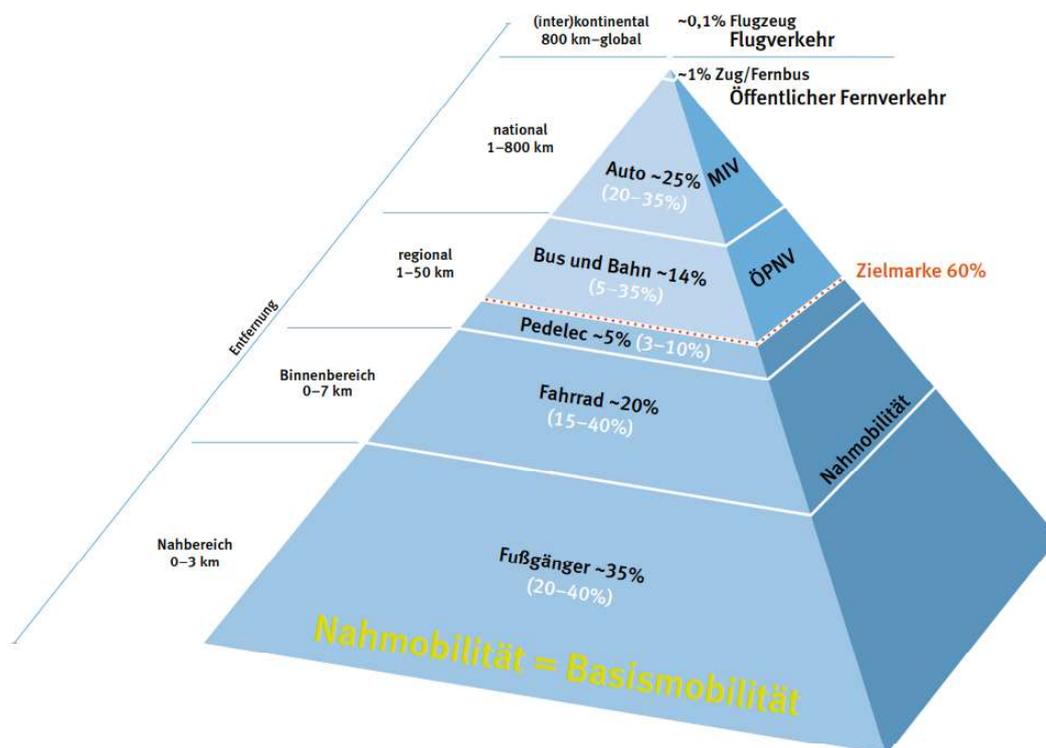
Die kreisfreie Stadt Remscheid wird aktuell vom motorisierten Individualverkehr als vorherrschende Mobilitätsart dominiert. Rund die Hälfte aller Wege wird mit dem PKW (als Fahrer oder Mitfahrer) zurückgelegt. Der Umweltverbund spielt bislang eine untergeordnete Rolle. Die erstellte CO<sub>2</sub>-Bilanz (vgl. Kapitel 3.3.2.2) zeigt anschaulich, wie hoch das theoretische Einsparpotential bei einer aktiven

Förderung einer nachhaltigen Mobilität ist. Die Mobilitätsformen Fuß- und Radverkehr spielen dabei eine entscheidende Rolle, denn

- die mittlere Wegelänge bei den meisten Wegezwecken (außer Arbeitswege und Wege zum Studienort) ist in der Regel kürzer als 10 km.
- die Mehrzahl der täglichen Wege liegt in einem Entfernungsbereich von unter 10 km.
- das Fahrrad ist für den Entfernungsbereich bis zu 10 km hervorragend geeignet.

Es muss das Ziel sein, die Randbedingungen des Fuß- und Radverkehrs so attraktiv zu gestalten, dass sich der Modal Split in Richtung des aus vieler Sicht „idealen“ Modal Splits [103] verschiebt. Darüber hinaus verfügt die Elektromobilität v.a. im Kraftfahrzeug über großes Potential zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Remscheid. Das Potential kann allerdings nur ausgeschöpft werden, wenn der Strom für die Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird.

### Der ideale Modal Split in Deutschland



Anmerkung: Fußgänger, Fahrrad und Pedelec bilden zusammen die Basismobilität – mit der Zielmarke 60% (rot). Die in Klammern gesetzten Zahlen (weiß) zeigen die Bandbreite für kommunale Modal-Split-Werte.

Abbildung 43: Darstellung des idealen Modal Splits (Quelle: AGFS-NRW)

Für den Prognosezeitraum bis 2030 wurden die Ausgangsdaten für insgesamt drei Szenarien/ Prognosefälle verändert.

- Prognose 2025 (Nullfall)
- Prognose 2025 (Szenario 1)
- Prognose 2030 (Szenario 1)
- Prognose 2030 (Szenario 2)

Den Szenarien liegen die in der Abbildung 44 dargestellten Verkehrsmittelaufteilungen (Modal Split) zugrunde.

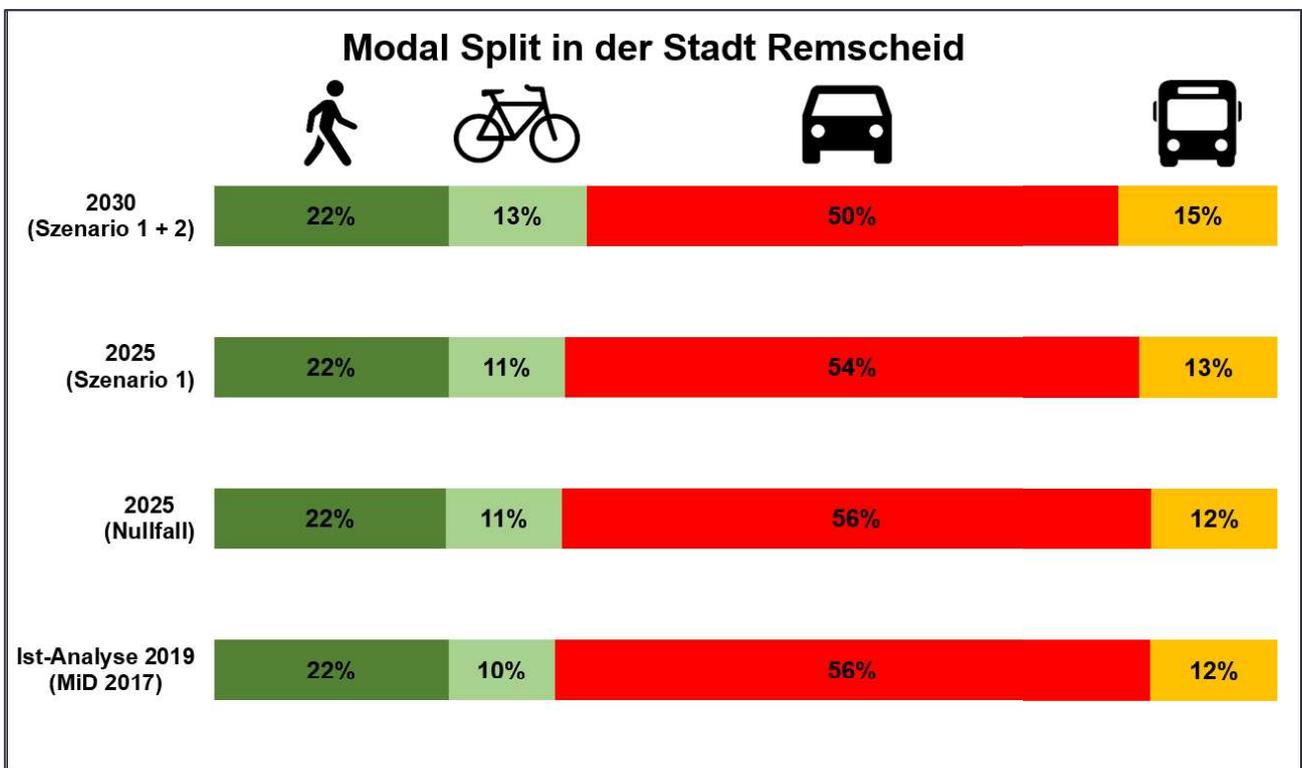


Abbildung 44: Modal Split in der Stadt Remscheid (Eigene Darstellung)

**2025 (Nullfall):** Für den Nullfall im Jahr 2025 wurden bezüglich der Abschätzung der Bevölkerungs- und der Arbeitsplatzzahlen die Prognosewerte der Statistikstelle der Stadt Remscheid aus dem Jahr 2015 zugrunde gelegt.[95] Die Anzahl der Einpendler wurde im Verhältnis zur Anzahl der Arbeitsplätze (Jahr 2019) angesetzt.

Bei den CO<sub>2</sub>-Ausstößen von Personenkraftwagen wurde eine Reduktion auf 120g/km angesetzt. Dieser Zielwert entspricht der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 zur Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und besitzt für Neuwagen aus dem Zeitraum 2012 bis 2015 Gültigkeit. Für Elektro-PKW wurde ein Anteil von 4,4 % am gesamten Kraftfahrzeugbestand in Remscheid angenommen. Hierbei wurde von einem konstanten Kraftfahrzeugbestand im Vergleich zu 2019 ausgegangen.

Es wurde ebenfalls die Mobilitätsrate mit 2,9 Wegen pro Tag und Einwohner/in aus der MiD aus dem Jahr 2017 übernommen.

Aufgrund der prognostizierten negativen Bevölkerungsentwicklung ist das Fahrtenaufkommen gegenüber 2019 (Ist-Analyse) gesunken. Die Verkehrsleistung ist jedoch im Vergleich zu 2019 in geringem Maße gestiegen, weil die durchschnittlichen Wegelängen im ÖV in Remscheid größer sind als im motorisierten Individualverkehr.

Die angenommenen Reduktionen bei den CO<sub>2</sub>-Ausstößen der Kraftfahrzeuge führt zu einer Reduktion (-14,7%) der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Ausgangsjahr 2019 (Nullfall= **95.009 t CO<sub>2</sub>/a**).

**2025 (Szenario 1):** Die Strukturdaten (Bevölkerungs- und Arbeitsplatzzahlen) sind gleich des Nullfalls für das Jahr 2025. Bei der Verkehrsmittelwahl wird eine Stärkung des nicht-motorisierten (+ 1 % im Radverkehr) und des öffentlichen Verkehrs (+ 1 %) angenommen. Diese Annahme beruht auf den aktuellen Entwicklungen und Debatten rund um den Klimaschutz, die Luftreinhaltung in Städten und die Förderung nachhaltiger Mobilität. Es wird allerdings davon ausgegangen, dass die vielfach geforderte Mobilitätswende bis zum Jahr 2025 nur langsam anläuft. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieses Szenarios lediglich von einem Rückgang des motorisierten Individualverkehrs um 2 %-Punkte auf 54,0% ausgegangen. Diese Verlagerungen zeigen sich insbesondere in der Verkehrsleistung, die um 167.597 Pkm/Tag zurückgeht. Die Emissionswerte der Verkehrsträger Kfz und ÖV bleiben im Vergleich zum Nullfall gleich.

Hieraus ergibt sich für den Verkehrssektor der kreisfreien Stadt Remscheid ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von **89.223 t CO<sub>2</sub>/a**. Die entspricht einer Abnahme von 19,6% im Vergleich zur Ist-Analyse für das Jahr 2019.

**2030 (Szenario 1):** Basierend auf der Vorausberechnung der Bevölkerung Remscheids (Stadt Remscheid) wird von einem Bevölkerungsrückgang auf 104.629 Bewohner/innen bis zum Jahr 2030 ausgegangen.[95] Analog zu dieser Entwicklung wird von einem Rückgang der Arbeitsplatzzahlen im Stadtgebiet Remscheids ausgegangen. Bei der Verkehrsmittelwahl wird von einer weiterhin positiven Entwicklung ausgegangen, in dem der Anteil des MIV weiterhin sinkt (50%) und der Anteil des ÖPNV hingegen wächst. Der Zuwachs des ÖPNV um 2 % im Vergleich zum Jahr 2025 (Szenario 1) basiert auf den Zuwächsen im öffentlichen Nahverkehr im Bundesdurchschnitt.

Weiterhin wurden der Prognose eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kfz auf 95,0 g/km sowie ein Anteil von Elektro-PKW von 15,3 % an allen zugelassenen Kraftfahrzeugen zugrunde gelegt (Eigene Berechnung auf Grundlage der Prognose der Bundesregierung für Gesamt-Deutschland). Bei den Elektrofahrzeugen wurde der Betrieb mit „konventionellem“ Strom (nicht ausschließlich Ökostrom) (CO<sub>2</sub>-Ausstoß = 95 g/km) angenommen.

Hieraus ergibt sich ein prognostizierter CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Verkehrssektor in der Stadt Remscheid von **67.626 t** für das Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduktion um 39,3 % im Vergleich zum Jahr 2019.

**2030 (Szenario 2):** Beim Szenario 2 für das Jahr 2030 werden die gleichen Strukturdaten wie im Szenario 1 angesetzt. Verändert wurden lediglich die Annahmen bzgl. der Energieversorgung der Elektrofahrzeuge. Im zweiten Szenario wird davon ausgegangen, dass der Strom für die

Elektrofahrzeuge rein aus Ökostrom gewonnen wird, bei dem CO<sub>2</sub>-Emissionen von lediglich 7,2 g/ km angenommen wurden.

Diese Annahmen führen zu einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von **55.709 Tonnen** im Jahr 2030. Dies entspricht einer Reduktion der Emissionen um 50,0 % im Vergleich zu 2019.

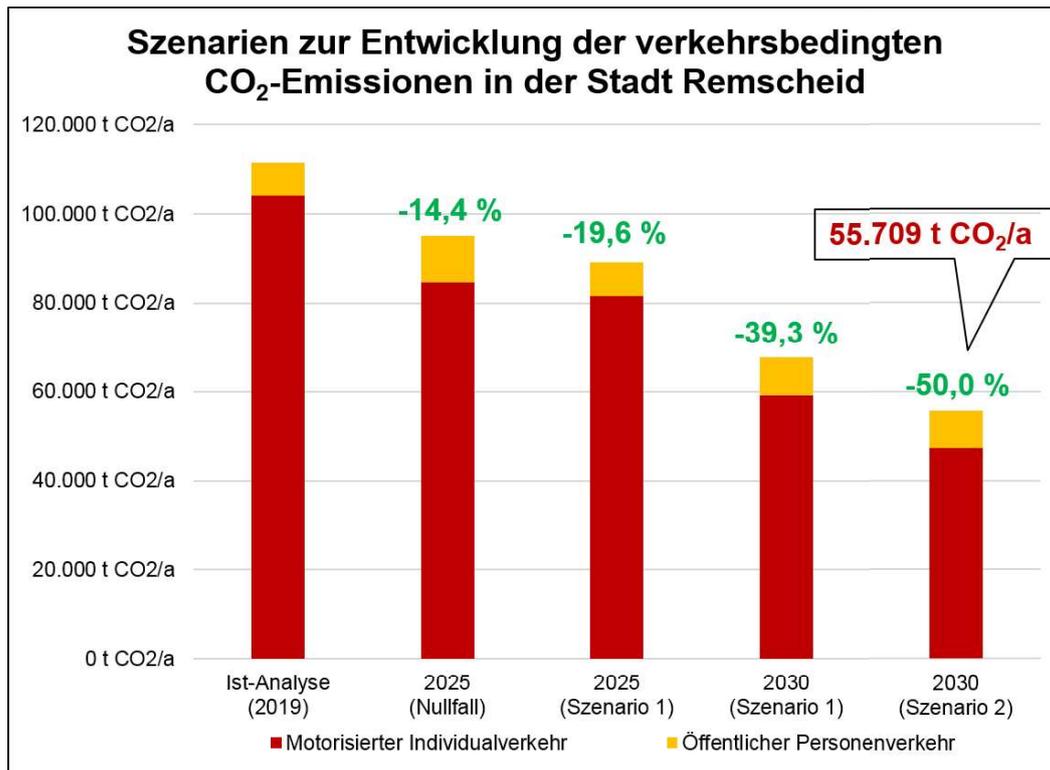


Abbildung 45: Szenarien zur Entwicklung der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Stadt Remscheid (Eigene Darstellung)

### 3.3.3 SWOT-Analyse

Auf Grundlage der vorgenommenen Bestandsaufnahme und -analyse wird im Folgenden eine Zwischenbilanzierung in Form einer SWOT-Analyse durchgeführt.

Das Ziel einer solchen Analyse ist es zum einen die bisherigen Erfolge im Bereich Klimaschutz und nachhaltige Mobilität (Schwerpunkt: Elektromobilität) zu ermitteln und zum anderen eine Grundlage für folgende Wirkungsanalysen zu schaffen.

Die SWOT-Analyse stellt die Stärken, Schwächen, Chancen und Gefahren im Bereich der Elektromobilität und des Klimaschutzes dar. Diese Analyse bildet eine wichtige Grundlage für die weitere Ausarbeitung des Ladeinfrastrukturkonzeptes. Die SWOT-Analyse ist zudem eine wichtige Grundlage für den anschließenden Qualitätsmanagementprozess sowie die Wirkungsanalyse.



Hilfreich für die Erstellung einer SWOT-Analyse sind die folgenden Fragen.

### **Stärken**

- Was lief in der Vergangenheit gut?
- Welche Ursachen waren für die bisherigen Erfolge entscheidend?
- Worin sehen andere die Stärken der Stadt Remscheid?
- Worauf kann die Stadtverwaltung/ das Unternehmen stolz sein?
- Was kann die Stadtverwaltung/ das Unternehmen besser als seine Konkurrenz/ andere Kommunen?
- Welche Faktoren führen zum Erfolg?

### **Schwächen**

- Was könnte die Stadt Remscheid verbessern?
- Was sollte die Stadt Remscheid vermeiden?
- Worin vermutet die Stadtverwaltung, sehen Menschen aus demselben Bereich die Schwächen?
- Welche Faktoren bzw. Schwächen führen zum Misserfolg?

### **Chancen**

- Welche guten Chancen entdeckt die Stadt Remscheid?
- Welcher interessanten Trends ist sich die Stadtverwaltung Remscheid bewusst?
- Was tut sich auf den Märkten und im technologischen Bereich?
- Welche Gesetzesänderungen betreffen die Stadt Remscheid direkt und inwiefern?
- Welchen Einfluss haben gesellschaftliche Entwicklungen?
- Welche lokalen Ereignisse sind von Interesse und bieten Chancen?

### **Risiken**

- Welche Hindernisse bzw. Risiken stehen im Weg?
- Was macht die Konkurrenz in diesem Tätigkeitsfeld?
- Ändern sich Qualitätsstandards, Produkte oder Dienstleistungen?
- Liegen finanzielle Schwierigkeiten vor oder könnten diese zukünftig eintreten?
- Stellen Schwachstellen eine ernsthafte Gefahr dar?

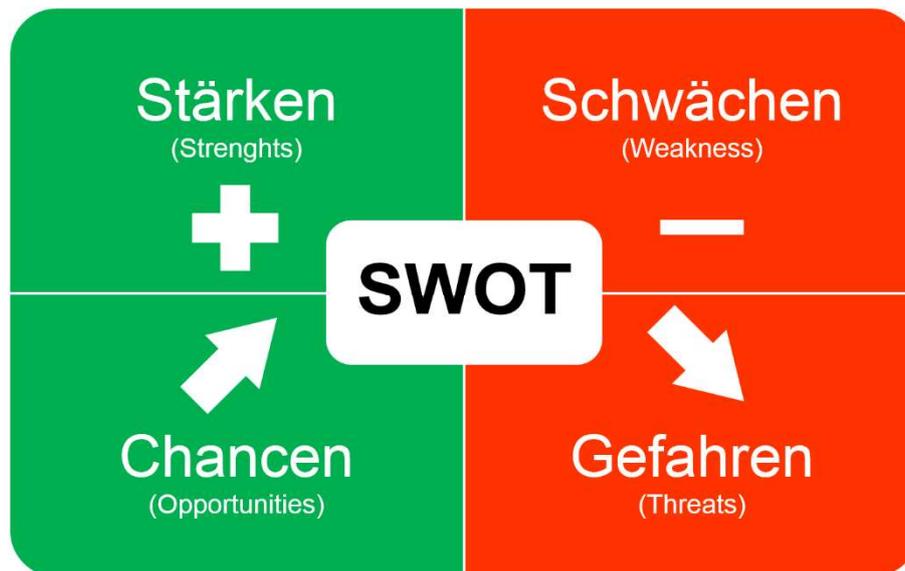


Abbildung 46: Aufbau einer SWOT-Analyse

## Stärken

Zu den Stärken der Stadt Remscheid zählen insbesondere die personellen Ressourcen sowie die Bündelung von Aktivitäten im Klimaschutz. Die Stadtverwaltung verfügt unter anderem über eine Stelle „Klimaschutzmanagement“, die die zahlreichen Aktivitäten in unterschiedlichen Handlungsfeldern koordiniert und neue Projekte anstößt. Außerdem wurde vor einigen Jahren die Arbeitsgruppe „Mobilität“ gegründet, die intensiv an der Ausarbeitung der gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie mitgewirkt hat. Seit dem Beschluss der Mobilitätsstrategie dient sie als Beirat bei der Umsetzung dieser.

Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren zahlreiche Projekte initiiert und umgesetzt sowie Konzepte erstellt, die nicht nur eine Vielzahl von Maßnahmen beinhalten, sondern auch dazu beitragen, dass eine breitaufgestellte Datenbasis geschaffen wurde, die für viele Planungen essentiell und hilfreich sind. Zu den erarbeiteten Konzepten zählen unter anderem:

- Verkehrsentwicklungsplan (1993)
- 2. Nahverkehrsplan der Stadt Remscheid (2007)
- Integriertes Stadtentwicklungskonzept Remscheid (2008)
- (Luftreinhalteplan Remscheid 2012; gesetzlicher Auftrag)
- Integriertes Klimaschutzkonzept (2013)
- Bericht zum Klimaschutz 2015
- Bericht zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel in Remscheid 2018
- Die Gesamtstädtische Mobilitätsstrategie der Stadt Remscheid (2018)
- Radverkehrskonzept für die Stadt Remscheid (2019)



Die gesamtstädtische Mobilitätsstrategie für die Stadt Remscheid sowie weitere Konzepte wurden zudem politisch beschlossen.

Darüber hinaus wurde die Stadt Remscheid 2003, 2007 und 2018 für hervorragenden Klimaschutz mit dem European Energy Award ausgezeichnet. „Der European Energy Award ist ein europaweites Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren für Städte und Gemeinden, die durch den effizienten Umgang mit Energie und der verstärkten Nutzung von erneuerbaren Energieträgern einen Beitrag zu einer zukunftsverträglichen Entwicklung unserer Gesellschaft geleistet haben und zukünftig weiterhin leisten wollen.“[88]

Weiterhin kann, speziell im Bereich Elektromobilität, die gute Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung Remscheid und dem regionalen Energie- und Wasserversorgungsunternehmen hervorgehoben werden, die dazu führt, dass Planungsprozesse in enger Abstimmung und effizient abgewickelt werden können. Diese Kooperation, die auf einer gemeinsamen Strategie basiert, konnte in der Vergangenheit bereits erste Erfolge verbuchen.

Im Bereich der Energieversorgung (Stromnetz) ist die Stadt Remscheid aktuell gut aufgestellt, so dass diese auch bei einer Zunahme der Elektrofahrzeuge in naher Zukunft gesichert ist. Der Energieversorger bietet zudem seinen Stromkunden an den eigenen öffentlichen Ladesäulen Fahrstrom aktuell noch kostenfrei an. Dieser wird zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen.

### **Schwächen**

Die zahlreichen Konzepte und Strategien der Stadt Remscheid, die unter den Stärken aufgeführt werden, müssen allerdings teilweise noch an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Dies bezieht sich im Bereich der Elektromobilität beispielsweise auf die Verteilung der Ladeinfrastruktur im Stadtgebiet.

Die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich der Elektromobilität - und hier vor allem der Aufbau der Ladeinfrastruktur (LIS) - ist derzeit noch zu langwierig. Eine gewisse Nachfrage nach Ladesäulen für Elektro-PKW liegt in der Stadt Remscheid derzeit vor, allerdings kann ein entsprechendes Angebot mancherorts nicht zeitnah bereitgestellt werden. Dies hat vielfältige Gründe, wie zum Beispiel wirtschaftlicher Natur. Förderprogramme sind diesbezüglich für die Kommunen und Betreiber der Ladeinfrastruktur eine wichtige Unterstützung zur Förderung der Elektromobilität auf lokaler Ebene; diese können aber auch den Planungs- und Umsetzungsprozess verlangsamen.

Des Weiteren sind die Planungs- und Genehmigungsverfahren aufgrund der vergleichsweise „neuen“ Infrastruktur sowie der Dynamik im Bereich der Elektromobilität oftmals noch nicht standardisiert und eingespielt, was die Umsetzung zusätzlich erschwert und bremst. Weiterhin ist vielerorts das Know-how für Elektromobilität noch nicht so ausgeprägt, dass die notwendigen Planungs- und Genehmigungsprozesse samt der Abstimmungen zwischen den Akteuren reibungslos und innerhalb eines definierten Zeitrahmens durchlaufen werden können. Hinzu kommt, dass die involvierten Akteure in neuen interdisziplinären Kooperation/ Verbänden zusammenarbeiten, was einer gewissen Eingewöhnung bedarf.

Weiterhin kann die Zusammenarbeit mit dem elektrotechnischen Handwerk Remscheid aus Sicht

der Stadtverwaltung optimiert werden. Die Ladesäulen und Wallboxen müssen von Elektrikern angeschlossen werden, die zuvor speziell geschult worden sind. Einiger Hersteller von Ladeinfrastruktur bieten diese Schulungen für Elektriker bereits an. Das elektrotechnische Handwerk sollte eine Kooperation mit Herstellern eingehen, um den Aufbau von Ladeinfrastruktur zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Seit August 2020 liegt bei der EWR GmbH eine strategische Zielnetzplanung vor, die die Entwicklungen u.a. bei der E-Mobilität berücksichtigt und konkrete Maßnahmen benennt.

Darüber hinaus hat die Topographie in einigen Bereichen von Remscheid negative Auswirkungen auf den Radverkehr im Stadtgebiet. Das vergleichsweise starke Relief stellt insbesondere im Alltagsverkehr ein Hindernis im Radverkehr dar. Die Entwicklung im Bereich der Elektromobilität (Pedelecs und E-bikes) hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass mit dem Fahrrad bei gleichbleibendem Kraftaufwand weitere Strecken zurückgelegt werden können. Darüber hinaus spielt das Relief bei herkömmlichen Fahrrädern eine geringere Rolle als bei Fahrrädern ohne elektrische Unterstützung.

### **Chancen**

Im Rahmen der Zertifizierung als „Energie- und Klimaschutzkommune“ im Jahr 2018 erreichte die Stadt Remscheid 65 Prozent der erreichbaren Punkte. Der Status wurde seinerzeit in sechs Handlungsfeldern überprüft. Das Themenfeld „Mobilität“ wurde mit 44 % der Punkte am schlechtesten bewertet. In diesem Handlungsfeld im Allgemeinen, aber auch in der Elektromobilität im Speziellen besteht noch Ausbaupotential, um die Klimaschutzziele des Bundes, des Landes und der Kommune zu erreichen. Die Chancen im Bereich der Elektromobilität liegen für die Kommune in erster Linie in der Reduktion von lokalen Schadstoffemissionen und somit dem Schutz der (Wohn-) Bevölkerung. Im nächsten Schritt kann die Elektromobilität ein wichtiger Bestandteil einer (lokal) nachhaltigen Mobilität darstellen und weitere Restriktionen für den Kfz-Verkehr (zusätzlich zur Umweltzone) verhindern. Hierzu ist die Einhaltung der festgeschriebenen Grenzwerte notwendig.

Der ausbaufähige schienengebundene öffentliche Personennahverkehr kann im Hinblick auf die Entwicklung von Elektrofahrzeugen (PKW) zukünftig einen Treiber darstellen, sofern dieser nicht ausgebaut und weiterentwickelt wird und in Folge dessen eine Alternative zum PKW darstellt.

Die Entwicklung in der Automobilbranche wird in den nächsten Jahren ein entscheidender Faktor sein, wenn es um die massenhafte Etablierung von Elektrofahrzeugen in Deutschland geht. Es wird darauf ankommen, ob die Autohersteller Elektrofahrzeuge entwickeln können, die die Bedürfnisse der Nutzer erfüllen. Dies bezieht sich in erster Linie auf die Reichweite der Akkus und den Preis der Fahrzeuge. Darüber hinaus ist das Thema „Ladeinfrastruktur“ für die PKW-Nutzer ganz entscheidend. Die aktuellen Debatten um den Klimaschutz in Deutschland der Welt werden das Thema nachhaltige Mobilität in Zukunft weiter vorantreiben. Dies gilt auch für die Elektromobilität, sowohl für PKW als auch für Elektrofahräder.

### **Risiken**

Als Risiken für die Stadt Remscheid können die ungewisse Haushaltslage (u.a. aufgrund der COVID-19-Pandemie) sowie die Auswirkungen des demographischen Wandels genannt werden. Darüber



hinaus können Änderungen in der Gesetzgebung sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Elektromobilität (Kfz und Fahrrad) haben.

Die aktuellen globalen Debatten rund um den Klimaschutz, die Einsparung von endlichen Ressourcen, und die Reduktion von durch den Verkehr emittierten Luftschadstoffen (z.B. CO<sub>2</sub>) führen auf lokaler Ebene oftmals dazu, dass ganz konkrete Maßnahmen zur Luftreinhaltung geplant und umgesetzt werden müssen, um die Gesundheit der Bürgerinnen und Bürger zu schützen. Ein probates Mittel stellt die Reduktion des Verkehrsaufkommens oder sogar der ganzheitliche Ausschluss des motorisierten (Individual-)Verkehrs in Städten dar (Umweltzone, Dieselfahrverbote, autofreie Zonen etc.). Parallel hierzu werden der öffentliche und unmotorisierte Verkehr gefördert; oder dies sollte zumindest angestrebt werden, um die Mobilitätsbedürfnisse der Menschen weiterhin zu befriedigen. Diese Entwicklung ist sicherlich erstrebenswert, hätte aber aus Sicht der Automobilindustrie auch Auswirkungen auf den Absatz von Elektrofahrzeugen; insbesondere dann, wenn der Strom nicht zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird. Darüber hinaus hätten Ausschlüsse des Kraftfahrzeugs in den Städten (strecken- oder gebietsbezogen) direkte Auswirkungen auf den Aufbau von Ladeinfrastruktur.

Außerdem kann die wirtschaftliche Entwicklung eines Standortes nie genau vorhergesehen werden, so dass auch die Auswirkungen dieses Bereichs auf die Elektromobilität ungewiss sind.

Die Wirtschaftlichkeit spielt beim Aufbau und dem Betrieb von Ladeinfrastruktur auch für das lokale Energieversorgungsunternehmen (EWR GmbH) eine entscheidende Rolle. Hinter dem Betrieb der Ladeinfrastruktur steckt grundsätzlich ein Geschäftsmodell, so dass die kurzfristige Umsetzung eines flächendeckenden Angebotes im Vergleich zur Daseinsvorsorge durch die öffentliche Hand in der Regel nicht realistisch ist. Der Aufbau von Lademöglichkeiten erfolgt parallel zur Entwicklung und zum Absatz der Elektrofahrzeuge (Henne-Ei-Problem).

Die Ergebnisse der SWOT-Analyse der Elektromobilität in Remscheid werden in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst und bilden eine wichtige Grundlage bei der Erstellung des Ladeinfrastrukturkonzeptes.

<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personelle Ressourcen sowie die Bündelung von Aktivitäten im Klimaschutz (u.a. AG „Mobilität“)</li> <li>• Initiierung und Umsetzung zahlreicher Projekte und Konzepte in den letzten Jahren</li> <li>• Auszeichnung mit dem European Energy Award</li> <li>• Gute Zusammenarbeit zwischen der Stadtverwaltung Remscheid und dem regionalen Energie- und Wasserversorgungsunternehmen</li> <li>• Die Energieversorgung (Stromnetz) ist auch bei Zunahme der Elektromobilität in Remscheid gesichert</li> <li>• Der Energieversorger bietet seinen Stromkunden an den eigenen öffentlichen Ladesäulen Fahrstrom kostenfrei zur Verfügung. Dieser wird zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen.</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anpassen der Inhalte und Maßnahmen der Konzepte an lokale Gegebenheiten (Standorte für Ladeinfrastruktur)</li> <li>• Es liegt kein standardisiertes Planungs- und Genehmigungsverfahren zur Umsetzung von LIS vor</li> <li>• Zusammenarbeit von neuen interdisziplinären Teams bedarf einer Eingewöhnung</li> <li>• Kooperation mit der Innung für elektrotechnische Handwerke Remscheid</li> <li>• Topographie (Relief) hat in einigen Bereichen von Remscheid negative Auswirkungen auf den Radverkehr im Stadtgebiet</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion von lokalen Schadstoffemissionen → Schutz der (Wohn-)Bevölkerung.</li> <li>• Verhinderung von (Diesel-)Fahrverboten und Umweltzonen</li> <li>• Der ausbaufähige SPNV kann ein Treiber für individuelle Elektromobilität sein, sofern dieser zukünftig keine Alternative zum MIV darstellt</li> <li>• Politischer Druck durch öffentlichen Druck (Debatten um Klimaschutz, Klimaschutzbewegungen, Demos etc.)</li> <li>• Entwicklung der Automobilbranche/ der Elektromobilität</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ungewisse Haushaltslage der Stadt Remscheid und der Kooperationspartner (z.B. Energieversorger)</li> <li>• Wirtschaftliche Entwicklung in der Stadt Remscheid</li> <li>• Demographische Wandel</li> <li>• Mobilitätswende zugunsten umweltfreundlicher Verkehrsmittel/ des Umweltverbundes (Zufußgehen, Fahrrad und ÖPNV) → Rückgang des Kfz-Bestandes und des Verkehrsaufkommens im MIV</li> <li>• Wirtschaftlichkeit von Ladeinfrastruktur und Elektromobilität im Allgemeinen</li> </ul>

*Tabelle 6: Ergebnisse der SWOT-Analyse für die Elektromobilität in Remscheid (Eigene Darstellung)*

### 3.4 Technische Spezifikation der Ladeinfrastruktur

Bevor im nächsten Kapitel die Ermittlung von potentiellen Standorten für die Errichtung von Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid vorgenommen wird, werden in diesem Abschnitt die technischen Spezifikationen der Ladeinfrastruktur beschrieben und erläutert. Hierbei stehen Ladestandards und die Kriterien zur Auswahl der Technik im Vordergrund. Darüber hinaus wird ein Energiekonzept ausgearbeitet, das unter anderem den Energiebedarf an öffentlichen POI-Standorten darstellt.

#### 3.4.1 Relevante Lade-Standards und Produkte für Remscheid

Am Markt gibt es eine Auswahl von Ladeprodukten in verschiedenen Leistungsklassen.

Tabelle 7 und Abbildung 47 zeigen die Optionen auf. Man unterscheidet zwischen AC-Laden mit Typ 2 Stecker und DC-Laden nach dem CCS Standard, der für Europa zum allgemeinen Standard geworden ist. Alternativen sind ChaDeMo, ein aus Japan kommender Standard, der bei bereits älteren Fahrzeugen von asiatischen Herstellern vermehrt vorkommt, und Tesla mit einem eigenen Ladnetz, das hier nicht näher betrachtet werden muss.

Aktuelle Standards für öffentliches Laden sind 22kW AC und 50kW DC.

Ladesäulen für „Ultraschnellladen oder HPC (High Power Charging)“ mit 100-150kW DC/350kW DC werden in der Zukunft eine Rolle spielen, jedoch vornehmlich an Transitstrecken an der Autobahn oder an ausgewählten Standorten mit sehr kurzer Verweildauer. In Remscheid ist an der Autobahn A1 bereits ein Ladepark mit 350kW Ladesäulen durch Ionity errichtet worden. Derzeit besteht kein zusätzlicher Bedarf.

Ladeleistung / Anschluss	Durchschnittliche Ladezeit (50kWh Batterie) von 0-80% SOC	Kategorie/Verweildauer/Anwendung	Beschreibung/Technik, Charakteristik, Standard
AC 3.7kW	14 bis 15 Stunden	Normalladen – Langzeitladen, Langzeitparken	Notladekabel, Haushaltsanschluss 230V x 16A, 1-phasig, Schuko/ RCD
AC 7,4kW		Normalladen – Langzeitladen, Langzeitparken	Typ 2
AC 11kW	2,5 bis 5 Stunden	Normalladen, Beschleunigtes Laden – Langzeitladen, Langzeitparken	Typ 2, 3-phasig
AC 22kW	1,5 bis 2 Stunden	Beschleunigtes Laden - POI-Laden/Destination Charging, Kurzparken	Typ 2, 3-phasig
DC 50kW	Ca. 3/4 Stunde	Schnellladen - POI-Laden/Destination Charging, Kurzparken	CCS-Standard oder ChaDeMo Standard (oder Tesla)
DC 150kW	Ca. 30 Minuten	Ultra-Schnellladen oder HPC (High Performance Charging) – Langstrecken-Mobilität, „laden wie tanken“	CCS-Standard oder ChaDeMo Standard (oder Tesla)
DC 350kW	Ca. 10 bis 20 Minuten	Ultra-Schnellladen oder HPC (High Performance Charging) – Langstrecken-Mobilität, „laden wie tanken“	CCS-Standard/HPC

Tabelle 7: Abgrenzung der Lade-Kategorien



Abbildung 47: Ladestecker-Topologien: Typ 2 für AC Laden, ChaDeMo für vorwiegend asiatische Modelle der ersten Generationen, CCS Stecker für DC Laden als Standard in Europa

Für öffentliche Ladeangebote und eine Förderfähigkeit sind die Vorgaben der Ladesäulenverordnung zu befolgen (LSV).[54] Die drei wichtigsten Punkte sind:

- 24/7 - rund um die Uhr Zugänglichkeit für jedermann
- Ad hoc Lademöglichkeit, d.h. Laden ohne Vertragsbindung möglich (via App oder Web-Portal, Abrechnung/Bezahlung per PayPal oder Kreditkarte)
- Eichrecht-konforme Aufzeichnung und Speicherung der abgegebenen Energiemenge in kWh

In Tabelle 7 sind ungefähre Ladezeiten angegeben, die für eine Batterie mit 50 kWh Kapazität angenommen werden können. Man muss von 80% SOC ausgehen, da die Aufnahmefähigkeit einer Batterie ab dem Ladezustand normalerweise stark abfällt und nur noch sehr wenig Leistung pro Zeiteinheit übertragen werden kann. Je nach tatsächlicher Kapazität und Effizienz des Fahrzeugs sowie Strecke und Fahrstil erreicht man damit brauchbare Reichweiten. Abbildung 48 zeigt den Zusammenhang in einer typischen Ladekurve einer Li-Ionen Batterie.

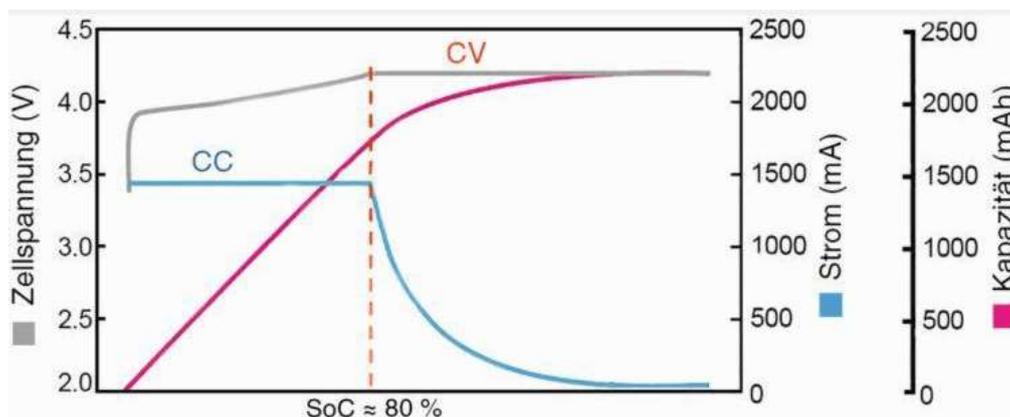


Abbildung 48: Typische Ladekurve einer Li-Ionen Batterie: IU-Ladeverfahren mit Konstant-Strom (CC)- und Konstant-Spannung (CV)-Phasen

### 3.4.2 Kriterien zur Technik-Auswahl

Die Auswahl und Auslegung der Standorte richten sich nach drei Hauptkriterien:

1. Nutzerverhalten und Ladebedarf
2. Umfeld und Park-/ Verweildauer
3. Besucher-Frequenz

- **Zeit**, d.h. Verweildauer und Ladedauer am Standort und Anzahl der Besucher und damit **Anzahl** der benötigten Ladepunkte. Daraus ergibt sich in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung das kommerzielle Potenzial von einzelnen Standorten. Im Konzept wurde das POI-Laden strategisch identifiziert und im Detail analysiert, siehe hierzu Kapitel 3.5.4.
- **Stand der Technik** und Fahrzeugangebot der Hersteller (insbesondere Batteriegröße, Effizienz/Strom-Verbrauch, Ladetechnologie/Standard und Ladeleistung)
- **Energiebedarf** und **Leistung**: Aus der Markanalyse der EV-Flotte in Deutschland wird ersichtlich, dass hauptsächlich noch Kompaktfahrzeuge die EV-Flotte dominieren (Abbildung 49). Eine Batteriegröße von 40 kWh ist derzeit vorherrschend am Markt, auch wenn der Trend zu größeren Batterien ersichtlich ist, dies kommt allerdings vorwiegend in der Premiumklasse zum Tragen (SUV, Limousinen), mit noch niedrigen Produktions- und Verkaufszahlen, nicht zuletzt wegen hoher Preise von 70.000 € und höher. Mit der Festlegung auf Besucher und Touristen als Zielgruppe und eine POI Verweildauer von 30-120 Minuten ergibt sich eine ausreichende Ladeleistung von 22kW AC. Dies erlaubt eine Vielzahl der EV-Modelle und es erlaubt, eine 40kWh-Batterie in bis zu zwei Stunden nahezu vollständig wieder aufzuladen (Standard bis 80% SOC (*State-of-Charge*)). Für ausgewählte Standorte mit kurzer Verweilzeit und mit Ausblick auf künftige Modelle und technische Standards empfiehlt sich vereinzelt die Installation von 50kW DC Ladegeräten oder in Zukunft 100-150kW DC als neuer Standard.
- **Räumliche Gegebenheiten**: Verfügbare Netzanschlussleistung und -kapazität
- **Anzahl** und **Kosten**: Je nach verfügbarem Netzanschluss kommen zur Investition in die Ladesäulen selbst, Netzanschlusskosten hinzu. Die am Standort verfügbare Leistung und Anschlusskapazität kann gegebenenfalls den Ausbau auf eine Stückzahl oder die Leistung begrenzen. Details dazu siehe bei der individuellen Standortplanung.

### Führende EV Modelle nach Flottengröße, Bestand Anfang 2019

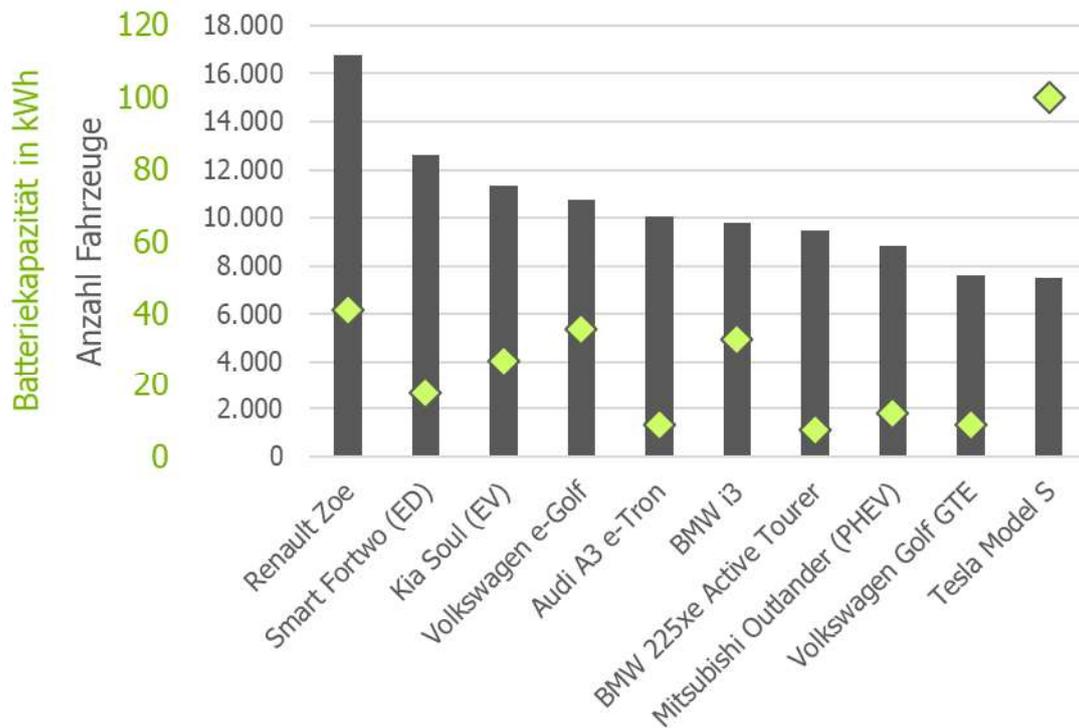


Abbildung 49: Batteriekapazitäten von Fahrzeugmodellen im Bestand in Deutschland

### 3.4.3 Energiekonzept

#### 3.4.3.1 Reichweiten-Gewinn an öffentlichen POI-Standorten bei POI-Ladezeiten

Wie bereits zuvor aufgezeigt, ist die Ladezeit eines Elektrofahrzeugs von verschiedenen Faktoren abhängig.

- Batteriegröße, d.h. Batteriespeicherkapazität in kWh, am Markt ist ein Spektrum von ~18kWh bis ~100kWh verfügbar
- Aktueller Ladezustand, in % SOC – *State-of-Charge*, ggf. auch andere Faktoren (SOH – *State-of-Health*), z.B. der Batterietemperatur, dies wird dem Nutzer jedoch in der Regel nicht angezeigt (eine „durchgefrorene“ Batterie muss zunächst langsam aufgewärmt werden, bevor sie mit voller Leistung geladen werden kann, sonst nimmt sie dauerhaft Schaden)
- Dem eingebauten Ladegerät (*on board Charger*) für AC-Laden und der damit möglichen maximalen Ladeleistung
- Dem DC-Ladeanschluss und seiner Maximal-Leistung, wenn verfügbar (in der Regel Sonderausstattung)

Die Reichweite ist von weiteren Faktoren abhängig und in der Regel ausschlaggebend für den Nutzer, deshalb wird häufig z.B. eine Ladezeit für 100km Reichweite angegeben.

Entscheidend ist der Energieverbrauch in kWh/100km:

- Durchschnittswerte werden vom Hersteller angegeben, gemessen nach Normzyklen NEFZ oder WLTP, reale Verbräuche sind in der Regel höher
- Fahrstil ist maßgeblich („Bleifuß“ oder vorausschauend, dynamisch oder defensiv)
- Verbraucher wie Heizung, Klimaanlage etc. konsumieren ebenfalls Energie aus der Antriebsbatterie
- Mit sinkender Außentemperatur kann die verfügbare Energie in der Batterie abnehmen – heute wird das jedoch schon durch Thermomanagement weitgehend abgefangen.

Entscheidend für den Nutzer und Lade-Kunden ist die zu erzielende Autonomie oder Reichweite, die er mit dem Ladevorgang erhält.

Ladeleistung	Reichweite in km für ein EV mit 25 kWh/100km Verbrauch abhängig von der Ladezeit in Minuten				
	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.
AC 11kW	22	33	44	66	88
AC 22kW	44	66	88	132	176
DC 50kW	100	150	200	300	400*

Tabelle 8: Reichweitengewinn in Abhängigkeit von der Ladezeit

Aus Tabelle 8 wird ersichtlich, dass der Reichweitengewinn mit 11kW Ladeleistung in 30 bis 120

Minuten nicht signifikant genug ist, um attraktiv zu sein. Mit 22kW ist bei längerer Verweilzeit von z.B. 2 Stunden jedoch eine zusätzliche Reichweite von ca. 180 km zu erzielen. Dies ist eine konservative Annahme für ein Fahrzeug oder eine Strecke respektive Fahrstil mit hohem Verbrauch von 25kWh/100km. Für Kompaktfahrzeuge mit guten Verbrauchswerten, die im Bereich von 13-15kWh/100km liegen können leicht 250 km zusätzliche Autonomie gewonnen werden. Wird 50kW DC-Ladung angeboten und ist das Fahrzeug mit der Funktion ausgestattet, kann je nach Batteriekapazität ein Reichweitengewinn von 100 bis 300 km erlangt werden. Der Wert von 400km bei 120 Minuten ist eher hypothetisch und würde nur auf sehr große Batterien überhaupt zutreffen (80-100kWh) und eine vollständig leere Batterie, d.h. einen sehr niedrigen SOC bei Ladebeginn voraussetzen.<sup>19</sup>

Folgende Aspekte sind bei der Wahl der Installation noch zu berücksichtigen:

- AC 22kW wird der Standard bleiben für extra-Reichweite solange DC Laden teures Zubehör für den Kunden bleibt und als Sonderausstattung mit angeboten wird.
- DC Laden ist teurer als AC Laden (in der Abrechnung mit dem Kunden, aufgrund deutlich höherer Infrastruktur-Investitionen und Marktmechanismen, die höhere Preise für schnelleren Service fordern) und schadet bei häufiger Nutzung der Batterie, weshalb es nur bei wirklichem Bedarf genutzt werden sollte und wird.
- Nicht jedes EV kann mit 22kW AC geladen werden (z.B. Mercedes EQC max. 7.4kW AC and 110kW DC als Standard-Ausstattung) – d.h. an einer AC-Ladesäule wird weniger Leistung abgenommen, ein HPC-Angebot würde bei Bedarf gezielt angesteuert und in die Routenplanung einbezogen werden. 50kW DC Laden wäre jedoch jederzeit möglich mit der CCS-Ausstattung an herkömmlichen Säulen.

Empfehlung: Für die erste Ausbaustufe bis 2022 sollte Infrastruktur nach derzeitigem Stand der Technik installiert werden, d.h. vorwiegend 22kW AC. An ausgewählten Standorten kann vereinzelt ein Angebot mit 50kW DC sinnvoll sein. Die Prüfung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit übernimmt die EWR.

Für weitere Ausbaustufen ist die Auswahl der geeigneten Technik auf Basis von Nachfrage und Nutzerverhalten ggf. neu zu bewerten und >100kW DC voraussichtlich eine sinnvolle Ergänzung.

### 3.4.3.2 Energiebedarf an öffentlichen POI-Standorten abhängig von Ladezeiten

---

<sup>19</sup> Anmerkungen: Einfache Berechnung „Maximum Szenario“, angenommen Batterie startet mit niedrigem SOC und erhält volle Leistung; hoher Durchschnittsverbrauch von 25kWh/100km als realistische Annahme, Herstellerangaben häufig geringer (Standard-Zyklus); \*abhängig von Batteriekapazität „derating“ erwartet bei hoher Spannungslage, Übergang von CC in CV Modus, erreicht nicht hier berechnete Reichweite im Zeitrahmen



Aus Nutzersicht zeigt die übertragene Energiemenge passend zu den oben gezeigten zu erzielenden Reichweiten nach Ladedauer. Daraus lässt sich umgekehrt ebenso der Energiebedarf am Ladestandort ermitteln.

Ladeleistung	Energie in kWh abhängig von der Ladezeit in Minuten				
	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.
AC 11kW	5,5	8,3	11,0	16,5	22,0
AC 22kW	11,0	16,5	22,0	33,0	44,0
DC 50kW	25	38	50	75	100

*Tabelle 9: Energiegewinn in Abhängigkeit von der Ladezeit*

Für einen Standort mit 1 Ladesäule mit zwei Ladepunkten zu 22kW ist die in der Spitze maximal zur Verfügung zu stellende Leistung < 50kW:

$$2 \times 22\text{kW} / 95\% \text{ Wirkungsgrad} = 46\text{kW}$$

Dies setzt jedoch die Gleichzeitigkeit der Leistungsabnahme an beiden Fahrzeugen voraus.

### 3.5 Standortfindung für Ladeinfrastruktur

Das vorliegende Konzept beschreibt den Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge für die Stadt Remscheid quantitativ und qualitativ. Es wurde ein Mengenbedarf für Ladepunkte für den Zeitraum 2020-2030 ermittelt.

#### Vorgehen und Methodik

Im ersten Arbeitsschritt erfolgte zunächst die Beschaffung und Auswertung analytischer Datengrundlagen zur Standortfindung. Die Daten wurden größtenteils von der Stadt Remscheid zur Verfügung gestellt und durch frei zugängliche Daten (OpenStreetMap) ergänzt.

Im Folgenden wurde anhand der zahlreichen Datengrundlagen eine Potenzialanalyse zur Errichtung von Ladeinfrastruktur im Konkreten und zur Förderung der Elektromobilität im Allgemeinen durchgeführt. Hierzu wurden beispielsweise demographische, soziodemographische und verkehrliche Merkmale den Analysen zugrunde gelegt.

Daraufhin wurde der Gesamtbedarf an Ladeinfrastruktur im Rahmen des Markthochlaufs der Elektromobilität für die Stadt Remscheid anhand ausgewählter Maßgaben ermittelt. Hierzu zählen eine Eingrenzung des Vergleichsmaßstabs, Vorgaben bzw. Ziele der Politik und eine Einschätzung des Projektteams. Im Anschluss erfolgte zudem eine Plausibilisierung des Bedarfs an Ladeinfrastruktur.

Auf Grundlage der zuvor durchgeführten Analysen wurden im Folgenden potentielle Standorte für den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektro-Pkw in der Stadt Remscheid eruiert. Hierzu wurde grundsätzlich zwischen dem Laden am Wohnstandort und am Arbeitsplatz unterschieden. Sind diese beiden Möglichkeiten für den Endnutzer nicht gegeben, ist dieser auf öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur angewiesen. Im Anschluss erfolgte für die Points of Interest der Stadt Remscheid eine Ableitung des Ladebedarfs. Hierbei wurden die Standorte herausgefiltert, bei denen eine Verweildauer von 30 - 120 Min. angesetzt wird, da sich dieser Zeitraum für das Laden von Elektrofahrzeugen besonders anbietet. Im Rahmen des nächsten Analyseschrittes wurde eine Bewertung der Points of Interest vorgenommen, die sowohl die Datenbasis von OSM (OpenStreetMap) als auch die des Geoportals der Stadt Remscheid umfasst. Anschließend erfolgte für die zuvor ausgewählten Aktivitäten-Standorte eine Abschätzung der täglichen Besucher/ Gäste/ Kunden, da keine Angaben zur Frequentierung der Points of Interest vorlagen.

Im Folgenden wird auf den Workshop zur Elektromobilität in der Stadt Remscheid eingegangen, der im Rahmen des Projektes durchgeführt wurde. In diesem hatten die Bürgerinnen und Bürger die Möglichkeit sich aktiv an der Standortauswahl für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid zu beteiligen, indem sie mitteilten, an welchen Standorten aus ihrer Sicht der Aufbau von Ladeinfrastruktur sinnvoll sei. Die Ergebnisse des Workshops flossen in das vorliegende Elektromobilitätskonzept ein.

Im nächsten Arbeitsschritt wurde ein Konzept für eine modulare Detailplanung ausgearbeitet, da es aufgrund der Vielzahl von Einzelstandorten, unterschiedlicher Ausbaustandards und Rahmenbedingungen nicht zweckmäßig ist für jeden Standort eine Detailplanung zu erstellen. Daher werden zunächst die jeweiligen Systembestandteile und deren Kombinationen in grundsätzliche

Flächenkonzepte eingearbeitet. Hierbei wurden auch die wichtigen und vielfältigen Aspekte der Inter- und Multimodalität berücksichtigt.

Im letzten Arbeitsschritt wurden zunächst die Kriterien für die Planung der Ladeinfrastruktur definiert und beschrieben. Abschließend erfolgte eine Detailplanung für die 13 ausgewählten Standorte im Remscheider Stadtgebiet.

Die Bedarfe, Möglichkeiten und Randbedingungen zur Errichtung öffentlicher Ladeinfrastruktur für Pedelecs wurden eingehend analysiert. Das Potenzial wird als sehr begrenzt eingestuft. Die Empfehlung lautet auf privaten Flächen mit dem höchsten Bedarf und Potenzial Angebote zu schaffen, die weniger hohe Investitionen erfordern als öffentliche Ladeinfrastruktur für Pedelecs. Die genaue Ausführung dazu ist im abschließenden Kapitel dieses Abschnitts zu finden (Kapitel 3.5.6.3).

Die Vorgehensweise/ Methodik in den einzelnen Arbeitsschritten wird in den jeweiligen, nachfolgenden Kapiteln detailliert beschrieben.

### **3.5.1 Analytische Grundlagen der Standortfindung**

Im Zuge der vorbereitenden Tätigkeiten erfolgte die Beschaffung und Auswertung der erforderlichen Datengrundlagen zur Erstellung des Ladeinfrastrukturkonzepts für die Stadt Remscheid. Hierzu zählten:

- Points of Interest von OpenStreetMap (1.368 Standorte) [97]
- Points of Interest der Stadt Remscheid (Geoportal) (902 Standorte) [96]
- Ergebnisse der Kommunalwahl 2014 [104]
- Ergebnisse der Landtagswahl 2017 [104]
- Bevölkerungsstatistik (Stichtag 30.06.2019) [104]
- Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (2018) [104]
- Statistisches Jahrbuch 2018 [105]

### **3.5.2 Potenzialermittlung und -analyse**

Innerhalb der Stadt Remscheid existieren vielfältige endogene Potenziale, die eine Realisierung der Ladeinfrastruktur befürworten. In diesem Arbeitsschritt wurden auf Basis der vorliegenden Datengrundlagen mit Hilfe eines geographischen Informationssystems verschiedene Analysen durchgeführt, um diese Potentiale zu ermitteln und Gebiete herauszustellen, in denen der Aufbau von Ladeinfrastruktur von (besonderer) Bedeutung ist.

#### **3.5.2.1 Bevölkerungsverteilung (Demographie)**

Das wichtigste Kriterium für den Aufbau von Ladeinfrastruktur bzw. grundsätzlich beim Ausbau von Elektromobilität ist das Nutzerpotential. Aus diesem Grund wurde zunächst analysiert in welchen Gebieten der Stadt Remscheid die höchsten Bevölkerungszahlen/ -dichten vorliegen.

In der Stadt Remscheid lebten zum Stichtag 30.06.2019 113.401 Menschen. In Bezug auf die Gebietsfläche von 7.453 Hektar lebten im Durchschnitt 1.521 Einwohner/innen auf einem Quadratkilometer.

Die in Tabelle 10 aufgeführten Stadtteile wiesen zum Stichtag (30.06.2019) die höchsten Bevölkerungsdichten ( $> 5.000 \text{ EW/km}^2$ ) in der Stadt Remscheid auf und stellen damit ein erstes Nutzerpotential dar. Im Stadtteil Scheid, im Nordwesten der Remscheider Innenstadt gelegen, liegt mit rund 4.500 Einwohner auf einer Fläche von rund 30 Hektaren die höchste Bevölkerungsdichte vor. Eine ebenfalls überdurchschnittlich hohe Bevölkerungsdichte weist die Altstadt von Lennep vor. Dort leben auf einer Fläche von rund 12 Hektaren rund 1.000 Personen, was einer Bevölkerungsdichte von 8.738 Einwohnern pro Quadratkilometer entspricht.

Die geringsten Bevölkerungsdichten liegen in den Stadtteilen Engelsburg ( $56 \text{ EW/km}^2$ ), Garschagen ( $120 \text{ EW/km}^2$ ), Bergisch Born Ost ( $193 \text{ EW/km}^2$ ) und Grenzwall ( $241 \text{ EW/km}^2$ ).

Stadtteil	Einwohner	Fläche [ha]	Einwohner pro $\text{km}^2$
Scheid	4.426	31,63	13.993
Lennep Altstadt	1.039	11,88	8.738
Nordstadt	4.555	61,68	7.385
Stachelhausen	4.292	58,82	7.297
Mitte	2.567	38,17	6.725
Lennep Neustadt	3.332	50,37	6.615
Zentralpunkt	6.211	105,16	5.906

*Tabelle 10: Bevölkerungszahlen und -dichten in Remscheider Stadtteilen (Stand: 30.06.2019)*

Die Bevölkerungsdichten wurden nach der Datenaufbereitung und -auswertung im nächsten Schritt mit Hilfe eines geographischen Informationssystems kartographisch dargestellt (siehe Abbildung 50).



der typische Fahrer eines Elektroautos aus dem (hoch)gebildeten Milieu mit höheren Einkommen stammt, männlich und rund 51 Jahre ist. Viele leben in einem Mehrpersonenhaushalt, der über mindestens ein weiteres Fahrzeug (zumeist mit konventionellem Antrieb) verfügt.[110] Jeder zweite Nutzer eines Elektrofahrzeugs hat ein Hochschulstudium absolviert; 70 % der Befragten gehen einem Vollzeiterwerb nach. Die Bildungsabschlüsse und der hohe Anteil an Vollzeiterwerbstätigen spiegeln sich auch in einem relativ hohen Einkommen wider. Ein großer Teil der Befragten (46 %) erzielt ein monatliches Haushaltsnettoeinkommen zwischen 2.000 und 4.000 €; immerhin weitere 44 % der Befragten gaben an, 4.000 € pro Monat oder mehr zur Verfügung zu haben. Die Haushalte der Elektrofahrzeugnutzer haben damit deutlich höhere Einkommen im Vergleich zu den Haushalten der Nutzer konventioneller Neuwagen.

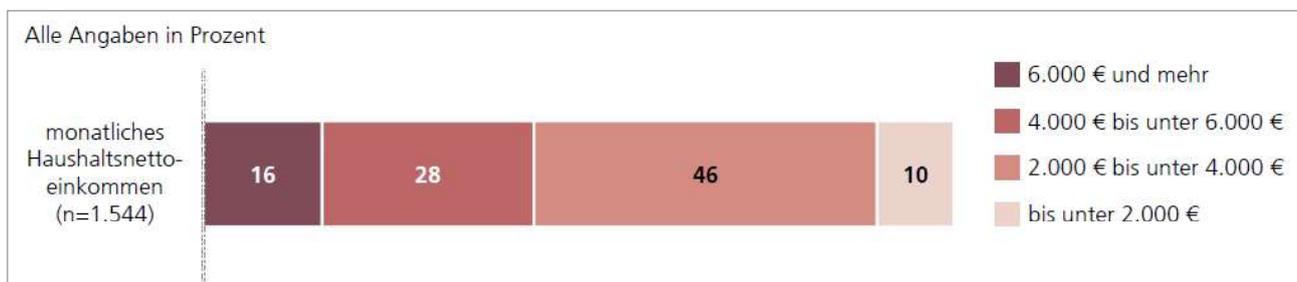


Abbildung 51: Monatliches Haushaltsnettoeinkommen der privaten Nutzer (DLR E-Nutzer-Befragung)[111]

Entgegen der allgemeinen Erwartung lebt die Mehrheit der Elektrofahrzeug-Nutzer „nicht in einem großstädtischen, sondern eher einem kleinstädtischen bis ländlichen Umfeld. Lediglich 22 % der Befragten haben ihren Wohnort in einer größeren Stadt mit mehr als 100.000 Einwohnern; 53 % wohnen in Kleinstädten und Landgemeinden einer Größe von weniger als 20.000 Einwohnern.“[111] Zusätzlich zum räumlichen Kontext wurde auch abgefragt, in welcher Art von Wohnung die Nutzer leben. Mehr als die Hälfte der Befragten gab hierzu an in einem freistehenden Einfamilienhaus zu wohnen. Im Hinblick auf die flächenhafte Etablierung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge bietet diese Wohnform sehr gute Voraussetzungen, da diese oftmals auch eine eigene Lademöglichkeit (z.B. in der Garage) ermöglicht. Insgesamt gaben 92 % der privaten Nutzer an, dass sie ihr Elektrofahrzeug auf dem eigenen Grundstück mit Lademöglichkeit abstellen.

Neben soziodemographischen Aspekten spielen auch die persönlichen Einstellungen der Personen zur Elektromobilität eine große Rolle. Insgesamt zeigt sich hier die große Bedeutung umweltbezogener Denkweisen. Der Großteil der Befragten (84 %) gab an, dass ihrer Meinung nach konventionelle Fahrzeuge eine große Belastung für die Umwelt darstellen. Darüber hinaus gab die Hälfte der Befragten an bei der Wahl des Verkehrsmittels das umweltfreundlichste auszuwählen und ebenfalls mehr als die Hälfte der Befragten verneinte die Aussage „Ich kaufe selten Bio-Lebensmittel ein“.[111] Diese Aussagen legen nahe, dass umweltbezogene Aspekte für die Nutzer von Elektrofahrzeugen insgesamt eine hohe Bedeutung haben.



Abbildung 52: Einstellungen privater Nutzer (Mehrfachnennungen möglich)[111]

Die Studie hat sich nicht nur auf den privaten Besitz sowie die private Nutzung beschränkt. Die Ergebnisse zeigen, dass es sich bei den gewerblichen E-Fahrzeug-Nutzern in der Mehrzahl um kleine Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten und bis zu neun Fahrzeugen (inklusive dem Elektrofahrzeug) im Fuhrpark handelt. Dies widerspricht der bis dato oft geäußerten Vermutung, dass vor allem große Flottenbetreiber die Treiber der Elektromobilität seien.

Für die vorliegende Analyse im Rahmen des Konzeptes für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid lagen keine soziodemographischen Daten auf Stadtteilebene oder vergleichbarer kleinteiliger Gebietsstruktur vor. Es konnten daher lediglich die Ergebnisse der Kommunal- und Landtagswahlen herangezogen werden. Aufgrund der zuvor beschriebenen Bedeutung umweltbezogener Aspekte für Besitzer von Elektrofahrzeugen und der Aktualität wurden die Ergebnisse der Landtagswahl 2017 als Grundlage für die weiteren Analysen hinsichtlich der Standortfindung für Ladeinfrastruktur genutzt. Die Abbildung 53 stellt die Ergebnisse der Landtagswahl von NRW im Jahr 2017 dar. Im Hinblick auf die zuvor beschriebene Bedeutung umweltbezogener Aspekte in Bezug auf Elektromobilität wurden die Zweitstimmen der Partei „Bündnis 90/ Die Grünen“ ausgewertet und auf Stadtteilebene dargestellt. Die höchsten Stimmenanteile (> 7,5 %) hat die Partei mit ökologischem Schwerpunkt in den nachfolgenden Stadtteilen:

- Schüttendelle
- Rosenhügel
- Büchel

- Grund
- Lüttringhausen- Zentrum
- Lennep-Altstadt

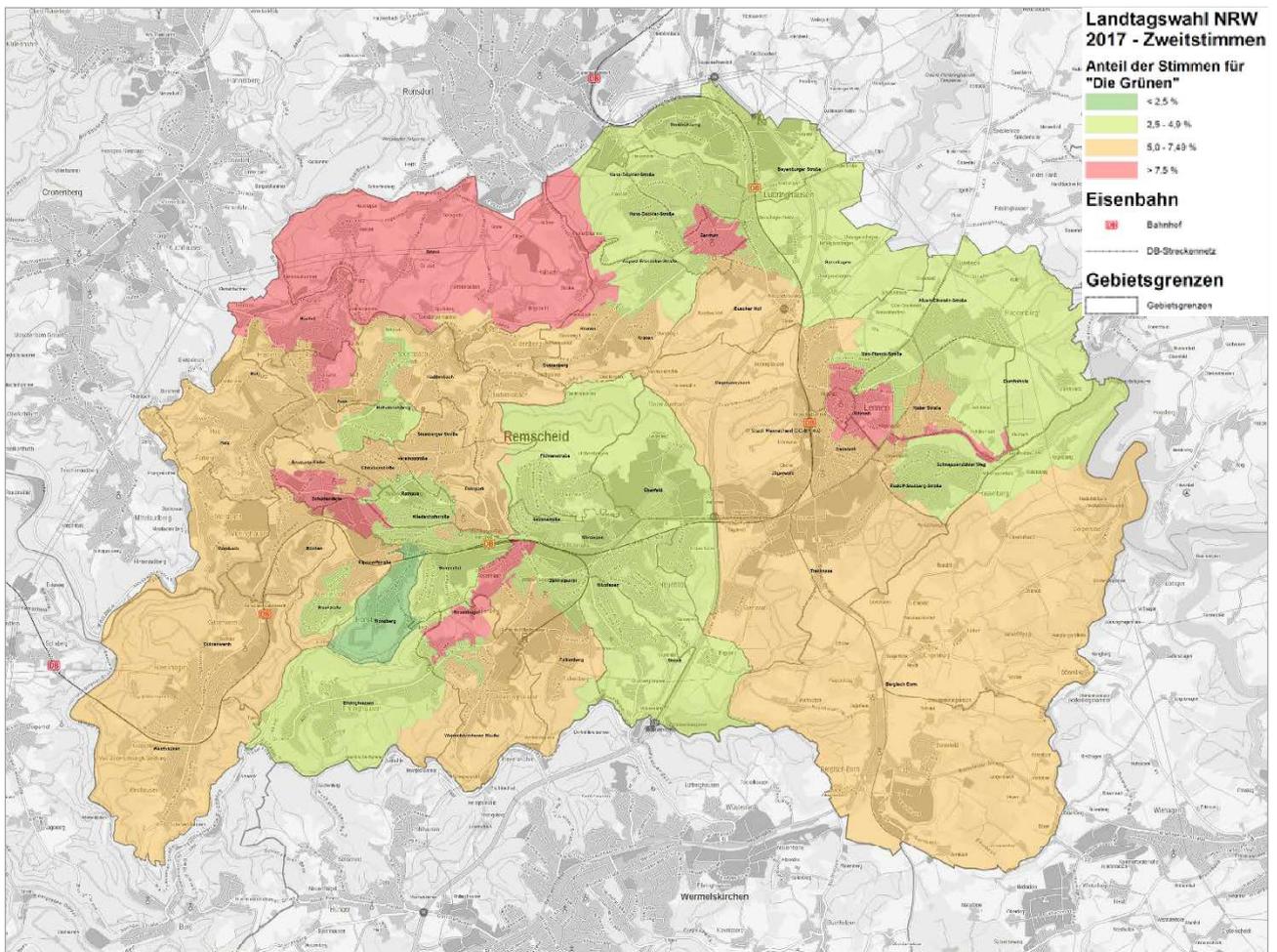


Abbildung 53: Landtagswahl NRW 2017 - Zweitstimmen in der Stadt Remscheid

### 3.5.2.3 Verkehrliche Merkmale

Darüber hinaus wurden die aktuellen Bestandsdaten bzgl. Elektro-Pkw in Remscheid zugrunde gelegt. Die meisten Elektrofahrzeuge (reine Elektro-Pkw, Plug-In-Hybride und Hybride) sind aktuell in Remscheid-Süd (0,94 % vom Kfz-Bestand) und Lennep (0,92 % vom Kfz-Bestand) vorzufinden. In Remscheid-West sowie in der Innenstadt sind die wenigsten Elektro-Pkw zugelassen. Dort betragen die Anteile der Elektro-Pkw am Bestand aller in Remscheid zugelassenen Kraftfahrzeuge 0,55 bzw. 0,66 %.

Stadtteil	Benzin	Diesel	Elektro-Pkw	Plug-In-Hybrid	Hybrid	Sonstige	$\Sigma$ E-Pkw
<b>Innenstadt</b>	7.246	3.527	3	11	46	147	<b>60</b>
<b>Lennep</b>	9.892	4.563	17	18	100	153	<b>135</b>
<b>Lüttringhausen</b>	6.943	3.333	11	11	50	132	<b>72</b>
<b>Nord</b>	5.643	2.060	11	6	51	110	<b>68</b>
<b>Süd</b>	9.242	5.209	19	22	96	146	<b>137</b>
<b>West</b>	4.989	2.148	10	9	29	100	<b>48</b>
<b>Sonstige</b>	1	2	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Summe</b>	<b>43.956</b>	<b>20.842</b>	<b>71</b>	<b>77</b>	<b>372</b>	<b>788</b>	<b>520</b>

Tabelle 11: Kfz-Zulassungsdaten für die Stadt Remscheid (Stichtag: 30.06.2019)[104]

Im Folgenden wurde mit Hilfe eines geographischen Informationssystems die Gebiete mit der höchsten Bevölkerungsdichte sowie den höchsten Elektro-Pkw-Dichten in der Stadt Remscheid ermittelt. Das Ziel dieser Analyse ist es, die Stadtgebiete zu eruieren, in denen zwei wichtige Kriterien für die Errichtung von Ladeinfrastruktur gegeben sind. Zum einen sollten die Gebiete, in denen die Ladeinfrastruktur errichtet wird, über eine gewisse Bevölkerungsdichte verfügen, damit eine theoretische Nachfrage vorliegt und zum anderen sollten in der ersten Ausbaustufe vor allem die Gebiete berücksichtigt werden, in denen bereits heute aufgrund der vorhandenen Elektrofahrzeuge eine gewisse Nachfrage vorliegt.

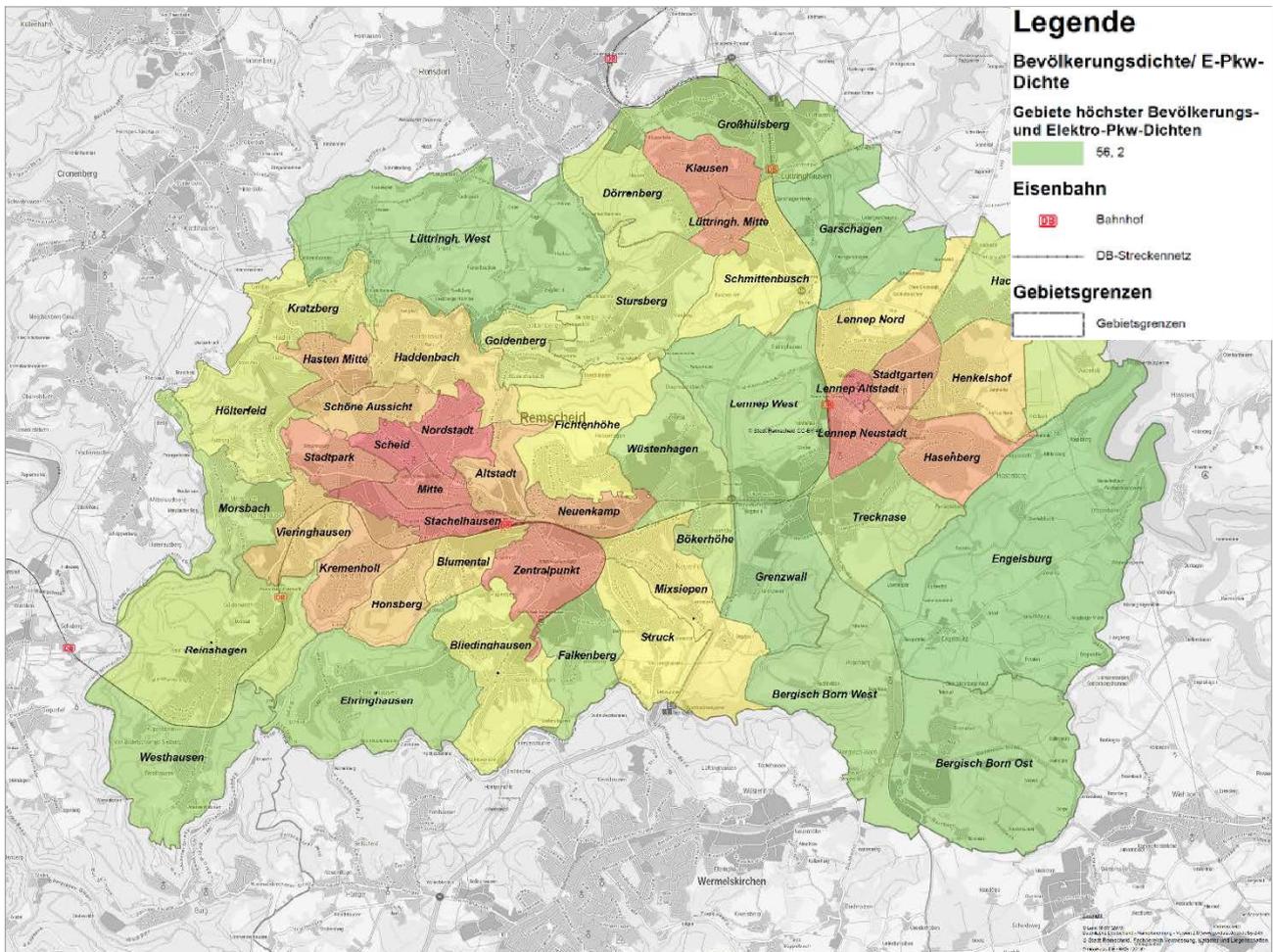


Abbildung 54: Bevölkerungsdichte und Elektro-Pkw-Dichte in der Stadt Remscheid (Stand: Juni 2019)[104]

Des Weiteren wurden im Rahmen der Potentialanalyse die bereits vorhandenen Ladesäulen für Elektrofahrzeuge im Stadtgebiet von Remscheid eruiert und in ein geographisches Informationssystem eingepflegt sowie kartographisch dargestellt.

Ende 2019 verfügte die Stadt Remscheid über insgesamt 20 Ladepunkte an neun Standorten. Diese sind samt der technischen Spezifikationen in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Standort	Straße	Ladepunkte	Leistung	Stecker
Tiefgarage Theodor-Heuss Platz	Theodor-Heuss-Platz	2	22 kW	Typ 2/ Schuko
Friedrich-Ebert-Platz	Friedrich-Ebert-Platz/ Busbahnhof	2	22 kW	Typ 2/ Schuko
Parkplatz Möbel Knappstein	Neuenkamperstraße	2	22 kW	Typ 2
EWR-Gelände	Neuenkamperstraße	2	22 kW	Typ 2
Emil-Nohl-Straße	Straße/ Parkfläche	2	22 kW	Typ 2
Kia Autohaus Büsgen	Neuenkamperstraße	2	20 kW	Chademo/CCS
BMW Autohaus Kaltenbach	Borner Straße	2	2 x 11 kW	Typ 2
Olper Höhe	Elektro Bornewasser	2	2 x 22kW	Typ 2
Autobahn Tank & Rast GmbH	Remscheid Ost   Autobahn 1	4	4 x 350 kW	CCS (High Power Charger)
<b>9 Standorte</b>		<b>20 Ladepunkte</b>		
<b>außerhalb des Remscheider Stadtgebietes</b>				
Autobahn Tank & Rast GmbH	Remscheid West   Autobahn 1	1	50kW/ 43 kW	Chademo, CCS, Typ 2

Tabelle 12: Bestand an Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid (Stand: Januar 2020)

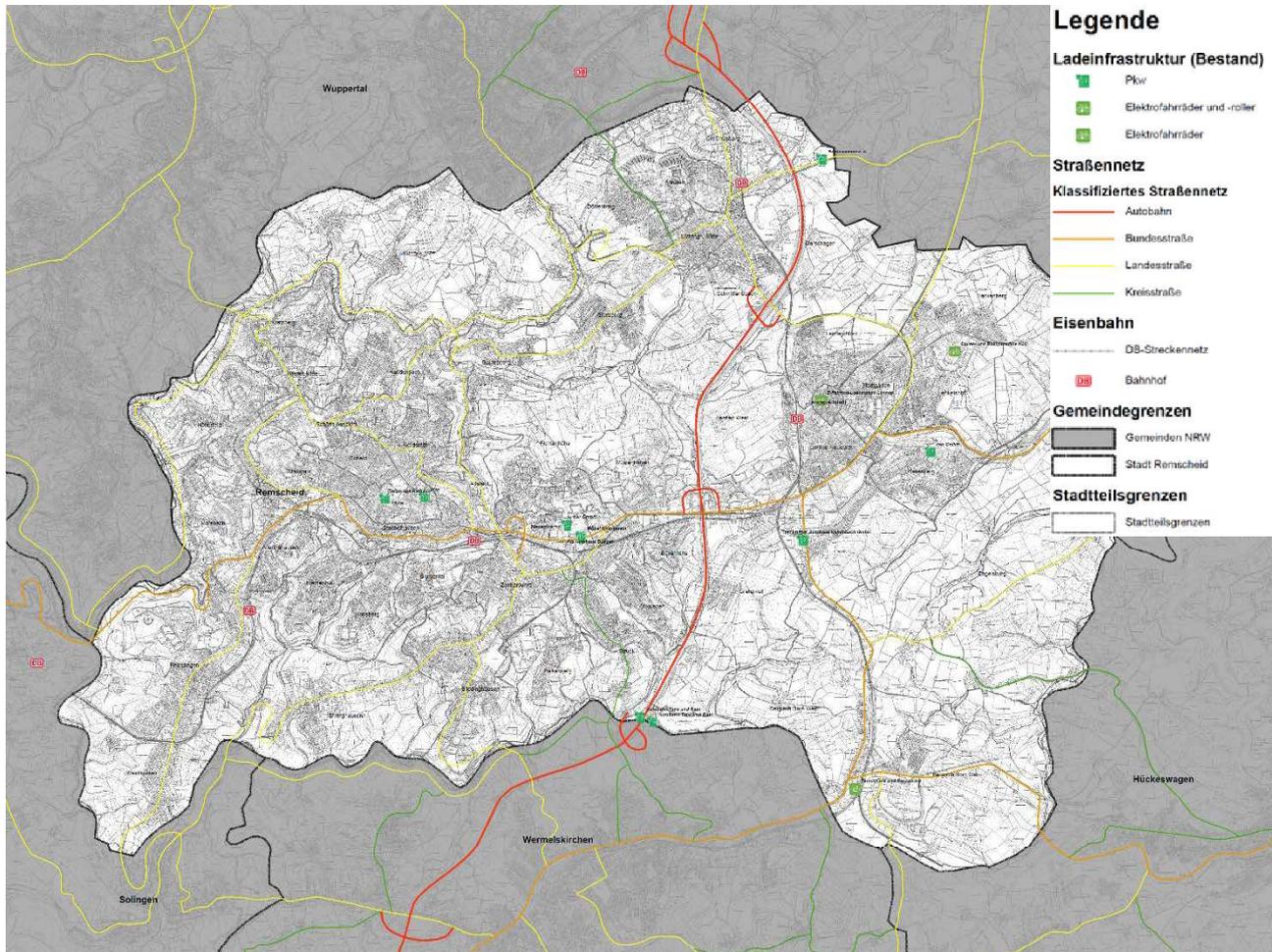


Abbildung 55: Bestand an Ladeinfrastruktur für Pkw und Elektrofahräder (Stand: Januar 2020)

### 3.5.3 Ermittlung des Ausbaubedarfs an öffentlicher Ladeinfrastruktur

Der Gesamtbedarf für Ladeinfrastruktur im Rahmen des Markthochlaufs der Elektromobilität für Remscheid wird anhand folgender Maßgaben ermittelt:

#### 1. Eingrenzung des Vergleichsmaßstabs

- Anhand der Bestandsaufnahme für Remscheid und dem Vergleich mit dem bundesdeutschen Durchschnitt und benachbarten Städten ergibt sich für die Stadt Remscheid eine durchschnittliche städtische **Bevölkerungsdichte** mit 1.490 Einwohnern pro km<sup>2</sup>. Diese ist etwas niedriger als in Wuppertal (2.105) und Solingen (1.780) und etwa halb so hoch wie für die Stadt Düsseldorf (2.848), aber dennoch städtisch zu nennen. (Siehe auch Kapitel 3.2.4)
- Mit 541 PKW pro 1000 Einwohner liegt die **Fahrzeugdichte** auf dem Niveau des bundesdeutschen Durchschnitts.
- **Elektrofahrzeuge** (EV+PHEV) sind leicht unterrepräsentiert in Remscheid, insbesondere im Vergleich zu den benachbarten Städten Düsseldorf, Wuppertal und

Solingen. Per 01.01.2019 waren in Remscheid 138 Elektrofahrzeuge zugelassen (EV+PHEV). Dies entspricht einer Elektrifizierungsquote des Flottenbestands von 0,22 Prozent. In 2018 wurden 59 Elektrofahrzeuge neu zugelassen, was einer Quote von 1,6 Prozent entspricht.<sup>20</sup>(Siehe auch Analyse in 3.2.4)

- Der PHEV-Anteil überwiegt in Remscheid noch mit 56 Prozent der elektrifizierten Flotte und nur 44 Prozent Anteil an Elektrofahrzeugen - bundesweit tendiert die **EV-Quote** zu höheren EV-Anteilen. (01.01.2019 in Deutschland 55 Prozent Elektrofahrzeuge; Tendenz steigend)

## 2. Vorgaben der Politik

- Die EU fordert eine notwendige Quote für Ladeinfrastruktur, die sich nach der Zahl der zugelassenen Elektrofahrzeuge bemisst. Die Bedarfsquote von 10 Elektrofahrzeugen pro Ladepunkt ist auch die, die die Bundesregierung anstrebt und die NPM in ihrer Szenario-Planung berücksichtigt.[45] Im Vergleich dazu hat das DLR ermittelt, dass ein geringerer Ausbau mit öffentlicher Ladeinfrastruktur zulässig ist und empfiehlt die Quote von 14 EV/LP.[90]
- Die NPM skizziert zwei Markthochlaufszzenarien, das „mittlere Szenario“ und das „pro-EV-Szenario“, sowohl für Elektrofahrzeuge als auch nach der o.g. Maßgabe für Ladeinfrastruktur.[52] (Siehe auch Kapitel 3.1.6.2)

## 3. Einschätzung des Projektteams

- Remscheid wird als Auto-freundliche Stadt eingeschätzt, nicht zuletzt auch aufgrund der anspruchsvollen topografischen Struktur. Zudem ist die Nah- und Fernverkehrs-Anbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln nicht optimal, wodurch Pendler häufig auf das Auto angewiesen sind. Förderlich dafür ist die gute Autobahnanbindung. (Siehe auch PESTEL Analyse, 3.2.6)
- Die Analyse ergibt einen PKW-Anteil von 56 Prozent am Modal Split in Remscheid (Status 2017 MiD), siehe Abbildung 44.

Auf dieser Basis wird für Remscheid eine eher langsamere Entwicklung der Elektromobilität angenommen und ein Markthochlauf skizziert, der sich am „mittleren Szenario“ der NPM für den Markthochlauf für Elektromobilität (Elektrofahrzeuge) orientiert. Zudem wird weiterhin die konservative Annahme des DLR zugrunde gelegt, was den Bedarf für öffentliche Ladeinfrastruktur angeht, der eine höhere EV-Quote pro Ladepunkt ansetzt.

Es ergibt sich der in Abbildung 56 gezeigte Hochlauf des Elektrofahrzeugbestands und der zugehörig ermittelte Bedarf für Ladeinfrastruktur in Anzahl Ladepunkte:

- 2022 96

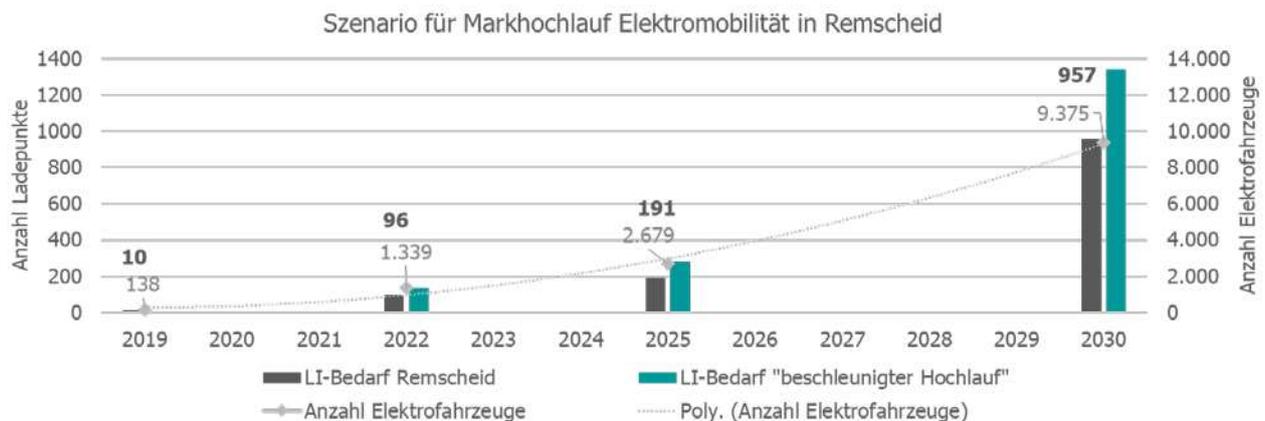
---

<sup>20</sup> Nach Information der Stadtverwaltung Remscheid im Februar 2020 ist der Bestand zum Jahresende 2019 auf 226 Elektrofahrzeuge angestiegen, was 88 Neuzulassungen in 2019 entspricht und demnach >2 Prozent der Neuzulassungen. Unter der Annahme eines etwa gleichbleibenden Flottenbestands beträgt dann der Anteil der elektrifizierten Fahrzeuge ca. 0,4 Prozent.[90]

- 2025 191
- 2030 957

Bei Verwendung einer AC-Ladesäule mit zwei Ladepunkten ergibt sich ein Bedarf von ca. 50 Ladesäulen in 2022 und ca. 100 Ladesäulen in 2025.

Für ein Szenario „beschleunigter Hochlauf“ auf Basis des „pro-EV Szenarios“ der NPM läge der Bedarf an Ladepunkten um 40-50% höher.



*Abbildung 56: Szenario für Markthochlauf Elektromobilität in Remscheid und entsprechender Bedarf für Ladeinfrastruktur-Ausbau*

Mit der Ausgangssituation von bisher zehn Ladepunkten im öffentlichen Raum ist exakt die Quote von 14 EV/LP gegeben. Es sind weiterhin zehn Ladepunkte auf privater Fläche verzeichnet, die aber (teils zeitbeschränkt) öffentlich zugänglich ist.

Parallel zur Projektdurchführung laufen bereits die Planungen für zehn weitere Ladepunkte durch die EWR GmbH sowie der Austausch der bestehenden Ladepunkte mit aktueller Technik und künftiger Abrechnungsmöglichkeit. Der weitere Ausbau bis 2022 mit dem Ziel von ca. 100 Ladepunkten in Remscheid wird mit dem hier vorgelegten Konzept und der Standortanalyse und -planung unterstützt.

### 3.5.3.1 Plausibilisierung des Bedarfs an Ladeinfrastruktur

Zur Validierung der oben getroffenen Annahmen in einem Top-Down-Verfahren zur Bedarfsermittlung wird ein Bottom Up Ansatz gewählt. Hierzu wird der Fahrzeug-Austausch Bedarf in Remscheid analysiert.

Ansatz 1: In Remscheid gibt es jährlich 3.500 bis 4.000 PKW-Neuzulassungen. Unter der Annahme, dass bei Neufahrzeug-Beschaffung der Kauf eines EV oder PHEV als Alternative in Betracht gezogen wird und die Fahrzeughersteller ab 2020 10% des Absatzes für Elektrofahrzeuge anstreben und dies auf 25% - 30% bis zum Jahr 2025 ansteigt, ist die Hochlaufkurve durchaus plausibel.

Ansatz 2: Der Bestand in Remscheid nach Emissionsgruppen (Abbildung 57) spiegelt anhand des durchschnittlichen Lebensalters eines PKW das Potenzial bei Ersatzbeschaffungen wider. Zeitnahes Austauschpotenzial für Euro 3 und Euro 4 Diesel gesamt: ~4.500 PKW bzw. mittelfristig ~>10.000 Diesel-PKW Euro 5 und niedriger. Das Durchschnittsalter von PKW in Deutschland liegt bei 9,5 Jahren. Demnach wäre auch 10% des Benziner-Bestandes in der Größenordnung anzusiedeln: ~4.200 pro Jahr.

In allen Fällen kann ein Bedarf von 400 - 1.000 Ladepunkten gerechtfertigt werden.

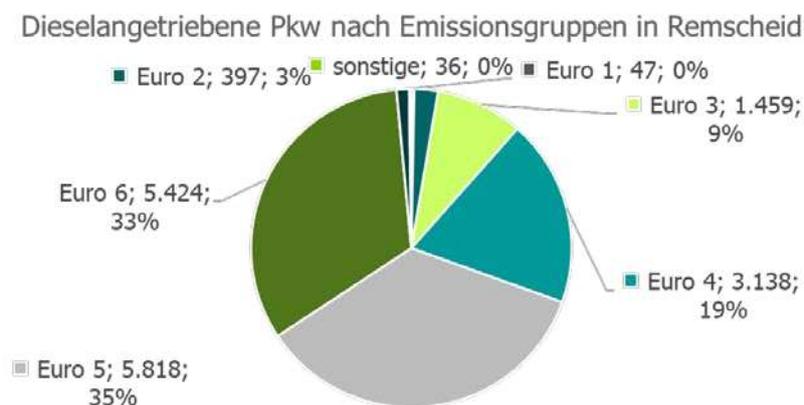


Abbildung 57: Verteilung der Diesel-PKW in Remscheid nach Emissionsgruppen

### 3.5.4 Vorauswahl von Standorten in Remscheid

#### 3.5.4.1 Laden am Wohnstandort/ Arbeitsort

Auf Grundlage der zuvor durchgeführten Analysen (Kapitel 3.5.2) wurden im Folgenden potentielle Standorte für den Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektro-Pkw in der Stadt Remscheid eruiert.

Hierbei wurde grundsätzlich zwischen „Laden am Wohnstandort“ und „Laden am Arbeitsort“ unterschieden. Bei der Auswahl im flächenhaften Ansatz (bspw. Wohngebiete) wurde geprüft, ob das Laden auf dem Privatgrundstück möglich ist. Sofern dies, beispielsweise im Geschosswohnungsbau ohne private Stellplätze und/ oder Ladeinfrastruktur, nicht möglich ist, sollte die Errichtung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Straßenraum ermöglicht werden. Dies gilt ebenfalls für Arbeitsplatzstandorte. Sofern das Unternehmen/ die Institution über keine (ausreichenden) Parkflächen verfügt, auf denen Ladeinfrastruktur errichtet werden

könnte, sollte die Errichtung von Ladeinfrastruktur geprüft werden, um den Beschäftigten die Möglichkeit zum Laden ihres Elektro-Pkw zu bieten.

Die Ladeinfrastruktur sollte grundsätzlich so positioniert werden, dass ein öffentlicher Zugang jederzeit (24/7) möglich ist, um keine Nutzergruppen von dem Angebot auszuschließen. Dies gilt insbesondere für Ladeinfrastruktur auf Betriebsgeländen (z.B. Supermarkt-Parkplätze).

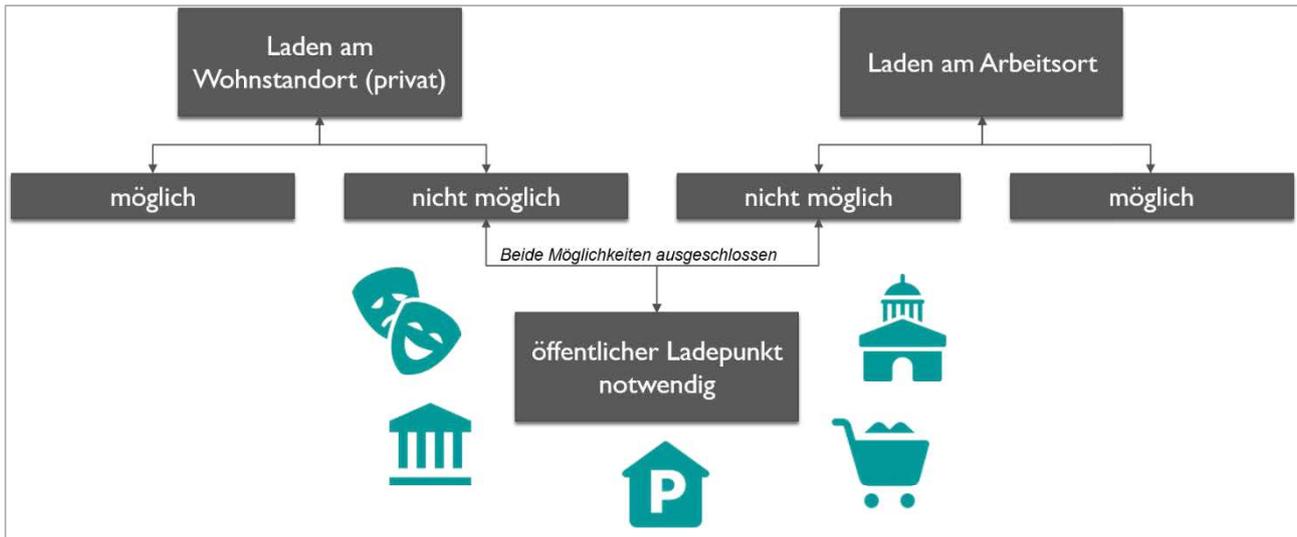


Abbildung 58: Laden am Wohnstandort bzw. Arbeitsplatz

Idealerweise wird die Batterie eines Elektrofahrzeugs geladen, während das Fahrzeug über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wird (z.B. nachts oder während der Arbeitszeit).

Das Laden am Wohnstandort stellt die am häufigsten genutzte Gelegenheit zum Laden dar. Während der Nachtstunden (~ 18:00 - 06:00 Uhr) steht in der Regel ausreichend Zeit zur Verfügung, so dass die Batterie auch mit einer geringeren Leistung geladen wird. Dies stellt sowohl die kostengünstigste Variante als auch die für die Batterie schonendste Form dar. Die Verweildauer beträgt im Durchschnitt rund 6-8 Stunden.

Am Arbeitsplatz steht ebenfalls ein Zeitfenster von rund 6-8 Stunden zur Verfügung, so dass sich diese Aktivität ebenfalls sehr gut für den Ladevorgang von Elektrofahrzeugen anbietet. Das Zeitfenster beträgt hierbei ~ 07:00 - 18:00 Uhr. Sofern es sich um öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur handelt, kann diese in den Nachtstunden ggf. auch für die Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

### 3.5.4.2 Ableitung des Ladebedarfs für typische POI

Im Folgenden wurde für die Points of Interest (Datenbasis Stadt Remscheid und OpenStreetMap) der Ladebedarf abgeschätzt. Hierbei wurden die Standorte herausgefiltert, bei denen eine Verweildauer von 30 - 120 Min. angesetzt wird.

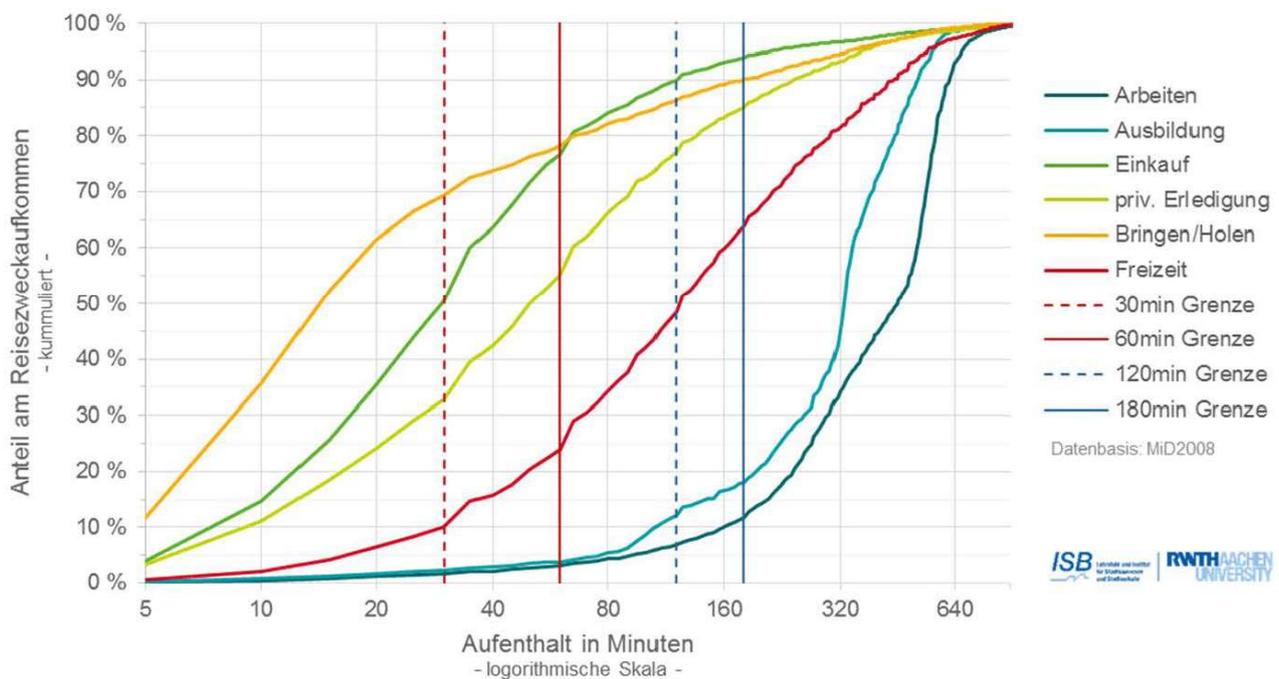


Abbildung 59: Verweildauern bei ausgewählten Reisezwecken [4]

Diese Zeitspanne eignet sich für das (Zwischen-)laden eines Elektrofahrzeugs besonders. Bei einer kürzeren Zeitspanne steht der Aufwand für den Anschluss des Fahrzeugs (inkl. Anmeldung/Validierung) in keinem Verhältnis zu der Ladekapazität, die innerhalb von 30 Minuten erreicht werden kann. Hierunter fällt beispielsweise der Einkauf beim Bäcker, Metzger oder in der Apotheke. Darüber hinaus wurden in diesem Analyseschritt alle „Hol- und Bringverkehre“ herausgefiltert, da sich diese nur in wenigen Fällen für einen Ladevorgang eignen. Eine Ausnahme bilden hierbei dedizierte Systeme für Logistikunternehmen. Diese Ableitung der Aufenthaltsdauern von Besuchern an Aktivitäten-Standorten erfolgte in Anlehnung an eine Modellstudie des Instituts für Stadtbauwesens und Stadtverkehr der RWTH Aachen, die wiederum auf den Ergebnissen der Studie „Mobilität in Deutschland 2008“ aufbaut.

Eine größere Verweildauer an Aktivitäten-Standorten liegt - wie bereits zuvor beschrieben - insbesondere in Wohngebieten und an Arbeitsorten vor. Diese wurden im Rahmen des vorliegenden Konzeptes erst einmal ausgeblendet. Der Fokus liegt auf dem Besucherverkehr an zentral gelegenen, gut einsehbaren und jederzeit öffentlich zugänglichen Standorten. Darüber hinaus wurden die größten Arbeitgeber im Stadtgebiet berücksichtigt. Hierzu zählen beispielsweise Vaillant, Gedore, Saurer und Oerlikon, die jeweils mind. 380 Beschäftigte haben.

### 3.5.4.3 Bewertung der POI im Hinblick auf Ladeinfrastruktur

Im Rahmen dieses Analyseschrittes wurde eine Bewertung der Points of Interest vorgenommen, die sowohl die Datenbasis von OSM (OpenStreetMap) als auch die des Geoportal der Stadt Remscheid umfasst. Die Points of Interest der Stadt Remscheid sind in 16 Oberkategorien und 122 Unterkategorien (z.B. Supermarkt) unterteilt. Die Points of Interest von OpenStreetMap sind lediglich in kleinteilige Kategorien unterteilt. Zu den insgesamt 94 Kategorien gehören beispielsweise Supermärkte und Kindergarten. Die insgesamt 2.270 Points of Interest

verteilen sich nahezu auf das gesamte Stadtgebiet von Remscheid. Eine geringe Dichte an öffentlich interessanten Punkten ist vor allem in Naturräumen und landwirtschaftlich genutzten Gebieten erkennbar (z.B. Erlenbruchwald Beek am Grenzwall und Stöcker Bach, Töckelhausener Bachtal und Dörpetal). Eine räumliche Konzentration dieser Standorte kann für die Remscheider Innenstadt sowie die Stadtteile Lennep und Lüttringhausen verzeichnet werden (siehe Abbildung 60).

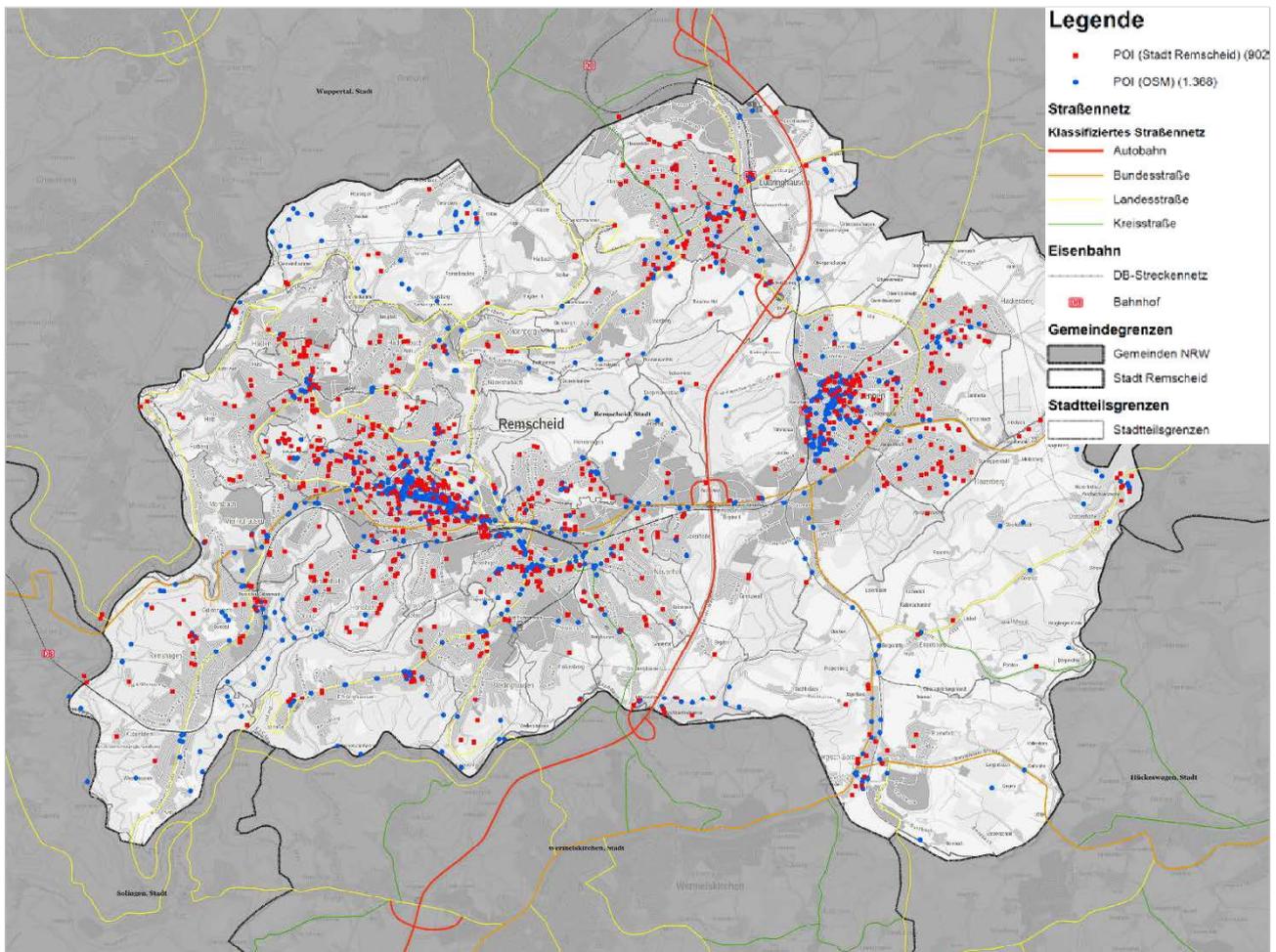


Abbildung 60: Points of Interest in der Stadt Remscheid (Quelle: Geoportal Stadt Remscheid [96] und OpenStreetMap [97])

Weiterhin wurden alle privaten Standorte aussortiert, da diese - wie zuvor beschrieben - im Rahmen des vorliegenden Ladeinfrastruktur-Konzeptes keine Berücksichtigung finden sollten.

Daraufhin erfolgte zudem die beschriebene Auswahl der Standorte nach der Verweildauer der Kfz-Nutzer (30 - 120 Minuten), so dass von den insgesamt rund 2.270 Standorten<sup>21</sup> in der Stadt Remscheid noch 437 Standorte übrigblieben.

<sup>21</sup> Die beiden Datensätze beinhalten z. T. doppelte Einträge, so dass die Gesamtzahl an POI etwas abweicht.

Wegezweck	Anteil am Reisezweckaufkommen						
	bis 30 Min.	30 - 60 Min.	60 - 120 Min.	120 - 180 Min.	180 - 360 Min.	360 - 640 Min.	> 640 Min.
Arbeiten	2,0%	1,0%	4,0%	5,0%	26,0%	55,0%	7,0%
Ausbildung	3,0%	1,0%	8,5%	5,5%	44,5%	35,5%	2,0%
Einkauf	50,0%	26,0%	14,0%	4,0%	3,5%	0,5%	2,0%
priv. Erledigung	32,5%	22,5%	21,5%	8,5%	9,5%	3,5%	2,0%
Bringen/ Holen*	69,0%	8,5%	8,5%	4,0%	6,0%	3,0%	1,0%
Freizeit	10,0%	14,0%	34,0%	5,5%	19,5%	14,5%	2,5%
<b>Schnellladen</b>			<b>Normalladen</b>				

\* aufgrund der i.d.R. sehr kurzen Halte-/Parkvorgänge nur bedingt zum Laden geeignet

Abbildung 61: Verweildauern bei ausgewählten Reisezwecken in Bezug auf "Schnell"- und "Normalladen" (Eigene Darstellung nach [4])

Abbildung 61 zeigt, mit welchen Aktivitäten Verweildauern von 30 - 120 Minuten verbunden sind und wie hoch deren Anteile am Reisezweckaufkommen sind. Im Bereich zwischen 30 und 60 Minuten, welcher lediglich für Schnellladen (z.B. 50 kW) in Frage kommt, liegen vor allem eine Vielzahl der Wege, die zum Einkaufen und für private Erledigungen zurückgelegt werden. In den Bereich zwischen 60 und 120 fallen vor allem Freizeitfahrten und private Erledigungen. Bei einer Zeitspanne von 1-2 Stunden kommt sowohl das „Schnellladen“ (z.B. 50 kW) als auch das „Normalladen“ (z.B. 22 kW) in Frage. Eine vollständige Ladung „normaler“ Elektrofahrzeuge ist in bis zu 120 Minuten möglich. Der Ladebedarf liegt bei durchschnittlicher Nutzung des Elektrofahrzeugs bei ein bis zwei Ladevorgängen pro Woche (bei vollständiger Ladung der Batterie).

#### 3.5.4.4 Differenzierung der Standorte

Im folgenden Arbeitsschritt erfolgte für die zuvor ausgewählten Standorte/ Aktivitäten-Standorte eine Abschätzung der täglichen Besucher/Gäste/Kunden, da keine Angaben zur Frequentierung der Points of Interest vorlagen. Die Frequentierung, also die Anzahl der täglichen Besucher, wurde in fünf Klassen unterteilt. Jede Klasse wurde mit einem Faktor versehen, so dass die Standorte anhand ihrer Frequentierung gewichtet werden konnten (siehe Tabelle 13).

Frequentierung des POI (tägliche Besucher)	Faktor
Keine	0
< 100	1
100 - 250	2
251 - 500	3
501 - 1.000	4
> 1.000	5

Tabelle 13: Gewichtung der Standorte anhand der Frequentierung

Weiterhin wurde der Anteil an Fahrten zu den Aktivitäten-Standorten abgeschätzt, der mit motorisierten Verkehrsmitteln (v.a. dem Pkw) zurückgelegt wird. Dieser gibt Aufschluss darüber, wie hoch die theoretische Nachfrage nach Ladeinfrastruktur ist. Die höchsten MIV-Anteile weisen dabei sämtliche solitär zu betrachtenden Parkplätze und Parkhäuser (inkl. Wander- und B+R-Parkplätze) mit 100 % auf. Die geringsten Anteile im motorisierten Verkehr weisen sämtliche Kinder- und Jugendeinrichtungen sowie Spielplätze und Bildungseinrichtungen (außer Berufskollegs) auf.

Auf Grundlage der Frequentierung des Standortes (Anzahl täglicher Besucher/innen) sowie des MIV-Anteils am Fahrtenaufkommen erfolgte durch Multiplikation der beiden Kennwerte die Ermittlung des Potentials der Standorte für den Aufbau von Ladeinfrastruktur. Die Skala für das Potential beträgt 0-5.



Tabelle 14: Ermittlung des Potentials der Standorte für die Errichtung von Ladeinfrastruktur

Im nächsten Arbeitsschritt wurden für die ausgewählten Standorte Prioritäten für den Aufbau der Ladeinfrastruktur ermittelt. Es erfolgte eine Unterteilung in drei Ausbaustufen. Die höchste Priorität (1) wurde für alle Standorte festgelegt, deren Potential größer 2 beträgt. Mit einer mittleren Priorität (2) zum Aufbau von Ladeinfrastruktur wurden alle Standorte versehen, deren Potential zwischen 1 und 2 liegt. Alle Standorte mit einem Potential von weniger als „1“ wurden mit der geringsten Priorität gekennzeichnet. Insgesamt 74 Standorte wurden mit der höchsten Ausbaupriorität

versehen. Weitere 46 Standorte wurden der 2. Ausbaustufe zugeordnet und 312 Standorte könnten erst in einer 3. Ausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden.

<b>Priorität 1</b>	74 Standorte
<b>Priorität 2</b>	46 Standorte
<b>Priorität 3</b>	312 Standorte

Tabelle 15: Prioritäten zum Ausbau von Ladeinfrastruktur in Remscheid

Im nachfolgenden Schaubild ist noch einmal die Vorgehensweise bei der Wahl der Standorte für Ladeinfrastruktur in Remscheid dargestellt.

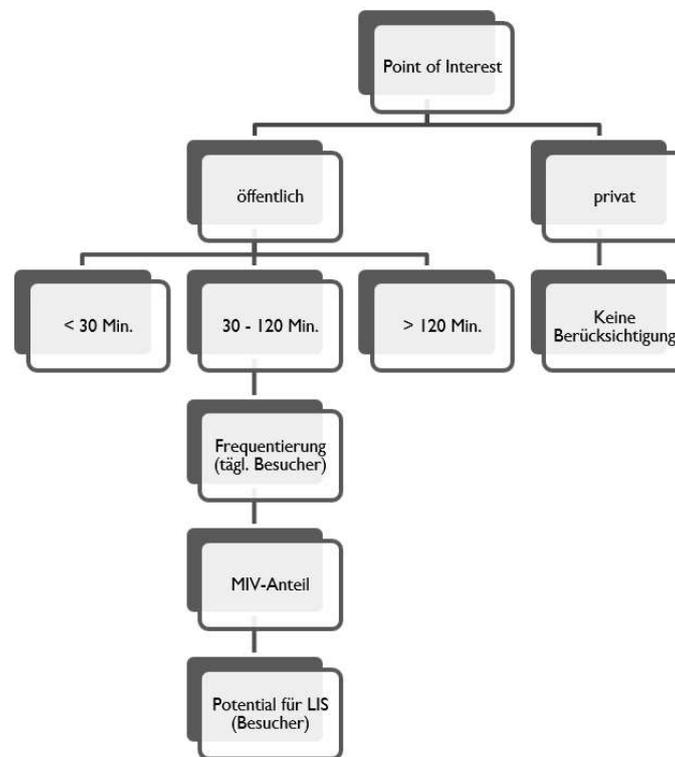


Abbildung 62: Methodik zur Standortfindung für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Remscheid (Schaubild)

Die Ergebnisse der Standortauswahl wurden zudem kartographisch dargestellt. In Abbildung 63 sind die Standorte mit der höchsten Priorität zum Aufbau von Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid dargestellt. Es ist eine räumliche Konzentration von Standorten in der Remscheider Innenstadt und im Stadtteil Lennep zu erkennen. Dies korreliert unter anderem mit den höchsten Bevölkerungsdichten im Stadtgebiet (siehe Anhang).

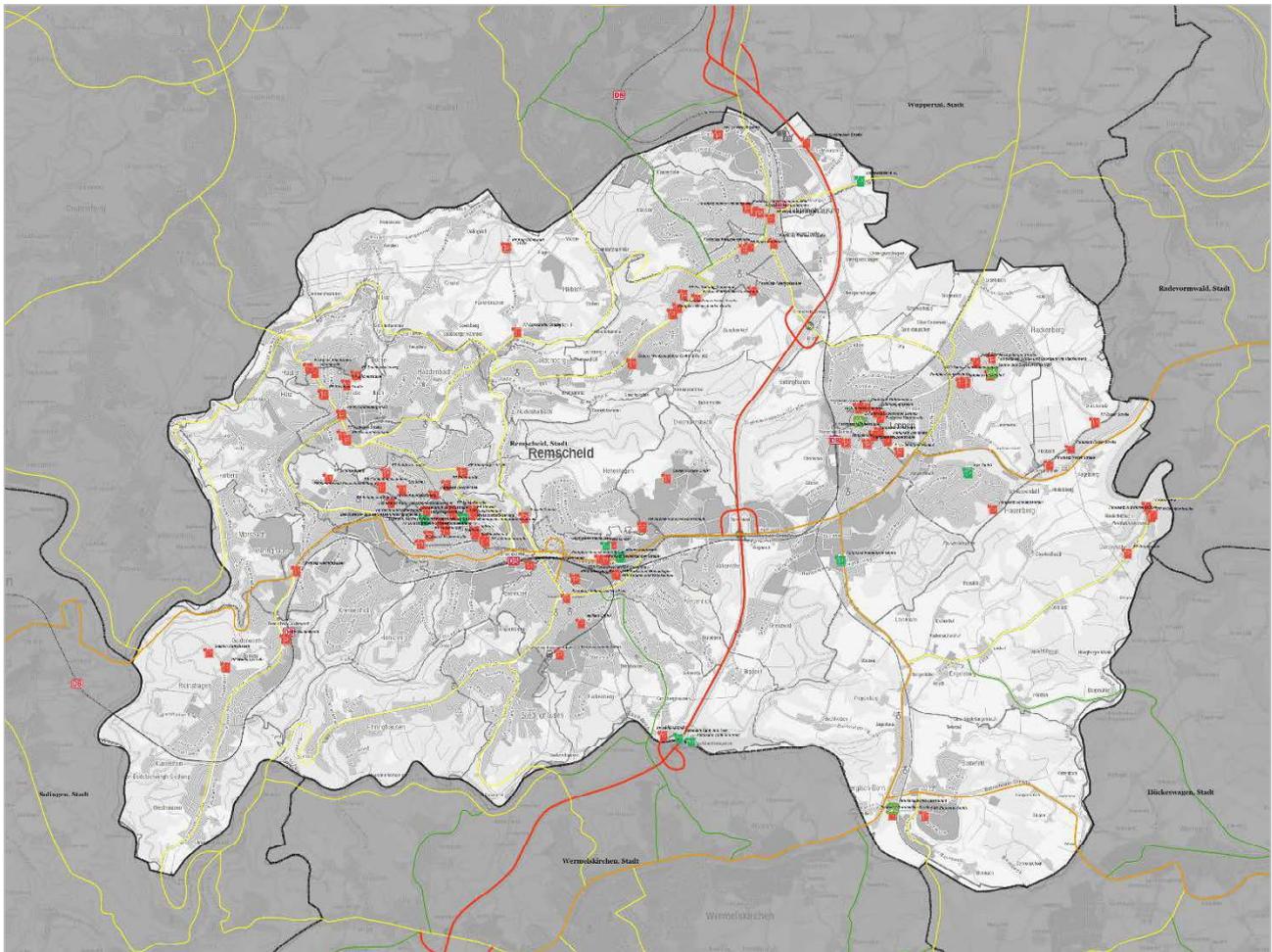


Abbildung 63: Standortplanung für den Aufbau von Ladeinfrastruktur - Priorität 1

### 3.5.4.5 Workshop „Elektromobilität in Remscheid“

Im Rahmen der Entwicklung des Ladeinfrastrukturkonzeptes für die Stadt Remscheid fand am 18. Februar 2020 ein Workshop zum Thema „Elektromobilität in Remscheid“ statt. Eingeladen waren von Seiten der Stadtverwaltung politische Vertreterinnen und Vertreter sowie Vertreter von ortsansässigen Unternehmen, deren Beschäftigtenzahlen zwischen 250 und 1.000 liegen.

Zu Beginn der Veranstaltung wurden die Teilnehmenden mit Hilfe von Fachvorträgen über den aktuellen Stand sowie Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität in Deutschland sowie speziell in Remscheid informiert.

Die EWR GmbH erläuterte, dass das vorhandene Stromnetz über ausreichende Kapazitäten verfüge, so dass ein flächendeckender Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge, sowohl im privaten als auch im öffentlichen Bereich, möglich ist.

Für die Vertreterinnen und Vertreter der lokalen Unternehmen wurden die Angebote des Energieversorgers bei der Planung, dem Bau und der Bereitstellung von Ladesäulen auf Unternehmensflächen und Parkplätzen vorgestellt.



Im zweiten Teil des Workshops konnten die Teilnehmenden aktiv an der Standortauswahl für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid mitwirken. Auf großformatigen Karten, die jeweils die Gebiete der Bezirksvertretungen umfassten, konnten mit farbigen Klebepunkten Standorte markiert werden. Eine Vielzahl dieser Standorte stimmte mit denen von den Projektbearbeitern (Stadt- und Verkehrsplanungsbüro Kaulen und Dr. Brasse | energie.schub) vorgeschlagenen Standorten überein. Eine durchsichtige Folie mit den von den Konzeptentwicklern bereits identifizierten Standorten wurde über die jeweilige Karte gelegt, so dass die markierten und vorgeschlagenen Standorte verglichen werden konnten.

Es wurden von den Workshop-Teilnehmenden keine Unterscheidung in öffentliche und halböffentliche/ private Standorte getroffen. Für die weitere Betrachtung wurden nur die öffentlichen Standorte herangezogen.

## Ergebnisse des Workshops | Vorschläge für Ladesäulen-Standorte

Süd	Lüttringhausen	Innenstadt	Lennep
Vaillant	Kirche „Am Singerberg“	Parkplatz Müngstener Brückenpark	Bergisch Born/ Aldi
TFR/ Berghauser Straße	Westen Sportplatz/ Tennishalle	Gebäude Müngstener Brückenpark	Bergisch Born/ Elotherm
Zentralpunkt/ Johann-Vaillant-Platz	Firma Gedore	Waldhof	Tefental/ Am Weidenbroich
OBI/ Industriestraße	Tannenhof	Sporthalle West / Stadion Reinshagen	Am Grenzwall
SANA	Tannenhof/ Remscheider Straße	Bahnhof Güldenwerth / Einkaufszentrum	Tenter Weg/ Volksbank
Burger Str./ Nähe SANA	Friedhof / Kirche	Solinger Straße / Wertstoffhof	Trecknase / Aldi
Sedanstraße	Aug.-Erbschloe-Straße / Sportplatz	Schüttendelle Lidl-Aldi	Leverkuser Straße / Barmag
Neuenkamper Straße/ Höhe Lidl	Klausener Straße/ Sporthalle	Büchel	Bahnhof Lennep
Edscha/ Hohenhagen	Großhülsberg 5/ Weberstraße 10	Schützenplatz/ Sportbad	Robert-Schumacher-Straße / Parkfläche
Berufskolleg Technik/Sporthalle	Ludwig-Steil-Straße/ Kirche	Unterhölterfelder Straße/ Tennishalle	Karlstraße
Baisieper Straße (ggü. Sportplatz)	Gertenbachstraße	Unterhölterfelder Straße/ Schulgebäude / Kita	Gartenzentrum Kremer
Grundschule Dörpfeld/ Sportplatz	Parkplatz Rathaus	Haster Aue/ Firma Picard	„Grillador“/ geplant
Parkplatz Güldenwerth	Am Schützenplatz/ Lidl-DM	PP Alte Straße/ ggü. Werkzeugmuseum	Platanenallee
Alexanderstraße	Lindenallee/ Parkplatz	Richard-Lindenbergl-Platz	Röntgen-Museum/ Thüringsberg
Honsberger Straße 38/ Lindenhof	Bahnhof Lüttringhausen	Rathaus/ rund ums Rathaus	DOC/ geplant
	Parkplatz Masurenstraße/ Tillmannsweg	AlleeCenter	Kräwinkler Brücke
		Hochstraße/ Parkhaus Stadtparkasse	Wanderparkplatz Wppersperre
		Daniel-Schürmann-Straße (Parkhaus)	Hans-Potyka-Straße
		Flächen südlich der Alleestraße	H2O-Bad
		Parkhaus Allee-Arkaden	Parkhaus Hardtstraße
		DLZ-Zentrum „Friedrich-Ebert-Platz“	
		Nordstraße / TBR	
		Hauptbahnhof/ Kino/ Parkhaus	
		Kaufland	

Diese umfangreiche Liste diente als Ergänzung zu den bereits definierten Standorten (SVK und Dr. Brasse) als Diskussionsgrundlage für Auswahlgespräche zwischen der Stadtverwaltung und der EWR GmbH. In diesen wurden sämtliche Standorte intensiv begutachtet, auf ihre Frequenz der möglichen Inanspruchnahme, die Netzkompatibilität sowie eine realistische Umsetzbarkeit geprüft. Es wurde eine Priorisierung der Standorte in „hoch“, „mittel“ und „niedrig“ vorgenommen. Als Ergebnis wurden 13 Standorte mit 15 Ladesäulen und insgesamt 30 Ladepunkten ausgewählt, für die im Rahmen des vorliegenden Ladeinfrastrukturkonzeptes eine Detailplanung vorgenommen wurde (vgl. Kapitel 3.5.6).

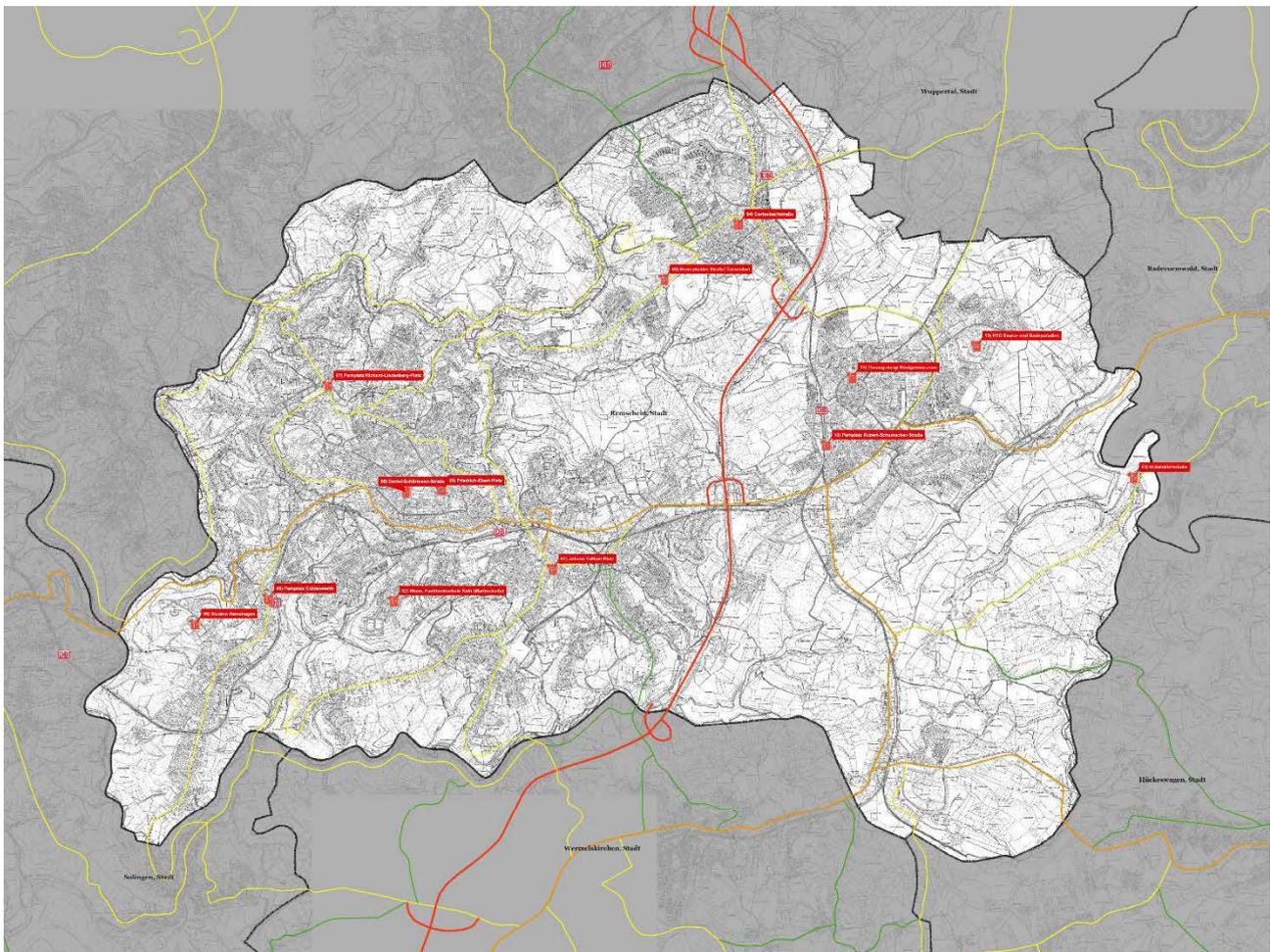


Abbildung 64: Ausgewählte Standorte für die 1. Ausbaustufe

Die Öffentlichkeit wurde in einem Pressegespräch über die Erstellung des Ladeinfrastrukturkonzeptes, die Vorgehensweise und den Anlass für den Workshop informiert.

### 3.5.5 Modulare Detailplanung (Konzept)

Aufgrund der Vielzahl von Einzelstandorten, unterschiedlicher Ausbaustandards und Rahmenbedingungen ist es nicht zweckmäßig für jeden Standort eine Detailplanung zu erstellen. Daher werden zunächst die jeweiligen Systembestandteile und deren Kombinationen in grundsätzliche Flächenkonzepte eingearbeitet. Dabei wird wie folgt vorgegangen.

### 3.5.5.1 Ziele des Flächenkonzepts

Mit dem modularen Flächenkonzept sollen zwei Ziele verfolgt werden:

- Es soll eine erste Aussage zu den vor Ort benötigten Mindestflächen formuliert werden, die für den Aufbau von Ladeinfrastruktur notwendig sind.
- Es soll als Hilfestellung dienen, um aufbauend auf den 13 Standorten, die im Rahmen dieses Ladeinfrastrukturkonzeptes geplant werden (vgl. 3.5.6), weitere Ladeinfrastruktur in Remscheid zu errichten, indem die Standards möglichst genau vordefiniert werden. Dies soll zum einen den Planungs- und Abstimmungsbedarf verringern und zum anderen eine einheitliche Gestaltung der Standorte mit Ladeinfrastruktur gewährleisten.

Hierzu werden die entsprechenden Einzelsystemkomponenten festgelegt, zusammengestellt und deren Flächenbedarf ermittelt.

- Jede Systemkomponente erzeugt einen Mindestflächenbedarf auf Basis eines Grundmoduls. Diese Flächen werden idealisiert dargestellt.
- Je nach Zusammensetzung der Einzelkomponenten werden grundsätzliche Flächenansprüche ermittelt, die in Abhängigkeit der Anzahl der Komponenten modulhaft erweiterbar sind.

### 3.5.5.2 Einzelkomponenten

Ein Standort mit Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge umfasst eine Vielzahl von Einzelkomponenten. Hierzu zählen vor allem

- Ladesäule mit jeweils zwei Ladepunkten
- Fundament zur Errichtung der Ladesäule
- ggf. Maßnahmen zur Befestigung des Bodens
- ggf. Maßnahmen zur Beleuchtung
- Zähleranschlusssäule bzw. -kasten
- Anschlussleitungen
- Radansschläge/ Bodenschwelle bzw. Poller als Rammschutz für die Ladesäule
- Beschilderung
- Markierung

Die Stadtwerke (EWR GmbH) hat sich bereit erklärt, die 13 ausgewählten Standorte mit Ladesäulen auszurüsten und Technik der Firma ChargePoint zu verwenden. Die 3-phasigen-Wechselstrom-Ladestationen ermöglichen einen Ladestrom von bis zu 22 kW pro Anschluss. Darüber hinaus ist es möglich remote eine Leistungsgrenze für das Aufladen festzulegen. Die verfügbare Leistung wird intelligent auf alle eingesteckten Fahrzeuge verteilt. Zwei Ladeanschlüsse können sich einen gemeinsamen Stromkreis teilen. Dies verdoppelt die Anzahl der versorgten Parkplätze. Ein LCD-Display zeigt den Ladestatus des Fahrzeugs, Anleitungsvideos und mehr. Anleitungen sind in mehreren Sprachen verfügbar. Fahrer können mit nur einem Konto an allen

Stationen laden, die über das ChargePoint Netzwerk zugänglich sind. Außerdem unterstützen alle ChargePoint Stationen OCPP. Die Ladestation benötigt eine starke Mobilfunkverbindung, damit sie mit dem ChargePoint-Netz kommunizieren kann. Für eine angemessene Signalstärke in Tiefgaragen oder anderen angeschlossenen Parkräumen sind eventuell Mobilfunknetz-Repeater erforderlich.

Die Ladestation Modell CP4100 sind in Ausführungen mit Sockel- oder Wandmontage erhältlich und können so an vielen Standorten installiert werden. Bei einer Wandmontage muss die Wand glatt, lotrecht, stabil und tragfähig sein. Die Station kann an Holzbalken, Mauerwerk oder Betonwänden montiert werden.

Bei der Wahl einer Sockelmontage muss diese auf Beton, der mindestens 600 mm breit x 600 mm lang x 600 mm tief ist. Die Station darf nicht in Asphalt eingebaut werden.

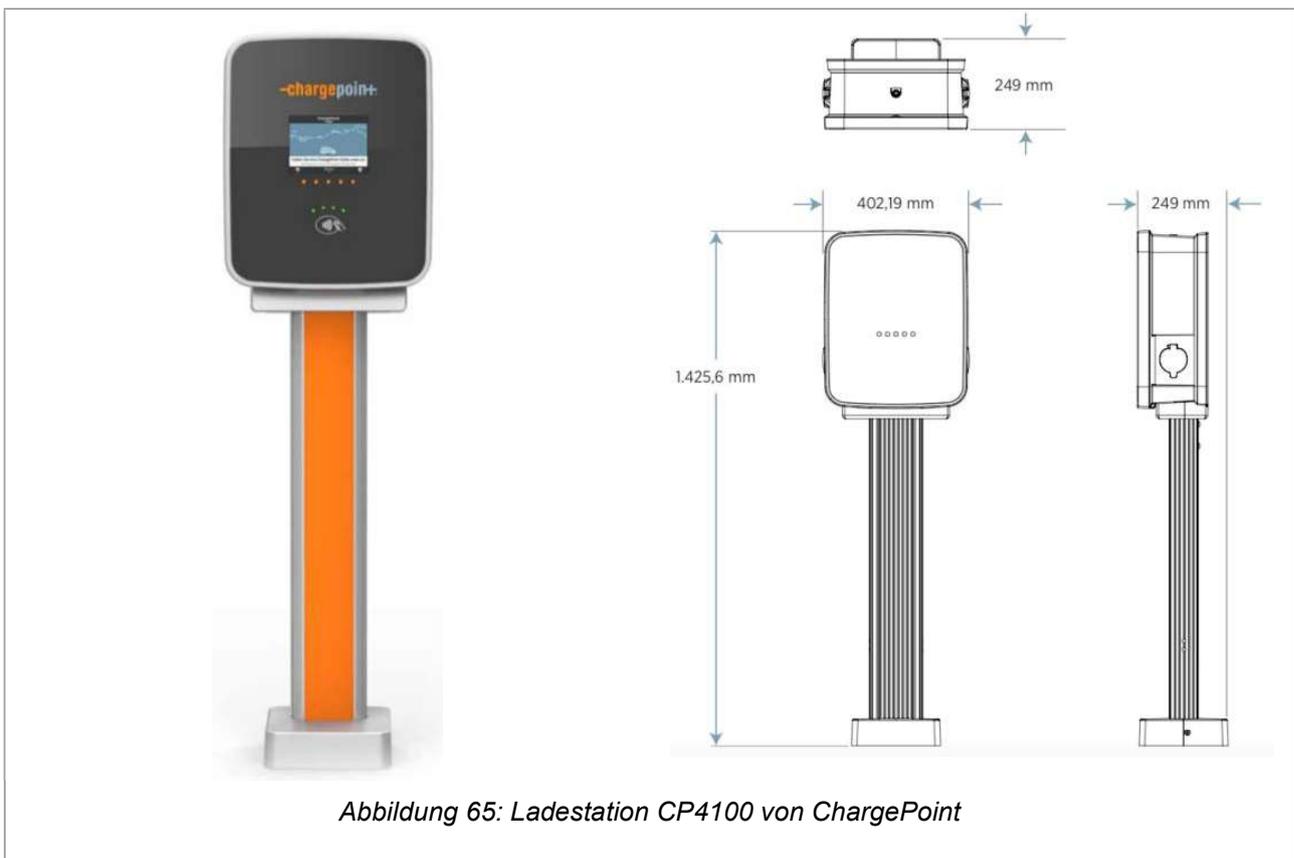


Abbildung 65: Ladestation CP4100 von ChargePoint

Bei der Ladestation handelt es sich im Grunde genommen um eine aufgeständerte Wallbox mit vergleichsweise geringen Ausmaßen. Die Ladesäule (Wallbox, oberer Teil) ist lediglich rund 40 cm breit und 25 cm tief (siehe Abbildung 65). Dies ermöglicht eine vergleichsweise einfache und unauffällige Integration in den öffentlichen (Straßen-)Raum.

Zur Errichtung der Ladestation bedarf es der Herstellung eines **Fundaments**, welches wie oben beschrieben mindestens über ein Maß von 600 x 600 mm verfügen sollte. Darüber hinaus sollte es mindestens 600 mm tief in der Erde verankert werden. Die Stadtwerke Remscheid (EWR GmbH) haben als Standard für die Errichtung der Fundamente eine Fläche von 750 x 750 mm und Tiefe von 600 mm über alle festgelegt. Dies ermöglicht unter Umständen zu einem späteren Zeitpunkt auch die Errichtung einer anderen Ladestation mit größeren Ausmaßen.

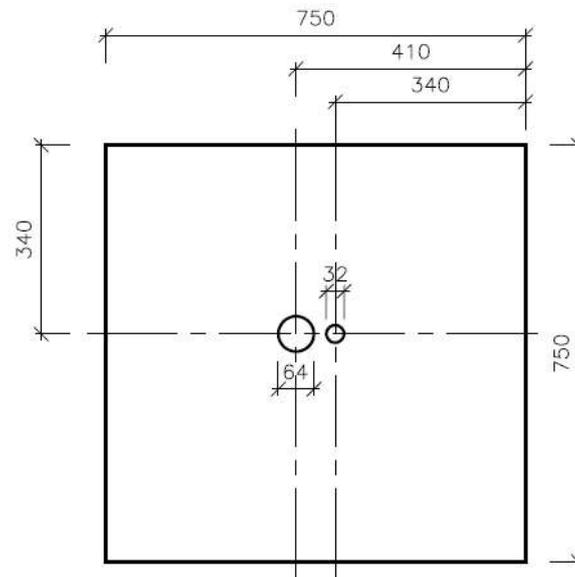


Abbildung 66: Ausmaße eines Fundaments zur Errichtung von Ladesäulen in Remscheid [100]

Fundamente müssen unabhängig von der aktuellen **Bodenbefestigung** errichtet werden. Eine Asphaltbauweise oder Pflasterung ist nicht ausreichend. Sofern die Ladestation auf einer heute unbefestigten Fläche errichtet wird (z.B. Parkplatz in Schotterbauweise), kann der Bereich um die Ladestation herum auch ausgebaut werden, um den Nutzungskomfort (v.a. bei Niederschlag) zu erhöhen. Hierfür bietet sich der Ausbau mit Pflastersteinen oder Gehwegplatten an (siehe Abbildung 67). Dies verringert zudem die Verschmutzung der Ladestation durch Niederschlag, der auf die umliegende Grünfläche tritt.



Abbildung 67: Ladesäulen mit gepflastertem Untergrund (links: [98]; rechts: [99])

Darüber hinaus sollten die Standorte, die mit Ladeinfrastruktur ausgerichtet werden, mit einer ausreichenden **Beleuchtung** versehen werden. Dies dient zum einen der Erhöhung des Nutzungskomforts während der Bedienung der Ladesäule und dem Anschluss des Kabels am Fahrzeug als auch der sozialen Sicherheit. Der hierfür benötigte Stromanschluss liegt aufgrund der Ladeinfrastruktur vor. An dezentralen Standorten könnte die Errichtung eines Bewegungsmelders in

Frage kommen. Darüber hinaus sollten die Beleuchtung mit energiesparenden LED-Leuchten ausgestattet werden.

Für den Anschluss der Ladesäulen an das Stromnetz muss eine zentrale Übergabestelle, eine sogenannte **Zähleranschlusssäule**, errichtet werden. Diese beinhaltet unter anderem eine Messeinrichtung. Die Zähleranschlussstelle sollte daher möglichst nah an den Ladestationen platziert werden, um Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Aus stadtgestalterischen Aspekten wird allerdings eine Platzierung in Randlage, zum Beispiel an einer Hauswand, favorisiert. Darüber hinaus sollten durch die Platzierung der Zähleranschlusssäule, die im vorliegenden Fall ein Ausmaß von rund 1,45 m x 0,32 m vorweist, Behinderungen des Verkehrs ausgeschlossen werden. Diese könnten auftreten, wenn durch die Errichtung der Zähleranschlusssäule die Geh- oder Radwegbreite verringert werden oder die Säule grundsätzlich ein Hindernis im Lichtraumprofil darstellt. In diesem Zusammenhang sollte zudem die Barrierefreiheit beachtet werden.

Die Zähleranschlusssäule sollte zudem möglichst in nah am vorliegenden Stromnetz errichtet werden, damit vor allem die Kabellänge möglichst gering gehalten werden kann. Dies spielt insbesondere aus wirtschaftlichen Aspekten (Kosten für das Kabel sowie für das Verlegene) eine Bedeutung.

Zur Sicherung der Ladestation vor Beschädigung durch einparkende Fahrzeuge wird vielerorts ein „Rammschutz“ vor der Ladesäule platziert. Dieser kann in unterschiedlicher Ausführung angebracht werden. Hierzu bieten sich sowohl standardmäßige Lösungen in Form von Pollern, Metallbügeln und Bodenschwellen (Radanschlügen) (siehe als auch stadtgestalterisch hochwertigere Lösungen an. Diese können beispielsweise in Form von Blumenkübeln oder Bodenschwellen in Naturstein o.ä. erfolgen. Bei großflächigen Aufpflasterungen kann unter Umständen auch auf einen separaten Rammschutz verzichtet werden (siehe Abbildung 67).



Abbildung 68: Schutz der Ladesäule durch Poller [98]



Abbildung 69: Schutz der Ladesäule durch Bodenschwellen/ Radanschlüge [98]

Parkstände und Stellplätze, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet sind, sollten entsprechend beschildert und gekennzeichnet werden, um ein fehlerhaftes Parken möglichst zu verhindern. Eine mögliche Beschilderung ist in Abbildung 70 dargestellt.



Zur eindeutigen Kennzeichnung von Parkständen bzw. Stellplätzen mit Ladeinfrastruktur sollten diese neben einer Beschilderung zudem über eine ausreichende Kennzeichnung verfügen. Hierfür eignet sich insbesondere eine auffällige Markierung und Einfärbung der Parkfläche. Ein Piktogramm (siehe Abbildung 71 und Abbildung 72) erhöht die Erkennbarkeit und Verständlichkeit nochmals deutlich.



Abbildung 71: Einfärbung der Parkstände bzw. Stellplätze mit Ladeinfrastruktur [99]



Abbildung 72: Piktogramm als Hinweis auf Ladeinfrastruktur [98]

### Position der Ladebuchse am Elektrofahrzeug

Die Position des Steckeranschlusses, d.h. der Ladebuchse am Elektrofahrzeug, ist nicht standardisiert. Entscheidend für die Position der AC-Ladebuchse ist oft der Einbauort des *on board* Ladegeräts. Für die Position der DC-Ladebuchse sind die HV-Kabelleitungswege im Fahrzeug bedeutend. Heute finden sich Ladeanschlüsse häufig hinten rechts, wo bei deutschen Herstellern auch der Tankanschluss liegt. Bei Plug-In-Hybriden bleibt dort meist der Tankeinlass. Manche Hersteller bauen den Ladeanschluss aber hinten links ein. Bei einigen Modellen befindet sich der Ladeanschluss vorne, z.B. unter dem Logo-Emblem oder an der Position des ehemaligen Kühlergrills. Tesla hat die Buchse rechts am vorderen Scheinwerfer positioniert.

Während für AC-Ladekabel eine höhere Flexibilität gegeben ist, da die Kabelquerschnitte geringer sind, weisen DC-Ladekabel höhere Kabelquerschnitte an. Sie sind üblicherweise an der Ladesäule angeschlagen. Je nachdem, wie groß der Abstand zwischen der Buchse am Fahrzeug und dem Ladepunkt ist und wie sie zueinander stehen, können sich Herausforderungen oder auch Gefahrenpotenziale ergeben, z.B. durch am Boden liegende Kabel oder hängende Kabel, die Stolperfallen sein können.

Hier geht es um die Aufstellung von AC-Ladeanschlüssen ohne angeschlagenes Ladekabel. D.h. der Nutzer verwendet sein eigenes Ladekabel. Die mitgelieferten Kabellängen liegen üblicherweise zwischen drei und fünf Metern.

### **3.5.5.3 Flächenbedarf**

Der Flächenbedarf für die Errichtung von Ladeinfrastruktur ist abhängig von der Anordnung der Parkstände und dem vorliegenden Ausbauzustand (u.a. Bodenbeschaffenheit) dieser. Er ist in der Regel und im Vergleich zur Errichtung anderer (verkehrs-)infrastruktureller Elemente vergleichsweise gering, da im Grunde genommen lediglich eine Ladesäule (inkl. unterirdisches bzw. bodengleiches Fundament) und eine Zähleranschlusssäule errichtet werden müssen. Auf die Errichtung einer Zähleranschlusssäule kann gegebenenfalls verzichtet werden, sofern diese Funktionen in die Ladesäule integriert werden können.

Bei der Errichtung von Ladeinfrastruktur auf einem Parkplatz werden oftmals nicht mehr als ~ 3,0 m<sup>2</sup> Fläche benötigt (Variante 1; vgl. Abbildung 73). Diese muss bzw. sollte bspw. mit Pflastersteinen ausgebaut werden, um eine trittfeste Zuwegung zu der Ladesäule zu ermöglichen. Darüber hinaus erhöht dies, insbesondere bei widrigen Wetterverhältnissen, den Nutzungskomfort. Die Pflasterfläche kann auch über die gesamte Breite der mit Ladeinfrastruktur auszustattenden Parkstände ausgeweitet werden, um den Nutzungskomfort nochmals zu erhöhen (vgl. Variante 2; Abbildung 74). In dem Fall werden rund 7,5 m<sup>2</sup> Fläche benötigt. In beiden Fällen muss selbstverständlich noch die Fläche für die Parkstände hinzugerechnet werden, die mit Ladesäulen für Elektromobilität ausgestattet werden.

Sofern auch die Parkstände (und ggf. die Zufahrt) ausgebaut sind und über eine Entwässerung verfügen, kann verhindert werden, dass das Ladekabel über einen längeren Zeitraum in angesammeltem Niederschlagswasser liegt.

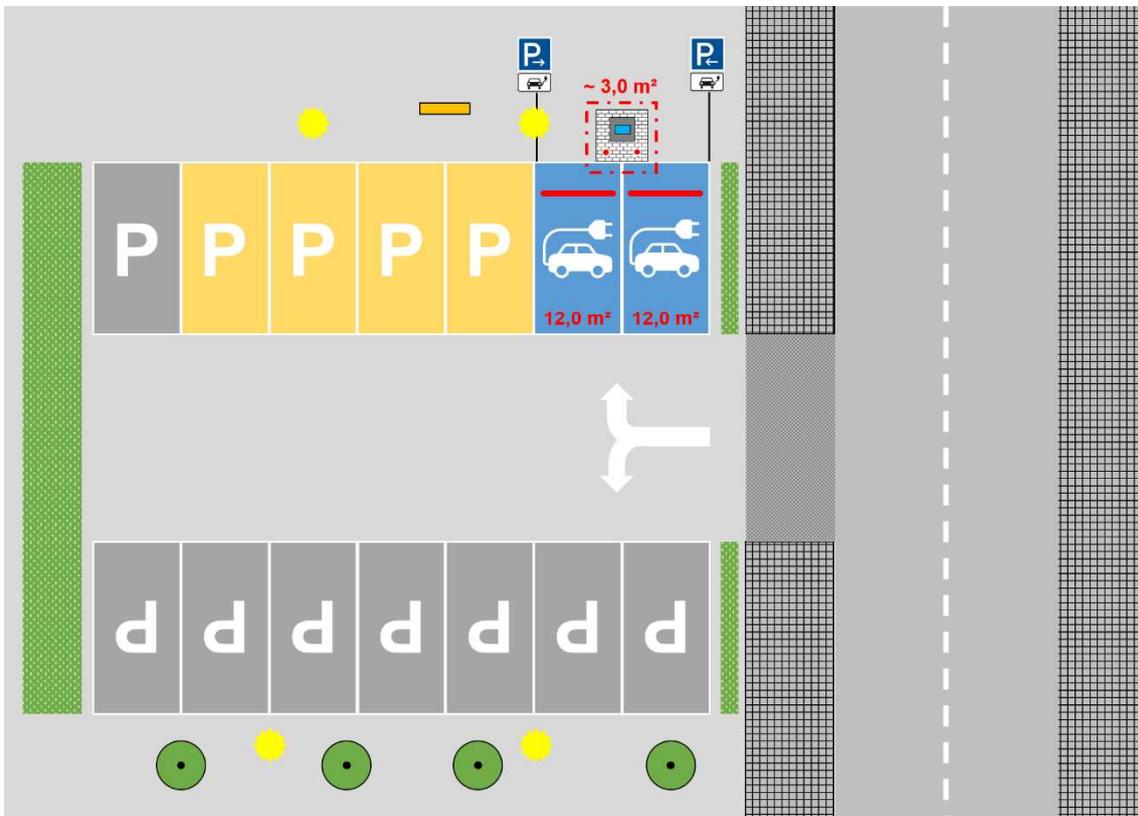


Abbildung 73: Modulare Standortplanung auf einem Parkplatz (Variante 1)

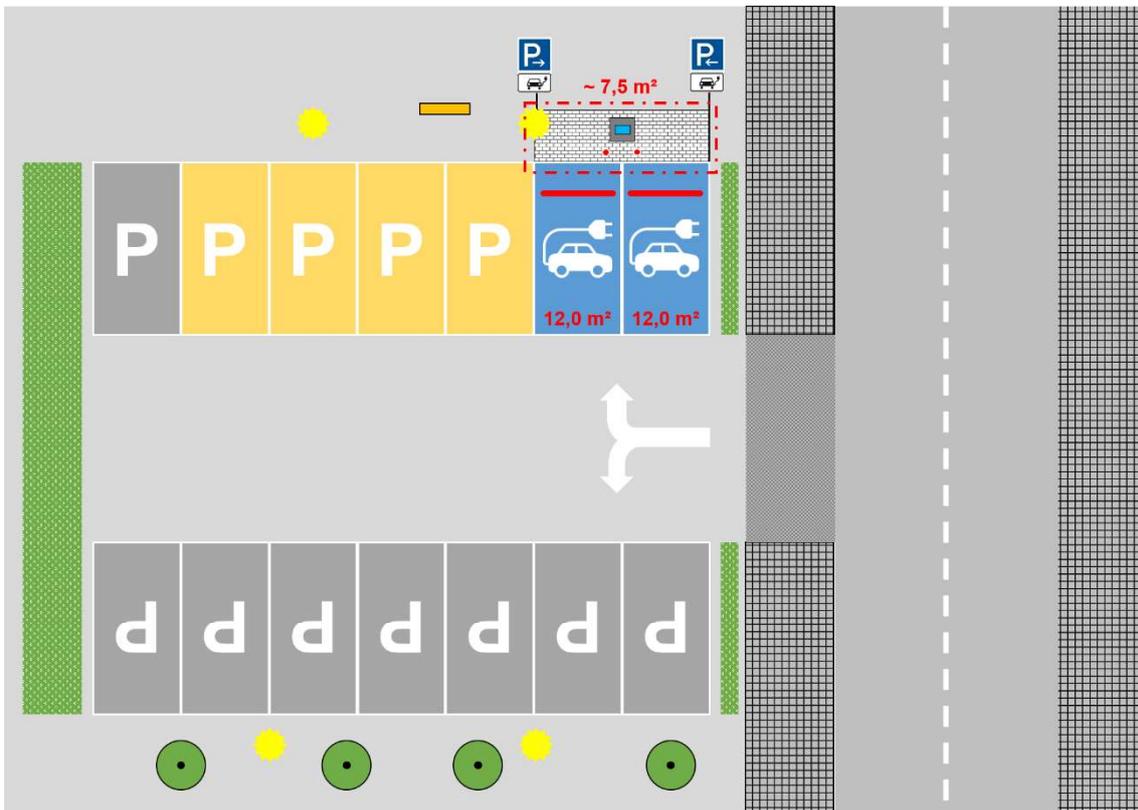


Abbildung 74: Modulare Standortplanung auf einem Parkplatz (Variante 2)

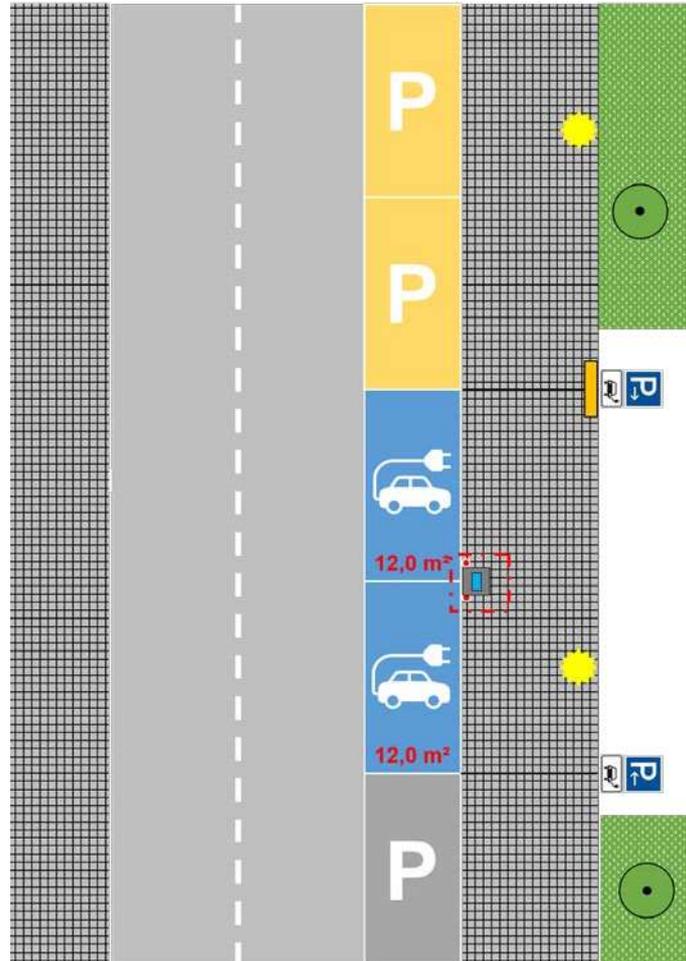


Abbildung 75: Modulare Standortplanung für Längsparken

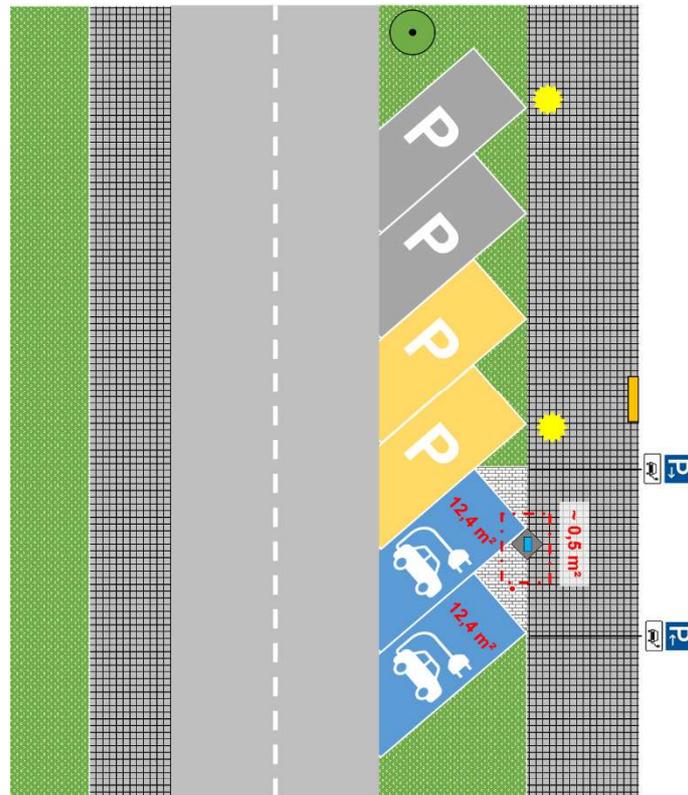


Abbildung 76: Modulare Standortplanung für Schrägparken

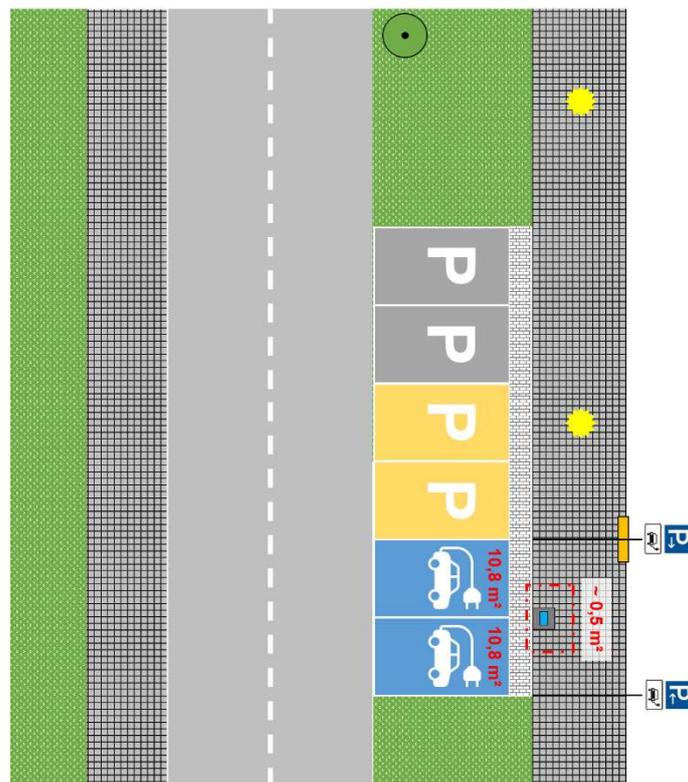


Abbildung 77: Modulare Standortplanung für Senkrechtparken

Bei der Ausstattung von Parkständen im Straßenraum mit Ladeinfrastruktur sind in der Regel weniger vorbereitende Maßnahmen (z.B. Herrichtung des Untergrundes/ Pflasterarbeiten) notwendig, da die Ladesäulen im bereits ausgebauten Seitenraum (Gehweg) errichtet werden können. Der Flächenbedarf ist insofern etwas geringer, dass die Fläche des Fundaments für die Ladesäule größtenteils weiterhin als Verkehrsfläche (Gehwegfläche) genutzt werden kann. In dem Fall müssen lediglich die Flächen für die Errichtung der Ladesäule ( $\sim 0,11 \text{ m}^2$ ) sowie der Zähleranschlusssäule ( $\sim 0,5 \text{ m}^2$ ) berücksichtigt werden. Die Anordnung der Parkstände hat in Bezug auf den Flächenbedarf für die Errichtung der Ladeinfrastruktur nur geringfügige Auswirkungen.

#### **3.5.5.4 Multimodalität**

Die aktuellen Trends hinsichtlich der Veränderung des Mobilitätsverhaltens sowie der Mobilitätsangebote sind vielfältig. Fahrradverleihsysteme und Carsharing-Systeme ergänzen seit einigen Jahren in immer mehr (deutschen) Städten und mit stetig steigenden Nutzungszahlen das Mobilitätsangebot. Einer der wesentlichen Treiber dieser Entwicklung war die starke Verbreitung von Smartphones und weiterer Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien). Diese vereinfachen die Nutzung und das Abrufen von Echtzeitinformationen und schaffen so neue Möglichkeiten und Alternativen der Mobilität, insbesondere hinsichtlich der Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsmittel. [101]

Multimodalität im Personenverkehr bezeichnet die Möglichkeit verschiedene Verkehrsmittel zu nutzen. Ein Mensch ist multimodal unterwegs, wenn er diverse Verkehrsmittel nutzt und z. B. mit dem Bus zur Arbeit und mit dem Leihauto zum Baumarkt fährt. Intermodalität hingegen bedeutet die Verkettung von Verkehrsmitteln. Eine Person ist dann intermodal unterwegs, wenn sie während eines Weges unterschiedliche Verkehrsmittel nutzt und z. B. mit dem Fahrrad zum Bahnhof und von dort aus weiter mit der Bahn fährt.

Deutlich wird, dass es eine zunehmende Tendenz zu inter- und multimodalem Verkehrsverhalten gibt. Während es einerseits bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Mobilitätsangebote gibt, die inter- und multimodales Verkehrsverhalten fördern, existieren andererseits organisatorische Hemmnisse, die einer physischen und kommunikativen Vernetzung der Verkehrsmittel entgegenstehen. Hier ist besonders die Vielzahl der beteiligten und zu beteiligenden Akteure aufzuführen, die miteinander in einen Dialog gebracht werden müssen, um Hemmnisse und Risiken sowohl für einzelne umsetzungsrelevante Akteure, z.B. Betreiber, als auch für die Nutzerinnen und Nutzer abzubauen. Dies gilt auch für die Integration von Ladeinfrastruktur in ein multimodales Verkehrssystem.

Wenn das Kombinieren von Verkehrsmitteln leicht und bequem ist, kann sich inter- und multimodales Mobilitätsverhalten als Routine etablieren. Um multi- und intermodales Mobilitätsverhalten zu fördern, werden seit einigen Jahren vermehrt Mobilstationen errichtet. Mobilstationen sind die Verknüpfungspunkte und Schnittstellen des Umweltverbunds und stellen somit ein ganz wesentliches Infrastrukturelement dar. Sie sind ein sichtbares Element einer umweltfreundlichen kommunalen oder regionalen Mobilitäts- und Stadtentwicklungspolitik. „Ziel dabei ist es, jedes Verkehrsmittel mit seinen jeweiligen Stärken gezielt in Szene zu setzen und dabei zum Schutz von Umwelt und Klima eine möglichst nachhaltige Mobilität zu ermöglichen.“ [101]

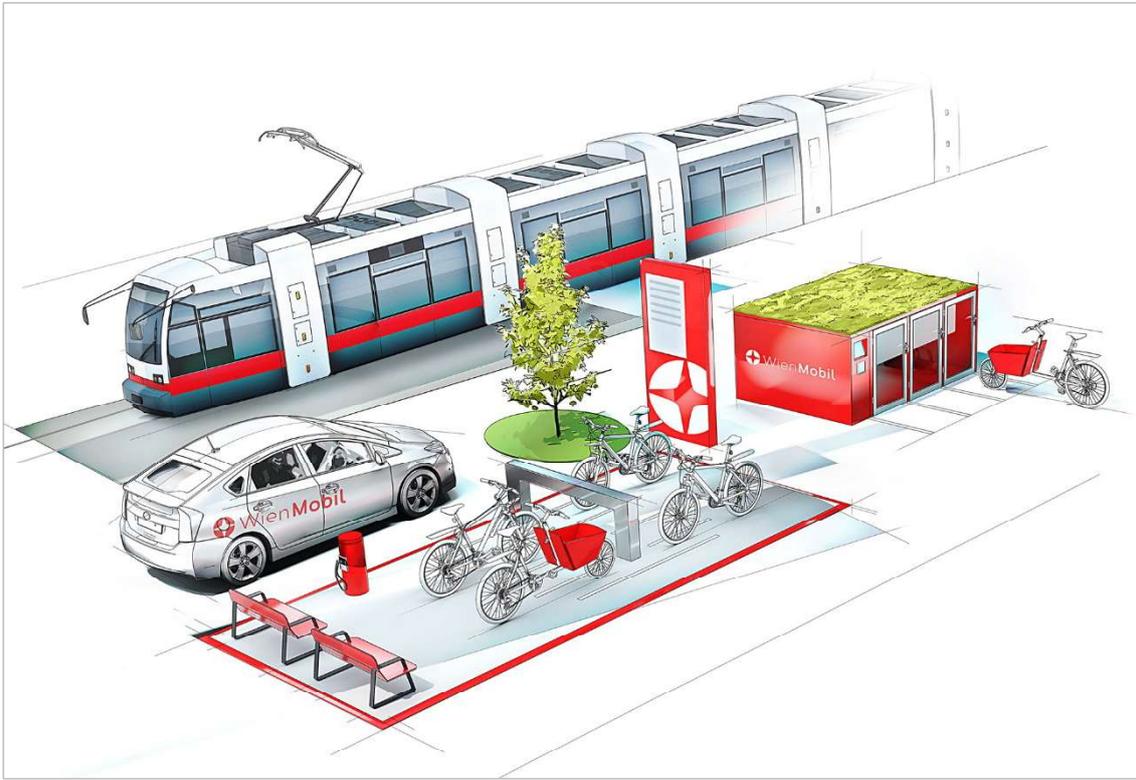


Abbildung 78: Mobilstation "Simmering" in Wien [102]

### **Exkurs: Mobil- bzw. Mobilitätsstationen**

*Eine Mobilitätsstation, kurz Mobilstation, verknüpft mindestens zwei Verkehrsmittel miteinander. Zum Beispiel werden öffentliche Verkehrsmittel, wie Bus und Bahn, mit Carsharing- oder Bike-Sharing-Angeboten verknüpft. An größeren Stationen können auch wesentlich mehr Leistungen, wie z.B. ein Lastenfahrradverleih oder Paketstationen, integriert sein. Mobilstationen erleichtern den Wechsel zwischen Verkehrsmitteln, wodurch z.B. der Umstieg vom Pkw auf andere Verkehrsmittel gefördert wird. Ein einheitliches Erscheinungsbild steigert den Wiedererkennungswert von Mobilstationen und die Wahrscheinlichkeit, inter- und multimodales Verkehrsverhalten in der Bevölkerung zu bewirken. Mobilstationen können damit einen wichtigen Beitrag für eine emissionsfreie Innenstadt leisten.*

Der flächendeckende Ausbau der Ladeinfrastruktur ist ein wichtiger Schritt, um Elektromobilität alltagstauglich zu machen. Hier bietet sich die Integration der Elektromobilität in bestehende oder zu planende Mobilstationen an. Um diese Verknüpfungspunkte für die Elektromobilität zukunftsfähig zu machen, können an den Pkw-Stellplätzen Ladesäulen für Elektrofahrzeuge errichtet werden. Die Einrichtung kommt sowohl für Carsharing-Stellplätze als auch für Stellplätze für private Fahrzeuge in Betracht. In Bezug auf das Carsharing bietet sich die Gelegenheit neue Technik erfahrbar zu machen und die Mobilstationen zugleich als Schaufenster für Elektromobilität zu nutzen.

Um eine möglichst flexible Nutzung der Ladeeinrichtungen auch für auswärtige Nutzer/innen von Elektrofahrzeugen zu ermöglichen, ist zudem ein registrierungsloser Zugang sinnvoll. Die Abrechnung des Ladevorgangs könnte bspw. durch eine Zahlung per Kreditkarte oder Online-Bezahldienst erfolgen.



Abbildung 79: E-Carsharing an einer Mobilitätsstation in Offenburg [99]

## Erneuerbare Energie

Wie zuvor beschrieben, wird mit der Förderung von Multimodalität ein nachhaltiges Verkehrsverhalten unterstützt. Dies wiederum zielt auf eine Reduktion von schädlichen Emissionen ab, die durch den Verkehr erzeugt werden. An erster Stelle sind die schädlichen  $\text{NO}_x$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen zu nennen.

Viele Städte streben vor allem aus diesen Gründen eine Mobilitätswende an, um die Aufenthalts- und Lebensqualität in den Städten (wieder) zu erhöhen. Neben den zuvor beschriebenen Elementen von Mobilstationen kann die Integration von regenerativen Energien die Relevanz von Umwelt- und Klimaschutz zusätzlich unterstreichen. Diese Integration kann von der Ausstattung der Station mit einer Photovoltaik-Anlage bis hin zum Aufbau eines Smart-Grid-Systems reichen. Hierbei könnten die Akkus der Sharing-Fahrzeuge als Zwischenspeicher genutzt werden.

Die Fahrzeuge könnten in diesem Fall mit regenerativer Energie fahren und so die Ökobilanz weiter verbessern. Wird eine Integration regenerativer Energien in Mobilstationen angestrebt, ist - in Abhängigkeit von der Größe der Photovoltaik-Anlage - zusätzlich der Bau einer Trafostation notwendig. In dem Fall, dass die Mobilstationen über eine Überdachung verfügen (ggf. Gebäude mit Mobilitätszentrale), können die Dächer bzw. der Witterungsschutz von Mobilstationen als Flächen für die Energiegewinnung dienen. Ein positives Beispiel hierfür ist die Mobilitätsstation am Bahnhof Berlin-Südkreuz. In kleinerem Maßstab kann dies auch bei Ladeinfrastruktur für Elektrofahrräder erfolgen (siehe Abbildung 81).

### 3.5.6 Standortplanung für Ladeinfrastruktur (ausgewählte Standorte)

#### 3.5.6.1 Kriterien für die Planung der Ladeinfrastruktur

Als Grundlage für die detaillierte Planung der 13 definierten Standorte, die in einer ersten Ausbaustufe errichtet werden sollen, wurde eine Bestandsaufnahme vorgenommen. Im projektbegleitenden Arbeitskreis wurde gemeinsam mit der Stadtverwaltung Remscheid und der EWR GmbH beschlossen, dass keine Standortplanung an Arbeitsorten (nicht-öffentliche Unternehmen/ Einrichtungen) vorgenommen wird. Die Planung umfasst lediglich Standorte im öffentlichen (Straßen-)Raum, die zu jederzeit und für jedermann zugänglich sind.

Zuvor wurden allerdings Kriterien zur Planung der Ladeinfrastruktur von Seiten des Auftragnehmers vorgenommen und mit der Stadtverwaltung Remscheid sowie den Stadtwerken (EWR GmbH) abgestimmt. Die Kriterien-Liste ist in die vier Kategorien „verkehrslich“, „baulich“, „(straßenraum)gestalterisch“ und „energetisch“ gegliedert.



*Abbildung 80: Ladesäule  
für Elektrofahräder mit  
Photovoltaik-Anlage  
[100]*

Unter verkehrliche Kriterien fallen beispielsweise Aspekte wie die (Mindest-)Gehwegbreite, die eingehalten werden muss, das verkehrssichere Ein- und Aussteigen, die Anordnung von Parkständen, die Barrierefreiheit sowie die Verknüpfung mit weiteren Mobilitätsangeboten (bspw. Carsharing, Bikesharing und ÖPNV).

Unter den baulichen Kriterien sind unter anderem die Dimensionierung des Ladepunkts, die Größe des Fundaments sowie Schutz vor Umwelteinflüssen zu nennen. Darüber hinaus gehören hierzu die Dimensionierung und Positionierung der Zähleranschlussssäule sowie die Beschränkung der Distanzen zwischen dem Netzanschluss und der Zähleranschlussssäule sowie der Zähleranschlussssäule und der Ladesäule.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der neben den technischen Vorgaben beachtet werden sollte, ist die Gestaltung des öffentlichen (Straßen-)raumes. Hierbei geht es vor allem um die

Integration der Ladeinfrastruktur in das umgebende Stadtbild. Dazu zählt neben der Ladesäule und der notwendigen Zusatzelemente wie beispielsweise ein Rammschutz in Form von Poller, Bodenschwellen oder Metallbügeln auch eine möglichst unauffällige Platzierung der Zähleranschlussssäule, z.B. vor einer Hauswand.

Hinsichtlich der energetischen Kriterien seien insbesondere der Brandschutz und eine ausreichende Anschlussleitung zu nennen. Der Brandschutz ist insbesondere im direkten Umfeld von Gewerbe- und Industriebetrieben zu berücksichtigen. Die Kapazität der Anschlussleitung wurde bereits bei der Auswahl der 13 Standorte von Seiten der EWR GmbH geprüft.



STADT- & VERKEHRSPLANUNGSBÜRO KAULEN AACHEN / MÜNCHEN

### Planung der Elektroladesäulen

- Erhebungsbogen -

Standort-Nr.	1	Stadtteil	Süd
Standort-Name	Zentralpunkt	Datum d. Erhebung	18.06.2020
Straße	Johann Vaillant Platz	PLZ & Ort	42855 Remscheid

Ladesäulen (Stufe 1)	1	Ladepunkte (Stufe 1)	2
Leistung (Stufe 1)	44		
Ladesäulen (Stufe 2)	1	Ladepunkte (Stufe 2)	2
Leistung (Stufe 2)	44		
Summe Ladesäulen	2	Summe Ladepunkte	4
Leistung Endausbau	88		

#### Verkehrliche/ städtebauliche Kriterien

zul. Höchstgeschwindigkeit angrenzende Straße	_____ km/h		
ÖPNV-Haltepunkt	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Carsharing (im Umfeld)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Bikesharing (im Umfeld)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Gehwegbreite	_____ m		
Markierung/ Abtrennung der Parkstände notwendig	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Anordnung der Parkstände	<input type="checkbox"/> Senkrecht	<input type="checkbox"/> Schräg	<input type="checkbox"/> Längs
Maße der Parkstände	Länge: _____ m		Breite: _____ m
Verkehrssicheres Ein- und Ausparken möglich	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
Regelung des ruhenden Verkehrs	<input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung (Parkuhr/ Parkschein etc.) <input type="checkbox"/> Parkraumbewirtschaftung (Bewohnerparken) <input type="checkbox"/> Behinderten-Parkstand <input type="checkbox"/> Zeitliche Einschränkung (Parkscheibe) <input type="checkbox"/> Uneingeschränkt <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____		



STADT- & VERKEHRSPLANUNGSBÜRO KAULEN AACHEN / MÜNCHEN

Beleuchtung vorhanden	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein			
Entfernung der Beleuchtung	_____ m				
Beleuchtung (voraussichtlich) ausreichend	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein			
Einschbarkeit der Parkstände (Schulnoten)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Frequenzierung des Standortes (Abschätzung)	<input type="checkbox"/> sehr hoch	<input type="checkbox"/> hoch	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> niedrig	<input type="checkbox"/> sehr niedrig

#### Ladesäule/ Ladepunkt

Fläche für Fundament vorhanden (ca. 40 x 31 cm)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Potentielle Bedienungsfläche an der Ladesäule	_____ x _____ m	
Barrierefreier Zugang der Ladesäule (Nullabsenkung)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Bedienbarkeit für Links- und Rechtshänder	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Rammschutz für Ladesäule erforderlich?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Herstellung eines Rammschutzes möglich	<input type="checkbox"/> baulich (z.B. Aufpflasterung, Bordstein) <input type="checkbox"/> Poller, Bügel etc.	
Schutz vor Umwelteinflüssen vorhanden	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
Positionierung der Zähleranschluss säule	<input type="checkbox"/> an Hauswand o.Ä.	<input type="checkbox"/> freistehend

#### Energetische Kriterien

Beachtung Brandschutz notwendig? (Umliegende Gewerbe- oder Industrieunternehmen)	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein
	Abstand: _____ m (ungefähre Angabe)	

Abbildung 81: Erhebungsbogen für die Bestandsaufnahme (Exemplarische Abbildung)

### 3.5.6.2 Detailplanung

Im Anschluss an die Bestandsaufnahme in der Stadt Remscheid erfolgt die Detailplanung für die nachfolgend aufgeführten 13 Standorte.

Nr.	Stadtteil	Standort-Name	LS			LP			Leistung		
			LS	LP	Leistung	LS	LP	Leistung	Σ LS	Σ LP	Σ Leistung
			Ausbaustufe 1			Ausbaustufe 2			Endausbau		
1	Süd	Parkplatz Zentralpunkt (Johann Vaillant Platz)	1	2	44 kW	1	2	44 kW	2	4	88 kW
2	Süd	Parkplatz Fachhochschule (Martinstraße)	1	2	44 kW	2	4	44 kW	3	6	88 kW
3	Lüttringhausen	Remscheider Straße 69 (ggü. Stiftung Tannenhof)	1	2	44 kW	1	2	44 kW	2	4	88 kW
4	Lüttringhausen	Gertenbachstraße	1	2	44 kW	1	2	44 kW	2	4	88 kW
5	Innenstadt	Parkplatz Stadion Reinshagen (Hagedornweg)	1	2	44 kW	3	6	44 kW	4	8	88 kW
6	Innenstadt	Hof Güldenwerth	1	2	44 kW	1	2	44 kW	2	4	88 kW
7	Innenstadt	Parkplatz Richard-Lindenberg-Platz	1	2	44 kW	2	4	22 kW	3	6	66 kW
8	Innenstadt	Parkplatz Daniel-Schürmann-Straße	1	2	44 kW	3	6	44 kW	4	8	88 kW
9	Innenstadt	Konrad-Adenauer-Straße	1	2	44 kW	2	4	22 kW	3	6	66 kW
10	Lennep	Alte Kölner Straße	1	2	44 kW	1	2	44 kW	2	4	88 kW
11	Lennep	Parkplatz Thüringsberg 15/ Röntgenmuseum	1	2	44 kW	1	2	22 kW	2	4	66 kW
12	Lennep	Parkplatz Kräwinklerbrücke (Dörper Höhe)	1	2	44 kW	2	4	22 kW	3	6	66 kW
13	Lennep	Parkplatz H2O Gmbh Sauna- und Badeparadies	3	6	66 kW	2	4	44 kW	5	10	110 kW
			13	15	30	22	44		37	74	

Abbildung 82: Ausgewählte Standorte der 1. Ausbaustufe

An den ausgewählten Standorten liegen sowohl Parkstände im Straßenraum (in Längs-, Schräg- und Senkrechtaufstellung), als auch Parkstände auf öffentlichen Parkplätzen (Bsp. Johann Vaillant Platz und Kräwinklerbrücke/ Kirchberg) vor. Alleine aus diesem Grund kann keine einheitliche/standardisierte Stationsplanung vorgenommen werden. Darüber hinaus variieren die Ausbaustandards der Parkflächen, insbesondere die Bodenbeschaffenheit (Schotterfläche, Asphaltbauweise und Pflastersteine) deutlich. Darüber hinaus liegt an mehreren Standorten keine Abtrennung der einzelnen Parkstände, zum Beispiel durch eine Markierung oder andersfarbige Pflastersteine, vor. Eine Beleuchtung ist ebenfalls nicht an allen Standorten vorhanden oder die vorhandene ist aufgrund der Entfernung zu den Parkständen mit Ladeinfrastruktur oder durch Baumbewuchs nicht ausreichend. Darüber hinaus müssen neben der grundsätzlichen Errichtung eines Fundaments für die Ladesäule an mehreren Standorten auch Pflasterarbeiten vorgenommen werden, da die Ladesäule auf aktuell unbefestigtem Untergrund errichtet wird (z.B. Grünfläche). Zum Schutz der Ladesäulen vor Beschädigung durch einparkende Fahrzeuge wurden im Rahmen der Detailplanung Poller oder Bodenschwellen/ Radanschläge eingeplant. Diese sollen verhindern, dass man mit dem Kraftfahrzeug gegen die Ladesäule fahren und diese beschädigen kann. Weiterhin wurden Maßnahmen zur Markierung, Kennzeichnung (Einfärbung + Piktogramm) und Beschilderung im Lageplan dargestellt. Die im Lageplan dargestellte Beschilderung ist lediglich als Symbolbild zu verstehen und muss in Abhängigkeit des Standortes, der vorliegenden Rahmenbedingungen (z.B. Parkraumbewirtschaftung) angepasst werden.

Die Anforderungen an die Barrierefreiheit konnten aufgrund der durch die Standorte gegebenen Rahmenbedingungen nicht vollumfänglich berücksichtigt werden, auch wenn dies in der Mobilitätsstrategie der Stadt Remscheid als Ziel definiert wurde.

Die Ladesäule wurde in Abhängigkeit der Parkstandsanzahl und der Flächenverfügbarkeit positioniert. Zu unterscheiden ist diesbezüglich grundsätzlich zwischen Parkständen in Längs-, Schräg- und Senkrechtaufstellung.

Die Zähleranschlusssäule wurde, sofern möglich, mittig von den mit Ladeinfrastruktur auszustattenden Parkständen (1. Ausbaustufe sowie Erweiterungen) platziert, so dass die Entfernung von der Zähleranschlusssäule zu sämtlichen Ladesäulen möglichst gering ist.

Im Folgenden werden die Detailplanungen für die 13 Standorte erläutert. Die Pläne sind dem Anhang zu entnehmen.



Abbildung 83: Detailplanung für den Standort "Johann Vaillant Platz (Nr. 1)"

## Standort 1: Johann Vaillant Platz



Abbildung 84: Parkplatz Zentralpunkt  
(1)



Abbildung 85: Parkplatz Zentralpunkt  
(1)

Auf dem Parkplatz am Zentralpunkt sind derzeit 13 Parkstände in Senkrechtaufstellung angeordnet. Die Parkstände sind gepflastert und die Fahrgasse ist asphaltiert.

Zwei Parkstände sollen zukünftig (1. Ausbaustufe) mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen im Bereich des vorhandenen Trafo-Haus platziert werden. Hierzu müsste ein Fundament errichtet und ein Bereich der gepflasterten Fläche am Trafo-Haus mitgenutzt werden. Der Untergrund im Bereich der Ladesäule sollte mit Bodenplatten/ Pflastersteinen ausgestaltet werden, um einen Spritzschutz für die Ladesäule zu gewährleisten und den Nutzungskomfort (Erreichbarkeit, Sauberkeit) zu erhöhen.

Die Zähleranschluss säule könnte südlich an die gepflasterte Fläche des Trafo-Haus angrenzend platziert werden, um die Nähe zu den zwei angrenzenden Parkständen nutzen zu können, die in einer zweiten Ausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden sollen.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollten die Parkstände, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, mit Bodenschwellen versehen werden. Die Parkstandstiefe von 4,80 m bis zur Bodenschwelle sowie ein Überhangstreifen von 0,90 m sind ausreichend und entsprechen den Vorgaben der EAR (Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs der FGSV).

## Standort 2: Parkstände Fachhochschule



Abbildung 86: Parkstände Fachhochschule (2)



Abbildung 87: Parkstände Fachhochschule (2)

In der Siemensstraße (Ecke Martinstraße) sollen von der Kreuzung aus gesehen die ersten beiden Schrägparkstände mit Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ausgestattet werden. Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen im Bereich des vorhandenen Gehweges platziert werden. Im Bereich der Ladesäule verbleibt eine Restgehwegbreite von 2,25 m, was aber bei einer „Engstelle“ dieser Art unproblematisch ist.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollte die Ladesäule durch zwei Poller mit retroreflektierender Folie geschützt werden. Alternativ können auch Bodenschwellen angebracht werden, die ein Vorfahren der Kfz bis an den Bord verhindern.

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt sechs Schrägparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten.

### Standort 3: Parkstände Remscheider Straße



Abbildung 88: Parkstände Remscheider Straße (3)



Abbildung 89: Parkstände Remscheider Straße (3)

An der Remscheider Straße sollen Längsparkstände, die derzeit in Form von aufgeschultertem Gehwegparken angeordnet sind, mit Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ausgestattet werden.

In der ersten Aufbaustufe ist der Aufbau von einer Ladesäule mit zwei Ladepunkten vorgesehen, die auf dem Gehweg mittig zwischen den beiden Parkständen errichtet wird.

Die zukünftig auf Wunsch der Stadtverwaltung Remscheid wiederum als aufgeschultertes Parken vorgesehenen Längsparkstände weisen eine Länge von 6,00 m vor, um ausreichend Bewegungsraum für den Ladevorgang sowie das Verlegen des Ladekabels zu bieten.

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt vier Längsparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Sie sollte zudem am Gehwegrand vor der Hecke/der Grünfläche platziert werden, um das Lichtraumprofil der Fußgänger/innen möglichst wenig einzuschränken.

#### Standort 4: Parkstände Gertenbachstraße



Abbildung 90: Parkstände Gertenbachstraße (4)



Abbildung 91: Parkstände Gertenbachstraße (4)

In der Gertenbachstraße sind Längsparkstände baulich im Seitenraum angelegt. Hiervon sollen in der ersten Ausbaustufe des Elektromobilitätskonzeptes zwei Parkstände mit öffentlicher Ladeinfrastruktur ausgestattet werden.

Hierzu wird die Ladesäule zwischen zwei Längsparkständen platziert, um das gleichzeitige Laden von zwei Elektrofahrzeugen zu ermöglichen. Die Längsparkstände weisen eine Länge von jeweils 5,70 m vor und sind somit auch für das Vorwärts-Einparken ausreichend dimensioniert.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollte die Ladesäule durch vier Poller mit retroreflektierender Folie geschützt werden.

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt vier Längsparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Sie sollte zudem am Gehwegrand vor der (privaten) Mauer platziert werden, um das Lichtraumprofil der Fußgänger/innen möglichst wenig einzuschränken.

## Standort 5: Parkplatz Stadion Reinshagen



Abbildung 92: Parkplatz Stadion  
Reinshagen (5)



Abbildung 93: Parkplatz Stadion  
Reinshagen (5)

Auf dem Parkplatz am Stadion Reinshagen soll im Rahmen der ersten Ausbaustufe zur Förderung der Elektromobilität in Remscheid eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten errichtet werden. Im Endausbau könnten an diesem Standort vier Ladesäulen mit insgesamt acht Ladepunkten errichtet werden.

Der Untergrund des Parkplatzes ist aktuell größtenteils mit Schotter ausgestaltet. Lediglich die Zufahrt des Parkplatzes wurde asphaltiert. Im Hinblick auf die Errichtung der Ladeinfrastruktur sollte eindringlich geprüft werden, ob mindestens eine Befestigung der Parkflächen, die mit Ladesäulen ausgestattet werden (Asphalt, Pflastersteine o.ä.), möglich ist. Dies würde den Nutzungskomfort erheblich steigern.

Die Ladesäule wird zwischen zwei Senkrechtparkständen platziert, um das gleichzeitige Laden von zwei Elektrofahrzeugen zu ermöglichen. Die Senkrechtparkstände sollten eine Länge von 5,00 m und eine Breite von 2,50 m aufweisen. Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollte jede Ladesäule durch zwei Poller mit retroreflektierender Folie geschützt werden. Alternativ können auch Bodenschwellen angebracht werden, sofern der Untergrund befestigt wurde.

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt acht Schrägparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten.

Darüber hinaus sollte der Parkplatz zukünftig, zumindest im Bereich der errichteten Ladesäulen, beleuchtet werden. Dies erhöht den Komfort im Hinblick auf die Nutzung der Ladesäulen und trägt maßgeblich zur Verbesserung der sozialen Sicherheit bei.

## Standort 6: Hof Güldenwerth



Abbildung 94: Hof Güldenwerth (6)



Abbildung 95: Hof Güldenwerth (6)

Am Hof Güldenwerth soll im Rahmen der ersten Ausbaustufe zur Förderung der Elektromobilität in Remscheid eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten errichtet werden. Im Endausbau könnten an diesem Standort zwei Ladesäulen mit insgesamt vier Ladepunkten errichtet werden.

Unter Berücksichtigung der Sichtdreiecke, Schleppkurven und existenten Grundstückzufahrten werden die beiden Ladestandorte jeweils am Fahrbahnrand angelegt, so dass die die existenten Gehwege mit einer Breite von 2,20 m bzw. 2,35 m nicht zusätzlich verschmälert werden.

Die Ladesäule wird zwischen den beiden Längsparkplätzen platziert, um das gleichzeitige Laden von zwei Elektrofahrzeugen zu ermöglichen. Die Längsparkplätze sollten eine Länge von 6,00 m und eine Breite von 2,00 m aufweisen. Zum Schutz der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge werden Poller platziert.

Aufgrund der notwendigen Fahrbahnquerung muss auf jeder Straßenseite eine Zähleranschlusssäule positioniert werden.

## Standort 7: Parkplatz Richard-Lindenberg-Platz



Abbildung 96: Parkplatz Richard-Lindenberg-Platz (7)



Abbildung 97: Parkplatz Richard-Lindenberg-Platz (7)

Auf dem Parkplatz am Richard-Lindenberg-Platz sind derzeit 15 Parkstände in Senkrechtaufstellung angeordnet. Die Parkstände sowie die Fahrgasse sind asphaltiert. Die Abtrennung der einzelnen Parkstände erfolgt durch eine Markierung.

In der ersten Ausbaustufe des Elektromobilitätskonzeptes sollen zwei Parkstände mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen platziert werden.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollten die Parkstände, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, mit Bodenschwellen versehen werden. Die Parkstandtiefe von 4,45 m bis zur Bodenschwelle sowie ein Überhangstreifen von 0,90 m sind ausreichend und entsprechen den Vorgaben der EAR (Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs der FGSV).

Die Zähleranschluss säule sollte aufgrund der beengten Verhältnisse auf dem Parkplatz im Bereich des Gehweges am Rande des Parkplatzes errichtet werden. Hierdurch werden zwar in der endgültigen Ausbaustufe längere Leitungswege zu den Ladesäulen erforderlich, aber eine bessere Positionierung ist - unter Beibehaltung der Anzahl und Aufstellung der Parkstände - aus Sicht des Gutachters nicht möglich. Die Fundamente für die Ladesäulen könnten in Rauten-Form errichtet werden, um zwei Ladesäulen auf einem Fundament platzieren zu können.

## Standort 8: Parkplatz Daniel-Schürmann-Straße



Abbildung 98: Parkstände Daniel-Schürmann-Straße (8)



Abbildung 99: Parkstände Daniel-Schürmann-Straße (8)

In der Daniel-Schürmann-Straße sollen in der ersten Ausbaustufe von der Kreuzung „Alleestraße“ aus gesehen die ersten beiden Senkrechtparkstände mit Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ausgestattet werden. Zukünftig sollen insgesamt acht Parkstände über Ladeinfrastruktur verfügen.

Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen im Bereich des vorhandenen Gehweges platziert werden. Im Bereich der Ladesäule verbleibt eine ausreichende Restgehwegbreite von 2,75 m.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollten die Parkstände, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, mit Bodenschwellen versehen werden. Die Parkstandtiefe von 4,60 m bis zur Bodenschwelle sowie ein Überhangstreifen von 0,90 m sind ausreichend und entsprechen den Vorgaben der EAR (Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs der FGSV).

Die Zähleranschlusssäule sollte zukunftsweisend mittig vor den insgesamt acht Schrägparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Diese sollte zudem möglichst direkt an der Hauswand platziert werden, um zum einen das Lichtraumprofil der Fußgänger/innen möglichst wenig einzuschränken und um zum anderen optisch möglichst wenig aufzufallen.

## Standort 9: Parkstände Konrad-Adenauer-Straße (Friedrich-Ebert-Platz)



Abbildung 100: Konrad-Adenauer-Straße (9)



Abbildung 101: Konrad-Adenauer-Straße (9)

In der Konrad-Adenauer-Straße sollen in der ersten Ausbaustufe zwei Schrägparkstände mit Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ausgestattet werden. Zukünftig sollen an diesem Standort insgesamt sechs Parkstände über Ladeinfrastruktur verfügen.

Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen im Bereich des vorhandenen Gehweges bzw. der Grünfläche platziert werden. Der Untergrund (Grünfläche) sollte im Bereich der Parkstände befestigt werden, um den Nutzungskomfort (Spritzschutz, Sauberkeit, Erreichbarkeit) zu erhöhen.

Im Bereich der Ladesäule verbleibt eine Gehwegbreite von 2,00 m. Dies ist aufgrund der lediglich punktuellen Einengung als unkritisch zu erachten.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollte die Ladesäule durch einen Poller mit retroreflektierender Folie geschützt werden.

Die Zähleranschlusssäule sollte zukunftsweisend mittig vor den insgesamt sechs Schrägparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Diese sollte zudem am Gehwegrand platziert werden, um das Lichtraumprofil der Fußgänger/innen möglichst wenig einzuschränken.

## Standort 10: Alte Kölner Straße



Abbildung 102: Alte Kölner Straße (10)



Abbildung 103: Alte Kölner Straße (10)

Auf der Alten Kölner Straße soll im Rahmen der ersten Ausbaustufe zur Förderung der Elektromobilität in Remscheid eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten errichtet werden. Im Endausbau könnten an diesem Standort zwei Ladesäulen mit insgesamt vier Ladepunkten errichtet werden.

Unter Berücksichtigung der Sichtdreiecke, Schleppkurven und existenten Grundstückzufahrten werden die beiden Ladestandorte jeweils am Fahrbahnrand angelegt, so dass die existenten Gehwege mit einer Breite von 1,45 m bzw. 2,30 m nicht zusätzlich verschmälert werden.

Zwischen diesen beiden Ladestandorten verbleibt eine Fahrgassenbreite von 6,05 m.

Die Ladesäule wird zwischen den beiden Längsparkplätzen platziert, um das gleichzeitige Laden von zwei Elektrofahrzeugen zu ermöglichen. Die Längsparkplätze sollten eine Länge von 6,00 m und eine Breite von 2,00 m aufweisen. Zum Schutz der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge werden Poller platziert.

Aufgrund der notwendigen Fahrbahnquerung muss auf jeder Straßenseite eine Zähleranschlusssäule positioniert werden.

## Standort 11: Parkstände Thüringsberg



Abbildung 104: Parkstände Thüringsberg (11)



Abbildung 105: Parkstände Thüringsberg (11)

Zur Förderung der Elektromobilität soll am Thüringsberg in der ersten Ausbaustufe eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten errichtet werden. Im Endausbau könnten an diesem Standort zwei Ladesäulen mit insgesamt vier Ladepunkten errichtet werden.

Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen im Bereich der vorhandenen Grünfläche platziert werden. Der Untergrund (Grünfläche) sollte im Bereich der Parkstände befestigt werden, um den Nutzungskomfort (Spritzschutz, Sauberkeit, Erreichbarkeit) zu erhöhen.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollten die Parkstände, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, mit Bodenschwellen versehen werden. Die Parkstandtiefe von 4,75 m bis zur Bodenschwelle, sowie ein Überhangstreifen von 0,90 m sind ausreichend und entsprechen den Vorgaben der EAR (Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs der FGSV).

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt vier Senkrechtparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Hierzu bietet sich die Grünfläche zwischen den Parkständen und dem Gehweg an.

## Standort 12: Parkplatz Kräwinklerbrücke (Dörper Höhe)



Abbildung 106: Parkplatz Kräwinklerbrücke (Dörper Höhe) (12)



Abbildung 107: Parkplatz Kräwinklerbrücke (Dörper Höhe) (12)

Auf dem Parkplatz Dörper Höhe an der Kräwinklerbrücke soll im Rahmen der ersten Ausbaustufe zur Förderung der Elektromobilität in Remscheid eine Ladesäule mit zwei Ladepunkten errichtet werden. Im Endausbau könnten an diesem Standort drei Ladesäulen mit insgesamt sechs Ladepunkten errichtet werden.

Der Untergrund des Parkplatzes ist aktuell vollständig mit Schotter ausgestaltet. Im Hinblick auf die Errichtung der Ladeinfrastruktur sollte eindringlich geprüft werden, ob mindestens eine Befestigung der Parkflächen (Asphalt, Pflastersteine o.ä.), die mit Ladesäulen ausgestattet werden, möglich ist. Dies würde den Nutzungskomfort erheblich steigern. Darüber hinaus könnte mit Hilfe einer Markierung oder entsprechender farbiger Pflastersteine eine Abtrennung der einzelnen Parkstände erfolgen.

Die Ladesäule, die über zwei Ladepunkte verfügen wird, sollte mittig zwischen den Parkständen im Bereich der vorhandenen Schotterfläche platziert werden. Auch hierbei sollte überlegt werden, ob die Fläche, auf der die Ladesäule(n) errichtet wird, befestigt werden kann. In dem Fall, dass die Parkstände befestigt werden, sollte eine etwa 1,50 - 2,00 m breite Fläche hinter den Parkständen befestigt werden, in dem die Ladesäulen sowie die Zähleranschlusssäule platziert werden können.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollte die Ladesäule durch zwei Poller mit retroreflektierender Folie geschützt werden.

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt sechs Senkrechtparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten.

### Standort 13: Parkplatz H<sub>2</sub>O Sauna- und Badeparadies



Abbildung 108: Parkplatz H<sub>2</sub>O Sauna- und Badeparadies (13)



Abbildung 109: Parkplatz H<sub>2</sub>O Sauna- und Badeparadies (13)

Auf dem Besucherparkplatz des H<sub>2</sub>O Sauna- und Badeparadieses sollen im Endausbau zehn Parkstände mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. In der ersten Ausbaustufe werden zunächst drei Ladesäulen mit insgesamt sechs Ladepunkten errichtet.

Hierzu wird die Ladesäule zwischen zwei Senkrechtparkständen platziert, um das gleichzeitige Laden von zwei Elektrofahrzeugen zu ermöglichen. Die Senkrechtparkstände, die baulich angelegt und eingefasst sind, weisen aktuell eine Tiefe von 5,50 m vor.

Um Beschädigungen an der Ladesäule durch einparkende Kraftfahrzeuge zu vermeiden, sollten die Parkstände, die mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, mit Bodenschwellen versehen werden. Die Parkstandtiefe sollte in dem Fall 4,60 m bis zur Bodenschwelle betragen. Zudem muss ein Überhangstreifen von 0,90 m berücksichtigt werden.

Da die Ladesäule auf einer derzeit unbefestigten Fläche errichtet werden soll, sollte der Untergrund mit Hilfe von Betonplatten oder Pflastersteinen befestigt werden, um den Nutzungskomfort (Spritzschutz, Sauberkeit, Erreichbarkeit) zu erhöhen.

Die Zähleranschlusssäule sollte bestenfalls mittig vor den insgesamt zehn Senkrechtparkständen, die in der Endausbaustufe mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden, platziert werden, um die Kabellängen zwischen der Zähleranschlusssäule und den Ladesäulen im Hinblick auf Spannungsverluste möglichst gering zu halten. Diese könnte hinter der Ladesäule zwischen dem fünften und sechsten Parkstand errichtet werden.

### 3.5.6.3 Ladeinfrastruktur für Pedelecs und E-Bikes

Gerade im Bereich des Radverkehrs wird die Elektromobilität zunehmend sichtbarer. Im Jahr 2019 wurden 1,36 Millionen Elektrofahrräder in Deutschland verkauft. Demgegenüber wurden im gleichen Jahr 2,95 Millionen „normale“ Fahrräder verkauft.[106]

Diese Zahlen verdeutlichen, dass es wichtig ist, auch die nötige Infrastruktur zur Verfügung zu stellen. Hierzu gehören nicht nur auf Elektrofahrräder ausgerichtete Radverkehrsanlagen, sondern auch Ladeinfrastruktur. Hierbei ist zu beachten, dass Ladestationen bei der Einbindung von Pedelecs in ein Fahrradverleihsystem installiert werden müssen.

Im Alltagsradverkehr kann in den meisten Fällen auf eine Lademöglichkeit für Pedelec- bzw. E-Bike-Akkus verzichtet werden, da die Wegeentfernungen ein Laden unterwegs i.d.R. nicht erforderlich machen. Der Akku des Elektrofahrrades wird normalerweise Zuhause (nachts) geladen. Bei Pendlerbeziehungen von rund 20-30 km (einfache Strecke) in topographisch anspruchsvollen Regionen kann ein Laden am Arbeitsplatz sinnvoll sein. Daher sollten Arbeitgeber über eine entsprechende Ladeinfrastruktur im Bereich der Abstellanlagen verfügen oder das Laden am Arbeitsplatz/ im Gebäude ermöglichen.

Darüber hinaus sollten an Bahnhöfen und sonstigen ÖPNV-Haltepunkten Lademöglichkeiten für Elektrofahrräder bereitgestellt werden. Diese können entweder über die zuvor genannten Schließfächer mit Elektroanschluss oder über Fahrradboxen, die ebenfalls über einen Stromanschluss verfügen ermöglicht werden. An größeren Bahnhöfen, die bestenfalls über Radstationen oder Fahrradparkhäuser verfügen sollten, könnte gegebenenfalls auch eine Auswahl an Ladekabeln/ Netzteilen zur Verfügung gestellt werden.

Im Freizeitverkehr sind die Anforderungen an eine Ladeinfrastruktur für Pedelecs differenzierter. Insbesondere im Bereich von Radreisen, bei denen mitunter über 100 km Fahrtstrecke zurückgelegt werden, sind Lademöglichkeiten auf der Strecke und bei Unterkünften (z.B. Bed & Bike-Betrieben) essentiell. Aus diesem Grund sollten insbesondere Restaurants, Cafés und zentrale Anlaufstellen entlang von Fernradwegen und (über-)regionalen Themenrouten (z.B. Balkantrasse als Bestandteil der Panorama-Radwege NRW) über ausreichend Lademöglichkeiten verfügen. Darüber hinaus sollte auch eine öffentliche Ladeinfrastruktur errichtet werden, um auch außerhalb der Öffnungszeiten der o.g. Betriebe ein Laden der Akkus zu ermöglichen.

Die Lademöglichkeiten sollten in jedem Fall gut erkennbar ausgeschildert werden. Dies gilt sowohl für die private Infrastruktur an Restaurants, Cafés etc., als auch für öffentliche Einrichtungen (Rathaus, Touristen-Information etc.).

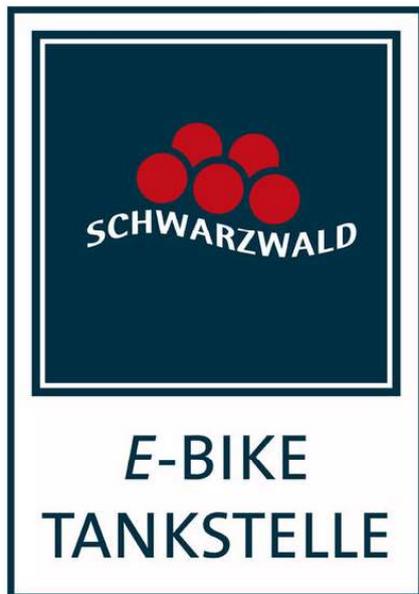


Abbildung 110: E-Bike-Tankstelle im Schwarzwald



Abb. 3-3: Beispiele für Zielpiktogramme (Platzierung linksbündig vor der Zielangabe), i.d.R. mit Rahmen

Abbildung 111: Zielpiktogramme in der HBR für NRW

Aus technischer Sicht sind für das Laden von Pedelec-Akkus 220V-Steckdosen ausreichend. Die Akkus sollten im öffentlichen Bereich während des Ladevorgangs in gesicherten Schließfächern deponiert werden. Diese können auch in Kombination mit einer Gepäckschließfachanlage angeboten werden, bei der eine bestimmte Anzahl an Fächern über eine Lademöglichkeit für Akkus von Pedelecs und E-Bikes verfügt.

Im Gegensatz zu elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen hat sich für Pedelecs und E-Bikes kein standardisiertes Anschlusskabel etabliert. Aus diesem Grund kann als Infrastruktureinrichtung im Grunde genommen nur eine Steckdose zur Verfügung gestellt werden. Ein Ladekabel mit Netzgerät muss somit von den Radfahrenden mitgeführt werden. Mittlerweile gibt es auch Anbieter auf dem Markt, die für eine Vielzahl von Akkus universelle Ladekabel bereithalten. Mit diesen kann man an den Ladesäulen des Herstellers (bike energy) seinen Akku laden, ohne den eigenen mitnehmen zu müssen. Alternativ könnten an personalbesetzten Mobilstationen die Einrichtung einer Ausleihmöglichkeit für Ladekabel angestrebt werden, sodass für „gängige“ Modelle ein entsprechendes Ladekabel vorgehalten wird.



Abbildung 112: Ladestation für E-Bikes in Recklinghausen



Abbildung 113: Ladestation für E-Bikes in Düren

Die Formen der Ladestationen für Elektrofahrräder können sehr unterschiedlich sein. Dies reicht von den zuvor erwähnten Schließfächern mit integrierten Steckdosen über Fahrradständer mit angebrachten Standard-Schuko-Steckdosen bis hin zu Ladesäulen für E-Fahrzeuge und Pedelecs. Auch die einfache Bereitstellung einer Schuko-Steckdose, wie dies beispielsweise in Gasthöfen, Restaurants und Hotels oftmals praktiziert wird, kann als Ladestation gewertet werden.

Im Rahmen des projektbegleitenden Arbeitskreises wurde beschlossen, dass die Planung von öffentlicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrräder nicht Bestandteil des vorliegenden Konzeptes ist. Grund hierfür war unter anderem, dass der Bedarf aus unterschiedlichen Gründen aktuell noch nicht gesehen wird und der Fokus auf dem Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektro-Kfz liegen soll.

### 3.6 Wirkungsanalyse

Die Stadt Remscheid legt Wert darauf, dass die unterschiedlichen Mobilitätsbedürfnisse der Remscheider Bevölkerung und der Unternehmen bei der Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsangebotes unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten berücksichtigt werden.[91] Dies hat die Stadtverwaltung in der Mobilitätsstrategie festgehalten.

Im Folgenden wird überprüft, inwiefern die Ziele der Mobilitätsstrategie mit dem strategischen und systematischen Aufbau von Ladeinfrastruktur in Remscheid zukünftig erreicht werden können. Hierzu wird eine Bewertung der Maßnahme „Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektro-Pkw“ in Bezug auf die Teilziele der Mobilitätsstrategie vorgenommen.

<b>Ziel</b>	<i>Die Lebensqualität hat sich durch umweltfreundliche Mobilität erhöht.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Die Schadstoff- und Lärmemissionen können durch einen gestiegenen Anteil an Elektro-Pkw reduziert werden. Dies trägt zu einer Verbesserung der Aufenthalts- und Lebensqualität in Remscheid maßgeblich bei.	++++
<b>Ziel</b>	<i>Die Mobilitätswende in Remscheid trägt zum Klima- und Immissionsschutz bei.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Die lokal erzeugten Schadstoffemissionen in der Stadt Remscheid können durch eine Förderung der Elektromobilität kurzfristig reduziert werden. Hierdurch kann das lokale Klima verbessert und die Umwelt geschont werden.	+++
<b>Ziel</b>	<i>Die Mobilität ist für alle Einwohnerinnen und Einwohner gesichert.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Durch die Förderung der Elektromobilität in Form von Schaffung einer Ladeinfrastruktur stellt die Stadt Remscheid die Weichen für die Zukunft und bietet seinen Bürgerinnen und Bürgern Möglichkeiten zur Nutzung zukunftsweisender, nachhaltiger Mobilitätsangebote.	+++
<b>Ziel</b>	<i>Es gibt einen respektvollen Umgang mit schwächeren Verkehrsteilnehmern.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Elektromobilität hat keine direkten Auswirkungen auf den Umgang zwischen Verkehrsteilnehmern. Durch die reduzierten Schadstoff- und Lärmemissionen können allerdings die Gegebenheiten/ Rahmenbedingungen für Fußgänger/innen und Radfahrende signifikant verbessert werden. Hierzu zählt unter anderem eine sinkende negative Beeinträchtigung der Gesundheit von Fußgängern/innen und Radfahrenden.	+
<b>Ziel</b>	<i>Die Barrierefreiheit ist bei allen Mobilitätsangeboten zu realisieren.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Die Anforderungen an die Barrierefreiheit konnten bei dem vorliegenden Ladeinfrastrukturkonzept aufgrund der gegebenen Rahmbedingungen (Standortwahl, Bestandsstruktur etc.) nicht vollumfänglich berücksichtigt werden.	o
<b>Ziel</b>	<i>Der Umweltverbund (Öffentlicher Personennahverkehr, Schienenpersonennahverkehr, Fuß- und Fahrradverkehr, Carsharing) mit einer verkehrsmittelübergreifenden Mobilität genießt hohe Priorität.</i>	

<b>Wirksamkeit</b>	Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes wurde versucht die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge mit dem öffentlichen Personenverkehr zu verknüpfen. Aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen und der Ergebnisse der Potentialanalyse konnten im Rahmen der 1. Ausbaustufe nicht sämtliche ÖPNV-Verknüpfungspunkte berücksichtigt werden. Ziel ist es weiterhin möglichst viele Mobilitätsangebote an ausgewählten Standorten zu bündeln, um inter- und multimodales Verkehrsverhalten zu fördern.	++
<b>Ziel</b>	<i>Der Einsatz alternativer und innovativer Antriebe hat sich bei allen Verkehrsmitteln durchgesetzt.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Der Aufbau der Ladeinfrastruktur, der Teil dieses Konzeptes ist, beschränkt sich gegenwärtig auf öffentliche Ladesäulen für Elektro-Pkw. Weitere Fahrzeugarten und ggf. Flotten (z.B. Busse) wurden nicht berücksichtigt.	++
<b>Ziel</b>	<i>Der ÖPNV und der SPNV verbinden Remscheid direkt mit den Metropolen an Rhein und Ruhr und sind so attraktiv, dass sie auch städteübergreifend genutzt werden und eine bessere Alternative zum Autofahren darstellen. Remscheid verfügt darüber hinaus über eine sichere Anbindung an den Schienengüterverkehr.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	keine	o
<b>Ziel</b>	<i>Die Aufenthaltsqualität für Fußgänger im Stadtraum genießt hohe Priorität.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Die Schadstoff- und Lärmemissionen können durch einen gestiegenen Anteil an Elektro-Pkw reduziert werden. Dies trägt zu einer Verbesserung der Aufenthalts- und Lebensqualität in Remscheid maßgeblich bei.	++
<b>Ziel</b>	<i>Alle Fuß- und Radwegeverbindungen sind sicher und in einem guten Zustand nutzbar. Sie verbinden die Stadtteile untereinander, sind an die Wegenetze der Nachbargemeinden angebunden und dienen neben Freizeitaktivitäten auch dem Pendlerverkehr.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	keine	o
<b>Ziel</b>	<i>Alle wichtigen Punkte sind mit dem Fahrrad gut erreichbar und komfortable, diebstahlsichere Abstellmöglichkeiten sind vorhanden.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	keine	o

<b>Ziel</b>	<i>Carsharing wird an mehreren Standorten in der Stadt verstärkt angeboten und genutzt.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	Durch den Aufbau einer (flächendeckenden) Ladeinfrastruktur kann ggf. auch ein E-Carsharing angeboten und somit ein vereinfachter Zugang zur Elektromobilität für die Bürgerinnen und Bürger geschaffen werden.	+
<b>Ziel</b>	<i>Paketdienste bündeln und koordinieren ihre Fahrten im Stadtgebiet.</i>	
<b>Wirksamkeit</b>	keine	o

Die Maßnahme 15 der Mobilitätsstrategie lautet „Ladeinfrastrukturkonzept für Elektromobilität“. Hierbei geht es um die Ausschreibung des vorliegenden Ladeinfrastrukturkonzeptes. Das Ziel dieser Maßnahme ist die Erhöhung der Anzahl an Elektrofahrzeugen und E-Bikes durch Schaffung günstiger Rahmenbedingungen sowie die Verringerung des lokalen Schadstoffausstoßes (NOx, Feinstaub) und der Lärmemissionen bei Geschwindigkeiten unter 30 km/h.

Aktuell stehen in der Stadt Remscheid an neun Standorten 20 öffentliche Ladepunkte für Elektrofahrzeuge zur Verfügung. Dem gegenüber stehen 61 Elektrofahrzeuge, die in Remscheid Anfang 2019 zugelassen waren. Das Angebot ist damit für die vorliegende Nachfrage „aktuell“ ausreichend. Es kann allerdings keineswegs von einer flächendeckenden, nutzerorientierten Angebotsstruktur gesprochen werden. Hierzu bedarf es eines deutlichen Ausbaus der Ladeinfrastruktur. Dieser wird mit Hilfe des vorliegenden Konzeptes und der darin vorgeschlagenen Ausbaustufen verfolgt. Darüber hinaus können mit dem weiteren Schritt zum Ausbau der Ladeinfrastruktur die Wahrnehmbarkeit und die Präsenz der Elektromobilität im Stadtgebiet deutlich erhöht werden. Hiermit wird dem oftmals zitierten „Henne & Ei Problem“ entgegengewirkt, bei dem davon ausgegangen wird, dass sich aktuell nur wenige Menschen für den Kauf eines Elektrofahrzeugs entscheiden, weil die Ladeinfrastruktur noch nicht ausreichend ausgebaut ist. Die Betreiber der Ladesäulen hingegen „warten“ auf den Markthochlauf und die damit verbundene Nachfrage nach Ladestrom.

Das Ziel, eine Erhöhung der Anzahl an Elektrofahrzeugen kann mit dieser Maßnahme sowie der aktuell bereitgestellten Kaufprämien für Elektrofahrzeuge sicherlich erreicht werden. Ob damit auch eine Verringerung der lokalen Schadstoff- und Lärmemissionen verbunden sein wird, ist fraglich, da diese auch von weiteren Entwicklungen (z.B. Bestand an konventionell betriebenen Kraftfahrzeugen, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung) abhängig ist. Die Entscheidung von der Politik, dass die Kaufprämien im Zuge der Covid19-Pandemie an den Erwerb von Elektrofahrzeugen geknüpft sind, kann in den kommenden 1,5 Jahren zu einem signifikanten Anstieg des Bestandes an Elektrofahrzeugen führen. Dies gilt auch für die Stadt Remscheid.

## 4 Fazit

Der Überblick über die allgemeinen Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität und im Speziellen im Hinblick auf Elektroautos zeigt, dass viele Automobilhersteller ambitionierte Strategien zur Förderung der Elektromobilität vorweisen können und eine breite Palette an Elektroautos anbieten können. Dies ist aus Sicht der Automobilhersteller auch dringend notwendig, um Strafzahlungen durch die Europäische Kommission zu verhindern bzw. möglichst gering zu halten. Diese und aus Sicht der Elektromobilität weitere fördernde Rahmenbedingungen führten in den letzten Jahren dazu, dass der Absatz an Elektrofahrzeugen nahezu konstant gesteigert werden konnte.

Das vorliegende Elektromobilitätskonzept zeigt aber auch, dass die Elektromobilität kein Heilsbringer ist. Mit dieser technologischen Entwicklungen können zwar Emissionen eingespart werden, die originären Verkehrsprobleme wie Stau, Unfälle und immenser Flächenbedarf bleiben jedoch bestehen. Aus diesem Grund muss die zukünftige Mobilität gesamtheitlicher betrachtet werden, um die Herausforderungen der Zukunft meistern zu können.

Die von Bundeministerien und den Automobilherstellern aktuell bereitgestellten Boni/ Prämien, die Käufer von Elektrofahrzeugen erhalten, sollen maßgeblich dazu beitragen, dass die von der Bundesregierung gesteckten Ziele (1 Mio. Elektrofahrzeuge in 2022; ursprünglich 2020) erreicht werden. Diese und die Steuerersparnisse (Kfz-Steuer und Dienstwagen-Leasing) tragen in der Tat dazu bei, dass der Absatz an Elektrofahrzeugen in Deutschland steigt. Hiermit sind allerdings nicht alle Herausforderungen der Elektromobilität berücksichtigt. Hinzu kommt der Aufbau einer flächendeckenden und öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur, welches sowohl „Normal- als auch Schnellladestationen“ umfasst.

Die im Rahmen des Konzeptes durchgeführte PESTEL-Analyse zeigt, dass das politische Umfeld sowie die ökologischen Vorteile von Elektromobilität im Vergleich zu verbrennungs-motorischem Individualverkehr die Hauptmotivatoren sind. Darüber hinaus ist der Punkt erreicht worden, an dem die TCO-Wirtschaftlichkeit (total cost of ownership) für Elektroautos oftmals gegeben ist und eine Preisparität in Aussicht ist. Die aktuellen Debatten rund um den Klima- und Umweltschutz befördern die Elektromobilität zusätzlich. Das Streben nach (lokaler) Emissionsfreiheit durch Elektromobilität und der damit einhergehende Verbesserung der Luft- und Lebensqualität wird zunehmend größer. Im technologischen Bereich kann die Entwicklung der Ladetechnologie sowie deren Standardisierung in den letzten Jahren hervorgehoben werden. Sie stellen einen wichtigen Treiber im Gesamtsystem dar.

Das Verkehrssystem der kreisfreien Stadt Remscheid wird aktuell vom motorisierten Individualverkehr dominiert. Rund die Hälfte aller Wege wird mit dem PKW (als Fahrer oder Mitfahrer) zurückgelegt. Der Umweltverbund spielt bislang eine untergeordnete Rolle. Die erstellte CO<sub>2</sub>-Bilanz zeigt anschaulich, wie hoch das theoretische Einsparpotential bei einer aktiven Förderung einer nachhaltigen Mobilität ist. Die Mobilitätsformen Fuß- und Radverkehr spielen dabei eine entscheidende Rolle, denn die mittlere Wegelänge bei den meisten Wegezwecken (außer Arbeitswege und Wege zum Studienort) ist in der Regel kürzer als 10 km und die Mehrzahl der täglichen Wege liegt in einem Entfernungsbereich von unter 10 km. Darüber hinaus ist das Fahrrad für den Entfernungsbereich bis zu 10 Kilometern ein aus vielerlei Sicht sehr geeignetes Verkehrsmittel.

Es muss das Ziel sein, die Rahmenbedingungen des Fuß- und Radverkehrs so attraktiv zu gestalten, dass sich der Modal Split in Richtung des aus vieler Sicht „idealen“ Modal Splits [103] verschiebt. Darüber hinaus verfügt die Elektromobilität v.a. im Kraftfahrzeug über großes Potential zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Remscheid. Das Potential kann allerdings nur ausgeschöpft werden, wenn der Strom für die Elektrofahrzeuge aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen wird.

Die verschiedenen Szenarien zur Entwicklung der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigen, dass in der Stadt Remscheid ein erhebliches Potenzial zur Reduktion des Kohlenstoffdioxidausstoßes vorliegt. Bis 2030 können je nach Entwicklung bis zu 50 % der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Hierzu muss sich jedoch zum einen das Verkehrsverhalten (Verkehrsmittelwahl) ändern und zum anderen der notwendige motorisierte Verkehr in weiten Teilen elektrifiziert werden. Ein entsprechend umweltfreundlicher Strom-Mix ist notwendig, um nicht nur lokal, sondern auch im Gesamtsystem Emissionen einzusparen und die Weichen auf Nachhaltigkeit zu stellen.

Als Grundlage für die Planung und den Aufbau der Ladeinfrastruktur erfolgt eine Definition der technischen Spezifikationen dieser. Es zeigt sich, dass für die erste Ausbaustufe bis 2022 Infrastruktur nach derzeitigem Stand der Technik installiert werden sollte. Dies bedeutet, dass vorwiegend Ladesäulen mit 22 kW AC-Lademöglichkeiten angeboten werden sollten. Für eine Erweiterung nach 2022 ist dies gegebenenfalls zu differenzieren und der Aufbau von Ladesäulen mit 100 kW (DC) und mehr eine sinnvolle Ergänzung.

Das vorliegende Konzept beschreibt den Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge für die Stadt Remscheid quantitativ und qualitativ. Es wurde ein Bedarf an 400 - 1.000 Ladepunkten für den Zeitraum 2020 - 2030 ermittelt. Parallel zur Projektdurchführung laufen bereits die Planungen für zehn weitere Ladepunkte durch die EWR GmbH sowie der Austausch der bestehenden Ladepunkte mit aktueller Technik und künftiger Abrechnungsmöglichkeit. Der weitere Ausbau bis 2022 mit dem Ziel von ca. 100 Ladepunkten in Remscheid wird mit dem hier vorgelegten Konzept und der Standortanalyse und -planung unterstützt.

Bei der Vorauswahl der Standorte, die für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Frage kommen, wurden nur öffentlich zugängliche Standorte in Betracht gezogen. Hier kann die öffentliche Hand Einfluss nehmen und gezielt ein Ladenetz aufbauen, welches für die Öffentlichkeit zur Verfügung steht. Der Fokus liegt auf dem Besucherverkehr an zentral gelegenen, gut einsehbaren und jederzeit öffentlich zugänglichen Standorten. Im Hinblick auf den Ladevorgang von Elektrofahrzeugen ist die Verweildauer am Aktivitäten-Standort von besonderer Bedeutung. Die Analysen zeigen, dass eine Verweildauer von 30 - 120 Minuten zum (Zwischen-)Laden von Elektrofahrzeugen besonders geeignet ist. Diese Aufenthaltszeiten liegen insbesondere bei Freizeitbeschäftigungen, privaten Erledigungen und dem Einkaufen vor. Auf Grundlage dieser Methodik konnten insgesamt 437 Standorte im Remscheider Stadtgebiet ermittelt werden. Die Ergebnisse der Standortanalyse zeigen eine deutliche Konzentration von Standorten in der Remscheider Innenstadt sowie im Stadtteil Lennep. Dies korreliert unter anderem mit der höchsten Bevölkerungsdichte im Stadtgebiet.

Mit Hilfe des entwickelten Flächenkonzeptes, welches eine modulare Detailplanung ermöglicht, sollen erste Aussagen zu den vor Ort benötigten Mindestflächen formuliert werden können, die für den Aufbau von Ladeinfrastruktur notwendig sind. Außerdem dient es durch die Definition von Standards als Hilfestellung für den Aufbau weiterer Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum. Diese Standards umfassen unter anderem Angaben zur Befestigung des Bodens und

zur Beleuchtung der Standorte. Darüber hinaus werden die Beschilderung und Markierung der Parkflächen einheitlich geregelt.

Der flächendeckende Ausbau der Ladeinfrastruktur ist ein wichtiger Schritt, um Elektromobilität alltagstauglich zu machen. Hinsichtlich der Förderung von Inter- und Multimodalität bietet sich die Integration der Elektromobilität in bestehende oder zu planende Mobilstationen an. Um diese Verknüpfungspunkte für die Elektromobilität zukunftsfähig zu machen, können an den Pkw-Stellplätzen Ladesäulen für Elektrofahrzeuge errichtet werden. Die Einrichtung kommt sowohl für Carsharing-Fahrzeuge als auch für private Fahrzeuge in Betracht. In Bezug auf das Carsharing bietet sich zudem die Gelegenheit neue Technik erfahrbar zu machen und die Mobilstationen zugleich als Schaufenster für Elektromobilität zu nutzen. Darüber hinaus könnten derartige Stationen zusätzlich mit Photovoltaik-Anlagen ausgestattet werden, um „sauberen“ Strom zu produzieren und den Aspekt der Nachhaltigkeit zu Ende zu denken.

Die Detailplanung für die 13 ausgewählten Standorte zeigt, dass ein modulares Flächenkonzept hilfreich ist, um den Planungsprozess zu optimieren und eine gewisse Einheitlichkeit zu erhalten. Dies fördert wiederum den Wiedererkennungswert und trägt außerdem dazu bei, dass die Ladeinfrastruktur bestmöglich in das Stadtbild integriert wird. Des Weiteren vereinfacht diese Vorgehensweise den Aufbau der weiteren Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid.

Insbesondere im Radverkehr ist die Elektromobilität schon seit mehreren Jahren deutlich sichtbar. Im Jahr 2019 verfügte bereits rund jedes dritte verkaufte Fahrrad (Neufahrzeug) über eine elektrische Unterstützung. Dies unterlegt die besondere Bedeutung, dass auch die nötige Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden muss. Hierzu gehören nicht nur auf Elektrofahräder ausgerichtete Radverkehrsanlagen, sondern auch Ladeinfrastruktur. Neben der Bereitstellung bzw. Nutzung von Lademöglichkeiten am Wohn- und Arbeitsstandort sollten auch an ausgewählten Points of Interest (z.B. Bahnhof) öffentlich zugängliche Lademöglichkeiten für Elektrofahräder bereitgestellt werden. Eine Herausforderung diesbezüglich ist, dass sich im Gegensatz zu elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugen für E-Bikes kein standardisiertes Anschlusskabel etabliert hat und somit immer ein Ladekabel mit Netzteil mitgeführt werden muss, sofern eine Zwischenladung notwendig ist.

Mit Hilfe der Wirkungsanalyse wird überprüft, inwiefern die Ziele der Mobilitätsstrategie mit dem strategischen und systematischen Aufbau von Ladeinfrastruktur in Remscheid zukünftig erreicht werden können. Einen wesentlichen Beitrag zu Erreichung der gesetzten Ziele kann die Förderung von Elektromobilität in erster Linie leisten, wenn es um die Erhöhung der Lebensqualität durch umweltfreundliche Mobilität geht. Die lokal emittierten Schadstoff- und Lärmemissionen können durch einen gestiegenen Anteil an Elektro-Pkw reduziert werden. Hierdurch können zudem das lokale Klima verbessert und die Umwelt geschont werden (Klima- und Immissionsschutz). Darüber hinaus stellt die Stadt Remscheid durch die Schaffung von Ladeinfrastruktur die Weichen für die Zukunft und bietet seinen Bürgerinnen und Bürgern Möglichkeiten zur Nutzung zukunftsweisender, nachhaltiger Verkehrsangebote (Sicherung der Mobilität für alle Einwohner/innen).

Das Ziel, eine Erhöhung der Anzahl an Elektrofahrzeugen kann mit dem Aufbau von Ladeinfrastruktur sowie der aktuell bereitgestellten Kaufprämien für Elektrofahrzeuge (2020) sicherlich erreicht werden. Ob damit auch eine Verringerung der lokalen Schadstoff- und Lärmemissionen verbunden sein wird, ist fraglich, da diese auch von weiteren



---

Entwicklungen (z.B. Bestand an konventionell betriebenen Kraftfahrzeugen, Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung) abhängig ist.

Das vorliegende Konzept zeigt, dass die Stadt Remscheid mit ihren Bestrebungen hinsichtlich der Förderung von Elektromobilität im Rahmen der gesamtstädtischen Mobilitätsstrategie einen wichtigen Beitrag zur Energie- und Verkehrswende leisten sowie die Schadstoff- und Lärmemissionen in der Stadt nachhaltig senken kann. Der notwendige systematische Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ist ein zentrales Element der Strategie zur Förderung von Elektromobilität.

## 5 Abkürzungsverzeichnis und Glossar

### A

AC	Wechselstrom (engl. <i>alternating current</i> )
AFID	Richtlinie für alternative Kraftstoffe der EU (engl. <i>Alternative Fuels Infrastructure Directive</i> )
AGFS	Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein-Westfalen
Akku	Akkumulator, wiederaufladbare Batterie

### B

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, verantwortliche Stelle für die Beantragung von Elektrofahrzeugförderung/Umweltbonus
BEV	Elektroauto, reiner Elektroantrieb (engl. <i>battery electric vehicle</i> )
BSP	Bruttosozialprodukt
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

### C

CASE	Strategien von Automobilherstellern: „Die Zukunft des Automobils ist: vernetzt - automatisiert oder autonom – gemeinschaftlich genutzt /z.B. Carsharing – elektrisch angetrieben“ (engl. <i>connected, automated, shared, electric</i> )
CCS	Kombiniertes Ladesystem für AC und DC Laden, bezeichnet Stecker, Standard und oft auch Protokolle, insgesamt das System (engl. <i>Combined Charging System</i> )
CHAdeMO	Ladesystem für DC Laden, bezeichnet Stecker, Standard und oft auch Protokolle, insgesamt das System, eingeführt zunächst in Japan, sinngemäße Bedeutung: „Laden in der Zeit, die man zum Trinken einer Tasse Tee benötigt“
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CPO	Ladepunktbetreiber (engl. <i>charge point operator</i> )

### D

DC	Gleichstrom (engl. <i>direct current</i> )
DE	Deutschland
DK	Dänemark
DLR	Deutsches Luft- und Raumfahrt-Zentrum

### E

E-Auto	Elektroauto
E-Mobilität	Elektromobilität



---

EMP	Elektromobilitätsanbieter (engl. <i>electromobility provider</i> )
EU	Europäische Union
EV	Elektrofahrzeug (engl. <i>electric vehicle</i> ), wird häufig als Überbegriff verwendet für Fahrzeuge mit elektrischem Achsantrieb, hier erfolgt eine Abgrenzung zwischen EV – dem Fahrzeug mit ausschließlich Batterieelektrischem Antrieb und PHEV – einem Fahrzeug mit teil-elektrischem Antrieb mit in der Regel mindestens 50km elektrischer Reichweite, ein zusätzlicher Verbrennungsmotorischer Antrieb ist vorhanden
EW	Einwohner
EWR	EWR GmbH, lokaler Energieversorger, Stadtwerke Remscheid Verbund
<b>F</b>	
FCEV	Brennstoffzellen Fahrzeug (engl. <i>fuel cell electric vehicle</i> )
FR	Frankreich
<b>I</b>	
ICE	Verbrennungsmotor (engl. <i>internal combustion engine</i> )
INCD	National festgelegte Beiträge: Konzept, bei dem die Vertragsstaaten Klimaschutzziele ausarbeiten, kommunizieren und regelmäßig aktualisieren müssen (engl. <i>Intended Nationally Determined Contributions</i> )
<b>K</b>	
KFZ	Kraftfahrzeug
kW	Kilowatt = Maß für elektrische Leistung
kWh	Kilowattstunde = Maß für elektrische Energie
<b>L</b>	
Lanuv	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen
LIS	Ladeinfrastruktur
Li-Ionen Akku	Lithium-Ionen-Akkumulator (Batterie / Akku von modernen Elektrofahrzeugen)
LP	Ladepunkt
LS	Ladesäule
LSV	Ladesäulenverordnung
<b>M</b>	
MiD	Mobilität in Deutschland, regelmäßig erscheinende Studie/Datenerhebung
MIV	Motorisierter Individual-Verkehr, PKW und Zweiräder

## N

NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus, wurde als Standard abgelöst durch WLTP
NFZ	Nutzfahrzeug
NL	Niederlande
Nm	Newtonmeter (Einheit für Drehmoment)
NO	Norwegen
NO <sub>x</sub>	Stickoxide
NPE	Nationale Plattform für Elektromobilität, interdisziplinäres Gremium, beauftragt durch die Bundesregierung, wurde umbenannt/abgelöst von NPM
NPM	Nationale Plattform für Elektromobilität, interdisziplinäres Gremium, beauftragt durch die Bundesregierung
NRW	Nordrhein-Westfalen

## O

OEM	Fahrzeughersteller (engl. <i>Original Equipment Manufacturer</i> )
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr

## P

PESTEL	Analyse zu politischen, wirtschaftlichen, sozio-kulturellen, technologischen, ökologischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf eine bestimmte Situation und Fragestellung (engl. <i>political, economic, social, technological, environmental, legal analysis</i> )
PHEV	Plug-In Hybrid Elektrofahrzeug
PKW	Personenkraftwagen
POI	engl. <i>Point of Interest</i> = Sehenswürdigkeit, aber auch Zielort wie Behörde, Einkaufszentrum oder Stätte für Freizeitaktivität

## R

RS	Remscheid
----	-----------

## S

SE	Schweden
SUV	Geländelimousine, oder Stadtgeländewagen (engl. <i>sports utility vehicle</i> )
SWOT	Analyse zu Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (engl. <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i> )
SO	Solingen

---

SOC	<i>State-of-Charge</i> = Ladezustand einer Batterie in %, beschreibt die verfügbare Kapazität, d.h. Energieinhalt, der für die Entladung zur Verfügung steht und damit die Reichweite eines Fahrzeugs bestimmt
SOH	<i>State-of-Health</i> = Gesundheitszustand einer Batterie in %, berücksichtigt Alterserscheinungen und Lebensdauererwartung
SPNV	Schienen-Personen-Nahverkehr
<b>T</b>	
TCO	Vollkostenrechnung (engl. <i>total cost of ownership</i> )
TWh	Terra-Wattstunde = Maß für elektrische Energie
<b>U</b>	
UBA	Umweltbundesamt
U/min	Umdrehungen pro Minute
UK	United Kingdom (Großbritannien)
<b>V</b>	
V2G	engl. <i>Vehicle-to-Grid</i> , Konzept für die Energierückspeisung aus einer Elektrofahrzeug-Batterie ins Netz
V2H	engl. <i>Vehicle-to-Home</i> , Konzept für die Energierückspeisung aus einer Elektrofahrzeug-Batterie ins Haus
VDA	Verband der Automobilindustrie
VRR	Verkehrsverbund Rhein-Ruhr
VW	Volkswagen, Automobilhersteller
<b>W</b>	
W	Wuppertal
WEG	Wohnungseigentumsgesetz
WLTP	Weltweit harmonisierter Zyklus für leichte Fahrzeuge (PKW und leichte Nutzfahrzeuge), engl. <i>Worldwide Light-Duty Vehicles Test Procedure</i>

## 6 Quellenverzeichnis

- [1]. Anteile der Stromerzeugung in Deutschland, Internet: [https://www.energy-charts.de/energy\\_pie\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/energy_pie_de.htm)
- [2]. BMUB Klimaschutzplan 2050, 11.11.2016; \* verglichen mit 1990; Umweltbundesamt, Trendtabelle Treibhausgase 1990-2018, Abruf 19.10.2020
- [3]. BMVI „Verkehr in Zahlen 2019/20“, neue Berechnungsformeln ab 2017, Werte für 2017/18 vorläufig; eigene Analyse
- [4]. Brost, W., Funke, T.; Vallée, D. (ohne Datum): SLAM – Schnellladenetz für Achsen und Metropolen. [www.isb.rwth-aachen.de](http://www.isb.rwth-aachen.de); abgerufen am 08.08.2019
- [5]. Vortrag Dr. Claudia Brasse; EVTechExpo, Hannover 14. Mai 2018
- [6]. Definition nach Agora Verkehrswende 2017, eigene Darstellung
- [7]. Eurostat, Januar 2019; European Commission, web and press, \* bzgl. „alter“ NEDZ; Studie/Berechnungen: PA Consulting, November 2018
- [8]. Fridays for Future – Bewegung, Internet: [https://de.wikipedia.org/wiki/Fridays\\_for\\_Future](https://de.wikipedia.org/wiki/Fridays_for_Future); Abruf 19.10.2020
- [9]. KBA 2019 und Prognose, eigene Analyse; Eurostat 2016 für EU-28; \*PKW Zulassungszahlen 2018 Gesamt Europa, Statista 2019; Auswahl Länder in der Grafik: die 3 größten und die 4 fortschrittlichsten Länder in Europa
- [10]. Eurostat 2019; Studie vom IFO Institut für VDA 2015; Statista 2019
- [11]. NPM Bericht 2019
- [12]. Marktanreizprogramm, Förderprogramm für Ladeinfrastruktur, Internet: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html>; Abruf 19.10.2020
- [13]. BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle), zuständig für Umweltbonus-Beantragung/Zuwendung für Elektrofahrzeug-Kauf, <https://www.bafa.de>; abgerufen am 19.10.2020
- [14]. Regionale Wirtschaftsförderprogramm NRW, Internet: <https://www.wirtschaft.nrw/das-regionale-wirtschaftsfoerederungsprogramm-rwp>; Abruf 19.10.2020
- [15]. Diskussionen zum Förderprogramm für EV und PHEV November 2019, Internet: <https://www.spiegel.de/auto/aktuell/regierung-und-autoindustrie-vereinbaren-hoehere-kaufpraemie-fuer-e-autos-a-1294882.html>; abgerufen 16.01.2020
- [16]. <https://www.land.nrw/de/pressemitteilung/nordrhein-westfalen-begruesst-erhoehung-des-bundes-umweltbonus-und-konzentriert>; Abruf 19.10.2020
- [17]. <https://nationale-leitstelle.de/> ; abgerufen am 19.10.2020
- [18]. <https://www.kfw.de> „Ladestationen für Elektroautos – Wohngebäude“ Zuschuss; abgerufen am 19.10.2020

- 
- [19]. <https://www.elektromobilitaet.nrw/>; abgerufen am 19.10.2020
- [20]. <https://www.electrive.net/2019/11/18/bundeskabinett-bringt-autogipfel-massnahmen-auf-den-weg/>; abgerufen 16.01.2020
- [21]. KBA 2019; Stichtag 1.1.2019
- [22]. Zulassungszahlen für EV/PHEV vom Kraftfahrtbundesamt, [www.kba.de](http://www.kba.de), eigene Auswertung
- [23]. KBA 2019/2020, Eigene Analyse, Claudia Brasse Consulting
- [24]. Definition Vision Zero, Internet: [https://de.wikipedia.org/wiki/Vision\\_Zero](https://de.wikipedia.org/wiki/Vision_Zero); abgerufen 21.01.2020
- [25]. Car sharing Definition, Internet: <https://de.wikipedia.org/wiki/Carsharing>; abgerufen 21.01.2020
- [26]. Ride sharing Definition, Internet: <https://www.i-share-economy.org/glossar/ridesharing>; abgerufen 21.01.2020
- [27]. Valet parking Definition, Internet: <https://de.wikipedia.org/wiki/Valet-Parken>; abgerufen 21.01.2020
- [28]. EU-Beschluss für Emissionsziele, Internet: [https://ec.Europa.eu/clima/policies/effort\\_de](https://ec.Europa.eu/clima/policies/effort_de) Gesamtkostenanalyse; Daten abgerufen 21.01.2020:
- [29]. Technische Daten zum VW Golf 1.5 TSI OPF ACT Highline vom ADAC.de, Internet: <https://adac.de/infotestrat/autodatenbank/autokatalog/detail.aspx?mid=294854&bezeichnung=vw-golf-1-5-tsi-opf-act-highline>
- [30]. Technische Daten zum VW e Golf vom ADAC, Internet: <https://www.adac.de/infotestrat/autodatenbank/autokatalog/detail.aspx?mid=266575&bezeichnung=vw-e-golf>
- [31]. Daten zum durchschnittlichen Benzinpreis in Deutschland 2019 nach Statista.de, Internet: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/776/umfrage/durchschnittspreis-fuer-superbenzin-seit-dem-jahr-1972/>
- [32]. Daten zum durchschnittlichen Strompreis in Deutschland nach haz.de, Internet: <https://www.haz.de/Nachrichten/Wirtschaft/Deutschland-Welt/Strompreise-steigen-2019-an-Was-Verbraucher-jetzt-wissen-muessen>
- [33]. Preise und Vergleich zu verschiedenen Modellen von Wallboxen vom ADAC.de, Internet: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/wallboxen/>
- [34]. Daten zur durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung in Deutschland nach statista.de, Internet: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/246069/umfrage/laufleistung-privater-PKW-in-deutschland/>
- [35]. Daten zu den monatlichen Kosten eines VW Golf / VW e Golf vom ADAC.de, Internet: <https://www.adac.de/infotestrat/autodatenbank/autokosten/autokosten-rechner/default.aspx>

- [36]. Daten zur Produktionskapazität von VW zum e Golf von 2018 von ecomento.de, Internet: <https://ecomento.de/2018/12/21/vw-meldet-produktionsrekord-fuer-e-golf/>
- [37]. Daten zur Anzahl der Zulassungen des e Golf 2019 Januar bis September von goingelectric.de, Internet: <https://www.goingelectric.de/zulassungszahlen/volkswagen-e-golf/>
- [38]. Daten zur Steigerung der Produktionszahlen des VW e-Golf von electrive.de, Internet: <https://www.electrive.net/2018/07/23/vw-schraubt-fertigung-auf-160-e-golf-taeglich-hoch/>
- [39]. Bloomberg New Energy Finance, Konferenz-Präsentation AABC Europe, Mainz, Januar 2018
- [40]. Datenquelle eafo/KBA per 01.01.2019, eigene Auswertung
- [41]. <https://www.bafa.de> „Liste der förderfähigen Elektrofahrzeuge“, Stand 14.10.2020; abgerufen am 19.10.2020
- [42]. McKinsey Electric Vehicle Index, veröffentlicht Juli 2020, abgerufen 3.08.2020 unter [www.mckinsey.com](http://www.mckinsey.com)
- [43]. <https://www.electrive.net> Meldung vom 11.09.2020 über ID.3 Auslieferung; abgerufen am 19.10.2020
- [44]. Ausbau der Umweltprämie / Ladeinfrastruktur in Deutschland, Internet: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/autogipfel-bis-zu-6000-€-kaufpraemie-fuer-elektroautos-steigt/25188854.html>
- [45]. [transportenvironment.org](http://transportenvironment.org)
- [46]. Eigene Auswertung nach eafo.eu für Quoten
- [47]. Kraftfahrtbundesamt, per 31.12.2018, Statista, Wikipedia; eigene Analyse
- [48]. [http://www.bgmr.de/en/projects/MGSD\\_NRW](http://www.bgmr.de/en/projects/MGSD_NRW), abgerufen am 28.11.2019
- [49]. [chargemap.com](http://chargemap.com), abgerufen 07.06.2019, 14311 von 15346 Standorten zugeordnet = 93% des dokumentierten Bestands
- [50]. BDEW Register, Status 31.03.2019, basiert auf freiwilliger Meldung nach der Ladesäulenverordnung, tatsächliche Zahlen können höher liegen, wie auch andere Statistiken bestätigen
- [51]. [eafo.eu](http://eafo.eu), Stand Ende 2019; abgerufen 8.06.2020
- [52]. NPM Bericht für Ziele, BDEW Bericht für aktuellen Bestand, [eafo.eu](http://eafo.eu) für Auswertung in Grafik, LP: Ladepunkt, LI: Ladeinfrastruktur
- [53]. [goingelectric.de](http://goingelectric.de), Stand 7. Juni 2019
- [54]. Ladesäulenverordnung, LSV, [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-ladeeinrichtungen-elektromobile-kabinettsbeschluss.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/V/verordnung-ladeeinrichtungen-elektromobile-kabinettsbeschluss.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- [55]. Bild von Thorsten Schmidt, [hochvoltkompetenz.de](http://hochvoltkompetenz.de)

- [56]. Illustrative Darstellung, Standardhaushaltslastprofil schematisch nach BDEW; eigene Analyse Claudia Brasse Consulting
- [57]. Kba.de; März 2020
- [58]. ADAC, September 2019
- [59]. Stand 24.02.20 nach Information von H2 Mobility/Februar 2020
- [60]. Reuters.com, Januar/April 2019
- [61]. <https://www.hycologne.de/>
- [62]. <https://www.energieagentur.nrw/netzwerk/brennstoffzelle-wasserstoff-elektromobilitaet/>
- [63]. <https://emobilitaet.online/news/produkte-und-dienstleistungen/6786-regionalverkehr-koeln-wasserstoffbusse-van-hool> vom 27.08.2020; abgerufen am 21.10.2020
- [64]. VDE/FNN Metastudie Netzintegration 12/2018
- [65]. Lanuv, Klimaschutzziele NRW
- [66]. [www.elektromobilitaet.nrw](http://www.elektromobilitaet.nrw); abgerufen am 21.01.2020
- [67]. e&u energiebüro GmbH (2013) (Hrsg.): Integriertes Klimaschutzkonzept. Teil 1: CO<sub>2</sub>-Bilanz 2011. Bielefeld
- [68]. <https://remscheid.de/leben/umwelt-und-natur/umweltschutz/146380100000090056.php>; <https://remscheid.de/leben/umwelt-und-natur/umweltschutz/146380100000079564.php>; <https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/themen/schwerpunktfelder/klimaschutzplan/>; <https://www.ksta.de/politik/klimaschutz-nrw-erreicht-selbst-gesteckte-ziele---nicht-genug-fuer-1-5-grad-marke-32952502>; <https://www.wirtschaft.nrw/klimaschutz>; alle Quellen abgerufen am 21.01.2020
- [69]. Mobilitätsstrategie der Stadt Remscheid, 05.07.2018
- [70]. BAFA Liste förderfähiger Elektrofahrzeuge: [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Fahrzeuglistung/elektromobilitaet\\_fahrzeuglistung\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Fahrzeuglistung/elektromobilitaet_fahrzeuglistung_node.html)
- [71]. Quelle: wikipedia.de „Wuppertal, Solingen, Remscheid“ etc., abgerufen 14.08.2019
- [72]. „Wahlergebnisse für Remscheid“ von der Statistikstelle der Stadt Remscheid, Oktober 2017 (Bundestagswahl) und Mai 2017 (Landtagswahl); abgerufen 14.08.2019
- [73]. Persönliche Information der EWR GmbH im Arbeitskreis, September 2019
- [74]. Zahlenspiegel 2019, Wirtschaftsregion Bergisches Städtedreieck, IHK
- [75]. Topografische Darstellung von [http://www.bgmr.de/de/projekte/MGSD\\_NRW](http://www.bgmr.de/de/projekte/MGSD_NRW); abgerufen 27.11.2019
- [76]. NPM Bericht, AG5, März 2019
- [77]. Agora Verkehrswende (2019): Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial.

- [78]. Ab wann sind Elektroautos Umweltfreundlicher, Internet:  
<https://www.br.de/nachrichten/wissen/faktenfuchs-wie-umweltfreundlich-sind-elektroautos,RGBSYTj>; abgerufen 27.11.2019
- [79]. Wie umweltfreundlich sind Elektroautos, Internet:  
[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 27.11.2019
- [80]. Haben e-Autos eine bessere Ökobilanz, als Benziner, oder Dieselfahrzeuge, Internet:  
<https://www.zeit.de/news/2019-09/17/haben-e-autos-eine-bessere-oekobilanz-als-benziner-und-diesel>; abgerufen 27.11.2019
- [81]. Referenz: chargemap.com, abgerufen 07.06.2019, 14311 von 15346 Standorten  
zugeordnet = 93% des dokumentierten Bestands
- [82]. Anmerkung: Verschiedene Datenquellen für Bestand an LI verwendet, alle basieren auf  
freiwilliger Registrierung/Meldung von LPs – bisher keine vollständige offizielle Datenbasis  
vorhanden
- [83]. NPM „Fortschrittsbericht 2018“ für Ziele (NPM: Nationale Plattform für Mobilität, seit Ende  
2018, Nachfolge-Gremium der NPE Plattform für Elektromobilität); ehemalige 2020 Ziele  
noch im „Pro-EV-Szenario“ abgebildet; KBA (Kraftfahrtbundesamt) für aktuelle  
Bestandsdaten, eigene Auswertung
- [84]. Studie von Avicenne Energy 2019
- [85]. Analyse und Darstellung Claudia Brasse Consulting, 2018
- [86]. [www.ionity.eu](http://www.ionity.eu); abgerufen 27.11.2019
- [87]. [www.charin.org](http://www.charin.org); abgerufen 27.11.2019
- [88]. Stadt Remscheid: Energie und Klima, European Energy Award, unter: [www.remscheid.de](http://www.remscheid.de)  
(abgerufen am 27.11.2019)
- [89]. Information Frau Meves, Stadt Remscheid, Fachdienst Umwelt am 18.02.2020
- [90]. DLR Studie „LADEN 2020“, Dezember 2016;  
[https://elib.dlr.de/111054/2/LADEN2020\\_Schlussbericht.pdf](https://elib.dlr.de/111054/2/LADEN2020_Schlussbericht.pdf)
- [91]. Stadt Remscheid (Hrsg.) (2018): Gesamtstädtische Mobilitätsstrategie der Stadt  
Remscheid, unter: [www.remscheid.de](http://www.remscheid.de) (abgerufen am 03.07.2019)
- [92]. Informationen zu Ladestandorten: Information EWR 2019, [plugshare/goingelectric.de](http://plugshare/goingelectric.de),  
abgerufen am 06.01.2020, Bundesnetzagentur Ladesäulenkarte, sowie Information der  
Stadt Remscheid (2019): Internetseite der Stadt Remscheid. Umwelt und Natur, unter:  
<https://remscheid.de/leben/umwelt-und-natur/>
- [93]. Umweltbundesamt (11.09.2019): Emissionsdaten - Emissionen im Personenverkehr  
(Bezugsjahr 2017), unter: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de) (abgerufen am 28.11.2019)
- [94]. Sharegroup GmbH (o.J.): Scouter Carsharing, unter: [www.scouter.de](http://www.scouter.de) (abgerufen am  
29.11.2019)

- [95]. Stadt Remscheid (2015): Vorausberechnung der Bevölkerung Remscheids. Informationen der Statistikstelle, unter: [www.remscheid.de](http://www.remscheid.de) (abgerufen am 04.11.2019)
- [96]. Stadt Remscheid (2019): Geoportal der Stadt Remscheid, unter: [www.geoportal.remscheid.de](http://www.geoportal.remscheid.de) ; abgerufen am: 12.06.2019
- [97]. OpenStreetMap (2019). Points of Interest, unter: [www.geofabrik.de](http://www.geofabrik.de), abgerufen am 12.06.2019
- [98]. Pixabay GmbH (2020): [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com) (abgerufen zu unterschiedlichen Zeitpunkten)
- [99]. Qimby (2020): [www.qimby.net](http://www.qimby.net) (abgerufen zu unterschiedlichen Zeitpunkten)
- [100]. Aschenbroich, Frank (EWR GmbH): E-Mail zu Detailplanungen der Ladeinfrastruktur, 23.06.2020
- [101]. Zukunftsnetz Mobilität NRW (2017) (Hrsg.): Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen, unter: [www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de](http://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de), abgerufen am 16.04.2020
- [102]. GOPA Com. S.A. (27.09.2018): Smarter Together. Vienna's First Mobility Station Opens, unter: [www.smarter-together.eu](http://www.smarter-together.eu), abgerufen am 04.06.2020
- [103]. Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in NRW e.V.: Der ideale Modal Split, unter: [www.agfs-nrw.de](http://www.agfs-nrw.de), abgerufen am 05.06.2020
- [104]. Hoffmann, Bernd (Stadt Remscheid): E-Mail mit Strukturdaten der Stadt Remscheid, 28.08.2019
- [105]. Stadt Remscheid (2018) (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 2018. 12/2018.Remscheid, unter: [www.remscheid.de](http://www.remscheid.de), abgerufen am 10.08.2019
- [106]. Zweirad-Industrie-Verband: Zahlen - Daten - Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2019, unter: [www.ziv-zweirad.de](http://www.ziv-zweirad.de), abgerufen am 01.06.2020
- [107]. bike-energy. Ladekabel von bike energy, unter [www.bike-energy.com](http://www.bike-energy.com), abgerufen am 02.06.2020
- [108]. rs1.tv (19.02.2020): Workshop zur Elektromobilität in Remscheid, unter: [www.rs1.tv](http://www.rs1.tv), abgerufen am 21.02.2020
- [109]. e&u energiebüro GmbH (2013) (Hrsg.): Integriertes Klimaschutzkonzept. Teil 1: CO<sub>2</sub>-Bilanz 2011. Bielefeld
- [110]. Hagmann, R.; Assum, T.; Amundsen, A. H. (2011): Strøm til biler (Electricity for cars). TØI report 1160/2011. Institute of Transport Economics
- [111]. Frenzel, I.; Jarass, J.; Trommer, S.; Lenz, B. (2015): Erstnutzer von Elektrofahrzeugen in Deutschland. Nutzerprofile, Anschaffung, Fahrzeugnutzung. DLR. Berlin

## 7 Anlagen

- A1: Bevölkerungsdichte in der Stadt Remscheid
- A2: Anteil Zweistimmen für die Partei „Bündnis 90/ Die Grünen“ bei der Landtagswahl 2017
- A3: Bestand an Elektrofahrzeugen in der Stadt Remscheid
- A4: Bevölkerungs- und Elektro-Pkw-Dichten in der Stadt Remscheid
- A5: Übersichtsplan mit allen Points of Interest in der Stadt Remscheid
- A6: Bestand an Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid
- A7: Ausbauprioritäten für Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid (Prioritäten 1-3; inkl. Siedlungsfläche)
- A8: Ausbauprioritäten für Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid (Prioritäten 1-3; inkl. Bevölkerungsdichte)
- A9: Ausbauprioritäten für Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid (Prioritäten 1-3)
- A10: Ausbauprioritäten für Ladeinfrastruktur in der Stadt Remscheid (Priorität 1)
- A11: Übersichtsplan mit den 13 ausgewählten Standorte im Stadtgebiet von Remscheid
- A12: Detailplanung für 13 ausgewählte Standorte mit höchster Priorität