

Erstellung eines Elektromobilitätskonzeptes für den Landkreis Erlangen- Höchstadt und seine Gemeinden



LANDKREIS
ERLANGEN-HÖCHSTADT



Mobilitätswerk GmbH



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Projekträger:





Mobilitätswerk GmbH

LANDKREIS
ERLANGEN-HÖCHSTADT



Auftraggeber:

Landkreis Erlangen-Höchstadt
Landratsamt, Kreisentwicklung und Klimaschutz
Nägelsbachstraße 1, 91052 Erlangen

Auftragnehmer:

Mobilitätswerk GmbH
Eisenstückstraße 5, 01169 Dresden
Amtsgericht Dresden, HRB 36737
<https://www.mobilitaetswerk.de/>

Ansprechpartner:

Herr Simon Rebitzer
+49 (0) 09131/8031274
simon.rebitzer@erlangen-hoechstadt.de

Ansprechpartner:

Herr René Pessier
+49 (0) 351/27560669
r.pessier@mobilitaetswerk.de

Das vorliegende Elektromobilitätskonzept wurde im Rahmen der Förderrichtlinie „Elektromobilität vor Ort“ durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



Projektträger:



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	8
Gendererklärung	11
1 Zielstellung und Vorgehen	1
1.1 Auftaktveranstaltung	2
1.2 Beteiligung von Akteuren	2
1.3 Analysen	5
1.4 Ergebnisaufbereitung	5
2 Relevanz und Entwicklung der Elektromobilität	6
2.1 Fahrzeugabsatz	7
2.2 Praxistauglichkeit von Elektrofahrzeugen	9
2.3 Marktüberblick	10
3 AP – Identifikation und Beteiligung relevanter Akteure	16
4 AP – (Lade-)Infrastrukturkonzept und Beschreibung ausgewählter Standorte	20
4.1 Status Quo im Landkreis Erlangen-Höchstadt	21
4.1.1 Elektrofahrzeuge	21
4.1.2 Ladeinfrastruktur	21
4.2 Methodik	23
4.2.1 Elektrofahrzeuge	27
4.2.2 Ladebedarf	28
4.2.3 Notwendige Ladeleistung	33
4.2.4 Energiemengen und Netzkapazitäten	34
4.2.5 Ökobilanz	36
4.2.6 Ergebnisse	37
4.3 Kleinräumiges Standortpotential	38
4.3.1 Planungs- und Bedarfsräume	39
4.3.2 Ergebnisse	44

4.4	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	46
4.4.1	Ladeinfrastruktur in Gebäuden	46
4.4.2	Ladeinfrastruktur in Unternehmen.....	47
5	AP – Carsharing	48
5.1	Grundlagen.....	48
5.2	Potentialanalyse	53
5.3	Carsharing für Unternehmen	57
5.4	Carsharing in der Wohnungswirtschaft.....	59
6	AP – Zukunftsfähige Technologien zur Elektrifizierung des ÖPNV und Ergänzung bestehender Angebote	62
6.1	Clean Vehicles Directive (CVD) – Umsetzung noch offen	62
6.2	Projekte und Erfahrungen.....	64
6.3	Projektspezifische Analyse des Elektrifizierungspotentials.....	65
6.4	Kostenbetrachtung und Fördermöglichkeiten	68
6.5	Handlungsempfehlungen für die Politik	73
6.6	Einbindung von Bedarfsverkehren.....	74
7	AP – Intermodalität und Nutzerfreundlichkeit	78
7.1	Positive Aspekte von Mobilitätsstationen.....	78
7.2	Platzierung und Dimensionierung.....	79
7.3	Potentialanalyse	80
8	AP – Umstellung öffentlicher und privater Fuhrparklösungen	85
8.1	Methodik.....	85
8.2	Status Quo der dienstlichen Mobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt	85
8.3	Effizienz des Fuhrparks und Einsatzmöglichkeiten alternativer Antriebsarten 89	
8.3.1	Effizienz durch Pooling.....	90
8.3.2	Elektrifizierungspotentiale aus der Erhebung der Fahrprofile.....	91
8.3.3	Ökologische Wirkung.....	93
8.3.4	Handlungsempfehlungen.....	93
8.3.5	Kostenbetrachtung.....	95

8.4	Mitarbeiterbefragung zum Mobilitätsverhalten	97
8.4.1	Analyse der Arbeitswege	97
8.4.2	Abschätzung des Verlagerungspotentials.....	99
8.4.3	MIV-Reduzierung durch Verkehrsvermeidung -verlagerung	99
8.4.4	Weitere Anreize zur Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens	104
8.4.5	Potentielle Effekte der Maßnahmen auf die MIV-Reduzierung.....	106
8.4.6	Dienstliche Mobilität	107
9	AP – Marketing, Best-Practices und Modellprojekte.....	110
9.1	Best-Practices im Bereich Energie- und Verkehrswende	110
9.2	Autonomes Fahren	112
9.2.1	Grundlagen	113
9.2.2	Potentiale und Herausforderungen.....	114
9.2.3	Best-Practices und Modellprojekte	116
9.2.4	Zusammenfassung.....	117
10	AP – Potentialanalyse E-Bikes und City-Logistiklösungen	119
10.1	E-Bikes	119
10.1.1	Grundlagen	119
10.1.2	Potentialanalyse	121
10.2	E-Scooter	125
10.3	(City-)Logistiklösungen	127
10.3.1	Grundlagen	127
10.3.2	Handlungsempfehlungen.....	134
11	AP – Strategie/ Maßnahmenkatalog, Abschlussbericht und Präsentation.....	137
	Literaturverzeichnis	IX
	Anhang	XX

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektablauf	2
Abbildung 2: Treibhausgasentwicklung – CO ₂ im Verkehrssektor	6
Abbildung 3: Neuzulassungen BEV und PHEV in Deutschland	7
Abbildung 4: Marktanteil von E-Pkw (Neuzulassungen BEV und PHEV) in europäischen Ländern ..	9
Abbildung 5: Auswahl von BEV in Großserienproduktion bis 2020	12
Abbildung 6: Relevante Akteure im Bereich der Elektromobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in der nahen Umgebung.....	19
Abbildung 7: LIS und deren Erreichbarkeit im Landkreis Erlangen-Höchstadt	21
Abbildung 8: Funktionsweise des Standortmodells GISeLIS.....	23
Abbildung 9: Markthochlaufszszenarien für Elektrofahrzeuge in Deutschland sowie die drei verwendeten Szenarien	23
Abbildung 10: Anteil der E-Pkw am gesamten Pkw-Bestand in Deutschland	25
Abbildung 11: Differenzierung der Ladeorte nach Zugänglichkeit.....	27
Abbildung 12: Prognostizierte Anzahl der E-Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario).....	28
Abbildung 13: Prognostizierte Anzahl täglicher Ladevorgänge im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario).....	29
Abbildung 14: Wichtigste Pendlerströme im Landkreis Erlangen-Höchstadt.....	31
Abbildung 15: Touristische Angebote und Übernachtungsmöglichkeiten im Landkreis Erlangen-Höchstadt.....	32
Abbildung 16: Maximale AC-Ladeleistung der vorhandenen BEV.....	34
Abbildung 17: Prognostizierter Strombedarf durch E-Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario).....	36
Abbildung 18: Prognostizierter Rückgang der Emissionen durch E-Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario).....	37
Abbildung 19: Standortpotential für LIS im Landkreis Erlangen-Höchstadt im Jahr 2030 (Planungsraum)	40
Abbildung 20: Standortpotential für LIS im Landkreis Erlangen-Höchstadt im Jahr 2030 (Bedarfsraum).....	41
Abbildung 21: Untersuchte Mikrostandorte im Landkreis Erlangen-Höchstadt.....	44
Abbildung 22: Tagesgang für stationsgebundenes CS unter der Woche und am Wochenende	50
Abbildung 23: Tagesgang für free-floating-CS unter der Woche und am Wochenende	51
Abbildung 24: Potentialanalyse für CS im Landkreis Erlangen-Höchstadt.....	54
Abbildung 25: Mögliche Effekte der Flächeneinsparung durch CS.....	60

Abbildung 26: Mindestbeschaffungsvorgaben für Deutschland der CVD	63
Abbildung 27: Darstellung der Batterieendkapazität ausgewählter Umläufe mit und ohne Zwischenladung.....	67
Abbildung 28: Mobilitätsstation am Pirnaischen Platz in Dresden.....	80
Abbildung 29: Modellvorgehen Standortanalyse	81
Abbildung 30: Standortpotential für Mobilitätsstationen im Landkreis Erlangen-Höchstadt	82
Abbildung 31: Fuhrparkstandorte des Landkreises Erlangen-Höchstadt.....	86
Abbildung 32: Häufigkeit der gefahrenen Strecken der Dienstfahrzeuge.....	89
Abbildung 33: Ergebnis der Effizienzanalyse.....	91
Abbildung 34: Übersicht der zu verlagernden Fahrten	91
Abbildung 35: Elektrifizierungspotential.....	92
Abbildung 36: Ökologische Bilanz pro Jahr	93
Abbildung 37: Empfohlene Umstellung des Fuhrparks auf alternative Antriebe.....	95
Abbildung 38: Kostenstruktur Elektrifizierung nach Einsparung durch Poolzusammenlegung (Leasing).....	96
Abbildung 39: Entfernung zwischen Wohn- und Arbeitsort der Beschäftigten.....	97
Abbildung 40: Bewertung der Verkehrsanbindung des Arbeitsortes	98
Abbildung 41: Modal Split der Arbeitswege.....	98
Abbildung 42: Bewertung der Angebote zur Förderung von Fahrgemeinschaften	100
Abbildung 43: Bewertung der Angebote zur Förderung des Radverkehrs	102
Abbildung 44: Bewertung der Angebote zur Förderung des ÖPNV	103
Abbildung 45: Bewertung der Angebote zur Förderung der Elektromobilität.....	104
Abbildung 46: Veränderung des Modal Splits vor und nach der Maßnahmendurchführung	107
Abbildung 47: Modal Split der dienstlichen Wege	108
Abbildung 48: Absatz von E-Bikes in Deutschland (2009 bis 1. Halbjahr 2020)	120
Abbildung 49: Potentialanalyse für E-Bikes im Landkreis Erlangen-Höchstadt.....	124
Abbildung 50: Verkehrszusatzzeichen "Elektrokleinstfahrzeuge frei"	125

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Altersverteilung der Teilnehmenden.....	4
Tabelle 2: Wohnort der Teilnehmenden	4
Tabelle 1: Übersicht der meistverkauften E-Pkw in Deutschland (Januar bis Juli 2020).....	11
Tabelle 2: Marktübersicht elektrischer leichter Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 t.....	13
Tabelle 3: Marktübersicht elektrischer schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5 t	14
Tabelle 4: Relevante externe Akteure	16
Tabelle 5: Vergleich zu Indikatoren der Elektromobilität.....	22
Tabelle 6: Rahmenbedingungen und Auswirkungen auf den Markthochlauf der Elektromobilität in den Szenarien.....	25
Tabelle 7: Prognose der erwarteten E-Pkw (moderates Szenario	28
Tabelle 8: Prognose der erwarteten Ladevorgänge pro Tag (moderates Szenario).....	28
Tabelle 9: Zusammenfassung der Prognose für (halb-)öffentliche LIS.....	38
Tabelle 10: Übersicht der prognostizierten Planungs- und Bedarfsräume	39
Tabelle 11: Übersicht der prognostizierten Ladeorte zur Schließung der Bedarfsräume	39
Tabelle 12: Erläuterung der Ausschlusskriterien	42
Tabelle 13: Erläuterung der Bewertungskriterien	43
Tabelle 14: Bewertung der untersuchten Mikrostandorte im Landkreis Erlangen-Höchstadt.....	44
Tabelle 15: Erläuterung CS-Modelle	49
Tabelle 16: Kosten eines CS-Angebots für Anbieter	51
Tabelle 17: Kosten eines CS-Angebots für Nutzer für unterschiedliche Anbieter und Tarife.....	52
Tabelle 18: CS-Angebot für Beschäftigte	58
Tabelle 19: Ausgewählte Projekte und Erfahrungen bezüglich der Elektrifizierung im ÖPNV.....	64
Tabelle 20: Verwendete Parameter und Annahmen der Umlaufanalyse	65
Tabelle 21: Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von E-Bussen des BMU.....	69
Tabelle 22: Kostenbetrachtung bei der Transformation zu Batteriebussen unter Berücksichtigung des 80 %-Förderszenarios	70
Tabelle 23: Schätzung der Betriebskosten und der daraus resultierenden Vorteile von Elektrobussen gegenüber Dieselnbussen	72
Tabelle 25: Vor- und Nachteile von Bedarfsverkehrsangeboten	77
Tabelle 26: Potentielle Mobilitätsstationen mit jeweiliger Kategorisierung.....	83
Tabelle 27: Verteilung der Fahrzeuge auf die Ämter	86

Tabelle 28: Antriebs- und Beschaffungsart der Flotte nach Fahrzeugklasse.....	87
Tabelle 29: Anzahl der Fahrzeuge und durchschnittliche Jahreslaufleistung je Einheit und Fahrzeugklasse.....	88
Tabelle 30: Übersicht der gebildeten Pools.....	90
Tabelle 31: Reichweitenszenarien	92
Tabelle 32: Empfohlene Auslegung von Diensträdern.....	94
Tabelle 33: Wirkungsabschätzung der Verkehrsalternativen und Maßnahmen.....	106
Tabelle 34: Automatisierungsstufen des autonomen Fahrens	113
Tabelle 35: Best-Practices und Modellprojekte im Bereich autonomes Fahren.....	116
Tabelle 36: Arten von Elektrofahrrädern im Vergleich	119
Tabelle 37: Anbieter des E-Scooter-Sharings in Deutschland im Vergleich	127
Tabelle 38: Leitfragen zur Entwicklung eines lokalen Lieferangebots	134

Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V.
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V.
AfA	Abschreibung für Abnutzung
ARGE	Arbeitsgemeinschaft Fürther Baugenossenschaften GmbH
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
BayBO	Bayrische Bauordnung
BayStrWG	Bayrisches Straßen- und Wegegesetz
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BEV	Battery Electric Vehicle (batterieelektrisches Fahrzeug)
BIEK	Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V.
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BVL	Bundesvereinigung Logistik
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CS	Carsharing
CsgG	Carsharinggesetz
CVD	Clean Vehicles Directive
DB	Deutsche Bahn
DC	Direct Current (Gleichstrom)
DVB	Dresdner Verkehrsbetriebe
EAFO	European Alternative Fuels Observatory
ebd.	Ebenda
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
eKFV	Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung
EmoG	Elektromobilitätsgesetz
ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
EU	Europäische Union
e. V.	Eingetragener Verein
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
g	Gramm
GEIG	Gesetz zum Aufbau von Lade- und Leitungsinfrastruktur für Elektromobilität in Gebäuden
IHK	Industrie- und Handelskammer
IWU	Institut Wohnen und Umwelt GmbH

HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs
KBA	Kraftfahrtbundesamt
KEP	Kurier-Express-Paket-Dienst
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
KraftStG	Kraftfahrzeugsteuergesetz
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
LIS	Ladeinfrastruktur
Lkw	Lastkraftwagen
LSV	Ladesäulenverordnung
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NMIV	Nichtmotorisierter Individualverkehr
NOW GmbH	Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
ÖDA	Öffentlicher Dienstleistungsauftrag
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖPV	Öffentlicher Personenverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
P+R	Park and Ride (Pendlerparkplatz zum Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel)
Pedelec	Pedal Electric Cycle
PHEV	Plug-in-Hybrid
Pkw	Personenkraftwagen
Pol	Point of Interest
PoS	Point of Sale
Ptj	Projekträger Jülich
PV	Photovoltaik
PwC	PricewaterhouseCoopers
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
StBA	Statistisches Bundesamt
StVG	Straßenverkehrsgesetz
SUV	Sport Utility Vehicle
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
t	Tonne
THG	Treibhausgas

TÜV	Technischer Überwachungsverein
UBA	Umweltbundesamt
UVG	Uckermärkische Verkehrsgesellschaft mbH
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VGN	Verkehrsverbund Großraum Nürnberg
VW	Volkswagen
WAP	Wireless Application Protocol
WEG	Wohnungseigentumsgesetz
WLTP	Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure
ZIV	Zweirad-Industrie-Verband

Gendererklärung

Zur besseren Lesbarkeit wird im vorliegenden Elektromobilitätskonzept auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Es wird das generische Maskulinum verwendet, wobei alle Geschlechter gleichermaßen gemeint sind.

1 Zielstellung und Vorgehen

In diesem einleitenden Kapitel werden die Zielstellungen, die das vorliegende Elektromobilitätskonzept verfolgt, veranschaulicht. Es wird aufgezeigt, wie im Rahmen der Projektbearbeitung vorgegangen wurde und welche Akteure hierbei einbezogen wurden.

Aufgrund aktueller Fragestellungen um Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) und Flächenversiegelung kommt nachhaltiger Mobilität und damit auch der Elektromobilität eine große Bedeutung zu. Der Landkreis Erlangen-Höchstadt liegt in der Europäischen Metropolregion Nürnberg und ist Sitz vieler weltweit agierender Großunternehmen. Die Arbeitslosenquote liegt mit 2,5 % weit unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 6 %.¹ Zugleich ist der Landkreis durch seine Lage in der Metropolregion stark von sich schnell wandelnden Mobilitätsanforderungen und -angeboten betroffen. Als Teil des Wirtschaftsmotors der Region Mittelfranken will er sich dieser Herausforderung stellen. Um für zukünftige Planungen einen strategischen Rahmen zu setzen und ganzheitlich nachhaltige Ansätze zu verfolgen, wurde neben einem Integrierten Klimaschutzkonzept (2012) das hier vorliegende Elektromobilitätskonzept in Auftrag gegeben. Damit soll das Handlungsfeld „Mobilität“ des Integrierten Klimaschutzkonzeptes verstärkt umgesetzt werden. Es besteht Handlungsbedarf, da der Verkehrssektor mit einem Anteil von 36 % maßgeblich an den CO₂-Emissionen des Landkreises beteiligt ist. Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wird die Zielstellung verfolgt, die CO₂-Emissionen bis 2030 um 55 % gegenüber 2010 zu reduzieren. Dies soll insbesondere durch die Vermeidung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) erreicht werden.

Elektrische Antriebe werden sich im kommenden Jahrzehnt sukzessive zur dominierenden Antriebsart für Fahrzeuge entwickeln. In Hinblick auf die aktuellen Herausforderungen, die sich aufgrund der Emissionsbelastungen im Landkreis Erlangen-Höchstadt ergeben, hat Elektromobilität ein hohes Potential für eine deutliche Reduzierung der lokalen CO₂-Emissionen und NO₂-Immissionen – insbesondere, wenn dabei die Potentiale erneuerbarer Energien (v. a. Solar- und Windenergie) ausgeschöpft werden. Gleichzeitig ist dies mit einer Steigerung der lokalen Wertschöpfung und einem geringeren Verlust der Kaufkraft verbunden, da Mobilität durch die Nutzung lokaler Energiequellen möglich gemacht wird. Der Markthochlauf der Elektrofahrzeuge und deren Verbreitung hängt dabei in hohem Maße von den vorhandenen Rahmenbedingungen ab.

Der Bedarf nach einer fundierten Grundlage für nachhaltige Mobilität, welche die Elektromobilität und die entsprechende Ladeinfrastruktur (LIS) als relevante Bausteine ansieht, ging in dem Landkreis aus dem 2012 beschlossenen Klimaschutzkonzept hervor. Um den hohen Emissionsbelastungen entgegenzuwirken, wird nun der Ausbau der Elektromobilität im Kreisgebiet fokussiert. Dabei gilt es, zukunftsorientiert zu planen, um den künftigen Mobilitätsanforderungen gerecht zu werden. Relevant sind hierbei u. a. Fragen der Dimensionierung von LIS bzw. von Vorkehrungen für eine spätere Aufrüstung sowie der perspektivischen Elektrifizierung von Fuhrparkfahrzeugen des Landkreises und der Unternehmen in Erlangen-Höchstadt. Gleichzeitig ist dies aber auch eine Chance, um der Bevölkerung und den Beschäftigten des Landkreises Mobilitätsalternativen aufzuzeigen und ein Umdenken anzustoßen.

Die Elektrifizierung des MIV, des ÖPNV sowie der kommunalen und dienstlichen Flotten wird unter Berücksichtigung des politischen Willens und der damit verbundenen ökologischen Wirkung eine immer wichtigere Rolle spielen. Die Potentiale, die eine Elektrifizierung im Verkehr bietet, können jedoch nur dann voll entfaltet werden, wenn die entsprechenden Rahmenbedingungen für diesen Prozess im Vorfeld gesetzt und die Entwicklungen diesbezüglich sinnvoll gesteuert werden. Das

¹ Stand: Oktober 2020, vgl. Bundesagentur für Arbeit 2020

vordergründige Ziel der Konzepterstellung ist es daher, den Landkreis Erlangen-Höchstadt und seine Städte und Gemeinden auf die zukünftigen Herausforderungen und Chancen bezüglich der sich verändernden Mobilität vorzubereiten, vorteilhafte Rahmenbedingungen für den Markthochlauf der Elektromobilität zu schaffen und sich damit den Bedarfen vor Ort adäquat zu stellen. Der Landkreis besitzt entscheidende Möglichkeiten, die Attraktivität der Elektromobilität schon jetzt zu erhöhen und damit die Verbreitung der Elektrofahrzeuge frühzeitig zu fördern.

Eine Skizze zum Projektverlauf und zu den relevanten Etappen ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Projektbearbeitung erfolgte im Zeitraum von November 2019 bis März 2021.

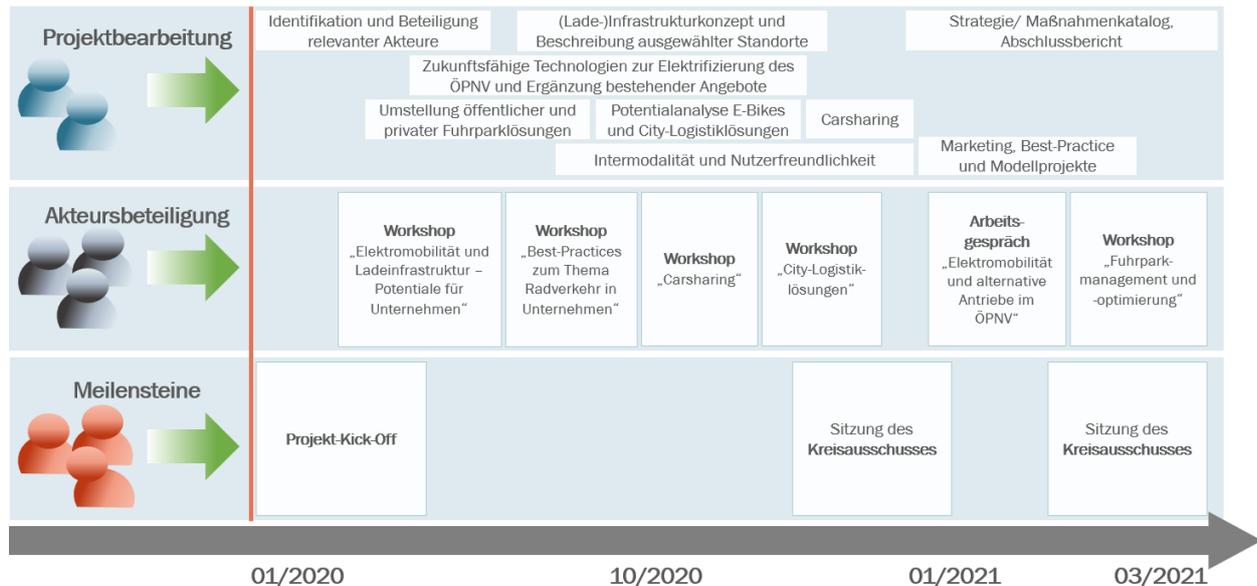


Abbildung 1: Projektablauf

1.1 Auftaktveranstaltung

In einer Auftaktveranstaltung mit Vertreterinnen und Vertretern des Landratsamtes Erlangen-Höchstadt und dem Projektteam der Mobilitätswerk GmbH wurden am 09.01.2020 die Ziele und Anforderungen sowie wesentliche Meilensteine des Projektes und benötigte Daten abgestimmt.

1.2 Beteiligung von Akteuren

Während der Projektbearbeitung wurden interne Akteure des Landkreises Erlangen-Höchstadt sowie externe **regionale und kommunale Akteure** eingebunden. Dies erfolgte durch verschiedene Formate. Viele Absprachen fanden mit einzelnen Akteuren auf Arbeitsebene statt. Vor allem mit den internen Akteuren sowie regionalen und lokalen Unternehmen konnten in mehrfachen Gesprächen Rückfragen zu Aktivitäten und Bestrebungen sowie zur Konzepterstellung geklärt werden. Termine auf Arbeitsebene zum Austausch über Zwischenergebnisse fanden insbesondere via Video- bzw. Telefonkonferenzen statt.

Folgende Veranstaltungen wurden zu den einzelnen Schwerpunktthemen veranstaltet:

- a) Workshop „Elektromobilität und Ladeinfrastruktur – Potentiale für Unternehmen“ – 27.05.2020
 - Zielgruppe: Unternehmen des Landkreises
 - Inhalte:



- Impulsvortrag zu Elektromobilität
- Mitarbeiter- und Kundenladen
- Neubauprojekte und Ladeinfrastruktur-Auslegung
- Interaktiver Austausch und Netzwerkbildung
- b) Workshop „Best-Practices zum Thema Radverkehr in Unternehmen“ – 06.07.2020
 - Zielgruppe: IHK, Unternehmen des Landkreises, kommunale Vertreter
 - Inhalte:
 - Ziele und Bestrebungen des Landkreises
 - Radverkehrskonzept
 - Maßnahmen inklusive betrieblichem Mobilitätsmanagement
 - Praxisbericht: Vorstellung von Unternehmen
- c) Sitzung des Kreisausschusses – 26.10.2020
 - Zielgruppe: Politiker
 - Inhalte:
 - Vorstellung der Projekthinhalte und der vorläufigen Ergebnisse
- d) Workshop „Carsharing“ – 26.11.2020
 - Zielgruppe: CarSharing Erlangen e. V., kommunale Vertreter
 - Inhalte:
 - Status Quo und CS-Potential im Landkreis Erlangen-Höchstadt
 - Relevante Parameter für CS (Modelle, Anbieter, Nutzergruppen, Nutzung, Auslastung, Kostenstrukturen)
 - Einführungsstrategien und Unterstützung aus Gemeindesicht
- e) Workshop „City-Logistiklösungen“ – 26.11.2020
 - Zielgruppe: Unternehmen des Landkreises, kommunale Vertreter
 - Inhalte:
 - Aktuelle Herausforderungen bei der Belieferung
 - Best-Practice-Ansätze für eine emissionsärmere Belieferung
 - Ansätze für lokale Händler und Gemeinden
- f) Arbeitsgespräch „Elektromobilität und alternative Antriebe im ÖPNV“ – 07.01.2021
 - Zielgruppe: ÖPNV-Verantwortliche
 - Inhalte:
 - Diskussion der Ergebnisse der Elektrifizierungsstrategie
- g) Workshop „Fuhrparkmanagement und Fuhrparkoptimierung – 21.01.2021“
 - Zielgruppe: Fuhrparkverantwortliche
 - Inhalte:
 - Diskussion der Ergebnisse der Fuhrparkanalyse
 - Vorstellung der Ergebnisse der Mitarbeiterbefragung
- h) Sitzung des Kreisausschusses – 15.03.2021
 - Zielgruppe: Politiker
 - Inhalte:
 - Vorstellung der Projektergebnisse

Die jeweiligen Nachbereitungen der Termine wurden dem Auftraggeber separat zur Verfügung gestellt und auch mit den beteiligten Akteuren geteilt.

Auch die **Bevölkerung** des Landkreises Erlangen-Höchstadt wurde in die Projektbearbeitung mit einbezogen und mittels einer kartenbasierten Online-Umfrage zu ihren Mobilitätsbedürfnissen befragt. Die Bürgerinnen und Bürger sollten angeben, auf welchen Strecken bzw. an welchen Stellen sie sich Verbesserungen hinsichtlich des Beförderungsangebotes und der bestehenden Infrastruktur wünschen und wie sie ein verbessertes Angebot nutzen würden. Zudem konnten Standortvorschläge für verschiedene Mobilitätsangebote, wie z. B. Sharingangebote und P+R-Anlagen, gemacht werden.

Die Befragung lief vom 20.07. bis zum 13.09.2020. Insgesamt haben 434 Personen an der Umfrage teilgenommen und ihre Wünsche und Impulse angegeben. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Altersverteilung sowie den Wohnort der Teilnehmenden.

Table 1: Altersverteilung der Teilnehmenden

Altersgruppe	Anteil
Unter 18 Jahre	3 %
18-35 Jahre	22 %
36-55 Jahre	44 %
56-75 Jahre	30 %
Über 75 Jahre	1 %

Table 2: Wohnort der Teilnehmenden

Wohnort	Anteil	Wohnort	Anteil	Wohnort	Anteil
Adelshof	6 %	Markt Eckental	7 %	Oberreichenbach	1 %
Aurachtal	1 %	Markt Heroldsberg	3,5 %	Röttenbach	9 %
Bubenreuth	3,5 %	Markt Lonnerstadt	0,5 %	Spardorf	2 %
Buckenhof	4 %	Markt Mühlhausen	1 %	Stadt Baiersdorf	4 %
Gremsdorf	1 %	Markt Vestenbergsreuth	1 %	Stadt Herzogenaurach	17 %
Großenseebach	2 %	Markt Wachenroth	0,5 %	Stadt Höchststadt an der Aisch	7 %
Hemhofen	2 %	Markt Weisendorf	3 %	Uttenreuth	6 %
Heßdorf	3 %	Marloffstein	0,5 %	Anderer	3 %
Kalchreuth	1 %	Möhrendorf	3 %	Außerhalb des Landkreises	8 %

Die konkreten, standortbezogenen Ergebnisse der Befragung hinsichtlich eines verbesserten Angebotes und einer verbesserten Verkehrsinfrastruktur sowie alternativer Mobilitätsangebote (z. B. Bikesharing, Carsharing) sind online unter folgendem Link einsehbar:

https://giselis.shinyapps.io/erlangen_umfrage/

1.3 Analysen

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden verschiedene Analysen durchgeführt. Dabei kamen die Software-Produkte der Mobilitätswerk GmbH zum Einsatz. Im Folgenden werden diese kurz vorgestellt, auf das genaue Vorgehen zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitsschwerpunkte wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

- *G/SeLIS* – Ladeinfrastrukturanalyse
 - Prognose von Elektrofahrzeugen und Ladebedarfen auf Gemeindeebene, differenziert nach Ladeleistung (AC/ DC) und Art des Ladens (Privatladen/ Arbeitgeberladen/ Anwohnerladen/ (halb-)öffentliches Laden/ Schnellladen)
 - Prognose von Ladebedarfen für 100 x 100 m-Raster und Ableitung von Standortempfehlungen für den weiteren Ausbau der (halb-)öffentlichen LIS auf Gemeindeebene
 - Strombedarfsprognose auf Gemeindeebene
- *eOptiFlott* – Fuhrparkoptimierung und Elektrifizierungspotential
 - Fuhrparkanalyse für die Fahrzeuge der Landkreisverwaltung
 - Ermittlung von Einspar- und Optimierungspotentialen der Fuhrparkfahrzeuge unter Berücksichtigung der Nutzung von Privat-Pkw-Fahrten sowie Carsharing-Fahrzeugen zu dienstlichen Zwecken
- *eOptiFlottgo* – Fuhrparkoptimierung und Elektrifizierungspotential
 - Vermeidung der Fahrtenbuchdigitalisierung durch Livedatenerfassung
 - Analysespektrum von eOptiFlott erweitert sich durch Einbeziehung von potentiellen Ladeorten im Feld durch GPS-Datenerfassung und Mobilitätstagebuch
- *eBus-ChargeOptimizer* – Analyse zur Buselektrifizierung
 - Linienanalyse der zu betrachtenden Umlaufpläne hinsichtlich Elektrifizierungspotential

1.4 Ergebnisaufbereitung

Alle Teilergebnisse wurden durch das Projektteam in der vorliegenden Berichtsform aufbereitet und als vollständiger Ergebnisbericht übergeben. Weiterhin bestehen einzelne Dokumente als separate Teilergebnisse des Konzeptes, welche dem Auftraggeber übergeben wurden:

- Pendleranalyse für die Gemeinde Bubenreuth
- Sechs Steckbriefe der Vor-Ort-Begehungen für potentielle LIS-Standorte
- LIS-Kurzfassung als Factsheet je Kommune
- Georeferenzierte Daten der LIS-Prognose in Form einer WebGIS-Karte: <https://tinyurl.com/webgis-erlangen-hoechstadt>
- Georeferenzierte Daten der Potentialanalyse für Mobilitätsstationen in Form einer WebGIS-Karte: <https://giselis.carto.com/builder/15e556e1-fbad-4cd0-9322-95153bfcd401/embed>
- Georeferenzierte Daten der Bürgerbefragung in Form einer WebGIS-Karte: https://giselis.shinyapps.io/erlangen_umfrage/
- Beispielhafte Erklärung zur Funktionsweise der WebGIS-Karten

2 Relevanz und Entwicklung der Elektromobilität

Im vorliegenden Kapitel wird die Relevanz der Elektromobilität als Antriebstechnologie verdeutlicht und wichtige Entwicklungen in diesem Bereich werden vorgestellt. In diesem Zusammenhang wird im Anschluss an einen Überblick zum Absatz von Elektrofahrzeugen in den letzten Jahren (vgl. Kapitel 2.1) die Praxistauglichkeit von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (vgl. Kapitel 2.2) beurteilt. Ein Überblick über aktuell und künftig am Markt verfügbare Modelle (vgl. Kapitel 2.3) schließt das Kapitel ab.

Der CO₂-Ausstoß im Verkehrssektor lag 2018 bei 164 Mio. t und 2019 bei 163,5 Mio. t CO₂. Im Vergleich zum Basisjahr 1990 (163 Mio. t CO₂ pro Jahr) entspricht dies einer Steigerung von 0,31 % (vgl. Abbildung 2). Damit hat der Verkehrssektor bisher keine Einsparungen beigesteuert, obwohl die Emissionen zwischen 2000 und 2010 reduziert werden konnten. Dies ist u. a. auf neue effizientere Motoren und weitere Verbesserungen der Automobiltechnologie zurückzuführen. Die steigenden Emissionen seit 2010 sind auf höhere Fahrleistungen zurückzuführen. Diese Entwicklung zeigt sich auch im Landkreis Erlangen-Höchstadt mit einem Anstieg des Motorisierungsgrades von 600 Pkw pro 1 000 Einwohnern im Jahr 2010 auf 670 Pkw pro 1 000 Einwohnern im Jahr 2019.

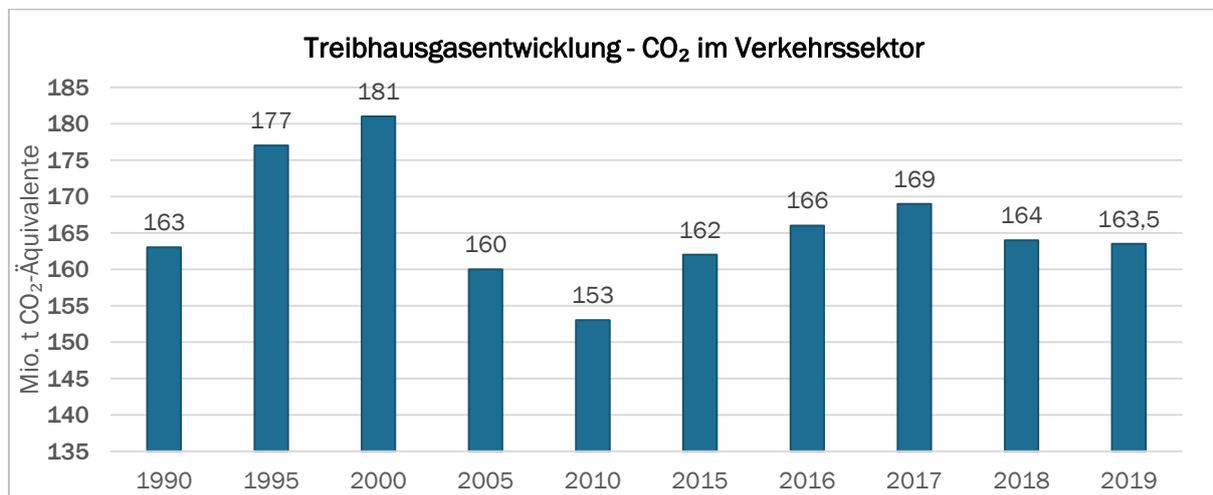


Abbildung 2: Treibhausgasentwicklung – CO₂ im Verkehrssektor²

Die weiteren Minderungsziele des Klimaschutzplans 2050 von mindestens 55 % bis 2030 bzw. 80 bis 95 % bis 2050 im Vergleich zu 1990 bestehen trotzdem unverändert fort. Der Klimaschutzplan wird regelmäßig alle fünf Jahre fortgeschrieben, um die darin festgelegten Zwischenziele und entsprechenden Maßnahmen kontinuierlich zu überprüfen.³ Der Verkehrssektor mit einem Anteil von rund 18 % an den aktuellen THG-Emissionen muss dazu zwingend einen Beitrag leisten. Nur durch tiefgreifende Eingriffe können relevante Emissionseinsparungen im Verkehrssektor erreicht werden. Neben der Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -optimierung sowie ökonomischen Maßnahmen stellt die Emissionsminderung durch Elektromobilität eine wirksame Maßnahme dar.

Seit Anfang des Jahres 2020 schreibt die Europäische Union (EU) durch die Verordnungen Europäische Union VO (EG) Nr. 443/2009 und VO (EU) Nr. 510/2011 einen Höchstwert für den Ausstoß von CO₂ von 95 g je km Fahrleistung vor, den die Automobilhersteller bei Neuwagen bis zum Jahr

² Vgl. UBA 2019

³ Vgl. ebd



2021 einhalten müssen. 2019 stießen Neuwagen in der EU im Schnitt 108 g CO₂ je km Fahrleistung aus und überstiegen damit deutlich diesen Grenzwert. Da ab 2021 für jedes ausgestoßene g CO₂ über dem Grenzwert eine Strafe von 95 € für jeden verkauften Pkw fällig wird, sind die Automobilhersteller bemüht, dies u. a. durch den Einsatz alternativer Antriebe zu vermeiden. Da die EU den Grenzwert bis 2030 schrittweise weiter auf 59 g senkt, würde die Höhe der Strafzahlungen verhältnismäßig stark ansteigen.⁴ Durch die EU-Richtlinie sind Automobilhersteller dazu gezwungen, mehr emissionsarme Fahrzeuge auf den Markt zu bringen. Der notwendige Absatz von Elektrofahrzeugen wird durch attraktive Angebote der Hersteller auf dem Markt erreicht werden.

2.1 Fahrzeugabsatz

Im Jahr 2011 erreichten die Neuzulassungen rein batterieelektrisch betriebener Fahrzeuge (BEV) mit 1 828 erstmals eine nennenswerte Größenordnung. Mitte 2013 erschienen neue Fahrzeugmodelle, wie der Tesla Model S und der Renault Zoe (1. Generation), die zu einem Anstieg der BEV-Neuzulassungen auf 5 464 führten. Der Anteil der Elektrofahrzeuge an den Neuzulassungen aller Pkw von fast 3 Mio. pro Jahr lag damit weit unter 1 %. Trotz eines seitdem fast kontinuierlichen Anstiegs der Zulassungen an batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen fallen die Anteile noch vergleichsweise gering aus (vgl. Abbildung 3). Seit 2011 steigen die Zulassungszahlen von Plug-in-Hybriden (PHEV) kontinuierlich an und überschritten 2016 erstmals die Zahl der neu zugelassenen BEV. Der hohe Anteil ist auf ein deutlich größeres Angebot im Vergleich zu BEV zurückzuführen. PHEV bieten vor allem in größeren, schweren Fahrzeugklassen deutlich höhere Einsparungseffekte. Dies spiegelt sich in einem durchschnittlich höheren Gesamtfahrzeuggewicht von knapp 24 % gegenüber dem Mittel aller zugelassenen Pkw wieder. Der Elektroantrieb erhöht das Gewicht meist nur um 80 bis 160 kg gegenüber einem vergleichbaren Verbrennerfahrzeug.

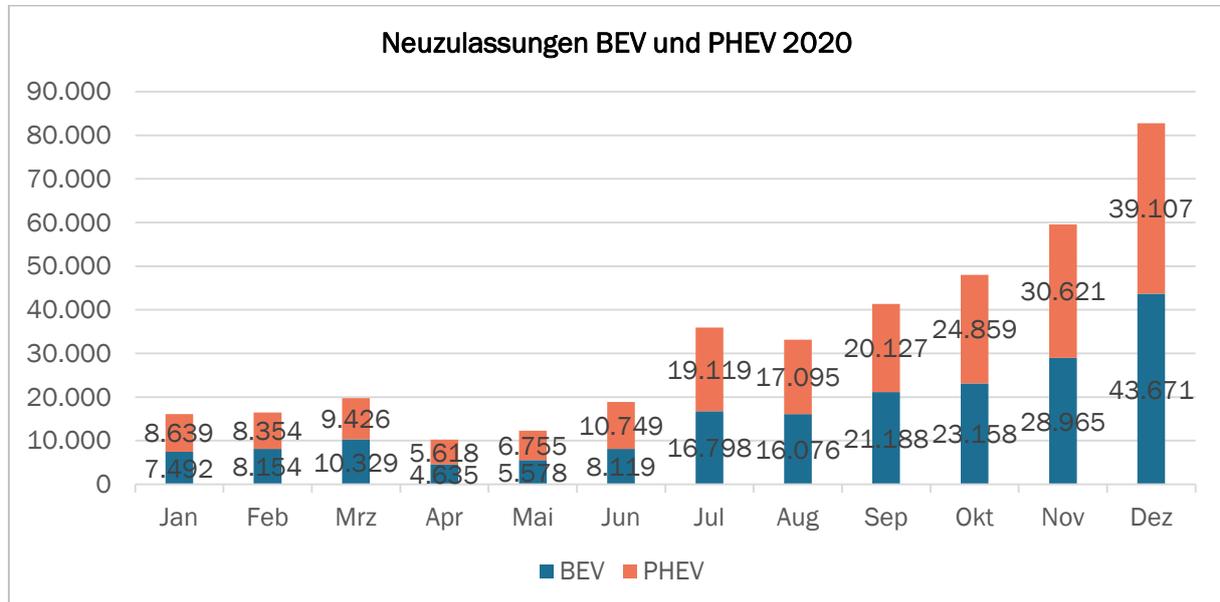


Abbildung 3: Neuzulassungen BEV und PHEV in Deutschland⁵

⁴ Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011

⁵ Im April und Mai 2020 wurde bedingt durch die COVID-19-Pandemie ein starker Rückgang der BEV- und PHEV-Neuzulassungen verzeichnet. Seit August 2020 steigen die Zahlen aufgrund der hohen Förderungen seitens des Bundes und der Länder kontinuierlich an. Vgl. EAFO 2020 und KBA 2020, Stand: Januar 2021

Aufgrund der geringeren kombinierten Verbrauchswerte zur Erreichung der Vorgaben des Flottenverbrauchs des gesetzlichen Verbrauchszyklus sind PHEV für die Fahrzeughersteller attraktiv. Die Gesetzgebung sieht für das Prüfverfahren eine Neubewertung der Gewichtung vor, sobald eine breitere Datenbasis zu Fahrmustern bei PHEV vorliegt. Da die Realwerte entscheidend vom Anteil der elektrisch zurückgelegten Fahranteile abhängen, ergeben sich bei nicht passenden Fahrprofilen erhebliche Abweichungen. Langfristig sind daher regulatorische Änderungen zu erwarten, die zu einer geringeren Attraktivität der PHEV aus Herstellersicht führen werden.

Im Jahr 2020 wurden in Deutschland 194 163 BEV und 200 469 PHEV neu zugelassen. Dies entspricht einem Anteil von 6,9 % bzw. 6,7 % an allen Pkw-Neuzulassungen. Damit wird derzeit eine ausreichende Menge an Elektrofahrzeugen zugelassen, um die aktuellen Vorgaben der Flottenverbräuche theoretisch erfüllen zu können. Da die Hersteller verschiedene Strategien verfolgen, gilt dies für jeden Hersteller individuell.

Zudem wurde 2020 der Umweltbonus für BEV und PHEV deutlich erhöht (Innovationsprämie). Für Fahrzeuge mit einem Nettolistenpreis bis zu 40 000 € gelten folgende Förderhöhen:

- Bundesanteil von 6 000 € (BEV) bzw. 4 500 € (PHEV)
- Herstelleranteil von mindestens 3 000 € (BEV) bzw. 2 250 € (PHEV)

Damit ergeben sich Mindestförderbeträge von 9 000 € (BEV) bzw. 6 750 € (PHEV). Bei Fahrzeugen mit höherem Nettolistenpreis reduzieren sich diese um jeweils 20 %. Die erhöhte Prämie gilt bis zum Ende des Jahres 2025.⁶ Bei gleichbleibenden Zulassungszahlen ist allerdings mit einer Ausschöpfung bis Ende 2021 zu rechnen.

Deutschland lag 2019 mit einem E-Pkw-Anteil von 2,9 % an allen Pkw-Neuzulassungen im Vergleich zu den führenden europäischen E-Pkw-Nationen zurück.⁷ Auch 2020 weist Deutschland im Vergleich einen geringen E-Pkw-Anteil auf (vgl. Abbildung 4). Die Rahmenbedingungen bezüglich der Förderung der Elektromobilität sind in anderen Ländern deutlich attraktiver.

⁶ Vgl. Bundesregierung 2019

⁷ Vgl. PwC 2020

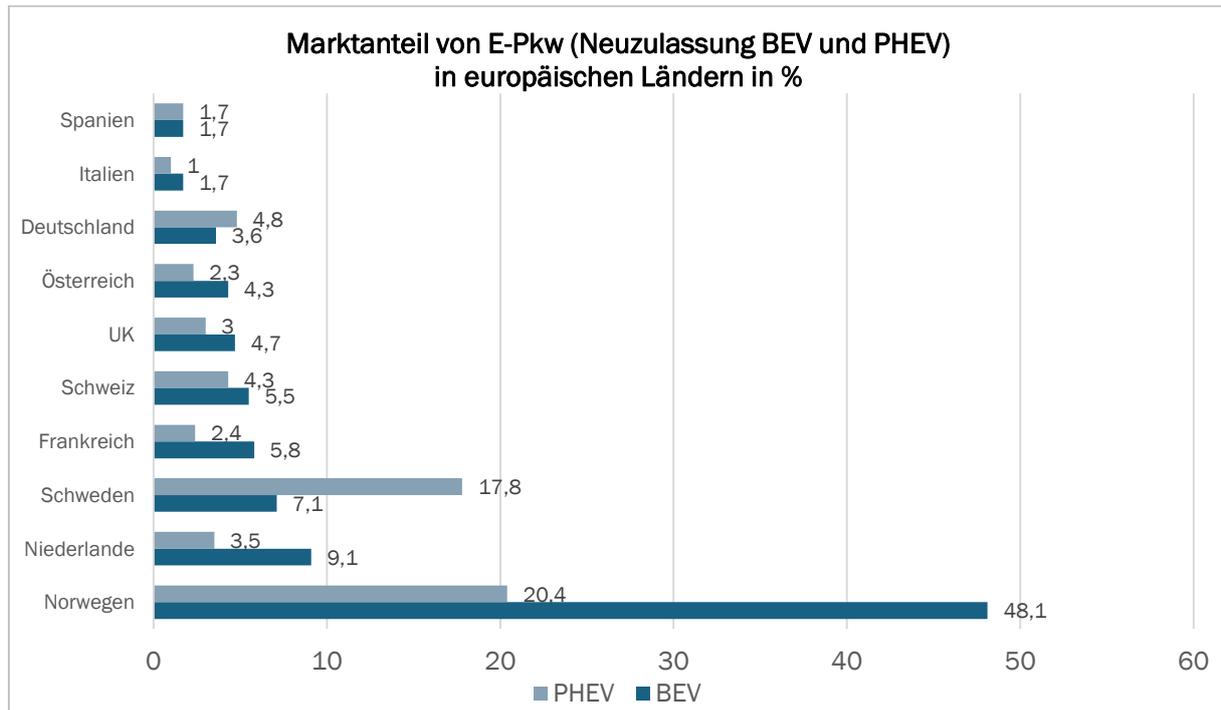


Abbildung 4: Marktanteil von E-Pkw (Neuzulassungen BEV und PHEV) in europäischen Ländern⁸

2.2 Praxistauglichkeit von Elektrofahrzeugen

E-Pkw werden in der öffentlichen Diskussion teilweise als nicht praxistauglich und ungeeignet eingeordnet. Dies basiert verständlicherweise auf den Gewohnheiten und Erfahrungen der Personen mit konventionellen Fahrzeugen. Die über ein Jahrhundert gewachsene Infrastruktur mit konventionellen Fahrzeugen und zugehörigen Unternehmen muss im Elektromobilitätsbereich erst aufgebaut und Nutzungserfahrungen gesammelt werden. E-Pkw sind in der Serienproduktion und können die praktischen Anforderungen an Mobilität erfüllen. Damit verbundene, veränderte Abläufe, wie das Laden beim Parken im Vergleich zum Tanken, erfordern eine längere Gewöhnungsphase. Hierfür müssen attraktive Rahmenbedingungen und Konditionen für Elektrofahrzeuge geschaffen werden. Der Fahrzeugpreis und die positiven Aspekte müssen denen von Verbrennern überlegen sein. Dass dies funktioniert, zeigen die Zulassungszahlen aus dem Kapitel 2.1. Fehlt dieser Anreiz für die Automobilindustrie und die Käufer, bedingt dies eine Eigenmotivation, die aktuell nicht in ausreichendem Umfang vorhanden ist. Alle Hersteller müssen vergleichbare Absätze zwischen Elektro- und konventionellen Fahrzeugen erreichen, um unabhängig von den gesetzlichen Rahmenbedingungen die notwendige preisliche Attraktivität erzielen zu können. E-Pkw sind in vielerlei Hinsicht Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren überlegen. Neben Nachhaltigkeitsaspekten ist eine deutlich höhere Effizienz und Leistungsentfaltung im Vergleich zu Fahrzeugen aller anderen Antriebsarten ein grundlegendes Merkmal. Zudem sorgt eine geringere Komplexität des Motors und des Antriebsstranges mit weniger Bauteilen für einen geringeren Wartungsaufwand. Die Möglichkeit, unabhängig von einer ökologischen Stromerzeugung (die immer gewählt werden sollte), lokal emissionsfrei zu fahren, bietet große Vorteile.

⁸ Stand: August 2020, eigene Zusammenstellung nach PwC 2020

Die Inaktivität im Bereich alternativer Antriebstechnologien, unabhängig von den potentiellen Strafzahlungen aufgrund des einzuhaltenden Flottenverbrauchs, birgt für Automobilhersteller hohe Risiken. Die Modell- und Produktionsplanung sowie Akkubestellungen sind langfristige Prozesse, die einen Vorlauf von zwei bis fünf Jahren benötigen. Volumenhersteller, die nicht rechtzeitig eine Umstellung in der Produktion vornehmen, werden auf regulatorisch beschränkten Märkten kaum noch Fahrzeuge absetzen können. Durch die Einführung der E-Pkw-Quote in China, Steuererleichterungen in Norwegen und Kaufprämien in mehreren Ländern sind erste Rahmenbedingungen gesetzt. Zudem planen fast alle Länder Vorgaben für niedrigere Flottenverbräuche, wozu E-Pkw einen wichtigen Beitrag leisten können. Einige Länder diskutieren über das Verbot von Verbrennungsmotoren. Daher werden, wie am Markt sichtbar, die Produktionskapazitäten bzw. -planungen für Elektrofahrzeuge deutlich erhöht. Es wird erwartet, dass E-Pkw zwischen 2030 und 2040 die deutliche Mehrheit der Neuzulassungen ausmachen. Namhafte Hersteller, z. B. VW, bekennen sich zur Elektromobilität und kündigen an, die Produktion von Pkw mit Verbrennungsmotoren langfristig einzustellen.

Neben der Speichertechnologie Batterie wird aktuell durch erhebliche Forschungen und Investitionen die Brennstoffzellentechnologie (Wasserstoff) vorangetrieben. Aufgrund der noch zu vollziehenden Entwicklung und der aktuell hohen Kosten wird ein relevantes Angebot am Pkw-Markt in den nächsten Jahren nicht erwartet. Insbesondere durch die erforderliche Tankinfrastruktur und den im Vergleich zum batterieelektrischen Antrieb geringen Wirkungsgrad⁹ ergeben sich Herausforderungen für die Wasserstofftechnologie. Ein Angebot erscheint vorerst in geschlossenen Kreisläufen und bspw. für Spezialfahrzeuge mit hohem Energieverbrauch und Eigengewicht wahrscheinlicher. Der Massenmarkt wird daher wahrscheinlich erst in etwa zehn Jahren adressiert werden können. Aufgrund der aktuell schon vorhandenen, angekündigten und zu erwartenden Produktionskapazitäten von Batterien sowie der hohen Forschungsausgaben ist damit zu rechnen, dass die Batterie als Speicher in den nächsten zehn bis 15 Jahren deutlich relevanter sein wird. Batterieelektrische Fahrzeuge werden auf lange Sicht, d. h. in den nächsten 20 bis 30 Jahren, den größten Anteil am Kraftfahrzeugmarkt einnehmen. Wenn batterieelektrische Fahrzeuge als Alternative zu Verbrennern schon am Markt etabliert sind, stellen sich für Brennstoffzellenfahrzeuge und deren Infrastruktur die gleichen Herausforderungen hinsichtlich der Marktdurchdringung, wie aktuell bei batterieelektrischen Fahrzeugen. Anwendungsbereiche wird es für beide Technologien geben.

Elektromobilität wird für enorme Änderungen bezüglich der Herstellerstrukturen sorgen. Neue Anbieter, Angebote und Wertschöpfungsansätze werden sich entwickeln. Sie fungiert daher als Treiber und Vorbote, bspw. auch im Hinblick auf das autonome Fahren (vgl. Kapitel 9.2). Der Durchbruch im Sinne des von der Bundesregierung herausgegebenen 1-Mio.-Ziels an zugelassenen Elektrofahrzeugen in Deutschland bis zum Jahr 2020 wird jedoch voraussichtlich erst 2022 bis 2023 erreicht werden.¹⁰

2.3 Marktüberblick

In den letzten Jahren hat sich das Angebot an BEV-Modellen deutlich erweitert.¹¹ Waren 2016 mehrheitlich Modelle dem Kleinst- und Kleinwagensegment sowie der Kompaktklasse zuzuordnen, kamen seitdem durch neue Hersteller E-Pkw-Modelle in den Klassen Van und Crossover BEV dazu.

⁹ Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellenfahrzeugen beträgt etwa 50 % und unterscheidet sich damit geringfügig von dem der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren mit 25-30 % (Ottomotor) bzw. 35-45 % (Dieselmotor). Elektromotoren haben einen Wirkungsgrad von ca. 90 %.

¹⁰ Vgl. NPE 2018

¹¹ PHEV werden nicht näher betrachtet, da diese in ausreichender Bandbreite auf dem Markt verfügbar sind.

Auch in der Oberklasse sind mittlerweile mehrere Modelle verschiedener Hersteller verfügbar. Im Bereich der Transporter sind deutlich weniger Modelle als im Pkw-Bereich verfügbar. Hier existieren viele kleine Anbieter, die Umbauten vornehmen oder Kleinserien anbieten. Mittlerweile sind nahezu 40 Modelle deutscher Unternehmen auf dem Markt.¹² Die zunehmende Modellvielfalt führt zu mehr potentiellen Käufern. Alle Fahrzeugklassen mit relevantem Absatzvolumen sind vertreten, nur noch wenige Segmente sind nicht mit Elektrofahrzeugen abgedeckt. Neben den etwa 40 bis 60 % höheren Preisen im Vergleich zu ähnlichen Verbrennern stellen die tatsächliche Marktverfügbarkeit und die langen Lieferzeiten der Elektrofahrzeuge eine Herausforderung dar. Die nachfolgende Tabelle zeigt die von Januar bis Juli 2020 am häufigsten zugelassenen E-Pkw mit der jetzt zu erwartenden Lieferzeit. Die Lieferzeiten schwanken meist zwischen drei und zwölf Monaten.

Tabelle 3: Übersicht der meistverkauften E-Pkw in Deutschland (Januar bis Juli 2020)

Modell	Zulassungszahlen 2020 (Januar bis Juli)	Ladeleistung und -dauer			Reichweite (in km)	Batteriekapazität (in kWh)	Lieferzeiten (in Monaten)	Preis (in €, brutto)	Anzahl Sitzplätze
		3,7 kW	22 kW	50 kW					
VW e-Golf	9 953	6,2 h	6,2 h	-	230	35,8	5-6	31 900	5
Renault Zoe II	9 917	14,97 h	2,25 h	1,08 h	390	41	3-5	21 900	4
Tesla Model 3	4 521	30,0 h	6,0 h	0,4 h	350	50	10-12	46 380	2
VW e-up!	4 387	5,5 h	5,5 h	5,5 h	260	32,3	5-6	21 975	5
Audi e-tron quattro	3 889	7,5 h	2,75 h (max. 11kW)	0,67 h	435	71	5	69 100	5
Hyundai Kona Elektro	3 686	18,0 h	9,5 h	9,5 h	289	39	4-6	34 300	5
BMW i3	3 339	6,0 h	3 h	0,5 h	260	37,9	1,5-3	31 950	5
Smart Fortwo	3 079	6,0 h	3 h	-	160	17,6	2-4	21 490	2
Skoda Citigo e IV	2 007	10,0 h	4 h	1,0 h	260	36,8	k. A.	24 990	5
Mini Cooper SE	1 560	9,25 h	4,75 h	0,5 h	185	28,9	7	32 500	4

Es ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge kontinuierlich hinsichtlich Leistung und Effizienz weiterentwickelt werden. Die Optimierung entsprechend der Bedürfnisse der Kunden aufgrund von praktischen Erfahrungen, die in die Produktentwicklung einfließen, und reduzierten Kosten durch Skaleneffekte wird zu einer erhöhten Attraktivität der Elektrofahrzeuge führen. Technologiseitig ist insbesondere eine Elektrofahrzeugarchitektur mit skalierbaren und extrem flexiblen Komponentenbaukästen zu erwarten, welche modellübergreifend einsetzbar sind und sich an die Wünsche

¹² Vgl. Kühne/ Weber 2018

Fahrzeugs nicht mehr attraktiv bzw. alltagstauglich gestaltet. Leichte Nutzfahrzeuge weisen eine zulässige Gesamtmasse von maximal 3,5 t auf. Nach den Vorgaben der 3. EU-Führerscheinrichtlinie wird hierzu eine Fahrerlaubnis der Klasse B benötigt. Bei Überschreitung der Gesamtmasse wird eine Fahrerlaubnis der Klasse C oder C1 erforderlich.¹⁶ Die Fahrerlaubnis-Verordnung lässt zu, dass elektrische Fahrzeuge bis zu einer zulässigen Gesamtmasse von 4,25 t mit einer Fahrerlaubnis der Klasse B gefahren werden, sofern diese im Bereich des Gütertransports eingesetzt werden. Elektrische leichte Nutzfahrzeuge sind bereits auf dem Markt verfügbar. Von Kastenwagen bis hin zu Transportern ergibt sich ein breites Angebot (vgl. Tabelle 4). Hybride Antriebskonzepte spielen in diesem Segment keine Rolle.

Tabelle 4: Marktübersicht elektrischer leichter Nutzfahrzeuge ≤ 3,5 t¹⁷

Hersteller	Modell	Kategorie	Zulässiges Gesamtgewicht (in t)	Leistung (in kW)	Batteriekapazität (in kWh)	Reichweite (in km)	UVP (in €, brutto)	Verkaufsstart	Anmerkungen
Iveco	Daily Electric	Transporter	3,2-5,9	k. A.	60/80	200	ab 83 300	Testbetrieb	Kleinbus, Kastenwagen ¹⁸
SAIC	Maxus EV80	Transporter	3,5	92	56	200	ab 39 900	Aktuell nur Miete	699 € pro Monat
Mercedes-Benz	eVito	Transporter	< 3,6	84	41,4	150	47 588	Erhältlich	Kleinbus
Mercedes-Benz	eSprinter	Transporter	3,5	k. A.	55	150	ab 51 400	Erhältlich	Kleinbus
Nissan	e-NV200	Transporter	2,25	80	40	280	ab 34 105	Erhältlich	Kleinbus
Renault	Master Z.E.	Transporter	< 3,5	k. A.	33	200	71 281	Erhältlich	Kleinbus, Kastenwagen
Street-scooter	Work L	Transporter	2,18	k. A.	40	205	54 085	Erhältlich	Kleinwagen
Street-scooter	Work L Pickup	Pickup	2,18	k. A.	40	205	51 705	Erhältlich	Kleinwagen
Street-scooter	Work L Pure	Transporter	2,18	k. A.	40	je nach Aufbau	49 325	Erhältlich	Kastenwagen
Volkswagen	e-Crafter	Transporter	4,2	k. A.	43	208	82 705	Erhältlich	Kleinbus

¹⁶ Richtlinie 2006/126/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Führerschein (Neufassung)

¹⁷ Stand: September 2020

¹⁸ Fahrgestell mit Sonderaufbauten

ABT	e-Caddy	Hochdachkombi	k. A.	82	37,3	220	29 900 (nur Leasing)	Erhältlich	Kastenwagen
ABT	e-T6	Transporter	3,2	82	37,3/ 74,6	208/ 400	k. A.	Erhältlich	Kleinbus

Mittelfristig werden weitere Modelle folgen. Trotz NEFZ-Reichweiten zwischen 150 und 200 km sind im Praxiseinsatz oftmals Reichweiten zwischen 80 und 120 km realistisch. Bei speziellen Umrüstungen bzw. Ein- und Ausbauten muss ggf. ein zusätzlicher Reichweitenverlust kalkuliert werden. Preislich ist bei leichten Nutzfahrzeugen ein Aufschlag von meist 100 % gegenüber Verbrennern des jeweiligen Modells zu erwarten. Durch attraktive Leasingangebote und Förderprogramme für Kurier-Express-Paket-Dienste (KEP) und kleine und mittlere Unternehmen (KMU) kann dieser Preisunterschied jedoch reduziert werden, sodass die Anschaffungskosten denen der entsprechenden Verbrennermodelle nahezu gleich sind. Die Wartezeiten ähneln denen im E-Pkw-Bereich.¹⁹

Schwere Nutzfahrzeuge

Derzeit befindet sich der Markt elektrisch angetriebener, schwerer Nutzfahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 t noch in der Entwicklung. Anders als bei leichten Nutzfahrzeugen sind derzeit kaum Serienfahrzeuge auf dem Markt verfügbar. Die Zahl der Fahrzeugankündigungen zeigt, dass die Hersteller auch in diesem Segment aktiv und mittelfristig Fahrzeuge auf den Markt bringen werden. Allerdings werden hier auch andere Technologien, wie Wasserstoff, eine deutlich höhere Relevanz haben. Das Segment ist aktuell stark von Kleinserienanbietern oder Umrüstern, wie z. B. EFA-S GmbH, FRAMO GmbH oder ORTEN Electric-Trucks GmbH, geprägt. Diese rüsten neue und gebrauchte Nutzfahrzeuge auf Elektroantrieb um. Die Fahrzeuge haben laut den Herstellern üblicherweise Reichweiten von maximal 200 km. Die Batteriekapazität ist dabei aufgrund der Umrüstung bedarfsspezifisch modular anpassbar. Durch die Spezialanfertigungen und kleinen Serien liegen die Kosten hier allerdings deutlich höher. Einige Großserienhersteller setzen Modelle schon im Praxisbetrieb ein. Es wird aktuell ein breites Spektrum abgedeckt (vgl.

Tabelle 5). Dennoch ist der Anteil der elektrischen Lkw mit einem Anteil von unter 1 % am Lastenverkehr bisher sehr gering.²⁰

Tabelle 5: Marktübersicht elektrischer schwerer Nutzfahrzeuge > 3,5 t²¹

Hersteller	Modell	Kategorie	Zulässiges Gesamtgewicht (in t)	Leistung (in kW)	Batteriekapazität (in kWh)	Reichweite (in km)	UVP (in €, brutto)	Verkaufsstart	Anmerkungen
BYD	T10ZT	Kipp-laster	k. A.	k. A.	k. A.	280	k. A.	k. A.	-
DAF	CF Electric	Zugmaschine	9,7	210	170	100	k. A.	k. A.	40 t, aktuell zweite Erprobungsphase

¹⁹ Erfahrungswert aus Gesprächen mit Fuhrparkverantwortlichen deutscher Kommunen

²⁰ Vgl. KBA 2020

²¹ Stand: September 2020

Daimler	eActros	Kofferaufbau	18-25	k. A.	240	200	k. A.	2021	Aktuell zweite Erprobungsphase
Mitsubishi Fuso	eCanter	Kofferaufbau	7,5	185	70	100	k. A.*	2020	-
Mitsubishi Fuso	Vision One	Kofferaufbau	23	k. A.	k. A.	350	k. A.	2021	-
MAN	eTruck	Zugmaschine	18-26	250	k. A.	200	k. A.	2020	2018 Erprobungsphase; 6x2-Solo-Lkw (Zugmaschine) auf Basis TGM-Reihe
MAN	eTruck	Zugmaschine	40	350	k. A.	130	k. A.	2020	4x2-Solo-Lkw (Zugmaschine) auf Basis TGS-Reihe
MAN	Metropolis (Hybrid)	Konzeptfahrzeug	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	-
Tesla	Semi	Zugmaschine	40	k. A.	k. A.	480/800	131 000-178 500	2021	-
Volvo	FL Electric	Kofferaufbau	16	185	100/300	300	k. A.	Erhältlich	Weitere möglich Einsatzbereiche auch Abfallentsorgung und Recycling
Volvo	FE Electric	Abfallentsorgungsfahrzeug	27	2x 370	200-300	200	k. A.	Erhältlich	Abfallentsorgung/in Hamburg im Einsatz

3 AP – Identifikation und Beteiligung relevanter Akteure

Im vorliegenden Kapitel werden Akteure des Landkreises Erlangen-Höchstadt vorgestellt, die für die Elektromobilität und den Ausbau von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge von hoher Relevanz sind. Dabei handelt es sich sowohl um Akteure, die bereits im Bereich Elektromobilität tätig sind, als auch um branchenfremde Akteure, die aufgrund der Querschnittsfunktion der Elektromobilität Synergien aufweisen und für die sich das Anbieten von Ladeinfrastruktur anbietet. Die Akteure werden tabellarisch aufbereitet und abschließend in einer Akteurslandkarte verortet.

Die Beteiligung **regionaler Akteure** im Landkreis Erlangen-Höchstadt sowie die Kenntnis und Berücksichtigung praktischer Erfahrungen sind von hoher Relevanz für eine umsetzungsorientierte Entwicklung des vorliegenden Elektromobilitätskonzeptes. Durch das frühzeitige Initiieren von Netzwerken und den Austausch zwischen den beteiligten Akteuren untereinander werden die Ausbildung regionaler Kompetenzen sowie die Entwicklung von Produkt- und Dienstleistungsbündeln, die dem Kunden einen einfachen Zugang zur Elektromobilität gewähren, gefördert und die Basis für den Markthochlauf in der Region gebildet.

Die Elektromobilität ist ein Querschnittsthema und bedingt die Partizipation neuer Akteure. Unternehmen, die bisher nicht im Bereich Mobilität tätig waren, die Elektromobilität jedoch in ihr Kerngeschäft integrieren können, sollten durch die Region aktiv einbezogen werden. Die Verbreitung von Elektrofahrzeugen kann nur erfolgen, wenn entsprechende Angebote in Form von Fahrzeugen, LIS, Ökostrom-Tarifen etc. zur Verfügung stehen. Ohne die Entwicklung und Bewerbung solcher Angebote vor Ort wird die Elektromobilität nicht für die breite Masse in der Region zugänglich.

Daher wurden zur Einschätzung der Rahmenbedingungen für Elektromobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt relevante externe Akteure aus dem Landkreis und aus der nahen Umgebung recherchiert, die bereits auf diesem Gebiet aktiv sind oder in Zukunft zur Förderung der Elektromobilität beitragen könnten. Einige Akteure aus verschiedenen Bereichen wurden im Rahmen der Projektbearbeitung partizipativ eingebunden. Die Akteure werden nachfolgend tabellarisch, gruppiert nach Geschäftsbereichen, sowie in einer Akteurslandkarte dargestellt.

Tabelle 6: Relevante externe Akteure²²

Akteur	Anschrift
Stadtwerke und Energieversorgungsunternehmen	
Bayernwerk AG	Hallstadter Straße 119, 96052 Bamberg
Herzo Werke GmbH	Schießhausstraße 9, 91074 Herzogenaurach
N-ERGIE AG	Am Plärrer 43, 90429 Nürnberg
Unternehmen der Industrie und Wirtschaft	
OMNINET Software System Projektmanagementtechnik GmbH	Dr.-Otto-Leich-Straße 3, 90542 Eckental
Solid GmbH	Benno-Strauß-Straße 7, 90763 Fürth
IMO GmbH & Co. KG, Werk I	Imostraße 1, 91350 Gremsdorf
Baugenossenschaft des Landkreises Erlangen-Höchstadt eG	Peter-Henlein-Straße 9, 90562 Heroldsberg

²² Eine Darstellung der vorhandenen potentiellen Akteure ist nie endgültig. Im Prozess ergeben sich immer wieder neue Synergien und Geschäftsbereiche, welche neue Akteure hervorbringen. Die Ausführungen sind daher als temporär zu betrachten und können nur einen Überblick liefern. Wichtig ist es, fortwährend für eine Sensibilisierung der Akteure zu sorgen und diese aktiv einzubeziehen, um die Elektromobilität stets voranzutreiben. Akteure zu eigenem Handeln zu motivieren ist dafür ein wesentlicher Baustein.

Schwanhäußer Industrie Holding GmbH & Co. KG	Schwanweg 1, 90562 Heroldsberg
Adidas	Adi-Dassler-Straße 1, 91074 Herzogenaurach
Puma	Pumaweg 1, 91074 Herzogenaurach
Schaeffler AG	Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach
Martin Bauer GmbH & Co. KG	Dutendorfer Straße 5-7, 91487 Vestenbergsgreuth
Verkehrsunternehmen	
Verkehrsverbund Großraum Nürnberg GmbH	Rothenburger Straße 9, 90443 Nürnberg
Taxi- und Mietwagenunternehmen	
Taxi Dokter	Adalbert-Stifter-Straße 9, 91315 Höchstadt an der Aisch
transfair Personenbeförderung e. K.	Brückenstraße 4, 91315 Höchstadt an der Aisch
Taxi Max	Am Strauchgraben 1, 91315 Höchstadt an der Aisch
Autohäuser und Fahrradhändler	
Autohaus Steinbach	Hauptstraße 125, 90562 Heroldsberg
Feser-Biemann Herzogenaurach	Werner-Heisenberg-Straße 2, 91074 Herzogenaurach
Opel Scharf - Herzogenaurach	Ringstraße 40, 91074 Herzogenaurach
Radsport Nagel	Einsteinstraße 13, 91074 Herzogenaurach
Auto-Scholz GmbH & Co	Carl-Benz-Straße 1, 91315 Höchstadt an der Aisch
Fahrrad Dresel	Lappacher Weg 27, 91315 Höchstadt an der Aisch
BMW Autohaus H. Wormser GmbH	Schwarzenbacher Ring 9, 91315 Höchstadt an der Aisch
Autohaus Fensel GmbH	Käswasserstraße 83, 90562 Kalchreuth
Zweirad Zitzmann	Mühlgasse 10a, 91096 Möhrendorf
VELO-X-DREAM Uttenreuther BeRADungs- haus	Gräfenberger Straße 8, 91080 Uttenreuth
Ambulante Pflegedienste	
PflegeMobil Heroldsberg	Hauptstraße 75, 90562 Heroldsberg
Caritas Pflegedienst Herzogenaurach	Erlanger Straße 14, 91074 Herzogenaurach
Diakoniestation Herzogenaurach	Beethovenstraße 14, 91074 Herzogenaurach
Caritas Pflegedienst Höchstadt	Steinwegstraße 2, 91315 Höchstadt an der Aisch
Diakonie Sozialstation Höchstadt	Hauptstraße 8, 91315 Höchstadt an der Aisch
Hotels	
NOVINA Hotels Herzogenaurach Herzo Base	Olympiaring 90, 91074 Herzogenaurach
Hotel HerzogsPark	Beethovenstraße 6, 91074 Herzogenaurach
Supermärkte	
Edeka Center Bächmann	Erlanger Straße 60, 91074 Herzogenaurach
Lidl	Ohmstraße 8, 91074 Herzogenaurach
denn ís Biomarkt	Einsteinstraße 2, 91074 Herzogenaurach
Kaufland Höchstadt	Rothenburger Straße 19, 91315 Höchstadt an der Aisch
ALDI SÜD	Rothenburger Straße 15, 91315 Höchstadt an der Aisch
Netzwerke, Verbände und Beratungsunternehmen	
CarSharing Erlangen e. V.	Am Tennenbach 6, 91054 Buckenhof

AWO Kreisverband Erlangen-Höchstadt e. V.	Michael-Vogel-Straße 26, 91052 Erlangen
Innung für Elektro- und Informationstechnik Erlangen-Lauf	Friedrich-List-Straße 1, 91054 Erlangen
IHK-Geschäftsstelle Erlangen	Henkestraße 91, 91052 Erlangen
Arbeitsgemeinschaft fahrradfreundliche Kommunen in Bayern e. V.	Schuhstraße 40, 91052 Erlangen
Stadt Herzogenaurach Tourist Information	Marktplatz 11, 91074 Herzogenaurach
Stadtmarketing Höchstadt a.d.Aisch und Tourismusbüro Karpfenland Aischgrund	Obere Brauhausgasse 1, 91315 Höchstadt an der Aisch
Energiewende ER(H)langen e. V.	Tretenäcker 8, 91096 Möhrendorf

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt gibt es eine Vielzahl von Akteuren, die Synergien zum Bereich Elektromobilität aufweisen und zum Ausbau von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge einen wichtigen Beitrag leisten können. Diese werden auf der nachfolgenden Seite in einer Akteurslandkarte dargestellt.

Neben bekannten Unternehmen aus den Bereichen Verkehr und Mobilität sind auch branchenfremde Akteure, wie z. B. Stadtwerke und Energieversorgungsunternehmen, Unternehmen der Industrie und Wirtschaft sowie Autohäuser, Supermärkte und Hotels relevant. Diese verteilen sich im Landkreis Erlangen-Höchstadt und häufen sich insbesondere in den Städten Höchstadt an der Aisch und Herzogenaurach sowie im Markt Heroldsberg. Auch in der Stadt Erlangen, die nicht zum Landkreis Erlangen-Höchstadt gehört, gibt es mehrere für die Elektromobilität relevante Akteure. Hierbei handelt es sich insbesondere um Netzwerke und Verbände.

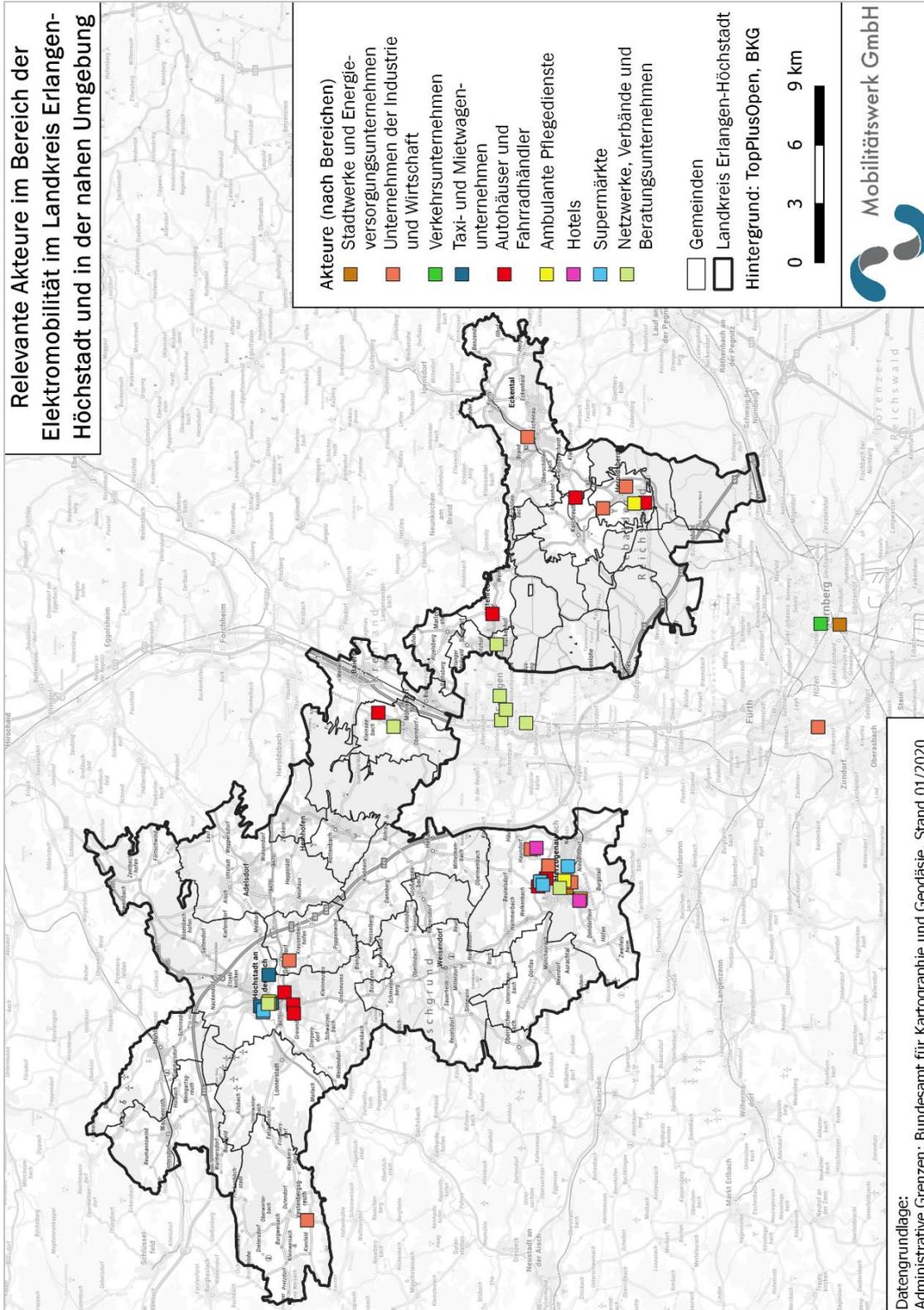


Abbildung 6: Relevante Akteure im Bereich der Elektromobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in der nahen Umgebung

4 AP – (Lade-)Infrastrukturkonzept und Beschreibung ausgewählter Standorte

Im vorliegenden Kapitel wird das unter Beteiligung relevanter Akteure entwickelte Konzept zum LIS-Ausbau im Landkreis Erlangen-Höchstadt vorgestellt. Aufbauend auf der prognostizierten Anzahl von Elektrofahrzeugen werden die erwarteten Ladevorgänge, unterschieden nach der Ladeart, analysiert (vgl. Kapitel 4.2). Zudem werden die im Rahmen einer Mikrostandortuntersuchung identifizierten, potentiellen LIS-Standorte untersucht und priorisiert (vgl. Kapitel 4.3). Abschließend werden übersichtlich wichtige rechtliche Rahmenbedingungen hinsichtlich des LIS-Ausbaus auf privaten Flächen (am Wohnort und beim Arbeitgeber) vorgestellt (vgl. Kapitel 4.4).

Der Verfügbarkeit von **Ladeinfrastruktur** (LIS) kommt eine wichtige Rolle zu, denn die Anschaffung eines E-Pkw setzt Vertrauen in die Verfügbarkeit eines Hauptladepunktes voraus. Dieser sollte Zuhause oder an einem oft angesteuerten Punkt liegen. Alternativ bedarf es eines Ladenetzwerkes mit hoher Abdeckung. Für die ausbauenden Unternehmen stellt die wirtschaftliche Komponente die große Herausforderung dar. Der langsame Markthochlauf führt zu einer geringeren Anzahl potentieller Nutzer. Zudem besteht hinsichtlich der Preissetzung eine weitere Herausforderung. Öffentliche LIS muss, sofern ein Entgelt verlangt wird, eichrechtskonform sein. Diese Anforderungen führen zu erhöhten Bereitstellungskosten gegenüber ggf. vorhandener privater LIS. Diese gilt hinsichtlich der Preissetzung als Kundenreferenz. Daraus ergeben sich erhebliche Preisunterschiede, die bisher im Kraftstoffbereich nicht üblich waren. Der Strombezug Zuhause, aus eigenerzeugtem direktem PV-Strom, kann bereits bei 12 ct/kWh oder etwa 30 ct/kWh liegen. Der Preis an einem Hochgeschwindigkeitsschnelllader liegt inklusive Steuern bei bis zu 1 €/kWh. Es wird erwartet, dass sich die Preissetzung für einmalige Ladevorgänge bei den Anbietern ohne Vertrag bei 45 bis 60 ct/kWh für ein Normalgeschwindigkeitsladen und 90 ct bis 1,20 €/kWh für Hochgeschwindigkeitsladen einpendeln wird. Tarife mit Grundgebühr werden einen geringeren kWh-Preis haben. Die Preissetzung wird Auswirkungen auf das individuelle Ladeverhalten haben. Für wenige längere Strecken ohne Alternative wird eine hohe Zahlungsbereitschaft vorhanden sein, um die Ladezeit kurz zu halten. An Zielen mit längerer Standzeit stellt eine kleinere Ladegeschwindigkeit bei geringeren Kosten die optimale Lösung für die Nutzer dar. Neben reinen Fahrstromanbietern wird es auch Angebote von Betreibern geben, die Lademöglichkeiten zur Kundengewinnung einsetzen. Diese werden kostenfreies oder subventioniertes Laden aus dem Kerngeschäft anbieten.

Der aktuell wahrgenommene Mangel an LIS ist nicht absolut in der Anzahl, sondern in der Verteilung begründet. Die noch geringe Auslastung sorgt allerdings nicht für die notwendigen Rückflüsse, weshalb der Ausbau häufig nur mit Fördergeldern erfolgt. Eine detaillierte Standortanalyse und Bedarfsprognose wirkt dem entgegen. Einerseits unterstützt sie Betreiber dabei, eine höhere Auslastung durch das Ausweisen geeigneter Standorte und eine bessere Planbarkeit der Dimensionierung des Netzanschlusses zu erreichen. Andererseits erhöht ein geeigneter Standort die Erreichbarkeit und Wahrnehmung durch die Nutzer. Im Landkreis Erlangen-Höchstadt wird durch die Kenntnis der räumlichen Verortung des zu erwartenden Ladebedarfs die Möglichkeit geschaffen, den LIS-Ausbau bedarfsorientiert und proaktiv zu gestalten. Die Prognose des räumlich und zeitlich differenzierten Ladebedarfs dient als Steuerungsinstrument und ermöglicht die kapazitive Auslegung von Standorten. Der LIS-Ausbau sollte nicht durch den Landkreis bzw. seine Kommunen selbst durchgeführt, sondern von den Netzbetreibern im Kreisgebiet übernommen werden. Der Landkreis und seine Kommunen sollten, wenn keine ausreichenden Gelder oder Interesse für den Ausbau vorhanden sind, die Wirtschaftlichkeitslücke schließen. Um dies zu realisieren, sind verschiedene Konzepte möglich. Diese müssen private LIS einbeziehen. Dem Landkreis und seinen Kommunen kommt eine zentrale Rolle dabei zu, die entsprechenden Akteure für den weiteren Ausbau von LIS zu sensibilisieren und entsprechende Anreize dafür zu setzen.

4.1 Status Quo im Landkreis Erlangen-Höchstadt

4.1.1 Elektrofahrzeuge

Zu Beginn des Jahres 2020 waren laut Kraftfahrtbundesamt (KBA) 91 393 Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt zugelassen (davon 92 % private und 8 % gewerbliche Halter). Dies entspricht einem Motorisierungsgrad von 666 Pkw pro 1 000 Einwohner (Bundesdurchschnitt: 573 Pkw pro 1 000 Einwohner). Die Pkw-Neuzulassungen im Landkreis für das Jahr 2019 von 33 Neuzulassungen pro 1 000 Einwohner lagen unter dem Bundesdurchschnitt von 43 Neuzulassungen pro 1 000 Einwohnern. Dies ist ein Indikator für einen gebremsten Markthochlauf von Elektrofahrzeugen.

Von den 91 393 Pkw waren 747 elektrifizierte Pkw (E-Pkw) im Landkreis Erlangen-Höchstadt zugelassen (verteilt auf 384 BEV und 363 PHEV), was einem E-Pkw-Anteil von 0,82 % entspricht. Zum Vergleich: der bundesdeutsche Durchschnitt liegt bei 0,5 %.

4.1.2 Ladeinfrastruktur

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt befinden sich derzeit 59 Ladestationen mit 129 Normallade- und sechs Schnellladepunkten.²³ Auf einen Ladepunkt kommen demnach sechs Elektrofahrzeuge, was über dem bundesweiten Durchschnitt von fünf Elektrofahrzeugen liegt (vgl. Tabelle 2). Basierend auf einer Routing-Analyse wurde die mittlere Distanz zur nächsten Ladestation berechnet, welche bei 2 km und damit unter dem bundesweiten Durchschnitt von 4,6 km liegt.

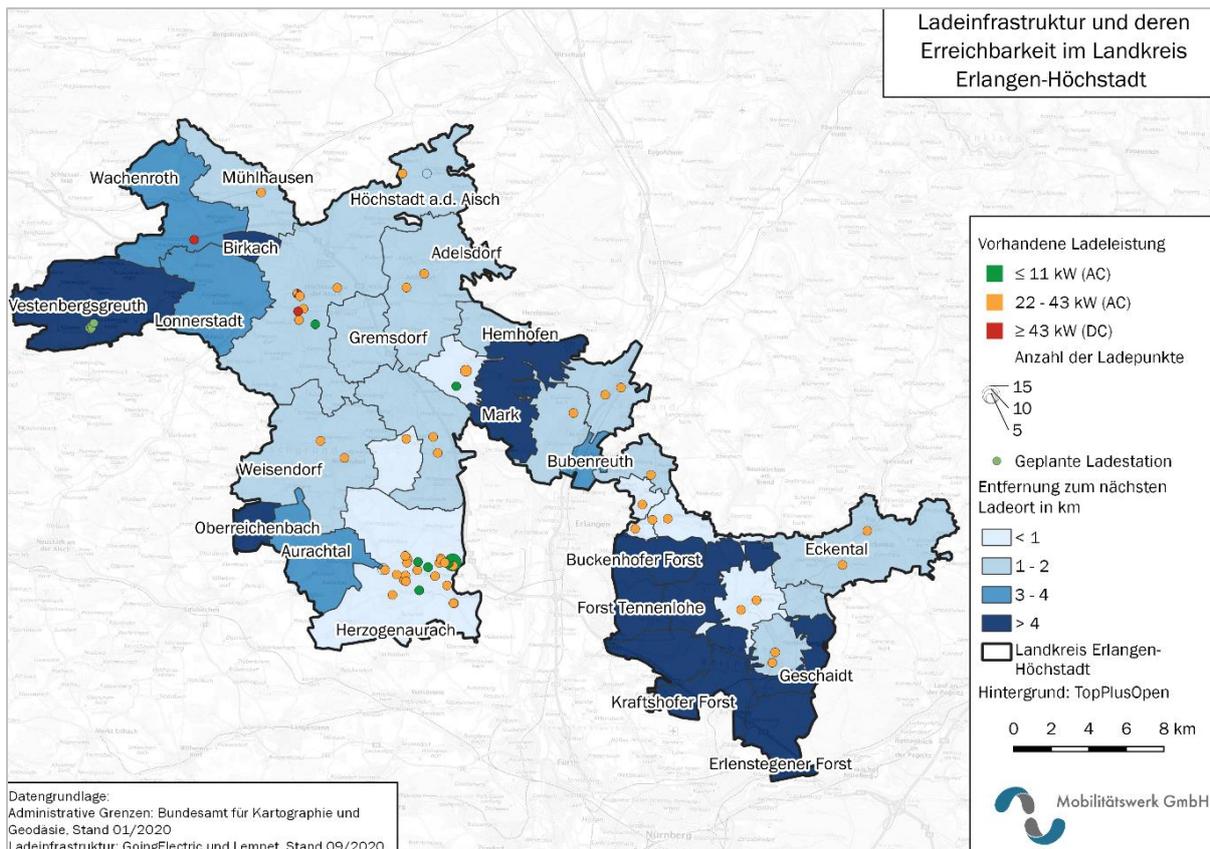


Abbildung 7: LIS und deren Erreichbarkeit im Landkreis Erlangen-Höchstadt

²³ Stand: Oktober 2020

Die nachfolgende Tabelle ordnet die Indikatoren zur Elektromobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt in einen landes- und bundesweiten Kontext ein. Bezüglich der Anzahl zugelassener Elektrofahrzeuge liegt der Landkreis Erlangen-Höchstadt unter dem landes- und über dem bundesweiten Schnitt. Die Anzahl von Ladestationen pro 1 000 Einwohner liegt über dem landes- und bundesweiten Schnitt. Hinsichtlich der mittleren Distanz zur nächsten Ladestation weist der Landkreis Erlangen-Höchstadt eine geringere Entfernung gegenüber Land und Bund auf.

Tabelle 7: Vergleich zu Indikatoren der Elektromobilität

	Landkreis Erlangen-Höchstadt	Bayern	Deutschland
E-Pkw-Anteil in %	0,82	0,65	0,50
Neuzulassungsanteil in %	4,90	5,20	5,10
Mittlere Distanz zur nächsten Ladestation in km	1,97	3,62	4,57
Ladestationen pro 1 000 Einwohner	0,43	0,33	0,28
E-Pkw pro Ladepunkt	5,53	5,20	4,62
Ladestationen pro 100 km Straße	4,92	3,04	3,24
Einfamilienhausanteil in %	67,46	49,57	44,84

Der Anteil der Wohnungen in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern liegt im Landkreis Erlangen-Höchstadt bei ca. 67,5 % und damit deutlich über dem bundesweiten Schnitt von ca. 45 %.²⁴ Damit einher geht die Möglichkeit der Installation privater LIS, was insbesondere im Markthochlauf bei noch geringem LIS-Ausbau eine attraktive Voraussetzung für die Elektromobilität darstellt. In Kombination mit PV-Anlagen und ggf. stationären Speichermöglichkeiten ergibt sich für Privatpersonen eine hohe Attraktivität in der Nutzung eines Elektrofahrzeugs. Die Kommunen sollten in diesem Fall Beratungs- und Informationsangebote durch die Energieberatung des Kreises und das Angebot der lokalen LIS-Betreiber stärker kommunizieren.

²⁴ Vgl. StBA 2019



4.2 Methodik



Abbildung 8: Funktionsweise des Standortmodells GISeLIS

Um eine räumlich und zeitlich differenzierte Abschätzung zum Markthochlauf und zu dem damit verbundenen Ladebedarf durchführen zu können, wird das Standortmodell *GISeLIS* verwendet. Es besteht aus drei Modulen, welche im Folgenden näher erläutert werden.

1) Prognose zur Anzahl und räumlichen Verteilung der Elektrofahrzeuge

Der Markthochlauf wird durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt. Dies zeigt die derzeitige Bandbreite an Szenarien von Studienergebnissen zum Markthochlauf (vgl. Abbildung 9).

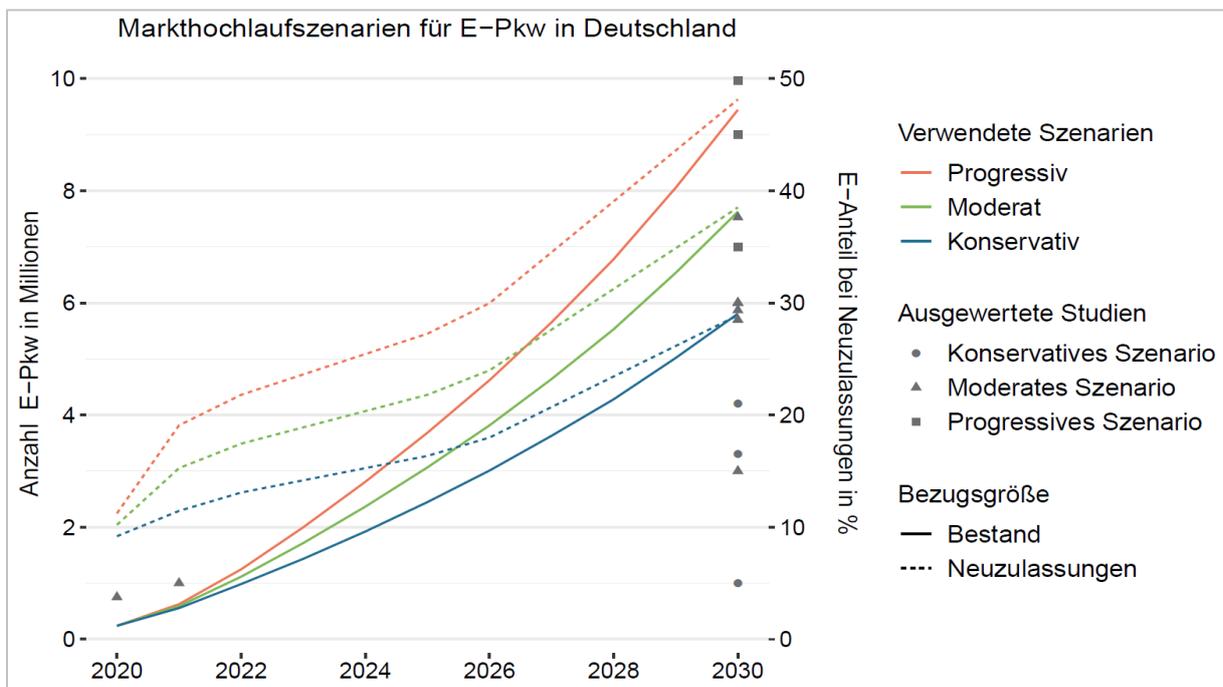


Abbildung 9: Markthochlaufsznarien für Elektrofahrzeuge in Deutschland sowie die drei verwendeten Szenarien

Die wesentlichen Einflussfaktoren für die Prognose des Markthochlaufs sind:

- Produktionskapazitäten von Elektrofahrzeugen und deren Bestandteilen (Batterien etc.)
- Flottenverbräuche und die Wertung von PHEV
- Relevanz anderer alternativer Antriebe, wie z. B. Wasserstoff
- Vorgaben und Kaufanreize in den Zielmärkten der Automobilunternehmen
- Anreize der Fahrzeughändler in deren Herstellerverträgen
- Akzeptanz bei den Verbrauchern

Die vorhandene und potentielle LIS stellt auch eine Einflussgröße für die Attraktivität bei den Käufern dar. Das Potential an Käufergruppen, die bereits über eigene LIS als primären Ladepunkt verfügen oder diese relativ einfach installieren können, erscheint hoch. Bei 3,6 Mio. Neuzulassungen im Jahr stellen Firmen als Halter fast 64 % der neuzugelassenen Fahrzeuge.²⁵ Darin sind Fahrzeuge enthalten, die auch privat genutzt werden. 36 % aller Haushalte mit überdurchschnittlicher Fahrzeuganzahl leben in Ein- und Zweifamilienhäusern.²⁶ Diese stellen zu Beginn des Markthochlaufs der Elektrofahrzeuge eine relevante Zielgruppe dar.

Um Unsicherheiten in der Prognose abzubilden, wurden drei Szenarien unter Berücksichtigung von politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie Strategien und Aktivitäten der Hersteller entwickelt. Neben den absoluten Zahlen von Elektrofahrzeugen ist für eine Modellierung des Ladebedarfs der Anteil der unterschiedlichen Fahrzeugkonzepte (BEV und PHEV) relevant. Auch die zur Verfügung stehenden Produktions- und Akkukapazitäten am Markt fließen ein (vgl. Tabelle 8). Daraus wurden die folgenden drei Szenarien abgeleitet:

- Das progressive Szenario geht von schnell fallenden Batteriekosten und damit sinkenden Fahrzeugkosten bzw. steigenden Reichweiten sowie verschärften CO₂-Grenzwerten aus, was zu einem hohen elektrischen Neuzulassungsanteil in Deutschland von 60 % bis 2030 führt (ca. 10 Mio. E-Pkw bei einem gesamten Pkw-Bestand von 57,3 Mio.). Aufgrund der geringen Batteriekosten und eines zügigen flächendeckenden Aufbaus eines europaweiten Schnellladenetzes werden PHEV langfristig vom Markt verdrängt und daher reine BEV mit 80 % bis 2030 den elektrischen Neuwagenanteil dominieren.
- Das moderate Szenario geht von einem mittleren elektrischen Neuzulassungsanteil von 40 % bis 2030 aus (ca. 6 Mio. E-Pkw). Aufgrund der fallenden Batteriepreise und einer gut ausgebauten öffentlichen LIS setzen sich BEV mit einem Marktanteil von 65 % bis 2030 durch. Dank hoher Reichweiten erzielen PHEV einen hohen elektrischen Fahrtanteil von rund 50 %.
- Das konservative Szenario geht von einer nur geringen Kostenreduktion bei der Batterieherstellung, konstanten fossilen Kraftstoffpreisen und nochmals deutlich verbesserten konventionellen Antrieben aus, wodurch CO₂-Grenzwerte eingehalten werden können. Dies führt insgesamt zu einem langsamen Markthochlauf bei einem elektrischen Neuzulassungsanteil von 30 % bis 2030 (ca. 3,5 Mio. E-Pkw). Aufgrund der ungünstigen Rahmenbedingungen für Elektromobilität werden sich PHEV als technologischer Kompromiss am Markt etablieren können, weshalb von einem konstanten Marktanteil der PHEV von 45 % am elektrischen Neuwagenanteil ausgegangen wird.

²⁵ Vgl. KBA 2020

²⁶ Vgl. StBA 2019

Tabelle 8: Rahmenbedingungen und Auswirkungen auf den Markthochlauf der Elektromobilität in den Szenarien

Szenario	Rahmenbedingungen	Auswirkungen
Progressiv	<ul style="list-style-type: none"> - Schnell fallende Batteriekosten - Verschärfte CO₂-Grenzwerte - Einführung einer CO₂-Steuer - Abschaffung von Diesel-Subventionen 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Fahrzeugkosten - Ausweitung der elektrischen Modellpalette - Anstieg der Kraftstoffpreise
Moderat	<ul style="list-style-type: none"> - Eintreten einiger der o. g. Maßnahmen, die sich förderlich auf die Elektromobilität auswirken 	<ul style="list-style-type: none"> - Gemäßigter Markthochlauf
Konservativ	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Kostenreduktion bei der Batterieherstellung - Konstante fossile Kraftstoffpreise - Verbesserung konventioneller Antriebe - Langsamer Ausbau von LIS 	<ul style="list-style-type: none"> - Einhaltung CO₂-Grenzwerte auch mit geringem Anteil an Elektrofahrzeugen - Etablierung von PHEV - Langsamer Markthochlauf

Der Elektrofahrzeugbestand variiert in Deutschland derzeit räumlich noch sehr stark (vgl. Abbildung 10). Grund dafür sind lokal unterschiedliche Voraussetzungen für die Möglichkeiten und Motivationen zum Kauf eines Elektrofahrzeugs, wie Einkommen, Neuwagenquote, Umweltbewusstsein und Lademöglichkeiten. Trotz der Anreize, die Hersteller ihren Händlern setzen, wird diese räumliche Heterogenität im E-Pkw-Bestand auch zukünftig erwartet.

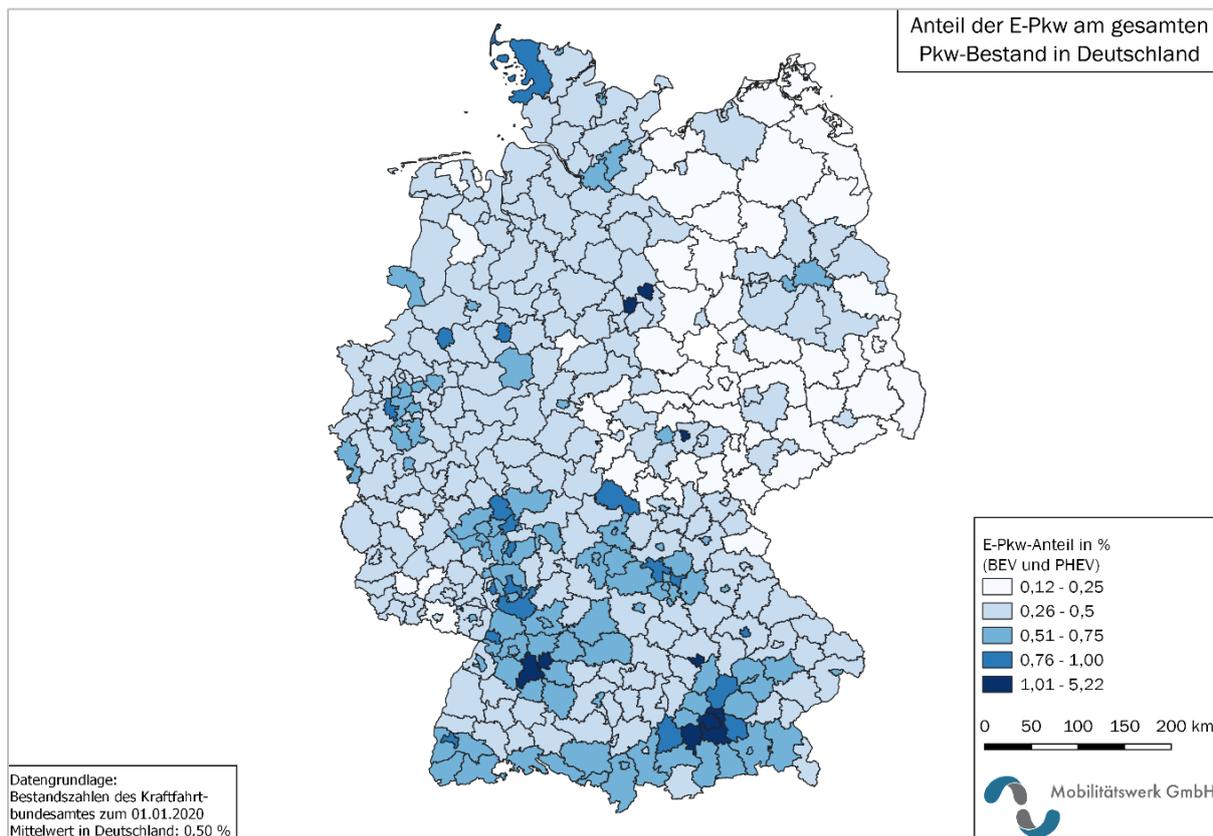


Abbildung 10: Anteil der E-Pkw am gesamten Pkw-Bestand in Deutschland

Das Prognosemodell setzt auf ein kleinräumiges Bewertungsverfahren, um lokale Unterschiede und die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines E-Pkw abbilden zu können. Das Bewertungsverfahren berücksichtigt die finanzielle Möglichkeit zum Kauf eines E-Pkw (abgebildet u. a. durch amtliche statistische Daten zu Bruttoverdienst, Haushaltseinkommen, Bodenrichtwert und Anteil an Be-

schäftigten), das potentielle Interesse an Elektromobilität (abgebildet durch den Bildungsabschluss, den derzeitigen Anteil an E-Pkw und die Wahlbeteiligung) sowie die Möglichkeit zum Laden (abgebildet durch die Distanz zur nächsten Ladestation und den Anteil von Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern²⁷). Weiterhin werden die kommunalen Bestandsentwicklungen von Pkw der letzten Jahre und die Bevölkerungsprognose sowie der prognostizierte Motorisierungsgrad in Deutschland²⁸ bis zum Jahr 2030 berücksichtigt. Eine langfristig abnehmende Motorisierungsquote wird insbesondere durch Sharing-Angebote, neue Mobilitätsdienstleistungen und ein sich veränderndes Mobilitätsverhalten getragen. Dies sollte gezielt mit (politischen) Maßnahmen erwirkt werden.

2) Auswertung des Mobilitäts- und Ladeverhaltens

Im zweiten Schritt wird für jeden E-Pkw (unterschieden nach BEV und PHEV sowie privaten und gewerblichen Haltern), in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur (Kernstadt, Umland oder ländlicher Raum), die mittlere Anzahl an Wegen, differenziert nach Wegezweck und -länge, berechnet. Primäre Grundlage dafür ist die Verkehrserhebung *Mobilität in Deutschland 2017*. Aus einer Befragung von E-Pkw-Fahrern kann abgeleitet werden, wie häufig öffentliche bzw. halböffentliche LIS pro Weg, in Abhängigkeit von der Weglänge, genutzt werden wird.²⁹ In Kombination mit der Aufenthaltsdauer kann so für jede Wegekombination die Wahrscheinlichkeit für einen Ladevorgang abgeschätzt werden. Da gewerblich zugelassene Elektrofahrzeuge häufig als Flottenfahrzeuge betrieben werden und oft über eigene LIS verfügen, werden diese differenziert betrachtet.

3) Räumliche Verteilung der Ladevorgänge und Standortanalyse

Diese klassifizierten Wege bzw. Ladevorgänge werden anhand eines zweiten Bewertungsverfahrens auf die umliegenden Gemeinden und Städte verteilt. Dabei wird jede Gemeinde bzw. Stadt hinsichtlich ihrer Attraktivität bezüglich eines Wegezweckes bewertet. Bspw. wird die Attraktivität für den Wegezweck *Freizeit bzw. Tourismus* durch die Anzahl an Freizeiteinrichtungen, Cafés und Restaurants bei *OpenStreetMap*, touristischen Übernachtungen sowie Einträgen und Rezensionen u. a. bei *Tripadvisor* abgebildet. Neben dem Laden am Wohnort werden auch der Bedarf von Beschäftigten und Pendlern, der Durchgangsverkehr sowie das Potential für Gelegenheits- und Flottenladen (gewerbliche E-Pkw) analysiert (vgl. Abbildung 11).

²⁷ Ein- und Zweifamilienhäuser verfügen i. d. R. über einen eigenen Stellplatz auf dem Grundstück und damit über die Möglichkeit einer eigenen Wallbox.

²⁸ Vgl. Shell Deutschland Oil GmbH 2019

²⁹ Vgl. Vogt/ Fels 2017

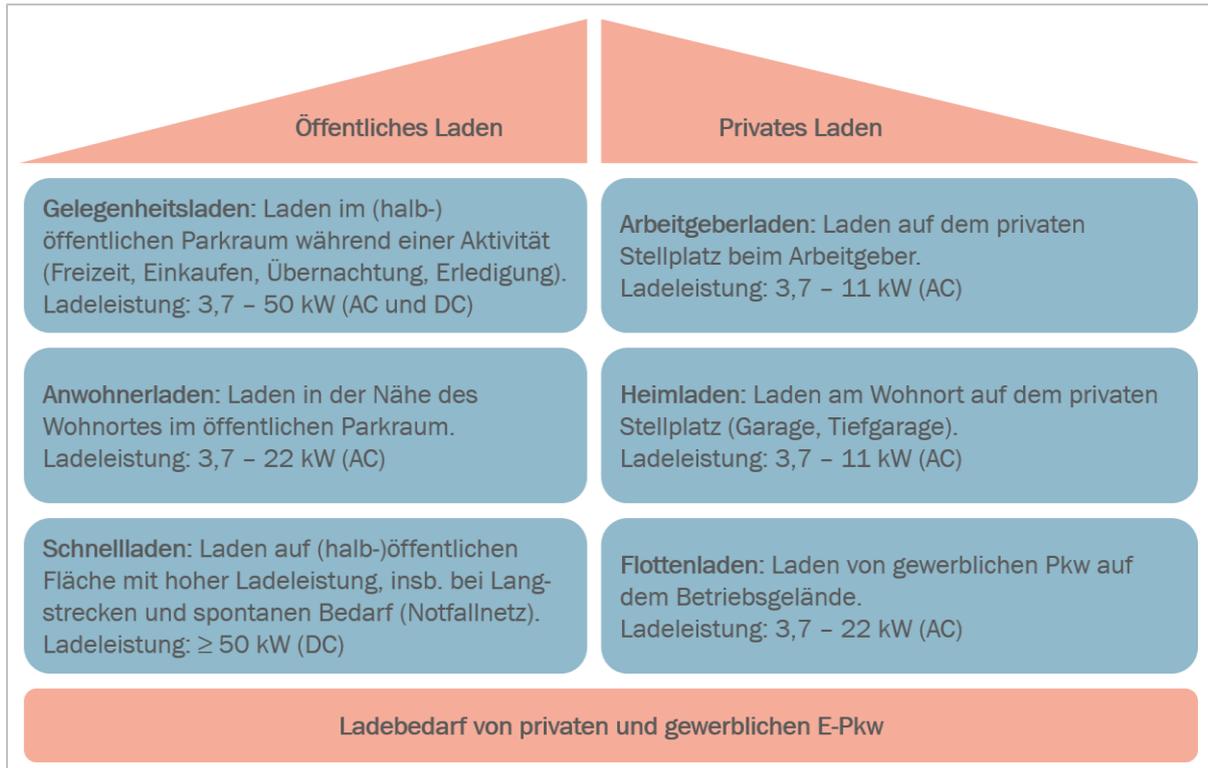


Abbildung 11: Differenzierung der Ladeorte nach Zugänglichkeit

Die Anteile an den Ladearten variieren nach den regionalen Gegebenheiten. Ländliche Gemeinden weisen bspw. aufgrund der Verfügbarkeit privater Stellplätze einen höheren Anteil an privaten Ladevorgängen auf. Gemeinden, in denen sich Autobahnraststätten oder Autohöfe befinden, haben einen höheren Anteil an Schnellladevorgängen. Gemeinden und Städte mit einer überörtlichen Versorgungsfunktion oder frequentierten Sehenswürdigkeiten bzw. Ausflugszielen weisen typischerweise einen hohen Anteil an (halb-)öffentlichen Normalladevorgängen auf.

Zur Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten und bestehender Konzepte sowie zur Validierung der bestehenden Ladepunkte wurden Informationen zu Ausbauplänen und Erfahrungen im Bereich der Elektromobilität eingeholt. Darüber hinaus wurde im Vorfeld Kontakt zur solid GmbH geknüpft, um die Anforderungen an das Konzept aus LIS-Betreibersicht sowie konkrete Netzanschlussinformationen im Zuge der Mikrostandortbetrachtung (vgl. Kapitel 4.3) einzuholen.

4.2.1 Elektrofahrzeuge

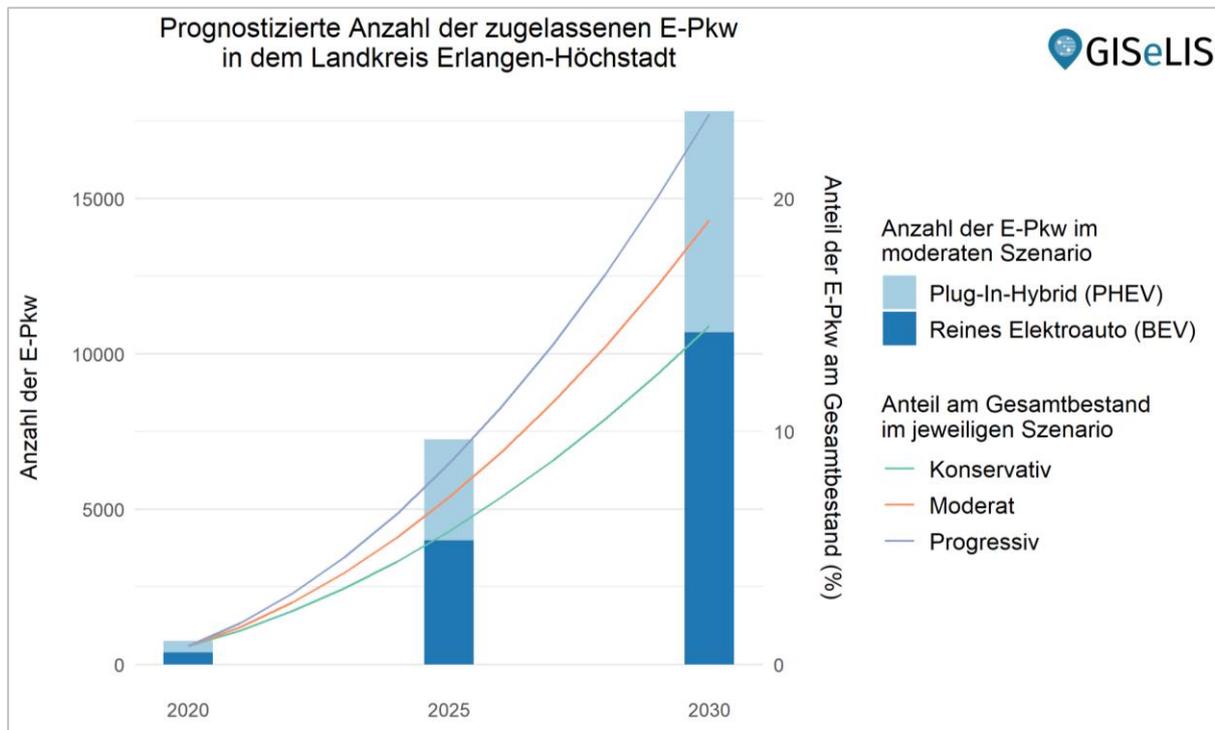
Basierend auf einer Metastudie zu Markthochlauf, Pkw-Bestandsdaten, diversen sozioökonomische Kennzahlen und Bevölkerungsprognosen wurde in verschiedenen Szenarien die in Zukunft im Landkreis Erlangen-Höchstadt erwartete Anzahl an Elektrofahrzeugen bestimmt (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 3).

Im moderaten Szenario werden bis 2030 im Landkreis Erlangen-Höchstadt 17 817 E-Pkw erwartet, was einem E-Pkw-Anteil von 19,1 % entspricht (Deutschland: 16,3 %; Bayern: 17,6 %). Je nach Entwicklung der Fahrzeugpreise, Batterietechnologie, Rohstoffpreise, politischen Fördermaßnahmen und anderen Einflussfaktoren ist ein höherer oder niedrigerer Marktanteil möglich.

Tabelle 9: Prognose der erwarteten E-Pkw (moderates Szenario)³⁰

Jahr	BEV	PHEV	Anteil der E-Pkw am Pkw-Bestand in %
2025	3 988	3 263	7,2
2030	10 690	7 127	19,1

4.2.2 Ladebedarf


Abbildung 12: Prognostizierte Anzahl der E-Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario)

Auf Basis der durchgeführten Prognosen zum Markthochlauf von E-Pkw sowie zum künftigen Ladebedarf ergibt sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt eine räumlich detaillierte und zeitlich differenzierte Prognose des Bedarfs an LIS. Diese Prognose schließt öffentliche sowie halböffentliche Normal- und Schnellladevorgänge, das Anwohner-, Privat- und Arbeitgeber- sowie das betriebliche und das Flottenladen mit ein. Es handelt sich dabei um einen Mindestbedarf. Zwischen den Ladevorgängen in den zwei Säulen können sich größere Verschiebungen, je nach der Bereitstellung durch die Arbeitgeber, ergeben. Die Prognose für das moderate Szenario für den Landkreis Erlangen-Höchstadt wird in Tabelle 4 zusammengefasst und in Abbildung 7 visualisiert.

Tabelle 10: Prognose der erwarteten Ladevorgänge pro Tag (moderates Szenario)³¹

Jahr	Heim-laden	Anwohner-laden	Arbeitgeber-laden	Gelegenheits-laden	Schnell-laden	Flotten-laden
2025	1 069	117	321	314	220	428
2030	2 828	315	784	746	640	838

³⁰ Jeweils zum Jahresende

³¹ Jeweils zum Jahresende

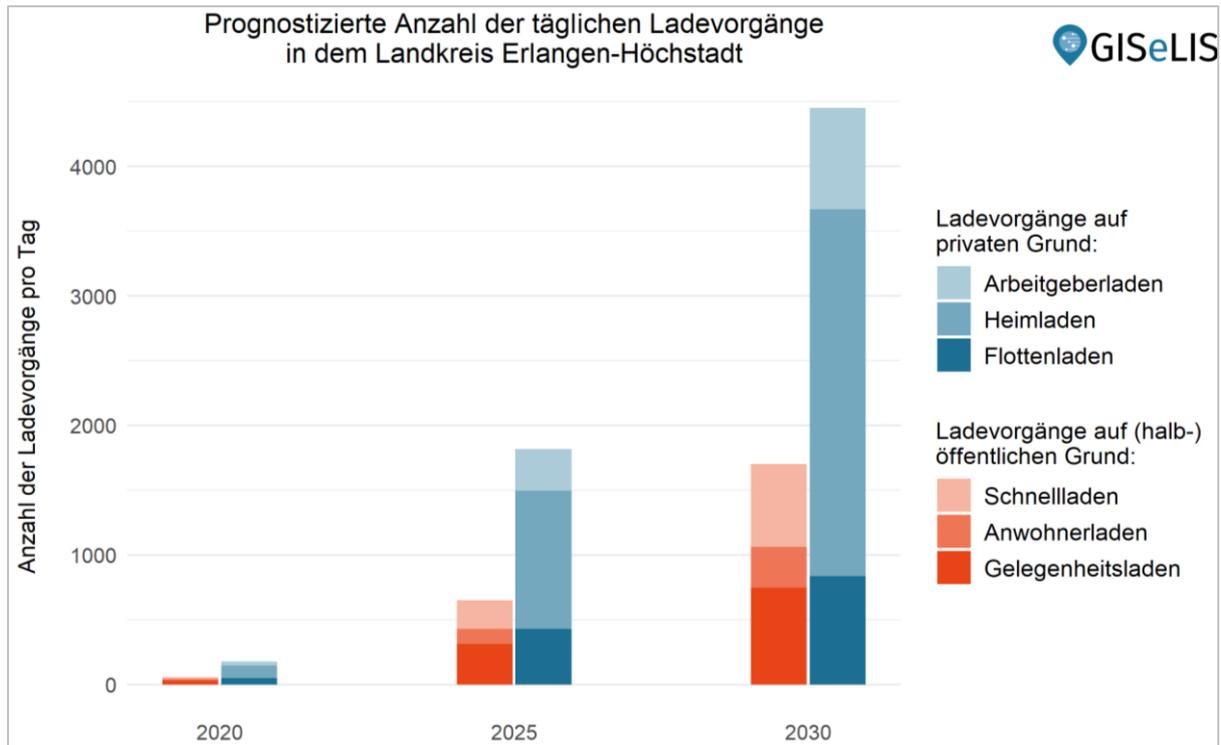


Abbildung 13: Prognostizierte Anzahl täglicher Ladevorgänge im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario)

4.2.2.1 Laden am Wohnort

Das Laden am Wohnort wird je nach Verfügbarkeit eines Stellplatzes und einer privaten Wallbox in das Heim- und Anwohnerladen unterteilt. Das Heimladen findet an der eigenen Wallbox auf einem privaten Stellplatz bzw. in der heimischen Garage statt. Anwohner, meist in Mehrfamilienhäusern, ohne die Möglichkeit einer privaten Ladelösung am Wohnort, sind auf Park- und Ladeorte im öffentlichen und halböffentlichen Straßenraum angewiesen, sodass hier vom Anwohnerladen gesprochen wird. Der Wohnort ist neben dem Arbeitsort für die Mehrheit der Nutzer der wichtigste Ladeort. Dies erklärt sich aus dem Mobilitätsverhalten, da der Wohnort das häufigste Wegeziel ist und der (E-)Pkw dort am längsten steht. Das Heimladen ist darüber hinaus eine günstige Lademöglichkeit (insbesondere in Verbindung mit einer PV-Anlage) mit einer Verfügbarkeitsgarantie und damit einer maximalen Planbarkeit der Ladevorgänge. Daraus ergeben sich zwei Schlussfolgerungen:

1. Da die Verfügbarkeit von LIS im öffentlichen Raum von Wohngebieten derzeit noch sehr gering, die Lademöglichkeit am Wohnort allerdings für die Mehrheit der Nutzer der wichtigste Ladeort ist, stellt der Ausbau von LIS in Wohnquartieren eine wichtige Voraussetzung für den Markthochlauf der Elektromobilität dar.
2. Begünstigend wirken sich die Verfügbarkeit eines privaten Stellplatzes und damit die Möglichkeit zur Installation einer Wallbox aus. Der vergleichsweise hohe Anteil von Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern im Kreisgebiet von ca. 67 % (Vergleich Deutschland: ca. 45 %) führt dazu, dass das private Laden am Wohnort eine hohe Relevanz hat und Ladeangebote für Privatpersonen im Kreisgebiet stärker kommuniziert werden müssen.
3. Für ca. 33 % der Bevölkerung ohne Stellplatz in Privatbesitz sinkt die Wahrscheinlichkeit für die Anschaffung eines E-Pkw, falls sich keine LIS in der Nähe des Wohnortes befindet.

Unter der Voraussetzung verfügbarer LIS am Wohnort wird bis 2030 folgende Anzahl an Heimladevorgängen im Landkreis Erlangen-Höchstadt erwartet:

- **Im moderaten Szenario werden 3 143 Ladevorgänge pro Tag erwartet. Daraus resultiert ein mittlerer Strombedarf von ca. 19 100 MWh im Jahr 2030, was einem derzeitigen Mehrverbrauch von Haushalten i. H. v. 8,1 % entspricht.**

Der Bedarf an Anwohner-LIS im öffentlichen Straßenraum kann durch andere Ladeorte teilweise kompensiert werden. So ist bspw. die exklusive Nutzung halböffentlicher LIS (z. B. an Supermärkten) durch Anwohner in Absprache mit dem Betreiber möglich. In jedem Fall ist die zuverlässige Verfügbarkeit einer Lademöglichkeit am Wohnort oft die Voraussetzung für die Anschaffung eines E-Pkw.

4.2.2.2 *Laden am Arbeitsplatz*

Das Arbeitgeberladen ist nach dem Heimpladen der einfachste und meist der finanziell attraktivste Ladeort für private Nutzer. Lange Standzeiten dominieren und die Verfügbarkeit ist meist gut. Fahrzeuge stehen an Arbeitstagen oft lang und können daher auch mit geringen Ladegeschwindigkeiten laden. Zudem liegen die Standzeiten meist in den Spitzenzeiten der PV-Erzeugung. Dadurch, dass kein zu versteuerndes geldwerter Vorteil entsteht, besteht eine hohe Attraktivität für das meist kostenlose Laden beim Arbeitgeber.

Für die Prognose der Ladevorgänge beim Arbeitgeber im Jahr 2030 ergeben sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt folgende Ergebnisse:

- **Im moderaten Szenario werden 784 Ladevorgänge pro Tag zu erwarten. Daraus resultiert ein Strommehrbedarf von ca. 6 210 MWh im Jahr 2030.**

Eine Lademöglichkeit am Arbeitsplatz kann eine Voraussetzung für die Anschaffung eines E-Pkw sein. Zusätzlich können E-Pkw-Nutzer mit einer heimischen Lademöglichkeit und langen Arbeitswegen (Pendler) einen Ladebedarf haben bzw. kann die Arbeitgeber-LIS die Anschaffung von Fahrzeugen mit geringeren Akkukapazitäten ermöglichen. Für BEV-Nutzer mit der Möglichkeit zum privaten Laden an der eigenen Wallbox wird der heimische Tarif die Referenz darstellen. Andererseits bietet sich ein Vorteil für Besitzer von PHEV, deren elektrische Reichweite durch die tägliche Fahrtstrecke überschritten wird. Durch Arbeitgeber-LIS kann daher insbesondere für Pendler mit langen Arbeitswegen der elektrische Fahranteil von PHEV erhöht werden. Die prognostizierte Anzahl der Ladevorgänge am Arbeitsplatz ist daher variabel und weist hohe Substitutionseffekte mit dem heimischen Laden auf.

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt sind 41 451 Einpendler und 48 395 Auspendler zu verzeichnen, 11 785 Beschäftigte sind Binnenpendler. Der Landkreis Erlangen-Höchstadt weist einen negativen Pendlersaldo von -6 944 Beschäftigten auf und hat eine hohe Einpendlerquote von 78 % sowie eine hohe Auspendlerquote von 80 %. Insbesondere die Unternehmensstandorte sollten bei der LIS-Errichtung für Pendler im Fokus stehen. Neben der Mitarbeiterbindung und dem geldwerten Vorteil ist es möglich, dass E-Pkw umgeparkt werden können und LIS nicht über längere Zeiträume blockiert wird, wie dies an P+R-Stellplätzen der Fall ist. Den Arbeitnehmern ist es an diesen Standorten nicht möglich, die Fahrzeuge umzuparken. So werden über längere Zeiträume Ladepunkte blockiert und können erst nach Feierabend freigegeben werden. Ein wirtschaftlicher Betrieb von LIS an P+R-Stellplätzen gestaltet sich demnach schwierig. Die Unternehmen im Kreisgebiet sollten für die Errichtung von LIS für Beschäftigte sensibilisiert, informiert und aktiviert werden.

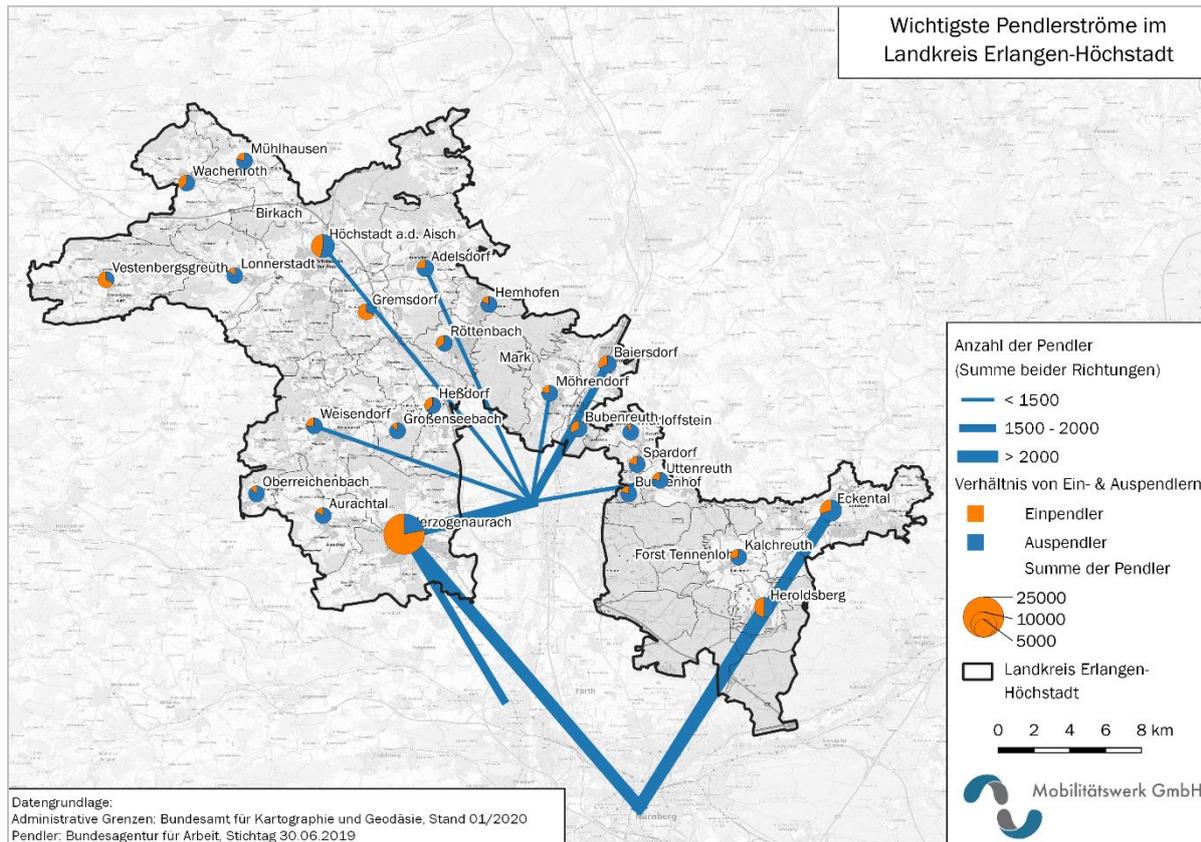


Abbildung 14: Wichtigste Pendlerströme im Landkreis Erlangen-Höchstadt

4.2.2.3 Gelegenheitsladen

Das Gelegenheitsladen umfasst das Laden während einer Aktivität (z. B. Einkauf, Arztbesuch, Ausflug). Dieser Ladevorgang kann im öffentlichen oder halböffentlichen Raum stattfinden. Dabei handelt es sich i. d. R. um privat bewirtschaftete Flächen, welche uneingeschränkt oder begrenzt öffentlich nutzbar sind (z. B. Parkhäuser, Einzelhandel, Tankstellen). Der wichtigste Zweck für (halb-)öffentliches Laden im Kreisgebiet ist das Einkaufen mit einem Anteil von 54 %. Zudem sind Tages- und Übernachtungsgäste auf die Verfügbarkeit von LIS am Zielort angewiesen. Den touristischen Aktivitäten entsprechend ist LIS an Ausflugszielen, Restaurants und insbesondere an Hotels und Herbergen von hoher Relevanz (vgl. Abbildung 15).

Für die Prognose der Ladevorgänge des Gelegenheitsladens im Jahr 2030 ergeben sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt folgende Ergebnisse:

- **Im moderaten Szenario werden 746 Ladevorgänge pro Tag erwartet. Daraus resultiert ein Strommehrbedarf von ca. 2 950 MWh im Jahr 2030.**

Die Prognosewerte der öffentlichen Normalladevorgänge können sich durch attraktive Angebote, wie z. B. kostenfreies Laden oder Freizeit- und Einkaufsmöglichkeiten in der Umgebung der Standorte, deutlich erhöhen bzw. bei ungünstigen Rahmenbedingungen reduzieren. Der Ladebedarf ist variabel und kann oft auch an andere Orte oder an den Heimladeort verlegt werden. Zudem können Ladevorgänge aufgeteilt werden, sodass bei Gelegenheit geringe Mengen an Strom nachgeladen werden, obwohl dies nicht notwendig ist. Entscheidend sind die Verfügbarkeit und ggf. die Kosten für einen Ladevorgang. Die Ladevorgänge können auch an Schnellladeinfrastruktur erfolgen, wenn dies zu ähnlichen Konditionen angeboten wird. Jedoch bringen DC-Ladepunkte deutlich

höhere Kosten bei der Installation, insbesondere beim Netzanschluss, mit sich. Diese Kosten werden i. d. R. durch höhere Tarife an den Kunden weitergegeben.

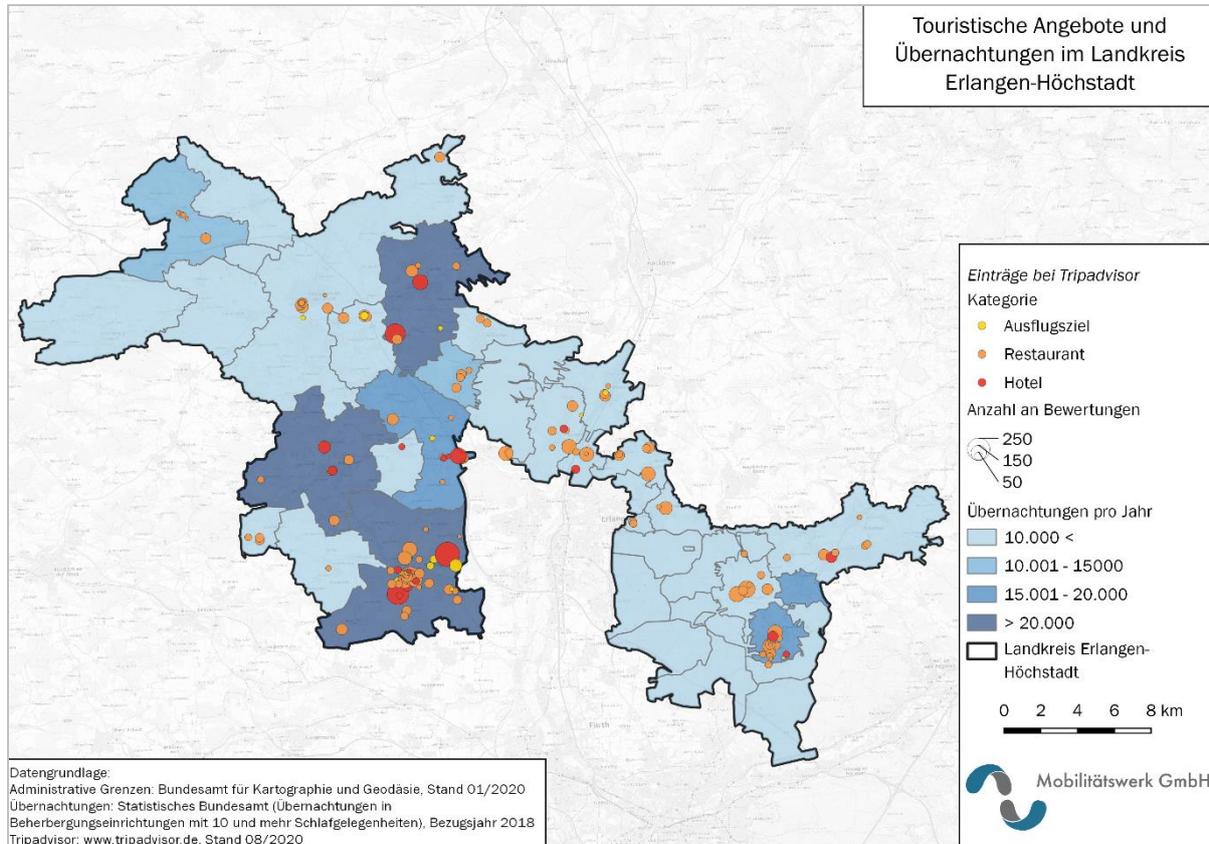


Abbildung 15: Touristische Angebote und Übernachtungsmöglichkeiten im Landkreis Erlangen-Höchstadt

4.2.2.4 Schnellladen

Dem Schnellladen kommt durch die hohe Ladeleistung und die damit verbundene kurze Ladedauer bezüglich der Reichweitenertüchtigung eine wichtige Rolle zu. Dies ist eine Voraussetzung für längere Fahrten, aber auch Spontan-/ Notfallladen. Im Prognosezeitraum wird LIS auch mit deutlich höheren Ladeleistungen von 150-350 kW erwartet.

Für die Prognose der Schnellladevorgänge im Jahr 2030 ergeben sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt folgende Ergebnisse:

- **Im moderaten Szenario werden 640 Ladevorgänge pro Tag erwartet. Daraus resultiert ein Strommehrbedarf von ca. 6 450 MWh im Jahr 2030.**
- Schnellladevorgänge werden insbesondere bei langen Fahrdistanzen durch Zwischenladungen generiert, also in der Nähe von Bundesautobahnen und Bundesstraßen. Da die A73 und die A3 direkt durch das Kreisgebiet führen und die B470, B2 und B505 wichtige Hauptverkehrsachsen sind, kann das Schnellladen entlang dieser relevanten Strecken stattfinden.
- Insbesondere durch die hohe Verkehrsmenge entlang der Autobahnen und Bundesstraßen ergibt sich ein erhöhtes Potential für Schnellladen, bspw. an Autohöfen entlang der Autobahnzufahrten.
- Je nach Bestandsanteil von PHEV, Reichweiten von BEV und Gebühren an Schnellladepunkten kann die Anzahl der Ladevorgänge von den Prognosen abweichen.

4.2.2.5 Flottenladen

Das Flottenladen beschreibt das Laden gewerblich zugelassener E-Pkw auf dem Firmengelände. Für die Prognose im Jahr 2030 ergeben sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt folgende Ergebnisse:

- **Im moderaten Szenario werden 838 Ladevorgänge pro Tag erwartet. Dies entspricht ca. 14 % aller getätigten Ladevorgänge im gesamten Kreisgebiet.**

Für diesen Anteil an betrieblichen Ladevorgängen gibt es im Wesentlichen drei Gründe:

1. Die Jahresfahrleistung von gewerblichen Pkw liegt mit ca. 24 500 km deutlich über der von privaten Nutzern mit 12 300 km.³² Damit sind entsprechend auch der Stromverbrauch und die Anzahl der benötigten Ladevorgänge höher.
2. Der Anteil der gewerblichen Halter ist bei E-Pkw sehr hoch (BEV: 48,3 %, PHEV: 53 %).³³ Dieser Anteil wird sich zwar in den kommenden Jahren verringern, jedoch weiterhin deutlich über dem Anteil von gewerblichen Haltern am Gesamt-Pkw-Bestand von 10 % liegen.
3. Die Ladeorte von privat genutzten Pkw können sehr unterschiedlich sein. Gewerbliche Pkw hingegen werden meist so beschafft, dass die Akkukapazitäten für die tägliche Nutzung ausreichen und das Laden aus Kostengründen am Unternehmensstandort durchgeführt werden kann. Nur ein geringer Teil von Dienstwagen wird (im Rahmen der privaten Nutzung) am Wohnort oder an (halb-)öffentlicher LIS geladen.

Insbesondere beim betrieblichen Laden kann es bei der Prognose zu größeren Abweichungen kommen, da sich das Fuhrparkmanagement weniger großer Unternehmen oder Behörden wesentlich auf die Gesamtzahl der zugelassenen E-Pkw auswirkt.

4.2.3 Notwendige Ladeleistung

Die an einem Ladepunkt verfügbare Ladeleistung bedingt die Dauer eines Ladevorgangs. Je höher die Ladeleistung, desto schneller ist die Ladung der Batterie bis zu einem bestimmten Ladestand erreicht. Folgende Differenzierung wird vorgenommen:

- Normalladen mit Wechselstrom (AC) mit einer Ladeleistung von 3,7-43 kW
- Schnellladen mit Gleichstrom (DC) mit einer Ladeleistung von aktuell 50 bis zukünftig voraussichtlich 150-350 kW³⁴.

Neben der verfügbaren Ladeleistung am Ladepunkt ist ebenfalls relevant, welche Leistung auf Seiten des Fahrzeuges unterstützt wird. Fahrzeuge, die nur einphasig bis 4,6 kW laden können, laden auch an einem Ladepunkt mit 22 kW verfügbarer Ladeleistung nicht mit mehr als 4,6 kW. Die Entwicklung auf dem Automobilmarkt zeigt, dass die Ladeleistungen vieler E-Pkw-Modelle kleiner sind, da dadurch auch die Batteriegrößen und das Gewicht der Fahrzeuge geringer sind. Mit einem kleineren Gewicht und geringeren Ladeleistungen können die Fahrzeugpreise für E-Pkw dementsprechend auch niedriger gestaltet werden. Insbesondere im Klein- bis Mittelklassensegment gehen die Ladeleistungen zurück. Diese befinden sich derzeit bei ca. 7,4 kW. Die Notwendigkeit von beschleunigten Ladeleistungen im Bereich zwischen 22 und 50 kW nimmt somit ab.

³² Vgl. BASt 2014

³³ Stand: Januar 2020, vgl. KBA 2020

³⁴ Da LIS immer zu den technischen Standards der Fahrzeuge passen muss und in diesem Bereich aktuell noch viel Forschungsarbeit geleistet wird, sind zukünftige Entwicklungen, vor allem im Schnellladebereich, noch nicht mit Gewissheit vorherzusehen.

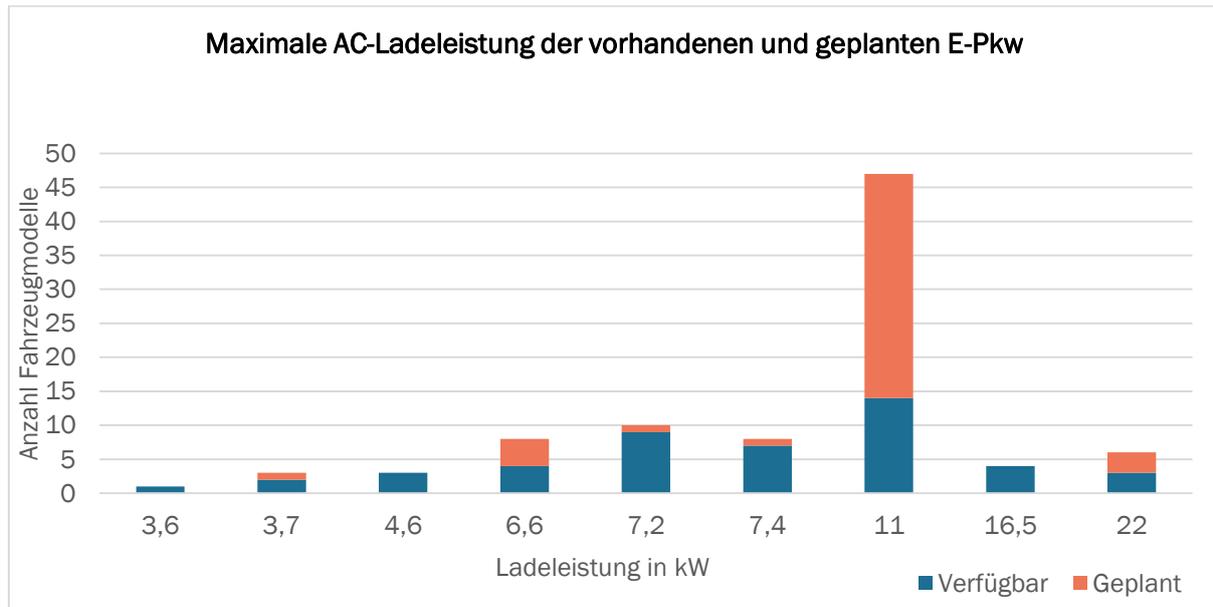


Abbildung 16: Maximale AC-Ladeleistung der vorhandenen BEV

- Befindet sich LIS an einem Ort, an dem Aufenthaltsdauern von mehreren Stunden oder länger üblich sind (z. B. Restaurants, Freizeiteinrichtungen, Übernachtungsunterkünfte), ist einphasiges Laden mit bis zu 4,6 kW aus Sicht der Nutzer ausreichend.
- An Standorten mit kürzerer Standdauer von ca. 15 bis 60 Minuten (z. B. Supermärkte, PoS) sollte dreiphasiges Laden forciert werden und damit Ladeleistungen von 11 kW zur Verfügung stehen.
- Um eine einheitliche Nutzbarkeit mit verschiedenen Fahrzeugen zu gewährleisten, wird eine Ausstattung mit 22 kW auch in Hinblick auf zukünftige Fahrzeuge als sinnvoll erachtet.
- Standorte, an denen ausschließlich geladen wird, um Reichweite für die Weiterfahrt zu erlangen (insbesondere an Autobahnen, Bundes- und Landstraßen) benötigen Schnellladeinfrastruktur. Ladeleistungen von 50 kW werden dabei zwar als ausreichend erachtet, wirklich praktikabel sind aus Nutzersicht jedoch Ladeleistungen zwischen 100 und 150 kW, um einen relevanten Reichweitzuwachs in weniger als 30 Minuten zu generieren.
- Das Laden im DC-Bereich ist aufgrund der notwendigen Hardware für das Laden mit Gleichstrom in der Installation und in der Beschaffung teurer als das AC-Laden, weshalb auch die Preissetzung an DC-Ladepunkten höher ist als an AC-Ladepunkten.
- An Normladestationen sollte der Typ-2-Standard vorhanden sein. Schnellladestationen sollten, um einen diskriminierungsfreien Zugang auch für ältere Fahrzeuggenerationen zu gewährleisten, sowohl über einen Combined-Charging-System- als auch über einen Chademo-Anschluss verfügen.

An Standorten mit hoher Frequentierung und langer Aufenthaltsdauer sollte eine entsprechend hohe Anzahl an Ladepunkten vorhanden sein, um ausreichende Kapazitäten bereitstellen zu können. Unter Berücksichtigung der steigenden Fahrzeugzahlen kommt dem eine hohe Relevanz zu.

4.2.4 Energiemengen und Netzkapazitäten

Für die Prognose des Strombedarfs durch Elektrofahrzeuge wurden private und gewerbliche Pkw berücksichtigt, jedoch keine Lkw oder Busse. Das Laden von gewerblichen Pkw auf dem Firmengelände (betriebliches Laden) kann je nach Fuhrpark variieren und sich anteilig auf andere Ladeorte

verlagern.³⁵ Ausgehend von einem jährlichen Stromverbrauch eines BEV von ca. 2,6-4,4 MWh und eines PHEV von ca. 1,4-2,4 MWh (je nach Szenario und Halter) werden der Gesamtverbrauch und dessen räumliche Verteilung anhand der Ladevorgänge berechnet.³⁶ Ein Ladeverlust i. H. v. 10 % ist bereits berücksichtigt.³⁷

Durch die schrittweise Elektrifizierung des MIV wird im Landkreis Erlangen-Höchstadt ein zusätzlicher Strombedarf von 1 280 MWh im Jahr 2020 erwartet, welcher bis auf 42 700 MWh im Jahr 2030 ansteigt (vgl. Abbildung 8). Wird dies mit dem Stromverbrauch von Bayern pro Kopf verglichen, ergibt sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt ein prozentualer Anstieg i. H. v. 4,7 % bis zum Jahr 2030. Der zusätzliche Strombedarf durch E-Pkw im Jahr 2030 entspricht ungefähr der Jahresleistung von 14 200 PV-Anlagen. Im Landkreis Erlangen-Höchstadt befinden sich rund 39 700 Wohngebäude. Würde sich auf 36 % aller vorhandenen Wohngebäude eine PV-Anlage befinden, könnte damit der durch E-Pkw entstehende Strombedarf vollständig gedeckt werden.

Der Strombedarf von Privathaushalten beträgt im Landkreis Erlangen-Höchstadt derzeit rund 237 000 MWh pro Jahr und wird sich durch das Laden an der hauseigenen Wallbox um 543 MWh im Jahr 2020 erhöhen, was einem Mehranteil von 0,23 % entspricht. Bis zum Jahr 2030 steigt der zusätzliche Strombedarf durch das private Laden auf 19 100 MWh, was einem Mehranteil gegenüber dem derzeitigen Stromverbrauch von Haushalten i. H. v. 8,1 % entspricht.

Durch das Gelegenheitsladen wird bis 2030 ein jährlicher Strombedarf von 2 950 MWh erwartet (zuzüglich 2 110 MWh durch Anwohnerladen), an Schnellladestationen von 6 450 MWh und beim Arbeitgeber von weiteren 6 210 MWh. Der Privatkundenbereich ist bezüglich des Strombedarfs durch Elektromobilität mit einem Anteil von 45 % das größte Geschäftsfeld.

Intelligente Ladelösungen werden bereits in umfangreichen Pilotprojekten umgesetzt, wie z. B. in dem Projekt *Flexpower Amsterdam*, bei welchem bei rund 450 Ladesäulen die Ladeleistung auf den Stromverbrauch und die Stromerzeugung abgestimmt wird.

³⁵ Einerseits fehlen detaillierte Informationen zur Größe und Fahrleistung der gewerblichen Fahrzeugflotten und andererseits sind der Umfang und Zeitpunkt der Elektrifizierung des Fuhrparks unternehmensspezifisch und lassen sich nicht genau prognostizieren.

³⁶ Annahmen setzen sich aus der mittleren Jahreskilometerleistung privat zugelassener Pkw von 12 300 km und gewerblicher Pkw von 24 500 km (vgl. BASt 2014), einem mittleren Verbrauch von 20-25 kWh/100 km sowie einem elektrischen Fahrtanteil von 33-55 % bei PHEV zusammen. Diese Werte decken sich mit den Annahmen ähnlicher Studien, z. B. *Auswirkung der Elektromobilität auf die Haushaltsstrompreise in Deutschland* des Fraunhofer ISI.

³⁷ Eine Auswertung des ADAC zeigt für Klein- und Mittelklassewagen einen mittleren Ladeverlust von 15 %, für Oberklassefahrzeuge von 7 %.

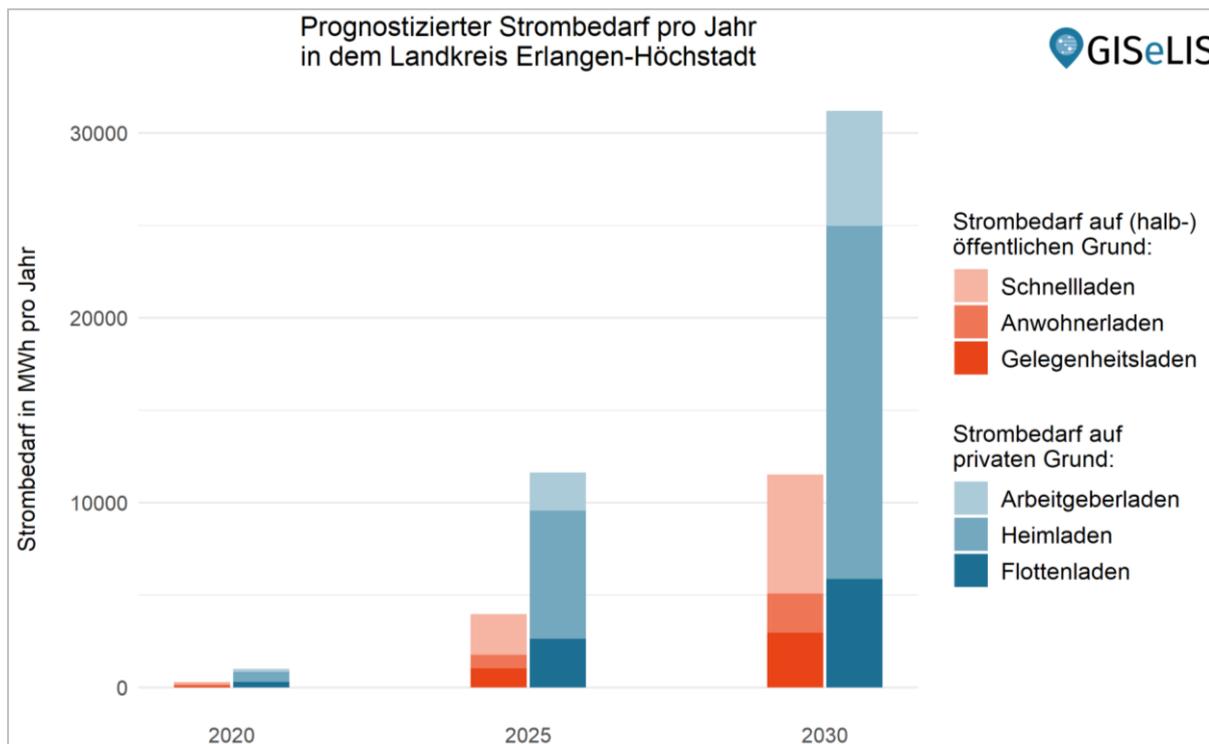


Abbildung 17: Prognostizierter Strombedarf durch E-Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario)

4.2.5 Ökobilanz

Zahlreiche Studien belegen die bessere Klimabilanz von Elektrofahrzeugen gegenüber Verbrennern, wobei sich die einzelnen Ergebnisse je nach Datengrundlage und Annahmen signifikant unterscheiden.³⁸ Bei der Erstellung der THG-Bilanz wird einerseits zwischen direkten Emissionen unterschieden, welche bei der Nutzung des Fahrzeuges lokal entstehen. Diese liegen bei Diesel-Pkw im Mittel bei 170 g CO₂-Äquivalent (CO₂e), bei BEV fallen keine Emissionen an.³⁹ Lediglich bei PHEV entstehen je nach elektrischem Fahrtanteil mehr oder weniger direkte Emissionen. Andererseits entstehen bei allen Fahrzeugen indirekte Emissionen, welche bei der Rohstoffgewinnung, Produktion, Energiebereitstellung und Entsorgung anfallen. Da BEV deutlich höhere THG-Emissionen bei der Herstellung und Entsorgung aufweisen als Verbrenner (ca. 13,2 t CO₂e gegenüber 7,5 t CO₂e für Verbrenner), haben E-Pkw erst ab einer Laufleistung zwischen 60 000 und 80 000 km eine bessere Gesamtbilanz als Verbrenner.⁴⁰ Die indirekten Emissionen von E-Pkw übersteigen daher die von Verbrennern, werden jedoch durch die Einsparungen der direkten Emissionen überkompensiert (vgl. Abbildung 9). Je nach Annahme der Lebensfahrleistung, des Strommixes und weiterer Faktoren variiert folglich die THG-Gesamtbilanz. In der vorliegenden Berechnung wird von einer Lebensfahrleistung von 200 000 km ausgegangen. Entscheidend für die THG-Bilanz ist der Strommix, mit welchem das Fahrzeug betrieben wird. Aktuell beläuft sich die Klimawirkung der Stromerzeugung in Deutschland im Mittel auf 570 g CO₂e pro kWh, bei PV-Anlagen liegt sie bei 101 g, bei Windenergie bei 12 g pro kWh.⁴¹ Daher wurden in der Analyse zwei Szenarien mit dem nationalen Strommix und 100 % Ökostrom durchgeführt.

³⁸ Vgl. Agora Verkehrswende 2019a

³⁹ Vgl. UBA 2019

⁴⁰ Vgl. Agora Verkehrswende 2019a

⁴¹ Vgl. Pehnt et al. 2018

Elektromobilität besitzt ein großes Potential zur Reduzierung der Luftschadstoffemissionen im Straßenverkehr. Abbildung 9 zeigt den prognostizierten Rückgang der THG-Emissionen durch E-Pkw gegenüber konventionellen Fahrzeugen bezogen auf den gesamten Lebenszyklus. Dabei wird zwischen direkten und indirekten Emissionen unterschieden. Für den Landkreis Erlangen-Höchstadt ergeben sich erhebliche ökologische Einspareffekte, die sich im Jahr 2030 im moderaten Szenario beim erwarteten Strommix auf ca. 14 400 t CO₂e und bei der Verwendung von Ökostrom auf ca. 28 500 t CO₂e belaufen. Durch den erwarteten Anteil an E-Pkw ergibt sich im moderaten Szenario eine Einsparung von 5,4 % beim erwarteten Strommix gegenüber einem ausschließlich konventionellen Pkw-Bestand und von 10,7 % bei der Verwendung von Ökostrom. Somit stellt der Umstieg auf Elektromobilität einen relevanten Ansatz für lokale Emissionseinsparungen und den Klimaschutz im Landkreis Erlangen-Höchstadt dar.

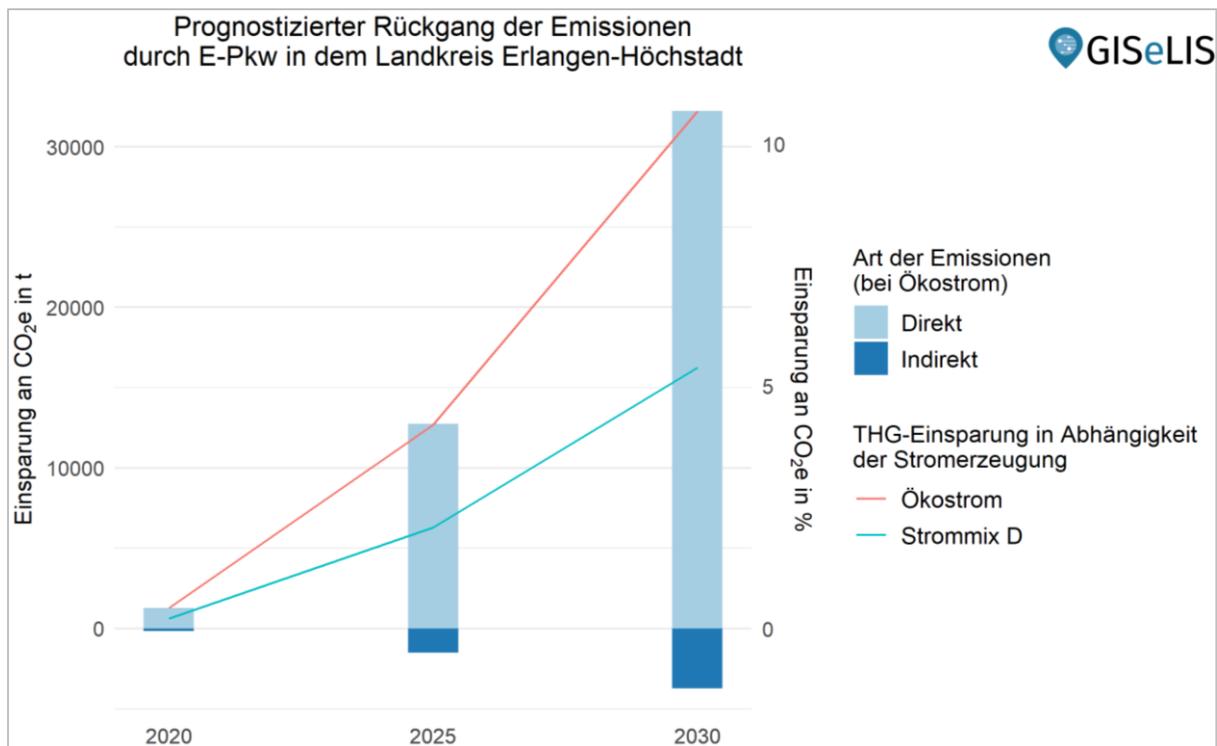


Abbildung 18: Prognostizierter Rückgang der Emissionen durch E-Pkw im Landkreis Erlangen-Höchstadt (moderates Szenario)

4.2.6 Ergebnisse

Zusammenfassend werden die Ergebnisse der mittelfristigen (bis zum Jahr 2025) und langfristigen (bis zum Jahr 2030) LIS-Prognose für den Landkreis Erlangen-Höchstadt in Tabelle 6 für das moderate Szenario vereinfacht dargestellt und daraus die benötigte Anzahl an Ladepunkten bzw. Ladestationen abgeleitet. Ausgehend von dem prognostizierten E-Pkw-Anteil, der Bevölkerungsentwicklung und dem Motorisierungsgrad ergibt sich die Anzahl der erwarteten E-Pkw. Daraus wiederum ergibt sich über das typische Fahr- und Ladeverhalten ein Ladebedarf, anhand dessen die benötigte Anzahl der Ladepunkte bzw. Ladestationen abgeschätzt wird. Für die Gewährleistung eines attraktiven und bedarfsgerechten LIS-Ausbaus ergibt sich für den Landkreis Erlangen-Höchstadt eine prognostizierte Mindestanzahl von ca. 162 (halb-)öffentlichen AC-Ladepunkten (zuzüglich 40 DC-Ladepunkten) bis 2025 und von 463 AC-Ladepunkten bis 2030 (zuzüglich 118 DC-Ladepunkten).

Tabelle 11: Zusammenfassung der Prognose für (halb-)öffentliche LIS

Bezugszeitraum	Mittelfristig		Langfristig	
	2025		2030	
Ladeleistung	AC	DC	AC	DC
E-Pkw-Anteil in %	7,2		19,1	
Einwohner	139 057		140 106	
Pkw-Bestand	92 588		93 287	
Davon E-Pkw	7 251		17 817	
Mittlere Tagesfahrleistung in km	38			
Mittlerer Verbrauch in kWh pro 100 km	24			
Strombedarf an (halb-)öffentlicher LIS pro Tag in kWh	4 849	6 036	13 878	17 679
Mittlere Ladeleistung in kWh an (halb-)öffentlicher LIS	10	50	10	50
Gesamtladedauer an (halb-)öffentlicher LIS pro Tag in Stunden	485	80	1 388	354
Mittlere Nutzungsdauer pro Tag je Ladepunkt in Stunden	3	3	3	3
Benötigte Ladepunkte	162	40	463	118
Derzeit vorhandene Ladepunkte	129	6	129	6
Offener Mindestbedarf an Ladepunkten	33	34	334	112
Entsprechender Mindestbedarf an öffentlichen Ladestationen⁴²	17	17	167	56

4.3 Kleinräumiges Standortpotential

Aufbauend auf der LIS-Prognose auf kommunaler Ebene wurde in einem zweiten Schritt eine Detailanalyse für den gesamten Landkreis Erlangen-Höchstadt in einem 100 m Raster⁴³ durchgeführt. Hierbei flossen kleinräumige statistische Daten auf Ebene der Planungsräume, eine umfassende Analyse des Einzelhandels, mehrere Datensätze zu Parkflächen, Geodaten zu Pol, Verkehrsmengen und weitere Datensätze ein. Die Standortanalyse basiert auf zahlreichen detaillierten Datensätzen, welche regelmäßig aktualisiert werden. Neben amtlichen Daten und Geodaten von Unternehmen (z. B. Stationsdaten der DB) werden auch freie Geodaten verwendet, welche durch die Nutzer erstellt werden (z. B. OpenStreetMap). In allen Fällen können die Daten fehler- oder lückenhaft, veraltet oder unpräzise kartiert sein, was wiederum im Standortmodell zu einer ungenauen Abbildung der Wirklichkeit führt. Diese hochauflösenden Ergebnisse sind daher als Orientierungshilfe gedacht, welche hinsichtlich der Anzahl der prognostizierten Ladevorgänge als auch deren Lage abweichen können.

Basierend auf der Summe der täglichen Ladevorgänge an (halb-)öffentlicher Normal-, Schnell- und Anwohnerladeinfrastruktur im Jahr 2030 wurden Planungsräume ausgewiesen, welche sich aufgrund des überdurchschnittlichen Ladebedarfs für die Errichtung von LIS eignen. Die Planungsräume wurden in drei Kategorien unterteilt:

⁴² Der verbleibende Bedarf an Ladestationen ergibt sich aus zwei Ladepunkten pro Ladestation.

⁴³ Für das 100 m Raster wurden die Zensus-Daten aus dem Jahr 2011 zu Einwohnern sowie zu Wohngebäuden veröffentlicht.

- Sehr hohe Eignung: im Gebiet von 300 x 300 m täglich mindestens acht Ladevorgänge
- Hohe Eignung: im Gebiet von 300 x 300 m täglich mindestens vier Ladevorgänge
- Mittlere Eignung: im Gebiet von 300 x 300 m täglich mindestens zwei Ladevorgänge

Diese Planungsräume beschreiben lediglich die Eignung für die Errichtung von LIS hinsichtlich deren erwarteter Auslastung. Um eine Priorisierung der Gebiete zu definieren, wurde in einem zweiten Schritt die vorhandene LIS einbezogen. Dabei wurde angenommen, dass diese den lokalen Bedarf im Umkreis von 300 m deckt.⁴⁴ Diese Gebiete werden als Bedarfsräume definiert und dienen einer Übersicht, wo mit Versorgungslücken zu rechnen ist. Analog zu den Planungsräumen wurde auch hier eine Priorisierung vorgenommen. Neben der Erfüllung des Ladebedarfs kommt LIS auch die Funktion zu, die Sichtbarkeit und Zuverlässigkeit der Elektromobilität zu steigern. Dies ist von hoher Bedeutung für deren Etablierung, da nur mit stetiger Präsenz und positiver Wirkung die Anzahl an Elektrofahrzeugen in einer Region gesteigert werden kann. Zusätzlich zur Erfüllung der funktionalen Aufgaben sollte die Errichtung von LIS auch unter diesem Blickwinkel forciert werden.

4.3.1 Planungs- und Bedarfsräume

Basierend auf der detaillierten Mikroanalyse können für den Landkreis Erlangen-Höchstadt insgesamt 189 Planungsräume (Gesamtfläche 50 km²) ausgewiesen werden, in welchen der Betrieb von LIS sinnvoll ist. Unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen LIS verbleiben 131 Bedarfsräume (Gesamtfläche 37 km²), in denen die Errichtung von LIS empfohlen wird. Davon werden 30 Bedarfsräume mit einer hohen und 18 mit einer sehr hohen Priorität eingestuft (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 12: Übersicht der prognostizierten Planungs- und Bedarfsräume

Priorität	Planungsraum		Bedarfsraum	
	Anzahl	Fläche in km	Anzahl	Fläche in km
Sehr hoch	25	7,88	18	3,96
Hoch	66	8,24	30	3,98
Mittel	98	33,99	83	29,15

Aus der Mikroanalyse ergibt sich weiterhin ein geschätzter Bedarf an Ladeorten, um eine attraktive Versorgung in den Bedarfsräumen zu gewährleisten. Mithilfe einer Clusteranalyse wurden mögliche Ladeorte bestimmt und basierend auf der erwarteten Anzahl an Ladevorgängen priorisiert. Für eine adressscharfe Standortempfehlung muss eine individuelle Untersuchung (Vor-Ort-Begehung) durchgeführt werden. Dies ist exemplarisch für sechs Standorte erfolgt, um das Vorgehen für die Bewertung zu erläutern (vgl. Kapitel 4.3). Insgesamt werden 294 Ladeorte vorgeschlagen, von denen 38 eine hohe und 37 eine sehr hohe Priorität aufweisen (vgl. Tabelle 8). Die Ergebnisse für den Landkreis und seine Kommunen sind in der bereitgestellten WebGIS-Karte⁴⁵ einsehbar.

Tabelle 13: Übersicht der prognostizierten Ladeorte zur Schließung der Bedarfsräume

Priorität	Anzahl Ladeorte
Sehr hoch	37
Hoch	38
Mittel	219

⁴⁴ Unter der Annahme, dass die vorhandene LIS zukünftig bedarfsgerecht ausgebaut wird

⁴⁵ <https://tinyurl.com/webgis-erlangen-hoechstadt>

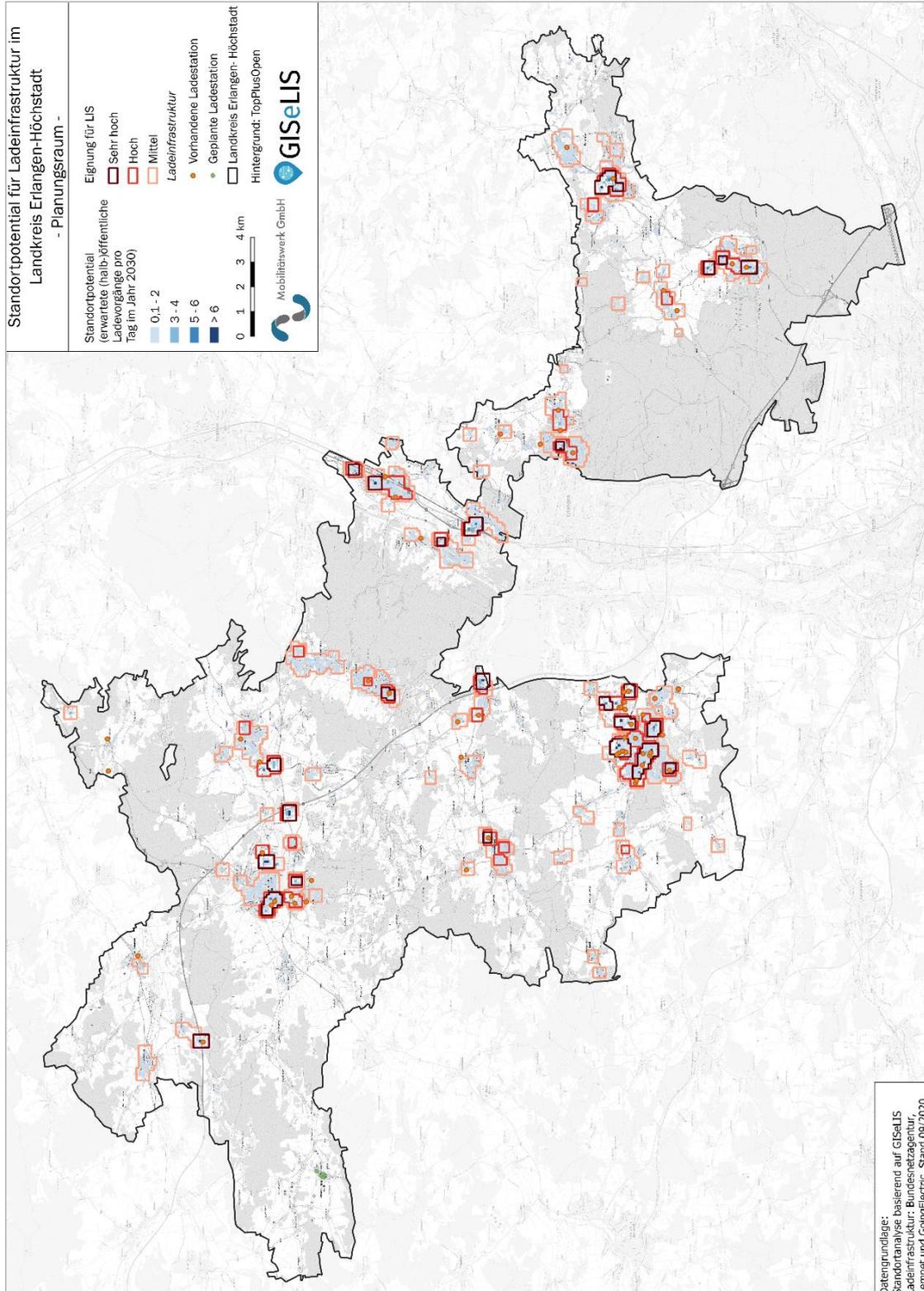


Abbildung 19: Standortpotential für LIS im Landkreis Erlangen-Höchstadt im Jahr 2030 (Planungsraum)

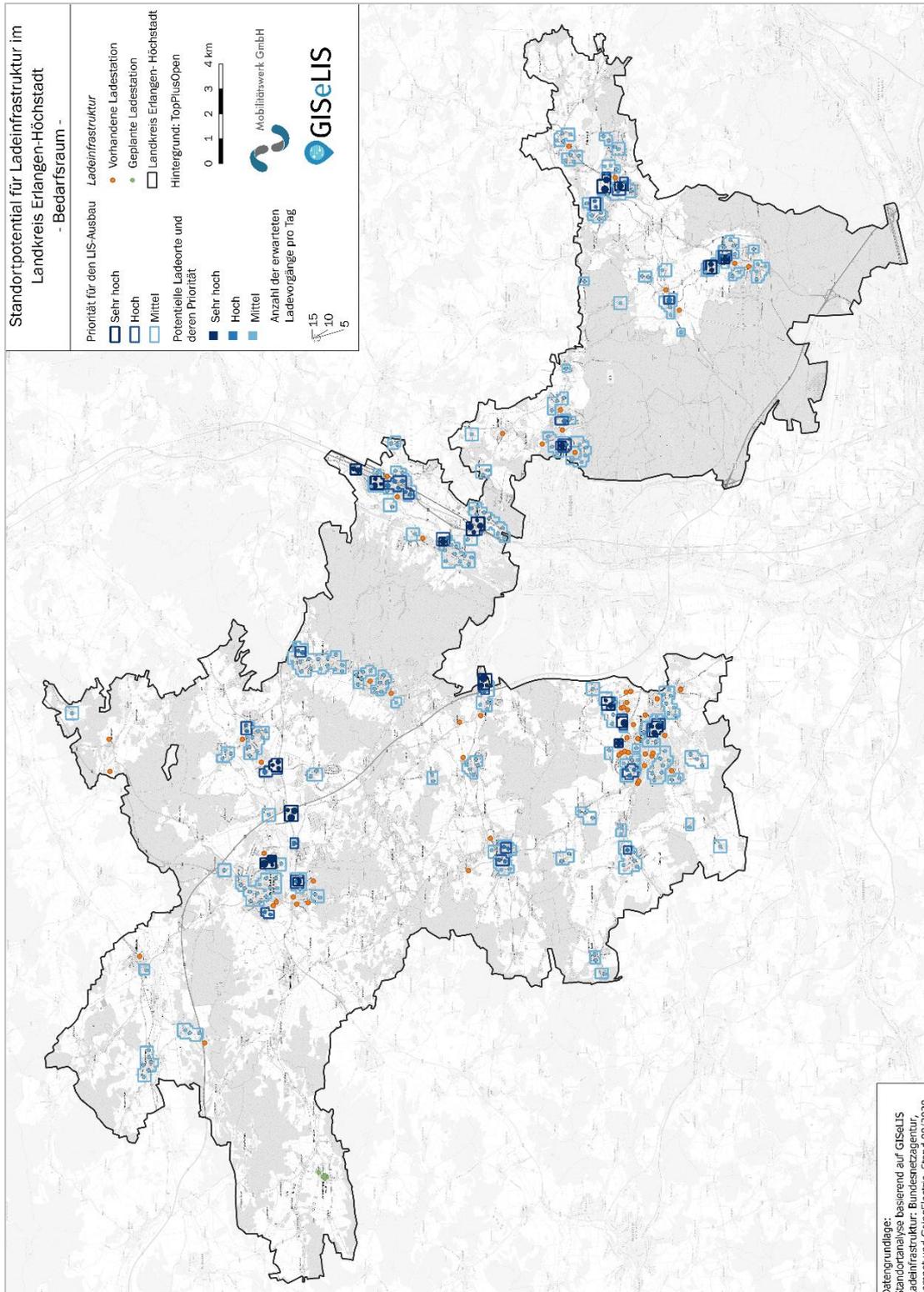


Abbildung 20: Standortpotential für LIS im Landkreis Erlangen-Höchstadt im Jahr 2030 (Bedarfsraum)

Um innerhalb der Bedarfsräume geeignete Standorte für die Errichtung von LIS festzulegen, wurden im Rahmen einer Mikrostandortuntersuchung mittels Vor-Ort-Begehungen sechs exemplarische Standorte auf ihre technische und räumliche Eignung geprüft. Die Ergebnisse und das Vorgehen der Bewertung werden in diesem Kapitel erläutert.

Innerhalb der ermittelten 131 Bedarfsräume wurden öffentliche Parkflächen identifiziert. Die Auswahl der Standorte erfolgte in Rücksprache mit dem Landkreis und wurde nach der Verteilung im Kreisgebiet bzw. innerhalb der Kommunen, dem unterschiedlich hohen Ladebedarf und der Relevanz für verschiedene Nutzergruppen ausgewählt. Diese Parkflächen wurden anhand von Ausschluss-, Installations- und Nutzungskriterien auf ihre Eignung für LIS geprüft. Das Vorgehen zur Standortbewertung dient als Leitfaden für Akteure im Landkreis Erlangen-Höchstadt zur Errichtung von LIS.

Werden nicht alle **Ausschlusskriterien** erfüllt, ist der LIS-Ausbau an diesem Standort sehr aufwendig und bspw. mit sehr hohen Netzanschlusskosten oder relevanten, unumkehrbaren Belangen des Denkmalschutzes verbunden. In diesem Fall ist eine Einzelfallprüfung notwendig, um den Ausbau an diesem Standort abzuwägen. Ggf. müssen alternative Standorte in Betracht gezogen werden.

Tabelle 14: Erläuterung der Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien	Erklärung
Verfügbarkeit der Fläche	Prüfung, ob die benötigte Fläche für die geplante Ladelösung inklusive der benötigten Stellplätze bereitgestellt werden kann.
Städtebau	Hierbei werden Denkmalschutz- und städtebauliche Aspekte gemeinschaftlich betrachtet. Es muss geklärt werden, ob sich die geplante Ladelösung in das Ortsbild einbinden lässt. Denkmalschutzbereiche sind auszuschließen oder ggf. von der unteren Landesbehörde zu prüfen.
Rechtliche Normen	Normen und rechtliche Vorgaben, welche sich auf Baumschutzsatzungen, Bebauungspläne o. Ä. beziehen, werden an dieser Stelle geprüft.
Nutzungsrecht	Prüfung der öffentlichen Zugänglichkeit: Ggf. können Nutzergruppen, wie Anwohner oder Kunden, diese Flächen nutzen. Die Öffnung der Zugänglichkeit für Dritte wird in diesem Punkt überprüft.
Zufahrtsmöglichkeit	Untersuchung von bestehenden Wendemöglichkeiten, Rettungswegen, Ein- und Ausfahrten für größere Fahrzeuge etc. LIS sollte diese Bereiche nicht behindern.
Fließender Verkehr	Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs müssen gegeben sein. Die Errichtung von LIS darf dies nicht einschränken. Es wird geprüft, ob enge Kurven, Sichtbegrenzungen oder weitere Behinderungen bestehen.
Technische Eignung	Prüfung des Netzanschlusses und der damit verbundenen, maximal möglichen Leistungen und Netzanschluss- bzw. Ausbauposten.

Darüber hinaus fallen **Installations- und Nutzungskriterien** in die Bewertung der Bedarfsräume. Anders als bei den Ausschlusskriterien, die eine grundsätzliche Eignung der Parkflächen für LIS bestimmen, wurde hier eine Bewertung mit Abstufungen (in %) vorgenommen, da den einzelnen Kriterien eine unterschiedliche Wertigkeit zukommt. Basierend auf der prozentualen Gewichtung wird ein Score ausgegeben, der von 0 bis 5 reicht und eine Priorisierung der potentiellen LIS-Standorte ermöglicht. Erhält ein Standort eine Bewertung von 5 Punkten (Maximalpunktzahl), ist er in allen aufgelisteten Kriterien optimal für die Errichtung von LIS geeignet. Erhält ein Standort eine Bewertung von unter 3 Punkten, wird von einem Ausbau abgeraten und alternative Flächen im Umfeld sollten ermittelt werden.

Tabelle 15: Erläuterung der Bewertungskriterien

Kriterium, Wertigkeit		Betrachtung	Score
Installationskriterien			
Technischer/ baulicher Aufwand	10 %	Parkraumbefestigung (Schotter/ Asphalt/ Pflaster)	
		Aufwand der Grabungsarbeiten	
		Geschützter Baumbestand	
Datentechnische Anbindung	15 %	Kabelgebunden (Breitbandversorgung)	
		Kabellos (LTE Verfügbarkeit)	
Akzeptanz	10 %	Parkdruck	
		Anwohnerakzeptanz	
		Fremdnutzung des Ladeplatzes	
Auslastung des Parkplatzes	15 %	Auslastung zum Begehungszeitpunkt	
		Erwartete bzw. empfundene Auslastung	
Erweiterbarkeit	15 %	Freie Flächen und Anzahl der Stellflächen betrachten, ob mehrere Stellplätze für E-Pkw vorgehalten werden können	
Sichtbarkeit und Erreichbarkeit	20 %	Einsehbarkeit des Parkplatzes von der Straße	
		Einsehbarkeit von LIS auf dem Parkplatz	
		Positionierung der LIS im Sinne der Anfahrbarkeit (frontales oder seitliches Anfahren) bewerten	
Verkehrsmenge im Umfeld	15 %	Fahrzeuge pro 5 min im angrenzenden Straßenraum: Wie hoch wird die Frequentierung des Standortes eingeschätzt?	
Nutzungskriterien			
Ladeweile	20 %	PoI und PoS sowie Attraktivität des Umfelds	
Intermodalität	10 %	Distanz zum nächsten Bahnhof/ P+R Parkplatz	
Relevanz für den Durchgangsverkehr	15 %	Distanz zur Autobahnausfahrt, Lage an Bundesstraßen	
Sicherheit (LIS sowie Nutzer)	10 %	Beleuchtung	
		Umfeld	
		Parkraumüberwachung	
Kunden und Gäste	10 %	Für Kunden vorgehalten oder auch für Dritte möglich?	
Nutzervielfalt	15 %	Diversität an potentiellen Nutzern	
Entfernung zur nächsten LIS	10 %	Distanz zur nächsten Ladestation	
Weitere Profiteure	10 %	Zusätzlicher Nutzen für das direkte Umfeld	

Wurde ein Standort nach Einschätzung aller o. g. Kriterien als geeignet bewertet, kann die Planung zur Ausgestaltung des LIS-Ausbaus beginnen.

4.3.2 Ergebnisse

Es wurden sechs Standorte im Landkreisgebiet exemplarisch untersucht und auf ihre Eignung zur Errichtung von LIS überprüft. Die Ergebnisse werden in diesem Unterkapitel vorgestellt. Die ausführlichen Vor-Ort-Protokolle sind dem Anhang A beigefügt. Für die Auswahl der Standorte wurde auf eine gleichmäßige Verteilung im Landkreisgebiet, eine Diversität im Nutzerverhalten und Unterschiede bezüglich der Prognoseergebnisse des zu erwartenden Ladebedarfs geachtet. Zudem wurden auch halböffentliche Flächen betrachtet (z. B. Einzelhandelsstandorte), um die Bedeutung dieser Flächen für den Ausbau von Lademöglichkeiten zu veranschaulichen. Die privaten Eigentümer verfügen i. d. R. über ausreichende Stellplatzkapazitäten, auf denen LIS für Kunden, Gäste und Dritte bereitgestellt werden kann. Die Standorte unterscheiden sich somit in möglichst vielen Aspekten, um die verschiedenen Ausgestaltungsmöglichkeiten des LIS-Ausbaus aufzuzeigen.

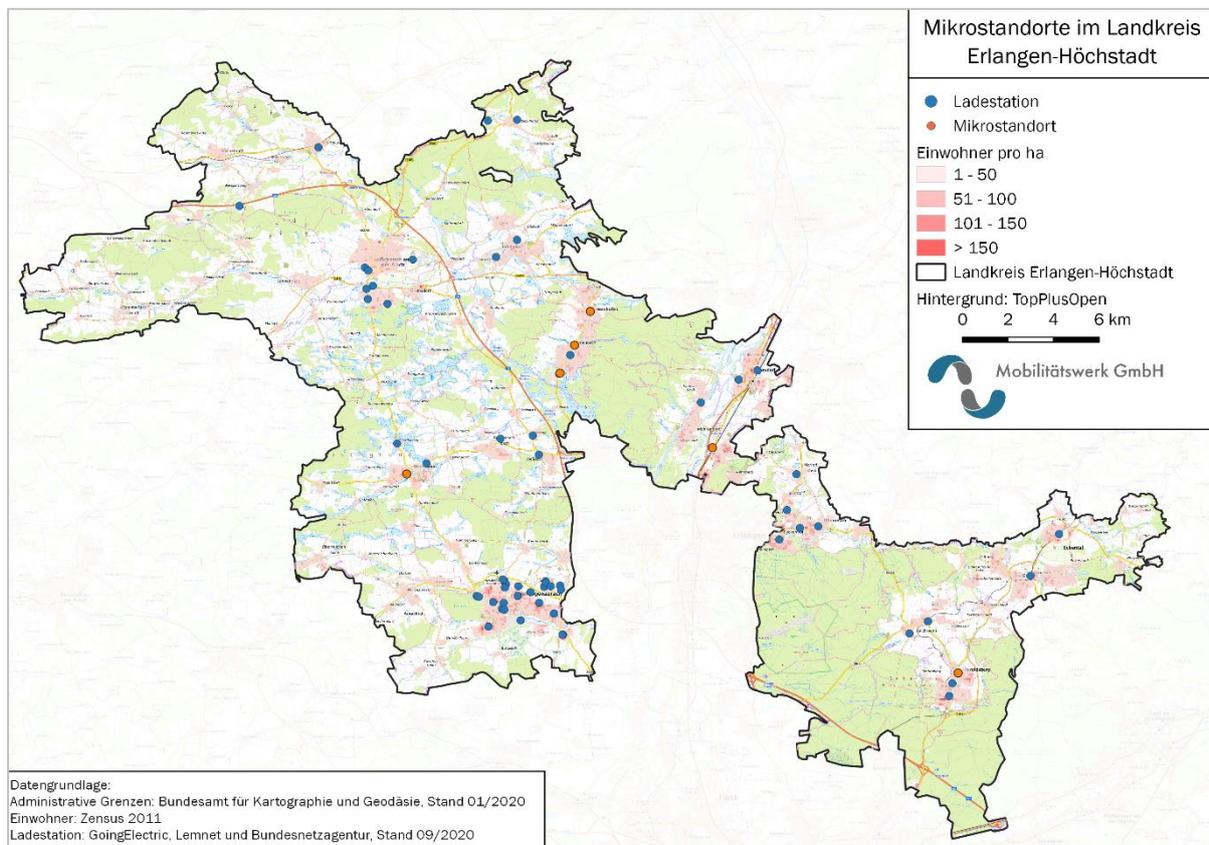


Abbildung 21: Untersuchte Mikrostandorte im Landkreis Erlangen-Höchstadt

Tabelle 16: Bewertung der untersuchten Mikrostandorte im Landkreis Erlangen-Höchstadt

ID	Beschreibung	Adresse	Tägliche Ladevorgänge 2030	Score
1	Parkplatz am Bahnhof Bubenreuth	Am Bahnhof 4 91099 Bubenreuth	9 AC, 6 DC	4,25
2	Parkplatz Hauptstraße Weisendorf	Hauptstraße 10 91085 Weisendorf	4 AC, 0 DC	4,35
3	Parkplatz Lange Gasse Ecke Neue Gasse Heroldsberg	Lange Gasse 5 90562 Heroldsberg	5 AC, 0 DC	4,30
4	Parkplatz Sparkasse Hemhofen	Hauptstraße 34 91334 Hemhofen	20 AC, 0 DC	4,10

5	Parkplatz REWE Röttenbach	Lohmühlweg 10 91341 Röttenbach	6 AC, 2 DC	3,25
6	Parkplatz am Friedhof Röttenbach	Hauptstraße 5 91314 Röttenbach	2 AC, 0 DC	3,10

Alle Standorte weisen eine grundsätzliche Eignung für LIS auf. Die Realisierbarkeit hängt jedoch stark von den Netzanschlusskosten ab. Nicht für alle Standorte liegen konkrete Anschlussinformationen vor, jedoch erfolgte eine Einschätzung, wie relevant die Standorte aus Sicht der lokalen LIS-Betreiber sind und ob im unmittelbaren Umfeld weitere Ausbauaktivitäten erfolgen oder geplant sind. Alle Standorte stoßen bei den lokalen Akteuren auf großes Interesse. Im Abgleich mit den Bedarfsräumen (vgl. Kapitel 4.3.1) ist zu vermerken, dass an den Standorten Bubenreuth, Hemhofen und Weisendorf die Anzahl und die Priorität der Bedarfsräume höher ist als in Röttenbach. Demnach kommt diesen Standorten eine höhere Bedeutung zu, um dort den LIS-Ausbau bereits bis 2025 voranzutreiben. An den Standorten in Röttenbach ist mittlerer Ladebedarf ausgewiesen. Das bedeutet, dass dieser Bedarf bis 2030 gedeckt werden sollte. Der Standort in Hemhofen ist besonders relevant. In der Gemeinde besteht hoher Ladebedarf, denn bisher gibt es lediglich zwei öffentliche Ladepunkte im Gemeindegebiet, sodass ein weiterer LIS-Ausbau im (halb-)öffentlichen Raum zeitnah erfolgen sollte. Beim Ausbau von LIS ist stets, neben den o. g. Kriterien, auf die Höhe der Netzanschluss- und Installationskosten zu achten. Nach Aussage der Gemeindewerke Röttenbach sind die Anschlussgegebenheiten an beiden Standorten in Röttenbach nicht optimal. Bei einer zentralen Positionierung auf dem REWE-Parkplatz würden hohe Netzanschlusskosten entstehen. Ggf. ist ein Netzanschluss über den Hausanschluss möglich. Wallboxen könnten dann an der Gebäudeseite installiert werden. Wird allein die Lage des Standortes betrachtet, sollte der Ausbau aufgrund der hohen Nutzervielfalt durch die Nähe sowohl zum Wohn- als auch Gewerbegebiet dennoch in Rücksprache mit der Gemeinde und den Gemeindewerken Röttenbach geprüft werden. Angrenzend zum REWE-Markt befindet sich eine Lademöglichkeit an der BTF-Tankstelle. Da es sich dabei um einen öffentlich zugänglichen Ladepunkt mit einer Leistung von 3,7 kW handelt, ist hier nur von einer langen Standzeit auszugehen. Die Bereitstellung einer Ladeleistung von 22 kW für Kunden stellt eine attraktive Ausweitung des elektromobilen Angebots an dem Standort rund um den Lohmühlenweg und den Gewerbering dar. Aufgrund der schlechten Netzanschlussgegebenheiten ist das Scoring an den Standorten in Röttenbach niedriger als an den anderen Standorten. Da von der N-ERGIE lediglich eine Lagebewertung der übrigen Standorte erfolgte, sind konkrete Aussagen zu den Netzanschlüssen noch offen und im Zuge von Ausbauplanungen durch die Kommunen zu prüfen. Das Ausschlusskriterium Netzanschluss konnte somit noch nicht in das Scoring einbezogen werden.

Halböffentlichen Flächen kommt im Zuge des LIS-Ausbaus eine hohe Bedeutung zu. Diese verfügen meist über ausreichende Stellplatzkapazitäten, werden häufig von (E-)Pkw angefahren und die Aufenthaltsdauer an den entsprechenden Standorten beträgt durchschnittlich 30 bis 90 Minuten, sodass sich dies zur Tötigung eines Ladevorgangs lohnt. Zudem stellt die Bereitstellung von LIS ein wichtiges Kundenbindungs- bzw. -akquiseinstrument dar. Neben dem REWE-Standort in Röttenbach wurde auch mit dem Parkplatz der Sparkasse in Hemhofen ein halböffentlicher Standort betrachtet. Seitens des Landkreises Erlangen-Höchstadt und seiner Kommunen sollte aktiv auf diese Flächeneigentümer zugegangen werden, um ggf. vorhandene Ausbaupläne zu erfragen. Eine Kommune hat grundsätzlich wenig Einfluss auf die halböffentliche Standortauswahl.

Die vier Standorte im öffentlichen Raum befinden sich in zentralen Lagen der jeweiligen Kommunen. Der Standort am Bahnhof Bubenreuth wurde ausgewählt, da der Bahnhof als wichtiger Mobilitätsknotenpunkt fungiert und hier elektromobile Angebote platziert werden können. Der Parkplatz wird als P+R Parkplatz intensiv genutzt. Die Herausforderung besteht darin, dass die (E-)Pkw an P+R Parkplätzen lange Standzeiten aufweisen und nicht umgeparkt werden können. Für Hol- und

Bringfahrten oder kürzere Aufenthalte von 30 Minuten bis zwei Stunden kann diese LIS jedoch gut genutzt werden.

Der Parkplatz Lange Gasse Ecke Neue Gasse in Heroldsberg sowie der Standort am Friedhof in Röttenbach weisen eine hohe Eignung als LIS-Standorte auf. Da sich im näheren Umfeld aber bereits öffentliche LIS befindet (Umkreis < 700 m) wird erst ab dem Jahr 2025 ein Ausbaubedarf gesehen. Bei hoher Auslastung der bestehenden LIS kann der Ausbau eher erfolgen. Ein Monitoring zur LIS-Nutzung sollte in Rücksprache mit den jeweiligen Betreibern halbjährlich erfolgen.

Der Standort an der Hauptstraße in Weisendorf sticht durch seine zentrale Positionierung im Gemeindegebiet hervor. So kann eine hohe Sichtbarkeit gewährleistet werden. Um zu prüfen, ob die genannten Standorte tatsächlich mit Lademöglichkeiten ausgestattet werden können, ist ein enger Austausch zwischen Gemeinden und Netzbetreiber bzw. LIS-Betreiber erforderlich. Die Prüfung der Standorte ist exemplarisch erfolgt, um das Vorgehen zur Bewertung zu erläutern. Sollte LIS an weiteren Standorten geplant werden, kann auf dieses Vorgehen zurückgegriffen werden.⁴⁶ Die Planungs- und Bedarfsräume wurden zudem als Geodaten bereitgestellt, sodass damit eine Grundlage zur weiteren Standortplanung geschaffen wurde.

4.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für LIS wurden erstmals mit der Ladesäulenverordnung (LSV) und dem Elektromobilitätsgesetz (EmoG) festgeschrieben. Novellierungen im Mess- und Eichrecht und Anpassungen der EEG-Umlage (Erneuerbare-Energien-Gesetz) stellen LIS-Betreiber vor neue Aufgaben. Auch Kommunen und Wohnungseigentümer sind durch Novellierungen im Wohnungseigentumsgesetz (WEG) und im Gesetz zum Aufbau von Lade- und Leitungsinfrastruktur für Elektromobilität in Gebäuden (GEIG) in der Pflicht, die Rahmenbedingungen für LIS an Gebäuden zu schaffen. Nachfolgend werden unter Berücksichtigung der Novellierungen Handlungsfelder für die entsprechenden Akteursgruppen abgeleitet.

4.4.1 Ladeinfrastruktur in Gebäuden

Mit der Novellierung des WEG ist eine einfache Mehrheit der Miteigentümer ausreichend, um bauliche Veränderungen, bspw. in Form der Errichtung eines Ladepunktes, zu ermöglichen. Die Kosten sind jedoch von den potentiellen Nutzern selbst zu tragen. Die WEG-Reform inkludiert auch die Belange der Mieter. Diese erhalten somit das Recht auf die Errichtung eines Ladepunktes. Die Zustimmung des Vermieters ist jedoch erforderlich und die Kosten sind selbst zu tragen. Sind die Kosten unverhältnismäßig hoch, kann die Umsetzung eines eigenen Ladepunktes nicht erfolgen. Zudem ist in Wohnungseigentümergeinschaften die Kostenfrage intern zu klären und ggf. eine Kostenbeteiligung weiterer Parteien erforderlich.

Gemäß dem GEIG müssen Gebäude künftig mit Anschlüssen für LIS ausgestattet werden. Das Gesetz regelt, dass bei neu zu errichtenden oder umfassend zu sanierenden Wohngebäuden mit mehr als fünf Stellplätzen jeder Stellplatz und bei Nichtwohngebäuden⁴⁷ mit mehr als sechs Stellplätzen jeder dritte Stellplatz mit Schutzrohren für Elektrokabel auszustatten ist. Bei Nichtwohngebäuden mit mehr als 20 Stellplätzen (dies betrifft im Gegensatz zu Wohngebäuden den gesamten Bestand) muss zudem ab dem 1. Januar 2025 mindestens ein Ladepunkt errichtet werden. Eigentümerinnen und Eigentümer von mehreren Nichtwohngebäuden haben dabei die Möglichkeit, die Gesamtzahl der zu errichtenden Ladepunkte an einer Stelle zu bündeln. Bezüglich der räumlichen Entfernung

⁴⁶ Vgl. Anhang A

⁴⁷ Ausgenommen hiervon sind Gebäude von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und öffentliche Gebäude.

zwischen den Gebäuden müssen noch verbindliche Regelungen getroffen werden.⁴⁸ Mit dem GEIG soll die EU Richtlinie 2018/844 in nationales Recht umgesetzt werden.⁴⁹ Diese sieht vor, dass die Vorgaben des GEIG bereits für alle Bauanträge, die ab dem 11. März 2021 eingereicht werden, gelten sollen. Mit einer zeitnahen Umsetzung in nationales Recht ist zu rechnen

Durch die WEG-Reform wird Wohnungseigentümern das Recht eingeräumt, die Genehmigung für den Einbau einer Ladevorrichtung auf dem eigenen Stellplatz auf dem Gelände der Wohnanlage oder in der Tiefgarage zu veranlassen. Bis zum 01. Dezember 2020 war hierfür die Zustimmung aller Mitglieder der Wohnungseigentümergeinschaft notwendig, künftig reicht eine einfache Mehrheit aus. Miteigentümer können nunmehr lediglich über die Art der Durchführung der Baumaßnahme bestimmen. Die WEG-Reform inkludiert auch die Belange der Mieter. Diese erhalten somit das Recht auf die Errichtung eines Ladepunktes. Die Zustimmung des Vermieters ist jedoch erforderlich und die Kosten sind selbst zu tragen.

In einem intensiven Austausch zwischen dem Landkreis, seinen Kommunen und Unternehmen der Wohnungswirtschaft sollten Best-Practice-Beispiele vorgestellt und Erfahrungen dazu ausgetauscht werden. Dazu sind die lokalen LIS-Betreiber einzubeziehen, die bereits Produkte und Ladelösungen für Gewerbe- und Privatkunden am Markt haben und zielgruppengerechte Ladelösungen empfehlen können.

4.4.2 Ladeinfrastruktur in Unternehmen

Das *Kraftfahrzeugsteuergesetz* (KraftStG) sieht für rein batterieelektrisch betriebene Elektrofahrzeuge, die zwischen 2020 und 2025 zugelassen werden, eine zehnjährige Steuerbefreiung vor.⁵⁰ Seit Beginn des Jahres 2019 gilt für die Besteuerung elektrischer Firmenwagen die 0,5 %-Regel. Statt den üblichen 1 % des Brutto-Listenpreises eines Fahrzeuges müssen bei Elektrofahrzeugen lediglich 0,5 % versteuert werden.⁵¹ Die Regelung sollte zunächst bis zum Jahr 2021 gültig sein, wird jedoch mit dem *Gesetz zur weiteren steuerlichen Förderung der Elektromobilität und zur Änderung weiterer steuerlicher Vorschriften* bis zum Jahr 2030 verlängert. Die Regelung gilt für BEV und PHEV.⁵²

Das Laden des privaten Elektrofahrzeugs beim Arbeitgeber stellt, insbesondere für Mitarbeiter ohne die Möglichkeit, am Wohnort eine private Ladestation zu installieren, eine relevante Lademöglichkeit dar. Das vergünstigte oder kostenlose Laden beim Arbeitgeber ist jedoch ein geldwerter Vorteil, der lediglich bis zu einem Wert von 44 € monatlich steuerfrei genutzt werden darf. Eine Überschreitung der Freigrenze würde zu einer Besteuerung des Ladestroms führen, wodurch sich ein erhöhter Aufwand für den Arbeitgeber ergibt und die Attraktivität des Angebots für beide Seiten sinkt.⁵³ Daher sieht das *Gesetz zur steuerlichen Förderung der Elektromobilität im Straßenverkehr* eine Befreiung von der Einkommenssteuer für durch den Arbeitgeber gewährte Vorteile für das Aufladen eines Elektrofahrzeugs im Betrieb vor.⁵⁴ Die Regelung gilt zunächst bis zum 31.12.2020, wird jedoch im *Gesetz zur weiteren steuerlichen Förderung der Elektromobilität und zur Änderung weiterer steuerlicher Vorschriften* bis 2022 verlängert.⁵⁵

⁴⁸ Vgl. electrive.net 2021

⁴⁹ Vgl. EnEV-online 2020

⁵⁰ Vgl. § 3d KraftStG

⁵¹ Vgl. electrive.net 2018

⁵² Vgl. Deutscher Bundestag 2019

⁵³ Vgl. Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität 2017

⁵⁴ Vgl. ebd.

⁵⁵ Vgl. Deutscher Bundestag 2019

5 AP – Carsharing

Im vorliegenden Kapitel werden die Grundlagen zum Thema Carsharing betrachtet. In diesem Zusammenhang werden u. a. CS-Modelle und typische Nutzergruppen vorgestellt und es wird auf gängige Preismodelle Bezug genommen (vgl. Kapitel 5.1). Unter Berücksichtigung des Status Quo des Landkreises Erlangen-Höchstadt erfolgt eine Potentialanalyse für weitere CS-Stationen im Landkreisgebiet (vgl. Kapitel 5.2). Abschließend werden Empfehlungen für Kommunen und (Wohnungsbau-)Unternehmen zum optimalen Einsatz eines CS gegeben (vgl. Kapitel 5.3 und 5.4).

5.1 Grundlagen

Die zunehmende Urbanisierung und damit verbundene Flächenversiegelung aufgrund neuer (Wohn-)Baugebiete sowie das steigende Verkehrsaufkommen belasten die Umwelt und sind u. a. mit Luftverschmutzungen und Lärmbelastigungen verbunden. Aus finanzieller Hinsicht lohnt sich ein eigener Pkw bei einer Jahresfahrleistung unter 10 000 km für Privatpersonen nicht. Zudem entstehen Pkw-Nutzern Zeitverluste, die sich aufgrund von Stau oder Parkplatzsuche ergeben. Eine mögliche Lösung, um diesen Effekten zu begegnen, stellt **Carsharing** (CS) dar. Es beschreibt die organisierte und gemeinschaftliche Fahrzeugnutzung. CS hat einerseits eine den öffentlichen Verkehr ergänzende Funktion und steigert die Attraktivität des Umweltverbunds. Andererseits reduziert es den Flächenverbrauch, da aufgrund der insgesamt geringen Fahrzeuganzahl auf der Straße Stellplätze frei werden und die CS-Fahrzeuge besser ausgelastet und häufiger in Bewegung sind. Nicht zu vernachlässigen sind die erheblichen Emissionseinsparungen, die sich durch die CS-Nutzung ergeben. Diese sind besonders hoch, wenn Elektrofahrzeuge in der CS-Flotte eingesetzt werden. Diese eignen sich überwiegend für die im CS zurückgelegten Wege. Darüber hinaus wissen CS-Nutzer, für welche Strecken sie das Fahrzeug benötigen und können dementsprechend planen und abschätzen, ob die Reichweite eines E-Pkw ausreicht oder eine Ladung notwendig ist. Dafür werden jedoch Lademöglichkeiten und flächenmäßig größere CS-Gebiete bzw. Stationen benötigt, an denen die Wahlmöglichkeit zwischen konventionellen und elektrischen Fahrzeugen besteht. Zudem führen Elektrofahrzeuge im CS durch die niedrigen Nutzungshürden zu einer breiteren Akzeptanz der Technologie. CS sollte daher als Teil einer Lösung im Verkehrsbereich begriffen werden.

Ansätze

Es bestehen verschiedene Ansätze zur Etablierung eines CS-Angebots. Dazu zählen insbesondere:

- **Kommerziell:** Es gibt einen öffentlichen CS-Anbieter, der sich ausschließlich auf dieses Geschäft fokussiert.
- **Ankernutzer:** Es gibt einen Ankernutzer (z. B. Kommune, Unternehmen), der das CS-Angebot hauptsächlich nutzt. Es erfolgt eine Ergänzungsnutzung durch Dritte (z. B. Anwohner).
- **Vereinsbasiert:** Es gibt einen Verein, der ein CS-Angebot betreibt. Dies ist im Landkreis Erlangen-Höchstadt der Fall. Näheres hierzu folgt.

CS-Modelle und Marktüberblick

Der CS-Markt ist in den vergangenen Jahren sehr dynamisch gewachsen. Dies lässt sich zum einen durch den Trend der Sharing Economy und zum anderen durch die zunehmende Relevanz von (alternativen) Mobilitätsangeboten im Allgemeinen begründen. Grundsätzlich wird zwischen folgenden CS-Modellen unterschieden:

Tabelle 17: Erläuterung CS-Modelle

Modell	Erläuterung	Häufigster Nutzungszweck	Beispielhafte Anbieter ⁵⁶
Stationsgebunden	Die CS-Fahrzeuge stehen an einer festen Vermietstation und müssen nach der Mietdauer wieder dort abgestellt werden.	Gelegentliche Fahrten, wie z. B. Einkäufe, Erledigungen, Freizeitausflüge	Stadtmobil, cambio CarSharing, teilAuto, book-n-drive, DB Connect
Free-floating	Die CS-Fahrzeuge stehen in einem begrenzten Nutzungsgebiet. Sie können nach der Mietdauer an einer beliebigen Stelle im Nutzungsgebiet abgestellt werden.	Spontane Fahrten und beliebiger Einbau in alltägliche Wege (z. B. Arbeits-, Heim-, Freizeitwege)	Share Now, We share, Sixt share, book-n-drive, MI-LES Mobility
Privat	Beim privaten CS stellt ein Eigentümer sein privates Fahrzeug anderen Personen für eine begrenzte Zeit zur Verfügung. Diese Form des CS kann professionell von einem Betreiber organisiert werden, welcher gegen Bezahlung den Buchungs- und Abrechnungsprozess übernimmt.	Unterschiedlich, einzel-fallabhängig	Getaround, Geta-way, SnappCar, Turo

In Deutschland gibt es aktuell 226 CS-Anbieter, die eine Flotte von insgesamt 25 400 Fahrzeugen an 840 Orten betreiben und damit 2,29 Mio. Nutzern ihre Dienstleistung anbieten. Am weitesten verbreitet ist das stationsgebundene CS, welches an allen 840 Orten angeboten wird (ca. 12 000 Fahrzeuge). Bei den 219 Anbietern des stationsgebundenen CS handelt es sich sowohl um große gewerbliche Anbieter, wie Stadtmobil oder teilAuto, als auch um ehrenamtliche Vereine. Das stationsgebundene CS verzeichnet etwa 710 000 Nutzer. Im Vergleich dazu gibt es derzeit nur sieben free-floating-CS-Anbieter, die etwa 13 400 CS-Fahrzeuge an 31 Orten (vor allem große Metropolregionen) anbieten. Diesem CS-Modell sind rund 1,58 Mio. registrierte Nutzer zuzuordnen.⁵⁷

CS-Angebote gibt es inzwischen auch in kleineren Städten und ländlichen Regionen. Im Gegensatz zu dicht besiedelten Städten handelt es sich insbesondere im ländlichen Raum jedoch nicht um ein tragfähiges Geschäftsmodell. Vielmehr wird das Angebot meist von den Kommunen oder ehrenamtlichen Vereinen teilfinanziert und dient ausschließlich als Mehrwert für die Bevölkerung. In rund 47 % aller Orte mit 20 000 bis 50 000 Einwohnern gibt es derzeit ein CS-Angebot. Mittlerweile wird auch in 445 Orten mit weniger als 20 000 Einwohnern stationsgebundenes CS angeboten.⁵⁸

Gefragte Fahrzeugmodelle

Bei CS-Nutzern ist ein steigendes Interesse an Fahrzeugen mit Anhängerkupplung und an geräumigen Fahrzeugen, wie z. B. 9-Sitzern, Kastenwagen oder Transportern, zu verzeichnen, um mehrere Personen bzw. größere Gegenstände zu transportieren. Auch das Interesse an Elektrofahrzeugen wächst. Die Kombination von konventionell und elektrisch betriebenen Fahrzeugen ist sinnvoll, um ein diverses Angebot zur Verfügung zu stellen. Der Anteil von elektrisch betriebenen Fahrzeugen in der deutschen CS-Flotte steigt kontinuierlich und beträgt derzeit 18 %.⁵⁹

⁵⁶ Bei den beispielhaft genannten CS-Anbietern handelt es sich um die fünf größten des jeweiligen Betreibermodells, vgl. Bundesverband CarSharing e. V. 2020a

⁵⁷ Stand: Januar 2020, vgl. Bundesverband CarSharing e. V. 2020b

⁵⁸ Vgl. ebd.

⁵⁹ Vgl. ebd.

Nutzergruppen

Je nach CS-Modell bestehen unterschiedliche Nutzergruppen. Nachfolgend werden das stationsgebundene und das free-floating-CS betrachtet. Der typische CS-Nutzer ist sowohl beim stationsgebundenen als auch beim free-floating-CS männlich und lebt in einem Haushalt mit einer durchschnittlichen Größe von 2,1 bis 2,2 Personen. Er hat eine akademische Ausbildung abgeschlossen und benutzt den Dienst zwischen zwei- und viermal pro Monat. Unterschiede in den beiden CS-Modellen lassen sich beim Alter des CS-Nutzers feststellen. Während der typische Nutzer des stationsgebundenen CS durchschnittlich 44 Jahre alt ist, beträgt das Durchschnittsalter beim free-floating-CS-Nutzer 33 Jahre. Dies lässt sich insbesondere damit begründen, dass Studenten eine wichtige Zielgruppe des free-floating-CS darstellen. Ebenso unterscheiden sich die Wegezwecke und somit auch die in Anspruch genommene Zeit. Das stationsgebundene CS wird vor allem für Einkäufe, Erledigungen (wie z. B. Arztbesuche) oder Freizeitausflüge genutzt, wodurch die durchschnittliche Distanz zwischen 30 und 70 km bei einer Dauer von drei bis fünf Stunden pro Fahrzeug pro Tag liegt. Beim free-floating-CS steht vor allem die spontane und flexible Nutzung im Mittelpunkt. Hauptsächlich werden die entsprechenden Fahrzeuge auf dem Arbeits- und Heimweg sowie für Freizeitwege eingesetzt. Die mittlere Nutzungsdauer pro Tag liegt bei rund 30 Minuten bei einer durchschnittlichen Streckenlänge von 14 km.^{60, 61, 62}

Nutzung und Auslastung

Abbildung 22 und Abbildung 23 zeigen den Tagesgang für stationsgebundenes bzw. free-floating-CS unterschieden nach Werktagen und Wochenende.

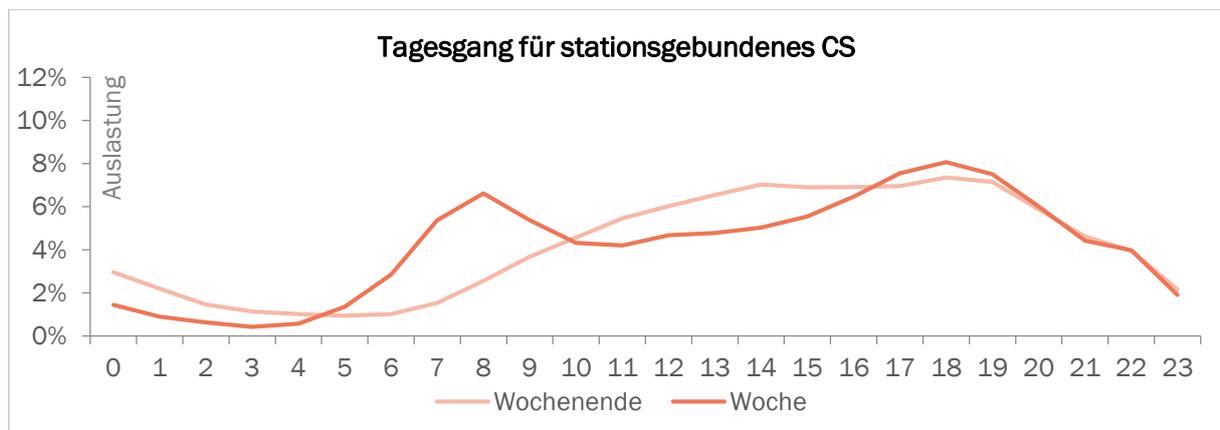


Abbildung 22: Tagesgang für stationsgebundenes CS unter der Woche und am Wochenende

Es wird deutlich, dass das stationsgebundene CS unter der Woche insbesondere zwischen 7:30 und 9:00 Uhr morgens bzw. 17:00 und 19:30 Uhr am frühen Abend Peaks aufweist (ca. 7 bis 8 %). Dies ist auf die Arbeitszeit eines regulären Arbeitstages zurückzuführen, vor dessen Beginn bzw. nach dessen Ende Erledigungen mit einem CS-Fahrzeug getätigt werden. Am Wochenende steigt die Auslastung im zeitlichen Verlauf stetig an und ist zwischen etwa 13:00 bis 19:30 Uhr ganzheitlich auf einem vergleichsweise hohen Niveau (knapp 7 %).

⁶⁰ Vgl. Riegler et al. 2016

⁶¹ Vgl. Sunderer et al. 2018

⁶² Vgl. Krämer/ Bongaerts 2019

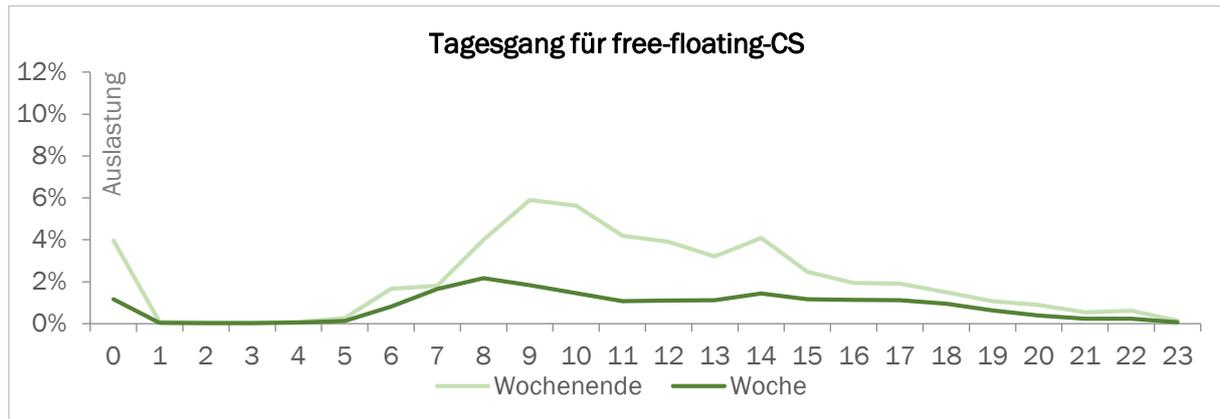


Abbildung 23: Tagesgang für free-floating-CS unter der Woche und am Wochenende

Beim free-floating-CS ist die Auslastung unter der Woche vergleichsweise gering und weist ebenso wie das stationsgebundene CS zwischen 7:30 und 9:00 Uhr morgens einen Peak auf. Dieser liegt bei etwa 2 %. Die erhöhte Auslastung zu diesem Zeitpunkt ist auch in diesem Fall auf die reguläre Arbeitszeit zurückzuführen. Am Wochenende ist beim free-floating-CS eine signifikant höhere Auslastung zu vernehmen als unter der Woche. Zwischen 9:30 und 10:30 Uhr ist die Auslastung am höchsten (ca. 6 %). Ein zweiter Peak zeigt sich gegen 14:30 Uhr (ca. 4 %).

Kosten

Bei einem CS ergeben sich anbieter- und nutzerseitige Kosten. Die Kosten auf Seiten der Anbieter setzen sich aus den folgenden Komponenten zusammen:

Tabelle 18: Kosten eines CS-Angebots für Anbieter⁶³

Kosten	Komponenten
100 €	Leasingrate (VW Polo)
25 €	Beitrag für DB-System (Beispiel für Backend-Software)
25 €	Onboard-Unit (Öffnen des Fahrzeugs)
25 €	Stellplatzmiete
80 €	Versicherung
50 €	Wartung und Reinigung
230 €	Kraftstoff (ca. 10-15 €/km) ⁶⁴
535 €	Gesamt

Die Kosten für die Nutzer unterscheiden sich je nach CS-Anbieter. So stellen die Bereitstellungs- und Aufnahmegebühr, Sicherheitspakete, die Nutzungsdauer sowie die zurückgelegte Strecke wichtige Aspekte dar, die in die jeweiligen Abrechnungsmodelle mit einfließen können. Zudem gibt es je nach Anbieter unterschiedliche Tarif-Optionen, die abhängig von der Nutzungshäufigkeit verschiedene Kostenausprägungen mit sich bringen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die beiden größten CS-Anbieter Deutschlands und deren jeweilige Tarife:

⁶³ Monatliche Schätzgrößen

⁶⁴ Angenommene Jahreslaufleistung: 27 000 km (entspricht 2 300 km Monatslaufleistung)

Tabelle 19: Kosten eines CS-Angebots für Nutzer für unterschiedliche Anbieter und Tarife

Anbieter	Tarif	Kosten
Stadtmobil ⁶⁵	Standard-Tarif	Zwischen 7:00 und 24:00 Uhr ab 1,90 €/h Ab 0,20 €/km
	Plus-Tarif	Zwischen 7:00 und 24:00 Uhr ab 1,40 €/h Ab 0,20 €/km Aufnahmegebühr: 29,00 € Monatlicher Teilnahmebeitrag: 10,00 €
Share Now ⁶⁶	Minuten-Tarif	Ab 0,19 €/min Ab 0,19 €/km
	Tages-Tarif	Ab 24,99 €/d Ab 0,19 €/km

Unter Berücksichtigung der Kosten für Anbieter und Nutzer von CS lässt sich feststellen: Für einen wirtschaftlichen Betrieb werden durchschnittlich ca. 600 € Umsatz pro Monat benötigt, was pro Fahrzeug ca. vier bis fünf Stunden täglicher Nutzungsdauer (ca. ein bis zwei Kurzstrecken oder 2/5-Tagesmiete) entspricht. Dafür sind üblicherweise zwischen 25 und 40 Nutzer je Fahrzeug erforderlich, die beim Anbieter registriert sind und monatlich zwischen 15 und 24 € für die Nutzung zahlen.

Carsharinggesetz (CsgG) und Bayerisches Straßen- und Wegegesetz (BayStrWG)

Das Carsharinggesetz (CsgG) ist eine von der Bundesregierung beschlossene Ermächtigungsgrundlage, um Maßnahmen zur Privilegierung von CS(-Fahrzeugen) zu ermöglichen. Bevorrechtigungen können sowohl für das Parken auf öffentlichen Straßen und Wegen als auch beim Erheben von Parkgebühren eingeräumt werden. Voraussetzung dafür ist eine deutlich sichtbare Kennzeichnung der CS-Fahrzeuge.⁶⁷ Seit 28. April 2020 gilt die neue *Straßenverkehrsordnung (StVO)*, mit welcher die bereits im Jahr 2017 getroffenen Regelungen des CsgG umgesetzt werden. Vor allem das stationsgebundene CS wird mit der Novelle gefördert, da dieses Modell eine weitaus größere Wirkung bei der Reduktion der Pkw-Anzahl besitzt.⁶⁸ Die Novelle führt bspw. Stellflächen ein, die ausschließlich von CS-Fahrzeugen genutzt werden dürfen. Zudem gibt es für die Fahrzeuge gesonderte Plaketten. Durch die Einführung eines neuen Schilds „CarSharing frei“ ist es Nutzern außerdem möglich, jenseits von CS-Stellplätzen in Halteverbotszonen zu parken. Kommunen können CS-Fahrzeuge auch von der Pflicht befreien, Parkscheiben, -automaten oder -uhren zu nutzen.⁶⁹

Bayern hat als erstes Bundesland eine Regelung zur Sondernutzung für stationsgebundenes CS in das *Bayerische Straßen- und Wegegesetz (BayStrWG)* aufgenommen, welches am 01.09.2018 in Kraft getreten ist. Demnach können Kommunen Flächen auf öffentlichen Straßen für stationsgebundenes CS bestimmen und über ein diskriminierungsfreies, transparentes Auswahlverfahren einem CS-Anbieter für höchstens acht Jahre zur Verfügung stellen. Die Kommune muss entsprechend Träger der Straßenbaulast sein. Sind mehrere Anbieter interessiert und erfüllen die Anforderungen, ist per Los zu entscheiden.⁷⁰

⁶⁵ Am Beispiel der Stadt Hannover, vgl. Stadtmobil 2020

⁶⁶ Vgl. Share Now 2020

⁶⁷ Vgl. §§ 1-4 CsgG

⁶⁸ Vgl. BMU 2015

⁶⁹ Vgl. Bundesverband Carsharing e. V. 2020c

⁷⁰ Vgl. Art. 18a BayStrWG

5.2 Potentialanalyse

Bei der Wahl geeigneter Standorte wurden demografische und sozioökonomische Kriterien, bauliche (z. B. Pol/ PoS, Bebauungsart/ -dichte und Zentralität) sowie infrastrukturelle Faktoren (z. B. Verknüpfungspunkte zum ÖPNV) berücksichtigt. Bspw. sind CS-affine Bevölkerungsgruppen meist in dicht bebauten Quartieren anzutreffen. Die räumliche Nähe von CS-Angeboten zu Verkehrsmitteln des Umweltverbundes bzw. multimodalen Knotenpunkten beeinflusst u. a. die Auslastung der CS-Fahrzeuge positiv. Dabei ist eine möglichst hohe Auslastung zu forcieren. Ungenutzte Fahrzeuge sind nicht wirtschaftlich und blockieren die Stellflächen. Mit der zunehmenden Verbreitung der Elektromobilität und dem LIS-Ausbau kann ebenfalls die Standortwahl von Elektrofahrzeugen im CS angegangen werden. Dabei sollte die Nähe zu bereits existierender LIS genutzt werden. Andererseits sollten bestehende CS-Standorte mittelfristig mit LIS ausgestattet und die Fahrzeuge elektrifiziert bzw. um E-CS-Angebote ergänzt werden. Das Ziel der Potentialanalyse zum CS ist das Identifizieren geeigneter CS-Standorte im Landkreisgebiet. Um den Grad der Eignung auch quantitativ beschreiben zu können, wurde ein Entscheidungsmodell entwickelt, welches auf der Nutzwertanalyse basiert. Grundsätzlich lassen sich CS-Stationen für zwei Nutzertypen unterscheiden, anhand derer die Auswahl geeigneter Standortfaktoren erfolgte:

- a) **Anwohner:** bei wohnortnahen CS-Stationen, insbesondere in verdichteten Quartieren, bilden Anwohner die primäre Nutzergruppe. Die Standortfaktoren sind folgende:
 - Demografische und sozioökonomische Faktoren (Einwohnerdichte, Altersstruktur, Haushaltsgröße, Einkommen, Bildungsgrad),
 - Lage und Art der Wohngebäude (Bebauungsdichte, Nähe zum ÖPNV und zur Nahversorgung, Zentralität).
- b) **Beschäftigte, Pendler, Touristen:** an zentralen CS-Stationen in der Nähe von multimodalen Knotenpunkten, Unternehmen, Behörden und Hotels. Die Standortfaktoren sind folgende:
 - Nähe zu multimodalen Knotenpunkten (Gewichtung nach Anzahl der Passagiere und des Verkehrsmittels),
 - Hohe funktionale Dichte (viele Pol/ PoS),
 - Nähe zu Ankernutzern, wie Unternehmen/ Behörden (Ergänzung/ Alternative zum Dienstwagen) und Gastgewerbe (Nutzung durch Touristen).

Die Standortfaktoren wurden mithilfe des Standortmodells *G/SeLIS* gewichtet, wobei sowohl die Perspektive der Anbieter als auch der Nutzer berücksichtigt wurde. Dabei wird das Potential gewichtet und ein Scoringssystem bewertet die Gebiete in einem 200 x 200 m Raster. Daraus ergeben sich Gebiete ohne, mit geringem, mittlerem und hohem Potential. Auf Basis dieser Analyse sind **vier bis sechs CS-Stationen** mit mittlerem bis hohem Standortpotential kurzfristig sinnvoll umsetzbar (vgl. Abbildung 24). Großes Potential für die Errichtung von (weiteren) CS-Stationen liegt insbesondere in den Städten und in den größeren Gemeinden des Landkreises.⁷¹ Die Potentialanalyse stellt eine hohe Eignung für CS-Stationen in der Stadt Herzogenaurach und in den Gemeinden Buckenhof und Uttenreuth heraus. In den genannten Kommunen gibt es bereits jeweils eine CS-Station. Eine mittlere Eignung für CS-Stationen zeigt sich in den Städten Baiersdorf und Höchstadt an der Aisch sowie in zahlreichen weiteren Gemeinden, bspw. Eckental, Gremsdorf, Möhrendorf, Röttenbach und Weisendorf. Dort existiert noch kein CS-Angebot. In den Randbereichen der Kommunen und im dünn besiedelten Umland hingegen besteht nur eine geringe Eignung.

⁷¹ Einzelne Kartenausschnitte in einem größeren Maßstab können dem Anhang B entnommen werden.

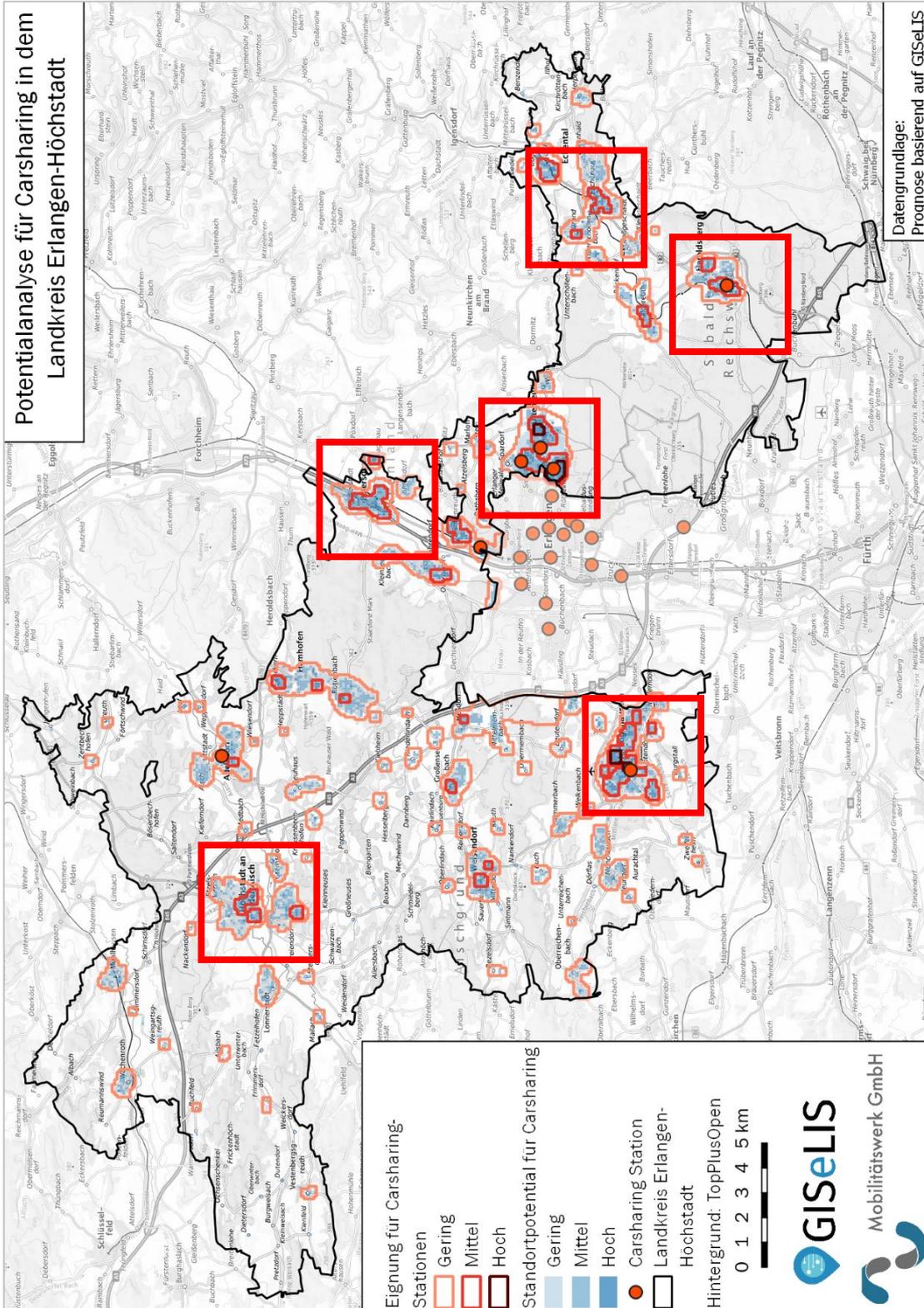


Abbildung 24: Potentialanalyse für CS im Landkreis Erlangen-Höchstadt

Im Rahmen eines Workshops wurden am 26.11.2020 gemeinsam mit Landkreis- und Gemeindevertretern des Landkreises Erlangen-Höchstadt sowie mit Vertretern des CarSharing Erlangen e. V. bisherige Erfahrungen, Herausforderungen und Potentiale hinsichtlich des CS-Angebots vor Ort ausgetauscht. Dabei wurde deutlich, dass auch weitere Kommunen des Landkreises und darüber hinaus von einer Weitergabe der bisherigen Erfahrungen profitieren können. Der Austausch zwischen den Beteiligten hat zudem wertvolle Hinweise für ein wachsendes CS-Angebot hervorgebracht. Durch die Sammlung und Zusammenfassung der bisherigen Erfahrungen und die damit verbundenen Erkenntnisse ist eine bessere und weitere Kommunikation möglich. Diese Erfahrungen werden nachfolgend aufgezeigt. Dabei handelt es sich um den aktuellen Stand. Eine Fortschreibung im Halbjahresrhythmus ist sinnvoll.⁷²

Bisherige Erfahrungen im Landkreis Erlangen-Höchstadt	
Status Quo	
Anbieter	Im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in der unmittelbar angrenzenden Stadt Erlangen gibt es aktuell drei CS-Anbieter, die stationsgebundenes CS an 23 Standorten betreiben. Der CarSharing Erlangen e. V. wurde Ende 2010 gegründet und besitzt mittlerweile über 500 Mitglieder. Er kooperiert mit dem öffentlichen CS-Anbieter Scouter , der in Erlangen und Tennenlohe insgesamt drei CS-Stationen betreibt. ⁷³ Zudem steht in Uttenreuth eine CS-Station von Mikar Carsharing zur Verfügung. ⁷⁴
Stationen	Die Auswahl der CS-Stationen orientiert sich an der Nachfrage . Das heißt, dass CS-Stationen dort geschaffen werden, wo Vereinsmitglieder und somit auch CS-Nutzer wohnen. Auch gewerbliche Nutzer, die das CS-Angebot in Anspruch nehmen wollen, beeinflussen die Standortwahl.
Fahrzeuge	Der Verein stellt 13 eigene Fahrzeuge, fünf rein elektrisch betriebene Fahrzeuge in den Kommunen Buckenhof, Heroldsberg, Herzogenaurach, Spardorf und Uttenreuth sowie einen Plug-in-Hybrid in Bubenreuth zur Verfügung. ⁷⁵ Zum Fuhrpark gehören die Modelle Toyota Yaris, Toyota Verso, Renault Clio, Renault Master, Opel Corsa, Opel Astra Sports Tourer, Opel Zafira, Ford Transit Custom sowie die Elektrofahrzeuge Toyota Yaris Hybrid, Toyota Auris Hybrid (PHEV) und Renault ZOE (BEV). ⁷⁶ Insbesondere die 9-Sitzer erfahren eine große Nachfrage. Da Scouter Partner im Flinkster-Netzwerk ist, können die Vereinsmitglieder zudem auf rund 4 500 Fahrzeuge in 400 Städten bundesweit und auf weitere Fahrzeuge in Österreich, Italien, der Schweiz und den Niederlanden zugreifen. ⁷⁷
Voraussetzungen zur Nutzung	Voraussetzung für die Nutzung der CS-Fahrzeuge ist eine Mitgliedschaft im CarSharing Erlangen e. V. und ein Nutzungsvertrag für die Fahrzeuge. Die Nutzer können zwischen einer aktiven und passiven Mitgliedschaft wählen. Beabsichtigt ein Nutzer, ausschließlich die Elektrofahrzeuge zu nutzen, ist eine passive Mitgliedschaft ausreichend und es fallen entsprechend geringere Nutzungsgebühren an. Es können auch mehrere Fahrzeuge gleichzeitig, bspw. für Veranstaltungen, gemietet werden.
Auslastung	Die Fahrzeuge sind normalerweise zu etwa 30 % ausgelastet. ⁷⁸ Die Auslastung ist vor allem am Wochenende signifikant hoch.
Kosten (nutzerseitig)	Die Kosten für eine Fahrt mit einem CS-Fahrzeug des Vereins sind abhängig von der zurückgelegten Strecke und der Nutzungsdauer , nicht jedoch von der Antriebsart.

⁷² Stand: November 2020

⁷³ Vgl. Scouter Carsharing o. J.

⁷⁴ Vgl. mikar GmbH & Co. KG 2020

⁷⁵ Vgl. CarSharing Erlangen e. V. o. J.

⁷⁶ Vgl. CarSharing Erlangen e.V. 2020a

⁷⁷ Vgl. DB AG 2020

⁷⁸ Pandemiebedingt ist die Fahrzeugauslastung gesunken und lag in den vergangenen zwölf Monaten im Durchschnitt zwischen 14-21 % (Uttenreuth: 14 %; Spardorf: 15 %; Herzogenaurach, Buckenhof: 16 %, Bubenreuth: 17 %, Heroldsberg: 21 %).

	<p>Bei einer Strecke bis zu 50 km zahlt der (Standard-)Nutzer bei einer aktiven Mitgliedschaft 0,37 € pro km und 1,25 € pro Stunde, wenn die Nutzung zwischen 6:00 und 24:00 Uhr stattfindet. Hinzu kommen eine einmalige Anmeldegebühr i. H. v. 20 €, eine Kaution i. H. v. 700 € und ein jährlicher Mitgliedsbeitrag i. H. v. 40 €. Das Buchen der Fahrzeuge mittels Smartphone-App ist kostenlos.⁷⁹</p> <p>Für die Scouter-Fahrzeuge im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in der Stadt Erlangen gilt der Tarif des CarSharing Erlangen e. V., außerhalb gilt der Flinkster-Tarif.</p>
<p>Aktuelle Herausforderungen</p>	
<p>Aufgrund der Wartungskosten von Gebrauch- und der Attraktivität von Neufahrzeugen ist die Nutzung von Gebrauchtfahrzeugen in der CS-Flotte nicht sinnvoll. Da damit ein hohes finanzielles Risiko verbunden ist, müssen die CS-Fahrzeuge entweder geleast oder neu beschafft werden. Dies ist mit hohen Kosten für den CarSharing Erlangen e. V. verbunden.</p>	
<p>CS-Fahrzeuge erfahren im Vergleich zu Privatfahrzeugen eine schnellere Abnutzung. Ab einer Lebensdauer von ca. fünf Jahren ist i. d. R. mit größeren und kostenintensiveren Reparaturen zu rechnen. Zeitgleich entfällt das CS-Fahrzeug für die Nutzung und Einnahmen bleiben für einen begrenzten Zeitraum aus. Da das damit verbundene finanzielle Risiko für den Verein zu hoch ist, kommen Gebrauchtfahrzeuge in der CS-Flotte nicht in Frage.</p> <p>In der Vergangenheit wurden die durch den Verein eigens beschafften Fahrzeuge geleast. Aufgrund der hohen Kosten von monatlich rund 200 € pro Fahrzeug wurden zwei Leasingverträge beendet. Während eines der Fahrzeuge käuflich erworben wurde, musste ein weiteres abgestoßen werden.</p>	
<p>Die Nutzung rein batterieelektrisch betriebener Fahrzeuge in der CS-Flotte ist derzeit mit zu großen Herausforderungen für den CarSharing Erlangen e. V. verbunden. Diese sind:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Anschaffungskosten ▪ Notwendigkeit von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum ▪ Aufwand für Kontrolle von Ladevorgängen (Umgang mit Fehlbedienung etc.) ▪ Nicht ausreichende Marktverfügbarkeit von Elektrofahrzeugen mit zugelassener Anhängerkupplung <p>Bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen in der CS-Flotte steht für den Verein nicht der kostendeckende Betrieb im Vordergrund. Vielmehr geht es darum, der Bevölkerung einen Mehrwert zu bieten, sie an die Antriebstechnologie heranzuführen und ökologische Einspareffekte zu erzielen. Um die Beschaffungskosten für den CarSharing Erlangen e. V. zu reduzieren, sind kommunale oder Zuschüsse von Unternehmen hilfreich. Um dies zu unterstützen und der Bevölkerung mit dem CS-Angebot eine wichtige Ergänzung zum ÖPNV zu bieten, wurden die rein elektrisch betriebenen Fahrzeuge in Buckenhof, Heroldsberg, Spardorf und Uttenreuth durch die Gemeinden bzw. in Herzogenaurach durch die Herzo Werke GmbH beschafft und in die CS-Flotte des Vereins integriert.⁸⁰</p>	
<p>Die Stellplatzsatzung als Instrument zur verbindlichen Verankerung eines CS-Angebots ist für Bauherren derzeit nicht zielführend.</p>	
<p>Beabsichtigen Bauherren, die Anzahl der gemäß der Stellplatzsatzung herzustellenden Pkw-Stellplätze durch die Schaffung eines CS-Angebots zu reduzieren, müssen mehrere CS-Stellplätze am Standort errichtet werden, damit sich ein wirksamer Effekt und eine erhebliche Kosteneinsparung für Bauherren ergeben. Dieses Vorgehen ist allerdings nicht bedarfsgerecht und daher nicht zielführend. Aus diesem Grund nutzen Kommunen des Landkreises Erlangen-Höchstadt städtebauliche Verträge, um CS bei Neubauten mit einer ausreichenden Anwohnerzahl verbindlich zu verankern. Dies wurde z. B. im Baugebiet <i>Obere Büch</i> in Buckenhof umgesetzt.</p>	
<p>Eine Intensivierung der Netzwerkbildung ist von hoher Relevanz!</p>	
<p>Mit dem CS-Angebot verfolgen der CarSharing Erlangen e. V. und die bereits im CS aktiven Kommunen des Landkreises das Ziel, einen Mehrwert für die Bevölkerung zu schaffen und ein politisches Statement zu setzen.</p>	

⁷⁹ Vgl. CarSharing Erlangen e.V. 2020b

⁸⁰ Vgl. Herzo Werke GmbH 2020

Seit mehreren Jahren betreibt der Verein intensive Öffentlichkeitsarbeit über verschiedenste Kanäle, um das CS-Angebot im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in seinen Kommunen aktiv voranzutreiben. Eine Verstärkung und stärkere **Außenkommunikation** dieser positiven Entwicklung ist von großer Bedeutung. Ein intensiver Erfahrungsaustausch insbesondere mit Kommunen, die mit CS bisher kaum oder noch gar keine Erfahrungen gesammelt haben, sollte angestrebt und gepflegt werden.

Weitere Kommunen des Landkreises haben bereits angekündigt, ein CS-Angebot vor Ort etablieren und entsprechende Fahrzeuge anschaffen zu wollen. Interessierte Kommunen sollten sich initiativ an den CarSharing Erlangen e. V. wenden. Die Integration „neuer“ CS-Angebote bzw. Fahrzeuge in die bestehende Fahrzeugflotte des Vereins ist sinnvoll, damit die Nutzer alle Fahrzeuge im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in der Stadt Erlangen einfach und ohne Zugangsbarrieren nutzen können.

5.3 Carsharing für Unternehmen

Ein klassisches CS-Angebot mit überwiegend privater Nutzung führt meist zu gleichen Bedarfsfällen, sodass die Fahrzeuge häufig am Abend oder am Wochenende, jedoch verhältnismäßig selten tagsüber genutzt werden (vgl. Kapitel 5.1). Die gemischte CS-Nutzung von Privat- und Gewerbekunden ist daher sinnvoll, um eine höhere Auslastung der Fahrzeuge zu erreichen und einer geringen Wirtschaftlichkeit entgegenzuwirken. Insbesondere in Landkreisen, die üblicherweise von städtischen und ländlichen Gebieten geprägt sind, können Unternehmen als Ankernutzer ausschlaggebend für eine zufriedenstellende Auslastung der CS-Fahrzeuge sein. Durch deren Berücksichtigung und die Nutzung der CS-Fahrzeuge für Dienstfahrten ist eine deutliche Steigerung der Akzeptanz und Erhöhung der Nachfrage für CS möglich. Die Nutzungshäufigkeit ist stark einzelfallabhängig und kann nicht prognostiziert werden. Auch die Landkreis- und kommunalen Verwaltungen im Landkreis Erlangen-Höchstadt sollten, wenn möglich, als Ankernutzer tätig werden und insbesondere für Fahrten innerhalb des Stadt- bzw. Gemeindegebietes CS-Fahrzeuge, sofern vorhanden, nutzen.

Für gewerbliche Kunden lohnt sich der Ersatz durch CS-Fahrzeuge, wenn Fuhrparkfahrzeuge aktuell unregelmäßig und verhältnismäßig selten genutzt werden und dadurch die Fixkosten des Fahrzeugpools die Prozesskosten des CS übersteigen. Dabei liegt eine Kalkulationsgröße bei ungefähr 1,5 Stunden pro Tag. CS im Unternehmen eignet sich daher insbesondere zur Abdeckung von Mobilitätsbedarfen und -spitzen, die im Vorfeld nur schwer planbar sind. Bei kleinen Unternehmen, Verwaltungen und zentralen Diensten größerer Unternehmen kann es sogar wirtschaftlich sein, den gesamten Fahrzeugpool abzuschaffen und ausschließlich auf ein CS-Angebot umzusteigen.

Außerhalb der regulären Arbeitszeiten stehen die CS-Fahrzeuge schließlich den Anwohnern zur Verfügung. Die Hauptvoraussetzungen für die private CS-Nutzung liegen in einer ausreichenden Anzahl von Haushalten ohne eigenen Pkw sowie im Interesse an speziellen Fahrzeugen, wie z. B. Kleinbussen oder Transportern.

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt erhöhen die vergleichsweise dichte Besiedlung und das Vorhandensein von Unternehmen das CS-Nutzungspotential primär in den Städten (Baiersdorf, Herzogenaurach, Höchstadt) sowie in den größeren Gemeinden und Märkten, wie z. B. Adelsdorf, Bubentreuth oder Röttenbach. In den Randlagen der Kommunen sowie in den ländlichen Regionen erfolgt überwiegend eine funktionale Trennung zwischen Wohnen und Arbeiten bzw. Gastgewerbe, welche das CS-Nutzungspotential verringert. Dabei handelt es sich um eine Gegebenheit, die in vielen Kommunen so oder so ähnlich vorzufinden ist. Die funktionale Trennung zwischen Wohnen und Arbeiten hat Auswirkungen auf die Attraktivität der CS-Standorte. Sind wenige Unternehmen vorhanden, welche Ankernutzer sein könnten, ist die Eignung gegenüber Räumen mit einer höheren Anzahl an Unternehmen geringer. Dies heißt allerdings nicht, dass die Randlagen für ein CS-Angebot ungeeignet sind. Es stellt lediglich eine größere Herausforderung dar, die Grundausrüstung, vor allem an Werkzeugen, zu sichern, damit die CS-Station wirtschaftlich betrieben werden kann.

Die Einführung eines CS-Systems für Beschäftigte gegenüber einer klassischen Dienstwagennutzung bietet viel Potential, denn zum einen sorgt das Angebot für eine effizientere Auslastung der Fahrzeuge und zum anderen erhöht es die Kostentransparenz, da die Mobilitätskosten pro Weg anfallen und einzelnen Personen zugeordnet werden können. Grundsätzlich werden dabei folgende Modelle unterschieden:

Tabelle 20: CS-Angebot für Beschäftigte

Öffentliches CS	<p>Über ein öffentliches CS in unmittelbarer Nähe zu Unternehmen können sowohl Beschäftigte als auch Bürgerinnen und Bürger das Angebot nutzen. Die Unternehmen sind hierbei Ankernutzer und besitzen einen Rahmenvertrag mit dem CS-Anbieter. Die Abrechnung wird nach der tatsächlichen Mietdauer und Fahrleistung je Fahrzeug vorgenommen.</p> <p>Für die gewerbliche Nutzung eignet sich insbesondere stationsgebundenes CS, da die Fahrzeuge an bekannten Orten stehen und im Vorfeld reserviert werden können. Damit die Fahrzeuge während der Arbeitszeit verlässlich zur Verfügung stehen, können Unternehmen sogenannte Blockbuchungen vornehmen. Dies bedeutet, dass sie die CS-Fahrzeuge für einen ausgewählten Zeitraum buchen, in dem ausschließlich die Beschäftigten des Unternehmens Zugriff auf diese haben.</p> <p>Die zum CS zugelassenen Beschäftigten können bundesweit alle Fahrzeuge des CS-Anbieters zum Firmentarif nutzen. Der Zugang zu den Fahrzeugen über die Buchungsplattform erfolgt per Chipkarte oder Smartphone-App.</p>
Corporate CS	<p>Über ein Corporate CS (gewerbliches CS) können die firmeneigenen Fahrzeuge den Beschäftigten nach Feierabend oder am Wochenende für private Zwecke zur Verfügung gestellt werden. Der Unterschied zur Dienstwagennutzung besteht hier darin, dass die Fahrzeuge von mehreren Mitarbeitern genutzt werden. Bei den Fahrzeugen kann es sich sowohl um geleaste als auch um von einem öffentlichen CS-Anbieter gemietete Fahrzeuge handeln.</p> <p>Die Ausgestaltung des Corporate CS hängt von den Anforderungen und Wünschen der Beschäftigten ab. Um die Fahrzeuge zu managen, werden die Software und die Buchungsplattform des jeweiligen Anbieters genutzt. Firmeneigene Fahrzeuge können nachträglich mit entsprechender CS-Technik ausgestattet werden. Der Verwaltungsaufwand wird somit komplett von einem Dienstleister übernommen.</p>

Wenn den Beschäftigten die private Nutzung mit den firmeneigenen Dienstfahrzeugen ermöglicht wird, sind steuerliche Aspekte zu beachten (geldwerter Vorteil). Ein geldwerter Vorteil entsteht immer dann, wenn der Arbeitnehmer ein durch den Arbeitgeber bereitgestelltes Dienst- oder Firmenfahrzeug für private Zwecke nutzen darf. Für die Nutzung im Tagesgeschäft ist es notwendig, die Fahrzeuge über eine Software zu managen, um eine Zuordnung der einzelnen Nutzer zu gewährleisten. Zur Ermittlung der Höhe des zu versteuernden geldwerten Vorteils sind zwei Methoden möglich: die pauschale Ermittlung des geldwerten Vorteils (1 %-Methode) oder die Fahrtenbuch-Methode. Alternativ kann der geldwerte Vorteil auch durch den Arbeitgeber pauschal mit 15 % besteuert werden, wodurch Sozialversicherungsfreiheit entsteht. Wenn die tatsächlichen Kosten des Dienstwagens geringer sind als der geldwerte Vorteil, greift die Kostendeckung. Statt dem berechneten geldwerten Vorteil werden dann die tatsächlich entstandenen Kosten angesetzt. Die dienstliche und die private Fahrzeugnutzung können zudem auch strikt getrennt voneinander berechnet werden, sodass keine weiteren Probleme durch geldwerte Vorteile entstehen.

Potentielle gewerbliche Nutzer sollten über die Möglichkeiten und Potentiale des Anbietens eines CS für die Beschäftigten (und ggf. Kunden) informiert und unterstützend beraten werden. Dies kann bspw. im Rahmen von thematisch passenden Veranstaltungen oder Schulungen erfolgen. Hier fungieren die Kommunen und/oder die Wirtschaftsförderung als Vermittler und vernetzen die Unternehmen mit den entsprechenden CS-Anbietern.

5.4 Carsharing in der Wohnungswirtschaft

Die Wohnungswirtschaft besitzt einen großen Hebel, um CS anzubieten und zu etablieren. Neben der Wohnumfeldqualität spielt die Erreichbarkeit eine wichtige Rolle für die Attraktivität eines Wohnquartiers. Mit einem CS-Angebot können Wohnungsbauunternehmen⁸¹ den Wert ihrer Immobilie steigern und die Erreichbarkeit verbessern, da den Anwohnern ein zusätzliches und attraktives Mobilitätsangebot zur Verfügung gestellt wird. Durch die Integration von Elektrofahrzeugen kann ein noch größerer Beitrag zur Wohnumfeldqualität geleistet werden (Reduzierung der Luft- und Lärmemissionen). Außerdem können Wohnungsbauunternehmen eine Best-Practice-Funktion für weitere Unternehmen in diesem Bereich einnehmen, bestehende Herausforderungen des Prozesses kommunizieren und so den Austausch und die Netzwerkbildung fördern. Auch für CS-Anbieter sind durch die Kooperation mit der Wohnungswirtschaft Potentiale verbunden. Sie können neue Zielgruppen akquirieren und erhalten einen Zugewinn an Planungssicherheit.

Viele Wohnungsbauunternehmen haben das Potential bereits erkannt und bieten CS-Lösungen für die Anwohner an. Die Vonovia bspw. stellt in Zusammenarbeit mit dem öffentlichen Anbieter Flinkster und dem Shared Mobility Anbieter MOQO HOME ein solches Angebot zur Verfügung. Um eine hohe Auslastung zu erreichen bietet es sich an, die CS-Fahrzeuge neben den Mietern auch weiteren Interessierten zur Verfügung zu stellen. Während sich die Kooperation mit Flinkster an alle CS-Interessierten richtet, steht das Angebot mit MOQO HOME ausschließlich den Mietern der Vonovia zur Verfügung. Das CS-Angebot der Vonovia gibt es in Stuttgart, Berlin, Frankfurt, Düsseldorf und Dresden und wird über die Internetseite des jeweiligen Partners gebucht. Es stehen Fahrzeuge verschiedener Modelle direkt in den Wohnquartieren bereit, die via Smartphone-App geöffnet und wieder abgeschlossen werden. Die Abrechnung erfolgt nach der tatsächlichen Fahrzeugnutzung, d. h. nach Zeit und Kilometer.⁸² Das Angebot wird bisher vor allem in Neubauquartiere integriert, soll zukünftig aber auch im Bestand ausgebaut werden. Dabei ist es von hoher Relevanz, die Anwohner durch intensive Gespräche in den Prozess der Angebotsschaffung zu integrieren. In einem Pilotprojekt erfragt die Vonovia mittels Umfragen derzeit den Bedarf an einem CS-Angebot in einem bestehenden Wohngebiet.⁸³

Auch große öffentliche CS-Anbieter, wie z. B. cambio, arbeiten mit Wohnungsbauunternehmen zusammen. Dies ist bspw. im Kölner Stadtteil Nippes der Fall. Die Kontrola Treuhandgesellschaft mbH entwickelte im Stadtteil eine autofreie Siedlung und hat sich auf eigene Initiative mit dem CS-Anbieter zusammengeschlossen. Spezielle Mietertickets, welche den Mietern die Fahrzeugnutzung zu Sonderkonditionen gewähren, sind sinnvoll, um das CS-Angebot zu bewerben. Die Anwohner der autofreien Siedlung in Köln sind von den Anmelde- und monatlichen Gebühren für das CS befreit. Die Kosten fallen nur für die tatsächliche Nutzung nach Zeit und Kilometer an und reichen von 1,30 € bis zu 3,70 € pro Stunde. Die CS-Nutzer können aus drei verschiedenen Fahrzeugangeboten wählen und die Fahrzeuge rund um die Uhr per Telefon, online oder per Wireless Application Protocol (WAP) reservieren. Der Zugang erfolgt über Chipkarte. Weitere Kooperationsprojekte zwischen dem CS-Anbieter cambio und Unternehmen der Wohnungswirtschaft sind z. B. in Aachen und in Hamburg vorzufinden.⁸⁴

Der Trend zur Urbanisierung ist vielerorts mit steigender Wohnungsnot verbunden. Einige Landesbauordnungen und Stellplatzsatzungen sehen die Möglichkeit vor, durch ein CS-Angebot bei neuen Wohnprojekten die Anzahl der herzustellenden Pkw-Stellplätze zu reduzieren. Pkw-Stellplätze, die

⁸¹ Unter dem Begriff Wohnungsbauunternehmen werden Wohnungsbaugenossenschaften, kommunale und öffentliche Wohnungsunternehmen sowie Wohnungsunternehmen der Privatwirtschaft zusammengefasst.

⁸² Vgl. Wohnungswirtschaft Heute Verlagsgesellschaft mbH 2018

⁸³ Information aus Gesprächen mit der Vonovia

⁸⁴ Vgl. cambio Mobilitätsservice GmbH & Co KG 2015

durch die Platzierung eines CS-Angebots nicht errichtet werden müssen, stehen somit als Fläche für weiteren Wohnraum zur Verfügung. Die Fläche kann ebenso als Frei- und Grünfläche dienen und das Wohnumfeld erheblich aufwerten (vgl. Abbildung 25). Die Nutzung der „frei gewordenen“ Fläche ist von der Situation vor Ort abhängig und sollte entsprechend der kommunalen Zielsetzungen bestimmt werden. Dies reduziert die Baukosten für die Wohnungswirtschaft zudem enorm. Die Wohnungsbaugenossenschaft Wonego München eG bspw. geht von einem Einsparpotential von rund 10 000 € pro nicht errichtetem Pkw-Stellplatz aus.⁸⁵ Eine Beteiligung der Bauherren an den Kosten für das CS-Angebot ist daher sinnvoll und unterstützt den CS-Anbieter dabei, die i. d. R. zwischen zwei und vier Jahren andauernde Wirtschaftlichkeitslücke zu überbrücken.⁸⁶



Abbildung 25: Mögliche Effekte der Flächeneinsparung durch CS⁸⁷

Gemäß der *Bayrischen Bauordnung (BayBO)* dürfen Kommunen den Stellplatzschlüssel für Wohnungen nur reduzieren, wenn „die Schaffung oder Erneuerung von Wohnraum [...] erheblich erschwert oder verhindert [werden] würde“.⁸⁸ Eine Reduzierung aus besonderen Gründen, bspw. aufgrund eines CS-Angebots, wird nicht genannt. Trotz dieser gesetzlichen Regelung gab es in Bayern bereits Bauvorhaben, bei denen Wohnungsbauunternehmen eine Reduzierung des Stellplatzschlüssels durch die Schaffung eines CS-Angebots erwirken konnten. Als Beispiel ist die Arbeitsgemeinschaft Fürther Baugenossenschaften GmbH (ARGE) zu nennen. Die ARGE konnte den erforderlichen Schlüssel von 30 Pkw-Stellplätzen auf 28 reduzieren, unter der Bedingung, dass gleichzeitig zwei bis drei CS-Stellplätze geschaffen werden.⁸⁹ Auch die Wogeno München eG hat einen reduzierten Stellplatzschlüssel von 0,5 anstatt von 1,0 je Wohneinheit für geförderten Wohnraum erwirkt. Die Wogeno stellt gemeinsam mit dem CS-Anbieter STATAUTO München den Mitgliedern der Baugenossenschaft im Stadtteil Gern fünf CS-Fahrzeuge, zwei Pedelecs, zwei Fahrradanhänger und ein Lastenfahrrad an einer Mobilitätsstation zur Verfügung. Zudem haben die Mitglieder Zugriff

⁸⁵ Vgl. Bundesverband CarSharing e. V. 2015

⁸⁶ Vgl. cambio Mobilitätsservice GmbH & Co KG 2018

⁸⁷ Vgl. ebd.

⁸⁸ Vgl. § 47 Abs. 1 BayBO

⁸⁹ Vgl. Verlag Nürnberger Presse Druckhaus Nürnberg GmbH & Co. KG 2019

auf zwei übertragbare ÖPNV-Jahrestickets. Die Fahrzeuge werden online über die Buchungsplattform von STATAUTO reserviert. Die Reduzierung des Stellplatzschlüssels war nur mit hohem Kommunikationsaufwand zwischen der Wogeno und der Stadtverwaltung möglich. Im Ergebnis hat sich das Konzept als sehr erfolgreich herausgestellt. In einer Umfrage wurde erhoben, dass nach etwa einem Jahr Mietdauer unter allen 50 Mietparteien lediglich 19 einen Pkw besitzen. Zum Zeitpunkt des Einzugs waren es noch 30.⁹⁰ Auch die Stadt Augsburg berücksichtigt in ihrer Stellplatzsatzung das Thema CS. Zwar kann der Stellplatzschlüssel dadurch nicht verringert werden, jedoch können maximal 20 % der erforderlichen Pkw-Stellplätze durch CS-Stellplätze ersetzt werden.⁹¹ Diese Beispiele dienen als Vorbild für andere Städte und Gemeinden insbesondere im Bundesland Bayern und somit auch für den Landkreis Erlangen-Höchstadt (Präzedenzfall).

Um das CS-Angebot voranzutreiben, können künftige Anwohner zudem vertraglich zur Autofreiheit verpflichtet werden (Autoverzichtserklärung). Dieses Vorgehen wird häufig bei autoreduzierten und autofreien Siedlungen gewählt, wie z. B. in der Gartensiedlung Weißenburg in Münster oder in Wien Florisdorf.⁹²

Eine weitere Möglichkeit zur Förderung von CS abseits der kommunalen Stellplatzsatzung stellen städtebauliche Verträge dar. Diese Möglichkeit wurde bspw. in der Gemeinde Buckenhof genutzt. Im Wohnbauprojekt *Obere Büch* wurde öffentliche und private LIS für Elektrofahrzeuge in Kombination mit einem CS-Konzept umgesetzt.⁹³ Damit dies funktionieren kann, muss das betreffende Grundstück eine entsprechende Attraktivität aufweisen. Dies erhöht den kommunalen Verhandlungsspielraum.

Ein CS-Angebot für Wohnungsbauunternehmen im Landkreis Erlangen-Höchstadt bietet sich insbesondere an Standorten an, an denen die Verkehrsmittel des Umweltverbundes mit einem ausreichend attraktiven Angebot zur Verfügung stehen. Bei Bauvorhaben sollten sich Unternehmen der Wohnungswirtschaft bereits zu Beginn der Bauphase mit der Nachfrage der künftigen Anwohner nach einem CS-Angebot auseinandersetzen. Eine frühzeitige Einbindung und ein hoher Grad der Partizipation ermöglichen eine bedarfsorientierte Ausgestaltung des CS-Angebots und sind von maßgeblicher Bedeutung für dessen Erfolg. Um Aufmerksamkeit zu erlangen, sollten die entsprechenden Stellplätze noch vor dem Einzug markiert bzw. beschildert und die CS-Fahrzeuge an den Stationen platziert werden.

⁹⁰ Vgl. Süddeutsche Zeitung GmbH 2015

⁹¹ Vgl. Stadt Augsburg 2016

⁹² Vgl. Wohnen ohne Auto o. J.

⁹³ Vgl. Der Neue Wiesenbote 2020

6 AP – Zukunftsfähige Technologien zur Elektrifizierung des ÖPNV und Ergänzung bestehender Angebote

Im vorliegenden Kapitel werden ausgewählte Projekte und Erfahrungen bezüglich der Elektrifizierung im ÖPNV dargelegt (vgl. Kapitel 6.2). Um das Elektrifizierungspotential des ÖPNV im Landkreis Erlangen-Höchstadt und entsprechende Einsatzszenarien zu ermitteln, wurden geeignete Busumläufe untersucht (vgl. Kapitel 6.3). Zudem wird eine Kostenbetrachtung vorgenommen und passende Fördermöglichkeiten werden vorgestellt (vgl. Kapitel 6.4). Das Kapitel schließt mit Handlungsempfehlungen für die Politik (vgl. Kapitel 6.5) und mit einer kurzen Betrachtung der möglichen Einbindung von Bedarfsverkehren (vgl. Kapitel 6.6) ab.

Aufgrund ihrer hohen Laufleistungen bieten Busse einen guten Ansatzpunkt, um Emissionen effektiv und nachhaltig mithilfe von alternativen Antrieben einzusparen. Gegenwärtig stehen primär **batterieelektrische Busse** im Fokus. Die Feinstaubvorgaben und Umweltziele sowie die verbindlichen EU-Vorgaben für Beschaffungsquoten sauberer und emissionsarmer Fahrzeuge, die bis 2025 bzw. 2030 obligatorische Anteile vorgeben, treiben die Elektrifizierungsbemühungen des ÖPNV an. Verkehrsunternehmen stehen daher zunehmend unter Druck, denn die betriebliche Anschaffung von Elektrobussen greift teilweise stark in die bestehenden Abläufe ein. Passende Touren und LIS sind für die Einsatzfähigkeit zwingend. Somit ist die Einsatzflexibilität der Busse begrenzt. Da Elektrobusse in der Beschaffung deutliche Mehrkosten aufweisen, erhebliche Infrastrukturinvestitionen notwendig sind und gerade erst Modelle in größeren Mengen auf den Markt kommen, besteht ein erhebliches wirtschaftliches Risiko für die Betreiber.

Gleichzeitig ist die Wartung von Elektrobussen verglichen mit Dieselnissen einfacher und günstiger. Dies ergibt sich aus den vergleichsweise wenigen mechanischen Teilen des Antriebsstranges bzw. des Motors sowie des einfacheren Aufbaus. Betrachtungen bezüglich der Erneuerung der Batterien wurden nicht mit einbezogen. Insbesondere in der Einführungszeit ist jedoch mit einmaligen, teilweise erheblichen, Aufwendungen zu rechnen. Dazu zählen:

- Umrüstung der Wartungsräumlichkeiten,
- Einrichtung von Dacharbeitsplätzen,
- Anschaffung neuer elektromobilitätskompatibler Ersatzteile und Wartungsgeräte,
- Schulung des bestehenden Personals,
- Ggf. Beschäftigung zusätzlich benötigten Fachpersonals

6.1 Clean Vehicles Directive (CVD) – Umsetzung noch offen

Am 20. Juni 2019 wurde die Richtlinie der „Clean Vehicles Directive“ (Richtlinie 2009/33/EG) durch das Europäische Parlament verabschiedet.⁹⁴ In der CVD⁹⁵ sind für die Mitgliedsstaaten der EU bis 2025 bzw. 2030 einzuhaltende Mindestanteile sogenannter sauberer oder emissionsfreier Fahrzeuge⁹⁶ festgelegt, welche nach leichten Nutzfahrzeugen, Lkw und Bussen (ausgenommen Reisebusse) differenziert werden. Daraus ergeben sich für Deutschland Beschaffungsquoten für emissionsarme Busse von 45 % bis zum 31.12.2025 und 65 % bis zum 31.12.2030.⁹⁷

Die CVD unterscheidet zwischen sauberen und emissionsfreien Fahrzeugen:

⁹⁴ Vgl. European Commission 2020

⁹⁵ Vgl. Amtsblatt der Europäischen Union 2009

⁹⁶ Weniger als 1 g CO₂/kWh, vgl. Ley 2019

⁹⁷ Vgl. ebd.

- Als sauber gelten Fahrzeuge, wenn sie u. a. alternative Kraftstoffe, wie Strom, Wasserstoff, Erdgas, Biomethan oder Flüssiggas verwenden – also Fahrzeuge, die keine Null-Emissionen aufweisen.
- Als emissionsfrei gelten Fahrzeuge ohne Verbrennungsmotor, bspw. Batterie- und Brennstoffzellenbusse.

Die CVD soll bis August 2021 unter Zuständigkeit des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in nationales Recht umgesetzt werden. Für die Mitgliedstaaten der EU existiert die Freiheit bei der Ausgestaltung der Verteilung. Wie die nationalen Quoten entsprechend umgesetzt werden, ob auf bundesweiter Ebene oder auf Aufgabenträger-Ebene, steht zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht fest. Bis die CVD nicht in nationales Recht umgesetzt ist, besteht bei den Aufgabenträgern eine entsprechende Unsicherheit. Es wird jedoch durch das BMVI eine nationale Quote angestrebt.

Abbildung 26 zeigt, welche Auswirkung die Umsetzung der CVD auf Bundesebene bedeuten würde. Entsprechend müssen bis Dezember 2025 1 000 Elektrobusse und bis Ende 2030 1 500 Elektrobusse pro Jahr zugelassen werden.

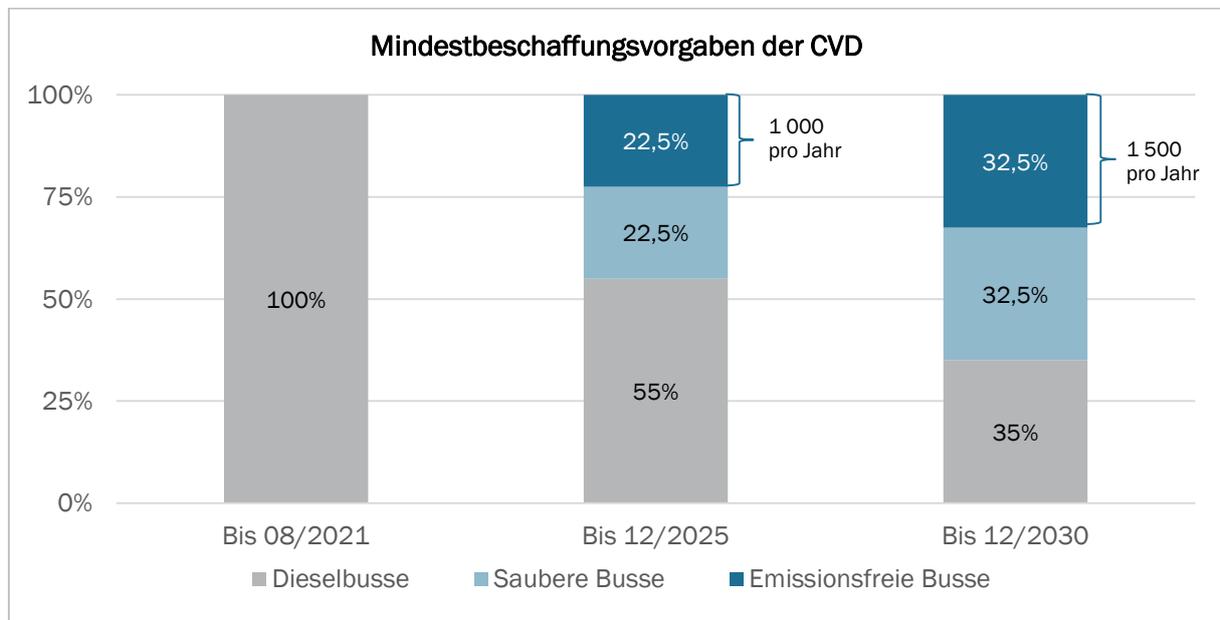


Abbildung 26: Mindestbeschaffungsvorgaben für Deutschland der CVD

Sollte die CVD nicht auf Bundesebene umgesetzt werden, müssen voraussichtlich die Aufgabenträger stärker für die Einführung der Quoten in die Verantwortung genommen werden. Eine genaue Ausgestaltung ist jedoch noch unklar. Die Richtlinie gilt nur für Aufträge, deren Vergabeverfahren nach dem 2. August 2021 (Enddatum für die Umsetzung) beginnt. Nach der NOW GmbH werden die Fördermittel nicht für alle Busse ausreichen, um die Nachfrage durch die CVD abwickeln zu können. Es wird jedoch darauf verwiesen, dass der Haushaltstitel aktuell bis Ende 2023 läuft.⁹⁸

⁹⁸ Vgl. NOW GmbH 2020

6.2 Projekte und Erfahrungen

Unterschiedliche Städte haben schon mit verschiedenen Technologien gearbeitet, um über teils umfangreiche Tests und Pilotprojekte die Vorteile und Herausforderungen von Elektrobussen zu analysieren. Die folgende Tabelle 21 gibt einen kurzen Überblick.

Tabelle 21: Ausgewählte Projekte und Erfahrungen bezüglich der Elektrifizierung im ÖPNV⁹⁹

Projekt	Erfahrung
Bad Neustadt an der Saale Depotladung	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Elektrobus (1x EBUSCO 12 m Solofahrzeug) Durchschnittliche Reichweite 250 km Einschränkung im Fahrbetrieb durch witterungsbedingte Einflussfaktoren (höherer Verbrauch, eingeschränkte Reichweite, Tagesumläufe nicht geschafft) Gesamteinsatzverfügbarkeit April bis Oktober 2018 deutlich unter Dieselbus
Führt und Nürnberg Depotladung	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Elektrobus (1x Solaris, Urbino E12 12 m Solofahrzeug) Verbräuche von 0,9 bis 2,1 kWh/km, damit Reichweite von 90 bis 200 km Akzeptanz bei Fahrern sehr gut Grundsätzlich gute Erfahrungen in der Werkstatt
Hamburg Top-down-Pantograph & Plug-In-Laden	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz PHEV-Busse (3x Volvo 7900 Electric Hybrid 12 m) Ladeleistung abhängig von Energieanforderung durch Bus Verfügbarkeit aktuell geringer als Dieselbusse Projektdauer: 2014-2017, weiterhin Einsatz/ Steigerung elektromobiler Anteil
Hamburg Depotladung (DC-Steckerladung, Betankung mit gasförmigem Wasserstoff)	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Batteriebus (Solaris Urbino 18,75 electric) mit einer Brennstoffzelle als Range Extender Zeitpunkt der Inbetriebnahme Februar 2015 Ab 2020 ausschließlich Anschaffung von Elektrobussen (Solaris Urbino electric 12) durch VHH für den Nahverkehr in Hamburg Übernacht-/ Depotladung und Schnellladung an Start- und Endhaltestellen über Pantograph innerhalb von sechs Minuten
Köln Top-down-Pantograph & Plug-In-Laden	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Elektrobusse (8x VDL Citrea SLFA Electric) Reichweite über Erwartung (bis 90 km ohne Zwischenladung, 45 realisiert) Lediglich Häufung der Ausfälle in Kalibrierungsphase zu Beginn des Projektes Komfortsteigerung durch Lärmreduktion für Kunden beobachtet Elektrifizierung für weitere Linien bis 2021 geplant
München Top-down-Pantograph & Plug-In-Laden	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Elektrobusse (2x Ebusco 2.2 12 m Solofahrzeug, 2x Ebusco 3.0 12 m Solofahrzeug, 2x Mercedes-Benz eCitaro 18 m Gelenkfahrzeug) mit Wärmepumpe Seit März 2018 Nutzung von zwei Elektrobussen von Ebusco Typ 2.1 Durchschnittliche Reichweite im Sommer und Winter größer 200 km, maximal erzielte Reichweite bei 260 km
Regensburg Bottom-up-Pantograph & Plug-In-Laden	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz Elektrobusse (Rampini Alé Midibus) Klimakzept ohne fossile Heizung benötigt weitere Tests Hersteller produzieren in kleinen Stückzahlen → teilweise keine Serienreife Löschkonzept bei Bränden/ Unfällen mit Feuerwehr abstimmen Markierung für Anfahrt an LIS sowie schwingungsfreie Aufhängung wichtig
Stuttgart Plug-In-Gleichstromladesystem	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz PHEV-Busse (5x EvoBus Citaro 18 m) Anpassung Werkstatt nötig (Lehrgänge/ Fortbildungen für Wartungspersonal)
Genf Bottom-up-Pantograph & Plug-In-Laden	<ul style="list-style-type: none"> Ladekonzept äußerst erfolgreich (Mischung aus Flash-/ Schnell- und Normalladen bei 38 kWh-Batterie) Mehraufwand durch Umrüstung der Infrastruktur Laufende Tests, ob Batteriebensdauer tatsächlich wie angegeben (10 Jahre)

⁹⁹ Eigene Zusammenstellung nach BMVI 2016

Eindhoven

Depotladung mit 20 Schnellladern für den Tag, 22 Normallader für die Nacht, 2 mobile Lademöglichkeiten für Werkstatt

- 43 Elektrobusse (Bus Rapid Transit-Look ikonisch) auf sieben ÖPNV-Linien mit Frequenz von 8-14 Mal pro Stunde
- Schnellladen in 0,5 Stunden; Normalladen in 4,5 Stunden
- Reichweite 75 km
- Ausweitung bis auf 203 Elektrobusse
- Herausforderungen: neues 10 000 MVA-Netz, Umschulung der Fahrer

6.3 Projektspezifische Analyse des Elektrifizierungspotentials

Im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes für den Landkreis Erlangen-Höchstadt wurden geeignete Busumläufe hinsichtlich ihres Elektrifizierungspotentials untersucht. Zur Pilotierung eines ÖPNV-Elektrifizierungsprojekts sollen spezifische Voraussetzungen bei der Linienauswahl erfüllt werden. Zu den Bedingungen zählen u. a. die Länge (kurze Linien) sowie das Höhenprofil (wenig Tal-/ Bergfahrten). Diese ergeben sich aus der begrenzten Reichweite in Kombination mit den begrenzten Lademöglichkeiten sowie dem erhöhten Energiebedarf aufgrund zu überwindender Steigungen. Daher sind kurze Umläufe aktuell besser geeignet als lange. Ein weiteres Kriterium, welches insbesondere die Planung betrifft, ist die Auswahl einer Linie, die möglichst linienrein betrieben werden kann (d. h. Busse, die nach Möglichkeit ausschließlich eine Linie bedienen). Weiterhin stellt neben dem reinen Betrieb der Linien auch die Sichtbarkeit der Elektrofahrzeuge ein Kriterium dar. Insbesondere bei der Auswahl einer hoch frequentierten Stadtlinie, welche das Zentrum bedient, ist diese Sichtbarkeit für die Bevölkerung gegeben. In Kombination mit einer Regionallinie werden in diesem Gesichtspunkt zudem die Effizienz, Reichweite und Einsatzfähigkeit von Elektrobusen allgemein demonstriert.

Im Rahmen des Elektromobilitätskonzeptes wurden die Busumläufe der DB Regio Bus – Omnibusverkehr Franken (nachfolgend: DB Regio Bus) untersucht. Anhand der zur Verfügung gestellten Informationen wurde das theoretische Elektrifizierungspotential ermittelt. Als Datengrundlage dienten die ausgewählten Umlaufpläne, welche durch das Verkehrsunternehmen bereitgestellt wurden. Die Analyse des Elektrifizierungspotentials ermittelt auf Grundlage derzeitiger Planungen die Umläufe, die für eine Elektrifizierung geeignet wären.

Das für die Analyse verwendete Tool definiert und berücksichtigt für die Einschätzung des Potentials relevante Parameter, wie z. B. die Batteriekapazität, den Energieverbrauch und die Rekuperationsrate. Unter zusätzlicher Betrachtung linienabhängiger Variablen, wie z. B. dem Höhenprofil, wurden die Strecken zwischen den jeweiligen Haltestellen in Abschnitte eingeteilt und für diese auf Basis des Fahrplans errechnet, mit welcher Soll-Geschwindigkeit die Elektrofahrzeuge welche Distanz und welchen Höhenunterschied zurücklegen müssen. Aus den abschnittsgenauen Geschwindigkeits- und Aufwandswerten wurden der Energieverbrauch und daraus wiederum die benötigte Batterieleistung errechnet. Tabelle 22 fasst die verwendeten Parameter und Annahmen zusammen.

Tabelle 22: Verwendete Parameter und Annahmen der Umlaufanalyse

Datenart	Spezifische Parameter	Nominalwert
Fahrzeugdaten	Batteriegröße in kWh	300
	Energieverbrauch in kWh/km	0,8
	Verbrauchsrealismusfaktor	2
	Rekuperationsrate in %	75

	Beschleunigungsrate m/s	1,5
	Batteriereservemarge in %	30
	Steigungsmarge in %	20
	Beschleunigungsmarge in %	10
Streckendaten	Distanz zwischen Haltestellen	Variabel
	Maximale Höhendifferenz der Linie	Linienabhängig
	Anzahl Haltestellen	Linienabhängig
	Anzahl Kreuzungen	Linienabhängig
	Kreuzungshaltefaktor in %	50
	Haltestellenfaktor in %	100
Sonstige Annahmen	Ladedauer Akkustand 40 % bis 100 % in h	4
	Haltezeit pro Haltestelle in s	16
	Verspätung pro km in s	10

Um zu positiven Verbrauchswerten der Fahrzeuge entgegenzuwirken, wurde der Verbrauchsrealismusfaktor implementiert, der mit dem Nominalwert 2 relativ hoch ist (konservatives Szenario). Nach fachlicher Abwägung wurde eine Reservemenge von 30 %¹⁰⁰ angenommen, welche vor allem für den ganzjährigen Einsatz durch erhöhte Verbräuche im Winter als nötig zu betrachten ist. Außerdem dient diese Reservemenge als Alterungspuffer (da die Batteriekapazität mit der Lebensdauer abnimmt). Da ein Großteil der zur Verfügung gestellten Umläufe aktuell durch Busse mit einer Länge zwischen zwölf und 15 m durchgeführt werden, wurde eine Batteriegröße von 300 kWh (Bruttokapazität) mit einem Verbrauch von 0,8 kWh/km angenommen. Solche Fahrzeuge sind aktuell am Markt verfügbar.

Durch die DB Regio Bus wurden 64 Umläufe der Linien 203, 205 und 203E zur Verfügung gestellt, welche von der DB Regio Bus und Subunternehmern erbracht werden.

Aufgrund der aktuellen Verfügbarkeit von Bussen mit einer Einsatzlänge von meist nur bis zu 200 km ergeben sich Begrenzungen hinsichtlich des Elektrifizierungspotentials. 25 Umläufe weisen dabei eine Reichweite unter 200 km auf. Die Berechnung des Energieverbrauchs der Umläufe und des daraus resultierenden Batteriestands am Ende der Umläufe ergab, dass die 25 Umläufe unter 200 km deckungsgleich mit den Umläufen sind, für die die Batteriekapazität ausreicht. Jedoch kommen einige der Umläufe unter den Schwellenwert von 30 % Batteriestand. 20 Umläufe weisen ein Elektrifizierungspotential, mit Einhaltung der Reservemarge, unter der Annahme eines Depotladens¹⁰¹ auf. Dies betrifft insbesondere die Umläufe der Subunternehmer, da diese hier mitunter recht kurz sind. Für die DB Regio Bus trifft dies ausschließlich auf einen Umlauf zu. Umläufe, die nicht durch ein Depotladen realisierbar sind, erfordern entweder eine Anpassung der Umlaufplanung oder eine Schaffung von Zwischenladeoptionen. Aus diesem Grund wurden die Umläufe auch nach geeigneten Pausenzeiten (möglichst mehr als 30 Minuten) untersucht. Insbesondere die Umläufe der Subunternehmer weisen teilweise Pausen von 50 Minuten auf und wären damit geeignet, um eine Zwischenladung durch DC-LIS zu ermöglichen.

¹⁰⁰ Nach Ende des Umlaufs soll das Fahrzeug mindestens noch eine Batteriekapazität von 30 % besitzen.

¹⁰¹ Vollständiges Laden über Nacht im Betriebs Hof

Beispielhaft wurden die Umläufe der DB Regio Bus genauer hinsichtlich Zwischenladeoptionen untersucht. Die Umläufe, welche geeignete Pausenzeiten aufweisen, wurden unter dem Szenario einer Zwischenladung neu berechnet.

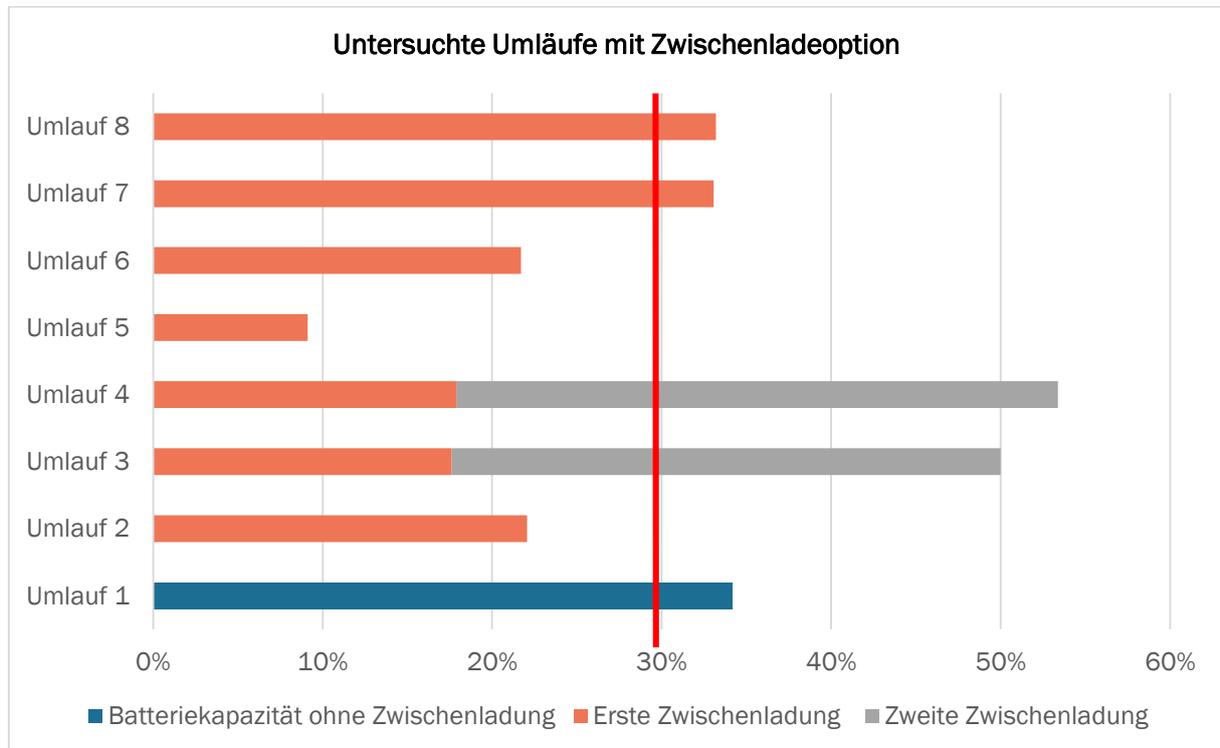


Abbildung 27: Darstellung der Batterieendkapazität ausgewählter Umläufe mit und ohne Zwischenladung

Abbildung 27 zeigt, dass auch mit Zwischenladungen die Einhaltung des Schwellenwertes von 30 % mitunter schwierig ist. Die Umläufe 3 und 4 benötigen dafür zwei Zwischenladungen im öffentlichen Raum.

Zusammenfassend ist festzuhalten:

- Die bestehenden Umläufe unter 200 km sind für eine Buselektrifizierung im Szenario eines Depotladens geeignet. Ausschließlich der Umlauf 1 der DB Regio Bus ist für die Buselektrifizierung im Szenario eines Depotladens geeignet.
- Eine zunehmende Buselektrifizierung bedarf entweder LIS im öffentlichen Raum, größere Reichweiten der Busse oder die Umläufe müssen angepasst bzw. kürzer gestaltet werden. Dies birgt jedoch Dispositionsherausforderungen. Umläufe werden i. d. R. so aufgebaut, dass die Fahrzeuge möglichst lange im Einsatz bzw. in Hinblick auf den Personaleinsatz optimiert gestaltet sind. Eine entsprechende Anpassung der Umlaufplanung kann somit u. a. zu mehr Leerfahrten führen, den Einsatz zusätzlicher Busse und somit auch von mehr Fahrern zur Folge haben. Daraus ergeben sich weitere Kosten.

Herausforderungen bezüglich der Ladeinfrastruktur

Batterieelektrische Busse benötigen passende LIS. Meist sind dies Ladestationen an Betriebshöfen oder Linienendpunkten mit längerer Standzeit aufgrund von Pausen. Der Akku wird i. d. R. so dimensioniert, dass der komplette Umlauf realisierbar ist, um LIS auf den Strecken zu vermeiden. LIS an jeder Haltestelle würde zu hohen Kosten bei geringer Auslastung führen. Dabei gilt, je öfter und je länger Busse laden, desto wirtschaftlicher ist der Ladevorgang. Handelt es sich nicht um

Pausenzeiten, sondern um Standzeiten in einer normalen Streckenbedienung, ist die bezogene Strommenge je Ladevorgang sehr gering.

Um den aktuellen Anforderungen an die Flexibilität des Buseinsatzes gerecht zu werden, müsste es Zwischenladestationen auf der Strecke geben und das gesamte Netz ertüchtigt werden. Eine Herausforderung stellt hierbei die Zuordnung der Verantwortlichkeiten und der Kostenträgerschaft für die LIS dar. Die Unternehmen selbst haben aufgrund der Konzessionsdauer nur für einen begrenzten Zeitraum Interesse an der LIS, während LIS-Betreiber kostendeckende Preise benötigen. Durch die Bündelung der LIS an zentralen Haltestellen, wie z. B. am Hauptbahnhof Erlangen, ergeben sich Herausforderungen hinsichtlich der Disposition und des Platzes.

6.4 Kostenbetrachtung und Fördermöglichkeiten

Als Zielvorstellung wird angestrebt, dass die Kosten langfristig durch potentielle Einsparungen sowohl im Betrieb als auch in der Wartung der Fahrzeuge amortisiert werden. Kurzfristig stellt die Umstellung jedoch einen erheblichen Kostenfaktor dar. Aufgrund der aktuell laufenden Konzessionen von acht bis zehn¹⁰² Jahren sowie der perspektivisch höheren Investitionskosten besteht ein größerer Druck, die Kosten in einem kurzen Zeitraum zu amortisieren. Ein geringer Teil der Busverkehrsdienstleistungen im Landkreis wird aktuell eigenwirtschaftlich erbracht.

Nur die Inanspruchnahme regelmäßig erscheinender Förderprogramme von Bund und Ländern ermöglicht eine weitgehende Überlegung. Dazu bietet sich u. a. die Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) an. Die Geltungsdauer läuft im Dezember 2021 aus, jedoch befindet sich eine neue Förderrichtlinie in Abstimmung. Es ist geplant, weiterhin eine 80 %-Förderung der Mehrkosten vorzunehmen, wobei es sich um eine technologieoffene Förderausschreibung handelt. Die Richtlinie soll voraussichtlich Anfang 2021 veröffentlicht werden.

¹⁰² Die nächste Ausschreibung erfolgt 2026.

Tabelle 23: Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von E-Bussen des BMU

Förderprogramm	Richtlinie zur Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr (bis Dezember 2021)
Fördernde Stelle	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Gegenstand	Gefördert werden: <ul style="list-style-type: none"> • Dieselelektrische Hybridbusse • Batterieelektrische Busse • LIS
Förderung: Art und Umfang	Gefördert wird als Investitionszuschuss (Anteilsfinanzierung). Grundlage bilden die Investitionsmehrkosten. Beihilfefähige Kosten sind: <ul style="list-style-type: none"> • Mehrkosten für die Anschaffung von BEV-/ PHEV-Bussen • Kosten für Batteriegarantie oder Batterieleasing • Notwendige Investitionen für Fahrer (maximal 300 € pro Person) und Werkstattschulung (maximal 1 500 € pro Person) • Personalkosten bei zusätzlichem Aufwand durch die Integration • Anteilige Abschreibung gemäß AfA für bspw. Dacharbeitsbühnen, Diagnosegeräte etc. • Notwendige LIS (ohne Netzanschluss) • Maßnahmen zur Ergebnisverbreitung des Projektes
Beihilfen-Intensität	<ul style="list-style-type: none"> • Maximal 40 % für LIS und PHEV-Busse • Maximal 80 % für BEV-Busse
Voraussetzung	Förderfähig ist die Anschaffung von BEV- bzw. PHEV-Fahrzeugen, sofern: <ul style="list-style-type: none"> • es sich um Nutzfahrzeuge im ÖPNV handelt, • mindestens fünf Fahrzeuge beschafft werden, • die Lieferzusage des Herstellers vorliegt, • weitere Mindeststandards für PHEV-Busse eingehalten werden.
Geltungsdauer	5. März 2018 bis 31. Dezember 2021 Aktuell befindet sich eine neue Förderrichtlinie in Abstimmung. Geplant ist eine technologieoffene Förderung mit weiterhin 80 % der Mehrkosten.

Die folgende Tabelle bietet eine beispielhafte Kostenübersicht der Investitionskosten für die Anschaffung von elektrischen Bussen. Der Übersicht liegt die Annahme zugrunde, dass die Umwandlung in batterieelektrische Busse erfolgt und mit identischem Personaleinsatz möglich ist. Es wurden entsprechend Kostenstellen verglichen. Dabei wird beispielhaft angenommen, dass zunächst die Beschaffung von sechs BEV-Bussen erfolgt, da gemäß der Förderrichtlinie des BMU mindestens fünf Fahrzeuge beschafft werden müssen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass es sich um Depotlader handelt, bei denen ein vollständiges Laden über Nacht auf dem Betriebsgelände erfolgt, da dies i. d. R. die kostengünstigste Variante darstellt.

Tabelle 24: Kostenbetrachtung bei der Transformation zu Batteriebusen unter Berücksichtigung des 80 %-Förderzenarios

Anschaffungskosten	Kosten Dieselbusse		Kosten E-Busse		Förderzenario 80% der Mehrkosten
	Kosten in € für einen Dieselbus	Kosten in € für 6 Dieselbusse	Kosten für einen E-Bus	Kosten für 6 E-Busse	
			Inv.kosten in €	Ausreichend für	Förderungsbetrag in € für 6 E-Busse
Anschaffungskosten Bus(se) (1,2 m)	240.000	1.440.000	1 Bus	6 Busse	2.112.000
Ertüchtigung Netzanschluss			3 LP	6 LP	0
Ladeinfrastruktur			3 LP	6 LP	168.000
Werkstatt-ausrüstung:					
Dacharbeitsstand 18 m inkl. Krananlage (1 t)			1 AP	1 AP	136.000
notwendige Spezialwerkzeuge			8.000		6.400
Diagnoseausrüstung für Batteriefahrzeuge			95.000		76.000
notwendige Schutzausrüstung			2.000		1.600
Ausbildung der Mitarbeiter ³			ca. 45 Fahrer, 5 Werkstatt-MA	ca. 45 Fahrer, 5 Werkstatt-MA	12.000
Kosten für Reservehaltung			25.000	150.000	0
	240.000	1.440.000	1.435.000	5.400.000	2.512.000
					Mehrkosten
					2.888.000
					1.448.000

In Tabelle 22 wird ersichtlich, dass trotz Annahme einer maximalen 80 %-Förderung mit signifikanten Mehrkosten von 1 448 000 € bzw. 101 % gegenüber den Anschaffungskosten für Dieselbusse zu rechnen ist. Die Anschaffungskosten für Elektrobusse können zudem geringer ausfallen, wenn größere Abnahmemengen in Rahmenverträgen festgelegt wurden. Kosten für Akkuerneuerungen wurden in der Beispielrechnung noch nicht berücksichtigt – Hersteller geben mitunter Garantien bis zu acht Jahren. Zudem ist fraglich, ob sich eine Akkuerneuerung lohnen würde, da dies eine weitere Nutzung des Elektrobusses für eine bestimmte Anzahl an Jahren bedingt.

Bei den Betriebskosten sind durch den Einsatz der batterieelektrischen Busse Einsparungen zu erwarten. Eine exemplarische Abschätzung mit Durchschnittswerten ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.¹⁰³ Für eine bessere Vergleichbarkeit wird eine jährliche Laufleistung von 61 200 km angenommen. Zusätzlich ist im Zeitverlauf mit einer Steigerung der Kosten von Energie, Diesel, Heizöl und AdBlue zu rechnen. Da die Preise von Diesel und Heizöl stärker steigen als die Energiepreise, wird sich dies positiv auf das Kostenersparnispotential von Elektrobussen aller Arten auswirken.

¹⁰³ Vgl. Knotte et al. 2017

Tabelle 25: Schätzung der Betriebskosten und der daraus resultierenden Vorteile von Elektrobussen gegenüber Dieselbussen

Elektro	Standardbusse		Gelenkbusse	
	Ø Energieverbrauch [kWh/km]	Ø Heizölverbrauch [l/km]	Ø Energieverbrauch [kWh/km]	Ø Heizölverbrauch [l/km]
Elektroenergiepreis – Ausgangswert [€/kWh]	1,2	0,04	1,7	0,06
Heizöl – Ausgangswert [€/l]	0,204	0,17	0,289	0,057
Verbrauch [€/km]	0,95	0,038	0,95	0,057
Wartungs- und Instandhaltungskosten [€/km]	0,24	0,242	0,346	0,346
Gesamtkosten [€/km]	0,482	0,482	0,646	0,646
Gesamtkosten [€/Jahr]	29 498,4	29 498,4	39 535,2	39 535,2
Diesel	Standardbusse		Gelenkbusse	
	Ø Dieselverbrauch [l/km]	Ø AdBlue-Verbrauch [l/km]	Ø Dieselverbrauch [l/km]	Ø AdBlue-Verbrauch [l/km]
Dieselpreis – Ausgangswert [€/l]	0,42	0,008	0,55	0,018
AdBlue-Preis – Ausgangswert [€/l]	0,399	0,0012	0,5225	0,0027
Verbrauch [€/km]	0,95	0,0012	0,95	0,0027
Wartungs- und Instandhaltungskosten [€/km]	0,15	0,4002	0,15	0,5252
Gesamtkosten [€/km]	0,28	0,35	0,35	0,8752
Gesamtkosten [€/Jahr]	41 628,2	41 628,2	53 562,2	53 562,2
	Standardbusse		Gelenkbusse	
Kostenersparnis Elektro gegenüber Diesel	12 129,84 € / 29,14 %		14 027,04 € / 26,19 %	

Es wird deutlich, dass durch die Einführung von batterieelektrischen Bussen trotz 80 %-Förderung mit signifikanten Mehrkosten zu rechnen ist, die durch die dargestellten Betriebskosteneinsparungen erst nach ca. 20 Jahren ausgeglichen werden können. Bei einer Konzessionsdauer von acht bis zehn Jahren sind die Unternehmen dem Druck ausgesetzt, große Teile der Investitionen in kurzer Zeit zu amortisieren. Eigenwirtschaftlich ist dies für die Busunternehmen nicht zu tragen. Darüber hinaus besteht Unsicherheit hinsichtlich der weiteren Nutzung der batterieelektrischen Busse nach Ablauf der Konzession, da die unflexiblen Einsatzmöglichkeiten der Elektrobusse eine Herausforderung bei der weiteren Auftragsakquise darstellen können.

Aufgrund der Anzahl der Busse (20) aus der beispielhaften Analyse würden sich in Summe etwa 5 Mio. € Mehrkosten ergeben. Einzelne Busunternehmen müssten die Umrüstung vornehmen. Erfahrungsgemäß sind die Busunternehmen bereit, die Vorgaben der Politik bezüglich der Elektromobilität umzusetzen. Eigenwirtschaftlich agierende Privatunternehmen können jedoch das politische Ziel finanziell nicht ohne weitreichende Unterstützung auffangen. Um Elektromobilität zu ermöglichen und voranzutreiben bedarf es daher entsprechende Ausgleichszahlungen an die Busunternehmen, wie es aktuell bereits bei dem Großteil der Linienbündel des Landkreises Erlangen-Höchstadt der Fall ist. Gleichzeitig sollten sich Ausschreibungs- und Amortisierungszeiträume langfristig möglichst decken.

Alternative: Wasserstoff

Wasserstoffbusse entsprechen aufgrund ihrer höheren Reichweiten in größerem Maße den aktuellen Rahmenbedingungen bzw. den vorhandenen Nutzungsmustern und können die aktuell üblichen Umläufe eines Tages ohne Zwischentanken absolvieren.

Bei den Kosten für grünen Wasserstoff von 7,30 € bis 10,70 € pro kg¹⁰⁴ übersteigen die jährlichen Betriebskosten für Wasserstoffbusse jedoch signifikant die Kosten für Dieselfbusse (38,31 % bis 86,3 % höher) bzw. Elektrobusse (67,45 % bis 115,44 % höher).¹⁰⁵ Zudem birgt insbesondere die Wasserstoffinfrastruktur gravierende operative Probleme, da die Menge an konsekutiven Tankvorgängen aufgrund von Druckeigenschaften beschränkt ist. Somit wird bei der Alternative Wasserstoff eine komplexe Infrastruktur benötigt.

6.5 Handlungsempfehlungen für die Politik

Der Landkreis hat in den letzten Jahren große Anstrengungen und Investitionen/ Bestellungen im ÖPNV getätigt. Eine Erhöhung der Nutzung und kleinere Verbesserungen in den Abdeckungen haben hinsichtlich der eingesparten Emissionen einen hohen Einfluss. Aufgrund der Struktur der Leistungserbringer bestehen erhebliche vertragliche und organisatorische Herausforderungen in der Umsetzung. Insbesondere die Vertragslaufzeiten, die teilweise unter der Nutzungsdauer liegen, und die Übernahme des technischen Risikos sind für einige Busunternehmen nur schwer umzusetzen.

Daher wird empfohlen, sich bis zum Jahr 2025 nur an den kommenden Vorgaben der CVD-Umsetzung zu orientieren. Im Jahr 2025 wird eine Marktbetrachtung empfohlen, welche die Machbarkeit alternativer Antriebe erneut untersucht. Bis dahin sollte ein Augenmerk auf kleineren Fahrzeugen für Bedarfsverkehre liegen, um Erfahrungen zu sammeln und eine öffentliche Reichweite zu gewinnen.

¹⁰⁴ Vgl. EMCEL GmbH 2019

¹⁰⁵ Unter Annahme einer Laufleistung von 61 200 km pro Jahr sowie eines Bedarfs von 0,096 kg/km.

Gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1370/2007 sind von der CVD gemein- und eigenwirtschaftliche Verkehre betroffen. Grundsätzlich ist es vergaberechtlich möglich, umweltbezogene Anforderungen, wie die Erbringung der Verkehrsdienstleistungen durch Elektrobusse, aufzunehmen. Will der Aufgabenträger, dass Elektrobusse angeschafft werden, kann dies bei Ausschreibungen festgelegt werden. Hierfür ist zunächst zu prüfen, ob die später auszuschreibenden Linien durch Elektrobusse erbracht werden können.

Kapitel 6.4 zeigt, dass Förderprogramme erhebliche Auswirkung bei der Vergabe haben. Grundsätzlich kommen vier Möglichkeiten in Frage:

- Der Aufgabenträger beantragt und empfängt die Fördermittel. Dies muss vor Zuschlagserteilung erfolgen. So erhält der Aufgabenträger die Fördermittel zur Finanzierung der Dienstleistung.
- Das Verkehrsunternehmen beantragt und erhält die Förderung. Sollte dieses keinen Dienstleistungsauftrag erhalten, müssen die Fördergelder nicht genutzt werden.
- Kommt nur bei Pilotprojekten zum Einsatz: Der Fördergeber sichert dem Aufgabenträger zu, dass das Verkehrsunternehmen einen ermittelbaren Förderbetrag erhalten wird, sodass der Angebotspreis mit der Förderung eingerechnet werden kann.
- Die Vergabeunterlagen verpflichten, dass nach Zuschlagserteilung zur Beschaffung von Fahrzeugen Fördergelder genutzt werden sollen. Hier hat jedoch das Verkehrsunternehmen kein eigenes Interesse an den Fördergeldern.¹⁰⁶

Der Aufgabenträger muss sich, unabhängig davon, welche Möglichkeit gewählt wird, vorab mit den Fördermöglichkeiten befassen und diese auf die Ausschreibungsunterlagen abstimmen. Werden bestimmte Vorgaben, wie die Erbringung durch Elektrobusse, durch den Auftraggeber einvernehmlich oder hoheitlich einem Betreiber vorgegeben und Kompensationen gezahlt, dann liegt ein öffentlicher Dienstleistungsauftrag (ÖDA) vor. Hierbei ist es wichtig, dass die Anforderung für Elektrofahrzeuge verbindlich gegeben ist.

Für die Aufgabenträger steht im Raum, die politische Vorgabe der CVD erfüllen zu müssen. Dafür müssen die Voraussetzungen geschaffen werden. Zur Erfüllung der CVD sind signifikante Mehrkosten zu erwarten. Hierfür müssen in großem Umfang Fördermittel bereitstehen, um die Mehrkosten zu dämpfen. Die Umrüstung im nichtstädtischen Bereich birgt Herausforderungen, da Elektrobusse aktuell noch nicht die hierfür geeigneten Reichweiten erzielen. Es wird erwartet, dass Busse erst ab 2022 bis 2025 die technischen Anforderungen bieten werden.

6.6 Einbindung von Bedarfsverkehren

Dünn besiedelte, ländliche Regionen werden i. d. R. durch den klassischen ÖPNV nur begrenzt angebunden, da Linienführungen durch diese Gebiete nicht wirtschaftlich tragbar sind. Liniengebundene Angebote werden aus Nutzersicht langfristig unattraktiver. **Bedarfsverkehre** können dem entgegenwirken und den Bedarf zufriedenstellend decken. Im Gegensatz zum öffentlichen Linienverkehr fahren Bedarfsverkehre nur, wenn ein konkreter Fahrtwunsch vorliegt. Sie werden i. d. R. ergänzend zum ÖPNV eingesetzt. Häufige Leerfahrten und eine schlechte Abdeckung stellen meist den Initialpunkt dar. Dabei werden nur Haltestellen angefahren, für die Anfragen vorliegen. Klassisch werden für solche flexiblen Bedarfsverkehre Taxis oder Anruflinienverkehre genutzt. Bisher sind Bedarfsverkehre vor allem in Großstädten erfolgreich durchgeführt, umfassend erprobt und mittlerweile etabliert worden. Das System ist nun bereit, auch auf ländliche Regionen übertragen zu werden. Im Landkreis Erlangen-Höchstadt gibt es bereits zahlreiche Bedarfsverkehrsangebote,

¹⁰⁶ Vgl. Kudella/ Wolf 2017

die nachfolgend vorgestellt werden. Um den Umweltverbund insgesamt attraktiver zu gestalten, eignet sich eine Kooperation zwischen den jeweiligen Akteuren und eine Vernetzung der bestehenden Mobilitätsangebote. Eine Kontaktaufnahme zu den Betreibern der entsprechenden Angebote ist von hoher Relevanz, um Synergien zu schaffen und Erfahrungswerte auszutauschen.

Bedarfsverkehrsangebote Landkreis Erlangen-Höchstadt ¹⁰⁷	
MiFaZ (Landkreis Erlangen-Höchstadt)	Das Mitfahrgelegenheitsangebot MiFaZ wird vom Landkreis Erlangen-Höchstadt finanziert. Sie ist eine Internetplattform, auf der Fahrgemeinschaften in der Region gebildet werden können. Die MiFaZ stellt lediglich eine Kommunikationsbasis zur Verfügung, die es den Benutzern ermöglicht, Daten für Mitfahrgelegenheiten auszutauschen. Auf der Plattform ist es möglich, nach Angeboten zu suchen oder selbst eine Fahrt zu inserieren. Das Angebot richtet sich an alle Bürgerinnen und Bürger, die bspw. täglich einen langen Arbeitsweg haben (Pendler) und sich an einer Fahrgemeinschaft beteiligen wollen. Für die Plattform ist eine Registrierung notwendig. Die Anmeldung und Nutzung der Plattform sind grundsätzlich kostenfrei sowohl für Fahrer als auch für Mitfahrer. Eine Kostenbeteiligung kann zwischen (Mit-)Fahrern unabhängig von der MiFaZ abgesprochen werden. Der Fahrer verpflichtet sich, die Mitfahrer am vereinbarten Ort abzusetzen.
Flinke Liese (Höchstadt an der Aisch)	Die Flinke Liese ist ein siebensitziger Elektrobus, mit dem ein Shuttleservice für Senioren und in ihrer Mobilität eingeschränkte Personen angeboten wird. Das Angebot ist kostenlos. Möglich wird das Angebot durch ehrenamtliche Fahrer. Das Fahrzeug wurde von der Anneließ-Knobelspieß-Stiftung gestiftet und verfügt über einen niedrigen Einstieg und eine eingebaute Rollstuhlrampe. Der Fahrservice verbindet alle 23 Ortsteile der Stadt Höchstadt an der Aisch miteinander und mit dem Stadtzentrum. Insgesamt gibt es fünf Routen, die je zweimal pro Tag bedient werden (Montag bis Freitag, am Morgen und am Nachmittag). Der Bus verkehrt von Montag bis Freitag in der Zeit von 08:00 bis 18:00 Uhr (nicht an Feiertagen). Die Fahrzeiten dienen zur Orientierung und können je nach Auslastung leicht abweichen, daher ist eine vorherige Anmeldung erforderlich. Interessierte müssen sich am Vortag der geplanten Fahrt bis 16:00 Uhr telefonisch im Tourismusbüro anmelden. Bei der Anmeldung werden Name, Abfahrts- und Zielort, Adresse und Telefonnummer aufgenommen. Der Fahrer setzt sich im Anschluss mit den jeweiligen Mitfahrern in Verbindung und klärt den genauen Ort und Zeitpunkt für die Hin- und Rückfahrt ab. Es ist auch möglich, sich direkt von Zuhause abholen zu lassen. Personen, die einer besonderen persönlichen Betreuung bedürfen, werden gebeten, eine Betreuungsperson mitzunehmen und diese ebenfalls vorher anzumelden. Pro Fahrt kann ein Rollstuhlfahrer mitfahren.
AWO Bürgerbus (Erlangen)	Der Bürgerbus in Erlangen wird durch den AWO Kreisverband Erlangen-Höchstadt e. V. betrieben und von der Bürgerstiftung Erlangen sowie einer privaten Stiftung finanziert. Die Fahrten sind kostenlos, die Abgabe einer freiwilligen Spende ist möglich. Bei dem Fahrzeug handelt es sich um einen seniorengerechten Bus, in welchem auch ein Rollator transportiert werden kann. Der Bürgerbus verkehrt Montag bis Freitag je nach Verfügbarkeit im Stadtgebiet. Das Angebot besteht für Senioren, die in der Stadt wohnen. Der AWO Bürgerbus holt diese nach rechtzeitiger Voranmeldung Zuhause ab, begleitet sie bei alltäglichen Erledigungen (z. B. Einkauf, Arzt- oder Kirchenbesuch) und hilft beim Tragen der Einkäufe oder bei kleineren Handgriffen im Haushalt. Die Fahrt soll mindestens zwei Tage vor der geplanten Fahrt telefonisch angemeldet werden.
Fahrdienst (Adelsdorf)	Der Fahrdienst Adelsdorf ist ein kostenfreier Fahrdienst für Personen, die nicht ohne Weiteres mobil sind. Das Fahrzeug stellt die Gemeinde zur Verfügung, ebenso übernimmt sie die Benzinkosten. Einige der etwa zehn Ehrenamtlichen nutzen zudem ihr privates Fahrzeug und bekommen die Benzinkosten über einen Auslagenersatz auf Spendenbasis zurück. Nach einem Anruf wird ein Auto mit einem ehrenamtlichen Fahrer organisiert, der die Passagiere bspw. zum Supermarkt, zum Arzt oder zu Ämtern fährt. Eine Abholung von

¹⁰⁷ Und in der Stadt Erlangen, vgl. Landratsamt Erlangen-Höchstadt o. J.

	Zuhause ist möglich. Der Fahrdienst verkehrt jeden Donnerstag zwischen 14:00 und 17:00 Uhr im Adelsdorfer Gemeindegebiet. Die Anmeldung für eine Fahrt soll am Vortag bis spätestens 12:00 Uhr erfolgen.
Fahrdienst (Baiersdorf)	Bei dem kostenfreien Fahrdienst Baiersdorf handelt es sich um einen achtsitzigen Bus mit einer elektrischen Einstiegshilfe. Er verkehrt von Montag bis Freitag von 8:00 bis ca. 16:00 Uhr innerhalb von Baiersdorf oder auch nach Erlangen, Forchheim und in die nahe Umgebung. Dienstags und freitags fährt der Bus nach einem Fahrplan mit verschiedenen Haltestellen. Die Fahrt soll möglichst zwei Tage vorher telefonisch angemeldet werden.
Fahrdienst (Möhrendorf)	Jeden Freitagnachmittag wird eine kostenlose Fahrt zum Versorgungszentrum Möhrendorf angeboten (nicht an Feiertagen). Einstiegstellen sind die offiziellen Haltestellen der ÖPNV Linie 254.
Fahrdienst (Weisendorf)	Montagnachmittag, Dienstag- und Donnerstagsvormittag werden Fahrten zu den regelmäßigen Veranstaltungen für Senioren im WeiSenTreff angeboten. Zusätzlich wird jeden Montagvormittag eine Einkaufsfahrt angeboten. Für die Fahrten ist eine telefonische Anmeldung vorab erforderlich.
Bürgerbus (Heßdorf)	Der kostenfreie Bürgerbus fährt jeden Montag- und Donnerstagnachmittag (nicht an Feiertagen) ab 13:00 Uhr entsprechend eines festgelegten Fahrplanes mit Haltestellen in den einzelnen Ortsteilen. Der Fahrplan liegt in der Gemeinde aus.
Bürgerbus (Großenseebach)	Der kostenfreie achtsitzige Bus befördert insbesondere ältere Menschen einmal pro Woche in das Gewerbegebiet Heßdorf, damit sie Einkäufe erledigen, die Apotheke aufsuchen oder ein Café besuchen können. Möglich wird dies durch ehrenamtliche Fahrer. Die Fahrt muss vorab telefonisch angemeldet werden. Das Fahrzeug ist durch 20 Sponsoren aus Großenseebach und der Umgebung weitgehend werbefinanziert.
Bürgerbus „Hilfreich“ (Mühlhausen)	Der kostenfreie Bus holt die Passagiere nach telefonischer Anmeldung von Zuhause ab und befördert diese zum Einkaufen. Danach bringt er sie direkt an den Wohnort zurück.
E-Bürgerauto (Oberreichenbach)	Das kostenfreie Angebot richtet sich insbesondere an ältere Menschen und wird durch ehrenamtliche Fahrer realisiert. Die Abgabe einer freiwilligen Spende ist möglich. Es können vier bis fünf Personen transportiert und auch ein Rollstuhl/ Rollator untergebracht werden. Eine Fahrt kann unter der Woche und auch an Wochenenden nach telefonischer Anmeldung am Vortag stattfinden.
RöBUS – Ehrenamtlicher Röttenbacher Fahrdienst (Röttenbach)	Der kostenlose RöBUS ist ein Projekt des Seniorenbeirats. Dieser Bus soll es allen Bürgerinnen und Bürgern in Röttenbach ermöglichen, z. B. Einkäufe oder Arzttermine zu tätigen. Der Bus fährt montags ganztägig sowie mittwochs und freitags vormittags. Es werden insgesamt 24 Haltestellen in der Gemeinde angefahren, die mit Schildern gekennzeichnet sind. Den Fahrdienst übernehmen insgesamt 20 ehrenamtliche Fahrer. Ebenso können die Passagiere bei Bedarf von Zuhause abgeholt oder auch auf dem kürzesten Weg zu Ihrem Fahrtziel gebracht werden. Nach den Erledigungen fährt der Bus sie nach Möglichkeit direkt wieder nach Hause.
Fahrdienst (Uttenreuth)	Der Fahrer des elektrischen Fahrdienstes des Nachbarschaftsnetzes Rat und Tat hilft kostenlos bei jeglichen Alltagsgängen. Die Fahrt wird vorher telefonisch individuell vereinbart.
Dorfbus (Uttenreuth)	Der kostenlose Dorfbus in Uttenreuth soll es allen Bürgerinnen und Bürgern in Uttenreuth und Weiher ermöglichen, ihre Einkäufe zu erledigen und andere Termine im Ort wahrzunehmen. Es werden insgesamt 15 Haltestellen angefahren, die mit Schildern gekennzeichnet sind. Den Fahrdienst übernehmen insgesamt elf ehrenamtliche Fahrer. Bürgerinnen und Bürger können den Bus auch zu Mietgebühren ausleihen und privat nutzen.

Der große Vorteil von Bedarfsverkehrsangeboten liegt insbesondere im Flexibilitätsgewinn für die Kunden. Hingegen bleibt neben einer technisch und systemisch erprobten Lösung die Nutzer-Akzeptanz eine der größten Herausforderungen. Aus diesem Grund ist es umso wichtiger, eine leichte und niederschwellige Zugänglichkeit für die Kunden in einem vollintegrierten Bedarfsverkehr zu gewährleisten (z. B. kostenlose Probefahrten). Tabelle 26 zeigt weitere relevante Vor- und Nachteile von Bedarfs- im Vergleich zu liniengebundenen Verkehren.

Tabelle 26: Vor- und Nachteile von Bedarfsverkehrsangeboten

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> - Räumliche Erschließungswirkung und Ausweitungsmöglichkeit von Einzugsgebieten - Kosteneinsparung durch Reduzierung unrentabler Linienfahrten - Bündelung komplexer Mobilitätsbedürfnisse - Effiziente Nutzung der vorhandenen Infrastruktur - Entfernung zur Haltestelle kann reduziert werden - Stärkung der Kundenbindung durch individuelle Services - Ergänzung der bestehenden Linienverkehre und B+R- bzw. P+R-Angebote 	<ul style="list-style-type: none"> - Betriebliche Nachteile bei der Umlaufplanung und Investitionsaufwände in der Software - Hoher Dispositionsaufwand - Konkurrenz zum Taxigewerbe - Geringe Flexibilität in Nachfragespitzen - Nicht die gewohnte Haltestellenzugänglichkeit und Nutzungsweise für den Nutzer → Akzeptanz

7 AP – Intermodalität und Nutzerfreundlichkeit

Im vorliegenden Kapitel wird das Konzept von Mobilitätsstationen vorgestellt. Neben positiven Aspekten (vgl. Kapitel 7.1) werden Hinweise zur Platzierung und Dimensionierung von Mobilitätsstationen gegeben (vgl. Kapitel 7.2). Im Rahmen einer Potentialanalyse wurde ermittelt, in welchen Kommunen des Landkreises Erlangen-Höchstadt Potential für die Schaffung von Mobilitätsstationen besteht. Exemplarisch werden für die potentiell geeigneten Kommunen konkrete Standorte vorgeschlagen (vgl. Kapitel 7.3).

Die Stärke und das Potential alternativer Mobilitätsformen sind eng mit Multi- und Intermodalität verknüpft. Daher ist es von wichtiger Bedeutung, diejenigen Standorte zu identifizieren, an denen das Bereitstellen der Services den höchsten Nutzen bringt. Daraus hat sich in den letzten Jahren der Trend hin zu **Mobilitätsstationen** entwickelt. Dabei werden verschiedene Mobilitätsdienstleistungen räumlich an einem Punkt bzw. in räumlicher Nähe konzentriert. Das übergeordnete Ziel dieser Stationen ist es, den Umstieg zwischen den Verkehrsmodi zu vereinfachen und ein nutzerfreundliches Mobilitätssystem bestehend aus dem kompletten Umweltverbund zu schaffen. Je nach Bedarf ist es dem Nutzer so möglich, denjenigen Modus auszuwählen, der am besten für seinen Weg geeignet ist (Multimodalität). Durch die räumliche Bündelung kann der Nutzer zudem die Wegeketten wesentlich vereinfachen (Intermodalität).^{108, 109, 110}

In den letzten Jahren hat sich die Anzahl der Mobilitätsstationen stark erhöht. Verschiedene Mobilitätsstationen adressieren unterschiedliche Bedarfe und Nutzungsszenarien, weshalb die Bereitstellung einzelner Angebote von Standort zu Standort anders sein kann. Um eine komfortable Nutzung zu ermöglichen und einen Mehrwert für die Nutzer zu schaffen, sind das Nutzungsgebiet bzw. die Rückgabemöglichkeiten der eingebundenen Mobilitätsangebote besonders zu berücksichtigen.

7.1 Positive Aspekte von Mobilitätsstationen

Ein Netz aus Mobilitätsstationen und Standorten für einzelne Mobilitätsangebote bietet neben den reinen Nutzungsaspekten eine hohe öffentliche Wahrnehmung. Es ist darauf zu achten, dass Mobilitätsstationen auffallen und gut sichtbar sind. Ein hoher Wiedererkennungswert macht insbesondere zu Beginn auf die verschiedenen Mobilitätsangebote aufmerksam, erhöht die Nutzungswahrscheinlichkeit und unterstützt die Imagebildung des Umweltverbundes. Nachfolgend werden weitere Argumente für die Schaffung von Mobilitätsstationen aufgeführt:

- Verbesserte, einfachere, nachhaltigere Mobilität für Einwohner, Touristen und Beschäftigte
- Abbau von Nutzungshürden
- Stärkung des Umweltverbunds
- Bessere Erreichbarkeit umliegender Gebiete
- Integrationsmöglichkeiten weiterer Dienstleistungen (z. B. Paketstationen)
- Überwindung der letzten Meile bei passender Ausgestaltung
- Ausbau und Förderung der Elektromobilität möglich
- Reduktion von Parkflächen
- Erhöhung der Aufenthaltsqualität, Stärkung des sozialen Raums
- Durch die Nutzung Minimierung verkehrsbedingter Luft- und Lärmemissionen

¹⁰⁸ Vgl. KielRegion GmbH 2020

¹⁰⁹ Vgl. Landeshauptstadt Kiel 2016

¹¹⁰ Vgl. BBSR 2015

7.2 Platzierung und Dimensionierung

Meist werden Mobilitätsstationen an Standorten mit einer hohen Nutzerfrequenz (Anwohner, Pendler, Touristen) platziert. Dazu zählen insbesondere Innenstadt- und Verkehrsknotenpunkte (z. B. Bahnhöfe). Aber auch Gewerbegebiete (Unternehmen als Ankernutzer) und Wohnquartiere eignen sich, wobei sich hier allerdings meist ein etwas anderes Nutzungsprofil ergibt. Weiterhin ist die Platzierung in der Nähe von ÖPNV-Haltestellen ein elementarer Bestandteil der meisten Mobilitätsstationen, um den intermodalen Charakter zu fördern.

Die Dimensionierung von Mobilitätsstationen ist variabel gestaltbar und sollte entsprechend den lokalen Gegebenheiten (Bedarf, Nachfrage, verfügbarer Raum) angepasst werden. Große Mobilitätsstationen¹¹¹ mit einem breiten Angebot bedürfen stark frequentierten Bereichen (z. B. Innenstadt, große Bahnhöfe). Für dezentrale Standorte eignen sich kleinere Mobilitätsstationen¹¹² mit einem entsprechend reduzierten Angebot. Dieses kann wiederum bedarfsgerecht und individuell für die einzelnen Mobilitätsstationen ausgestaltet werden. Meist werden Stellflächen für CS-Fahrzeuge und Leihfahrräder zur Verfügung gestellt. Außerdem können Fahrradbügel und -abstellanlagen sowie weitere Mobilitätsangebote (z. B. Mitfahrbänke, E-Scooter, Halteflächen für Taxis) integriert werden. Um die Attraktivität der Mobilitätsstationen abseits deren Kernfunktionen sicherzustellen, kann die zusätzliche Einrichtung von Services (z. B. überdachte Aufenthaltsbereiche, Informationsangebot zum Umfeld und zu den Fahrtstrecken, freies WLAN, Verpflegungs- oder Fahrrad-reparaturstationen) vorgenommen werden. Auch die Einbindung von Dienstleistungsangeboten (z. B. Packstationen) kann sinnvoll sein. Dadurch ergeben sich fünf Kategorien, zu welchen die potentiellen Mobilitätsstationen im Landkreis Erlangen-Höchstadt zugeordnet werden können:

- Kategorie XS: ÖPNV-Haltestelle + Fahrradbügel und -abstellanlagen
- Kategorie S: wie Kategorie XS + Mitfahrpunkt + Leihfahrräder
- Kategorie M: wie Kategorie S + CS
- Kategorie L: wie Kategorie M + Lastenrad-Sharing
- Kategorie XL wie Kategorie L + Mobilitätszentrale (Beratung, Info, Fahrkarten, etc.)

Abbildung 28 zeigt exemplarisch eine große urbane Mobilitätsstation. Sie vereint verschiedene Möglichkeiten an einem ÖPNV-Knotenpunkt, wie z. B. das Laden von Elektrofahrzeugen und das Ausleihen von Pkw und Fahrrädern. Sie stellt Überdachungen für Fahrgäste bereit und bietet einen Informationspunkt, an dem sich diese über die zur Verfügung stehenden Verkehrsmodi, Echtzeitfahrpläne des ÖPNV und die nähere Umgebung (Stadtplan) informieren können. Anhand des Beispiels wird eine hohe Sichtbarkeit der Mobilitätsstation deutlich.

¹¹¹ Angebot bspw. bestehend aus Haltestelle, Fahrradbügel oder -boxen, Leihfahrrädern, CS-Station, Mobilitätszentrale (Beratung, Ausstellen von Fahrkarten)

¹¹² Angebot bspw. bestehend aus Haltestelle zuzüglich Fahrradbügel oder -boxen

5. Anwendung des Algorithmus

- Durchführung Sensitivitätsanalyse
- Plausibilisierung der Ergebnisse

Potentielle Standorte für Mobilitätsstationen

Abbildung 29: Modellvorgehen Standortanalyse

Die Abbildung 30 auf der nachfolgenden Seite zeigt das Ergebnis der Potentialanalyse für Mobilitätsstationen im Landkreis Erlangen-Höchstadt auf. Dieses wird zusätzlich als WebGIS-Karte¹¹⁸ zur Verfügung gestellt. Insbesondere in den Städten Herzogenaurach und Baiersdorf sowie in Uttenreuth, Buckenhof, Hemhofen, Röttenbach und Bubenreuth besteht großes Potential für die Errichtung von Mobilitätsstationen. Auch in Eckental, Großenseebach, Möhrendorf und Spardorf sind potentielle Standorte vorhanden.

Die sich an die Abbildung anschließende Tabelle 27 zeigt für die eben genannten und weitere ausgewählte Kommunen des Landkreises Erlangen-Höchstadt exemplarische Standorte auf, die für die Errichtung einer Mobilitätsstation besonders geeignet sind. Die Standorte sind als grobe Empfehlung zu betrachten.

In Absprache mit Unternehmen bietet sich die Schaffung von Mobilitätsstationen an weiteren Standorten in Gewerbegebieten an. Auch neue Wohnquartiere bieten großes Potential für Mobilitätsstationen, weshalb der Austausch mit Wohnungsbauunternehmen sinnvoll ist. Eine CS-Station und Abstellmöglichkeiten für Leih- und eigene Fahrräder stellen eine Basiskonfiguration dar. Der konkrete Umfang an den einzelnen Mobilitätsstationen bedarf einer detaillierten Umfeld- und Nutzeranalyse.

Die Eigenschaften der einzelnen Mobilitätsangebote sollten unabhängig von der Gesamtfunktion der Mobilitätsstation geplant werden. Ein Bikesharing-Angebot bspw. benötigt immer eine Vernetzung mit anderen Mobilitätsstationen oder Abstellbereichen. Kann ein am Bahnhof ausgeliehenes Fahrrad z. B. nicht während der Arbeitszeit im Gewerbegebiet abgestellt bzw. zurückgegeben werden, fallen extrem hohe Kosten an, sodass von einer Nutzung eher abgesehen wird.

¹¹⁸ <https://giselis.carto.com/builder/15e556e1-fbad-4cd0-9322-95153bfcd401/embed>

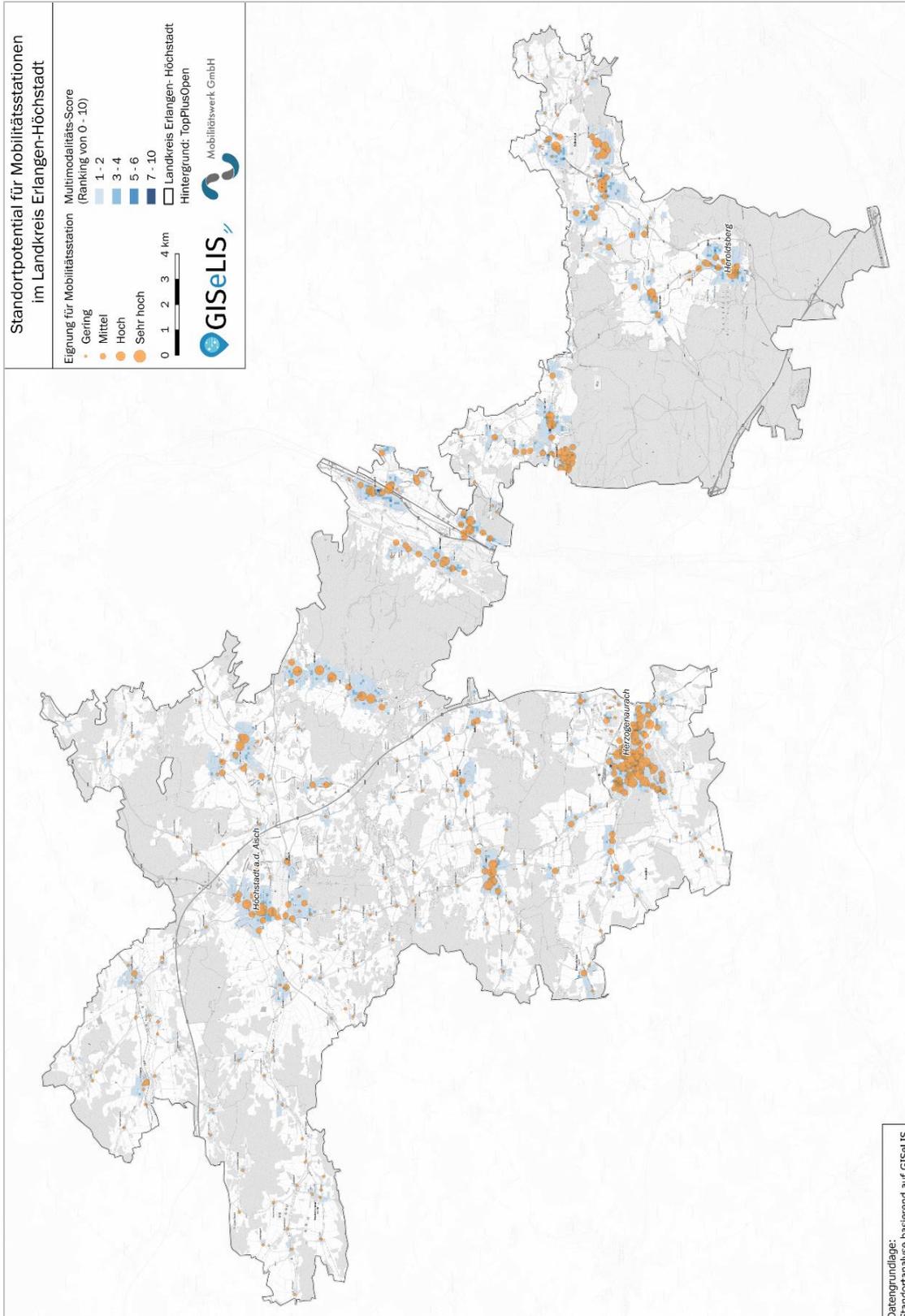


Abbildung 30: Standortpotential für Mobilitätsstationen im Landkreis Erlangen-Höchstadt

Tabelle 27: Potentielle Mobilitätsstationen mit jeweiliger Kategorisierung

Kom-mune ¹¹⁹	Multimodalitätsscore ¹²⁰	Exemplarische Standorte ¹²¹	Kategorie ¹²²		
			XS	S	M
Adelsdorf	2	- Erlanger Straße im Bereich Haltestelle „Adelsdorf Erlanger Straße/Schafgasse“ → Kombination mit CS Rathausplatz 1			X
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Adelsdorf Marktplatz“	X		
		- Erlanger Straße im Bereich Haltestelle „Adelsdorf Evangelisches Gemeindezentrum“	X		
Herolds-berg	2	- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Heroldsberg Abzweig Lange Gasse“ → Kombination mit CS Hauptstraße 104			X
		- Dr.-Gustav-Schickedanz-Straße im Bereich „Bahnhof Heroldsberg“		X	
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Heroldsberg Festplatz“	X		
Höchstadt an der Aisch	2	- Bamberger Straße im Bereich Haltestelle „Höchstadt (Aisch) Schwedenschanze“			X
		- Kellerberg im Bereich Haltestelle „Höchstadt (Aisch) Kellerberg“		X	
		- Albrecht-Dürer-Straße Ecke Tilman-Riemenschneider-Straße im Bereich Haltestelle „Höchstadt (Aisch) D.-Bosco.-Sch.“		X	
Baierdorf	3	- Forchheimer Straße im Bereich Haltestelle „Baierdorf Rewe-Markt“			X
		- Forchheimer Straße Ecke Jahnstraße im Bereich Haltestelle „Baierdorf Jahnhalle“		X	
		- Ahornweg im Bereich P+R Parkplatz „Bahnhof Ostseite“		X	
Eckental	3	- Bahnhofstraße im Bereich „Bahnhof Eschenau (Mittelfranken)“			X
		- Sudetenstraße Ecke Eisenstraße im Bereich Haltestelle „Eckenhaid Eisenstraße West“		X	
		- Forther Hauptstraße im Bereich „Bahnhof Forth“		X	
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Möhrendorf Mitte“		X	

¹¹⁹ Es handelt sich um Auswahl von Kommunen, die einen Multimodalitätsscore ≥ 3 aufweisen, zuzüglich Kommunen mit einem CS-Angebot, zuzüglich Städte im Landkreis Erlangen-Höchstadt. Auch in weiteren Kommunen des Landkreises ist Potential für Mobilitätsstationen vorhanden. Diese können der separat zur Verfügung gestellten WebGIS-Karte entnommen werden.

¹²⁰ Eignungsscore für Mobilitätsstation (1-10) basierend auf Einwohnerzahlen, Abfahrtsfrequenz des ÖPNV, Pol und PoS im Umfeld. Je höher der Wert ist, desto größer ist das Potential für eine Mobilitätsstation. Es handelt sich hierbei um einen Durchschnittswert für die jeweilige Kommune.

¹²¹ Exemplarisch werden für jede Kommune drei Standorte für Mobilitätsstationen vorgeschlagen.

¹²² Kategorien basierend auf Multimodalitätsscore, Einwohnerzahlen, Abfahrtsfrequenz des ÖPNV, Pol und PoS im Umfeld sowie bestehende CS-Stationen. Alle Kategorien ohne Leihfahrräder. Ein öffentliches Bikesharing-System existiert derzeit im Landkreis Erlangen-Höchstadt nicht und sollte unter Einbindung aller Kommunen des Landkreises eingeführt werden. Die Nutzung bzw. Erweiterung des Bikesharing-Systems VAG Rad (Nürnberg) ist sinnvoll. Bei der Einführung kommt der Stadt Erlangen als unmittelbar am Landkreis Erlangen-Höchstadt gelegenes Oberzentrum eine wichtige Rolle zu.

Möhrendorf	3	- Frankenstraße im Bereich Haltestelle „Möhrendorf Frankenstraße“		X	
		- Erlanger Straße im Bereich Haltestelle „Möhrendorf Erlanger Straße“	X		
Großenseebach	3	- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Großenseebach Hauptstraße“		X	
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Großenseebach Am Vogelherd“	X		
		- Hannberger Weg im Bereich Haltestelle „Großenseebach Sportplatz“	X		
Spardorf	3	- Buckenhofer Straße im Bereich Haltestelle „Spardorf Kornblumenweg“ → Kombination mit CS Kornblumenweg 1			X
		- Buckenhofer Straße im Bereich Haltestelle „Spardorf Emil-von-Behring-Gymnasium“	X		
		- Gräfenberger Straße im Bereich „Busbahnhof Buckenhof/Spardorf“		X	
Bubenreuth	4	- Birkenallee im Bereich Haltestelle „Bubenreuth Eichenplatz“ → Kombination mit CS Eichenplatz			X
		- Hans-Paulus-Straße Ecke Holunderweg im Bereich Haltestelle „Bubenreuth Hans-Paulus-Straße“		X	
		- Hauptstraße Ecke Rathsberger Steige im Bereich Haltestelle „Bubenreuth Hauptstraße“		X	
Herzogenaurach	4	- An der Schütt im Bereich Haltestelle „Herzogenaurach Badgasse“ → Kombination mit CS Parkdeck am Parkplatz P1			X
		- Zum Flughafen im Bereich Haltestelle „Herzogenaurach Kolbstraße“		X	
		- Würzburger Straße im Bereich Haltestelle „Herzogenaurach Tuchmachergasse“		X	
Buckenhof	5	- Zeidelweide im Bereich Haltestelle „Buckenhof Zeidelweide“ → Kombination mit CS Tennenloher Straße 3			X
		- Gräfenberger Straße im Bereich Haltestelle „Buckenhof“	X		
		- Obere Büch im Bereich Haltestelle „Buckenhof Obere Büch“	X		
Hemhofen	5	- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Hemhofen Schloßhof“		X	
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Hemhofen Abzweig Winkler-von-Mohrenfels-Straße“		X	
		- Bahnhofstraße im Bereich Haltestelle „Zeckern Bahnhof“		X	
Röttenbach	5	- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Röttenbach Haupt-/Ringstraße“			X
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Röttenbach Mühlbergstraße“		X	
		- Hauptstraße im Bereich Haltestelle „Röttenbach Forchheimer Weg“		X	
Uttenreuth	6	- Erlanger Straße im Bereich Haltestelle „Uttenreuth Rathaus“ → Kombination mit CS Erlanger Straße 40			X
		- Erlanger Straße im Bereich Haltestelle „Uttenreuth Breslauer Straße“		X	
		- Maria-Gebbert-Straße im Bereich Haltestelle „Uttenreuth Marloffsteiner Straße“		X	

8 AP – Umstellung öffentlicher und privater Fuhrparklösungen

Im vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse der Fuhrparkanalyse vorgestellt (vgl. Kapitel 8.2). Es wird das Effizienzpotential untersucht und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt. Hierfür erfolgte eine Mitarbeiterbefragung zum Mobilitätsverhalten (vgl. Kapitel 8.4).

Neben den landkreiseigenen Klimaschutzzielen hat die EU mit der „Clean Vehicle Directive“ verbindliche Ziele für die Beschaffung emissionsfreier und -armer (sauberer) Fahrzeuge bei öffentlicher Auftragsvergabe festgelegt (vgl. Kapitel 6.1). Für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge ergeben sich verbindliche Beschaffungsquoten von 38,5 % an sauberen Fahrzeugen in der Neubeschaffung. Konventionell durch Verbrennungsmotoren angetriebene Fahrzeuge liegen aktuell über dem anvisierten Grenzwert von 50 g CO₂ pro km für saubere Fahrzeuge. Neue Kleinfahrzeuge erreichen teilweise sogar Emissionswerte von 84 g CO₂ pro km. Dies bedeutet, dass eine Einhaltung der Grenzwerte nur durch alternative Antriebstechnologien erfolgen kann. Die Einhaltung der Richtlinie hat im Landkreis Erlangen-Höchstadt allerdings nur Relevanz für Fahrzeuge, die über das Landratsamt beschafft werden.

8.1 Methodik

Ziel der **Analyse des Verwaltungsfuhrparks** des Landratsamtes Erlangen-Höchstadt ist es, die Eignung von alternativen Antrieben auf Basis von erhobenen Fahrprofilen zu bestimmen. Die Fuhrparkanalyse erfolgte in Absprache mit dem Fuhrparkverantwortlichen. Die Grundlage bildet die Datenerfassung von Fahrprofilen der einzelnen Fahrzeuge auf Basis von Fahrtenbucheinträgen und fahrzeugspezifischen Angaben. Diese wurden mittels Fragebogen von jeder Einheit erhoben und zusammen mit den Fahrtenbüchern ausgewertet. Um saisonal bedingte Schwankungen abzudecken, erfolgte die Erfassung der Fahrtenbücher über ein gesamtes Jahr im Betrachtungszeitraum Januar bis Dezember 2019. Für jedes Fahrzeug wurden mithilfe einer Detailanalyse mit der Fuhrparkanalysesoftware eOptiflott Elektrifizierungs- und Effizienzpotentiale bestimmt und ökonomisch sowie ökologisch bewertet. Anhand der Ergebnisse wurden Handlungsempfehlungen und Maßnahmen abgeleitet, die im Rahmen eines Workshops vorgestellt und diskutiert wurden.

8.2 Status Quo der dienstlichen Mobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt

Der Fuhrpark des Landratsamtes Erlangen-Höchstadt umfasst insgesamt 22 Fahrzeuge. Diese verteilen sich auf die Standorte Erlangen (14 Fahrzeuge *Nägelsbachstraße 1*), Heßdorf (ein Fahrzeug *Membacher Straße 6*) und Höchstadt an der Aisch (insgesamt sieben Fahrzeuge, sechs am Standort *Schloßberg 10*, eins am Standort *Steinwegstraße 11a*) (vgl. Abbildung 31).

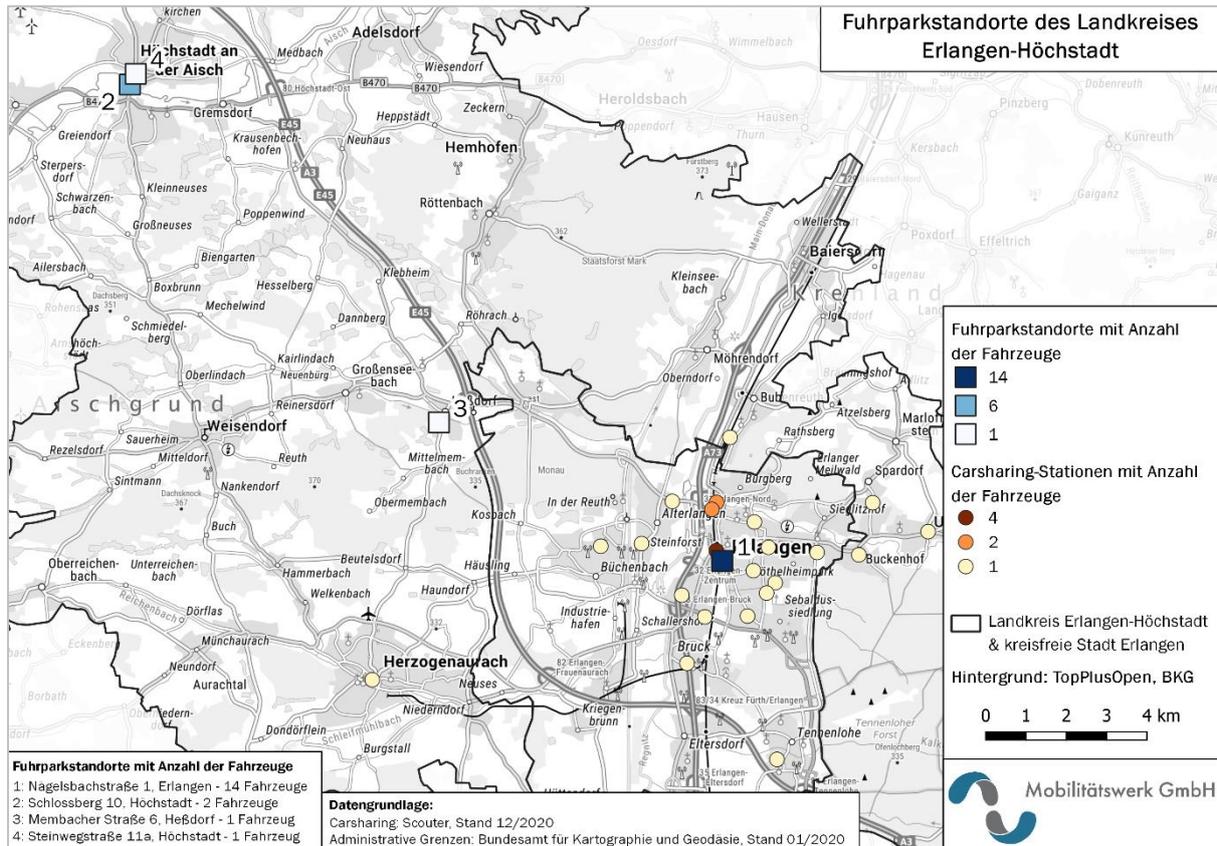


Abbildung 31: Fuhrparkstandorte des Landkreises Erlangen-Höchstadt

Die Tabelle 28 zeigt die Verteilung der Fahrzeuge auf die einzelnen Ämter. Fahrzeuge, die dem allgemeinen Fuhrpark zugeordnet sind, stellen den bereits bestehenden Fahrzeugpool dar. Hierzu gehören zehn Fahrzeuge am Standort *Nägelsbachstraße 1* und vier Fahrzeuge am Standort *Schloßberg 10*. Alle übrigen Fahrzeuge werden intern von den Ämtern genutzt. Im August 2020 kam ein weiterer E-Golf in den allgemeinen Fuhrpark in Höchststadt an der Aisch hinzu. Dieses Fahrzeug steht einen Tag pro Woche exklusiv dem Jobcenter zur Verfügung.¹²³

Tabelle 28: Verteilung der Fahrzeuge auf die Ämter

Standort	Heßdorf	Erlangen	
	<i>Membacher Straße 6</i>	<i>Nägelsbachstraße 1</i>	<i>Summe</i>
Allgemeiner Fuhrpark	-	10	10
Bauamt (62.1)	-	1	1
Jugendamt	-	2	2
Landrat	-	1	1
Tiefbauamt Heßdorf	1	-	1
Summe	1	14	15
Standort	Höchstadt an der Aisch		
	<i>Schloßberg 10</i>	<i>Steinwegstraße 11a</i>	<i>Summe</i>

¹²³ Fahrzeug wurde nicht in der Analyse betrachtet.

Allgemeiner Fuhrpark	4 (+1)	-	4
Bauamt (62.2)	1	-	1
Gartenbau	-	1	1
Umweltamt	1	-	1
Summe	1	1	7

Die Tabelle 29 zeigt die Antriebsart sowie die Art der Beschaffung der Fuhrparkfahrzeuge nach Fahrzeugklassen. Benzin ist dabei die häufigste Antriebsart (15 Fahrzeuge), gefolgt von Diesel (vier Fahrzeuge). Des Weiteren hat das Landratsamt bereits zwei PHEV und ein BEV im Einsatz. Die Klasse der Kleinwagen ist mit einer Anzahl von elf Fahrzeugen am stärksten im Fuhrpark des Landratsamtes vertreten. 15 der Fahrzeuge wurden gekauft und sieben per Leasing beschafft. Die Kauffahrzeuge sind im Durchschnitt sechs Jahre alt. Generell beträgt die Haltedauer zwischen zehn und zwölf Jahren. Bei den Leasingfahrzeugen beträgt die bisherige Laufzeit ein Jahr. Fahrzeuge, welche im September 2020 ersetzt wurden, verfügen hingegen über eine Laufzeit von zwei Jahren.

Tabelle 29: Antriebs- und Beschaffungsart der Flotte nach Fahrzeugklasse

Fahrzeug- klasse	Anzahl	Antriebsart				Beschaffung	
		Diesel	Benzin	PHEV	BEV	Kauf	Leasing
Kleinwagen	11	2	9	-	-	7	4
Kompaktwa- gen	7	1	4	1	1	5	2
Hochdach- kombi/ Van	3	1	2	-	-	3	-
Oberklasse	1	-	-	1	-	-	1
Summe	22	4	15	2	1	15	7

In der Fuhrparkanalyse wurden auch Privatfahrzeuge betrachtet, da diese ebenfalls für Dienstreisen genutzt werden. Die privaten Fahrzeuge stehen Dienstfahrzeugen gleich, wobei Dienstreisen nach Möglichkeit mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit Dienstfahrzeugen der Beschäftigten durchgeführt werden sollten. Zudem stehen vier CS-Fahrzeuge am DB Park+Rail Parkplatz Erlangen in einer Entfernung zum Standort von ca. 500 m zur Verfügung.

Im Fuhrpark des Landratsamtes wurden insgesamt 201 620 km mit Privatfahrzeugen und 247 771 km mit Dienstfahrzeugen absolviert. Dies entspricht 4 733 Fahrten und einer durchschnittlichen Fahrtstrecke von 43 km (Privatfahrzeuge) bzw. 4 180 Fahrten und einer durchschnittlichen Strecke von 59 km (Dienstfahrzeuge). Pro Dienstfahrzeug entspricht dies im Durchschnitt 190 Fahrten bzw. einer durchschnittlichen Fahrtstrecke von 11 262 km pro Jahr. Im Vergleich zu anderen Kommunen mit ähnlichen Voraussetzungen, die im Durchschnitt eine Jahreslaufleistung von etwa 10 000 km absolvieren, weist der Fuhrpark des Landratsamtes eine leicht überdurchschnittliche Jahreslaufleistung auf. Die Fahrzeuge des Fuhrparks werden überwiegend für den Personentransport eingesetzt. Der VW Sharan aus dem allgemeinen Fuhrpark in Erlangen wird zusätzlich für kleinere Transporte von Möbeln oder anderen Gegenständen genutzt.

Nachfolgend wird eine Detailbetrachtung der mit Privatfahrzeugen zurückgelegten dienstlichen Kilometer pro Jahr vorgenommen.¹²⁴ Die Fahrten wurden hierbei mit der Anzahl der Tage der Nutzung gleichgesetzt. Bei näherer Betrachtung der Jahreslaufleistungen werden große Unterschiede deutlich (vgl. Tabelle 30). Von den dienstlichen Kilometern, die mit Privatfahrzeugen absolviert wurden, entfallen 83 % auf Erlangen und 17 % auf Höchstadt an der Aisch. Hieraus ergeben sich Unsicherheiten hinsichtlich der Daten bzw. der Nutzung. So ist unklar, wie hoch der Anteil der Fortbildungsreisen allgemein ist, da die Beschäftigten hier generell mit dem Zug oder dem Privatfahrzeug anreisen müssen, und wie sich die Wahlfreiheit der Beschäftigten diesbezüglich gestaltet. Zudem stellt sich die Frage, ob ggf. fehlende Alternativen zur vermehrten Nutzung von Privatfahrzeugen führen oder ob die Nutzung des allgemeinen Fuhrparks derzeit nicht attraktiv genug ist.

Tabelle 30: Anzahl der Fahrzeuge und durchschnittliche Jahreslaufleistung je Einheit und Fahrzeugklasse

Abteilung	Jahreskilometer	Fahrten pro Jahr	Ø km pro Fahrt
Z	301	10	30
1	2 588	56	46
2	72 718	1 744	42
3	4 058	70	58
4	17 538	329	53
5	10 364	237	44
6	1 313	37	35
7	52 940	1 452	36
8	39 152	782	50
Personalrat	536	10	54
Jobcenter	212	6	35
Summe	201 620	4 733	Ø 43

Die höchsten mit Privatfahrzeugen zurückgelegten dienstlichen Kilometerstände pro Jahr weisen die Abteilungen 2, 4, 7 und 8 auf. In Abteilung 2 in Erlangen stammen diese zu 99 % aus dem *Amt für Kinder, Jugend und Familie*. Dieses besitzt zwei hoch ausgelastete Dienstfahrzeuge mit durchschnittlich 21 000 bzw. 13.000 km jährlicher Laufleistung (über 200 Fahrten). Diese Fahrzeuge können keine zusätzlichen Kilometer mehr aufnehmen, weshalb der allgemeine Fuhrpark mit genutzt werden sollte. In Abteilung 3 in Höchstadt an der Aisch sind 78 % der dienstlichen Kilometer mit Privatfahrzeugen auf das *Umweltamt* zurückzuführen. Dieses hat ein ausgelastetes Fahrzeug mit durchschnittlich 8 500 km bzw. 160 Fahrten pro Jahr. Das Fahrzeug kann zusätzliche Fahrten aufnehmen. Gleichzeitig kann auch hier der allgemeine Fuhrpark der Stadt stärker mit genutzt werden. Die Sachgebiete der Abteilung 7 in Erlangen besitzen keine eigenen Dienstfahrzeuge und müssen somit auf den allgemeinen Fuhrpark zurückgreifen. Daher ergibt sich die Frage, zu welchem Anteil diese den allgemeinen Fuhrpark mit nutzen. Anscheinend werden nicht genügend Fahrten auf den allgemeinen Fuhrpark verlagert. Dort sind Einsparungen jedoch potentiell möglich. Zuletzt sind auch in der Abteilung 8 in Höchstadt an der Aisch und in Erlangen hohe Jahreskilometerzahlen zu beobachten. Diese stammen in Höchstadt an der Aisch zu 44 % und in Erlangen zu

¹²⁴ Hochrechnung. Datengrundlage Erlangen: Daten aus dem zweiten Halbjahr 2018, Datengrundlage Höchstadt an der Aisch: Daten aus dem gesamten Jahr 2019

56 % vom Verbraucherschutz. Auch diese Sachgebiete verfügen über keine eigenen Dienstfahrzeuge, weshalb der allgemeine Fuhrpark verstärkt genutzt werden sollte.

Die Abbildung 32 stellt die Häufigkeit der gefahrenen Strecken (Hin- und Rückweg) der Dienstfahrzeuge im Fuhrpark an allen betrachteten Standorten dar. Angenommen wird eine durchschnittliche Realreichweite von 200 km. 96 % der Fahrten sind kleiner gleich 200 km und liegen damit im Bereich marktüblicher Realreichweiten von Elektrofahrzeugen. Lediglich 4 % der Fahrten liegen über dieser Reichweite. Im Mittel absolviert ein Dienstfahrzeug eine Strecke von 59 km pro Fahrt. Dies bedeutet, dass die Fahrzeuge bei Elektrifizierung nicht jeden Tag aufgeladen werden müssten. Da bei der Einflottung von Elektrofahrzeugen häufig Vorbehalte gegenüber der tatsächlichen Reichweite bestehen, ist es dennoch zu empfehlen, die Fahrzeuge immer bei Ankunft zu laden. Mit 57,1 % wird eine Strecke zwischen 50 und 100 km (Hin- und Rückfahrt) am häufigsten gefahren.

Ca. 19 % der Fahrten betreffen Strecken kleiner gleich 15 km. Besonders diese Kurzstrecken eignen sich, je nach deren Zweck, gut zur Verlagerung auf den Umweltverbund. Hierfür bietet sich besonders der Einsatz von Fahrrädern bzw. Pedelecs an, um Kurzstrecken zu bewältigen. Zudem muss keine Zeit für die Suche eines Parkplatzes aufgewendet werden, sodass das Ziel im Stadtverkehr auch schneller erreicht werden kann.¹²⁵ Fahrräder bzw. Pedelecs sollten stärker in den Fokus der Mobilität des Landkreises Erlangen-Höchstadt gerückt werden, da hier große Potentiale zur Verlagerung bestehen. Um eine hohe Akzeptanz zu erreichen, muss ein einfacher Zugang ermöglicht werden. Die Fahrräder bzw. Pedelecs sollten in unmittelbarer Nähe der Zugänge zu den Ämtern platziert werden. Des Weiteren sollte ein schneller Buchungs- und Ausleihvorgang möglich sein.

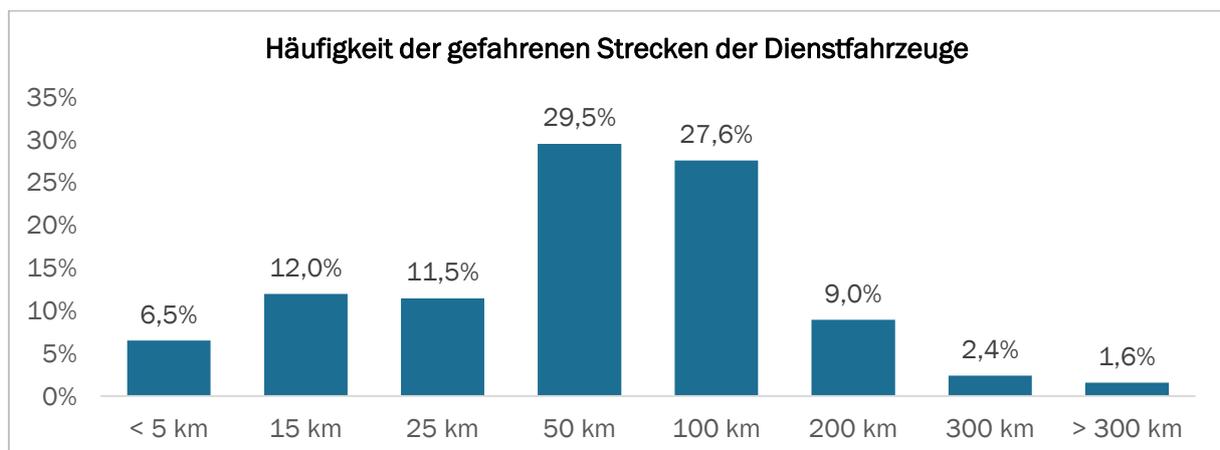


Abbildung 32: Häufigkeit der gefahrenen Strecken der Dienstfahrzeuge

8.3 Effizienz des Fuhrparks und Einsatzmöglichkeiten alternativer Antriebsarten

Den größten Effekt, um den CO₂-Verbrauch der Flotte zu reduzieren, bieten rein elektrische Fahrzeuge, welche mit Ökostrom bzw. aus erneuerbaren Energiequellen betrieben werden. Dazu gehören auch Wasserstofffahrzeuge. Deren Markthochlauf verläuft jedoch vergleichsweise deutlich verzögert. Neben Herausforderungen hinsichtlich der Energieeffizienz, einer ausreichenden Tankstelleninfrastruktur und weiterer Punkte werden aktuell kaum Serienfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb produziert. Daher kann eine Minderung der Emissionen mittelfristig nur in größerem Umfang mit der Ersetzung mit BEV und passend eingesetzten PHEV erreicht werden. Erdgasfahrzeuge

¹²⁵ Vgl. UBA 2014

können ebenfalls zur Reduzierung der Emissionen beitragen, jedoch ist der Einfluss nur geringfügig, da die Fahrzeuge durchschnittlich mehr als 95 g CO₂ pro km emittieren. Im Vergleich zu Verbrennern schneiden diese Fahrzeuge besser ab und stellen eine gute Alternative dar, sollten keine geeigneten elektrischen Fahrzeuge am Markt zur Verfügung stehen.

Aufgrund der begrenzten Reichweite und spezifischer Nutzungsanforderungen (z. B. Anhängerkupplung, Zuladung) ist nicht jedes Fahrzeug für eine Ersetzung mit vollelektrischem Antrieb geeignet. Auch PHEV mit einem durchschnittlichen CO₂-Verbrauch von 50 g pro km im Flottenmix bieten gegenüber rein konventionellen Antrieben, die durchschnittlich deutlich über 95 g CO₂ pro km, im Idealfall 84 g CO₂ pro km emittieren, gute Einsparungen. Prinzipiell kann jedes Fahrzeug durch einen PHEV ersetzt werden. Um die NEFZ-Verbräuche (Neuer Europäischer Fahrzyklus) von durchschnittlich 50 g CO₂ pro km rechnerisch zu erreichen, müssen ca. 60 bis 70 % der Fahrten eines PHEV rein elektrisch sein. Dafür bedarf es auch eines passenden Fahrprofils, um die CO₂-Reduzierung der Flotte zu erzielen.

8.3.1 Effizienz durch Pooling

Zur Bestimmung des Effizienzpotentials wurden auf Basis der nutzungsspezifischen Angaben und der Fahrzeugklassen Fahrzeugpools definiert. Es wurden nur Fahrzeuge mit gleichem Nutzungszweck gepoolt. Innerhalb dieser Pools werden die Fahrten ohne zeitliche Verschiebung auf die Fahrzeuge umverteilt, sodass die mindestens benötigte Fahrzeuganzahl im Auslastungsspeak ermittelt werden kann. Des Weiteren wird aufgezeigt, wie viele Fahrten ein Fahrzeug im Auslastungsspeak theoretisch absolvieren würde, wenn eine Vollauslastung der Fahrzeuge erreicht wird. Die allgemeinen Fuhrparks in Erlangen und Höchstadt an der Aisch wurden, wie in der Praxis bereits umgesetzt, als Fahrzeugpools betrachtet. Außerdem wurden die Fahrzeuge des Jugendamtes am Standort *Nägelsbachstraße 1* als Poolfahrzeuge berücksichtigt. Hierbei wurde geprüft, ob beide Fahrzeuge nötig sind. In Tabelle 37 werden die gebildeten Pools dargestellt.

Tabelle 31: Übersicht der gebildeten Pools

Standort	Anzahl Fahrzeuge
Allgemeiner Fuhrpark Erlangen	10
Allgemeiner Fuhrpark Höchstadt an der Aisch	4
Bauamt (62.1)	1
Bauamt (62.2)	1
Gartenbau	1
Jugendamt	3
Landrat	2
Tiefbau	2
Umweltamt	2
Summe	22

Das Ergebnis der Effizienzanalyse ist in der Abbildung 33 dargestellt. In beiden Fuhrparks sind Fahrzeugeinsparungen möglich. In Erlangen können bis zu vier Fahrzeuge eingespart werden. Hierfür ist eine Verlagerung von 61 Fahrten im Jahr notwendig. In Höchstadt an der Aisch kann durch Verlagerung von 32 Fahrten im Jahr ein Fahrzeug reduziert werden.

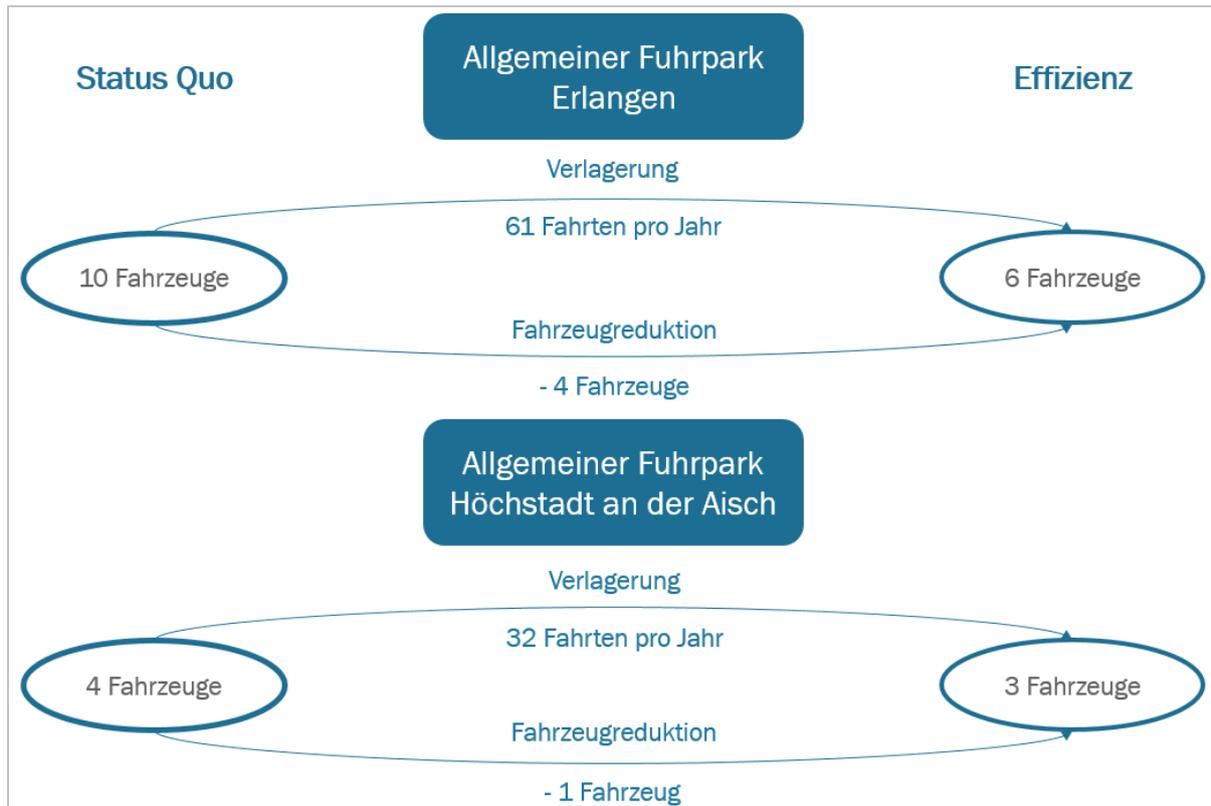


Abbildung 33: Ergebnis der Effizienzanalyse

Eine Übersicht an zu verlagernden Fahrten ist in Abbildung 34 dargestellt. Es wird deutlich, dass bis zu 30 Fahrten in einem Bereich unter 15 km liegen, welche problemlos mit dem Fahrrad bzw. dem Pedelec zurückgelegt werden können. Mithilfe von CS können elf Fahrten zwischen 16 und 25 km, 21 Fahrten zwischen 26 und 50 km sowie 25 Fahrten zwischen 51 und 100 km verlagert werden. Jedoch ist anzumerken, dass in Höchstadt an der Aisch bisher kein CS verfügbar ist. Über den ÖPNV können fünf Fahrten zwischen 101 und 200 km sowie eine Fahrt zwischen 201 und 400 km verlagert werden. Die beiden Fahrzeuge des Jugendamtes haben keine Einsparungen ergeben.

	Nutzungsdauer																
	0	00:00	00:15	00:30	00:45	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	24:00	Σ Fahrten		
≤15	0	1	8	12	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	30	Pedelec / ÖPNV	
16 - 25 km	0	0	0	1	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	11		Carsharing
26 - 50 km	0	0	0	0	1	4	7	3	4	1	1	0	0	0	21		
51 - 100 km	0	0	0	0	0	5	5	3	4	5	2	0	0	1	25	ÖV	
101 - 200 km	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	5			
201 - 400 km	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1			
Σ Fahrten	0	1	8	13	5	20	14	9	9	7	5	1	1	93			

Abbildung 34: Übersicht der zu verlagernden Fahrten

8.3.2 Elektrifizierungspotentiale aus der Erhebung der Fahrprofile

Die Fahrprofile wurden softwaregestützt analysiert, sodass unter Annahme von Reichweitenrestriktion und Ladeleistung bestimmt werden kann, welche Fahrzeuge für eine Elektrifizierung geeignet sind. Während der Standzeiten werden Ladevorgänge simuliert und es wird geprüft, ob der Ladezustand für die Folgefahrt ausreichend ist. Um eine Einführung ohne Eingriff in die bisherigen Abläufe vorzunehmen, wird von der sehr konservativen Annahme ausgegangen, dass nur am festen Standort des Fahrzeuges Ladevorgänge erfolgen. Zwischenladungen auf gefahrenen Strecken an

öffentlicher LIS oder am Zwischenziel wurden nicht simuliert. Werden diese berücksichtigt, sind deutlich höhere Elektrifizierungspotentiale möglich. Aufgrund der langen Standzeiten über Nacht sind Ladeleistungen von 3,7 kW ausreichend. Eine Erhöhung der Ladeleistung führt zu keiner Erhöhung der Elektrifizierungsquote.

Die angenommenen Reichweiten für die Fahrzeuge sind in der Tabelle 32 dargestellt. Für Pkw wird eine Mindestreichweite von 200 km im Realbetrieb empfohlen. Dabei ist auch berücksichtigt, dass die Akkus Leistungsverluste über die Lebensdauer aufweisen und die Reichweiten vom Fahrverhalten des einzelnen Nutzers sowie der Jahreszeit abhängig sind. Für die Realreichweiten der Pkw mit 300 und 400 km existieren zwar bereits Fahrzeuge am Markt, allerdings noch nicht in der gewünschten Angebotsbreite. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese mittelfristig deutlich verbessern wird.

Tabelle 32: Reichweitzenszenarien

Fahrzeugklasse	Elektrische Reichweite in km		
Kleinstwagen	200	300	400
Kleinwagen			
Kompaktwagen			
Hochdachkombi			
	Empfehlung		

In Abbildung 35 ist das Elektrifizierungspotential dargestellt. Vom Status Quo ausgehend können acht Verbrenner voll elektrifiziert werden, wobei die zwei PHEV bestehen bleiben. So lassen sich 19 Verbrenner auf elf reduzieren, während insgesamt neun vollelektrische Fahrzeuge im Verwaltungsfuhrpark des Landkreises Erlangen-Höchstadt genutzt werden können. Wird durch Pooling das Effizienzpotential ausgeschöpft, lassen sich zwei vollelektrische Fahrzeuge und drei Verbrenner einsparen. Im Ergebnis besteht der Fuhrpark des Landkreises Erlangen-Höchstadt aus sieben vollelektrischen Fahrzeugen, zwei PHEV und acht Verbrennern. Aus der Erhebung der Fahrprofile werden somit signifikante Elektrifizierungspotentiale ersichtlich, da eine große Anzahl an Verbrennern vollelektrisch betrieben werden kann.

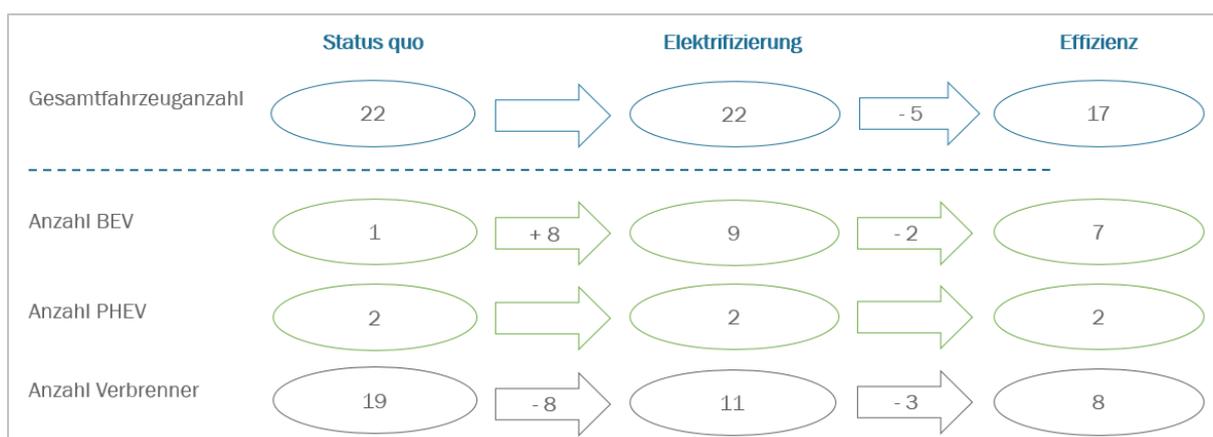


Abbildung 35: Elektrifizierungspotential

Die Elektrifizierung der Flotte ist bei den Pkw unproblematisch. Der Markt bietet schon heute Fahrzeugmodelle, die sich für die Fahrprofile des Fuhrparks des Landratsamtes eignen. Zudem basiert die Analyse auf der konservativen Annahme, dass nur an den Standorten der Fahrzeuge geladen wird und nicht an öffentlicher LIS oder an anderen Standorten. Es wird jedoch eine schrittweise

Elektrifizierung gemäß der regulären Ersetzung der Fahrzeuge empfohlen. So können Nutzer zunehmend Erfahrungen sammeln und Vertrauen in die neue Antriebstechnologie aufbauen. Zudem kann hier zukünftig von Verbesserungen der möglichen Reichweiten profitiert werden. Der Markt sollte kontinuierlich beobachtet und bei jeder Neubeschaffung geprüft werden, ob die benötigte Reichweite gegeben ist. Überdimensionierte Fahrzeugbatterien mindern die Ökobilanz. Daher sollte bei den Fahrzeugen einsatzbezogen ausgewählt werden. Eine Eignung für PHEV ist gegeben, da 59,5 % der Fahrten eine Strecke von bis zu 50 km aufweisen. Allerdings ist dies knapp bemessen. Daher ist keine direkte Potentialausgabe möglich, da der ökologische Effekt nur bei entsprechender Fahrweise mit hohem elektrischen Fahrtanteil erreicht werden kann. Dies hängt stark von der Nutzung der Fahrzeuge ab.

Es wird empfohlen, einen PHEV im allgemeinen Fuhrpark als Übergangslösung zu behalten und einen weiteren PHEV für das Landratsamt (Vorbildwirkung). PHEV sollten als Übergangslösung genutzt werden, bis ausreichende Reichweiten verfügbar sind. Es ist anzumerken, dass das höhere Gewicht sowie die zwei Antriebsstränge einen höheren Verbrauch mit sich bringen. Aktuell sind noch keine PHEV als Kleinwagen am Markt verfügbar. Nichtsdestotrotz signalisieren sie eine ökologische Vorbildwirkung.

8.3.3 Ökologische Wirkung

Die Abbildung 36 zeigt die ökologischen Effekte, die mit der Elektrifizierung verbunden sind. So ist eine CO₂-Reduktion von bis zu 12 t (30 %) und eine NO_x-Reduktion von bis zu 19,4 kg (58 %) möglich. So können Einsparungen erzielt werden, die weit über die Durchschnittsflottenverbräuche hinausgehen. Die Verwendung von Ökostrom erwirkt einen deutlichen Unterschied bei der CO₂-Reduktion im Vergleich zum Strommix. Hier können bis zu 18,1 t CO₂ (47 %) reduziert werden. Bei der Elektrifizierung der Flotte sollte daher für das Laden der Fahrzeuge zwingend Ökostrom verwendet werden, um eine positive Gesamtbilanz der Fahrzeuge zu erwirken.

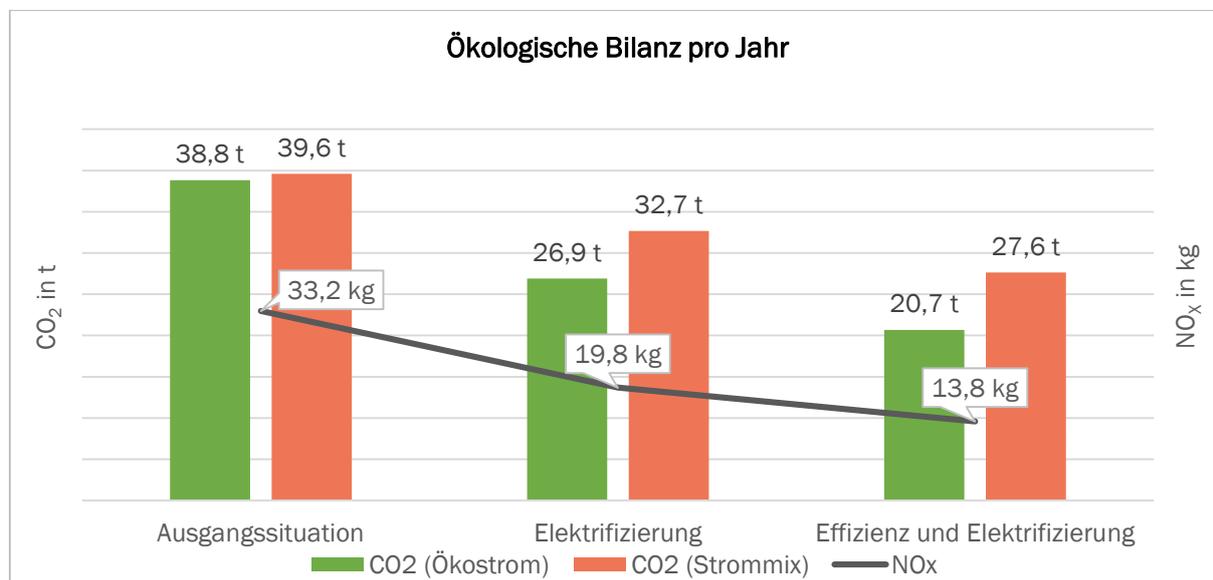


Abbildung 36: Ökologische Bilanz pro Jahr

8.3.4 Handlungsempfehlungen

Pooling

Die Potentiale sollten gemäß dem Ersetzungsplan umgesetzt werden. Ämter- bzw. personengebundene Fahrzeuge sollten hinsichtlich der Fahrzeugzuordnungen regelmäßig geprüft werden. Ggf.

kann eine Überführung in den Fahrzeugpool erfolgen. Zudem sollten Fahrzeuge für alle Beschäftigten an allen Standorten buchbar sein. Hier sollte ein webbasiertes Buchungstool zum Einsatz kommen, welches vorab u. a. die Streckenlänge abfragt. Die einzelnen Standorte des allgemeinen Fuhrparks sollten für eine bessere Zugänglichkeit mit Schlüsselkasten ausgestattet werden. Es wird empfohlen, für den Fahrzeugpool des Landratsamtes eine Ad-hoc-Buchungsmöglichkeit einzurichten. Darüber hinaus sollte eine Verlagerung der Nutzung von privaten Fahrzeugen in Richtung Fuhrpark erfolgen. Zu Spitzenlastzeiten ist zu empfehlen, CS-Angebote, insbesondere die vier bereits vorhandenen CS-Fahrzeuge am DB Park+Rail Parkplatz Erlangen, zu nutzen. Außerdem kann in Betracht gezogen werden, mit zwei CS-Fahrzeugen am Standort *Nägelsbachstraße 1* Ankernutzer zu werden, was höheren Komfort bietet. Diese Maßnahme ist jedoch nicht zwingend, da die bestehende Station fußläufig erreichbar ist. Im Rahmen dieser Überlegung sollten ein Rahmenvertrag mit einem CS-Anbieter sowie eine Ankernutzung am Standort des Landratsamtes geprüft werden. Um das Ziel der Mitarbeitersensibilisierung zu erreichen, bietet es sich an, die Dienstanweisung entsprechend zu ändern. Hier sollte festgelegt werden, dass die angestrebte Verkehrsmittelwahl der Beschäftigten mit abnehmender Priorität folgende Reihenfolge einnimmt: zu Fuß, mit dem Fahrrad, mit dem ÖPNV, mit Fuhrparkfahrzeugen, mit CS-Fahrzeugen, mit Privatfahrzeugen. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass keine Gleichstellung zwischen Privat- und Dienstfahrzeugen besteht.

Diensträder

Hinsichtlich der Einführung von Diensträdern ist zu empfehlen, zunächst einen Wartungsvertrag abzuschließen. Auch sollten unterschiedliche Rahmengrößen zur Verfügung stehen, um eine möglichst große Bandbreite von Körpergrößen abzudecken. Gleichzeitig ist ein einfacher Zugang in Standortnähe essenziell. Abstellanlagen sollten mit (Gitter-)Türen bereitgestellt sowie Schlüssel für das Fahrradschloss und den Abstellort im Schlüsselkasten gesichert werden. Es bietet sich an, eine Buchungsplattform zu integrieren. Insbesondere in den Sommermonaten sollte die Nutzung der Diensträder beworben werden. Die Tabelle 33 zeigt die empfohlene Auslegung von Diensträdern.

Tabelle 33: Empfohlene Auslegung von Diensträdern

Erlangen, Nägelsbachstraße 1	6 Poolfahrzeuge 4 Dienstfahrzeuge 4 Pedelecs
Höchstadt an der Aisch, Schloßberg 10	3 Poolfahrzeuge 2 Dienstfahrzeuge 2 Pedelecs

Elektrifizierung

Hinsichtlich der Elektrifizierung sollten zukünftige Fahrzeuge mit einer Laufzeit von zwei Jahren geleast werden. Bei der Beschaffung sollte die mögliche Anzahl von Elektrofahrzeugen ausgeschöpft werden. Um die Elektrifizierung des Fuhrparks voranzutreiben und das Potential auszuschöpfen, ist der Ausbau von LIS an den Standorten erforderlich. Hier besteht ein hoher Bedarf, weshalb LIS parallel zur Fahrzeugbeschaffung ausgebaut werden sollte. Eine 1:1-Verteilung sollte angestrebt und gepflasterte Parkplätze mit Ladesäulen mit jeweils zwei Ladepunkten berücksichtigt werden. Eine Ladeleistung von 5 kW ist derzeit ausreichend, jedoch werden 11 kW als langfristige sichere Lösung angesehen. Hier sollte ein Ladelastmanagement auf Basis einer Verteilung und möglichen Priorisierung bis 22 kW genutzt werden. Zum Ladelastmanagement wird zunächst eine statische Drosselung auf 5 kW empfohlen, was später durch dynamische Ansteuerungen aus der Fuhrparksoftware bedarfsgerecht angepasst werden kann. Bei vorhandenen Stellplätzen an den

einzelnen Liegenschaften kann die vorhandene Anschlussleistung vereinzelt nicht ausreichend sein. Die ggf. erforderliche Aufrüstung des Netzanschlusses und aufwendige Neuverkabelung müssen jeweils geprüft werden. Die Umsetzung ist in dem Fall mit sehr hohen Kosten verbunden. Diese müssen frühzeitig geplant und bekannt sein. Zudem sollte eine Identifikation des Fahrzeugs via Chipkarte an der Lademöglichkeit möglich sein. Darüber hinaus sollten das Arbeitgeber- und Gästeladen bei der Infrastrukturauslegung berücksichtigt werden. Die Abbildung 45 zeigt eine Übersicht der empfohlenen Umstellung des Fuhrparks auf alternative Antriebe.

Status Quo

Fahrzeugklasse	2020			2021			2022			2023			2024			2025			2026			2027			2028		
	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁	⚡	Ⓜ	☁
Kleinwagen			11	2		9	2		8	2		8	3		7	4		6	4		6	4		6	4		5
Kompaktwagen	1	1	5	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1
Hochdachkombi / Van			3			3			3			3			3	1		2	1		2	1		2	1		2
Oberklasse		1			1			1			1			1			1			1			1			1	
Gesamt	1	2	19	3	2	14	3	2	13	3	2	13	4	2	12	6	2	10	6	2	10	7	2	9	7	2	8
	22			19			18			18			18			18			18			18			17		

⚡ elektrisch
 Ⓜ Plug-in-Hybrid
 ☁ konventionell

Abbildung 37: Empfohlene Umstellung des Fuhrparks auf alternative Antriebe

8.3.5 Kostenbetrachtung

Leasing vs. Kauf

Es wird empfohlen, die Fuhrparkfahrzeuge auch zukünftig zu leasen. Dabei wird eine Leasinglaufzeit von zwei Jahren empfohlen, da so eine schnellere Erneuerung der Fahrzeuge gewährleistet werden kann, was bei dem sich schnell entwickelnden Markt von Vorteil ist. Aktuell werden die besten Konditionen für ein Jahresleasing von den Herstellern in den Markt gebracht. Ein so kurzer Zeitraum ist jedoch nicht zu empfehlen, da ein hoher administrativer Aufwand durch Beschaffung und Rückführung der Fahrzeuge besteht.

Die Vorteile des Leasings bestehen darin, dass ggf. auftretende Schwächen von neuen Fahrzeugmodellen nur für einen überschaubaren Zeitraum in Kauf genommen werden. Es entstehen auch keine Nachteile hinsichtlich Batteriealterung und Gewährleistung. Zudem können die vorhergesagten sinkenden Preise für Elektrofahrzeuge frühzeitig in Anspruch genommen werden und der Gebrauchtwagenmarkt für Elektrofahrzeuge wird angeschoben. Des Weiteren bleibt eine Technologieoffenheit der Antriebsart erhalten.

Im Vergleich zum Kauffahrzeug liegen die Leasingraten für Kommunen oft unter dem Faktor 0,75 des Verhältnisses zwischen Kaufpreis und Leasingrate. Wird ein solcher Faktor erreicht, entspricht dies einer Gesamtnutzungsdauer des Fahrzeugs von elf Jahren. Verbunden mit geringen Unterhaltskosten ist dies wirtschaftlich zu präferieren, wenn an den Fahrzeugen keine Umbaumaßnahmen vorgenommen werden und die Nutzung zu keinen relevanten Beschädigungen führt.

Kosten bei Potentialausschöpfung

Wird das gesamte Effizienz- und Elektrifizierungspotential ausgeschöpft, können fünf Fahrzeuge eingespart und somit die Fuhrparkkosten reduziert werden. Pro Jahr beläuft sich das Kosteneinsparpotential auf 10 479 €.



Den Kosteneinsparungen stehen jedoch auch Mehrkosten gegenüber, welche notwendig sind, um die Effizienzpotentiale umzusetzen. So werden für die Buchungssoftware 15 € je Fahrzeug bzw. insgesamt 3 060 € pro Jahr fällig. Für einen Schlüsselschrank muss mit einmaligen Kosten von 6 000 € sowie mit 600 € pro Jahr gerechnet werden. Für die Anschaffung von sechs Pedelecs (inklusive LIS und Abstellboxen) sind zudem Kosten von ca. 7 700 € zu berücksichtigen.

Für die Elektrifizierung der Flotte ist mit höheren Leasingraten zu rechnen, die meist 1,4 bis 1,6 Mal höher sind als bei konventionellen Fahrzeugen. Demgegenüber stehen geringere variable Kosten innerhalb des Lebenszyklus der Elektrofahrzeuge. Außerhalb von Förderprojekten ist ein Kostenvorteil im Vergleich zu Verbrennerfahrzeugen häufig nicht gegeben. Dies spiegelt sich in der Kostenstruktur in Abbildung 38 wieder. Zudem entfallen, wie schon erwähnt, weitere Zusatzkosten auf die Beschaffung der sechs Pedelecs. Für Pedelecs gilt eine Abschreibung von sechs Jahren, sodass die Vollkosten ohne Strom bei einem Pedelec durchschnittlich 1 284 € (in Summe 7 704 €) betragen. Im Ergebnis betragen die Kosten für die Flotte inklusive der Pedelecs 79 183 €.

Somit ist bei vollständiger Umsetzung der Potentiale mit jährlichen Mehrkosten in Höhe von 885 € zu rechnen (vgl. Abbildung 38). Dabei sind auch die Kosten für Strom und Kraftstoff enthalten. Diese Kosten sind bei Elektrofahrzeugen günstiger als bei Verbrennern. Aktuell können die Anschaffungskosten bzw. die Leasingraten der Elektrofahrzeuge durch die Nutzung von Fördermitteln reduziert werden. Daher sollten vor den jeweiligen Beschaffungen die Fördermöglichkeiten von Bund und Land geprüft werden. Es ist zu erwarten, dass die Mehrkosten der Anschaffung mit zunehmendem Markthochlauf sinken und sich ein Kostenvorteil der Elektrofahrzeuge gegenüber Verbrennern einstellen wird. Eine detaillierte Aufstellung der Kosten ist dem Anhang zu entnehmen.¹²⁶

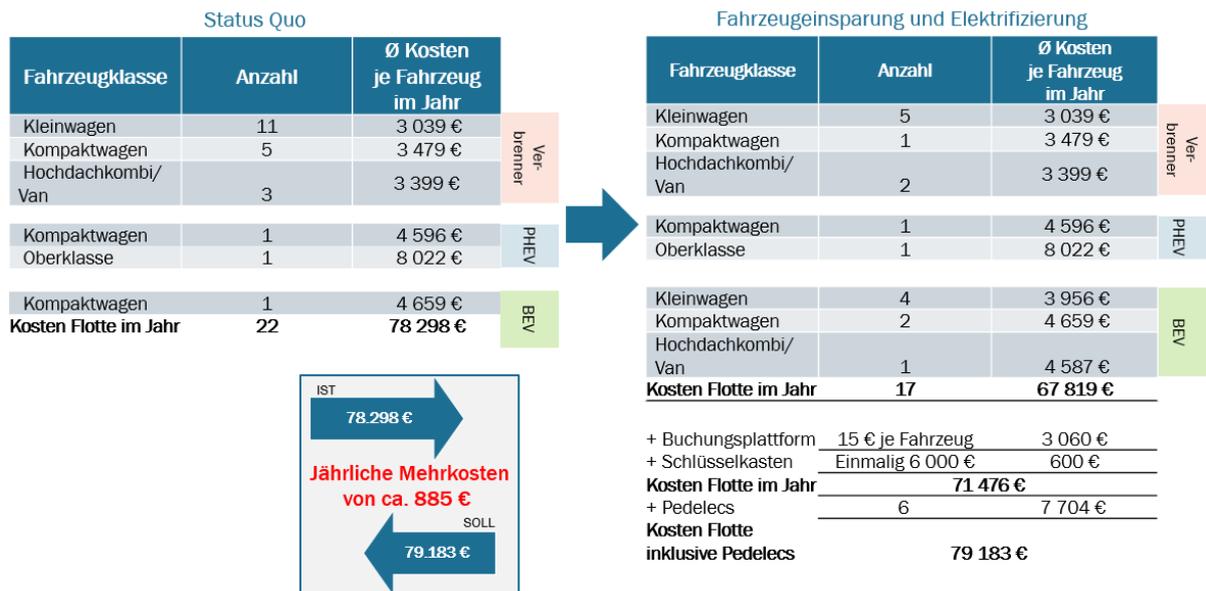


Abbildung 38: Kostenstruktur Elektrifizierung nach Einsparung durch Poolzusammenlegung (Leasing)

¹²⁶ Vgl. Anhang D und Anhang E

8.4 Mitarbeiterbefragung zum Mobilitätsverhalten

Unter den Beschäftigten des Landkreises Erlangen-Höchstadt wurde im Zeitraum vom 13.07.2020 bis zum 07.08.2020 eine Umfrage zur dienstlichen und privaten Mobilität durchgeführt. Es nahmen 147 von insgesamt etwa 710 Beschäftigten teil (20 %).¹²⁷

8.4.1 Analyse der Arbeitswege

Unter der Arbeitswege-Mobilität werden alle Wege zwischen dem Wohn- und dem Arbeitsort zusammengefasst. Die Wohnorte von 59 % der Befragten liegen außerhalb des Landkreises Erlangen-Höchstadt. Sehr arbeitsnah, in maximal 10 km Entfernung zur Arbeitsstelle, wohnen 26 % aller Befragten (vgl. Abbildung 39). Diese Distanz eignet sich besonders für den nichtmotorisierten Individualverkehr (NMIV). Bei Arbeitswegen bis zu 1,5 km handelt es sich um Strecken, die von den meisten Beschäftigten problemlos zu Fuß zurückgelegt werden können. 24 % der Befragten müssen eine Distanz zwischen 11 und 20 km zurücklegen, während 43 % zwischen 21 und 50 km absolvieren müssen. Lediglich 6 % der Pendler besitzen einen Arbeitsweg von mehr als 50 km Länge. Der verbleibende 1 % verteilt sich auf Befragte, die keine vollständigen Informationen zum Sachverhalt angegeben haben.

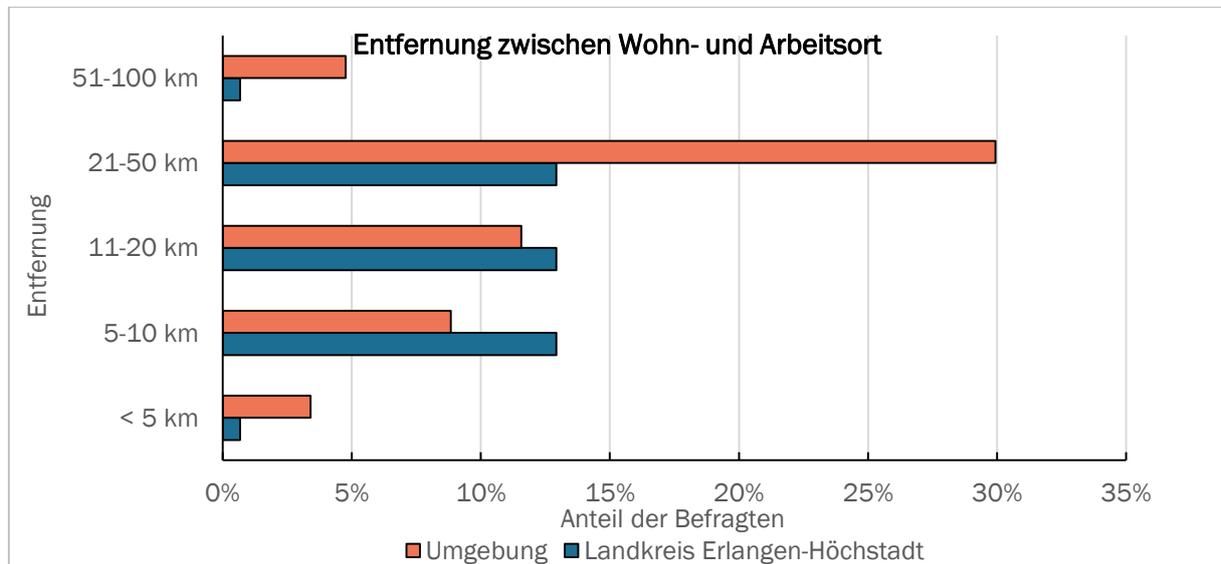


Abbildung 39: Entfernung zwischen Wohn- und Arbeitsort der Beschäftigten

Das Mobilitätsverhalten wird maßgeblich vom Führerscheinbesitz und der Pkw-Verfügbarkeit beeinflusst. Mehr als 95 % der Befragten besitzen einen Führerschein. 89 % von ihnen steht ein Pkw zur freien Verfügung. Nur 4 % dieser Pkw verfügen über einen alternativen Antrieb. Der hohe Führerscheinbesitz und die hohe Pkw-Verfügbarkeit stellen Rahmenbedingungen dar, die eine intensive Pkw-Nutzung auf dem Arbeitsweg begünstigen.

¹²⁷ Die Anzahl der Befragten ermöglicht keine Repräsentativität, da nicht sichergestellt ist, dass alle Merkmalsausprägungen, in denen sich die Beschäftigten unterscheiden, ausreichend vertreten sind. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die Umfrage eine grundlegende Aussagekraft und Belastbarkeit besitzt. Dies zeigt sich auch in einer Teilnahme fast aller Dienststellen. Lediglich das Sachgebiet 75 war in der Befragung nicht vertreten.



Im Rahmen der Befragung wurde erhoben, wie die Beschäftigten die Verkehrsanbindung am Dienststandort Erlangen beurteilen (vgl. Abbildung 40).

Fuß- und Radverkehr schneiden dabei etwas schlechter ab als der ÖP(N)V und der MIV. Auffällig ist der große Anteil an unzufriedenen Bewertungen im Bereich des Fußverkehrs. Bemängelt wurden die fehlenden Querungshilfen in der Nägelsbachstraße auf Höhe der BogenPassage bzw. die langen und schlecht abgestimmten Ampelschaltzeiten an der Kreuzung zur Güterbahnhofstraße. Alle weiteren Verbesserungsvorschläge können dem Anhang C entnommen werden.

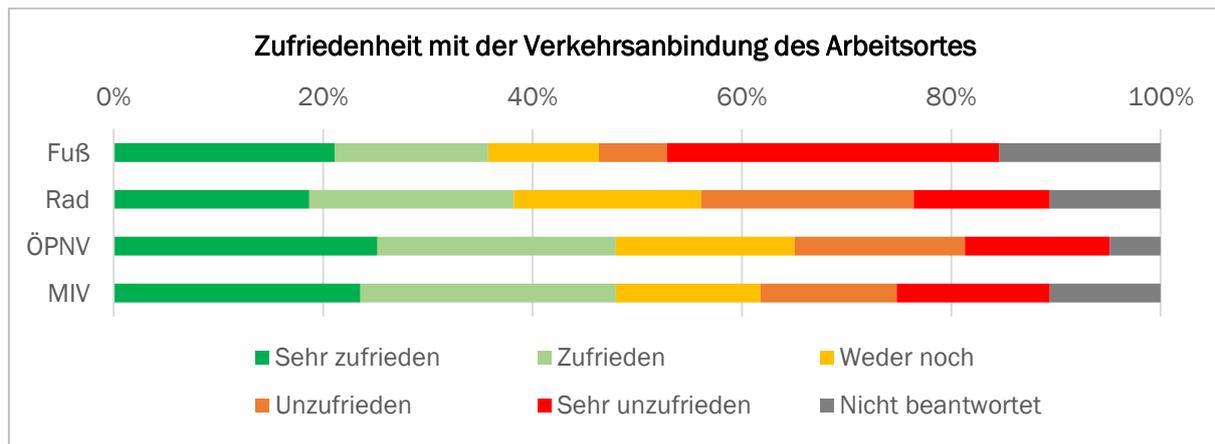


Abbildung 40: Bewertung der Verkehrsanbindung des Arbeitsortes

Wie in Abbildung 41 ersichtlich, macht der MIV-Arbeitsweg einen Anteil von 49 % aus. Den größten Teil des MIV stellen Pkw-Alleinfahrer mit 44 % aller Befragten dar. Weitere 5 % nutzen ebenfalls den Privat-Pkw, bilden dabei jedoch regelmäßig Fahrgemeinschaften. Der NMIV, bestehend aus Rad- und Fußverkehr, stellt mit 22 % bzw. 5 % einen wesentlichen Anteil der Arbeitswege dar. Mit knapp 23 % schlägt der Anteil der öffentlichen Verkehrsmittel zu Buche. Es gilt, die ÖPNV-Nutzung und den NMIV zu stärken, damit die Beschäftigten des Landkreises Erlangen-Höchstadt einer Vorbild- und Vorreiterrolle in puncto Mobilität gerecht werden (vgl. Kapitel 8.4.4.2).

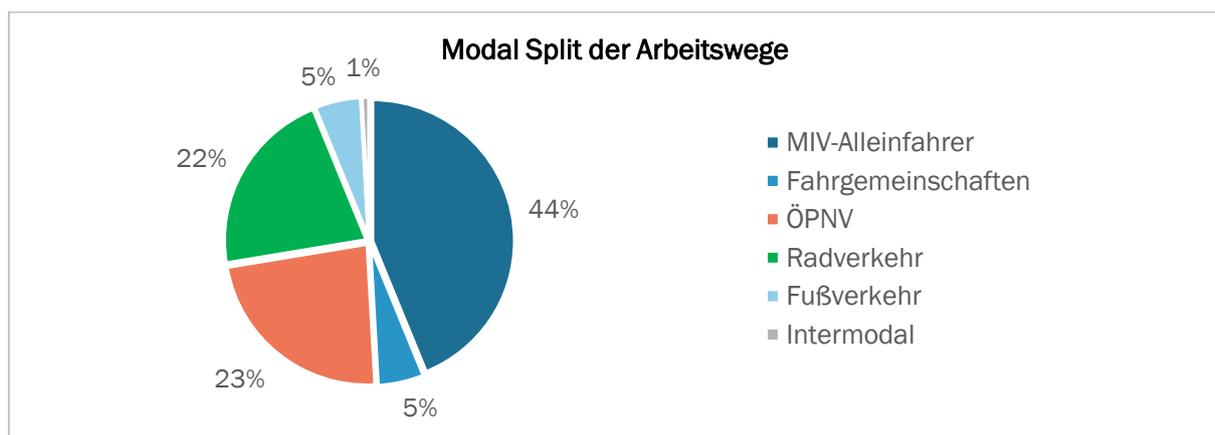


Abbildung 41: Modal Split der Arbeitswege

Für knapp 51 % der MIV-Nutzer liegen die Gründe für die Nutzung des Pkw in zusätzlichen privaten Erledigungen oder Transporten, die mit dem Arbeitsweg verbunden werden. So befördern z. B. knapp 6 % der Befragten Kinder auf ihrem Arbeitsweg. Besonders in ländlichen Regionen und bei längeren Strecken sind diese Wege ohne Pkw nur schwer zu bewerkstelligen. Andere Gründe, wie Komfort (37 %) oder Gewohnheit (7 %), lassen dagegen grundsätzlich eine Verlagerung zu.

Die Alternative ÖPNV scheidet für 33 % der Privat-Pkw-Nutzer aufgrund einer fehlenden oder umständlichen Anbindung aus. Der Ausbau des ÖPNV bzw. des Streckennetzes liegt außerhalb des Einflusses des Landkreises als reiner Arbeitgeber. Für diese Nutzer kann die Bildung von Fahrgemeinschaften helfen, Arbeitswege zu bündeln und damit aktiv zur Verkehrsverringerung beitragen.

Etwa 27 % der MIV-Nutzer benötigen den privaten Pkw für Dienstwege und somit auch für den Arbeitsweg. Eine intensivere Nutzung der Poolfahrzeuge bzw. des CS-Systems für dienstliche Zwecke bietet hierbei einen Hebel, um für den Arbeitsweg andere Verkehrsmittel zu nutzen.

8.4.2 Abschätzung des Verlagerungspotentials

Nachfolgend wird auf die Verlagerungspotentiale des MIV eingegangen. Grundlage für die Potentialabschätzung bilden die Angaben der Beschäftigten. Das Grundpotential ermittelt, welche Alternativen für die Beschäftigten, unabhängig von ihrem Interesse, bestehen.

Triftige Gründe für eine Pkw-Nutzung sind die Beförderungen von Kindern, private Erledigungen auf dem Arbeitsweg, körperliche und gesundheitliche Beeinträchtigungen sowie die Nutzung des Privat-Pkw für dienstliche Zwecke. Trifft einer dieser Verhinderungsgründe zu, entfallen die Alternativen Radverkehr und ÖPNV. Gleiches gilt, sollten Arbeitswege für den Radverkehr zu lang oder mit dem ÖPNV zu umständlich zu bewerkstelligen sein. Nach eigenen Angaben können 22 % der Befragten, die regelmäßig den Pkw für den Weg zur Arbeit nutzen, auch auf Alternativen des Umweltverbundes zurückgreifen.¹²⁸ Für weitere 45 % der MIV-Nutzer besteht die Möglichkeit, Fahrgemeinschaften zu bilden.

8.4.3 MIV-Reduzierung durch Verkehrsvermeidung -verlagerung

Zielstellung sollte es sein, das Mobilitätsverhalten der Beschäftigten dahingehend zu verändern, dass die Nutzung des Pkw reduziert wird. Nachfolgend werden die Wirkungen diverser Anreize zur MIV-Reduzierung vorgestellt. Das kommunale Mobilitätsmanagement orientiert sich dabei an den „3 Vs“ der nachhaltigen Mobilitätsausgestaltung: Verkehr vermeiden, auf nachhaltige Verkehrsmittel verlagern und den restlichen Verkehr verträglich gestalten.

8.4.3.1 Verkehrsvermeidung

Verkehrsvermeidung zielt darauf ab, den generellen Bedarf an Mobilität zu reduzieren. Einerseits ist es möglich, Verkehrsströme zu bündeln und damit den Besetzungsgrad pro Fahrzeug zu erhöhen, wie es z. B. bei Fahrgemeinschaften der Fall ist. Andererseits können Voraussetzungen geschaffen werden, dass Wege gar nicht erst nötig sind, wie z. B. im Fall von Home-Office oder digitalen Konferenzen.

Fahrgemeinschaften

Obwohl nur 7 % der Befragten bereits Fahrgemeinschaften nutzen, können es sich mehr als 33 % vorstellen. Die Motive der Interessierten sind insbesondere die Vermeidung des allgemeinen Verkehrsaufkommens (90 %), Umweltschutz (86 %), finanzielle Gründe (63 %), Hilfsbereitschaft gegenüber anderen Personen (39 %) und Geselligkeit (20 %).

Als Probleme werden die geringe zeitliche Flexibilität (82 %), der hohe Planungsaufwand (52 %) und die wegfallende Privatsphäre (33 %) gesehen. Eine Aktionswoche zum Testen von Fahrgemeinschaften kann helfen, Vorbehalte und Ängste abzubauen und praktische Erfahrungen zu initiieren.

¹²⁸ Davon fallen 4 % auf den Radverkehr und 18 % auf den ÖP(N)V.

Weiterhin wurde im Freitext erwähnt, dass keine Fahrgemeinschaften benötigt werden, da bereits auf Verkehrsmittel des Umweltverbundes zurückgegriffen wird.

Die Beschäftigten mit eigenem Pkw sollten möglichst beim Ankommen oder Abfahren direkt angesprochen werden. Außerdem sollten befristete Anreize, z. B. in Form von Wettbewerben, gesetzt werden. Hinsichtlich bisheriger Erfahrungen gaben 40 % der Befragten an, keine passenden Personen mit gleichem Arbeitsweg gefunden zu haben. Ein internes Mitfahrportal wird seitens des Arbeitgebers nicht angeboten, jedoch besteht die Möglichkeit, Mitfahrgelegenheiten über ein überregionales Portal zu koordinieren.¹²⁹ Die Beteiligung der Beschäftigten am Portal ist aktuell ausbaufähig und es besteht Bedarf in der stärkeren Vermarktung. Das Mitfahrportal sollte unbedingt in die Kommunikation eingebunden werden.

In Abbildung 42 sind die Bewertungen der Befragten zu den einzelnen Förderangeboten für Fahrgemeinschaften dargestellt. Finanzielle Anreize, welche von mehr als 60 % der Befragten befürwortet werden, oder eine bevorzugte Stellplatzvergabe, die knapp 50 % der Befragten als wichtigen empfinden, können wirksame Impulse setzen. Diese verändern jedoch nicht das Angebot und die Herausforderungen, die bei Fahrgemeinschaften grundsätzlich existieren. Die teilweise dienstliche Nutzung der Pkw und die Relevanz eines Stellplatzes für die Attraktivität des Arbeitgebers müssen bedacht werden.

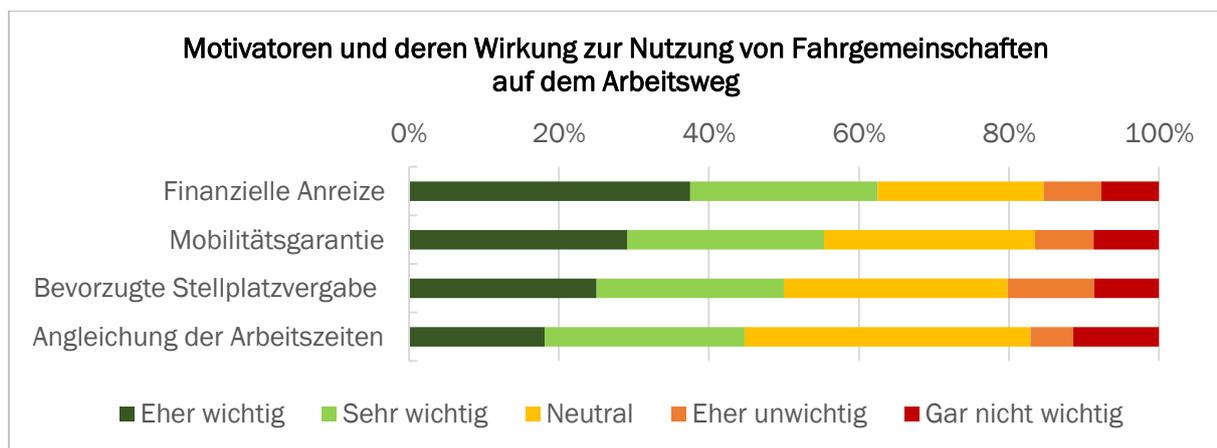


Abbildung 42: Bewertung der Angebote zur Förderung von Fahrgemeinschaften

Fahrgemeinschaften führen zu einer spürbaren und wirksamen Reduktion des Pkw-Aufkommens. Allerdings ist die Umsetzung aufgrund unterschiedlicher Wohn- und Arbeitsorte sowie Arbeitszeiten und möglicher Zusatzwege herausfordernd. Die Analyse der Wohnstandorte der Befragten, die Interesse an einer Fahrgemeinschaft haben, hat gezeigt, dass durchaus Potentiale zur Bündelung von Fahrgemeinschaften bestehen. Insbesondere die A73 und A3 sowie die B 4 bilden vielbefahrene Korridore. Ergänzend dazu verfügen diese Korridore über Pendlerparkplätze, auf denen die Beschäftigten ihre Fahrzeuge sicher abstellen und als Fahrgemeinschaft weiterfahren können.¹³⁰

Von den Befragten wurde angemerkt, dass es gelegentlich zu unvorhersehbaren Dienstfahrten kommen kann. Eine Mobilitätsgarantie in Form von Taxi-Gutscheinen sorgt für die nötige Sicherheit, sollte eine Fahrgemeinschaft kurzfristig ausfallen. In der Praxis treten Notfälle nur sehr selten auf und die Nutzer bewerten Fahrgemeinschaften als sehr zuverlässig. Eine wichtige Anregung für die Informationskampagne ist ebenfalls, dass Fahrgemeinschaften nicht zwingend jeden Tag genutzt

¹²⁹ Vgl. Mitfahrzentrale Landkreis Erlangen-Höchstadt o. J.

¹³⁰ A73: Pendlerparkplatz Ausfahrt 31 Erlangen-Nord, A3: Raststätte Aurach Süd, B 4: Park and Ride Parkplatz Am Wegfeld

werden müssen. Temporäre Fahrgemeinschaften, bspw. an bestimmten Wochentagen, sorgen für die notwendige Flexibilität und führen bereits zu relevanten Einsparungen. Angebote von Arbeitgebern können wirksame Impulse setzen. Es bedarf einer hohen Stringenz und permanenten Sensibilisierung, um Erfolge zu erzielen. Daher bleiben die Erfolge oft deutlich unter den Erwartungen.

Home-Office und Digitalisierungsmaßnahmen

Für Home-Office haben sich 63 % der Befragten ausgesprochen. Aktuell ist dies als Sondermaßnahme aufgrund der COVID-19-Pandemie vereinfacht und befristet bis zum 31.03.2021 möglich. Dies kann als Chance wahrgenommen werden, um bspw. über Befragungen der Beschäftigten deren Erfahrungen hinsichtlich der temporären Home-Office-Situation einzuholen. Wenn die Erfüllung der dienstlichen Tätigkeiten nicht an das Büro gebunden ist, sollten Regelungen diesbezüglich generell gelockert werden. Die teilweise hohe Zeit- und Kostenersparnis macht Home-Office für einige Beschäftigte besonders attraktiv. Gängige Modelle beinhalten festgelegte Präsenzzeiten, sodass Bürgerkontakt oder Absprachen mit Kollegen sichergestellt sind. Leistungsvereinbarungen mit den einzelnen Beschäftigten helfen dabei, das Vertrauen in die Produktivität zu wahren. Es sollte ein regelmäßiges Monitoring hinsichtlich der Arbeit im Home-Office erfolgen. Entsprechende Voraussetzungen für eine produktive Arbeitsplatzausstattung (Arbeitsraum, Laptop, Headset, Webcam, ausreichende Bildschirme, stabile Internetverbindung etc.) sollten bei den Beschäftigten geprüft werden. In den Diensträumen sollten gleiche Voraussetzungen geschaffen werden. Damit kann schließlich auch die Anzahl der Dienstreisen reduziert werden. Trotz wenig praktischer Erfahrung in diesem Zusammenhang sehen 41 % der Befragten solche Digitalisierungsmaßnahmen als zielführend an.

8.4.3.2 Verkehrsverlagerung des MIV auf alternative Verkehrsmittel

Verkehrsverlagerung sieht vor, dass nicht vermeidbare Fahrten auf nachhaltige Alternativen verlagert werden. Die Herausforderung hierbei ist, dass die Ausgestaltung der Infrastruktur und des Leistungsangebots nicht in der Hoheit des Landkreises in der Rolle als Arbeitgeber liegen. Es besteht aber die Möglichkeit, dies in Planungen einfließen zu lassen und auch die Gemeinden über die Rückmeldungen der Beschäftigten zu informieren. Auch, dass vermeintlich minimale Gründe zur Nicht-Nutzung von alternativen Verkehrsmitteln und zur Entscheidung für den Pkw führen, stellt eine Herausforderung dar. Hier liegt der Schlüssel neben den konkreten Verbesserungen in einer Veränderung der Einstellung der potentiellen Nutzer. Dies ist eine langfristige Aufgabe und bedarf umfassender Information und positiver Erfahrungen (vgl. Kapitel 8.4.4.2).

Verlagerung auf den Radverkehr

Aktuell werden 22 % aller Arbeitswege mit dem Fahrrad oder Pedelec zurückgelegt. In den Freitextantworten erkundigten sich mehr als 12 % aller Befragten nach einem Arbeitgeberangebot für ein Dienstrad-Leasing. Eine Dienstradüberlassung ist seit dem 25.10.2020 nun auch in Form einer Gehaltsumwandlung für Beschäftigte von Kommunen möglich und sollte den Beschäftigten als Option angeboten werden. Der Arbeitgeber schließt einen Vertrag zum Dienstradleasing ab und überlässt das Fahrrad den Beschäftigten zur dienstlichen und privaten Nutzung.¹³¹

¹³¹ Vgl. DDB Beamtenbund und Tarifunion 2020

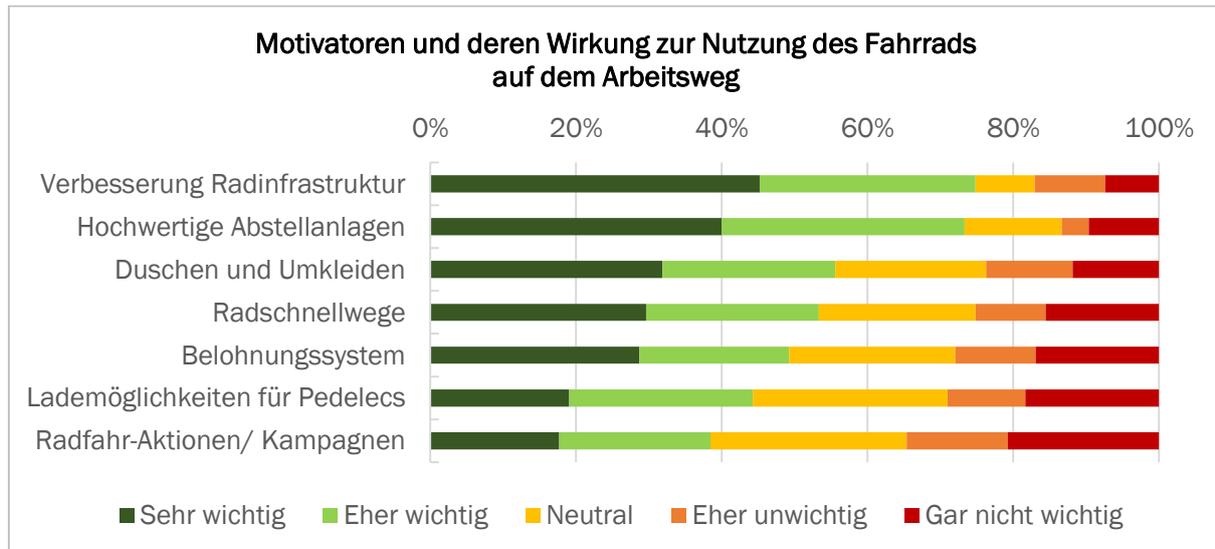


Abbildung 43: Bewertung der Angebote zur Förderung des Radverkehrs

Eine attraktive Radwegeinfrastruktur im Landkreises Erlangen-Höchstadt und in den umliegenden Kreisen und Kommunen stellt die Basis für die Nutzung des Fahrrads durch die Beschäftigten auf dem Arbeitsweg dar. Verbesserungen der Radwegeinfrastruktur werden, wie in Abbildung 43 dargestellt, mit der höchsten Priorität belegt. Die Hinweise der Beschäftigten zu Mängeln und konkrete Wünsche sollten in den generellen Planungsprozess aufgenommen werden. Dazu sollten diese auf einer allgemeinen Plattform für Mängel an der Radwegeinfrastruktur gesammelt werden. In dieser Befragung wurden zwölf Verbesserungsvorschläge zur Radverkehrsanbindung der Dienstorte genannt, teils mit sehr detaillierten Problembeschreibungen.

Es sollten bevorzugt die Maßnahmen umgesetzt werden, die in der Hoheit des Landkreises Erlangen-Höchstadt liegen, da diese schneller umgesetzt werden können. Über 70 % der Befragten erachten überdachte, ohne Umwege leicht erreichbare, beleuchtete und sichere Fahrradabstellplätze als wichtig. Eine passende Abstellanlage schützt vor Witterungseinflüssen, Vandalismus und Diebstahl und bekundet öffentlichkeitswirksam die Relevanz des Radverkehrs. Am Standort in Erlangen wird dies bereits umgesetzt, indem Fahrradabstellanlagen in der Tiefgarage bereitgestellt werden. Es ist darauf zu achten, dass diese barrierefrei sind sowie vermehrter Raumbedarf für Lastenräder oder Fahrradanhänger zur Verfügung steht. Ergänzend sorgt eine Servicestation mit Luftpumpen, Ersatzteilen und Werkzeug für ein attraktives Angebot. Je näher die Abstellanlagen am Zielort bzw. Eingang installiert werden, desto attraktiver sind sie.

Ein Laden der Pedelecs ist nicht zwingend notwendig, da die Reichweiten für die zu erwartenden Wege nicht benötigt werden. Da dies von den Befragten gewünscht ist, sollte das Laden am Arbeitsplatz oder an einem Teil der Abstellflächen möglich sein, falls der Akku fest eingebaut ist. Zudem steigert die Möglichkeit des kostenlosen Aufladens die Arbeitgeberattraktivität. Da aus Erfahrungen angenommen werden kann, dass die Nutzung der Lademöglichkeiten eher gering ausfällt, sollten größere Investitionen vorerst vermieden werden.

Für Duschen und Umkleiden sprechen sich 55 % der Befragten aus. Am Standort in Erlangen besteht dieses Angebot bereits. Es sollte geprüft werden, ob genügend Trocknungsmöglichkeiten für Kleidung bzw. Schuhe sowie Spinde und Schließfächer bereitgestellt werden.

Radfahr-Aktionen und Kampagnen werden als wenig wichtig eingeschätzt, können jedoch eine Anregung für die Beschäftigten sein, sich intensiver mit dem Thema Radfahren auseinanderzusetzen.



Verlagerung auf den ÖPNV

Mit 23 % besitzt der ÖPNV einen soliden, jedoch ausbaufähigen Anteil, um zur Reduktion des MIV beizutragen. Dafür bedarf es zusätzlicher Maßnahmen, von denen einige durch die Befragten bewertet wurden (vgl. Abbildung 44). Um die Relevanz realisierbarer Maßnahmen besser vergleichen und bewerten zu können, wurden zudem Verbesserungsmöglichkeiten abgefragt, die nicht durch den Landkreis als Arbeitgeber beeinflusst werden können. Auf Faktoren, wie Taktung, Pünktlichkeit, Verlässlichkeit, Anschlüsse oder Sauberkeit der Fahrzeuge, welche die Bewertung des ÖPNV aus Sicht der Beschäftigten beeinflussen, hat der Landkreis in seiner Rolle als Arbeitgeber keinen direkten Einfluss. Dazu zählen ebenfalls die Konditionen des Jobtickets bzw. des FirmenAbos des Verkehrsverbunds Großraum Nürnberg. Diese Themen obliegen dem Verkehrsverbund. Über einen engen Austausch mit den Verkehrsunternehmen können jedoch Impulse gesetzt werden. Analog zum Radverkehr empfiehlt sich eine Meldeplattform, in der Anregungen und Verbesserungen gesammelt und den Verkehrsunternehmen zur Verfügung gestellt werden können.

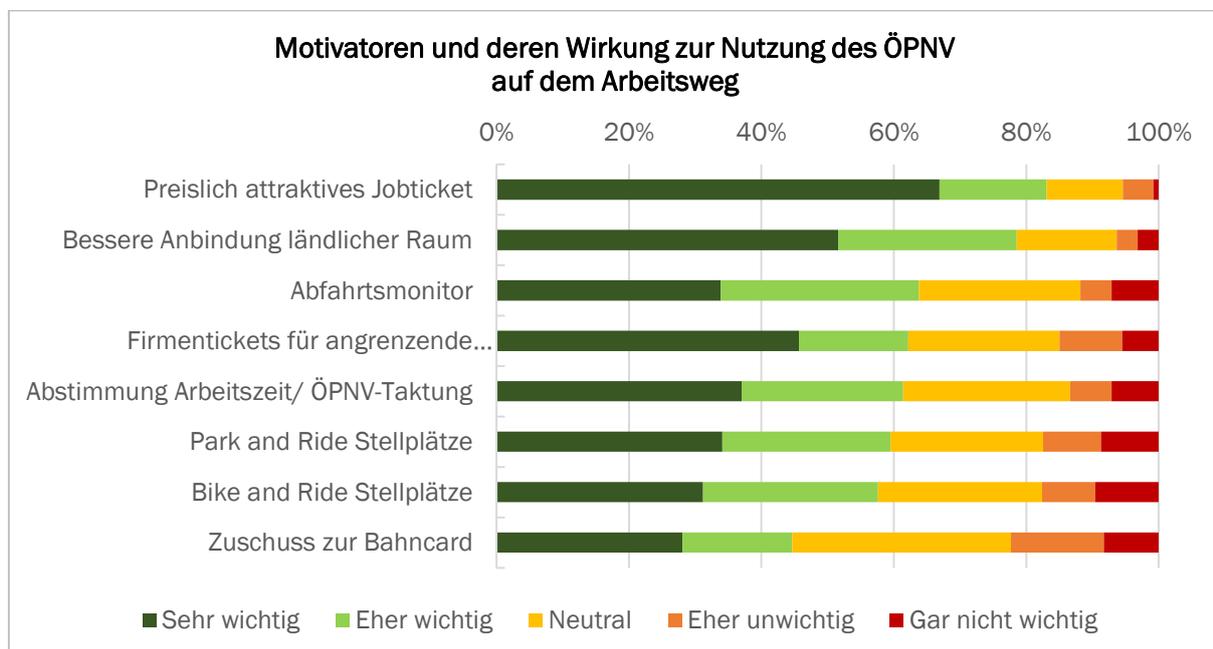


Abbildung 44: Bewertung der Angebote zur Förderung des ÖPNV

Ein preislich attraktives Jobticket, welches mehr als 80 % der Befragten befürworten, wird bereits vom Arbeitgeber gefördert. Der Landkreis stellt ein Budget bereit, das auf die Interessierten umgelegt wird, sodass aktuell eine Zuzahlung von ca. 15 € pro Person und Monat gestattet werden kann. Um mehr Beschäftigte zum Umsteigen zu bewegen, sollte eine Erhöhung des Zuschusses in Erwägung gezogen werden, da der Fahrkartenpreis einen relevanten Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl besitzt.¹³²

Über 70 % der außerhalb wohnenden Befragten erachten eine Verbesserung der ländlichen Anbindung als wichtig. Da ein flächendeckender Ausbau des ÖPNV in allen betroffenen Gemeinden kaum wirtschaftlich zu bewerkstelligen ist, sind ergänzende Maßnahmen zwingend notwendig. Flexible Bedienformen (Shuttle-Services) oder die Kombination aus Rad und ÖPNV (Bike and Ride) stellen Alternativen dar, um ländliche Gebiete flächendeckend zu erschließen.

¹³² Vgl. ADAC 2017



Die Einrichtung von Abfahrtsmonitoren mit Echtzeit-Informationen in Eingangs- und Aufenthaltsbereichen finden über 60 % der Beschäftigten wichtig. Diese Monitore informieren über die nächsten ankommenden bzw. abfahrenden Bus- und Bahnverbindungen oder zeigen günstige Verbindungen zu den häufigsten Wohnorten auf. Abfahrtsmonitore stellen ein günstiges und gut sichtbares Instrument dar. Ergänzende Informationen zu Park and Ride und sonstigen Mobilitätsangeboten können ebenfalls dargestellt werden.

8.4.3.3 Elektromobilität als Alternative zu konventionellen Antriebstechnologien

Die Fahrten, die weder vermieden noch verlagert werden können, sollte durch die Optimierung des Fahrzeugantriebs in Form von Elektromobilität umweltverträglicher gestaltet werden. Etwa 45 % der Befragten haben sich mit dem Thema bereits auseinandergesetzt. Dabei werden insbesondere die Umweltfreundlichkeit (65 %) und der Innovationscharakter (35 %) von Elektrofahrzeugen hervorgehoben. Es bestehen jedoch Bedenken bezüglich zu geringer Reichweiten (59 %), unzureichender LIS (48 %) und einer impraktikablen Dauer der Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen (46 %).

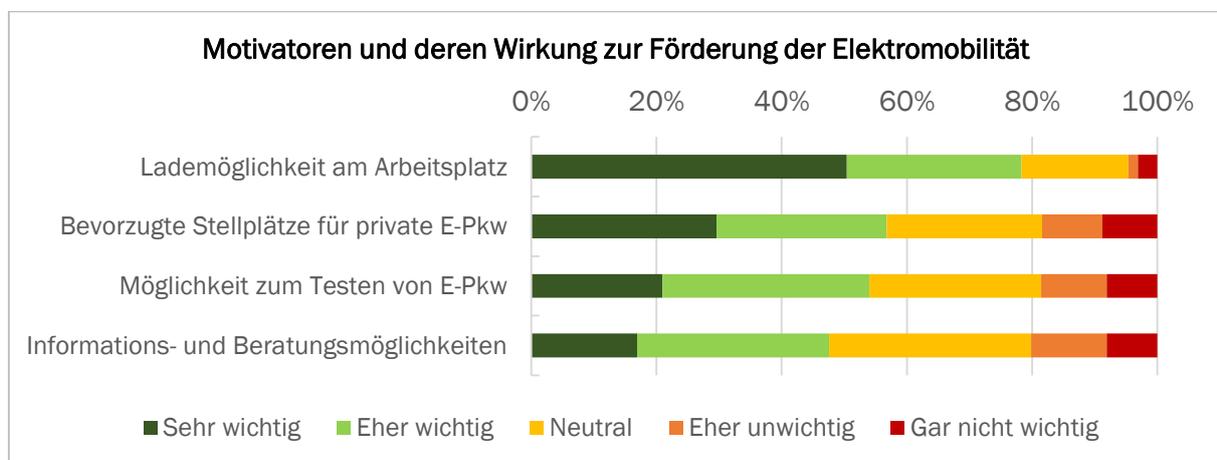


Abbildung 45: Bewertung der Angebote zur Förderung der Elektromobilität

Durch Informationsveranstaltungen oder Probefahrten kann Vertrauen in die Technologie geschaffen werden, auch wenn nur 45 % der Befragten diese Angebote als wichtig empfinden (vgl. Abbildung 45). Deutlich stärkere Impulse sehen die Befragten in Lademöglichkeiten für private Elektrofahrzeuge und in einer bevorzugten Stellplatzvergabe (vgl. Kapitel 8.4.4.1). Eine kostenlose Lademöglichkeit am Arbeitsort, die aktuell noch nicht besteht, würde das persönliche Interesse an Elektromobilität von 47 % der Befragten erhöhen. Dienstliche Fahrzeuge sollten als Impuls genutzt werden. Anschließend sollte eine regelmäßige Informationsvermittlung stattfinden.

8.4.4 Weitere Anreize zur Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens

Im Folgenden werden abschließend flankierende Maßnahmen erläutert, die nicht explizit einem Verkehrsmittel zugeordnet werden können.

8.4.4.1 Stellplatzmanagement und Parkraumbewirtschaftung

Günstige und gut erreichbare Stellplätze stellen einen großen Anreiz dar, um mit dem MIV zur Arbeit zu kommen. Daher sollten die Stellplätze primär Mobilitätseingeschränkten und Personen, bei denen keine Alternative zum MIV existiert, bereitgestellt werden. Hierfür bedarf es einer neuen Vergaberichtlinie. Ein erfolgreiches Mobilitätsmanagement muss ausgewogen positive, fördernde Maßnahmen für den Umweltverbund und hemmende, restriktive Maßnahmen gegen den MIV vereinen. Monetäre Rahmenbedingungen müssen zugunsten des Umweltverbundes verschoben werden. Die Erfahrung zeigt, dass eine alleinige Förderung des Umweltverbundes weitaus weniger erfolgreich

ist, wenn nicht gleichzeitig restriktive Maßnahmen gegen den MIV eingeführt werden. Eine Orientierung zur Ausgestaltung der restriktiven Maßnahmen bietet der Handlungsleitfaden des Umweltbundesamtes zum Mobilitätsmanagement in der Bundesverwaltung.¹³³ Die aktuelle Bewirtschaftung des Landkreises Erlangen-Höchstadt zu moderaten Preisen (1 €/ Tag für einen Tiefgaragenstellplatz) entspricht der Empfehlung des Umweltbundesamtes. Der Handlungsleitfaden sieht weiterhin vor, die Stellplätze in Parkraumzonen je nach Länge des Arbeitsweges und ÖPNV-Erreichbarkeit einzuteilen. Anschließend sollen phasenweise die Stellplatzgebühren erhöht werden, beginnend in der Zone mit der besten ÖPNV-Erreichbarkeit. Gestaffelte Parkgebühren, bspw. nach Tarifentgeltgruppe, sorgen für eine sozialgerechte Kostenverteilung. Ein Punktesystem für Personen mit körperlichen Einschränkungen oder familiären Verpflichtungen berücksichtigt Härtefälle und sollte in der Bepreisung der Stellplätze berücksichtigt werden. Erwünschten und nachhaltigen Mobilitätsformen sollten eingangsnah und gut erreichbare Stellplätze zugewiesen werden. Es ist zu empfehlen, die Beschäftigten und den Personalrat in eine Überarbeitung der Vergaberichtlinie einzubinden, um Verständnis zu erzeugen und eine belastbare Lösung zu finden.

8.4.4.2 Informationstage und Schulungen zur Bewusstseinsbildung

Informationstage helfen den Beschäftigten dabei, ein Bewusstsein für nachhaltige Mobilität zu entwickeln und bauen gleichzeitig Hemmnisse gegenüber unbekanntem Verkehrsmitteln ab. Kernelemente von Mobilitätstagen sind Mitmachangebote, wie z. B. die Ausstellung und das Anbieten von Testfahrten von Pedelecs, Falträdern und Lastenrädern; das Testen von CS-Angeboten oder Elektrofahrzeugen inklusive Anleitung zur Nutzung; Fahrrad-Checks; Ausrüstungs- und Ergonomie-Beratung zum Thema Radfahren sowie ÖPNV-Beratung zu Verbindungen und Tarifen. Zusätzlich spielt die Schulung von Personalräten bezüglich der Einführung und Verankerung des Mobilitätsmanagements eine wichtige Rolle. Personalräte stehen dem Thema des Mobilitätsmanagements oftmals skeptisch gegenüber, da es stark erklärungsbedürftig ist, sie i. d. R. wenig freie Ressourcen für neue Themen zur Verfügung haben und manche Maßnahmen stark konfliktbelastet sind (bspw. Parkraumbewirtschaftung). Dennoch obliegt ihnen aufgrund der Nähe zu den Beschäftigten und deren Bedürfnissen sowie ihrer Glaubwürdigkeit und Überzeugungskraft die Möglichkeit, die Akzeptanz gegenüber den genannten Maßnahmen zu erhöhen. Begleitend dazu sollte eine zentral verantwortliche Person ernannt werden, die den Beschäftigten zum Thema Mobilität beratend zur Seite steht.

8.4.4.3 Mobilitätsbudget

Es wurde erhoben, inwieweit die Beschäftigten ein Budget zur Nutzung der Verkehrsmittel des Umweltverbundes annehmen. Dabei ist es den Beschäftigten beim sogenannten Mobilitätsbudget selbst überlassen, wie sie es einsetzen. Im Gegensatz zum Jobticket ist es bspw. möglich, dass ein Wochenticket erworben und bei Bedarf ein CS-Angebot genutzt wird. Es existieren bereits zahlreiche Anbieter, die digitale Mobilitätsbudgets per Smartphone-App zur Verfügung stellen.¹³⁴ Entsprechende Mobilitätsangebote müssen dann aber auch in den Städten und Gemeinden angeboten werden. Aktuell ist das Angebot an alternativer Mobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt überschaubar. Zwar existiert bereits die Option CS und auch ein Fahrradverleihsystem wird am Hauptbahnhof Erlangen angeboten, jedoch ist das Angebot für die Nutzung eines Mobilitätsbudgets unzureichend.^{135, 136} Die Befragung diente diesbezüglich lediglich dazu, mögliche Potentiale des Mobilitätsbudgets darzustellen. 41 % der Befragten bekunden Interesse an einem Mobilitätsbudget,

¹³³ Vgl. UBA 2020a

¹³⁴ Vgl. Digital Affin 2020

¹³⁵ Vgl. CarSharing Erlangen e. V. o. J.

¹³⁶ Vgl. Deutsche Bahn Connect GmbH o. J.

während ca. 21 % es als irrelevant empfinden. Im Rahmen eines Pilotprojektes mit besonders interessierten Beschäftigten könnten erste Erfahrungen erprobt werden.¹³⁷

8.4.5 Potentielle Effekte der Maßnahmen auf die MIV-Reduzierung

Genauere Aussagen zu den Verlagerungspotentialen sind nur schwer möglich, da die Verkehrsmittelwahl durch zahlreiche Komponenten beeinflusst wird. Um die möglichen Verlagerungspotentiale dennoch einzuschätzen, wurde auf folgende Angaben der Beschäftigten zurückgegriffen:

- Verkehrsmittelwahl
- Länge des Arbeitsweges
- Gründe der Pkw-Nutzung
- Interesse gegenüber alternativen Verkehrsmitteln

Das in Kapitel 8.4.2 ursprünglich ermittelte Verlagerungspotential wird mit den Interessen der Befragten zusammengeführt. Das so entstandene realistische Verlagerungspotential umfasst alle Befragten, bei denen der Umweltverbund eine realistische Alternative zum Pkw darstellt, und die Interesse an der Nutzung dieser Alternative oder den dazugehörigen Maßnahmen bekundeten.

Tabelle 34: Wirkungsabschätzung der Verkehrsalternativen und Maßnahmen

Alternative	Radverkehr	ÖPNV	Fahrgemeinschaft
Maximales Verlagerungspotential	4 % der MIV-Nutzer	18 % der MIV-Nutzer	45 % der MIV-Nutzer
Fokussierte Maßnahmen	1. Verbesserung der Radwegeinfrastruktur	1. Vermarktung Jobticket	1. Vermarktung Mitfahrplattform
	2. Einrichtung hochwertiger Abstellanlagen	2. Anbindungsverbesserungen	2. Mobilitätsgarantie
	3. Errichtung Duschen, Umkleiden, Spinde	3. Abfahrtsmonitore	3. Bevorzugte Stellplatzvergabe
	4. Lademöglichkeit für E-Bikes		
Effekt	Verschiebung Verkehrsmittelwahl		Effizienzsteigerung MIV
Optimistisches Verlagerungspotential laut Angaben der Befragten	3 % der MIV-Nutzer	11 % der MIV-Nutzer	18 % der MIV-Nutzer
	Entspricht ca. 2 % aller Befragten	Entspricht ca. 7 % aller Befragten	Entspricht ca. 12 % aller Befragten

Die Maßnahmen, die von den Befragten am stärksten befürwortet wurden, sind in der Tabelle 34 aufgeführt. Die Befragten wurden u. a. auf Basis der Entfernungen und ÖPNV-Erreichbarkeit zu Potentialgruppen zugeordnet, bei denen das entsprechende alternative Verkehrsmittel am wahrscheinlichsten für einen Wechsel ist. Damit entfallen Dopplungen. Am Beispiel der Unterstützung

¹³⁷ Beschäftigte der Sachgebiete 23 und 71

der Fahrgemeinschaften (rechte Spalte) wird deutlich, dass eine Verlagerung von 12 % aller Befragten möglich wäre, wenn die Mitfahrplattform stärker vermarktet, eine Mobilitätsgarantie eingeführt und bevorzugte Stellplätze geschaffen würden. Ob jedoch das komplette Potential der Fahrgemeinschaften ausgeschöpft werden kann, ist aufgrund der Verteilung der Wohn- und Arbeitsorte sowie der unterschiedlichen Arbeitszeitmodelle fraglich. Daher liegt im ÖPNV realistisch betrachtet eine größere Chance, da die Maßnahmen vergleichsweise einfach umzusetzen sind. Das gesamte Verlagerungspotential von bis zu 21 % zeigt, dass ein Engagement im Mobilitätsmanagement spürbaren Erfolg bringen kann.

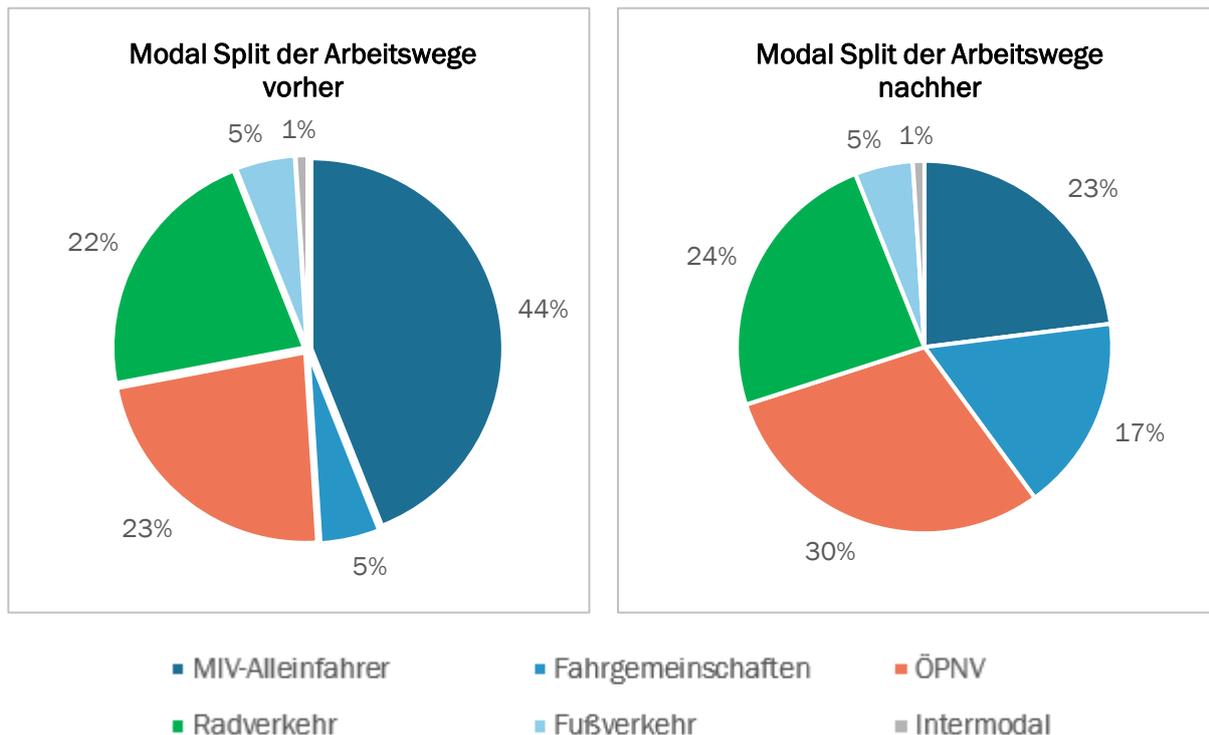


Abbildung 46: Veränderung des Modal Splits vor und nach der Maßnahmendurchführung

Werden die Maßnahmen entsprechend umgesetzt, kann von folgendem Verlagerungspotential ausgegangen werden:

- Radverkehr: + 2 %
- ÖPNV: + 7 %
- Fahrgemeinschaften: + 12 %
- MIV-Alleinfahrer: - 21 %

Wie in Abbildung 46 ersichtlich, ist es im Idealfall möglich, dass der erweiterte Umweltverbund aus Fußverkehr, Radverkehr, ÖPNV und Fahrgemeinschaften auf einen Gesamtanteil von 77 % aller Arbeitswege kommt.

8.4.6 Dienstliche Mobilität

In Gesprächen im Rahmen des Projektes hat sich herausgestellt, dass keine verantwortliche Person zum Thema Mobilität existiert und es zudem keine nachhaltige Dienstleisterrichtlinie gibt.

Modal Split

Das Ergebnis der Mitarbeiterbefragung zeigt den deutlich dominanten Anteil des MIV an den dienstlichen Wegen mit 70 %. Innerhalb der Gruppe der MIV-Nutzer ist wiederum eine bevorzugte Nutzung des Privat-Pkw gegenüber Dienst- und Poolfahrzeugen zu beobachten. Die Alternativen des Umweltverbundes werden nur geringfügig genutzt und besitzen einen ausbaufähigen Anteil am Modal Split (vgl. Abbildung 47).

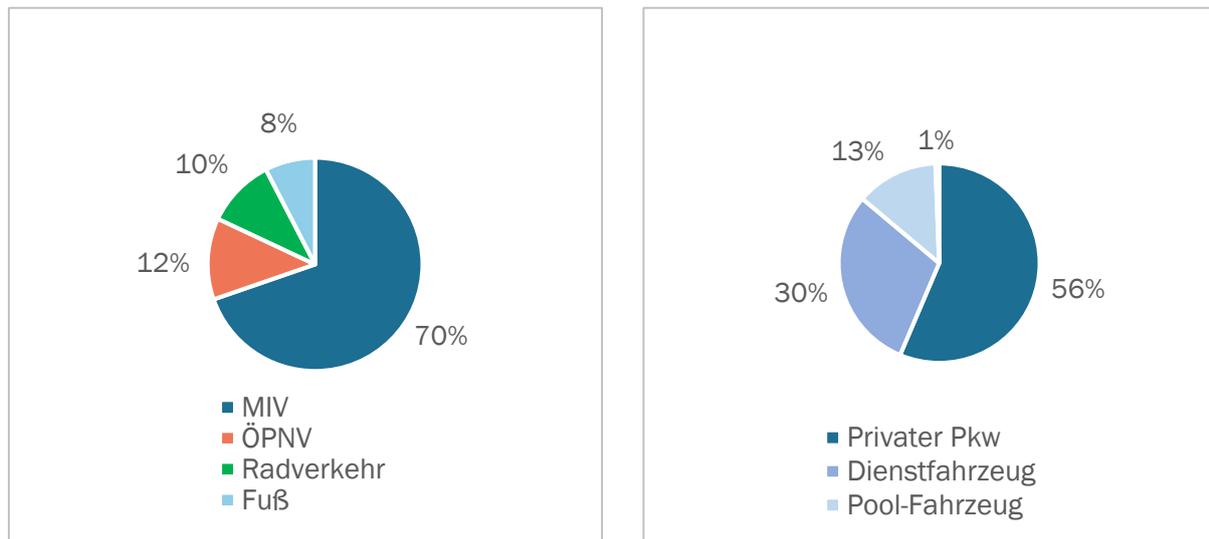


Abbildung 47: Modal Split der dienstlichen Wege

Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit und Reservierung der Poolfahrzeuge

Mehr als 80 % der Befragten ist es möglich, Fahrzeuge des Fuhrparks des Landratsamtes für dienstliche Zwecke zu benutzen. Diese Beschäftigten wurden befragt, wie zufrieden sie mit der aktuellen Verfügbarkeit und dem Reservierungsvorgang sind. 73 % der Befragten sind mit der Fahrzeugverfügbarkeit zufrieden. Lediglich 6 % waren unzufrieden. Des Weiteren hat die Befragung ergeben, dass 72 % mit dem Reservierungsvorgang zufrieden und 2 % unzufrieden sind. Die geringe Nutzung der Poolfahrzeuge ist somit nicht in der Verfügbarkeit und im Reservierungsprozess der Fahrzeuge begründet. Laut Umfrage haben bereits 51 % der Befragten die Möglichkeit der Nutzung der Poolfahrzeuge in Anspruch genommen. Aus den folgenden Gründen wurde von den weiteren Befragten noch nicht auf die Poolfahrzeuge zurückgegriffen:

- Keine Nutzung von dienstlichen Pkw notwendig (16 %)
- Bevorzugte Nutzung des Privat-Pkw (8 %)
- Keine Verfügbarkeit zum gewünschten Zeitpunkt (5 %)
- Keine Verfügbarkeit im Amt/ Dezernat (2 %)

In den Freitextantworten wurde kritisiert, dass die Handhabung des Ausleihprozesses nicht ausreichend bekannt ist. Aus diesem Grund muss die Thematik der Poolfahrzeuge vollumfänglich erklärt und beworben werden. Hierfür sollte eine zentrale Ansprechperson festgelegt werden. 8 % der Beschäftigten bevorzugen die Nutzung des Privat-Pkw im Vergleich zu den Poolfahrzeugen. In Auslastungsspitzen und, wenn keine Alternativen des Umweltverbundes zur Verfügung stehen, sollten Fahrten mit dem Privat-Pkw genehmigt bzw. durchgeführt werden. Damit existiert eine Lenkungswirkung. Je höher die Auslastung des Fahrzeugpools ist, desto geringer sind die Kosten je Kilometer und der Fahrzeugpool kann kostengünstiger betrieben werden. Die Kosten der Poolfahrzeug-Nutzung liegen unter denen der Privat-Pkw-Nutzung.

Carsharing

25 % der Befragten haben Interesse an der Nutzung eines CS-Systems.

Elektromobilität

Die Befragten zeigten sich gegenüber dem Thema Elektromobilität im Fuhrpark sehr aufgeschlossen. 38 % von ihnen sind bereit, Elektrofahrzeuge regelmäßig zu nutzen. Weitere 33 % zeigen Interesse an der Nutzung von Elektrofahrzeugen im Fuhrpark.

9 AP – Marketing, Best-Practices und Modellprojekte

Im vorliegenden Kapitel werden Best-Practices aus dem Bereich der Energie- und Verkehrswende vorgestellt, die dem Landkreis Erlangen-Höchstadt und seinen Kommunen als Vorbild dienen können (vgl. Kapitel 9.1). Anschließend wird Bezug auf das autonome Fahren genommen. Neben der Erläuterung der Grundlagen sowie der damit verbundenen Potentiale und Herausforderungen werden Best-Practices und Modellprojekte des autonomen Fahrens vorgestellt (vgl. Kapitel 9.2).

9.1 Best-Practices im Bereich Energie- und Verkehrswende

Rufbus „kvgOF Hopper“ Landkreis Offenbach

Im Landkreis Offenbach besteht seit 2019 die Möglichkeit, den Rufbus „kvgOF Hopper“ zu nutzen. Dabei handelt es sich um eine bedarfsorientierte und flexible Ergänzung zum ÖPNV, die vom Landkreis Offenbach in Kooperation mit dem Softwarepartner Door2Door entwickelt wurde, um die Erschließung der einzelnen Kommunen innerhalb des Landkreises zu ermöglichen und einen Zubringer in Richtung Frankfurt am Main zu schaffen.

Die Fahrzeuge (Mercedes-Benz Vito sowie elektrisch betriebene LEVC-Fahrzeuge) verkehren nicht nach einem festen Fahrplan bzw. auf einem bestimmten Linienweg, sondern befördern die Fahrgäste von ihren präferierten Zustiegs- zu ihren gewünschten Ausstiegspunkten. Diese müssen in einer Smartphone-App, mithilfe derer die Buchung und Abrechnung erfolgt, angegeben werden. Auch eine telefonische Buchung ist möglich. Anschließend ermittelt die Smartphone-App basierend auf den verschiedenen Kundeneingaben eine ideale Route und gibt die optimalen Zustiegs- und Ausstiegspunkte sowie entsprechende zeitliche Angaben aus. Die Route und ihre Haltepunkte können in Echtzeit in der Smartphone-App mitverfolgt werden. Die Fahrten können sowohl im Vorfeld mit Angabe des gewünschten Zeitpunkts als auch spontan gebucht werden. Es werden maximal sieben Personen in einem Fahrzeug befördert. Auch barrierefreie Fahrzeuge sind buchbar. Das Rufbus-Angebot wird unter Berücksichtigung von Kundenfeedback stetig weiterentwickelt.¹³⁸

E-Carsharing Bruchsal „zeozweifrei unterwegs“

In der Region Bruchsal ist es möglich, sich flexibel ein klimaneutrales Elektrofahrzeug auszuleihen, welches mit 100 % Ökostrom angetrieben wird. Die Fahrzeuge mit dem Namen „ZEO“ können für sämtliche Aktivitäten genutzt werden. Es stehen insgesamt 48 CS-Fahrzeuge zur Verfügung, davon 43 Renault 5-Sitzer, 4 Nissan 7-Sitzer und ein Nissan Kastenwagen zum Transport von größeren Gegenständen.¹³⁹ Die Fahrzeuge stehen verteilt auf 39 verschiedenen Abholstationen in allen Gemeinden der Region bereit, sodass sie für Nutzer in der gesamten Region gut erreichbar sind. Nach der Fahrt wird das Fahrzeug wieder an einer Abholstation zum Laden abgestellt.¹⁴⁰

Um das Angebot nutzen zu können, ist vorab eine einmalige und kostenlose Anmeldung bei Flinkster erforderlich. Mit dem per E-Mail erhaltenen Kundenvertrag, Führerschein und Personalausweis registriert sich der Nutzer im Bürgerbüro des Wohnortes und erhält eine Kundenkarte, mit welcher die Fahrzeuge geöffnet und abgeschlossen werden können. Mit der Flinkster-Kundenkarte können außerdem europaweit weitere Fahrzeuge des Flinkster-Netzwerks gebucht werden, so wie dies auch als Mitglied im CarSharing Erlangen e. V. im Landkreis Erlangen-Höchstadt der Fall ist.¹⁴¹

¹³⁸ Vgl. Door2Door GmbH o. J.

¹³⁹ Vgl. Regionale Wirtschaftsförderung Bruchsal GmbH o. J.

¹⁴⁰ Vgl. Stadt Bruchsal o. J.

¹⁴¹ Vgl. Volksbank Bruchsaal-Bretten eG o. J.

Die Verfügbarkeit der Fahrzeuge lässt sich zu jeder Tageszeit per Smartphone, PC oder Telefon prüfen. Die Reservierung der Fahrzeuge ist immer möglich. Durch die Ladesäulen an den Abstellstationen ist der ZEO stets vollgeladen und fahrtbereit. Das Ausleihen der Elektrofahrzeuge kostet 1 € pro Stunde (2 € für Kleinbus) und 0,18 € (bzw. 0,20 €) je gefahrenem Kilometer. Es fallen weder eine Anmeldegebühr, eine Kautions- noch eine Grundgebühr an. Die Verwaltung der Buchungen wird von Flinkster übernommen.¹⁴²

Zudem kann eine Kommune, ein Unternehmen oder ein Verband Elektrofahrzeuge erwerben, die als Dienst- bzw. Firmenfahrzeug genutzt werden können. Nach Feierabend, an Wochenenden und an Feiertagen werden die Fahrzeuge allen Nutzern des CS-Systems zur Verfügung gestellt. Die teilnehmenden Partner profitieren von der Eigennutzung als Dienst- bzw. Firmenfahrzeug und der imagefördernden Außenwirkung eines innovativen Mobilitätskonzepts.¹⁴³

Als Einführungs- und Werbemaßnahme führten die Partner des Projekts eine Reihe von Einweisungsterminen an mehreren ZEO-Stationen durch. Interessenten, aber auch bereits registrierte Flinkster-Kunden bekamen hier kostenlos Schritt für Schritt gezeigt, wie die Fahrzeuge gebucht, gefahren und geladen werden. Neben Praxistipps konnten die Bürgerinnen und Bürger die Fahrzeuge außerdem Probefahren.¹⁴⁴ Dieses Vorgehen ist auch für das im Landkreis Erlangen-Höchstadt durch den CarSharing Erlangen e. V. angebotene CS-System sinnvoll.

Das Projekt „zeozweifrei unterwegs“ wird von der Regionalen Wirtschaftsförderung Bruchsal, den Stadtwerken Bruchsal sowie der Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe¹⁴⁵ organisiert und mit rund 1,1 Mio. € aus Mitteln der EU und des Landes Baden-Württemberg gefördert.¹⁴⁶

E-Carsharing „e-mobil Landkreis Bamberg“

Die Regionalwerke Bamberg GmbH betreiben zusammen mit den 16 teilnehmenden Gemeinden der Region ein E-CS-Angebot. Zum Einsatz kommen insgesamt 18 BMW i3, welche an ebenso vielen Standorten in den Gemeinden des Landkreises platziert werden und rund um die Uhr ausgeliehen werden können. Um das Angebot nutzen zu können, ist eine Registrierung bei einem Gemeindeamt nötig. Nachdem der Führerschein, der Ausweis und die Bankkarte geprüft wurden, erhält der Nutzer eine Kundenkarte. Die Registrierung kostet einmalig 10 €. Anschließend erhält der Kunde seine Zugangsdaten zum Online-Portal und kann die Fahrzeuge buchen. Mit der Kundenkarte lässt sich das gebuchte Fahrzeug vor Ort öffnen. Nach der Fahrt muss das Fahrzeug wieder am Standplatz abgestellt und an die Ladesäule angeschlossen werden.¹⁴⁷ Ein Fahrzeug lässt sich für 6 € pro Stunde, 29 € pro Tag, 79 € pro Wochenende oder 199 € pro Woche ausleihen. Es kommt kein Kilometerpreis hinzu. Der Strom, der an den Abstellstandorten der Fahrzeuge „getankt“ wird, ist in den Nutzungstarifen enthalten.¹⁴⁸

Projekt „Sonne tanken“ Landkreis Altenkirchen

Bei dem Projekt „Sonne tanken“ der Kreisverwaltung Altenkirchen handelt es sich um die Errichtung einer PV-Anlage auf der Garage an der Kreismusikschule des Ortes, deren elektrische Energie in einer Batterie gespeichert wird. Mit der so gewonnenen Energie werden die beiden Elektrofahrzeuge des Kreises über Nacht geladen. Für die Stromerzeugung sind 24 Solarmodule von jeweils 320 W verantwortlich, welche die elektrische Energie in einen Lithium-Ionen-Batteriespeicher mit

¹⁴² Vgl. Regionale Wirtschaftsförderung Bruchsaal GmbH o. J.

¹⁴³ Vgl. Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe GmbH o. J.

¹⁴⁴ Vgl. Volksbank Bruchsaal-Bretten eG o. J.

¹⁴⁵ Vgl. Regionale Wirtschaftsförderung Bruchsaal GmbH o. J.

¹⁴⁶ Vgl. Stadt Bruchsal o. J.

¹⁴⁷ Vgl. Regionalwerke Bamberg GmbH o. J.

¹⁴⁸ Vgl. Gemeinde Pettstadt o. J.

einer Kapazität von 8,8 kWh einspeisen.¹⁴⁹ Pro Jahr fallen durch die PV-Anlage etwa 2 400 l Benzin weg und die Umwelt wird mit 4 t weniger CO₂ pro Jahr belastet.¹⁵⁰

Die Gesamtkosten des Projektes belaufen sich auf etwa 24 000 €. Das Projekt hat sich beim Klimapreiswettbewerb der Rhenag beworben und den 2. Platz belegt. Dafür hat der Kreis ein Preisgeld von 4 000 Euro erhalten, welche für die Projektkosten verwendet wurden.¹⁵¹

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt und in seinen Kommunen sollte geprüft werden, inwieweit das E-CS-Angebot mit der Nutzung von PV-Anlagen kombiniert werden kann. Die Einbindung von Elektrofahrzeugen bspw. in Smart-Home-Konzepte oder in den Wohnungsbau im Allgemeinen stellt einen zukunftsweisenden Baustein der Elektromobilität in Kombination mit erneuerbaren Energien dar. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen separaten Batteriespeicher einzubinden, der die überschüssige Energie aufnimmt und zwischenspeichert, um dann in Zeiten geringer Stromproduktion (bei PV-Anlagen bspw. in der Nacht) den Elektrofahrzeugen das Laden zu ermöglichen.

KONUS-Gästekarte Schwarzwald

Der touristische Verkehr nimmt erheblichen Einfluss auf die Umwelt. Deshalb spielt eine umweltfreundliche An- und Abreise am Urlaubsort eine zentrale Rolle.

Der Schwarzwald zählt als Vorbildregion hinsichtlich nachhaltiger Mobilität im Tourismus. Ein wichtiges Vorzeigeprojekt in diesem Bereich stellt die KONUS-Gästekarte der Schwarzwald Tourismus GmbH dar. An der kostenlosen Nutzung des ÖPNV für Schwarzwaldurlauber beteiligen sich mehr als 145 Ferienorte. Die Gäste erhalten ein Freifahrtticket für Busse und Bahnen in der gesamten Ferienregion Schwarzwald und können damit während des Urlaubs beliebig oft durch neun Verkehrsverbünde fahren.¹⁵² Dadurch macht sich die Region Schwarzwald als Urlaubsort attraktiv und der CO₂-Ausstoß der Touristen wird erheblich gesenkt. Für die Urlauber entfallen außerdem Parkplatzsuche und Tankkosten. Darüber hinaus ist die KONUS-Gästekarte mit einem rabattierten Eintritt für verschiedene Ausflugsziele, wie Skilifte oder Hallenbäder, verbunden.¹⁵³

Die KONUS-Gästekarte ist bei den Gastgebern der Ferienorte erhältlich. Rund 9 000 Gastgeber händigen ihren Gästen bei Ankunft das Freifahrtticket aus. Diese gilt dann während des eingetragenen Zeitraumes des Aufenthaltes. Das Ticket gilt darüber hinaus als Fahrausweis in der 2. Klasse im Nahverkehr sowie in den Straßenbahnen und Bussen der Städte Freiburg und Karlsruhe. Ausgeschlossen sind ICE-, IC- EC- und ECE-Verbindungen sowie Bergbahnen.¹⁵⁴

9.2 Autonomes Fahren

Ein hohes Zukunftspotential für die Einsparung von verkehrsbedingten Emissionen und die Vereinfachung der Mobilität wird in der aktuellen Diskussion beim **automatisierten und autonomen Fahren** gesehen. Dieses beschreibt automatisierte, selbstfahrende Fahrzeuge oder Transportsysteme, die sich (weitestgehend) ohne Eingriff eines menschlichen Fahrers zielgerichtet fortbewegen.¹⁵⁵

¹⁴⁹ Vgl. MVV Medienverlag Westerwald-Sieg UG & Co. KG 2019

¹⁵⁰ Vgl. Kreisverwaltung Altenkirchen 2020

¹⁵¹ Vgl. MVV Medienverlag Westerwald-Sieg UG & Co. KG 2019

¹⁵² Vgl. Ministerium der Justiz und für Europa Baden-Württemberg o. J.

¹⁵³ Vgl. Ferienland im Schwarzwald GmbH o. J.

¹⁵⁴ Vgl. Schwarzwald Tourismus GmbH o. J.

¹⁵⁵ Vgl. ZF Friedrichshafen AG o. J.

9.2.1 Grundlagen

Automatisierungsstufen

Das automatisierte Fahren wird in fünf Automatisierungsstufen unterteilt (vgl. Tabelle 35). Mit zunehmendem Grad der Automatisierung sinkt die Notwendigkeit des Eingreifens durch den Nutzer. Damit eine weitreichende Autonomie sicher und zuverlässig eingesetzt werden kann, müssen sowohl das Fahrzeug als auch die Umgebung bestimmte technische Voraussetzungen erfüllen.

Tabelle 35: Automatisierungsstufen des autonomen Fahrens

Automatisierungsstufe	Erklärung
1. Automatisiertes Fahren	<ul style="list-style-type: none"> Fahrer lenkt, bremst und beschleunigt selbst System unterstützt bei Fahraufgaben (Abstandshalter)
2. Teilautomatisiertes Fahren	<ul style="list-style-type: none"> Elektronisches System übernimmt bestimmte Funktionen, wie automatisches Einparken oder Abstand- und Spurhalten Fahrer bleibt in der Verantwortung
3. Hochautomatisiertes Fahren	<ul style="list-style-type: none"> Fahrzeug fährt in definierten Situationen ohne Fahrereingriff Fahrer muss nicht mehr alles dauerhaft überwachen Fahrer darf die Hände vom Lenkrad nehmen, muss aber bei Bedarf die Kontrolle übernehmen
4. Vollautomatisiertes Fahren	<ul style="list-style-type: none"> Elektronische Systeme können bestimmte Verkehrssituation automatisch bewältigen Fahrer kann noch übernehmen, ist aber für die bestimmten Verkehrssituationen nicht erforderlich
5. Autonomes Fahren	<ul style="list-style-type: none"> Lenkrad entfällt Fahrzeug wird nur noch vom System gesteuert

Relevant für nachhaltige Änderungen ist die Automatisierungsstufe 5. Aktuell müssen sich im Fahrzeug Personen befinden, die dieses bei Bedarf steuern können. Bis die Vision des autonomen Fahrens ganz ohne Fahrer realisiert werden kann, müssen neben der technologischen Reife auch die rechtlichen, gesellschaftlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen gegeben sein. Die unterstützenden Assistenzsysteme müssen in einem abgestimmten Gesamtsystem zusammenwirken. Beispiele dafür stellen Brems-, Stau-, Spurhalte- und Abbiegeassistenten dar. Zudem muss das Fahrzeug mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet sein, die der Umfelderkennung dienen. Dazu zählen Laser-, Ultraschall- und Radarsensoren zur Messung des Abstandes und die Verarbeitung von Informationen rund um das Fahrzeug.¹⁵⁶ Um die reibungslose Nutzung autonomer Fahrzeuge gewährleisten zu können, bedarf es außerdem einer Konnektivität zwischen den Fahrzeugen, um eine unfallfreie Fahrt vor allem im Stadtraum zu garantieren. So können z. B. bei einer Car-by-Car-Kommunikation Fahrzeuge innerhalb einer Kreuzung kommunizieren und selbstständig die Vorfahrt regeln oder bei Gefahrensituationen eine Bremsung auslösen. Damit diese Kommunikation umgesetzt werden kann, wird eine starke Mobilfunkverbindung benötigt. Ebenfalls kann auf GPS-Material des Fahrzeuges aufgebaut werden und der Navigation und des Erlernens neuer Routen dienen.¹⁵⁷

¹⁵⁶ Vgl. Maurer et al. 2015

¹⁵⁷ Vgl. VDI 2019

Gesetzliche Voraussetzungen

Mit dem im Juni 2017 in Kraft getretenen *Gesetz zum automatisierten Fahren (Achstes Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes)* ist autonomes Fahren bis zum 3. Grad der Automatisierung erlaubt. Das bedeutet, dass das Fahrzeug unter bestimmten Voraussetzungen von dem automatisierten System übernommen werden darf. Dabei muss der Fahrer allerdings jederzeit eingreifen können, wenn es zu unvorhergesehenen Ereignissen kommt.¹⁵⁸ Der Bund plant, den Rechtsrahmen weiter für automatisiertes Fahren zu öffnen und erstmals Kfz mit dem 5. Grad der Automatisierung zuzulassen. Folgende Änderungen soll das Gesetz ab Mitte 2021 umfassen:¹⁵⁹

- Technische Voraussetzungen an den Bau und die Ausrüstung von autonomen Fahrzeugen
- Prüfung von autonomen Fahrzeugen durch das KBA
- Haftungsfragen bezüglich des Betriebs von autonomen Fahrzeugen
- Regelungen der Datenverarbeitung beim Betrieb von autonomen Fahrzeugen
- Anpassung und Schaffung von einheitlichen Vorschriften für die Erprobung von autonomen Fahrzeugen

Bis 2022 sollen die ersten autonomen Fahrzeuge in den Regelbetrieb gehen. Einsatzmöglichkeiten für einen solchen Kraftverkehr entstehen bspw. im Bereich der Shuttle-Verkehre und für nachfrageorientierte Verkehre außerhalb der Stoßzeiten.¹⁶⁰

Studien gehen davon aus, dass sich autonomes Fahren allerdings erst ab 2040 durchsetzen wird und 2050 rund die Hälfte der Fahrzeuge über eine Automatisierungsfunktion verfügen.¹⁶¹ Diese sind jedoch auf bestimmte Nutzungen, wie z. B. Autobahnfahrten, begrenzt. Eine mehrheitliche Durchdringung von Fahrzeugen, die im gesamten Verkehrsnetz automatisiert fahren können, ist erst danach zu erwarten. Im Jahr 2050 wird maximal jeder fünfte Fahrzeug-Kilometer automatisiert erbracht werden können. Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen Straßentypen. Auf Autobahnen können im Jahr 2050 rund 40 % der Fahrleistung automatisiert erbracht werden, auf Landstraßen dagegen weniger als 4 %.¹⁶²

9.2.2 Potentiale und Herausforderungen

Durch autonome Fahrzeugkonzepte ergeben sich verschiedene Potentiale. Je höher der Grad der Automatisierung und der Marktdurchdringung ist, desto stärker sind die Auswirkungen. Damit sind jedoch auch Herausforderungen in verschiedenen Bereichen verbunden, die es zu bewältigen gilt.

Verkehrsaufkommen

Wie sich autonomes Fahren auf das Verkehrsaufkommen auswirken wird, ist derzeit nur schwer abzuschätzen. Prognosen zu zukünftigen Fahrzeugbeständen weisen deutliche Unterschiede bezüglich ihrer Rahmenbedingungen, wie Bevölkerungsentwicklung, regulatorische Eingriffe, Preisentwicklungen oder Annahme eines individuellen Mobilitätswandels, auf. Eine fortschreitende Digitalisierung im Verkehr zielt auf eine verknüpfte, multimodale Nutzung der Mobilitätsangebote ab, die einen eigenen Fahrzeugbesitz tendenziell weniger attraktiv erscheinen lässt. Dem gegenüber steht das Argument, dass das Autofahren durch die Automatisierungsfunktionen auch in Zukunft einen hohen Stellenwert einnimmt. Daher kann bis zum Jahr 2050 mit einem leicht wachsenden

¹⁵⁸ Vgl. BMVI 2020

¹⁵⁹ Vgl. ebd.

¹⁶⁰ Vgl. ebd.

¹⁶¹ Vgl. Prognos 2018

¹⁶² Vgl. ebd.

Bestand an Pkw gerechnet werden.¹⁶³ Aus der langsamen Durchdringung des Marktes durch automatisierte und autonome Fahrzeuge resultiert vorerst ein Mischverkehr aus nicht oder nur teilautomatisierten Fahrzeugen. Dies muss bei den Entwicklungen und Verkehrskonzepten des autonomen Fahrens berücksichtigt werden.

Verkehrssicherheit

Die kognitive Beanspruchung des Fahrers wird in den vorgelagerten Entwicklungsstufen bereits gesenkt. Dies wirkt sich positiv auf die Sicherheit und Effizienz des Fahrens aus. 90 % aller Unfälle werden derzeit durch menschliches Versagen verursacht. Automatisiertes bzw. autonomes Fahren verspricht daher einen deutlichen Sicherheitsgewinn für den Straßenverkehr.¹⁶⁴ Mit einem erhöhten Automatisierungsgrad wird mit einer Reduzierung der Unfallzahlen gerechnet, da die mit einer intelligenten Steuerungstechnik ausgestatteten Fahrzeuge miteinander kommunizieren und sehr schnell auf Gefahrensituationen reagieren können. Dies kann allerdings nur dann der Fall sein, wenn ein Großteil der Fahrzeuge bereits autonom verkehrt. Dennoch kann auch ein Versagen des Systems nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Städtebauliche Aspekte

Für Kommunen mit dichter Bebauung kommt dem Thema städtebaulich eine wachsende Relevanz zu. Wenn Konzepte, wie das sogenannte Valet-Parken, bei dem der Passagier am Ziel aussteigt und das Fahrzeug eigenständig in der Nähe einen Parkplatz sucht, alltagstauglich werden, wird nicht nur der Parksuchverkehr reduziert, sondern Parkplätze können aus den Kernstädten ausgelagert werden. Der Flächenbedarf für Stellplätze im städtischen Bereich wird dadurch reduziert, da Parkzonen für autonome Fahrzeuge außerhalb der Stadtzonen eingerichtet werden können. Diese Verlagerung von Flächen sollte in langfristigen städtebaulichen Planungen bereits heute berücksichtigt werden. Daraus resultieren städtebauliche Vorteile, welche zur Verbesserung der Flächennutzung, Luftreinhaltung und Lebensqualität in Kernstädten führen können.

Gesellschaftliche Auswirkungen

Je weiter die Automatisierung voranschreitet, desto mehr spielen auch Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz eine wichtige Rolle. Die Vorteile für den Landkreis Erlangen-Höchstadt und seine Anwohner unterscheiden sich je nach Automatisierungsstufe. Ein sehr hoher Mehrwert wird mit der Etablierung der 5. Automatisierungsstufe erreicht. Dennoch werden auch in den anderen Stufen bereits Mehrwerte geschaffen, welche vor allem eine Entlastung des Fahrers bewirken. Um eine Durchdringung des autonomen Fahrens zu ermöglichen und die Potentiale ausschöpfen zu können, muss eine grundlegende Akzeptanz für diese neue Mobilitätsform in der Gesellschaft geschaffen werden. Eine Akzeptanzsteigerung kann z. B. durch den transparenten Umgang mit den Grenzen der neuen Technologie erreicht werden, um Skepsis und Ängste abzubauen. Die Akzeptanz des autonomen Fahrens beim Kunden setzt eine einhergehende hohe Sicherheit und bestmöglichen Datenschutz voraus.¹⁶⁵ Neben den technischen Rahmenbedingungen müssen Mindestanforderungen an die Sicherheitsvorkehrungen gestellt werden, wie z. B. die Einführung etablierter Überprüfungsverfahren. Auf regionaler Ebene können durch frühzeitige Pilotversuche eine gesellschaftliche Wahrnehmung des automatisierten Fahrens erzeugt und Nutzungshürden gesenkt werden.

¹⁶³ Vgl. Prognos 2018

¹⁶⁴ Vgl. Eckstein et al. 2018

¹⁶⁵ Vgl. Esser/ Kurte 2018

Durch automatisierte Mobilität fallen zudem viele Aufgaben weg, die ein Fahrer einst übernommen hat. So werden bei der höchsten Automatisierungsstufe weder ein Lenkrad noch ein vollausgestattetes Cockpit nötig sein. Das Innere eines Fahrzeugs kann sich zu einem mobilen Arbeitsplatz wandeln oder allgemein mehr Platz für Passagiere schaffen und als Ort der Entspannung dienen.

Die Erweiterung der individuellen Mobilität durch autonom fahrende Systeme kann vor allem im ländlichen Raum einen relevanten Nutzenzuwachs bringen. Automatisierte Fahrzeuge sind mittelfristig günstiger als das Taxi und der statische ÖPNV, wodurch das Wohnen auf dem Land für alle Altersgruppen wieder an Attraktivität gewinnen kann. Zudem können durch die wegfallende Bedienung ältere oder mobilitätseingeschränkte Personen sowie Personen ohne Fahrerlaubnis (wieder) eingebunden werden.¹⁶⁶

Kosten

Langfristig werden die Kosten für den Verkehr und Transport mit autonomen Fahrzeugen durch den Wegfall von Personal sinken. So können Mobilitäts- und Transportdienste realisiert werden, deren Umsetzung bisher u. a. aufgrund des notwendigen Personals unwirtschaftlich war. Dies ermöglicht es ÖPNV-Betreibern, neue Bedingebiete zu erschließen und das Angebot kundenorientierter auszugestalten. Bei der Automatisierung sollten Synergien zu den in Kapitel 6.6 vorgestellten Bedarfsverkehren im Landkreis gezogen werden. Des Weiteren bietet es sich durch die smarte Kommunikation der Fahrzeuge an, Fahrgemeinschaften zu bilden, um Verkehrsteilnehmer mit denselben oder ähnlichen Zielen zu bündeln. Diese Veränderung würde den ÖPNV deutlich verändern, eine Reduktion des Ressourceneinsatzes (Fahrzeuganzahl) erwirken und den MIV reduzieren.¹⁶⁷

9.2.3 Best-Practices und Modellprojekte

Die verschiedenen Formen des autonomen Fahrens werden bereits an einigen Standorten in Deutschland erprobt und die Fahrzeuge für den alltäglichen Gebrauch getestet. Häufig werden Tests vor allem im städtischen Bereich durchgeführt. Aufgrund aktueller rechtlicher Hürden und ethischer Herausforderungen sind Testszenarien häufig nur auf gesonderten Teststrecken, mit Sondergenehmigungen oder nur geringen Geschwindigkeiten komplett autonom erlaubt. Der untenstehenden Tabelle können Best-Practices entnommen werden:

Tabelle 36: Best-Practices und Modellprojekte im Bereich autonomes Fahren

Projekt	Akteure	Inhalte
ShuttleMe – Lernender Betrieb für automatisierten und vernetzten ÖV im Blue Village Franklin	Stadt Mannheim, Verkehrsverbund Rhein-Neckar, Rhein-Neckar-Verkehr GmbH	Das Projekt beschäftigt sich mit der Frage, ob autonome Fahrzeuge für den barrierefreien Bedarfsverkehr und die Erweiterung des Mobilitätsangebots auf der letzten Meile in Groß- und Kleinstädten sowie in strukturschwachen Regionen geeignet sind.
Autonomer Bus auf dem Flughafen Frankfurt	R+V-Innovation Lab „Connected Car“, Fraport AG	Reale Verkehrsbedingungen, simuliert durch 2 600 täglich passierende unterschiedliche Fahrzeuge am Fraport, sollen die flexible und bessere Planbarkeit von Abläufen erreichen. Das R+V sammelt dabei Daten für neue Kfz-Versicherungskonzepte.

¹⁶⁶ Vgl. ADAC 2020b

¹⁶⁷ Vgl. Maurer et al. 2015

Autonomer Bus Bad Birnbach	Landkreis Rottal-Inn, Gemeinde Bad Birnbach, Deutsche Bahn, Regionalbus Ostbayern, TÜV Süd	Das Ziel besteht darin, die Angebotslücke, die im ländlich geprägten Personenverkehr in Bad Birnbach besteht, durch ein flexibleres und autonom fahrendes Verkehrsmittel zu schließen. Sowohl für Touristen als auch für Einwohner schafft das Angebot mehr Mobilität, z. B. bei der Anreise, und fügt sich gut in das städtische Kurortkonzept „Das ökologische Bad“ ein.
Stimulate	Berliner Verkehrsbetriebe, Charité Berlin, Land Berlin	Das Testgelände der Charité bildet den Verkehrsalltag Berlins exemplarisch ab. Es sollen Möglichkeiten ermittelt werden, die E-Shuttles dem künftigen Nahverkehr in Metropolen bieten können. Bis 2050 will Berlin zu einer klimaneutralen Stadt werden.
Pilotprojekt mit Zustellrobotern	Starship, Hermes, Foodora, Domino's	In verschiedenen Pilotprojekten werden Zustellungen mit dem Lieferroboterspezialist Starship Technologies getestet. Tests werden aktuell in Hamburg und Düsseldorf mit Lieferungen von bis zu 10 kg und einer Distanz von maximal 6 km durchgeführt.
Linienbusverkehr in Monheim am Rhein	Bahnen Monheim, Stadt Monheim am Rhein, Easy-Mile	Die Busse befördern sechs Passagiere im 15-Minuten-Takt zwischen dem Monheimer Busbahnhof und der Altstadt. Im Test ist ein sogenannter Operator an Bord, der im Notfall einschreiten kann. ¹⁶⁸
Linienbusverkehr in Keitum auf Sylt	Sylter Verkehrsgesellschaft	Der Bus absolviert eine Kreisstrecke von 2,7 km und wird vor allem von älteren Personen genutzt. Im Test ist ein sogenannter Operator an Bord, der im Notfall einschreiten kann. ¹⁶⁹
Hub Chain¹⁷⁰	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.; Institut für Verkehrssystemtechnik; Dornier Consulting International GmbH; HaCon Ingenieursgesellschaft mbh; Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e. V.; Kompetenzzentrum ländliche Mobilität; Institut in der Forschungs-GmbH Wismar; Stadtwerke Osnabrück AG	Buchung des „Hubi“ via Hubi-Chain-App und nur Verkehr auf Anfrage. Die Fahrten des Busses verlaufen nach einer festen Strecke. Die Fahrten sind kostenlos.

9.2.4 Zusammenfassung

Derzeit entwickelte Ansätze des automatisierten und autonomen Fahrens konzentrieren sich auf urbane Räume und Autobahnen. Da jedoch im urbanen Raum die Fahrsituationen häufig sehr viel komplexer sind, ist von einer Übertragung auf den ländlichen Raum auszugehen. Die Realisierung eines autonomen Verkehrs im Landkreis Erlangen-Höchstadt ist denkbar und bietet große Potenti-

¹⁶⁸ Vgl. ADAC 2020c

¹⁶⁹ Vgl. Heise Medien GmbH & Co. KG 2019

¹⁷⁰ Vgl. Stadtwerke Osnabrück AG 2020

ale zur Erweiterung des Mobilitätsangebots im ländlichen Raum. Es ist realistisch, dass auch mittelfristig zu Testzwecken (teil-)autonome Shuttlebusse eingesetzt werden. Der ländliche Raum bietet gute Voraussetzungen, um diese zu testen, da auf ausgewählten Strecken wenige Störfaktoren im Vergleich zum städtischen Verkehr vorhanden sind. Zudem lassen sich langfristig bei sinkenden Fahrzeugpreisen Gebiete abdecken, in denen Buslinien unwirtschaftlich sind. In diesem Zusammenhang häufig diskutierte Entwicklungen zur Stadt-Umland-Anbindung sind vor allem Bedarfsverkehre (Kapitel 6.6). Hier bietet sich eine Ergänzung/ Ersetzung durch automatisierte Fahrzeuge an.

Es ist allerdings auch zu beachten, dass aufgrund der ländlich geprägten und polyzentrischen Struktur des Landkreises Erlangen-Höchstadt und seiner Kommunen zum Teil längere Wege zurückgelegt werden müssen. Größere Entfernungen stellen Herausforderungen für autonome Verkehre dar und können, auch aufgrund von eventuellen Leerfahrten, zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen führen. Aus schlecht gekennzeichneten Straßen ergeben sich weitere Herausforderungen für das automatisierte Fahren.

Bis zum Jahr 2030 wird prognostiziert, dass das hochautomatisierte Fahren auch in Hochgeschwindigkeiten zwischen 50 und 70 km/h erprobt sein wird. Im Markthochlauf über 2030 hinaus werden zudem die Preise für das autonome Fahren sinken, sodass eine Alternative zur Anbindung von Peripherieräumen und ländlichen Räumen entsteht. Durch den Preisverfall im Bereich des autonomen Fahrens entsteht eine kostengünstige und bequeme Konkurrenz zum ÖPNV, die negative Folgen für das gesamte Verkehrssystem mit sich bringen kann. Daher sollte der ÖPNV seinen Wettbewerbsvorteil gegenüber dem hochautomatisierten Fahren durch sein bereits etabliertes Angebot und damit bestehendes Vertrauen sowie der vorhandenen Infrastrukturen frühzeitig nutzen, um einer Marktverdrängung entgegensteuern zu können. Attraktive alternative Mobilitätsangebote oder teil-automatisierte Fahrzeuge in der eigenen Fahrzeugflotte können dabei helfen. Dies kann auch durch gemeinsame Angebote mit Akteuren im Mobilitätsmarkt gelingen. Im ÖPNV können automatisierte Shuttles bereits heute auf gekennzeichneten Fahrbahnen im Mischverkehr eingesetzt werden. Das bedeutet, dass ein Fahrer weiterhin als Aufsichts- bzw. Sicherheitsperson im Fahrzeug sitzen muss. Eine Herausforderung ist es, die Automatisierungsfunktionen auf die Landstraßen zu übertragen. Aus häufig schlecht gekennzeichneten Überlandstraßen und höheren Geschwindigkeiten folgen weitere Herausforderungen für das automatisierte Fahren.

Die Vorbereitungen für das autonome Fahren beginnen bereits heute. Während einige Mobilitätsdienstleister und Fahrzeughersteller bereits Verantwortliche in den internen Strukturen etabliert haben, um bspw. Pilotprojekte zu planen, sind Städte und ÖPNV-Unternehmen diesbezüglich aktuell oft im Hintertreffen.¹⁷¹ Um die autonome Fahrzeugtechnologie voranzutreiben und sich als Region entsprechend vorzubereiten, ist das Zusammenspiel mit den einzelnen Akteuren, wie Fahrzeugherstellern, Mobilitätsdienstleistern und dem ÖPNV, von großer Bedeutung.

¹⁷¹ Vgl. Dornier Consulting International 2017

10 AP – Potentialanalyse E-Bikes und City-Logistiklösungen

Im vorliegenden Kapitel werden die Grundlagen der Nutzung von E-Bikes vorgestellt (vgl. Kapitel 10.1.1) und Anforderungen an die Radwegeinfrastruktur und an Abstellanlagen erläutert (vgl. Kapitel 10.1.2). Zudem wird der Status Quo der Radwegeverbindungen im Landkreis Erlangen-Höchstadt dargelegt und es werden Empfehlungen zur Optimierung abgeleitet. Neben Potentialen und Defiziten der Nutzung von E-Scootern wird ein Überblick über Sharing-Anbieter in Deutschland gegeben (vgl. Kapitel 10.2). Das Kapitel schließt mit der Vorstellung geeigneter (City-)Logistiklösungen für den Landkreis Erlangen-Höchstadt und seine Kommunen ab (vgl. Kapitel 10.3).

10.1 E-Bikes

Ein bloßer Ersatz von Verbrennern durch Elektrofahrzeuge führt nicht zur Reduktion des Verkehrsaufkommens oder zur Verlagerung von MIV-Wegen auf Verkehrsmittel des Umweltverbunds. Jedoch ist es insbesondere diese Verlagerung, die zu einer nachhaltigeren Mobilität im Landkreis Erlangen-Höchstadt führt. **E-Bikes** bieten ein großes Potential für die gewünschte Verlagerung. Zusätzlich stellen die Reduktion von Lärm, der geringere Flächenverbrauch im Vergleich zur Pkw-Nutzung sowie die positiven gesundheitlichen Aspekte einen großen Mehrwert dar.

10.1.1 Grundlagen

Arten von Elektrofahrzeugern

Elektrofahrräder werden in drei Kategorien aufgeteilt (vgl. Tabelle 37). Pedelecs unterstützen den Fahrer mit einem Elektromotor während des Tretvorgangs bis maximal 25 km/h. Im *Straßenverkehrsgesetz* (StVG) ist das Pedelec dem Fahrrad rechtlich gleichgestellt, denn es werden weder Kennzeichen und Zulassung noch Fahrerlaubnis benötigt. Schnelle Pedelecs (S-Pedelecs) leisten jedoch eine Motorunterstützung bis zu 45 km/h. Bei E-Bikes wird der Fahrer auch ohne Treten elektrisch unterstützt. E-Bikes gelten als Kleinkrafträder, wenn eine Motorleistung von 1 000 W und eine Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h nicht überschritten werden. Laut dem ZIV sind 99 % aller verkauften Elektrofahräder Pedelecs. Im Sprachgebrauch ist jedoch der Begriff E-Bike verbreitet, womit im weiten Sinne Elektrofahräder aller drei Kategorien gemeint sind.

Tabelle 37: Arten von Elektrofahrzeugern im Vergleich

	Pedelec	S-Pedelec	E-Bike
Motorleistung	250 W	500 W	4 000 W ¹⁷²
Unterstützung bis	25 km/h Tretabhängig	45 km/h Tretabhängig	45 km/h Tretunabhängig
Fahrzeugtyp	Fahrrad	Kleinkraftrad	Kleinkraftrad
Führerschein	Nein	Ja, Klasse AM	Ja, Klasse M
Helm	Empfohlen	Verpflichtend	Verpflichtend
Versicherung	Nein	Ja	Ja
Nutzung der Radverkehrsanlagen	Ja	Nein	Nein

¹⁷² E-Bikes können auch mit stärkeren Motoren ausgerüstet sein und somit eine höhere Leistung erzielen. Ist dies der Fall, werden sie als Kraftrad eingestuft.

Marktüberblick

Deutschland gehört zu einem der größten Absatzmärkte für E-Bikes in Europa. Der Markt entwickelt sich seit einigen Jahren dynamisch. Im Jahr 2019 wurden 1,3 Mio. E-Bikes in Deutschland verkauft (vgl. Abbildung 48). Dies entspricht einer Steigerung von 39 % im Vergleich zum Vorjahr und einem Anteil von 31,5 % bezogen auf die Gesamtanzahl verkaufter Fahrräder. Der Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) geht mittelfristig (fünf Jahre) von einem Verkaufsanteil der E-Bikes von 23 bis 25 % und langfristig (acht bis zehn Jahre) von 35 % aus.¹⁷³ Mit einem Bestand von ca. 5,4 Mio. elektrisch unterstützten Fahrrädern ergibt sich ein Anteil von 7,1 % am Gesamtbestand von Fahrrädern (75,9 Mio.) in Deutschland.¹⁷⁴

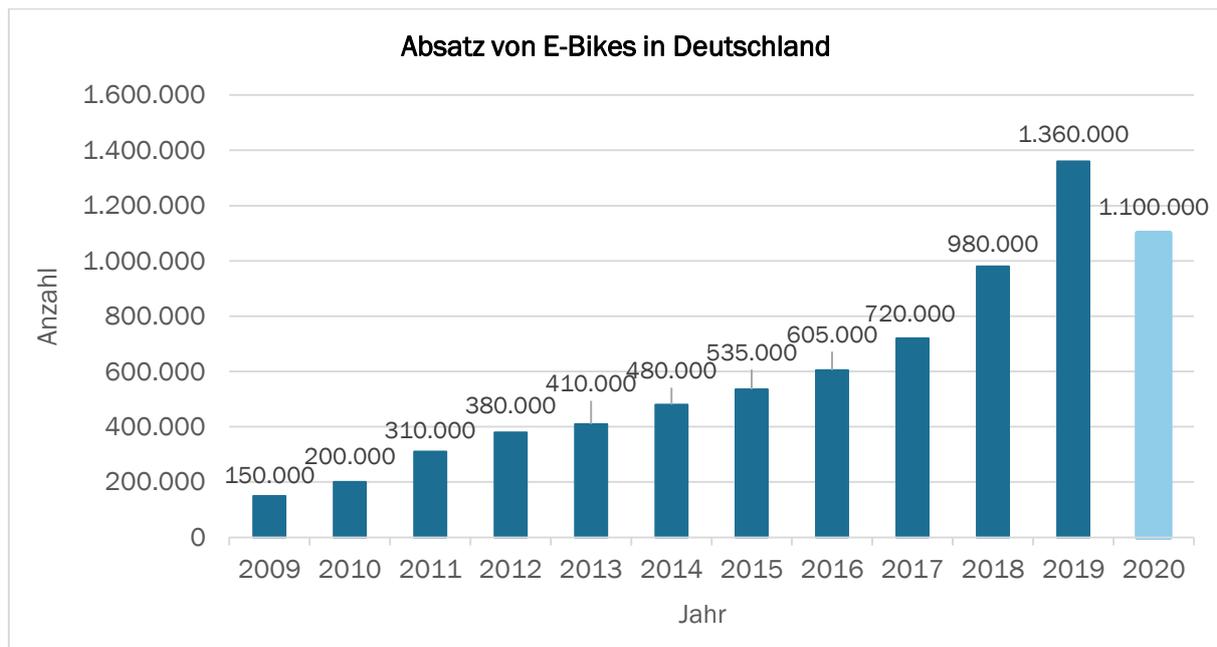


Abbildung 48: Absatz von E-Bikes in Deutschland (2009 bis 1. Halbjahr 2020)¹⁷⁵

Kosten

Der durchschnittliche Preis eines E-Bikes liegt bei rund 2 550 €, wobei diese i. d. R. zwischen 500 und 1 500 € teurer sind als Fahrräder ohne elektrischen Antrieb. Es sind auch günstige Modelle ab ca. 600 € am Markt verfügbar, wobei aufgrund der Lebensdauer und Verarbeitung eher zu einem teureren Pedelec gegriffen werden sollte. Der Trend geht auch zu den Premiummodellen mit Smartphone-Anbindung oder Bordcomputer. Die teuerste Komponente eines E-Bikes ist, wie auch beim E-Pkw, der Akku. Mit sinkenden Kosten für Lithium-Ionen-Batterien ist auch mit einer Kostenreduktion der E-Bikes zu rechnen.

Umweltwirkung

Die Umweltwirkung von E-Bikes ist deutlich geringer als die der Pkw. Bei einem E-Bike¹⁷⁶ ist mit einem CO₂-Ausstoß von etwa 0,864 kg pro 100 km für die Batterieproduktion und etwa 0,452 kg pro 100 km für die Ladung sowie einem Energieverbrauch von etwa 1 kWh auszugehen.¹⁷⁷ Ein E-

¹⁷³ Vgl. ZIV 2018

¹⁷⁴ Vgl. ZIV 2020

¹⁷⁵ Für 2020 nur Halbjahresdaten, vgl. ebd.

¹⁷⁶ Annahmen: Reichweite 30 km, Laufleistung 15 000 km

¹⁷⁷ Vgl. European Cyclists' Federation 2011

Pkw hingegen verbraucht ca. 16 kWh pro 100 km bei einem Ausstoß von ca. 15 kg CO₂ (Strommix) bzw. ca. 7 kg CO₂ (regenerative Energie) pro 100 km.¹⁷⁸ Bei einem konventionellen Pkw sind es 22,08 kg (Ottomotor) bzw. 19,14 kg (Dieselmotor) CO₂ pro 100 km. Im Vergleich zum konventionellen Fahrrad entstehen bei der Nutzung eines E-Bikes zwar mehr CO₂-Emissionen, diese Effekte sind jedoch durch die deutlich höhere Reduktion von Pkw-Fahrten vernachlässigbar.

Ladeinfrastruktur

Aktuelle Modelle E-Bike-Modelle weisen mit steigender Tendenz Reichweiten zwischen 80 und 150 km im Realbetrieb auf. Da wenige Nutzer diese Distanzen auf einer Strecke benötigen, ist öffentlich zugängliche LIS nicht zwingend erforderlich. Zudem ermöglichen die geringen Ladegeschwindigkeiten nur bei längeren Aufenthalten signifikante Reichweitengewinne. Des Weiteren bedingt ein Ladevorgang im öffentlichen Raum aufgrund spezifischer Systeme die Mitnahme des Ladegerätes. Aufgrund dessen Größe und Gewichts wird dieses nur selten von den Nutzern auf ausreichenden Streckenlängen mitgeführt. Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum unterliegen oft einer geringen oder nicht sachgerechten Nutzung. Beschädigungen sind verbreitet und entsprechen nicht einem angemessenen Verhältnis zum Nutzungsgrad. Sie stellen aus Marketingaspekten jedoch einen Anziehungspunkt für E-Bike-Nutzer dar.

10.1.2 Potentialanalyse

Anforderungen an die Radwegeinfrastruktur

Die Nutzung von (elektrischen) Fahrrädern bedingt eine attraktive Radwegeinfrastruktur und ein angemessenes Sicherheitsgefühl. Je unerfahrener die potentiellen Nutzer sind, desto höher sind die Hürden und damit die Ansprüche an die Radwegeinfrastruktur. Es muss dabei zwischen subjektiver Wahrnehmung und objektiver Situation unterschieden werden. Die subjektive Wahrnehmung führt zur Nutzung der E-Bikes oder verhindert diese. Insbesondere Sicherheitsaspekte werden deutlich schlechter wahrgenommen als die objektive Situation tatsächlich ist.

Durch die Nutzung von E-Bikes ergeben sich neue Anforderungen an die Radwegeinfrastruktur. Hierbei sind erhöhte Geschwindigkeiten, ältere Nutzer sowie geringere Fahrraderfahrungen als wichtige Aspekte zu berücksichtigen. Verkehrssichere Überholvorgänge von Radfahrern müssen möglich sein.¹⁷⁹ Befragte einer Studie gaben zu dem Punkt *Erschwerende Regelungen und Infrastrukturmerkmale* an, dass aufgrund des Gewichts und der Geschwindigkeit von E-Bikes die Oberflächenmängel der Fahrbahn den Fahrkomfort und die Sicherheit stark beeinflussen.¹⁸⁰ So sind eine entsprechende Breite der Fahrbahn, ein rutschfester Belag sowie weite Kurvenradien zu berücksichtigen, um die Streckenführungen nicht nur sicher, sondern auch attraktiv für die Bürgerinnen und Bürger zu gestalten. Die Beschilderung muss eine ausreichende Größe haben und frühzeitig erkennbar sein. Treppen und Absätze sollten vermieden werden bzw. müssen Alternativen zur Verfügung stehen, die kein Anheben der E-Bikes erfordern (z. B. Rampen, enge Kurven, starke Anstiege, Fahrstühle). Weitere Gefährdungen entstehen durch den Nachlauf des Motors beim Halten oder durch Bremsvorgänge auf nasser Fahrbahn.¹⁸¹ Dabei ist, bedingt durch das höhere Gewicht der E-Bikes, von einem größeren Verletzungspotential auszugehen.

Die Wahl der Radverkehrsführung bzw. die Vereinbarkeit von Rad- und Pkw-Verkehr hängt wesentlich von der Kfz-Belastung, der Geschwindigkeit sowie der Fahrbahnbreite ab. Grundsätzlich sollte

¹⁷⁸ Vgl. ADAC 2020a

¹⁷⁹ Vgl. BMVBS 2012

¹⁸⁰ Vgl. PGV-Alrutz/ IWU 2015

¹⁸¹ Vgl. ebd.

sich hierbei an den Richtlinien der technischen Regelwerke (Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt), Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)) orientiert werden. Die Anforderungen des technischen Regelwerks ERA sind für Fahrtgeschwindigkeiten bis 30 km/h konzipiert, jedoch bedürfen einige Anforderungen der kritischen Betrachtung. Der Sicherheitsabstand zu Gehwegen kann möglicherweise bei zukünftig steigendem E-Bike-Anteil und folglich höheren Geschwindigkeiten nicht mehr ausreichend sein. Zudem sollten auch Bremswege, besonders bei nasser Fahrbahn, kritisch hinterfragt werden. Grundsätzlich ergeben sich drei Führungsformen:

- Mischverkehr: Rad- und Pkw-Verkehr auf einer Fahrbahn
- Mischverkehr Teilseparation: durch Schutzstreifen, Gehweg für Radfahrer frei
- Trennung Rad- und Pkw-Verkehr: z. B. Radfahrstreifen, gemeinsamer Geh- und Radweg

Bei einer Fahrbahnbreite zwischen 6 und 7 m und Kfz-Belastungen von 400 Kfz/h gestaltet sich der Mischverkehr durchaus schwierig. Jedoch sind Überholvorgänge noch gestattet. Übersteigt die Kfz-Belastung 700 Kfz/h, dürfen Radfahrer nicht überholt werden. Ist die Straße mehr als 7,5 m breit, ist der Ausbau eines Schutzstreifens (mindestens 1,25 m, i. d. R. aber 1,5 m breit) denkbar und sollte geprüft werden.¹⁸² Radwege in Fußgängerbereichen sollten nur dann in Frage kommen, wenn kaum gemeinsamer Verkehr besteht. Fußgänger werden von Radfahrern verunsichert und teilweise auch gefährdet. E-Bike-Nutzer passen auch bei hohem Aufkommen von Fußgängern nicht immer ihre Fahrgeschwindigkeiten an und unterschätzen zudem Bremswege.¹⁸³

Anforderungen an Fahrradabstellplätze

E-Bikes sind heute in relevanter Anzahl verbreitet und können auf täglichen Wegen eingesetzt werden. Verhindert wird dies aktuell noch durch die geringe Anzahl an sicheren Abstellmöglichkeiten, insbesondere bei längeren Standzeiten. Aus diesem Grund besteht hier Handlungsbedarf, um die tägliche Nutzung von E-Bikes zu steigern.

Hinsichtlich der Flächenbereitstellung bestehen jedoch Herausforderungen. Hier muss progressiv vorgegangen werden. Abstellanlagen müssen sowohl am Wohnort und beim Arbeitgeber als auch an (halb-)öffentlichen Fahrtzielen mit längeren Standzeiten vorhanden sein. Im öffentlichen Bereich eignen sich besonders stark frequentierte Umstiegspunkte oder Pol bzw. PoS für die Errichtung von Abstellanlagen. Die Aufgabe der Kommunen besteht darin, geeignete Flächen zu ermitteln und diese zur Verfügung zu stellen. Der für die Fahrräder benötigte Platz sollte durch eine Reduktion der Pkw-Stellplätze erfolgen. Entfalten die E-Bikes ihre gewünschte Wirkung, fallen Pkw in ausreichender Anzahl weg. Bei Bautätigkeiten sollten die Bauherren im Rahmen der Kommunikation (Bauherrenmappe) für die Bereitstellung von entsprechenden Abstellanlagen sensibilisiert werden. So sollten die Kommunen des Landkreises Erlangen-Höchstadt die Anforderungen an Fahrradabstellplätze im privaten (und halböffentlichen) Bereich in den Stellplatzsatzungen festlegen.

Abstellmöglichkeiten für E-Bikes kommt aufgrund ihres Wertes, der überproportional wahrgenommenen Diebstahlwahrscheinlichkeit und des abnehmbaren Akkus eine hohe Relevanz zu. Sie sollten barrierefrei, diebstahl- und wettergeschützt sowie ggf. beleuchtet sein und insbesondere bei langen Standzeiten möglichst überwacht werden. Dafür eignen sich Abstellorte mit einzeln abschließbaren Fahrradboxen/ -käfigen deutlich besser als Fahrradbügel und werden von den meisten Nutzern präferiert. Das verwendete Material sollte Aufbruchversuchen standhalten können.

¹⁸² Vgl. FGSV 2010

¹⁸³ Vgl. PGV-Alrutz/ IWU 2015

Die Bereitstellung von LIS für die Akkus ist nur für den touristischen Bereich in Teilen interessant und sollte von der Gastronomie übernommen werden. Daher sind entsprechende Akteure durch den Landkreis Erlangen-Höchstadt und seine Kommunen dafür zu sensibilisieren.

Abbildung 48 auf der nachfolgenden Seite zeigt den Status Quo¹⁸⁴ der Radwegeverbindungen im Landkreis Erlangen-Höchstadt. Insgesamt zeichnet sich der Landkreis durch ein zufriedenstellendes Netz an Radwegeverbindungen aus. Es wird deutlich, dass insbesondere im Umfeld der größeren Kommunen ausreichende Verbindungen zu den umliegenden Kommunen vorhanden sind. Als Beispiel ist hier die Stadt Höchstadt an der Aisch zu nennen, die sowohl über lokale als auch über regionale Radwege bspw. mit den Gemeinden Adelsdorf, Lonnerstadt und Gremsdorf verbunden ist. Auch die Stadt Herzogenaurach und deren Umfeld ist hinsichtlich des Radwegenetzes gut erschlossen.

In den ländlichen Regionen des Landkreises ist das Netz der Radwegeverbindungen vergleichsweise dünn. So sind bspw. zwischen Weisendorf und den südlich gelegenen Kommunen, wie Aurachtal und Herzogenaurach, keine ausreichenden Radwegeverbindungen vorhanden. Auch die Radverkehrsverbindung des im Nordwesten des Landkreises gelegenen Marktes Vestenbergsgreuth in die umliegenden Kommunen lässt sich als vergleichsweise schlecht beurteilen. Aufgrund der relativ geringen Siedlungsdichte in ländlichen Regionen ist es schwierig, ein flächendeckend attraktives ÖPNV-Angebot sicherzustellen. In diesem Kontext gewinnt das Fahrrad oft an Bedeutung. Dies sichert eine individuelle, unabhängige Mobilität für junge Bevölkerungsgruppen ohne privaten Pkw sowie für ältere Personen.

Im Fahrradklima-Test des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs e. V. (ADFC) wird die Bevölkerung im Abstand von zwei Jahren zur Situation des Radverkehrs vor Ort befragt. Für die Kommunen des Landkreises Erlangen-Höchstadt liegen für das Jahr 2018 keine Ergebnisse vor. Lediglich die unmittelbar angrenzende Stadt Erlangen wurde erfasst und schnitt mit einer Bewertung von 3,4 im Vergleich zu anderen Städten der gleichen Größenklasse¹⁸⁵ mit einer durchschnittlichen Bewertung von 4,1 sehr gut ab. Als positiv wurden insbesondere die Erreichbarkeit des Stadtzentrums und die Marketingmaßnahmen bezüglich des Radverkehrs bewertet. Als negative Aspekte wurden das Fehlen von öffentlichen Fahrrädern und Mitnahmemöglichkeiten im ÖV sowie der hohe Anteil des Fahrraddiebstahls genannt.¹⁸⁶ Im Herbst 2020 lief erneut eine Umfrage zum großen ADFC-Fahrradklima-Test. Die Ergebnisse werden im Frühjahr 2021 auf den Seiten des ADFC veröffentlicht.

Um den Radverkehr im Landkreis Erlangen-Höchstadt zu stärken, lässt der Landkreis derzeit ein Radverkehrskonzept erstellen, welches voraussichtlich im Frühjahr 2021 fertiggestellt wird. Hierbei sollte großer Wert auf die Bereitstellung eines zusammenhängenden Radverkehrsnetzes für den Alltagsverkehr gelegt werden, da dies für die Nutzung von E-Bikes im Landkreis unabdingbar ist. Es bedingt einen Gleichklang von einer attraktiven Radwegeinfrastruktur, einer sensibilisierten Bürgerschaft – insbesondere bezüglich einer gegenseitigen Rücksichtnahme im Verkehr zur Reduzierung von Sicherheitsbedenken – und einem attraktiven Angebot, um die Nutzung von (elektrischen) Fahrrädern langfristig zu stärken.

¹⁸⁴ Stand: Januar 2020

¹⁸⁵ Zwischen 100 000 und 200 000 Einwohner

¹⁸⁶ Vgl. ADFC 2018

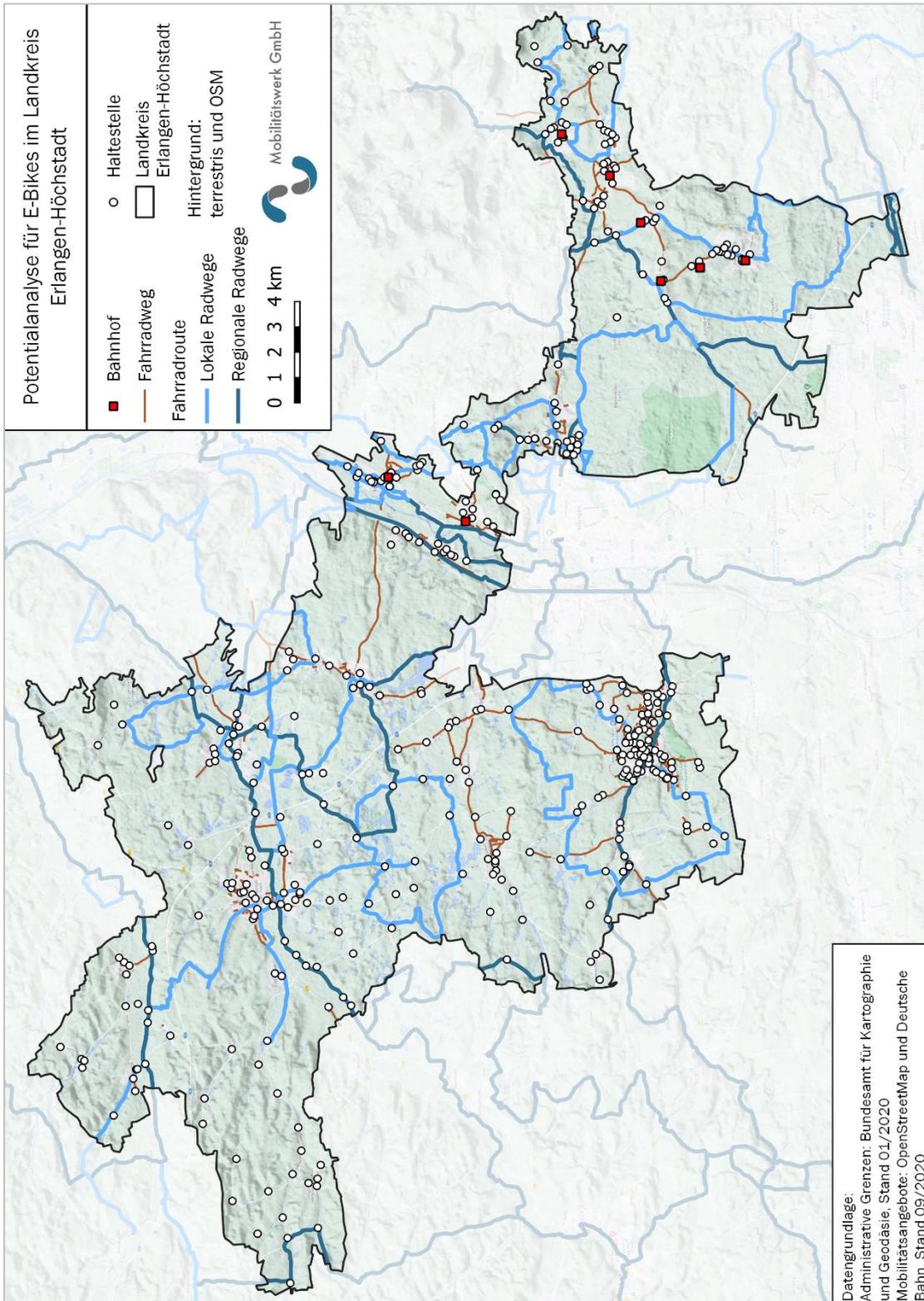


Abbildung 49: Potentialanalyse für E-Bikes im Landkreis Erlangen-Höchstadt

10.2 E-Scooter

Rechtliche Rahmenbedingungen

Seit Inkrafttreten der Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung (eKFV) am 15.06.2019 ist es rechtlich erlaubt, elektrische Kleinstfahrzeuge mit Lenk- oder Haltestange, so auch **E-Scooter**, im Verkehr zu führen. Grundsätzlich gilt, dass E-Scooter Radverkehrsanlagen (Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Radwege oder gemeinsame Geh- und Radwege) nutzen müssen. Sind diese nicht vorhanden, dürfen auch die Fahrbahn oder außerorts der Seitenstreifen genutzt werden. Das Fahren auf dem Gehweg, selbst bei ausgeschaltetem Motor, sowie das Mitnehmen weiterer Personen oder Gegenstände ist generell verboten. Die Straßenverkehrsbehörden können für das Befahren anderer Verkehrsflächen durch die Anordnung des entsprechenden Zusatzzeichens Ausnahmen für Einzelfälle zulassen (vgl. Abbildung 50).



Abbildung 50: Verkehrszusatzzeichen "Elektrokleinstfahrzeuge frei"

Generell dürfen E-Scooter ab einem Alter von 14 Jahren genutzt werden. Dementsprechend besteht keine Pflicht zur Vorlage eines Führerscheins oder einer Mofa-Prüfbescheinigung. In Deutschland werden lediglich E-Scooter zugelassen, die eine Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h und eine Leistungsbegrenzung von 500 W nicht überschreiten sowie diverse verkehrssicherheitsrechtliche Mindestanforderungen im Bereich von Brems- und Lichtsystemen, Fahrdynamik und elektrischer Sicherheit einhalten. Zur Einbindung in die Alltagswege ist es erlaubt, E-Scooter im ÖPNV zu befördern. Der Gesetzgeber kann die Verkehrsdienstleister allerdings nicht dazu verpflichten, da diese eigene Beförderungsbedingungen festlegen können. Allgemein gilt, dass die Sicherheit und Ordnung durch die Mitnahme nicht gefährdet und andere Fahrgäste nicht belästigt werden dürfen. Aus diesem Grund empfiehlt der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), E-Scooter zur Mitnahme im ÖPNV zuzulassen, wenn diese zusammenklappbar und nicht zu schwer sind.¹⁸⁷ Die am Straßenverkehr teilnehmenden E-Scooter unterliegen einer Versicherungspflicht. Aufgrund der baulichen Besonderheiten von Elektrokleinstfahrzeugen ist eine kleine Versicherungsplakette eingeführt worden. Zwar besteht keine Helmpflicht, das BMVI empfiehlt aber, wie auch im Radverkehr, das Tragen eines Schutzhelmes.

Potentiale

E-Scooter bieten insbesondere auf kurzen Strecken eine attraktive und abwechslungsreiche Alternative zu anderen Verkehrsmitteln und eignen sich ohne Probleme für das Erreichen von Zielen im nahen Umfeld. Je nach Standort wird ein E-Scooter zwischen eineinhalb- und fünfmal pro Tag ausgeliehen, wobei die durchschnittliche Streckenlänge zwischen 1,5 und 2,0 km liegt.¹⁸⁸ Aufgrund der durchschnittlich zurückgelegten Distanzen wird E-Scootern das Potential zugesprochen, als Zubringer operieren zu können. Nutzer können ihren Privat-Pkw stehen lassen und mittels E-Scooter

¹⁸⁷ Vgl. VDV 2016

¹⁸⁸ Vgl. civity Management Consultants GmbH & Co. KG 2019

öffentliche Verkehrsmittel erreichen.¹⁸⁹ Werden E-Scooter so in den städtischen Verkehr integriert, dass sie intermodal genutzt werden können, sind sie prädestiniert dafür, Herausforderungen auf der letzten Meile zu begegnen.¹⁹⁰ Ein weiterer Vorteil aus Sicht der Nutzer ist, dass insbesondere auf Wegen bis zu 3 km kaum Unterschiede in der Fahrzeit zwischen E-Scooter und Pkw bestehen.

Insbesondere für Touristen stellt das vergleichsweise neuartige Verkehrsmittel eine gute Möglichkeit zur Erkundung der Umgebung dar. So bieten E-Scooter die Möglichkeit, Ziele zu erreichen, die ggf. aufgrund eines langen Fußweges nicht anvisiert würden. Auch für Geschäfte und gastronomische Einrichtungen bieten E-Scooter Potentiale, um neue Kundengruppen zu gewinnen. Durch die wegfallende Parkplatzsuche sinkt die Hürde, spontan Geschäfte oder gastronomische Einrichtungen zu besuchen.

Durch ihren elektrischen Antrieb reduzieren E-Scooter Luft- und Lärmemissionen und sind per se energieeffizient. Dies liegt an ihrem geringen Eigengewicht und an dem elektrischen Antrieb, der sie lokal emissionsfrei fahren lässt. Für Distanzen von 2 km Länge benötigt ein E-Scooter rund 40 Mal weniger Energie als ein Verbrenner.¹⁹¹

Defizite

E-Scooter erfahren inzwischen auch reichlich Kritik. Durch die vielen Anbieter insbesondere in Großstädten gibt es immer mehr E-Scooter, die Anzahl der Nutzer und Buchungen bleibt jedoch in etwa gleich. Dies führt dazu, dass viele E-Scooter längere Zeit am Straßenrand stehen und von anderen Verkehrsteilnehmern als Belästigung empfunden werden. Zudem wird kundenseitig mit dem Mikromobilitätsdienst oftmals nicht sonderlich gut umgegangen, sodass die E-Scooter mitten auf Gehwegen oder in Fußgänger-Zonen liegen. Häufig existieren keine Konzepte für Abstellorte.

Ein weiterer Nachteil von E-Scootern liegt in dem vergleichsweise geringen Beitrag zur Mobilitäts- und Klimawende. E-Scooter weisen in der Nutzung als Sharing-Fahrzeuge deutlich geringere Lebensdauern auf als Privatfahrzeuge. Die Dauer der Nutzung hängt vom Ladeverhalten, von den Wetterverhältnissen und vom Umgang der Nutzer mit den E-Scootern ab. Zum einen liegt die insgesamt geringere Lebensdauer daran, dass E-Scooter oftmals nicht Wege des MIV, sondern des weitaus nachhaltigeren Fuß- oder Radverkehrs substituieren.¹⁹² Zum anderen fanden Forscher der University of North Carolina in einer Studie heraus, dass pro E-Scooter über den gesamten Lebenszyklus 202 g CO₂-Äquivalent pro Personenmeile (125 g pro km) emittiert werden. Zum Vergleich: ein normales Fahrrad weist lediglich 8 g CO₂-Äquivalent pro Personenmeile (5 g pro km) auf.

Für die Herstellung der Batterien fallen 50 % der Emissionen an. Dies deckt sich mit Erfahrungen der Herstellung von Pedelec-Akkus. Dabei werden zwischen 27,5 und 37,5 kg CO₂ emittiert. Problematisch hierbei ist, dass der Ort der Herstellung oftmals in China liegt und die dortigen Fabriken mittels Kohleenergie betrieben werden. 43 % der Emissionen pro Personenmeile sind auf die Juicer zurückzuführen. Diese sammeln nachts die leeren Scooter ein und laden sie wieder auf. Die dabei eingesetzten Transporter werden oftmals mit Diesel betrieben und der Strom, mit dem die Scooter geladen werden, stammt selten aus nachhaltigen Quellen. Die übrigen 7 % sind auf den Import und Unterhalt zurückzuführen. Für ihre Studien nahmen die Forscher eine Lebensdauer eines E-Scooters von 18 Monaten an.¹⁹³ Andere Studien zeigen, dass ein E-Scooter lediglich eine Nutzungsdauer

¹⁸⁹ Vgl. Köllner 2019

¹⁹⁰ Vgl. Edel 2019

¹⁹¹ Vgl. Agora Verkehrswende 2019b

¹⁹² Vgl. UBA 2020b

¹⁹³ Vgl. Hollingsworth et al. 2019

von zwischen einem und drei Monaten besitzt, was dazu führen würde, dass das CO₂-Äquivalent deutlich nach oben korrigiert werden müsste.

Ein weiterer Nachteil der E-Scooter ist das erhöhte Unfallrisiko. Von Januar bis März 2020 registrierte die Polizei in Deutschland 251 Unfälle im Zusammenhang mit E-Scootern.¹⁹⁴ Zwar liegt diese Zahl deutlich unter der für Unfälle mit Fahrradbeteiligung (ca. 12 700), jedoch ist das Fahrradverkehrsaufkommen in Deutschland auch um ein Vielfaches höher. Die Hauptgründe dafür werden in der fehlenden Helmpflicht, der Abstinenz von Blinkervorrichtungen sowie dem teilweise leichtsinnigen und gefährdenden Fahrverhalten einiger Nutzer gesehen.^{195, 196}

E-Scooter-Sharing in Deutschland

Durch die Zulassung von E-Scootern im Straßenverkehr im Jahr 2019 strömten viele Anbieter von Sharingsystemen auf den deutschen Markt. Der nachfolgenden Tabelle können die derzeit größten Anbieter des E-Scooter-Sharings auf den deutschen Straßen entnommen werden.

Tabelle 38: Anbieter des E-Scooter-Sharings in Deutschland im Vergleich

Anbieter	Anzahl von E-Scootern in ausgewählten Städten ¹⁹⁷	Preissetzung
Lime	Berlin: 6 597; Hamburg: 3 116; München: 2 274	Grundgebühr: 1 € 0,20-0,25 € pro Minute (standortabhängig) ¹⁹⁸
Tier	Berlin: 2 123; Hamburg: 1 616; München: 1 388	Grundgebühr: 1 € 0,15-0,19 € pro Minute (standortabhängig) ¹⁹⁹
Bird	Unbekannt	Grundgebühr: 1 € 0,20-0,25 € pro Minute (standortabhängig) ²⁰⁰
Voi	Berlin: 2 371; Hamburg: 2 743; München: 1 739	Keine Grundgebühr 0,19 € pro Minute ²⁰¹
Jump (Uber)	Unbekannt	Grundgebühr: 1 € 0,15-0,20 € pro Minute ²⁰²

10.3 (City-)Logistiklösungen

10.3.1 Grundlagen

Unter dem Begriff City-Logistik werden überbetriebliche Konzepte zur Bündelung des städtischen Güterverkehrs verstanden. Dabei sollen der Liefer- und Abholverkehr von Waren optimiert werden, um den Straßenverkehrs- und Parkraum durch Liefer- und Privatfahrzeuge zu entlasten. Da der

¹⁹⁴ Vgl. StBA 2020

¹⁹⁵ Vgl. ADAC 2019

¹⁹⁶ Vgl. Uluk et al. (2020)

¹⁹⁷ Vgl. civity Management Consultants GmbH & Co. KG 2019

¹⁹⁸ Vgl. Lime-Smartphone-App

¹⁹⁹ Vgl. TIER Mobility GmbH 2020

²⁰⁰ Vgl. Bird-Smartphone-App

²⁰¹ Vgl. Voi-Smartphone-App

²⁰² Vgl. Uber-Smartphone-App

Landkreis Erlangen-Höchstadt insgesamt eher dünn besiedelt bzw. ländlich geprägt ist, wird im weiteren Verlauf von **Logistiklösungen** gesprochen.²⁰³

Der Landkreis Erlangen-Höchstadt leidet aktuell weder an akuten Verkehrsproblemen noch unter Fahrverboten aufgrund von schlechter Luftqualität und hat damit keinen unmittelbaren Zeitdruck zur Etablierung von alternativen Logistikkonzepten. Da jedoch auch die Logistik einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der THG-Emissionen leisten kann und somit eine wichtige Rolle bei der Reduzierung der verkehrsbedingten Umweltbelastungen spielt, werden nachfolgend mögliche Maßnahmen zur Gestaltung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Logistik im ländlichen Raum vorgestellt.

Während in städtischen Regionen mit einer hohen Bevölkerungsdichte in der Vergangenheit insbesondere die zunehmende Verkehrsbelastung, das wachsende Sendungsvolumen und die verstärkten Auflagen zum Umweltschutz bezüglich der Logistik eine Rolle spielten, steht der ländliche Raum anderen Herausforderungen gegenüber. Hier haben Zeitverluste durch fehlende Halte- bzw. Ladeflächen und Stau, Lieferzeitbeschränkungen sowie ein hohes Verkehrsaufkommen eine geringere Bedeutung für Logistikunternehmen. Stattdessen bestehen meist große Entfernungen zwischen den einzelnen Sendungsempfängern, die für Kurier-, Express- und Paket-Dienste (KEP-Dienste) sehr herausfordernd sein können. Dabei spielt auch eine Rolle, dass jedes Lieferunternehmen nur einzelne, über die gesamte Region verteilte, Empfänger anfährt. So entstehen große Fahrtstrecken, die ökonomisch ineffizient sein können. Dieser Effekt wird durch notwendige Mehrfachzustellungen im Fall des Nichtantreffens von Sendungsempfängern verstärkt.

Aufgrund des starken Anstiegs des Online-Handels wird die Anzahl der zuzustellenden Sendungen durch KEP-Dienste in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Laut der KEP-Studie des Bundesverbands Paket und Expresslogistik (BIEK) von 2019 wird bis 2023 ein Sendungszuwachs von 4,7 % pro Jahr erwartet.²⁰⁴ In ländlichen Regionen kann dieser Effekt durch die parallel stattfindende Schließung kleiner Geschäfte aufgrund des häufig ausgeprägten Bevölkerungsrückgangs zusätzlich verstärkt werden. Für Deutschland prognostizierte der BIEK einen Anteil von 64 % für B2C-Sendungen²⁰⁵ an den gesamten nationalen Paketsendungen, während C2C-Sendungen²⁰⁶ ca. 5 % ausmachen und auf B2B-Sendungen²⁰⁷ voraussichtlich 31 % entfallen. Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, in dessen Zuge der Anteil der älteren an der Gesamtbevölkerung in den nächsten Jahrzehnten stark zunehmen wird, muss auch der damit verbundene, wachsende Anteil an Personen mit sinkender Mobilität und einem potentiell wachsenden Bedarf an gelieferten Waren berücksichtigt werden. Dem steigenden Sendungsaufkommen steht jedoch ein mittelfristiger Personalmangel bei den Paketdienstleistern gegenüber. Vor allem private Sendungsempfänger, die sich zu den üblichen Belieferungszeiten am Vormittag bis zum frühen Nachmittag oftmals am Arbeitsplatz aufhalten, wünschen sich flexiblere Möglichkeiten zur Annahme von Sendungen an anderen Orten oder zu selbst bestimmten Zeiten. Gewerbliche Sendungsempfänger dagegen sind zum Teil auf eine sehr zügige Lieferung am selben Tag (Same-Day-Delivery) angewiesen.

All diese Herausforderungen und damit verbundenen Zielvorstellungen der Akteure müssen berücksichtigt werden, wenn Maßnahmen zur Förderung einer emissionsarmen Logistik entwickelt und umgesetzt werden. Nachfolgend werden wichtige Ansätze zur Gestaltung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Logistik im Landkreis Erlangen-Höchstadt vorgestellt.

²⁰³ Ausnahme bilden hier insbesondere die Städte des Landkreises Erlangen-Höchstadt Baiersdorf, Herzogenaurach und Höchststadt an der Aisch.

²⁰⁴ Vgl. BIEK 2019

²⁰⁵ B2C = Business-to-Consumer, Geschäftsbeziehung zwischen Unternehmen und Privatpersonen

²⁰⁶ C2C = Consumer-to-Consumer, Geschäftsbeziehung zwischen Privatpersonen (z. B. eBay)

²⁰⁷ B2B = Business-to-Business, Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen

Elektrifizierung der Lieferfahrzeuge

Um nahezu ohne Veränderungen der herkömmlichen Transportvorgänge Emissionen einzusparen, ist die Umstellung der Fahrzeugflotten von Logistikunternehmen auf Elektrofahrzeuge eine sinnvolle Lösung. Konventionell betriebene Lieferfahrzeuge eignen sich dafür aufgrund der gut planbaren Routen sowie der geringen täglichen Fahrleistung bei gleichzeitig vielen Stopps. So setzt z. B. die Deutsche Post bereits in vielen Kommunen den eigens entwickelten Elektrotransporter „Street-Scooter“ ein.²⁰⁸ Mittlerweile sind zahlreiche elektrische Transporter-Modelle am Markt verfügbar, die jedoch im Vergleich zu konventionellen Modellen hohe Investitionskosten aufweisen. Eine vollständige Elektrifizierung des Fuhrparks scheint daher unter Berücksichtigung der aktuell marktüblichen Preise aus wirtschaftlicher Sicht unrentabel. Auch die geringere Frachtkapazität von Elektrofahrzeugen muss berücksichtigt werden.

Konsolidierte Zustellung

Viele Streckenabschnitte werden täglich mehrfach durch Fahrzeuge verschiedener Lieferdienste befahren, obwohl das Gesamtaufkommen an zuzustellenden Sendungen gerade im ländlichen Raum durch eine einzige Tour bewältigt werden könnte. Daraus ergeben sich verschiedene Probleme, wie z. B. durch Lieferfahrzeuge blockierte Straßen und eine erhöhte Emissionsbilanz. Aufgrund des oftmals mangelnden Kooperationswillens konkurrierender Lieferdienste, die ihre eigenen Zustellprozesse zwar jeweils bestmöglich optimieren, aber aus ökonomischen Gründen nicht an einer Konsolidierung der Lieferungen interessiert sind, können potentielle Skalen- und Bündelungseffekte bislang nicht vollständig ausgenutzt werden. Demzufolge wird die theoretisch für das gesamte Sendungsaufkommen benötigte Fahrzeuganzahl überschritten.

Zur Bündelung von Zustellungen sind vorrangig folgende Varianten im Einsatz:

a) Paketshops

KEP-Dienste nutzen Paketshops, in die sich Kunden ihre Sendungen liefern lassen können, um sie flexibel abzuholen. Auch Retouren können dort abgegeben werden. Dabei kann es sich sowohl um reine Paketshops als auch um andere Geschäfte, wie z. B. Tankstellen, Bäckereien oder Kioske, handeln. Für die Betreiber von kleinen Geschäften ergibt sich dadurch ein Zusatzverdienst und durch mehr Laufkundschaft kann der Umsatz im Kernsortiment gesteigert werden. Kioske mit langen Öffnungszeiten sind für KEP-Dienstleister besonders attraktiv. Vor allem in Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen können Haltemöglichkeiten für Lieferfahrzeuge in der Nähe von Paketshops zur Verkehrsentslastung beitragen. Um Emissionen durch Anfahrtswege von Kunden zu Paketshops gering zu halten, sollte ein möglichst dichtes Netz dieser Shops vorhanden sein. Während Paketshops bislang i. d. R. nur mit einem Anbieter zusammenarbeiteten, wurde 2018 in Kooperation mit den KEP-Dienstleistern Hermes, DPD, GLS und UPS in einem Einkaufszentrum in Hamburg-Bergedorf der bundesweit erste anbieterneutrale Paketshop eröffnet, in dem zunächst bis zu 3 000 Kunden pro Monat bedient wurden.²⁰⁹ Der Betreiber des Einkaufszentrums stellte dafür ein Ladenlokal mietfrei zur Verfügung und hoffte neben positiven Umwelteffekten und einer verbesserten Verkehrssituation auf zusätzliche Kunden für die übrigen Geschäfte. Aufgrund des Erfolgs der Maßnahme bestanden Überlegungen zur Ausweitung des Angebots auf gewerbliche Kunden, wie Arztpraxen und Apotheken, die sich ebenfalls im Einkaufszentrum befinden und sowohl Lieferungen erhalten als auch versenden.

b) Paketstationen und private Paketkastenanlagen

²⁰⁸ Vgl. Henßler 2018

²⁰⁹ Vgl. ZEIT ONLINE GmbH 2018

Eine häufig verbreitete Maßnahme ist das Errichten von Paketstationen. Diese werden meist von einzelnen Paketdiensten an zentralen Standorten mit einem hohen Publikumsverkehr platziert. Empfänger können sich ihre Paketsendungen zu einer Paketstation ihrer Wahl schicken lassen und sie dort zu einem selbst gewählten Zeitpunkt abholen. Auch das Verschicken von (Rück-)Sendungen ist möglich. Daraus ergibt sich für die KEP-Dienste eine Einsparung der Zustell- und Abholfahrten. Als Nebeneffekt kann durch die Vermeidung von Haltevorgängen durch Lieferfahrzeuge in der zweiten Reihe eine Verbesserung des Verkehrsflusses erreicht werden. Paketstationen eignen sich insbesondere an zentralen Punkten oder an intermodalen Verknüpfungspunkten, die im alltäglichen Mobilitätsverhalten ohnehin aufgesucht werden, sowie in Wohngebieten, wo sie bspw. in Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft errichtet werden können. DHL betreibt dieses Konzept bereits erfolgreich seit einigen Jahren für die eigene Zustellung.²¹⁰ Als Gegenstück zu Paketstationen, die nur von jeweils einem Anbieter genutzt werden, hat sich das Unternehmen ParcelLock als Joint Venture von Hermes, DPD und GLS etabliert, welches anbieterneutrale Paketkästen in verschiedenen Größen anbietet. Die Spannweite reicht dabei von Paketkästen für Einfamilienhäuser bis hin zu solchen, die ähnlich zu den Paketstationen von DHL größere Einzugsbereiche, wie z. B. Wohngebiete, abdecken können.²¹¹

Arbeitsplatzbelieferung

Eine Ergänzung zu den zuvor erläuterten Maßnahmen stellt die Option der Arbeitsplatzbelieferung dar. Am Vormittag durchgeführte Zustellversuche von Sendungen an Privatadressen scheitern oftmals daran, dass Arbeitnehmer sich nicht an ihrem Wohnort, sondern am Arbeitsplatz aufhalten. Das Konzept der Arbeitsplatzbelieferung sieht vor, dass Arbeitnehmer private Pakete nicht nach Hause, sondern an ihren Arbeitsplatz bestellen und diese nach Dienstschluss selbst zum Wohnort transportieren. Für KEP-Dienste hat dies bei großen Arbeitgebern den Vorteil der Bündelung von Zustellungen und somit der Reduzierung der Fahrtstrecke, während zeitgleich aufgrund der garantierten Annahme am Arbeitsplatz die Anzahl zusätzlicher Zustellfahrten sinkt. Für die Empfänger liegt der Vorteil darin, dass diese die Sendungen sicher an den Arbeitsplatz geliefert bekommen, wodurch keine Möglichkeit des „Verpassens“ der Sendung besteht. Für die Arbeitgeber wiederum stellt dieses Konzept eine zusätzliche Leistung für die Beschäftigten dar, die mit geringem Aufwand die Attraktivität des Arbeitsplatzes erhöht. Dass der Bedarf an einer solchen Zustellform existiert, belegt eine Umfrage der PricewaterhouseCoopers GmbH (PwC) nach welcher 60 % der befragten Berufstätigen einen solchen Service gern nutzen würden. 12 % der Befragten könnten sich zudem vorstellen, für diesen Service ein geringes Entgelt zu entrichten.²¹² Die Umsetzung der Arbeitsplatzbelieferung erfordert bei den Unternehmen jedoch eine interne Distribution. Diese kann entweder individuell entworfen und etabliert oder es kann ein externer Dienstleister hinzugezogen werden. Diesbezüglich gibt es bereits Start-Up-Unternehmen auf dem Markt, welche die entsprechende Software mit Smartphone-App für Arbeitgeber und Arbeitnehmer zur Verfügung stellen und die Beschäftigten schulen.²¹³ Das Unternehmen Pakadoo wurde 2018 für seine Packstation, die in die Poststelle eines Unternehmens integriert ist, mit dem Nachhaltigkeitsaward der Bundesvereinigung Logistik (BVL) ausgezeichnet.²¹⁴ Hierbei werden Beschäftigte geschult, um den Eingang der privaten Arbeitnehmersendungen korrekt und effizient handzuhaben. Somit sind lediglich Lizenzgebühren für die Software zu entrichten.²¹⁵ Im Praxisbetrieb hat sich bisher ein Schnitt von 0,5 Paketen pro Arbeitnehmer und Monat eingependelt. Da die Arbeitnehmer die Pakete nicht an den Platz

²¹⁰ Vgl. DHL 2019

²¹¹ Vgl. ParcelLock 2019

²¹² Vgl. Prümm et al. 2017

²¹³ Vgl. Pakadoo 2020a

²¹⁴ Vgl. Pakadoo 2020b

²¹⁵ Vgl. Pakadoo 2020a

geliefert bekommen, sondern diese selbst an einem Punkt abholen, ergibt sich für das Unternehmen kein Mehrbedarf an Personal.²¹⁶ Die positiven Auswirkungen dieses Konzeptes in Bezug auf die Verkehrsreduktion hängen von der Unternehmensgröße ab. Die Robert Bosch GmbH empfindet die Arbeitsplatzbelieferung für die Beschäftigten als Social Benefit, Zeitgewinn in der Freizeit und Mittel zur Einsparung von Emissionen.²¹⁷ Seit 2017 nutzt das Unternehmen am Standort Reutlingen den Service von Pakadoo. Dafür wurde von Pakadoo ein Paketschrank bereitgestellt, der von allen Lieferdiensten beliefert werden kann und für die Beschäftigten zur Abholung von Paketen zwischen 5:00 und 23:00 Uhr zur Verfügung steht.

Kombinierter Transport von Personen und Gütern

Insbesondere in ländlichen Regionen besteht ein großes Potential darin, Synergien zwischen dem Personentransport durch den ÖPNV und dem Gütertransport mit Lieferfahrzeugen zu nutzen, indem vorhandene Ressourcen und Kapazitäten gebündelt und Leerfahrten reduziert werden. Von 2012 bis 2014 wurde in der Uckermark das Modellprojekt KombiBus durchgeführt, bei dem im regulären ÖPNV-Linienverkehr neben der Beförderung von Fahrgästen auch Waren von bis zu 200 kg pro Fahrt transportiert wurden. Das Ziel dabei war es, in dem dünn besiedelten Landkreis sowohl die Nahversorgung als auch die Auslastung und Rentabilität des ÖPNV zu verbessern. Seit dem Ende der Projektlaufzeit wird das Modell KombiBus im Regelbetrieb weitergeführt.²¹⁸ Aufgrund des Erfolgs im Landkreis Uckermark fördert das Land Brandenburg seit 2016 die Übertragung des KombiBus-Prinzips mit maximal 70 000 €. ²¹⁹

Unternehmen, die das Angebot KombiBus nutzen, sind vorrangig Erzeuger von regionalen Produktionen, kleinere Lebensmittelgeschäfte und Gastronomiebetriebe, für deren geringe Warenmengen ein Transport mit großen Logistikunternehmen nicht ökonomisch sinnvoll ist. Die Handelskette Q-Regio bspw. lässt seit 2012 drei Läden in der Uckermark durch den KombiBus beliefern. Vom Oder-Center in Schwedt können Kunden ihre Einkäufe bis zu einer Abholstation oder Wunschhaltestelle liefern lassen.²²⁰ Auch Touristikbetriebe können den KombiBus nutzen, um z. B. Gepäck oder Mietfahräder zurück zur Ausleihstation transportieren zu lassen.²²¹ Unternehmen, die Material zwischen verschiedenen Standorten austauschen müssen, können den Service ebenfalls nutzen. In Hochflur-Bussen wird der Kofferraum als Stauraum genutzt, in Niederflurbussen sind absperrbare Regale eine Option. Auch Systeme, bei denen Anhänger mit größeren Warenmengen zum Einsatz kommen, wurden getestet.²²² Durch die Taktung der Linienbusse erreichen Lieferungen in der Uckermark innerhalb von maximal vier Stunden ihr Ziel. Im Zeitraum von 2012 bis 2018 lag die Zahl der Versender pro Jahr zwischen drei und zwölf, es wurden jährlich 108 bis 588 Touren gefahren, 3 605 bis 11 692 kg Waren transportiert und ein Umsatz zwischen 2 450 und 8 456 € generiert.²²³ Für den Warentransport gelten Standardpreise, die sich nach dem beförderten Gesamtgewicht und nach der Strecke richten.²²⁴

Für Produzenten und sonstige Betriebe bietet der KombiBus eine Möglichkeit, Produkte, Waren oder touristisches Gepäck kostengünstig, umweltschonend und am gleichen Tag zwischen zwei Haltestellen zu versenden. Durch die Sicherung der ÖPNV-Anbindung am Unternehmensstandort kann zusätzlich im Sinne des betrieblichen Mobilitätsmanagements der Zugang zu Fachkräften

²¹⁶ Vgl. ebd.

²¹⁷ Vgl. Pakadoo 2020b

²¹⁸ Vgl. UVG 2020

²¹⁹ Vgl. MIL 2018

²²⁰ Vgl. UVG 2019a

²²¹ Vgl. Center für Sustainability Management 2014

²²² Vgl. mittelbayerische.de 2017

²²³ Vgl. UVG 2019a

²²⁴ Vgl. UVG 2019b

gewährleistet werden. Auch für KEP-Dienste kann sich die Beteiligung am Projekt lohnen, indem Sendungen für abgelegene Kommunen an den KombiBus übergeben und z. B. an der Endhaltestelle in Paketstationen oder Paketshops deponiert werden.

Mikrohubs und Lastenräder auf der letzten Meile

In Gebieten mit wenig Platz, Lieferzonen etc. bietet sich die Errichtung von Mikro-Hubs an. Dabei handelt es sich um Flächen mit Lagermöglichkeiten (z. B. Container), die von Lieferdiensten genutzt werden können, um Sendungen für den Transport auf der letzten Meile von einem größeren Transportfahrzeug auf kleinere Fahrzeuge umzuschlagen. Dabei hat sich in zahlreichen Modellprojekten insbesondere die Nutzung von (E-)Lastenrädern für die Endzustellung zum Sendungsempfänger bewährt. Durch die Zustellung mit Lastenrädern wird das Halten in zweiter Reihe verringert und die daraus resultierenden Verkehrsbehinderungen nehmen ab. Zwar sind die Ladekapazitäten von Lastenrädern geringer als die von konventionellen Transportern²²⁵, jedoch können Lastenräder aufgrund des kleinen Einsatzgebietes (idealer Umkreis: 2-3 km) mehrfach zum Mikro-Hub zurückkehren, um nachzuladen. Bei einem solchen Konzept ist zu beachten, dass der Zustellzeitraum ggf. verlängert werden muss, um die Zustellung mittels Lastenrädern ohne zu viel neues Personal durchzuführen.²²⁶ Je nach Konzeptionierung ist der Mehrbedarf an Personal jedoch nicht übermäßig groß. Bei verschiedenen Pilotprojekten, u. a. in Nürnberg und Stuttgart, festigte sich die Prognose, dass pro ersetzttem Transporter 1,1-1,3 Lastenräder verwendet werden müssen.²²⁷ Zudem muss dennoch ein konventioneller oder elektrifizierter Transporter für Sendungen, welche zu groß oder zu schwer für die Belieferung mit einem Lastenrad sind, vorgehalten werden. Die Entwicklung von Lastenrädern für Gewerbetransporte ist jedoch inzwischen fortgeschritten und zahlreiche Modelle mit verschiedensten Aufbauten sind verfügbar, die eine hohe Zuladung ermöglichen.²²⁸ Die größten in Deutschland tätigen KEP-Dienste (DHL, DPD, Hermes, UPS, GLS) führten bereits Pilotprojekte auf Basis des Mikro-Hub-Konzepts durch und halten dieses in Innenstädten auch für vielversprechend.²²⁹ Daraus lässt sich schließen, dass die Kombination aus Mikro-Hubs und Lastenrädern auf der letzten Meile nach und nach, insbesondere in Gebieten mit einer verschärften Emissions- und Verkehrssituation, zum Einsatz kommen wird. Lieferdienste, die an einer Auslieferung von Sendungen mit Lastenrädern interessiert sind, sollten prüfen, ob sie die Voraussetzungen für die Förderung von E-Schwerlastenfahrrädern des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) erfüllen.²³⁰ Seit 2018 wird die Anschaffung mit 30 % der Anschaffungskosten, aber maximal 2 500 € pro Lastenrad gefördert. Der maximale Förderbetrag liegt bei 12 500 €. Die Förderung im Rahmen der "Kleinserien-Richtlinie" läuft noch bis zum 28.02.2021.

System zur Lastenradbelieferung von lokalen Einzelhändlern

Insbesondere seit Beginn der Covid-19-Pandemie, die teilweise mit Geschäftsschließungen und Ausgangsbeschränkungen verbunden ist, entstehen in zahlreichen Kommunen Lieferkonzepte, welche die händlerübergreifende Belieferung mit (elektrischen) Lastenrädern oder anderen Kleinfahrzeugen vorsehen, um Waren im Stadtgebiet zu vertreiben. Dadurch sollten einerseits Einzelhändler mit regionalen Waren gestärkt und Steuereinnahmen vor Ort generiert werden. Andererseits wird durch kurze Lieferwege lokal produzierter oder vertriebener Produkte, die Entlastung der KEP-Dienste durch weniger Online-Bestellungen und das Einsparen von Fahrten von Kunden zu

²²⁵ Ein Sprinter mit 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht und einem Ladevolumen von 14 m³ transportiert die Fracht von 15 bis 20 Lastenrädern.

²²⁶ Vgl. Stuttgart 2015

²²⁷ Vgl. Reichel 2017

²²⁸ Vgl. Electric Bike Solutions GmbH 2020

²²⁹ Vgl. Nallinger 2018

²³⁰ Vgl. BAFA 2018

Geschäften mit motorisierten Fahrzeugen ein Beitrag zur Reduzierung der verkehrsbedingten Emissionen geleistet. Als Nebeneffekt trägt diese Maßnahme zu einem positiven Image bei.

Mittlerweile gibt es zahlreiche erfolgreiche Modellprojekte in diesem Bereich. In der Stadt Erlangen wurde im Oktober 2020 durch den City Management Erlangen e. V. in Kooperation mit einem lokalen Dienstleister ein Lieferservice für den lokalen Einzelhandel eingeführt.²³¹ Finanziert wird der Service durch ein Sonderprogramm der Stadt Erlangen zur Stärkung der Erlanger Gewerbetreibenden. Geliefert wird von Montag bis Freitag zwischen 10:00 und 14:00 Uhr mit einem E-Lastenrad. Die Waren werden durch den Kunden beim Einzelhändler bestellt. Die Belieferung ist bis auf Weiteres kostenlos und erfolgt in einem festgelegten Liefergebiet. Lebensmittelfilialen und gastronomische Angebote sind vom Lieferservice ausgeschlossen.

In der Stadt Sonthofen betreibt der Anbieter Vu-Do einen klimaneutralen Lieferdienst mit Fahrrädern und Lastenrädern.²³² Mit Bestellungen bei Einzelhändlern vor Ort bleiben die Kaufkraft und Steuereinnahmen in der Stadt und die Umwelt wird entlastet. Außerdem werden weitere Leistungen, wie z. B. Expressfahrten, Medikamentenzustellungen und Postfachleerungen angeboten. Die Liefergebühr ist abhängig vom Gewicht und Wohnort des Empfängers. Die Bezahlung und der Versand der Waren werden individuell mit den Händlern geregelt.

In der Stadt Eberswalde gibt es seit November 2020 einen Lieferservice für Personen, die ihre Wohnung nicht verlassen können.²³³ Die Bestellungen werden per Telefon aufgegeben, bevor die Einkäufe durch Freiwillige erledigt und mit Lastenrädern von Montag bis Donnerstag ausgeliefert werden. Die Zustellung erfolgt im Umkreis von 5-15 km. Vorzugsweise werden für die Einkäufe Geschäfte mit regionalem Sortiment besucht, aber auch andere Läden werden bei Bedarf angefahren. Gefördert wird das Projekt durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) Neben dem Lastenrad-Lieferservice stehen in Eberswalde an vier Geschäften Lastenräder zum Verleih zur Verfügung.

Bislang haben sich derartige Lieferdienste hauptsächlich in (größeren) Städten etabliert. Dennoch ist die Einführung im Landkreis Erlangen-Höchstadt denkbar und sollte geprüft werden. Großes Potential besteht in den Städten Baiersdorf, Herzogenaurach und Höchstadt an der Aisch sowie in den größeren Märkten und Gemeinden mit lokalen Einzelhändlern. Die Initiative für einen lokalen Lieferdienst kann von einer Gemeinschaft der Einzelhändler ausgehen, aber auch von der Wirtschaftsförderung. Der Landkreis (und seine Kommunen) sollten in jedem Fall eine koordinierende Rolle einnehmen und in der Testphase bei der Finanzierung und langfristig beim Marketing unterstützen. Anstatt eines täglichen Lieferangebots in einer einzelnen Kommune ist auch zu prüfen, ob unter der Woche an einzelnen Wochentagen z. B. die Belieferung in einer Kommune und an anderen Tagen in einer anderen Gemeinde erfolgen kann, um für den Betreiber des Lieferdienstes eine Wirtschaftlichkeit zu ermöglichen.

Bei der Entwicklung eines emissionsarmen Lieferdienstes für lokale Händler können die nachfolgenden Leitfragen genutzt werden, um die Rahmenbedingungen zu klären:

²³¹ Vgl. Erlanger Tourismus und Marketing Verein e. V. 2020

²³² Vgl. Vu-Do.de o. J.

²³³ Vgl. HEBEWERK e. V. 2020

Tabelle 39: Leitfragen zur Entwicklung eines lokalen Lieferangebots

Betreiber	Wer kann der Betreiber des Lieferdienstes sein?
Bestellung	Soll es einen Online-Marktplatz für alle beteiligten Händler geben oder werden die Transportaufträge separat durch den Händler an den Lieferdienst gemeldet?
Anschubfinanzierung	Kann die Wirtschaftsförderung einen Zuschuss für die Etablierung des Angebots leisten? Können Fördergelder in Anspruch genommen werden? Können ggf. lokale Fahrradhändler, andere Unternehmen oder Vereine geeignete Fahrzeuge zur Verfügung stellen?
Kosten für Lieferservice	Zahlen die Kunden eine Servicepauschale pro Lieferung oder erfolgt die Finanzierung durch Landkreis/ Stadt/ Gemeinde/ Händler?
Art der Waren	Wird der Lebensmitteleinzelhandel in den Lieferdienst integriert oder davon ausgeschlossen?
Zwischenlager	Ist die Einrichtung eines Logistikhubs auf einer Ladenfläche oder einem Stellplatz notwendig, zu dem die Waren durch die Händler angeliefert werden, oder erfolgt die Abholung der Waren durch den Lieferdienst direkt bei den Händlern?
Zeitfenster für Belieferung	Erfolgt die Lieferung an jedem Wochentag oder nur an ausgewählten Tagen mit festgelegten Lieferzeiträumen?
Lieferradius	Wie groß ist das Liefergebiet? Werden Lieferungen außerhalb dieses Gebietes ggf. gegen eine zusätzliche Gebühr angeboten?
Ankernutzer	Welche gewerblichen Unternehmen können als Ankernutzer des Lieferdienstes auftreten?

10.3.2 Handlungsempfehlungen

In einem Workshop mit Vertretern des Landkreises Erlangen-Höchstadt und seiner Kommunen sowie mit regional ansässigen Unternehmen aus den Bereichen Nahversorgung und Mobilität wurden verschiedene Logistiklösungen für den Landkreis diskutiert. Die aufgenommenen Ideen und Impulse wurden bei der Entwicklung der nachfolgenden Handlungsempfehlungen berücksichtigt.

Elektrifizierung der Lieferfahrzeuge

Im Landkreis Erlangen-Höchstadt sollte die Elektrifizierung von Lieferfahrzeugen angestrebt werden. Der Landkreis und seine Kommunen sollten in diesem Zusammenhang prüfen, ob sich regulatorische Beschränkungen (z. B. Zufahrtsbeschränkungen für Verbrennerfahrzeuge, ausgedehnte Lieferzeiten beim Einsatz von Elektrofahrzeugen, vergünstigte Lademöglichkeiten, finanzielle Förderung) vor Ort eignen, um die Elektromobilität für KEP-Dienste attraktiver zu gestalten. Zudem kann die Schaffung eines Akteursnetzwerkes zur Vernetzung von Lieferdiensten beitragen. Durch einen regelmäßigen Austausch können Erfahrungen im Zusammenhang mit der Elektromobilität geteilt und Vorurteile abgebaut werden. Lieferdienste sollten zunächst ihren Bedarf in Bezug auf Fahrzeugmodelle (z. B. Reichweite, Volumen, Aufbauarten) klären und Möglichkeiten zur Unterstützung durch Fördermittel prüfen. Des Weiteren müssen Liefergebiete und Routen identifiziert werden, für die sich Elektrofahrzeuge besonders eignen.

Konsolidierte Zustellung

Der Landkreis Erlangen-Höchstadt und seine Kommunen können durch das Bereitstellen von Flächen für das Umverteilen von Sendungen Anreize für konsolidierte Zustellungen schaffen. Die einzelnen Lieferdienste sollten jeweils Gebiete identifizieren, in denen die Auslieferung von Sendungen aufgrund von geringen Stückzahlen oder großen Entfernungen ökonomisch ineffizient ist. In

Zusammenarbeit mit anderen Lieferdiensten kann schließlich ermittelt werden, ob eine Konsolidierung möglich und sinnvoll ist. Die Anzahl der benötigten Zustellversuche für Sendungen ist für Lieferdienste elementar, um ökonomisch effizient zu arbeiten. Die gebündelte Zustellung von Sendungen an zentralen Orten führt seitens der KEP-Dienste zu einer Verringerung der Gesamtstrecke und dadurch zur Reduzierung der Emissionen. Auch Personal wird eingespart.

In Zusammenarbeit mit den KEP-Diensten sollte geprüft werden, in welchen Kommunen des Landkreises das bisherige Netz an Paketshops weiter ausgebaut werden kann. Insbesondere in ländlichen Gebieten, in denen kleinere Geschäfte in starker Konkurrenz zu größeren Läden in angrenzenden Kommunen stehen, stellen Kooperationen mit einem Paketdienst eine Chance für Ladeninhaber dar, um eigene Ausgaben zu decken und gleichzeitig (neue) Kunden anzuziehen. Zudem sind Paketshops für KEP-Dienste die schnellste Möglichkeit, um größere Paketmengen auszuliefern und Retouren aufzunehmen. Vom Landkreis und/oder seinen Kommunen organisierte Informationsveranstaltungen zur Vernetzung von KEP-Diensten und Ladeninhabern können dazu beitragen, dass weitere Kooperationen in Form von Paketshops entstehen. Kommunen mit eigenen Stellflächen oder Inhaber von Einkaufszentren mit freien Ladenflächen sollten prüfen, ob Flächen für anbieterneutrale Paketshops bereitgestellt werden können.

Ganztägig nutzbare Paketstationen bieten sich insbesondere in Kommunen an, in denen wenige Geschäfte vorhanden sind oder diese eingeschränkte Öffnungszeiten haben. Sie sollten an stark frequentierten Orten, wie z. B. Lebensmittelgeschäften, platziert werden. Dafür sind Absprachen zwischen Kommunen und Einzelhandelsgeschäften notwendig. Bei allen Paketshops und Paketstationen sollte nach Möglichkeit eine Ladezone für Lieferdienste eingeplant werden, um Verkehrsbehinderungen zu vermeiden.

Arbeitsplatzbelieferung

Vom Landkreis Erlangen-Höchstadt sollte die Initiative ausgehen, dass Unternehmen auf die Möglichkeiten einer modernen Arbeitsplatzbelieferung hingewiesen werden. Dafür bietet sich eine vom Landkreis und/oder seinen Kommunen organisierte Informationsveranstaltung mit einem Anbieter von entsprechenden Systemlösungen für ansässige Unternehmen an.

Kombinierter Transport von Personen und Gütern

Durch die Einrichtung eines KombiBus-Modells im Landkreis Erlangen-Höchstadt kann ein wichtiger Beitrag zur Stabilisierung des bestehenden Fahrplanangebots des ÖPNV geleistet werden, da zusätzliche Einnahmen generiert werden und somit eine Effizienzsteigerung des ÖPNV stattfindet. Gleichzeitig werden ungenutzte Frachtfächen in Kofferräumen von Bussen genutzt und die regionale Nahversorgung wird gefördert. Durch die Einsparung von Lieferdienstfahrten wird zudem ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung der Emissionen geleistet.

Der Landkreis Erlangen-Höchstadt sollte in Zusammenarbeit mit der VGN GmbH prüfen, ob sich das KombiBus-Prinzip für den Landkreis eignet und mit den vorhandenen Fahrzeugen theoretisch umsetzbar ist. Insbesondere Buslinien mit einer geringen Auslastung sollten dabei in die Betrachtung einbezogen werden. Die Möglichkeit einer Sondergenehmigung zur Beförderung von Fracht im Personenverkehr muss vom Landkreis geprüft werden. Zur Prüfung der potentiellen ökonomischen Effizienz sowie notwendiger Um- oder Aufbauten der Fahrzeugflotte wird eine Kontaktaufnahme mit der Uckermärkischen Verkehrsgesellschaft mbH (UVG) empfohlen, um von den Erfahrungen mit dem KombiBus-Prinzip zu profitieren. Die kombiBUS-Gruppe, die sich aus Experten der Interlink GmbH, der Fahrplangesellschaft B&B mbH sowie des raumkom-Instituts zusammensetzt, hat sich darauf spezialisiert, KombiBus-Projekte zu betreuen. Dafür werden Machbarkeitsanalysen

durchgeführt und darauf aufbauende Konzepte für die Planung und Durchführung entwickelt.²³⁴ Eine gemeinsame Marketingstrategie des Landkreises Erlangen-Höchstadt, der VGN GmbH sowie der teilnehmenden Unternehmen ist zu empfehlen. Dabei können z. B. die regionale Wertschöpfung, die Absicherung der Nahversorgung und der Beitrag zum Klimaschutz im Fokus stehen.

Mikrohubs und Lastenräder auf der letzten Meile

Im Workshop hat sich großes Interesse an der Lastenradbelieferung im Landkreis Erlangen-Höchstadt herausgestellt. Folgende Impulse gab es diesbezüglich seitens der Teilnehmenden:

Lastenradbelieferung im Landkreis Erlangen-Höchstadt
Bisher sind Lastenräder im öffentlichen Raum kaum verbreitet, werden zur Privatnutzung jedoch immer stärker nachgefragt . Es gibt bereits eine kumulierbare Förderung für Lastenräder durch den Landkreis Erlangen-Höchstadt und die Stadt Herzogenaurach.
Die Lastenradbelieferung durch KEP-Dienste ist in kleineren Gemeinden i. d. R. weniger gut geeignet , da bei der Anlieferung mit einem größeren Lieferfahrzeug bis zu einem Logistik-Hub ein weiterer Umladevorgang erfolgen müsste. Dieses Vorgehen würde sich eher in städtischen Gebieten mit einem großen Sendungsaufkommen und einer hohen Empfängerichte, aber auch in dichten Eigenheimsiedlungen mit schmalen Straßen, lohnen.
Es wird ein Potential für den Einsatz von Lastenrädern zur Lebensmittelbelieferung durch Supermärkte gesehen. Bislang liefern diese häufig mit Verbrennerfahrzeugen oder Privatpersonen holen die bereits bereitgestellten Einkäufe mit dem eigenen Pkw ab.
In der Stadt Herzogenaurach ist das Unternehmen arranja vertreten und bietet Privatpersonen die Möglichkeit, Einkäufe des täglichen Bedarfs anhand einer Einkaufsliste gegen eine Liefergebühr durch professionelle Einkäufer erledigen zu lassen. ²³⁵ Für diese Art der Belieferung würden sich Lastenräder nach Einschätzung der Teilnehmenden sehr gut eignen.
Es wurde diskutiert, dass dem REWE Markt Herzogenaurach testweise durch den Landkreis ein Lastenrad zur Verfügung gestellt werden könnte, welches Kunden für den Transport ihrer Einkäufe nutzen können. Es sollte ein hochwertiges Lastenradmodell mit elektrischem Antrieb gewählt werden, um ein bestmögliches Testerlebnis und somit positive Erfahrungen zu schaffen. Dieses Angebot könnte nach einer Testphase , die intensiv durch den Landkreis und die Stadt beworben werden sollte, ggf. in ein reguläres Lastenrad-Sharingsystem ausgeweitet werden. Dann sollte der Fokus bei der Platzierung von Lastenrädern auf (neu errichtete) Wohnquartiere gelegt werden, um den Anwohnern die Nutzung der Lastenräder sowohl auf dem Hin- als auch auf dem Rückweg von Wegzielen zu ermöglichen.
Der Landkreis Erlangen-Höchstadt zeigt Bereitschaft , interessierten Kommunen des Landkreises ein Lastenrad für Pilotprojekte zur Verfügung zu stellen.

Wenngleich sich bisherige Modellprojekte vorrangig in Mittel- und Großstädten mit einer hohen Bevölkerungsdichte etabliert haben, kann der Einsatz von Lastenrädern durch KEP-Dienste in Kombination mit der Errichtung von Mikro-Hubs auch im ländlichen Raum sinnvoll sein. In Abstimmung mit den vor Ort ansässigen KEP-Diensten sollte der Landkreis Erlangen-Höchstadt mit seinen Kommunen evaluieren, an welchen Stellen dies sinnvoll ist und wo mögliche Standorte für Mikro-Hubs zur Verfügung stehen. Dabei sollten insbesondere in kleinen Kommunen auch interkommunale Lösungen in Betracht gezogen werden. Mittelfristig sollte bei der Stadtplanung darauf geachtet werden, dass Flächenkapazitäten in strategisch sinnvollen Gebieten vorgehalten werden, um die zukünftige Einrichtung von weiteren Mikro-Hubs zu vereinfachen. Hierbei ist eine Verknüpfung zu den in Kapitel 7 identifizierten Potentialstandorten für Mobilitätsstationen sinnvoll.

²³⁴ Vgl. kombiBUS Gruppe 2020

²³⁵ Vgl. arranja GmbH o. J.

11 AP – Strategie/ Maßnahmenkatalog, Abschlussbericht und Präsentation

In diesem abschließenden Kapitel werden die Maßnahmen vorgestellt, die dem Landkreis Erlangen-Höchstadt zur Stärkung der Elektromobilität empfohlen werden. Diese werden mit den jeweiligen Umsetzungsschritten untersetzt und können in den entsprechenden Kapiteln detailliert nachgelesen werden. Neben einer Priorisierung der Maßnahmen erfolgen zudem eine Zuordnung der verantwortlichen Akteure und eine Angabe der jeweiligen Umsetzungshorizonte.

Das Thema Elektromobilität ist derzeit noch mit vielen Vorurteilen behaftet. Geringe Reichweiten, zu wenige Lademöglichkeiten und die wahrgenommene Komplexität des Ökosystems Elektromobilität führen zu einer verbreiteten Skepsis in der Bevölkerung. Die Alltagstauglichkeit der Fahrzeuge wird angezweifelt, wenngleich zahlreiche Praxisbeispiele das Gegenteil beweisen. Studienergebnisse zeigen, dass Nutzer von Elektrofahrzeugen schon 2016 ähnliche Jahresfahrleistungen aufwiesen, wie die konventioneller Pkw. So legen Nutzer des Tesla Model S überwiegend 30 000 km und mehr pro Jahr zurück.²³⁶ Die Fahrleistung liegt ca. 50 % über der durchschnittlichen Jahresfahrleistung in Deutschland. Zwar gilt der kalifornische Hersteller als Pionier der Elektromobilität, der bisher hinsichtlich der Fahrzeugreichweite deutlich über den Werten übriger Modelle lag. Dennoch wird deutlich, dass die Elektromobilität generell in einem funktionierenden System, bestehend aus Fahrzeug, LIS und umfangreichem Informations- und Kommunikationssystem, schon seit einigen Jahren alltagstauglich ist. Modelle anderer namhafter Hersteller, die 2020 auf den Markt kamen, stehen den Tesla-Modellen in nichts mehr nach. Die Modellvielfalt wächst, ebenso wie die Zuverlässigkeit und Reichweite etablierter Modelle.

Der Ausbau entsprechender Lademöglichkeiten geht seit 2014 kontinuierlich voran.²³⁷ Derzeit gibt es in Deutschland mindestens so viele öffentliche Ladestationen für Elektrofahrzeuge (ca. 21 600)²³⁸, wie Tankstellen für Verbrennerfahrzeuge (ca. 14 500)²³⁹. Geringe Reichweiten und ein Mangel an LIS sind heute nicht mehr die entscheidenden Kaufhürden. Limitierende Faktoren stellen vorrangig die im Vergleich zu konventionellen Modellen hohen Anschaffungskosten und die langen Lieferzeiten der Hersteller aufgrund unzureichender Produktionskapazitäten dar. Es ist jedoch zu erwarten, dass aufgrund von Skaleneffekten und steigender Nachfrage sowohl die Kosten für die Fahrzeuge sinken werden als auch deren zeitnahe Verfügbarkeit steigen wird.

Entscheidungen hinsichtlich der nationalen Etablierung der Elektromobilität werden nicht auf dem deutschen Markt getroffen, sondern auf Märkten mit deutlich größerem Druck hinsichtlich Schadstoffbelastungen und steigendem Verkehrsaufkommen. Mit den vorgeschriebenen Quoten für Elektrofahrzeuge, bspw. auf dem chinesischen Markt, wurde die Zukunft der Elektromobilität definiert. Für Deutschland, seine Bundesländer, Landkreise und Kommunen stellt sich die Frage, ob sie die Entwicklung der Elektromobilität vor Ort mitgestalten wollen. Maßnahmen zur Förderung und Gestaltung müssen jetzt umgesetzt werden, um als Region von den Chancen der Elektromobilität hinsichtlich Nachhaltigkeit und Wertschöpfung profitieren zu können. In der folgenden Tabelle wird eine Gesamtübersicht über die 20 Maßnahmen gegeben, die dem Landkreis Erlangen-Höchstadt und seinen Kommunen zur Stärkung der Elektromobilität empfohlen werden.

²³⁶ Vgl. Vogt/ Fels 2017

²³⁷ Vgl. GoingElectric 2020

²³⁸ Vgl. CHARGEMAP SAS o. J.

²³⁹ Stand: Dezember 2020, vgl. Mineralölwirtschaftsverband e. V. 2020

Nr.	Maßnahme	Umsetzungsschritte	Zuständigkeiten/ Beteiligte	Kosten	Priorität ²⁴⁰	Umsetzungshorizont ²⁴¹
Übergeordnet						
1	Stellenschaffung: Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität im SG 13 Kreisentwicklung	<p>Hauptsächliche Aufgabenbereiche der Ansprechperson:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neutrale, fachlich fundierte Beratung zur Nutzung von Elektrofahrzeugen und zum LIS-Ausbau für Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen <ul style="list-style-type: none"> ○ Beispielhafte Beratungsinhalte: Basiswissen (keine technische Beratung), Vorgehen bei der Fuhrparkelektrifizierung, Best-Practices im Zusammenhang mit dem LIS-Ausbau • Ausarbeitung und Verbreitung von Informations- und Schulungsmaterialien • Ausarbeitung, Verbreitung und regelmäßige Aktualisierung einer Fördermittelübersicht • Planung, Organisation und Durchführung von thematischen Veranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektromobilität durch praktische Erfahrungen möglich machen • Öffentlichkeitswirksame Darstellung der positiven Entwicklung der Elektromobilität im Landkreis, bspw. durch vierteljährliche Veröffentlichung der absoluten Anzahl zugelassener Elektrofahrzeuge <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausarbeitung des Internetauftrittes für die Elektromobilität im Landkreis • Monitoring der Aktivitäten im Bereich Elektromobilität 	Landkreis	<ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten (ca. 30 Stunden/Woche) • Informationsmaterialien und Durchführung von Veranstaltungen (z. B. Elektromobilitätstag) (ca. 4 000 €/Jahr) 	1	Kurzfristig
2	Initiierung eines Unternehmensnetzwerkes Elektromobilität	<ul style="list-style-type: none"> • Organisation von Netzwerktreffen an wechselnden Orten im Landkreisgebiet, um möglichst viele verschiedene Akteure einzubinden • Aufbau auf bestehenden Kontakten zu Unternehmen, welche durch die Workshops während der Projektlaufzeit entstanden sind • Einbindung weiterer Unternehmen insbesondere aus den Bereichen Mobilität und Verkehr und aus der Elektro- und Energiebranche, z. B.: 	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität) Unternehmen		2	Kurz-/ mittelfristig

²⁴⁰ Priorität 1 vs. Priorität 2

²⁴¹ Kurzfristig: 1-3 Jahre; mittelfristig: 4-6 Jahre; langfristig: > 6 Jahre

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Verkehrs- und Taxiunternehmen ○ Autohäuser und Autowerkstätten ○ Fahrradhändler ○ Elektroinstallateure ○ Energieberatungsunternehmen ○ Elektrofachhandel ○ Stadtwerke/ Energieversorgungsunternehmen ○ Weitere (z. B. Supermärkte, Gastronomie- und Beherbergungsbetriebe, Ambulante Pflegedienste, Apotheken) ● Mögliche Themenfelder: <ul style="list-style-type: none"> ○ Kennenlernen der gegenseitigen Kompetenzen, Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer ○ Bündelung von Produkten und Dienstleistungen → Synergien ○ Übersichtliche, kundenfreundliche Darstellung vorhandener Angebote → Schaffung ganzheitlicher Angebote/modularer Produktangebote 				
(Lade-)Infrastrukturkonzept und Beschreibung ausgewählter Standorte						
3	Proaktives Vortreiben des LIS-Ausbaus	<ul style="list-style-type: none"> ● Konkrete Identifizierung potentieller Standorte für LIS im öffentlichen Raum anhand der Bedarfs- und Planungsräume (vgl. Kapitel 4.3.2) ● Identifizierung, Ansprache und Sensibilisierung der verantwortlichen Ansprechpersonen innerhalb der Kommunen ● Kommunikation mit den lokalen Netzbetreibern und Energieversorgern zur Klärung der Eignung des Stromnetzes <p><i>* Im Rahmen der Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge wird die Errichtung öffentlich zugänglicher LIS einschließlich des erforderlichen Netzanschlusses und der Montage der Ladestation durch den Bund gefördert.</i></p>	<p>Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität)</p> <p>Kommunen, Netzbetreiber, Energieversorger</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Koordination und Sammlung der Nachfrage z. B. über Plattform zur Ladebedarfsmeldung (ca. 3 000 €/Jahr) 	1	Kurzfristig
4	Ansprache von Flächeneigentümern	<ul style="list-style-type: none"> ● Konkrete Identifizierung potentieller Standorte für LIS im halböffentlichen Raum anhand der Bedarfs- und Planungsräume (vgl. Kapitel 4.3.2) ● Identifizierung und Ansprache der verantwortlichen Ansprechpersonen 	<p>Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), Kommunen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Koordination und Sammlung der Nachfrage z. B. über Plattform zur 	1	Kurzfristig

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Erstberatungsgespräch: Sensibilisierung für LIS-Ausbau → Kundenbindungsinstrument, Erfragen von Ausbauplänen, Informationen zu Fördermöglichkeiten, bei Interesse und technischen Fragen: Weitervermittlung ○ Kommunikation mit den lokalen Netzbetreibern und Energieversorgungsunternehmen zur Klärung der Eignung des Stromnetzes <p><i>* Die o. g. Förderung des Bundes für öffentliche LIS richtet sich auch an Eigentümer von halböffentlichen Flächen, sofern eine Zugänglichkeit der Lademöglichkeit von mindestens zwölf Stunden gewährleistet werden kann.</i></p>	Flächeneigentümer	Ladebedarfsmeldung (ca. 3 000 €/Jahr)		
5	Ansprache regionaler Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung und Ansprache relevanter regionaler Unternehmen und entsprechender Ansprechpersonen <ul style="list-style-type: none"> ○ Erstberatungsgespräch: Sensibilisierung für LIS-Ausbau → Kundenbindungsinstrument, Erfragen von Ausbauplänen, Informationen zu Fördermöglichkeiten, bei Interesse und technischen Fragen: Weitervermittlung ○ Kommunikation mit den lokalen Netzbetreibern und Energieversorgungsunternehmen zur Klärung der Eignung des Stromnetzes • LIS-Betrieb unter Einbindung von PV-Anlagen • Stärkere Vermarktung von Produkten und Dienstleistungen <p><i>* Schaffen Unternehmen LIS für die Beschäftigten, handelt es sich um private LIS. Seit dem 24.11.2020 wird erstmals private LIS durch den Bund gefördert. Soll LIS geschaffen werden, die einem erweiterten Nutzerkreis (z. B. Kunden) für mindestens zwölf Stunden öffentlich zugänglich zur Verfügung steht, kommt die Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Frage.</i></p>	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität) IHK, Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Koordination und Sammlung der Nachfrage z. B. über Plattform zur Ladebedarfsmeldung (ca. 3 000 €/Jahr) 	1	Kurzfristig
6	Sensibilisierung von Privatpersonen	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlichkeitswirksame Verbreitung der vorhandenen Angebote der lokalen Energieversorgungsunternehmen im Zusammenhang mit der Elektromobilität • Schaffung von (weiteren) Beratungsangeboten • Stärkere Energieberatung zur Verknüpfung von Wallboxen und PV-Anlagen sowie Speichersystemen 	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), Kommunen		2	Kurzfristig

		<ul style="list-style-type: none"> • Verbreitung von zielgruppenspezifischen Fördermöglichkeiten (Fördermittelberatung) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kommunikation bspw. über Homepage des Landkreises, in Amtsblättern der Kommunen, Newsletter • Bereitstellung einer Ladebedarfskarte auf der Homepage des Landkreises → Bürgerinnen und Bürger könnten Wünsche/ Bedarfe für LIS eintragen • Schaffung von Testangeboten, z. B. in Form von Informationstragen → Erprobung von Elektrofahrzeugen, Pedelecs etc. <p><i>* Seit dem 24.11.2020 wird erstmals private LIS durch den Bund gefördert.</i></p>	Energieberatungsunternehmen, Energieagenturen, Energieversorgungsunternehmen			
7	Berücksichtigung der Vorgaben des GEIG	<ul style="list-style-type: none"> • Ab sofort Berücksichtigung der Vorgaben des Gesetzes zum Aufbau von Lade- und Leitungsinfrastruktur für Elektromobilität in Gebäuden (GEIG) bei umfassenden Sanierungs- und Neubauprojekten <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anpassung der kommunalen Stellplatzsatzungen (falls vorhanden) • Ertüchtigung der entsprechenden Leitungsinfrastruktur (Leerrohre) und Ladepunkte <ul style="list-style-type: none"> ◦ Wohngebäude > 5 Stellplätze: jeder Stellplatz ist mit der erforderlichen Leitungsinfrastruktur auszustatten ◦ Nichtwohngebäude > 6 Stellplätze: jeder dritte Stellplatz ist mit der erforderlichen Leitungsinfrastruktur auszustatten ◦ Nichtwohngebäude > 20 Stellplätze: mindestens ein Ladepunkt ist zusätzlich zu errichten 	Landkreis, Kommunen		2	Kurzfristig
Carsharing						
8	Erweiterung des CS-Angebots im Landkreis	<ul style="list-style-type: none"> • Externe(r) Betreiber zur Errichtung weiterer CS-Stationen im Landkreis unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Potentialanalyse (vgl. Kapitel 5.2) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Im Landkreis insgesamt vier bis sechs Stationen sinnvoll umsetzbar insbesondere in den folgenden Orten: Baiersdorf, Herzogenaurach, Höchstadt an der Aisch, Buckenhof, Eckental, Gremsdorf, Mitteldorf, Möhrendorf, Röttenbach, Uttenreuth, Weisendorf • Beschaffung weiterer CS-Fahrzeuge 	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), Kommunen CarSharing Erlangen e. V.	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeitslücke zur Etablierung in den ersten Jahren (ca. 12 000 bis 20 000 €/Fahrzeug) 	1	Kurz-/mittel-/langfristig

		<ul style="list-style-type: none"> ○ (1) Wenn möglich, Zuschüsse durch Kommunen und/oder Unternehmen ○ (2) Fahrzeugbeschaffung durch Kommunen und/oder Unternehmen 				
9	Ansprache potentieller Ankernutzer	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung und Ansprache potentieller Ankernutzer (z. B. Unternehmen, Behörden) und entsprechender Ansprechpersonen <ul style="list-style-type: none"> ○ Erstberatungsgespräch: Sensibilisierung für CS für Beschäftigte (und ggf. Kunden), Aufzeigen der Möglichkeiten und Potentiale, Weitergabe von Best-Practices • Bestimmen des Potentials von Landkreis- und kommunalen Verwaltungen, selbst als Ankernutzer zu fungieren 	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), Kommunen	Unternehmen, Behörden (als potentielle Ankernutzer)	2	Kurzfristig
10	Ansprache von Wohnungsbaunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung und Ansprache relevanter regionaler Wohnungsbauunternehmen und entsprechender Ansprechpersonen <ul style="list-style-type: none"> ○ Erstberatungsgespräch: Sensibilisierung für CS für Anwohner, Aufzeigen der Möglichkeiten und Potentiale, Weitergabe von Best-Practices • Vorgehen bei neuen Wohnbauvorhaben: <ul style="list-style-type: none"> ○ Bei Einzug: Nachfrage der Anwohner nach CS erfragen, bspw. im Rahmen von Veranstaltungen oder postalischen Umfragen → frühzeitige Einbindung und hoher Grad der Partizipation ○ Während Bauphase: Errichtung der CS-Stationen (Markierung, Beschilderung, Platzierung der CS-Fahrzeuge) • Nutzung von städtebaulichen Verträgen zur Verankerung von CS 	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), Kommunen	Wohnungsbauunternehmen	2	Kurzfristig
11	Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit und Netzwerkbildung	<ul style="list-style-type: none"> • Streuung von Informationen über den CarSharing Erlangen e. V. und dessen Angebot über verschiedenste Kanäle, bspw. über Homepage des Landkreises, in Amtsblättern der Kommunen, Newsletter, soziale Netzwerke • Identifizierung und Ansprache von Kommunen und entsprechenden Ansprechpersonen, in denen bisher kein CS-Angebot zur Verfügung steht, aber Potential vorhanden ist (vgl. Kapitel 5.2) • Organisation von Veranstaltungen zur Schaffung von Netzwerkmöglichkeiten zwischen dem CS-Verein und interessierten Kommunen → Erfahrungsaustausch 	Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), CarSharing Erlangen e. V.	Kommunen	1	Kurz-/mittel-/langfristig

		<ul style="list-style-type: none"> • Orientierung an Best-Practice-Beispiel E-Carsharing in Bruchsal: Einweisungstermine an mehreren Standorten im Landkreis mit kostenloser Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Buchung (und zum Ladevorgang) der Fahrzeuge, kostenlose Probefahrtmöglichkeiten 				
Zukunftsfähige Technologien zur Elektrifizierung des ÖPNV und Ergänzung bestehender Angebote						
12	Schaffung von Rahmenbedingungen zur Einführung von Elektrobussen im ÖPNV	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung der aktuellen Fördermöglichkeiten bei Ausschreibungsunterlagen • Entscheidung über die verbindlichen Anforderungen zur Elektromobilität im ÖPNV in der kommenden Ausschreibung (Orientierung an CVD) • Berücksichtigung der Ausschreibung als öffentlicher Dienstleistungsauftrag (wenn verbindliche Vorgaben zur Elektromobilität erfolgen) • Förderung der Angebotsverbesserung des derzeitigen ÖPNV im Vorfeld zur Einführung der Elektrobusse <p><i>* Im Rahmen der Richtlinien zur Förderung der Anschaffung von Elektrobussen im öffentlichen Personennahverkehr wird die Anschaffung der entsprechenden Fahrzeuge und zugehöriger LIS durch den Bund gefördert. Auf Landesebene besteht das Programm Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs (RZÖPNV).</i></p>	Landkreis Verkehrsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrkosten von ca. 5 Mio. € (nach Förderung) für die Anschaffung von 20 E-Bussen 	1	Mittel-/langfristig
Intermodalität und Nutzerfreundlichkeit						
13	Schaffung von Mobilitätsstationen	<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung von Mobilitätsstationen im Landkreis unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Potentialanalyse (vgl. Kapitel 7.3) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Insbesondere in den folgenden Orten: Herzogenaurach, Baiersdorf, Bubenreuth, Buckenhof, Eckental, Großenseebach, Hemhofen, Möhrendorf, Röttenbach, Spardorf, Uttenreuth • Identifizierung und Ansprache relevanter regionaler (Wohnungsbau-)Unternehmen und entsprechender Ansprechpersonen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Erstberatungsgespräch: Sensibilisierung für Ausbau von Mobilitätsstationen, Aufzeigen der Möglichkeiten und Potentiale, Weitergabe von Best-Practices • Abstellmöglichkeiten für private und Leihfahrräder als Basiskonfiguration einer Mobilitätsstation, konkrete Ausgestaltung im Rahmen detaillierter Umfeld-/ Nutzeranalyse 	Landkreis, Kommunen Wohnungsbauunternehmen, Sonstige Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Größe und Ausstattung (ca. 180 000 bis 270 000 € für 4 bis 6 Stationen einmalig) • Betrieb und Unterhaltung (ca. 12 000 bis 18 000/Jahr für 4 bis 6 Stationen) 	2	Mittelfristig

Umstellung öffentlicher und privater Fuhrparklösungen						
14	Elektrifizierung des Fuhrparks	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffung von insgesamt sechs Fahrzeugen <ul style="list-style-type: none"> ○ Orientierung am Leasing mit einer Laufzeit von zwei Jahren • Bereitstellung von Lademöglichkeiten an den entsprechenden Standorten <ul style="list-style-type: none"> ○ 1:1-Verteilung zwischen Elektrofahrzeugen und Ladepunkten ○ Ladeleistung von 5 kW je Ladepunkt ○ Lastmanagement • Teststrategie mit Elektrofahrzeugen und einem Pedelec als Ad-hoc-Maßnahme • <i>* Im Rahmen der Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung des Absatzes von elektrisch betriebenen Fahrzeugen (Umweltbonus) wird die Anschaffung von Elektrofahrzeugen durch den Bund gefördert.</i> 	Landkreis	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrkosten zur Etablierung und zum Test (ca. 15 000 €) • Mehrkosten bei Effizienzverbesserung und Verlagerung (ca. 1 000 €/Jahr) 	1	Kurz-/mittelfristig
15	Ausbau Pooling	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Prüfung der Fahrzeugzuordnungen ämter- bzw. personengebundener Fahrzeuge (ggf. Zuführung in den Fahrzeugpool) • Etablierung einer Buchungsmöglichkeit für Fuhrparkfahrzeuge an allen Standorten für alle Beschäftigten <ul style="list-style-type: none"> ○ Einsatz eines webbasierten Buchungstools, welches vorab u. a. die Streckenlänge abfragt ○ Etablierung einer Ad-hoc-Buchungsmöglichkeit via Touchscreen für den Fahrzeugpool des Landratsamtes • Ausstatten der Standorte des allgemeinen Fuhrparks mit Schlüsselkarten 	Landkreis		1	Kurz-/mittelfristig
16	Beschaffung von Diensträdern	<ul style="list-style-type: none"> • Beschaffung von Pedelecs mit unterschiedlichen Rahmengrößen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Vier Pedelecs am Standort <i>Nägelsbachstraße 1</i> ○ Zwei Pedelecs am Standort <i>Schloßberg 10</i> ○ → Pilotphase: wenige Diensträder, bei Erfolg sukzessive Erweiterung • Sicherstellung der Wartung und Instandhaltung durch einen Dienstleister mithilfe eines Wartungsvertrags • Eingangsnaher Bereitstellung von Abstellanlagen mit (Gitter-)Türen • Installation von Schlüsseln für Fahrradschloss und Abstellort im Schlüsselkasten 	Landkreis		2	Kurzfristig

		<ul style="list-style-type: none"> Integration der Diensträder in Buchungsplattform Intensive Bewerbung des Angebots und Sensibilisierung 					
17	Änderung der Dienstanweisung	<ul style="list-style-type: none"> Neupriorisierung der angestrebten Verkehrsmittelwahl der Beschäftigten und Verlagerung der Nutzung von privaten Fahrzeugen in Richtung Fuhrpark: <ul style="list-style-type: none"> Zu Fuß → Fahrrad → ÖPNV → Fuhrpark- → CS- → Privatfahrzeuge 	Landkreis		1	Kurzfristig	
18	Prüfung einer Ankernutzung für CS am Landratsamt	<ul style="list-style-type: none"> Kontaktaufnahme mit CS-Verein zur Prüfung einer Ankernutzung am Standort <i>Nägelsbachstraße 1</i> → bietet höheren Komfort, ist aber nicht zwingend Alternative: Nutzung des CS-Angebots am Hauptbahnhof 	Landkreis		2	Kurzfristig	
Potentialanalyse E-Bikes und City-Logistiklösungen							
19	Ausbau der Radwegeinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> Ausbau insbesondere in den ländlichen Regionen des Landkreises, bspw. Weisendorf – Aurachtal, Weisendorf – Herzogenaurach, Vestenbergsgreuth – Umgebung → zusammenhängendes Radverkehrsnetz für den Alltagsverkehr Berücksichtigung der <i>Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt)</i> und der <i>Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)</i>, demnach ist u. a. zu beachten: <ul style="list-style-type: none"> Fahrbahnbreite mit weiten Kurvenradien und rutschfesten Belägen Vermeidung von Treppen und Absätzen Beschilderung in ausreichender Größe Prüfung des Ausbaus von Schutzstreifen Konkrete Identifizierung potentieller Standorte für Fahrradabstellanlagen im (halb-)öffentlichen Raum, bspw. in der Nähe von Wohngebäuden, bei Arbeitgebern und an Fahrtzielen mit langen Standzeiten (z. B. PoI, PoS) Ansprache und Sensibilisierung von Bauherren (Bauherrenmappe) für die Schaffung von Fahrradabstellanlagen Überdachte, beleuchtete, diebstahlgeschützte (überwachte) Fahrradabstellanlagen Aufnahme von Anforderungen an Abstellanlagen in die kommunalen Stellplatzsatzungen (falls vorhanden) 	Landkreis, Kommunen	Wohnungsbauunternehmen, Unternehmen (als Arbeitgeber)	<ul style="list-style-type: none"> Verweis Radverkehrskonzept Um einen substanziellen Ausbau zu forcieren, werden je Einwohner mindestens 15 bis 25 €/Jahr von Kommunen und Landkreis als Eigenanteil zusätzlich zu Landes- und Bundesfördermitteln benötigt. 	1	Mittel-/langfristig

		<p><i>* Im Rahmen des Förderprogramms Klimaschutz durch Radverkehr werden investive regionale Maßnahmen mit Modellcharakter zur klimafreundlichen und radverkehrsgerechten Umgestaltung des Straßenraumes, Errichtung notwendiger Radverkehrsinfrastruktur sowie Etablierung lokaler Radverkehrsdienstleistungen durch den Bund gefördert.</i></p>				
20	Förderung nachhaltiger Logistiklösungen	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung und Ansprache der verantwortlichen Ansprechpersonen zur Sensibilisierung für das Thema Logistik und speziell folgende Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> ○ Prüfung der Flächenverfügbarkeit für Mikro-Depots in dicht besiedelten Gebieten zur Bereitstellung für KEP-Dienste in Kombination mit Lastenradbelieferung ○ Vermittlung zwischen KEP-Diensten und lokalen Geschäften hinsichtlich der Eröffnung von (idealerweise anbieterneutralen) Paketshops ○ Errichtung von Paketstationen an stark frequentierten Orten insbesondere in kleineren Kommunen • Schaffung eines Informationsangebots für Unternehmen bezüglich der Arbeitsplatzbelieferung in Kooperation mit einem Anbieter von entsprechenden Systemlösungen • Prüfung des Potentials und der Umsetzbarkeit eines KombiBus-Angebots auf ausgewählten Strecken des Landkreises • Prüfung des Potentials und der Umsetzbarkeit eines (interkommunalen) Systems zur Lastenradbelieferung für Waren lokaler Händler <p><i>* Der Landkreis Erlangen-Höchstadt und die Stadt Herzogenaurach fördern die Beschaffung von Lastenrädern. Die Förderungen sind kumulierbar.</i></p>	<p>Landkreis (Ansprechperson für (Elektro-)Mobilität), Kommunen</p> <p>KEP-Dienste, VGN GmbH, lokale Händler</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regionale/lokale Förderprogramme bzw. Zuschüsse nach Bedarf 	2	Kurz-/mittel-/langfristig

Literaturverzeichnis

Achtes Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes vom 16. Juni 2017.

Agora Verkehrswende (2019a): Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotential. Online unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf [02.07.2020].

Agora Verkehrswende (2019b): E-Tretroller im Stadtverkehr - Handlungsempfehlungen für deutsche Städte und Gemeinden zum Umgang mit stationslosen Verleihsystemen. Online unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2019/E-Tretroller_im_Stadtverkehr/Agora-Verkehrswende_e-Tretroller_im_Stadtverkehr_WEB.pdf [03.12.2020].

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. (ADAC) (2017): ADAC-Umfrage: Voraussetzungen für den Umstieg auf den ÖPNV. Online unter: <https://presse.adac.de/regionalclubs/wuerttemberg/umfrage-umsteiger.html> [16.11.2020].

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. (ADAC) (2019): E-Scooter im Alltag. Online unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/e-scooter-alltag/> [03.12.2020].

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. (ADAC) (2020a): Stromverbrauch Elektroautos: Aktuelle Modelle im ADAC Test. Online unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/stromverbrauch-elektroautos-adac-test/> [22.09.2020].

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. (ADAC) (2020b): Autonomes Fahren: Digital entspannt in die Zukunft. Online unter: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/technik-vernetzung/aktuelle-technik/> [11.11.2020].

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. (ADAC) (2020c): Selbstfahrende E-Busse starten Linienbetrieb in Monheim. Online unter: <https://www.adac.de/news/selbstfahrender-bus-monheim/> [11.11.2020].

Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. (ADFC) (2018): Auswertung Stadtgrößenklasse: 100.000-200.000 Einwohner. Erlangen. Online unter: https://object-manager.com/om_map_fahrrad_if_2018/data/2018/Erlangen.pdf [19.11.2020].

Amtsblatt der Europäischen Union (2009): RICHTLINIE 2009/33/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge. Online unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0033&from=EN> [02.07.2020].

Arranja GmbH (o. J.): Einkaufsservice in 91074 Herzogenaurach. Online unter: https://www.aranja.de/einkaufsservice-91074-Herzogenaurach-Erlangen-H%C3%B6chstadt_75620.html [02.02.2021].

Autobild (2020): Neue E-Autos (2020 – 2024). Online unter: <https://www.autobild.de/bilder/neue-e-autos-2020-bis-2024-5777507.html#bild1> [28.09.2020].

Begleit- und Wirkungsforschung Schaufenster Elektromobilität (2017): Eckpunkte für den rechtlichen Rahmen der Elektromobilität. Überblick und Handlungserwägungen der Begleit- und Wirkungsforschung zum Schaufenster-Programm Elektromobilität. Online unter: http://www.izes.de/sites/default/files/Leitstelle/Schaufenster_Elektromobilit%C3%A4t_EP34_Rechtlicher_Rahmen.pdf [10.12.2020].

Bayerische Bauordnung (BayBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588, BayRS 2132-1-B), das zuletzt durch Gesetz vom 24. Juli 2020 (GVBl. S. 381) geändert worden ist.

Bayerisches Straßen- und Wegegesetz (BayStrWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. Oktober 1981 (BayRS V S. 731) BayRS 91-1-B.

Bundesagentur für Arbeit (2020): Arbeitslosenquote & Arbeitslosenzahlen 2020. Online unter: <https://www.arbeitsagentur.de/news/arbeitsmarkt-2020> [09.11.2020].

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (2018): Richtlinie zur Förderung von innovativen marktreifen Klimaschutzprodukten im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (Kleinserien-Richtlinie) vom 21. Februar 2018.

Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) (2014): Fahrleistungserhebung. Online unter: https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Publikationen/Berichte/unterreihe-v/2018-2017/v291.html [02.07.2020].

Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (BBSR) (2015): Neue Mobilitätsformen, Mobilitätsstationen und Stadtgestalt. Bonn. Online unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2015/Mobilitaetsformen-DL.pdf;jsessionid=BC76FA6C250769BA086FFE72F4512643.live11292?__blob=publicationFile&v=1 [03.12.2020].

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2019): Das Auto von morgen: autonom, sicher, effizient. Online unter: <https://www.bmbf.de/de/automatisiertes-fahren-4158.html> [12.11.2020].

Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (2015): Wirkung von E-Car Sharing-Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen (WiMobil). Online unter: https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2016-10/Abschlussbericht_WiMobil.pdf [14.03.2018].

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (2012): Nationaler Radverkehrsplan 2020: Den Radverkehr gemeinsam weiterentwickeln, Berlin.

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2020): Deutschland wird international die Nummer 1 beim autonomen Fahren. Online unter: <https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Artikel/DG/gesetz-zum-autonomen-fahren.html> [12.11.2020].

Bundesregierung (2019): Fragen und Antworten zur Elektromobilität: So funktioniert der neue Umweltbonus. Online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/umweltbonus-1692646> [28.09.2020].

Bundesverband CarSharing e. V. (2015): CarSharing und Wohnen – eine echte Win-win-Situation. Online unter: <https://www.carsharing.de/themen/carsharing-wohnen/carsharing-wohnen-echte-win-win-situation> [20.11.2020].

Bundesverband CarSharing e. V. (2020a): CarSharing in Deutschland: Die wichtigsten Fakten auf einen Blick. Online unter: <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/carsharing-deutschland-wichtigsten-fakten-auf-blick> [03.08.2020].

- Bundesverband CarSharing e. V. (2020b):** Aktuelle Zahlen und Fakten zum Carsharing in Deutschland. Online unter: <https://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen/aktuelle-zahlen-daten-zum-carsharing-deutschland-1> [01.12.2020].
- Bundesverband CarSharing e. V. (2020c):** Neue StVO macht Carsharinggesetz endlich vollständig umsetzbar. Online unter: <https://www.carsharing.de/neue-stvo-macht-carsharinggesetz-endlich-vollstaendig-umsetzbar> [03.08.2020].
- Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V. (BIEK) (2019):** KEP-Studie 2019 – Analyse des Marktes in Deutschland. Online unter: <https://www.biek.de/download.html?getfile=2335> [14.05.2020].
- cambio Mobilitätsservice GmbH & Co KG (2015):** Individuelle Lösung aus der Praxis. Autofreie Siedlung Köln Nippes / Stellwerk 60. Online unter: https://www.cambio-carsharing.de/cms/downloads/d6ddb38c-60c9-4fca-8233-05b410f2d17b/camFactSheets2015_KOE.pdf [20.11.2020].
- cambio Mobilitätsservice GmbH & Co KG (2018):** Umweltfreundliche Mobilität beginnt an der Haustür. Online unter: <https://www.cambio-carsharing.de/blog/wohnen-mobilitaet/> [20.11.2020].
- CarSharing Erlangen e.V. (o. J.):** Standorte. Online unter: <https://www.carsharing-erlangen.de/ueber-cse/standorte/> [03.08.2020].
- CarSharing Erlangen e. V. (2020a).** Herzlich Willkommen zum CarSharing Erlangen e. V. Online unter: <https://www.carsharing-erlangen.de/> [03.08.2020].
- CarSharing Erlangen e. V. (2020b):** Gebühren. Online unter: <https://www.carsharing-erlangen.de/tarife/gebuehren-cse/> [03.08.2020].
- Center für Sustainability Management (2014):** KombiBus – innovative Logistikhilfe für den ländlichen Raum. Online unter: <http://www.sustainability.de/wp-content/uploads/2014/11/Beschreibung-KombiBus.pdf> [14.05.2020].
- CHARGEMAP SAS (o. J.):** Statistiken. Online unter: <https://de.charge-map.com/about/stats/deutschland> [17.12.2020].
- civity Management Consultants GmbH & Co. KG (2019):** E-Scooter in Deutschland. Ein datenbasierter Debattenbeitrag. Online unter: <https://scooters.civity.de/> [10.11.2020].
- DDB Beamtenbund und Tarifunion (2020):** Einigung in der Tarifverhandlung für die Beschäftigten des öffentlichen Dienstes von Bund und Kommunen. Teil A Gemeinsame Regelungen für Bund und VKA. Online unter: https://www.dbb.de/fileadmin/pdfs/2020/201025_einigungspapier.pdf [25.11.2020].
- Der Neue Wiesenbote (2020):** Buckenhof: Spatenstich für Bürgermeister Georg Försters Herzensprojekt “Obere Büch”. Online unter: <https://www.wiesentbote.de/2020/05/03/bucken-hof-spatenstich-fuer-buergermeister-georgs-foerster-herzensprojekt-obere-buech/> [27.11.2020].
- Deutsche Bahn AG (DB AG) (2020):** Flinkster. Deutschlands flächenmäßig größtes Carsharing-Netzwerk. Online unter: <https://www.deutschebahn.com/de/Digitalisierung/New-Mobility/Flinkster-5082622> [11.11.2020].
- Deutsche Bahn Connect GmbH (o. J.):** Erklärung Call a Bike Erlangen. Online unter: <https://www.callabike.de/de/staedte/Erlangen> [16.11.2020].

- Deutscher Bundestag (2019):** Gesetz zur Änderung des Bürgerlichen Gesetzbuchs und des Wohnungseigentumsgesetzes zur Förderung der Elektromobilität. Online unter: <http://dipbt.bundestag.de/extrakt/ba/WP19/2516/251673.html> [26.10.2020].
- DHL (2019):** Pakete rund um die Uhr an die Packstation senden lassen. Online unter: <https://www.dhl.de/de/privatkunden/pakete-empfangen/an-einem-abholort-empfangen/packstation-empfang.html> [09.09.2019].
- Digital Affin (2020):** Digitales Mobilitätsguthaben: Ein moderner Bonus zu deinem Gehalt. Online unter: <https://www.digital-affin.de/blog/digitales-mobilitaetsguthaben/> [09.09.2020]
- DIRECTIVE (EU) 2019/1161 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 20 June 2019 amending Directive 2009/33/EC on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles (Text with EEA relevance).**
- Door2Door GmbH (o. J.):** Ein Rufbus als Lösung jenseits städtischer Räume. Online unter: <https://door2door.io/de/referenzen/referenzprojekt-kvgof-hopper/> [02.02.2021].
- Dornier Consulting International (2017):** Autonomes Fahren. Erwartungen an die Mobilität der Zukunft. Online unter: https://www.dornier-consulting.com/wp-content/uploads/2017/11/Autonomes-Fahren_Report_ger_final_web_112017.pdf [21.10.2020].
- Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB) (2020):** MOBI – Fahr doch, was du willst! Online unter: <https://www.dvb.de/de-de/die-dvb/mobi> [27.11.2020].
- Eckstein, L./ Form, T./ Maurer, M./ Schöneburg, R./ Spiegelberg, G./ Stiller, C. (2018):** Automatisiertes Fahren. Online unter: <https://www.trialog-publishers.de/media-online/automatisiertes-Fahren-VDI-Statusreport-Juli-2018.pdf> [20.10.2020].
- Edel, F. (2019):** Zwischenfazit zu E-Scootern in deutschen Innenstädten: die 11. Plage oder Hoffnungsträger für die Mobilitätswende? Online unter: <https://blog.iao.fraunhofer.de/zwischenfazit-zu-e-scootern-in-deutschen-innenstaedten-die-11-plage-oder-hoffnungstraeger-fuer-die-mobilitaetswende/> [03.12.2020].
- Electric Bike Solutions GmbH (2020):** E-Lastenfahrrad für Gewerbe, Lieferdienste, Kuriere. Online unter: <https://www.e-lastenrad.de/gewerbe> [14.05.2020].
- electrive.net (2018):** Eichrecht bei Ladeinfrastruktur: Gemessener Gleichstrom. Auch DC-Ladesäulen können und müssen den Strom bald eichrechtskonform zählen. Online unter: <https://www.electrive.net/2018/12/17/eichrecht-bei-ladeinfrastruktur-gemessener-gleichstrom/> [25.10.2020].
- electrive.net (2021):** Ladepunkte an Gebäuden: Wie ambitioniert ist das überarbeitete GEIG? Online unter: <https://www.electrive.net/2021/02/11/ladepunkte-an-gebaeuden-wie-ambitioniert-ist-das-ueberarbeitete-geig/> [18.02.2021].
- EMCEL GmbH (2019):** Was kostet grüner Wasserstoff (grüner H₂)?. Online unter: <https://emcel.com/de/was-kostet-gruener-h2/> [02.07.2020].
- EnEV-online (2020):** GEIG: Ladepunkte auf Parkplätzen werden Pflicht. Online unter: https://enev-online.eu/geig/202528_geig_ladesaeule_elektrofahzeug_ueberblick_ziele_pflichten_betroffene_ausnahmen_bussgelder.htm#Aktueller_Stand [18.12.2020].
- Erlanger Tourismus und Marketing Verein e. V. (2020):** ERLiefert – Wir bringen Ihre Waren zu Ihnen! Online unter: <https://www.erlangen.info/erliefert/> [26.11.2020].

- Esser, K./ Kurte, J. (2018):** Autonomes Fahren. Aktueller Stand, Potentiale und Auswirkungenanalyse, Köln.
- European Alternative Fuels Observatory (EAFO) (2020):** AF New Registrations Electricity 2019. Online unter: <https://www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1#> [26.02.2020].
- European Commission (2020):** Clean Transport, Urban Transport. Clean Vehicles Directive. Online unter: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en [17.06.2020].
- European Cyclists' Federation (2011):** Cycle more often 2 cool down the planet – Quantifying CO₂ savings of cycling. Online unter: https://ecf.com/sites/ecf.com/files/ECF_CO2_WEB.pdf [29.11.2018].
- Ferienland im Schwarzwald GmbH (o. J.):** Schwarzwaldurlaub ohne extra Kosten. Online unter: <https://www.dasferienland.de/konus-gaestekarte.html> [25.11.2020].
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (2010):** Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA), Köln.
- Gemeinde Pettstadt (o. J.):** E-Carsharing und Regionalwerke Bamberg. Online unter: <https://www.pettstadt.de/unser-pettstadt/projekte-und-vorhaben/e-carsharing-regionalwerke-bamberg/> [27.11.2020].
- Gesetz zur Bevorrechtigung des Carsharing (Carsharinggesetz – CsgG).**
- GoingElectric (2020):** Stromtankstellen Verzeichnis. Online unter: <https://www.goingelectric.de/stromtankstellen/Deutschland/> [01.09.2020].
- Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA).**
- HEBEWERK e. V. (2020):** Lastenrad-Lieferservice jetzt buchen! Online unter: <https://lastenrad-eberswalde.de/2020/03/24/lastenrad-lieferservice-jetzt-buchen/> [25.11.2020].
- Heise Medien GmbH & Co. KG (2019):** Sylt: Autonom fahrender Bus wird gut angenommen. Online unter: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Sylt-Autonom-fahrender-Bus-wird-gut-angenommen-4436895.html> [10.11.2020].
- Henßler, S. (2018):** StreetScooter und die Deutsche Post. Online unter: <https://www.elektroauto-news.net/2018/streetscooter-deutsche-post-wissen> [09.09.2019].
- Herzo Werke GmbH (2020):** Car-Sharing Herzogenaurach. Online unter: <https://www.car-sharing-herzo.de/> [03.08.2020].
- Hollingsworth J./ Copeland B./ Johnson, X. (2019):** Are e-scooters polluters? The environmental impacts of shared dockless electric scooters. Environmental Research Letters. Online unter: https://www.researchgate.net/publication/334900090_Are_e-scooters_polluters_The_environmental_impacts_of_shared_dockless_electric_scooters [03.12.2020].
- IGES Institut GmbH (2019):** Landkreis Bayreuth macht sich auf den Weg in die Mobilität der Zukunft. Online unter: https://www.iges.com/kunden/mobilitaet/forschungsergebnisse/mobilitaetskonzept-landkreis-bayreuth/index_ger.html [02.02.2021].
- KielRegion GmbH (2020):** Mobilitätsstationen in der KielRegion. Online unter: https://www.kielregion.de/fileadmin/user_upload/kielregion/documents/masterplan-mobilitaet/Downloads_Mobilitaet/2020_05_20_KIELREGION_Leitfaden_Mobilitaetsstationen_ohneMarken.pdf [03.12.2020].

- Knote, T./ Haufe, B./ Saroch, L. (2017):** E-Bus-Standard. Ansätze zur Standardisierung und Zielkosten für Elektrobusse. Online unter: https://www.erneuerbar-mobil.de/sites/default/files/2018-04/Abschlussbericht_E-Bus-Standard.pdf [20.02.2020].
- Köllner, C. (2019):** Was Sie über E-Scooter wissen müssen. Springer Professional. Online unter: <https://www.springerprofessional.de/mobilitaetskonzepte/mikromobilitaet/was-sie-ueber-e-scooter-wissen-muessen/17156852> [03.12.2020].
- kombiBUS Gruppe (2020):** Nächster Halt: Lebensqualität. Mobilität sichern, Zukunft gestalten. Online unter: <http://kombibus.de> [14.05.2020].
- Kraftfahrtbundesamt (KBA) (2020):** Pressemitteilungen 2020 – Fahrzeugzulassungen. Online unter: https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/Fahrzeugzulassungen/fahrzeugzulassungen_node.html [05.10.2020].
- Kraftfahrzeugsteuergesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3818), dazuletz durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2020 (BGBl. I S. 2184) geändert worden ist.**
- Krämer, A./ Bongaerts, R. (2019):** Shared Mobility: Wege aus der Nische? In: Marketing Review St. Gallen. S. 888-895.
- Kreisverwaltung Altenkirchen (2020):** Unternehmerfrühstück „Zukunftsgewandte Elektromobilität in Ihrem Unternehmen“. Online unter: Kreisverwaltung Altenkirchen 2020 [27.11.2020].
- Kudella, C./ Wolf, M. (2017):** Handlungsleitfaden für die wettbewerbliche Vergabe von ÖPNV-Leistungen mit Bussen in Schleswig-Holstein. Online unter: <https://www.nah.sh/assets/Handlungsleitfaden-fuer-die-wettbewerbliche-Vergabe-von-Verkehrsleistung-mit-E-Bussen-in-Schleswig-Holstein-v2.pdf> [17.06.2020].
- Kühne, O./ Weber, F. (2018):** Bausteine der Energiewende, Springer Verlag.
- Landeshauptstadt Kiel (2016):** Konzept Mobilitätsstationen für Kiel. Online unter: https://www.kiel.de/de/umwelt_verkehr/verkehrswege/verkehrsentwicklung/_dokumente_mobilitaetsstationen/konzept_mobilitaetsstationen.pdf [03.12.2020].
- Landkreis Cuxhaven (o. J.):** rad+bus.STATION „moor-Therme“ in Bad Bederkesa. Online unter: <https://www.landkreis-cuxhaven.de/Themebereiche/%C3%96PNV/Modellvorhaben-Langfristige-Sicherung-von-Versorgung-und-Mobilit%C3%A4t-in-l%C3%A4ndlichen-R%C3%A4umen-/rad-bus-STATION/> [02.02.2021].
- Landratsamt Erlangen-Höchstadt (o. J.):** Mobilität und Konsum. Online unter: <https://energie-erlangen-hoechstadt.proaktiv.de/mobilitaet-und-konsum/mobilitaet-in-erh/> [15.11.2020].
- Landratsamt Fürstenfeldbruck (2020):** Mobilitätsstationen. Online unter: <https://www.lra-ffb.de/mobilitaet-sicherheit/oepnv/zukunft-nahverkehr/mobilitaetsstationen> [02.02.2021].
- Ley, R. (2019):** Vergaberecht: Aktuelle Beiträge zum Vergaberecht: EU-Richtlinie 2019/1161 gibt Mindestquoten für die öffentliche Beschaffung von emissionsfreien bzw. emissionsarmen leichten Nutzfahrzeugen, LKW und Bussen vor. Online unter: <https://www.rehmer-verlag.de/vergaberecht/aktuelle-beitraege-zum-vergaberecht/eu-richtlinie-2019-1161-gibt-mindestquoten-fuer-die-oeffentliche-beschaffung-von-emissionsfreien-bzw.-emissionsarmen-leichten-nutzfahrzeugen-lkw-und-bussen-vor/> [20.02.2020].
- Maurer, M./ Gerdes, J.C./ Lenz, B./ Winner, H. (Hrsg.) (2015).** Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte. Berlin Heidelberg: Springer.

- mikar GmbH & Co. KG (2020):** Uttenreuth fährt ab auf Carsharing. Online unter: <https://mymikar.de/uttenreuth/?cookie-state-change=1607325844009> [07.12.2020].
- Mineralölwirtschaftsverband e. V. (2020):** Entwicklung des Tankstellenbestandes ab 1950 in Deutschland jeweils zu Jahresbeginn. Online unter: <https://www.mvw.de/statistiken/tankstellenbestand/> [01.09.2020].
- Ministerium der Justiz und für Europa Baden-Württemberg (o. J.):** Nachhaltige Mobilitätskonzepte. Online unter: <https://www.justiz-bw.de/,Lde/Startseite/Tourismus/Nachhaltige+Mobilitaetskonzepte> [25.11.2020].
- Mitfahrzentrale Landkreis Erlangen-Höchstadt (o. J.):** Mitfahrzentrale für den Landkreis Erlangen-Höchstadt. Online unter: <https://erh.mifaz.de/> [11.11.2020].
- mittelbayerische.de (2017):** Fehlen Mitfahrer, sind Anschieber nötig. Online unter: <https://www.mittelbayerische.de/region/kelheim/zukunft-nahverkehr-nachrichten/fehlen-mitfahrer-sind-anschieber-noetig-23614-art1509202.html> [14.05.2020].
- MWV Medienverlag Westerwald-Sieg UG & Co. KG (2019):** Sonne tanken: Landkreis übernimmt Vorreiterrolle in Sachen Klimaschutz. Online unter: <https://www.ak-kurier.de/akkurier/www/artikel/80487-sonne-tanken-landkreis-uebernimmt-vorreiterrolle-in-sachen-klimaschutz> [27.11.2020].
- Nallinger, C. (2018):** Vom Mikro-Depot geht's mit Lastenrädern los. Online unter: <https://www.eurotransport.de/artikel/kep-projekt-komodo-ist-etikettenschwindel-vom-mikro-depot-geht-s-mit-lastenraedern-los-10178061.html> [09.09.2019].
- Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW GmbH) (2020):** Alternative Antriebe im Busverkehr. Fragen und Antworten zum NOW-Webinar. Online unter: https://www.now-gmbh.de/content/1-aktuelles/2-veranstaltungen/20200610-now-webinar-alternative-antriebe-im-busverkehr/alternative-antriebe-im-busverkehr_qua.pdf [19.06.2020].
- Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) (2018):** Fortschrittsbericht 2018 – Markthochlaufphase. Online unter: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_Fortschrittsbericht_2018_barrierefrei.pdf [12.08.2020].
- Pakadoo (2020a):** FAQ für Arbeitgeber. Logistics Group International GmbH. Online unter: <https://www.pakadoo.de/unternehmen/faq-arbeitgeber/> [09.09.2019].
- Pakadoo (2020b):** Pakadoo Work-Life-Logistics. Optimierte Paketempfang und -bearbeitung in Unternehmen. Online unter: https://www.pakadoo.de/fileadmin/user_upload/Referenzschreiben_Ingrid_Peters_Bosch.pdf [14.05.2020].
- ParcelLock (2019):** ParcelLock – Empfangen Sie Pakete flexibel – Die öffentliche Paketstation für alle Paketdienste. Online unter: <https://www.parcellock.de/> [09.09.2019].
- Pehnt, Dr. M./ Mellwig, P./ Blömer, S./ Hertle, H./ Nast, M./ von Oehsen, A./ Lempik, J. (2018):** Untersuchung zu Primärenergiefaktoren. Online unter: <https://www.gih.de/wp-content/uploads/2019/05/Untersuchung-zu-Prim%C3%A4renergiefaktoren.pdf> [10.02.2020].
- Planungsgemeinschaft Verkehr PGV-Alrutz/ Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) (2015):** Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit. Kurzbericht einer Forschungsarbeit für die Bundesanstalt für Straßenwesen. Online unter: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/anforderungen-die-radverkehrsinfrastruktur> [25.04.2019].

- PricewaterhouseCoopers (PwC) (2020):** E-Mobility Sales Review Q3 2020, PWC Analytics. Online unter: <https://www.strategyand.pwc.com/de/de/studie/2020/e-mobility-sales-review-q3.html> [21.09.2020].
- Prognos (2018):** Einführung von Automatisierungsfunktionen in der PKW-Flotte. Auswirkungen auf Bestand und Sicherheit. Online unter: https://www.adac.de/-/media/pdf/motorwelt/prognos_automatisierungsfunktionen.pdf?la=de-de&hash=D0B9F266EADAEAE34CF0C459F919F1EAD29A8B70 [20.10.2020].
- Prümm, D./ Kauschke, P./ Pelseler, H. (2017):** Aufbruch auf der letzten Meile - Neue Wege für die städtische Logistik. Online unter: <https://www.pwc.de/de/transport-und-logistik/pwc-studie-aufbruch-auf-der-letzten-meile.pdf> [09.09.2019].
- Regionale Wirtschaftsförderung Bruchsal GmbH (o. J.):** E-Carsharing im ländlichen Raum. Online unter: <https://www.zeozweifrei-unterwegs.de/> [26.11.2020].
- Regionalwerke Bamberg GmbH (o.J.):** Carsharing e-mobil. Online unter: <http://www.regionalwerke-bamberg.de/e-carsharing.html> [27.11.2020].
- Reichel, J. (2017):** City-Logistik: BIEK-Studie sieht Lastenrad vor Elektro- und Diesel-Transporter. Online unter: <https://logistra.de/news/nfz-fuhrpark-lagerlogistik-intralogistik-city-logistik-biek-studie-sieht-lastenrad-vor-elektro-und-diesel-transporter-13131.html> [09.09.2019].
- Richtlinie des Ministeriums für Infrastruktur und Landesplanung zur Förderung der Übertragung des KombiBus-Prinzips (Kombinierte Serviceleistungen als ergänzendes Angebot im Linienverkehr) im Land Brandenburg (Rili KombiBus) vom 31. Juli 2018.**
- Richtlinie 2006/126/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Führerschein (Neufassung).**
- Riegler, S./ Juschten, M./ Hössinger, R./ Gerike, R./ Rößger, L./ Schlag, B./ Kopp, J. (2016):** Car-sharing 2025 – Nische oder Mainstream. Berlin: Institut für Mobilitätsforschung.
- Schwarzwald Tourismus GmbH (o. J.):** Die KONUS-Gästekarte. Online unter: <https://www.schwarzwald-tourismus.info/planen-buchen/konus-gaestekarte> [25.11.2020].
- Scouter Carsharing (o. J.):** Auto buchen. Online unter: <https://scouter.de/buchen/> [03.08.2020].
- Share Now (2020):** Tarife & Gebühren. Online unter: <https://www.share-now.com/de/de/faq/rates-and-fees/#what-rates-are-available> [03.08.2020].
- Shell Deutschland Oil GmbH (2019):** Shell PKW-Szenarien bis 2040. Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität. Online unter: https://www.shell.de/promos/media/shell-passenger-car-scenarios-to-2040/_jcr_content.stream/1455700315660/c4968e7f206e1dfe72caf825eceb1fb472487d4e/shell-Pkw-szenarien-bis-2040-vollversion.pdf [02.07.2020].
- SPESSARTregional (O. J.):** Meet & Ride. Online unter: <https://www.spessartregional.de/meet-ride/> [02.02.2021].
- Stadt Augsburg (2016):** Stellplatzsatzung – (StPIS) vom 18.04.2016 (ABl. vom 22.04.2016, S. 97). Online unter: https://www.augsburg.de/fileadmin/user_upload/buergerservice_rathaus/rathaus/stadtrecht/pdf/69/6900.pdf [27.11.2020].
- Stadt Bruchsal (o. J.):** zeozweifrei unterwegs. E-Carsharing im Wirtschaftsraum Bruchsal. Online unter: <https://www.bruchsal.de/Home/Leben+in+Bruchsal/zeozweifrei+unterwegs.html> [26.11.2020].

- Stadtmobil (2020):** Nutzungskosten. Online unter: <https://hannover.stadtmobil.de/privatkunden/preise-tarife/> [03.08.20].
- Stadtwerke Osnabrück AG (2020):** HUB CHAIN. Online unter: <https://www.hubchain.de/> [09.11.2020].
- Statistisches Bundesamt (StBA) (2019):** Haushalte in Mietwohnungen nach der Zahl der Wohnungen in Gebäuden. Online unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/liste-haushaltsstruktur.html> [07.02.2020].
- Statistisches Bundesamt (StBA) (2020):** Pressemitteilung Nr. N 035 vom 1. Juli 2020. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/07/PD20_N035_46241.html [03.12.2020].
- Stuttgart, I. R. (2015):** Kurzstudie Innenstadtlogistik Stuttgart - Räumliche Wechselwirkungen am Beispiel des Einsatzes von Lastenrädern in der Paketzustellung, Stuttgart.
- Süddeutsche Zeitung GmbH (2015):** Autos sind nur Untermieter. Ein Wohnprojekt in Gern setzt auf eine „Mobilitätsstation“. Online unter: <https://www.sueddeutsche.de/muenchen/genossenschafts-modell-autos-sind-nur-untermieter-1.2615204> [20.11.2020].
- Sunderer, G./ Götz, K./ Zimmer, W. (2018):** Attraktivität und Akzeptanz des stationsunabhängigen Carsharing. In: Soziale Innovationen lokal gestalten. S. 99-118. Wiesbaden: Springer VS.
- TIER Mobility GmbH (2020):** Preise. Online unter: <https://www.tier.app/de/help/> [16.11.2020].
- Uckermärkische Verkehrsgesellschaft mbH (UVG) (2019a):** Thema: Praxisbeispiel Kombiverkehr in der Uckermark. Online unter: http://verkehrssymposium.de/media-pool/96/962323/data/2019-11-08_Vortrag_Kombiverkehr_in_der_Uckermark_1_F_rster.pdf [14.05.2020].
- Uckermärkische Verkehrsgesellschaft mbH (UVG) (2019b):** Kombinierte Transportleistung. Standardpreise (netto), gültig ab 12/2014. Online unter: <https://uvg-online.com/wp-content/uploads/2018/07/PreislisteKombibus.pdf> [14.05.2020].
- Uckermärkische Verkehrsgesellschaft mbH (UVG) (2020):** Geschickt geschickt. Online unter: <https://uvg-online.com/kombibus/> [14.05.2020].
- Uluk, D./ Lindner, T./ Palmowski, Y./ Garritzmann, C./ Göncz, E./ Dahne, M./ Möckel, M./ Gerlach, U. (2020):** E-Scooter: erste Erkenntnisse über Unfallursachen und Verletzungsmuster. Notfall+ Rettungsmedizin. S. 293-298.
- Umweltbundesamt (UBA) (2014):** E-Rad macht mobil. Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_e-rad_macht_mobil_-_pelelecs_4.pdf [14.04.2020].
- Umweltbundesamt (UBA) (2019):** Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten – Kostensätze. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-02-11_methodenkonvention-3-0_kostensaetze_korr.pdf [07.07.2020].
- Umweltbundesamt (UBA) (2020a):** Mobilitätsmanagement in der Bundesverwaltung. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba_fb_lf_mobilitatsmanagement_final_bf.pdf [16.10.2020].
- Umweltbundesamt (UBA) (2020b):** E-Scooter momentan kein Beitrag zur Verkehrswende. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobili>

taet/e-scooter-momentan-kein-beitrag-zur-verkehrswende#sind-e-scooter-umweltfreundlich [10.11.2020].

Umwelt- und Energieagentur Kreis Karlsruhe GmbH (o. J.): zeozweifrei-unterwegs: E-Carsharing in Kommunen und Unternehmen. Online unter: <https://zeozweifrei.de/e-carsharing-fur-akteure/> [27.11.2020].

Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2019): Update Car to Car: Wie gut können (autonome) Autos kommunizieren? Online unter: <https://www.vdi.de/news/detail/update-car-to-car-wie-gut-koennen-autonome-autos-kommunizieren> [11.11.2020].

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV) (2016): Elektromobilität im ÖPNV weiter fördern. Online unter: <http://www.mobi-wissen.de/files/e-mobilitaet-im-oepnv-weiter-foerdern.pdf> [26.11.2020].

Verlag Nürnberger Presse Druckhaus Nürnberg GmbH & Co. KG (2019): Deal für Bauträger in Fürth: Carsharing statt Stellplätze. Online unter: <https://www.nordbayern.de/region/fuerth/deal-fur-bautraeger-in-fuerth-carsharing-statt-stellplatze-1.8797659> [27.11.2020].

Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011.

Vogt, M./ Fels, K. (2017): Begleit- und Wirkungsforschung Elektromobilität EP 35. Online unter: https://schaufenster-elektromobilitaet.org/media/media/documents/dokumente_der_begleit_und_wirkungsforschung/EP35_Studie_LIS_online.pdf [28.11.2018].

Volksbank Bruchsaal-Bretten eG (o. J.): Weg frei für „zeo“. Online unter: https://www.vb-bruchsaal-bretten.de/Wir_fuer_sie/regionales-engagement/zeozweifrei-unterwegs.html [26.11.2020].

Vu-Do.de (o. J.): Regional online bestellen – klimaneutral liefern lassen! Online unter: <https://www.vu-do.de/#> [26.11.2020].

Weiß (2017): Die Volkswagen-Elektrostrategie. In Vortragsreihe: Erfahrungsaustausch sächsischer Fuhrparkmanager, Vortrag.

Wohnen ohne Auto (o. J.): Rechtliche Absicherung autofreier Projekte. Online unter: http://www.wohnen-ohne-auto.de/publ_rechtl_absicherung [27.11.2020].

Wohnungswirtschaft Heute Verlagsgesellschaft mbH (2018): Marketing – Vonovia bietet in Kooperation mit Flinkster und MOQO erstmals Carsharing an. Online unter: <http://wohnungswirtschaft-heute.de/marketing-vonovia-bietet-in-kooperation-mit-flinkster-und-moqo-erstmal-carsharing-an/> [16.12.2020].

ZEIT ONLINE GmbH (2018): Paketshop für mehrere Kurierdienste in Hamburg eröffnet. Online unter: <https://www.zeit.de/news/2018-10/15/paketshop-fuer-mehrere-kurierdienste-in-hamburg-eroeffnet-181015-99-382462> [14.05.2020].

ZF Friedrichshafen AG (o. J.): Autonomes Fahren: Ein Überblick. Online unter: https://www.zf.com/mobile/de/technologies/domains/autonomous_driving/autonomous_driving.html [15.10.2020].

Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2018): Zahlen – Daten – Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2017. Online unter: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PK-2018_13-03-2018_Praesentation.pdf [10.12.2020].

Zweirad-Industrie-Verband (ZIV) (2020): Pressemitteilung. Zahlen – Daten – Fakten zum Deutschen Fahrrad- und E-Bike Markt 2019. Dynamischer Wachstumskurs der Fahrradindustrie setzt sich ungebremst fort. Online unter: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/PDFs/PM_2020_11.03._Fahrrad-_und_E-Bike_Markt_2019.pdf [18.08.2020].

Anhang

Die Anhänge sind in einem separaten Dokument beigefügt.